



Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt: 11 Sayı : 3 Yıl : 2024



Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences

Volume: 11 Issue: 3 Year: 2024

ISSN 2148-3647

Araştırma Makaleleri

1. Bitkisel Üretimde İşletme Büyüklüğünün Ürün Verimi, Üretim Değeri ve Ürün Maliyeti Üzerine Etkisi: Çeltik, Pamuk ve Kanola Üretimi Örneği

Arif Semerci

Sayfa : 597-615

2. Şeker Pancarı Üretiminde Kaynak Kullanım Etkinliğinin Analizi: Balıkesir İli Örneği

Musab Ural Arif Semerci

Sayfa : 616-629

3. Sustainability of Production in Melon Growing Farms: The Case of Hatay Province

Aybüke Kaya

Sayfa : 630-641

4. Türkiye'de Süt ve Süt Ürünleri Üretiminin Mevsimsel ARIMA Modeli ile Tahmini

Didem Doğar Adnan Çiçek Merve Ayyıldız

Sayfa : 642-653

5. Tarım Arazilerinin Değerini Etkileyen Faktörlerin BWM ve FUCOM Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Tansu Alkan Süleyman Savaş Durduran

Araştırma Makalesi

6. Coğrafi İşaretin Tüketici Davranışlarına Etkisinin Analizi: Konya İli Selçuklu İlçesi Örneği

Arzu Berber Gönül Gül Ekşi Ayşenur Naçar

Sayfa : 668-679

7. Allelopathic Effects of Essential Oils In Some Medicinal And Aromatic Plants on The Development of Oilseed Plants

Hümeyra Yaman Ömer Yılmaz Nesrin Karaca Sanyürek Sevinç Aydın

Sayfa : 680-692

8. Yalova Örneğinde Biyoklimatik Konforun Zamansal Değişimi

Canan Koç Ahmet Koç

Sayfa : 693-703

9. Performance Analysis For Yamula Downstream Gravity And Pump Irrigation Association

Sena Bildim Hasan Ali Irik

Sayfa : 704-712

10. Küreselleşme ve Karbon Ayak İzi İlişkisi: E7 Ve G7 Ülkelerinin Karşılaştırması

Selvi Yıldırım Enver Günay

Sayfa : 713-728

11. DSİ 2. ve 21. Bölgelerdeki Devredilen Sulamalarda Sulama Oranları ve Sulanmayan Alanların Sulanmama Nedenleri

Melek Yiğen Murat Tekiner

Sayfa : 729-736

12. A Bibliometric Analysis on Taenia Saginata

Hakan Serin Muslu Kazım Körez

Sayfa : 737-748

13. Boyut Azaltılmış Temel Bileşenler ve Lasso Regresyonları Kullanılarak Spektral Veri Tabanlı Bazı Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Ufuk Karadavut Ömer Sözen

Sayfa : 749-756

14. Factors Affecting the Farmer's Use of Modern Irrigation Systems in Aleppo

Kuteybe Gannum Cuma Akbay Cevahir Kaynakçı Baydar

Sayfa : 757-766

15. İç Anadolu Ekolojik Koşullarında Bazı Kuru Fasulye Genotiplerinin Morfo-Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi

Ömer Sözen Ufuk Karadavut

Sayfa : 767-778

16. Üretici Gözünden Biyolojik Mücadele

Furkan Yalçın Belma Özercan Zühal Saçtı

Sayfa : 779-790

17. *Lasiobelonium Ionicerae* (Alb. & Schwein.) Raitv. = A Novel Record for Türkiye

İsmail Acar Halide Karabıyık

Sayfa : 791-796

18. Detection of the *Metcalfa pruinosa* (Hemiptera: Flatidae) pest on the Jujube plant (*Ziziphus jujuba*) using a sequence of YOLOv5 models

Atilla Erdinç Hilal Erdoğan

Sayfa : 797-806

19. Sıçanlarda Akciğer Doku Yağ Asit Düzeyleri Üzerinde Kobalt Ve Silibinin Etkileri

H. Turan Akkoyun

Sayfa : 807-814

20. *Pimenta dioica* Sulu Ekstraktı ile Gümüş Nanopartikülü Sentezi ve Biyolojik Aktivitelerinin Araştırılması

İrem Akyol Merve Duman Neslihan Demir

Sayfa : 815-824

21. Detection of Cucumber Mosaic Virus (CMV) in Cucurbits by TaqMan Real-Time RT-PCR in Hakkari Province, Türkiye

Ayşenur Biltekin Nevin Akdura

Sayfa : 825-834

22. Türkiye’de Uygulanan Basınçlı Sulama Yöntemleri Destek Programının Ankara İli İçin Etki Değerlendirmesi

Belgin Yılmaz Ramazan Topak

Sayfa : 835-848

23. Mera Arazilerinde Yer Alan Toprakların SMAF Modeli Yardımıyla Toprak Kalite Durumlarının Değerlendirilmesi (Ulaş-Acıyurt Örneği)

Fikret Saygın Orhan Dengiz Sena Pacci

Sayfa : 849-859

Bitkisel Üretimde İşletme Büyüklüğünün Ürün Verimi, Üretim Değeri ve Ürün Maliyeti Üzerine Etkisi: Çeltik, Pamuk ve Kanola Üretimi Örneği

Arif SEMERCİ^{1*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: arifsemerci69@gmail.com

Geliş Tarihi: 05.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 13.05.2024 Kabul Tarihi: 14.05.2024

ÖZ

Tarım ürünleri ticaretinde ve ülkelerarası rekabet bağlamında birim alandan elde edilen verimin yüksekliği yanında üretilen ürünün maliyeti de önemli rol oynamaktadır. Bir tarım işletmesinin hem verim hem de maliyet avantajına sahip olabilmesi için belirli bir işletme büyüklüğüne sahip olması gerekmektedir. Bu çalışmada; pamuk üretiminde 136 işletmeden, çeltik üretiminde 74 işletmeden ve kanola üretiminde de 83 işletmeden elde edilen veriler işletme büyüklük grupları bazında verim değerleri ve ürün maliyetleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. İncelenen işletmelerde işletme başına ortalama üretim alanları kanolada 83.14 da, çeltik üretiminde 141.36 da ve pamuk üretiminde ise 107.99 da olarak belirlenmiştir. Araştırmada; Çeltik üretiminde işletme başına ortalama verim 777.11 kg da⁻¹ olup, en yüksek verim (797.20 kg da⁻¹) ve ürün değeri (\$446.46 da⁻¹) büyük işletme büyük grupta yer alan işletmelerden sağlanmıştır. Yürütülen araştırmada pamuk üretiminde işletme başına ortalama verim 536.19 kg da⁻¹, kanola üretiminde ise 290.87 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Yapılan araştırma en yüksek verimin kanola üretiminde (309.23 kg da⁻¹) ve pamuk üretiminde (538.53 kg da⁻¹) küçük işletmelerin bulunduğu birinci gruptan elde edildiğini göstermiştir. Araştırma kapsamında işletme yöneticilerinin yaşı, mesleki tecrübesi ve genel eğitim düzeyi de işletme büyüklük grupları bazında analiz edilmiştir. Araştırma bulguları çeltik üretiminde üreticilerin ekonomi ilkelerine uygun olarak, diğer bir ifade ile rasyonel bir şekilde, işletmelerini yönettiklerini ortaya koymuştur. Pamuk ve kanola üreten işletmeler ise küçük işletme gruplarında hem verim hem de üretim değeri bakımından diğer gruplarda yer alan işletmelere göre daha yüksek performans göstermişlerdir. Bu durum pamuk ve kanola üretiminde orta ve büyük grupta yer alan işletmelerin büyük ölçekli işletme olmanın avantajlarından yeterince yararlanamadıklarını ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: İşletme büyüklüğü, verim, çeltik, pamuk, kanola

Affects of Farm Business Size on Yield, Production Value and Product Cost in Crop Production: The Examples of Paddy, Cotton and Canola Production

ABSTRACT

In the context of international competition, the cost of the product plays an important role in addition to the efficiency obtained from the unit area in the trade of agricultural products. In order to have both efficiency and cost advantage, an enterprise must have a certain business size. In this study; the data obtained from 136 enterprises in cotton production, 74 enterprises in paddy production and 83 enterprises in canola production were analyzed by considering yield values and product costs on the basis of enterprise size groups. The average production area size per enterprise in the examined enterprises were determined as 83.14 da in canola, 141.36 da in paddy production and 107.99 da in cotton production. In the research; the average yield per enterprise in paddy production was 777.11 kg da⁻¹, and the highest yield (797.20 kg da⁻¹) and the highest product value (\$446.46 da⁻¹) were obtained from the large scale enterprises. The average yield per enterprise in cotton production was calculated as 536.19 kg da⁻¹, and in canola production it was calculated as 290.87 kg da⁻¹. The research results showed that the highest yield was obtained from the group with small scale enterprises in canola production (309.23 kg da⁻¹) and cotton production (538.53 kg da⁻¹). Within the research, the age, experience and

education level of business managers were also analyzed on the basis of business size groups. The research findings revealed that the producers manage their businesses in accordance with the economic principles, in other words, in a rational way in paddy production. On the other hand, the cotton and canola production enterprises showed higher performance in the small business groups than the enterprises in the other groups in terms of both yield and production value. This situation revealed that the enterprises in the medium and large groups in cotton and canola production cannot sufficiently benefit from the advantages of being a large-scale enterprise.

Key words: Business size, yield, paddy, cotton, canola

GİRİŞ

Dünya ekonomisinde sanayileşme sürecinde büyük ölçekli üretim daha avantajlı hale gelirken aynı zamanda sermayenin de büyük işletmelerde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu ölçüde bir yoğunlaşma hareketi zaman içinde gelişmiş ülke ekonomilerinin tarım sektöründe de kendini göstermiştir. Ancak bu durum özellikle gelişmekte olan ülkelerde istenilen düzeyde gerçekleşmemektedir. Zira bu gruba giren ülkelerde tarımsal üretimin en önemli unsurlarından biri olan toprağın dağılımında büyük bir dengesizlik görülmektedir. Ekilebilir toprakların bir kısmı, etkin bir biçimde tarım yapılmasını güçleştirecek ölçüde küçük tarım işletmelerine bölünmüşken diğer kısmı ise daha az sayıdaki büyük tarım işletmelerinde yoğunlaşmıştır. Örneğin Türkiye’de mevcut bitkisel üretim işletmelerinin %94.2’si 200 dekar ve altında üretim yapmaktadır (İnan, 2016). Bu değer Türkiye’de bitkisel üretim işletmelerinin küçük olduğunu, Avrupa Birliği ve ABD’deki tarım işletmelerine göre cüce işletmeler konumunda bulduklarını göstermektedir.

Tarımsal üretimde büyük ve küçük ölçekli işletmeler hem avantaja hem de dezavantaja sahiptirler. Büyük tarım işletmelerinde kaynakların rasyonel kullanımı daha üst düzeydedir. Tarım alet ve makinalarından ve ileri düzey üretim teknolojilerinden yararlanmak isteyen işletmelerin belirli bir işletme büyüklüğünde olmaları gerekmektedir.

Büyük ölçekli işletmeler tarımsal üretimde ileri derecede mekanizasyonlaşmanın getireceği amortismanlara ve yeni üretim teknolojilerine kaynak aktarmakta daha avantajlı konumdadırlar. Tarımsal üretimde büyük ölçekli işletmeler; uygun fiyatlarla girdi temini, tarımsal ürünlerin uygun fiyatlarla pazarlanması, işletme yönetimi ve uygun maliyetle işletmeye kredi sağlama kolaylığı bakımından küçük ölçekli işletmelere göre daha fazla avantaja sahiptirler. Zira büyük ölçekli işletmeler kar maksimizasyonuna dayalı üretim yapmaları nedeniyle yeterli sermaye büyüklüğüne de sahiptirler. Bununla birlikte ücretli işçi çalıştırmaları sebebiyle üretim faaliyetinde iş bölümü ve uzmanlaşma da gelişmiştir. Bu bağlamda büyük ölçekli işletmelerde verimlilik düzeyi de yüksektir (Kazgan, 1976; Özgüven, 1977).

Küçük aile işletmelerinde üretim maliyetleri ücretli işgücü yerine aile işgücünü kullanmaları ve üretim faaliyetinde daha fazla özen göstermeleri nedeniyle büyük işletmelere göre daha düşük olabilmektedir. Ayrıca bu gruba giren işletmeler emek-yoğun mallar üretiminde karşılaştırmalı üstünlüğe de sahiptirler. Toplumların zevk ve tercihlerinde meydana gelebilecek değişimler sonucunda oluşabilecek yeni talebin bu tip ürünlere kayması halinde küçük ölçekli işletmelerin gelirlerinde de artışlar görülebilecektir (Calkins, 1981).

İşletme büyüklüğü ile verimlilik arasındaki ilişkiler bazı çalışmalara konu olmuştur (Bharadwaj, 1974; Chadha; 1978; Ünal, 2008; Wang ve ark., 2015; Gollin, 2019; Ren ve ark., 2019; Sheng ve ark., 2019). Tarım sektöründe işletme büyüklüğü ile ekonomik etkinlik arasında kesin bir bağlantı kurmak oldukça güçtür. Bu bağlamda işletme büyüklüğü ne bir önkoşul ne de tarımsal gelişmenin engeli olarak görülebilir. Dolayısıyla optimum işletme büyüklüğüne ilişkin kesin bir ölçüt getirmek de oldukça zordur. Optimum işletme büyüklüğü kavramı mikro ya da makro açıdan ele alındığında farklılık göstermektedir. Mikro açıdan optimum büyüklük; kar maksimizasyonu ya da maliyet minimizasyonu olarak ele alınırken, makro açıdan; tarımsal bölge, tarım sektörü ve hatta ekonominin bütünü için kaynakların en etkin şekilde kullanımını ifade etmektedir (Işın ve Talim, 1998). Ancak görece olarak büyük işletmelerin gelişmiş ülkelerde küçük ölçekli işletmelerin de az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde yer aldıkları söylenebilir (Bachman ve Christensen, 1968).

Az gelişmiş ülkelerde teknolojik bilgi düzeyi düşük ve yöneticilik yetenekleri kitledir. Bu durum, zaman zaman küçük aile işletmelerinin büyük işletmelerden daha etkin olabilmesine imkan sağlayabilmektedir. Zira, küçük ölçekli işletmeler emek-yoğun üretim yapmaları nedeniyle az gelişmiş ülkelerde kıt olan sermayeyi daha az kullanmaktadır. Küçük ölçekli işletmelerin azalması toplumda sosyal patlamalara neden olabilmektedir. İşletmelerin azaltılması yerine Japonya ve Tayvan gibi ülkelerde olduğu gibi mekanizasyonlaşmayı

başarabilmelerine imkan verilmelidir. Böylece emeğin de etkin kullanımı ile işletme büyüklüklerinin artırılmasına gerek kalmadan geçimlik tarımdan ticari tarıma geçmelerine de olanak sağlanmış olacaktır (Arnon, 1981). Bu bağlamda üreticilerin etkin olarak örgütlenmesi, uygun ölçülerde tarımsal kredi sağlanması durumunda küçük ölçekli işletmelerin de daha etkin bir üretim yapısına kavuşmaları mümkün olabilecektir.

Ölçek ekonomisi, işletmelerin büyüdükçe ürün maliyetinin azalması anlamında kullanılan bir terimdir. Ancak ölçek ekonomisinden beklenen olgu; ülkeden ülkeye, işletmeden işletmeye ve üretim dalından üretim dalına göre farklılık gösterebilmektedir. Yapılan çalışmada temel olarak işletme büyüklüklerine göre verim, ürün maliyeti arasındaki ilişki 3 üretim faaliyet dalında incelenmiştir.

Yeterlilik derecesi; bir bölgenin kullanılabilir üretiminin (iç üretim) o bölgenin talebini ya da yurt içi kullanımını (insan, hayvan ve endüstrinin bütün ihtiyaçlarını) ne ölçüde karşılayacak durumda olduğunu gösterir. Değerin, 100'den küçük olması, üretimin yurt içi talebi tam olarak karşılayamadığı durumu temsil eder. 100'den büyük olan bir değer, normal iç ihtiyaçları geçen, ihraç edilebilir ve/veya stoklanabilir miktarların varlığını gösterir. Ürün denge tabloları ise tarımsal ürünlerin arz kaynaklarını ve kullanım şekillerini belirli bir referans dönemi boyunca karşılaştırarak ayrıntılarıyla ortaya koyan tablolardır. Türkiye'nin 2019-2020 dönemi "Bitkisel Ürün Denge Tabloları" incelendiğinde ülkenin kendine yeterlilik oranının pirinçte %84.9, kanolada %95.1 ve pamukta (lif karşılığı) %61 olduğu anlaşılmaktadır (TÜİK, 2022; TOB,2022). Diğer bir ifade ile Türkiye pirinç, kanola ve pamukta hem ithalat hem de ihracat yapılmakla birlikte, bu ürünlerde ülkenin net dış ticaret açığı bulunmaktadır.

Konu ile ilgili olarak çeltik ürününde (Gaytancıoğlu ve Sürek, 2001; Narasimham ve ark., 2003; Kumar, 2009; Erdem, 2012; Yavuz ve ark., 2016; Verma ve ark., 2014; Alamyar ve Boz, 2019; Bal ve Altuntaş, 2019; Kudal, 2019; Öz, 2019; Mishra ve ark., 2020; Pathak ve ark., 2021; Avkıran, 2021) çalışmaların yer aldığı saptanmıştır.

Litaretür incelemesinde pamuk üretimiyle ilgili (Abedullah ve ark., 2006; Tok, 2008; Midega ve ark., 2012; Yılmaz ve ark., 2015; Candemir ve ark., 2017; Darı, 2020; Uğurlu, 2020; Siamardov, 2020; Wei ve ark., 2020a, 2020b; Özüdoğru, 2021) çalışmaların yapıldığı tespit edilmiştir.

Bununla birlikte konu ile ilgili olarak kanola üretimine yönelik olarak (Kumbar, 2009; Bayramoğlu ve ark., 2010; Ruža, 2009; Taheri-Garavand ve ark., 2010; Mousavi-Avval ve ark., 2011; Unakıtan ve ark., 2010; Gören, 2012; Güngör ve ark., 2015; Yılmaz ve Avkıran, 2020) araştırmaların yapıldığı belirlenmiştir.

Bu araştırmada, çeltik, kanola ve pamuk üreten işletme sahiplerinin yaşı, belirtilen ürünleri yetiştirme tecrübesi ve almış oldukları eğitim düzeyleri işletme büyüklük grupları bazında incelenmiş; ayrıca yine işletme büyüklükleri bazında çeltik, kanola ve pamuk üretiminde birim alandan elde edilen verim ve ürüne ait üretim değeri ve maliyet arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular pamuk, çeltik ve kanola konusunda farklı ülkelerinde yürütülen araştırmalara ait bulgularla karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Araştırmanın ana materyalini Türkiye'de pamuk üretiminde önemli bir yere sahip olan Hatay ili ile kanola üretiminde önemli bir konuma sahip olan Çanakkale ilinde yer alan işletmelerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Araştırmanın ikincil verilerini ise; başta Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) olmak üzere konu ile ilgili diğer dış kaynaklara ait yayınlar ve elektronik ortam (internet) verileriyle, ülke genelinde; Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Ticaret Bakanlığı (TB) verilerinden oluşmaktadır. Bununla birlikte yapılan çalışmada konuyla ilgili olarak yurtiçi ve yurtdışı araştırma makaleleri incelenmiş, belirtilen konularda hazırlanan raporlar ve diğer yayınlardan da geniş ölçüde faydalanılmıştır.

Araştırma kapsamında kanola üreten işletmelere yönelik anket sayısının belirlenmesinde Tam Sayım Yöntemi uygulanmıştır. Pamuk ve çeltik faaliyetlerinde uygulanan anket sayısının belirlenmesinde ise Tabakalı Örneklem Yöntemlerinden "Neyman Yöntemi" kullanılmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{[\sum(Nh * Sh)]^2}{N^2 * D^2 + [\sum(Nh * Sh)]^2} \quad (1)$$

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

n= Örnek Hacmi

N_h =h. Tabakadaki birim sayısı (frekans)

S_h =h. Tabakanın standart sapması

N= Toplam birim sayısı

S= Standart Sapma

t= Seçilen Güven Sınırı İle İlgili “t değeri”

N= Örnekleme Çerçevesine Ait Toplam Birim Sayısı

D= d/z

d= Ortalamadan belirli bir oranda sapma

z=Eğer birim sayısı 30’un üzerinde ise t dağılımındaki z değeri kullanılır.

Örnek hacminin tabakalara dağıtılmasında aşağıda belirtilen formül kullanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996).

$$n = \frac{N h S_h * n}{\sum N h S_h} \quad (3)$$

Çeltik araştırmasında %99 güven aralığı ve %5 ortalama sapma ile belirlenen 74 adet tarım işletmesinde anket uygulaması gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Gruplara göre çeltik üreten işletmelere ait bilgiler

Kriterler	İşletme Büyüklükler			Toplam
	50 da altı	50-149 da	150 da ve üzeri	
İşletme Sayısı (adet)	19	25	30	74
Payı (%)	25.68	33.78	40.54	100.00
Üretim Alanı (da)	524	2245	7692	10461
Payı (%)	5.01	21.46	73.53	100.00
İşletme Başına Ort. Üret. Al. (da)	27.58	89.80	256.40	141.36

Kanola araştırmasında “Tam Sayım Yöntemi” kullanılarak 83 işletmede anket uygulaması yapılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Gruplara göre kanola üreten işletmelere ait bilgiler

Kriterler	İşletme Büyüklükler			Toplam
	25 da altı	25-49 da	50 da üzeri	
İşletme Sayısı (adet)	26	26	31	83
Payı (%)	31.33	31.33	37.35	100.00
Üretim Alanı (da)	411	908	5659	6978
Payı (%)	5.89	13.01	81.10	100.00
İşletme Başına Ort. Üret. Al. (da)	15.81	34.92	182.54	84.07

Pamuk araştırmasında %95 güven aralığı ve %5 ortalama sapma ile 136 işletmede pamuk üretimine yönelik anket uygulaması gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Gruplara göre pamuk üreten işletmelere ait bilgiler

Kriterler	İşletme Büyüklükler			Toplam
	75 da altı	75-149 da	150 da üzeri	
İşletme Sayısı	43	51	42	136
Payı (%)	31.62	37.50	30.88	100.00
Üretim Alanı	1724	5258	7692	14674
Payı (%)	11.75	35.83	52.42	100.00
İşletme Başına Ort. Üret. Al. (da)	40.09	103.10	183.14	107.90

İşletme büyüklük grupları arasında; işletme yöneticilerinin yaşı, belirtilen ürünlerdeki yetiştirme tecrübesi ve almış oldukları genel eğitim düzeyi yanında, çeltik, pamuk ve kanola üretiminde birim alandan elde edilen verim değerindeki farklılıkların belirlenmesinde “Tukey HSD Testi” nden yararlanılmıştır (Green ve ark., 2000; Çakıcı ve ark., 2003). Araştırmada çalışma konusu ürün fiyatlarının belirlenmesinde TL/ABD\$ paritesi; 2016 yılı ürünü pamukta 3.52, 2018 yılı ürünleri kanola ile çeltikte 5.28 olarak dikkate alınmıştır (TCMB, 2022).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çeltik Üretim Faaliyeti

İncelenen işletmelerde çeltik üreticilerinin genel özellikleri Çizelge 4’te verilmiştir. İşletme sahiplerinin yaş ortalaması 51.78 yıl olup, en küçük yaş (32 yıl) ile en büyük yaş (72 yıl) arasında değişim göstermektedir. İşletme büyüklük grupları arasında ortalama yaş bakımından istatistiki yönden bir farklılık tespit edilememiştir.

Çizelge 4. Çeltik üreten işletme sahiplerinin genel özellikleri

Kriterler	Tabakalar	Güven Aralığı (%95)							
		N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	Alt Sınır	Üst Sınır	Minimum	Maksimum
Yaş	1	18	52.39	9.82	2.34	47.50	57.27	34.00	67.00
	2	26	51.81	8.40	1.65	48.41	55.20	39.00	72.00
	3	30	51.40	9.49	1.73	47.86	54.94	32.00	67.00
	Topl.	74	51.78	9.09	1.06	49.68	53.89	32.00	72.00
Tecr.	1	18	16.28	10.97	2.59	10.82	21.74	3.00	43.00
	2	26	22.77	11.87	2.33	17.97	27.56	8.00	50.00
	3	30	19.00	13.21	2.41	14.07	23.93	2.00	48.00
	Topl.	74	19.66	12.33	1.43	16.81	22.52	2.00	50.00
Eğt.	1	18	7.83	2.62	0.62	6.53	9.14	5.00	11.00
	2	26	8.42	3.14	0.62	7.16	9.69	5.00	15.00
	3	30	8.40	3.64	0.67	7.04	9.76	2.00	15.00
	Topl.	74	8.27	3.21	0.37	7.53	9.01	2.00	15.00

İstatistiki yönden işletme grupları arasında bir farklılık bulunmamaktadır. İşletme sahiplerinin almış oldukları eğitim süreleri incelendiğinde işletmeler ortalaması değer 8.27 yıl olup, eğitim süresi 7.83 yıl ile 8.40 yıl aralığında değişim göstermektedir. İstatistiki bakımdan alınan eğitim süreleri arasında işletme grupları bazında bir farklılık görülmemektedir.

Araştırma kapsamında uygulanan toplam anket sayısının %41’i 150 da ve üzeri, %34’ü 50-149 da arası ve %26’sı da 50 dekarın altında çeltik üretimi yapan işletmelerde yapılmıştır. Anket uygulanan işletmelerde toplam

çeltik üretim alanının %74'ü 3. grup işletmelerde, %21'i 2. grup işletmelerde ve %5'i de 1.grup işletmelerde bulunmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Gruplar bazında çeltik üreten işletmelerde parsel bilgileri

Kriterler	İşletme Büyüklükleri			Toplam
	50 da altı	50-149 da	150 da ve üzeri	
Parsel Sayısı (adet)	32	82	200	314
Ort. Parsel Büyüklüğü (da)	16.38	27.38	38.46	29.05

İncelenen işletmelerde grup içinde toplam parsel sayısının işletme sayısına bölümünden elde edilen ortalama parsel büyüklüğünün işletme büyüklüğü arttıkça yükseldiği anlaşılmaktadır. İncelenen işletmelerde ortalama parsel büyüklüğü 29.05 da, parsel sayısı ise 4.24 adet olarak belirlenmiştir. Bu değerler sırasıyla; küçük işletmelerde 16.38 da ve 1.78 adet, orta büyüklükteki işletmelerde 27.38 da ve 3.15 adet, büyük işletmelerde ise 38.46 da ve 6.67 adet olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Anket uygulamasının gerçekleştirildiği 74 çeltik üretim işletmesinde dekar başına ortalama verim 771 kg'dır. İşletmelerde elde edilen çeltik verimi 400 kg da⁻¹ - 1160 kg da⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Küçük ölçekli (1.grup) işletmelerde çeltik verimi 769 kg da⁻¹ olup, işletmeler ortalamasından (777.11 kg da⁻¹) %1.03 daha düşüktür. Çeltik verimi orta büyüklük grubundaki işletmelerde 759 kg da⁻¹, büyük işletmelerde ise 797 kg da⁻¹ olup, bu değerler işletmeler ortalaması çeltik verim değerinden %2.57 daha yüksektir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tabakalara göre birim alandan elde edilen çeltik verim değerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Gruplar	İşletme Sayısı	Ortalama (kg da ⁻¹)	Std. Sapma	Std. Hata	Minimum (kg da ⁻¹)	Maksimum (kg da ⁻¹)
1	19	769.21	165.96	38.07	420.00	1000.00
2	25	759.00	145.49	29.10	400.00	1025.00
3	30	797.20	168.51	30.77	500.00	1160.00
Total	74	777.11	159.14	18.50	400.00	1160.00

İncelenen işletmelerde birim alandan elde edilen çeltik verim değeri işletme ölçeği arttıkça, değişkenlik göstermektedir. Birinci grupta elde edilen verim değeri ikinci grubun verim değerinden yüksek olmasına rağmen, üçüncü gruptaki işletmelerde elde edilen verim değeri birinci ve ikinci grupta yer alan işletmelerden daha yüksektir.

Araştırma alanındaki işletmelerin çeltik üretim alanlarının %73'ü oluşturması nedeniyle büyük işletmelerde elde edilen verimin yaklaşık 800 kg da⁻¹ civarında olması, işletme büyüklüğü arttıkça birim alandan elde edilen verim değerinin arttığını göstermektedir.

İncelenen işletmelerde çeltik satış fiyatı birinci grup işletmelerde \$0.53 kg⁻¹, ikinci grup işletmelerde \$0.55 kg⁻¹, üçüncü grup işletmelerde ise \$0.56 kg⁻¹ olup, işletmeler ortalaması çeltik satış fiyatı \$0.55 kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Tabakalara göre birim alanda çeltik üretim değerleri

Gruplar	Verim (kg da ⁻¹)	Ürün Satış Fiyatı (\$ kg ⁻¹)	Üretim Değeri (\$ da ⁻¹)
1	769.21	0.53	407.68
2	759.00	0.55	417.45
3	797.20	0.56	446.43
Ortalama	777.11	0.55	427.41

Birinci grup işletmelerde dekar başına çeltik üretim değeri \$407.68 olup, bu değer orta büyüklükteki işletmelerde \$9.77, büyük işletmelerde ise \$38.75 artış göstermektedir. Diğer bir ifade ile çeltik üretim değeri büyük işletmelerde küçük işletmelere göre %9.51 daha yüksektir.

Yapılan araştırmada kg başına çeltik üretim maliyeti; küçük işletmelerde \$0.41, orta büyüklükteki işletmelerde \$0.40, büyük işletmelerde \$0.37 olup, işletmeler ortalaması ürün maliyeti ise \$0.39 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre çeltik üretiminde kg başına elde edilen net kar değeri büyük işletmelerde \$0.19, orta büyüklükteki işletmelerde \$0.15, küçük işletmelerde ise \$0.12'dir. Yapılan hesaplamalar çeltik üretiminde işletme ölçeği büyüdükçe kg başına gelirin arttığını, aynı zamanda üretim maliyetinin de azaldığını ortaya koymuştur.

Çeltik üreten işletmelerde birim alandan elde edilen verim ve üretim değerinde daha yüksek alana sahip parsellerde üretim yapılmasının da önemli olduğu düşünülmektedir. Zira işletme büyüklüğü arttıkça daha geniş alanlarda yapılan üretimlerde daha rasyonel düzeyde üretim yapılabilen, bu durum da üretimde karlılık yanında üretim maliyetinde de düşüşe neden olmaktadır.

Türkiye'de yapılan bir araştırmada çeltik üretim maliyeti 100 dekarın altındaki işletmelerde \$0.39 kg⁻¹, 100 dekarın üzerindeki işletmelerde ise \$0.33 kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Gaytancıoğlu ve Sürek, 2001).

Çeltik üretimi üzerine yapılan bir araştırmada işletmeler küçük, orta ve büyük olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Araştırmada işletme büyüklüğüne göre çeltik üretim maliyetini hektar başına sırasıyla Kharif yerleşim biriminde; 16121.50 Rs., 17138.09 Rs. ve 18094.26 Rs. olarak belirlemişlerdir. Bu işletmelerde çeltik verimi ise sırasıyla hektar başına; 4910 kg, 5460 kg ve 5850 kg olarak hesaplanmıştır. Kg başına ürün maliyeti işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 3.20 Rs., 3.15 Rs. ve 3.09 Rs. olarak tespit edilmiştir. Rabi yerleşim biriminde ise çeltik maliyeti hektar başına yine sırasıyla; 16559.08 Rs., 17723.09 Rs. ve 19071.29 Rs. olarak hesaplanmıştır. Bu yerleşim birimlerinde hektar başına verim değerleri ise sırasıyla; 5310 kg, 5720 kg ve 6180 kg olarak saptanmıştır. Kg başına ürün maliyeti işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 3.12 Rs., 3.10 Rs. ve 3.04 Rs. olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırmada her iki yerleşim biriminde de işletme büyüklüğü arttıkça verimde artış görüldüğü, ürün miktarı başına ise ürün maliyetinin azaldığı sonucuna varılmıştır (Narasimham ve ark., 2003).

Diğer bir araştırmada çeltik üretim işletmeleri bir hektar altı, 1-2 hektar ve 2 hektar üzeri olmak üzere 3 büyüklük grubunda değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmada hektar başına çeltik üretim maliyeti işletme büyüklük gruplarına göre sırasıyla; 19947.17 Rs., 21640.47 Rs., 23425.77 Rs. ve işletmeler ortalaması olarak da 20651.54 Rs. olarak hesaplanmıştır. Yapılan araştırma işletme büyüklüğü arttıkça hektar başına çeltik üretim maliyetinde artış olduğunu ortaya koymuştur (Kumar, 2009).

Yürütülen bir araştırmada Narendra 359 çeşidi çeltiğin verim değerleri işletme büyüklüklerine göre hektar başına sırasıyla; 5200 kg, 5400 kg ve 5800 kg olarak belirlenmiştir. Sarju-52 çeşidinde ise verim değeri hektar başına yine sırasıyla 4800 kg, 5000 kg ve 5200 kg olarak belirlenmiştir. Her iki çeltik çeşidinde de işletme ölçeği arttıkça verim değerinde de artış olduğu sonucuna varılmıştır (Verma ve ark., 2014).

Erdem (2012) 2010 yılında yaptığı çalışmada işletme başına ortalama çeltik üretim alanını 69.5 dekar, Yavuz ve ark. (2016) ise Türkiye genelinde işletme başına ortalama çeltik üretim alanını 255.35 da olarak belirlemiştir.

Afganistan'da yapılan bir araştırmada işletme başına ortalama çeltik üretim alanı 16.20 dekar, çeltik verimi 734.37 kg da⁻¹, pirinç üretim miktarı ise 420.45 kg da⁻¹ olarak elde edilmiştir (Alamyar ve Boz, 2019). Yapılan bir araştırmada çeltik ürününün bitkisel üretim deseninden %68.14 oranında pay aldığı, incelenen işletmelerde işletme başına ortalama çeltik üretim alanının ise 66.7 da olduğu tespit edilmiştir (Bal ve Altuntaş, 2019).

2018 yılında yürütülen bir araştırmada işletme başına ortalama çeltik üretim alanı 103.41 dekar, ortalama parsel sayısı ise 5.26 adet olarak hesaplanmıştır (Kudal, 2019). 2019 yılında yapılan bir araştırmada ise incelenen işletmelerin ortalama çeltik üretim alanı 34.30 da olarak tespit edilmiştir (Öz, 2019).

Yürütülen bir araştırmada çeltik üretim maliyeti işletme büyüklüklerine göre hektar başına; 1 hektarın altındaki işletmelerde 33481.57 Rs., 1-2 hektar arasındaki işletmelerde 34310.03 Rs. 2 hektarın üzerindeki işletmelerde 33306.68 Rs. ve işletmeler ortalaması ise 33606.15 Rs. olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçları en düşük çeltik üretim maliyetinin en büyük işletme grubunda yer alan işletmelerden elde edildiğini ortaya koymuştur (Mishra ve ark., 2020).

Çeltikte işletme büyüklükleri dikkate alınarak yapılan bir araştırmada 12 yerleşim biriminde 240 çeltik üreticisiyle anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada işletmeler; marjinal (1 hektar altı), küçük (1-2 hektar arası), orta (2-4 hektar) ve büyük (4 hektar üzeri) olmak üzere 4 grupta değerlendirilmiştir. Araştırmada hektar başına çeltik verimi işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 6568 kg, 6400 kg, 6187 kg, 5609, işletmeler ortalaması ise 6191 kg olarak belirlenmiştir. Çeltik üretim maliyeti ise hektar başına işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 35148.03 Rs., 34410.34 Rs., 34869.39 Rs., 33827.50 Rs., işletmeler ortalaması ise 34537.28 Rs. olarak hesaplanmıştır. Ürüne ait nispi kar değeri ise yine işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 1.73, 1.72, 1.65, 1.56 ve işletmeler ortalaması ise 1.67 olarak tespit edilmiştir. Yürütülen araştırma işletme büyüklüğü arttıkça birim alandan elde edilen verim değerinin ve nispi karlılık düzeyinin azaldığını, buna rağmen hektar başına maliyet değerinin düştüğünü ortaya koymuştur (Pathak ve ark., 2021). 89 çeltik üreticisinin katılımı ile gerçekleştirilen bir

araştırmada işletme başına çeltik üretim alanı 270.20 da, ortalama parsel sayısı 1.51 olarak belirlenmiştir (Avkiran, 2021).

Yapılan araştırmada küçük işletmelerden elde edilen çeltik verim değerinin orta büyüklükteki işletmelerde azaldığını en yüksek verimin ise büyük işletmelerden elde edildiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Narasimham ve ark. (2003) ile Verma ve ark. (2014) yaptıkları araştırmada işletme büyüklüğü arttıkça elde edilen verim değerinde de artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Yürütülen araştırma çeltik ürün satış fiyatının işletme büyüklüğü arttıkça yükseldiğini göstermiştir. Araştırmada elde edilen bulgular Gaytancıoğlu ve Sürek (2001) tarafından yapılan araştırmada elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Yürütülen araştırmada hesaplanan işletme başına çeltik üretim alanı Erdem (2012), Alamyar ve Boz (2019), Bal ve Altuntaş (2019), Kudal (2019) ve Öz (2019) tarafından tespit edilen değerden büyük, Yavuz ve ark. (2016) ile Avkiran (2021) tarafından elde edilen değerden ise küçük bulunmuştur. Bu araştırmada elde edilen bulgulara paralel olarak, Narasimham ve ark. (2003) ve Mishra ve ark. (2020) ile Pathak ve ark. (2021) da işletme büyüklüğü arttıkça kg başına çeltik üretim maliyetinin de azalma gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Pamuk Üretim Faaliyeti

İncelenen işletmelerde pamuk üreticilerinin genel özellikleri Çizelge 8’de verilmiştir. İşletme sahiplerinin yaş ortalaması 49.65 yıl olup, en küçük yaş -25 yıl- ile en büyük yaş -78 yıl- arasında değişim göstermektedir. İşletme büyüklük grupları arasında ortalama yaş bakımından istatistiki yönden bir farklılık tespit edilememiştir.

Çizelge 8. Pamuk üreten işletme sahiplerinin genel özellikleri

Kriterler	Tabakalar	Güven Aralığı (%95)							
		N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata	Alt Sınır	Üst Sınır	Minimum	Maksimum
Yaş	1	43	48.56	11.38	1.74	45.05	52.06	25.00	75.00
	2	51	49.43	10.48	1.47	46.49	52.38	29.00	78.00
	3	42	51.05	10.24	1.58	47.86	54.24	30.00	72.00
	Topl.	136	49.65	10.67	0.91	47.85	51.46	25.00	78.00
Tecr.	1	43	25.56	11.38	1.74	22.05	29.06	2.00	52.00
	2	51	26.43	10.48	1.47	23.49	29.38	6.00	55.00
	3	42	28.05	10.24	1.58	24.86	31.24	7.00	49.00
	Topl.	136	26.65	10.67	0.91	24.85	28.46	2.00	55.00
Eğt.	1	43	7.77	3.09	0.47	6.82	8.72	2.00	15.00
	2	51	8.18	3.12	0.44	7.30	9.05	2.00	15.00
	3	42	7.83	3.51	0.54	6.74	8.93	2.00	15.00
	Topl.	136	7.94	3.22	0.28	7.40	8.49	2.00	15.00

İşletme sahiplerinin pamuk üretimindeki ortalama tecrübesi 26.65 yıl olup, tecrübe ortalaması 25.56 yıl ile 28.05 yıl aralığında değişmektedir. İstatistiki yönden işletme grupları arasında bir farklılık bulunmamaktadır. İşletme sahiplerinin almış oldukları eğitim süreleri incelendiğinde işletmeler ortalaması değeri 7.94 yıl olup, ortalama eğitim süresi 7.77 yıl ile 8.18 yıl aralığında değişim göstermektedir. İstatistiki bakımdan alınan eğitim süreleri arasında işletme grupları bazında bir farklılık görülmemektedir.

Araştırma kapsamında toplam anket sayısının %38'i 75 -149 da, %32'si 75 da altı ve %31'i de 150 dekarın üzerinde pamuk üretimi yapan işletmelerde yapılmıştır. Anket uygulanan işletmelerde toplam pamuk üretim alanlarının %52'si 3. grup işletmelerde, %36'sı 2. grup işletmelerde ve %12'si de 1.grup işletmelerde bulunmaktadır (Çizelge 9).

Çizelge 9. İşletme büyüklükleri bazında pamuk üretim alanı bilgileri

Kriterler	İşletme Büyüklükler			Toplam
	75 da altı	75-149 da	150 da üzeri	
İşletme Sayısı	43	51	42	136
Payı (%)	31.62	37.50	30.88	100.00
Üretim Alanı	1724	5258	7692	14674
Payı (%)	11.75	35.83	52.42	100.00

Yapılan araştırmada pamuk üretim alanlarına ilişkin parsel sayılarının sağlıklı bir şekilde belirlenememesi nedeniyle işletmeler geneli ve işletme büyüklükleri bazında parça sayısı ve ortalama parsel büyüklüğüne ilişkin bir değerlendirmede bulunulamamıştır.

Yürütülen araştırmada dekar başına elde edilen verim kütlü pamuk miktarı üzerinden hesaplanmıştır. Anket uygulamasının gerçekleştirildiği 136 pamuk üretim işletmesinde dekar başına ortalama verim 536 kg'dır. İşletmelerde elde edilen pamuk verimi 100 kg da⁻¹ – 850 kg da⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde kütlü pamuk verimi yaklaşık 538 kg da⁻¹ olup, işletmeler ortalaması verim değerinden %0.37 daha yüksektir. Büyük işletmelerde ise kütlü pamuk verimi 531 kg da⁻¹ olup, işletmeler ortalaması kütlü pamuk verim değerinden %0.93 daha düşüktür (Çizelge 10).

Çizelge 10. Tabakalara göre birim alandan elde edilen pamuk verim değerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Gruplar	İşletme Sayısı (adet)	Ortalama (kg da ⁻¹)	Std. Sapma	Std. Hata	Minimum (kg da ⁻¹)	Maksimum (kg da ⁻¹)
1	43	538.53	122.99	18.76	100.00	850.00
2	51	538.18	80.22	11.23	360.00	680.00
3	42	531.38	97.38	15.03	335.00	800.00
Total	136	536.19	99.90	8.57	100.00	850.00

İncelenen işletmelerde birim alandan elde edilen pamuk verim değeri birinci ve ikinci grup işletmelerde birbirine oldukça yakın düzeydeyken, işletme ölçeği arttıkça (üçüncü grup işletmeler için), beklenen durumun aksine, verim değerinde azalma görülmektedir. Bu durum; pamuk üreten işletmelerde orta ve büyük ölçekli işletmelerin ölçek ekonomilerinin pozitif yönlerinden beklenen düzeyde yararlanamadıklarını ortaya koymaktadır.

Anket uygulanan işletmelerde işletme büyüklüklerine göre kg başına kütlü pamuk satış fiyatı; küçük işletmelerde \$0.48, orta büyüklükteki işletmelerde \$0.49 ve büyük işletmelerde ise \$0.50 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Tabakalara göre pamuk üretim değerleri

Gruplar	Verim (kg da ⁻¹)	Ürün Satış Fiyatı (\$ kg ⁻¹)	Üretim Değeri (\$ da ⁻¹)
1	538.53	0.48	258.49
2	538.18	0.49	263.71
3	531.38	0.50	265.69
Ortalama	536.19	0.49	262.73

Birim alandan elde edilen verim değeri ve ürünün kg başına satış fiyatı dikkate alındığında; işletme büyüklüğü arttıkça elde edilen üretim değerinde de artış olduğu anlaşılmaktadır. Zira, üretim maliyeti kg başına; küçük işletmelerde \$0.56, orta büyüklükteki işletmelerde \$0.57 ve büyük işletmelerde ise \$0.58 düzeyinde gerçekleşmiştir. Ancak bu durum birim alandan elde edilen kütlü pamuğun üretim miktarının az olmasına rağmen, işletme büyüklüğü arttıkça elde edilen pamuğun daha nitelikli ve kaliteli olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum açıkça Tablo 9'da işletme büyüklüğüne bağlı olarak kütlü pamuk satış fiyatının da artmasıyla kendini göstermektedir.

2005-2006 üretim döneminde 120 pamuk üreten işletme ile yapılan araştırmada pamuk üretim alanlarına göre işletmeler; 12.5 acrenin altındaki işletmeler, 12.5-25 acre arasındaki işletmeler ve 25 acrenin üzerindeki işletmeler olmak üzere 3 büyüklük grubunda değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmada verim değerleri işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 1833.53 kg ha⁻¹ (19.88 maund acre⁻¹), 1875.96 kg ha⁻¹ (20.34 maund acre⁻¹) ve 1787.42 kg ha⁻¹ (19.38 maund acre⁻¹) olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde pamuk üretim maliyeti ise işletme büyüklüklerine göre hektar başına sırasıyla; 21505.57 Rs. (8703 Rs. acre⁻¹), 24310.21 Rs. (98.38 Rs. acre⁻¹) ve 29000.27 Rs. (11736 Rs. acre⁻¹) olarak belirlenmiştir. Araştırmada anket uygulanan işletmelerde hektar başına kar değeri ise sırasıyla; 21984.95 Rs. (8897 Rs./acre), 27828.99 Rs.(11262 Rs./acre) ve 29069.46 Rs. (11764 Rs./acre) olarak hesaplanmıştır. Yürütülen araştırma, işletme büyüklük grupları içinde en yüksek verimin orta büyüklükteki işletme grubunda, en yüksek maliyetin ve en yüksek ortalama kar değerinin ise büyük işletmelerden elde edildiğini ortaya koymuştur (Abedullah ve ark., 2006).

Yürütülen diğer bir araştırmada pamuk üretim alanlarına göre işletmeler; 1-50 da, 51-100 da, 101-200 da ve 201 da ve üzeri olmak üzere 4 grupta incelenmiştir. Yürütülen araştırmada işletme büyüklüklerine göre sırasıyla işletme başına düşen ortalama pamuk üretim alanı; 36.1 da, 70.8 da, 99.0 da, 160.0 da, işletmeler ortalaması ise 82.4 da olarak tespit etmiştir. Yapılan araştırmada yine işletme büyüklüklerine göre dekar başına sırasıyla gayri safi üretim değeri (GPV) ve brüt kar (GP) değerleri; 362 TL - 135 TL, 325 TL - 58 TL, 315 TL - 65 TL, 361 TL - 94 TL ve işletmeler ortalaması da 341 TL - 83 TL olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırma pamuk üretiminde GSÜD ve Brüt Kar değeri en yüksek grubun en küçük işletmeler grubu olan 1-50 da arasında yer alan işletmelerden elde edildiğini ortaya koymuştur Araştırma, kütlü pamuk üretiminde orta ve büyük ölçekli işletmelerin küçük işletmeler kadar verim düzeyine sahip olmadığını göstermiştir (Tok, 2008).

2011 yılında 250 pamuk üreticisiyle yapılan araştırmada pamuk verimi ve pamuk üretim değeri Mbita'da 580 kg ha⁻¹ ve \$423 ha⁻¹, Homabay'da \$453 kg ha⁻¹ ve \$395 ha⁻¹, Rarieda'da 399 kg ha⁻¹ ve \$315 ha⁻¹, Bando'da 201 kg ha⁻¹ ve \$158 ha⁻¹, Siaya'da 170 kg ha⁻¹ ve \$135 ha⁻¹ olup, araştırma alanında ortalama pamuk verim miktarı 362 kg ha⁻¹ ve pamuk üretim değeri ise \$285 ha⁻¹ olarak belirlenmiştir (Midega ve ark., 2012).

Yapılan bir araştırmada pamuk üretim işletmeleri 5 büyüklük grubunda (1-15 da, 16-30 da, 31-60 da, 61-100 da ve 101 da ve üzeri) değerlendirilmiştir. Büyüklük gruplarına göre dekar başına pamuk verim değeri sırasıyla; 400.5 kg, 435.3 kg, 434.0 kg, 362.2 kg ve 366.8 kg, işletmeler ortalaması ise 408.6 kg olarak belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde pamuğun dekar başına GSÜD ise yine işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 824.8 TL, 772.3 TL, 842.2 TL, 815.1 TL ve 816.4 TL olup, işletmeler ortalaması pamuk üretim değeri 818.9 TL olarak tespit edilmiştir. Yapılan araştırma işletme büyüklüklerine göre birim alandan elde edilen en yüksek verim değerinin 2. grupta, en yüksek üretim değerinin ise 3. grupta yer alan işletmelerden elde edildiğini ortaya koymuştur (Yılmaz ve Gül, 2015).

2013 yılında yürütülen bir araştırmada pamuk üretim işletmeleri 3 büyüklük grubunda (50 da altı, 51-100 da ve 101 da ve üzeri) değerlendirilmiştir. Araştırmada pamuk üretiminde dekar başına verim değerleri işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 417 kg, 532.1 kg, 476.54 kg olup, ortalama verim değeri 479.36 kg olarak tespit edilmiştir. Ürün birim satış fiyatı ise yine işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 1.34 TL kg⁻¹, 1.40 TL kg⁻¹, 1.45 TL kg⁻¹ olup, ortalama ürün satış fiyatı ise 1.40 TL kg⁻¹ olarak belirlenmiştir (Candemir ve ark., 2017).

Aynı araştırmada pamuk üretim maliyeti işletme büyüklüklerine göre dekar başına sırasıyla; 843,81 TL, 886.51 TL, 832.72 TL olup, ortalama üretim maliyeti 856.64 TL olarak hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerde büyüklük gruplarına göre pamuk üretim maliyeti kg başına sırasıyla; 2.02 TL, 1.67 TL, 1.75 TL olup, işletmeler ortalaması 1.79 TL olarak belirlenmiştir. Desteklemeler dahil edildiğinde işletme büyüklük gruplarına göre nispi kar değerleri sırasıyla; 0.91 TL, 1.14 TL, 1.12 TL olup, işletmeler ortalaması 1.06 TL olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırma işletme büyüklüklerine göre birim alandan elde edilen en yüksek verim ve üretim değeri ile nispi kar değerinin 2. grupta olduğunu ortaya koymuştur (Candemir ve ark., 2017).

2018 yılında yürütülen bir araştırmada dekar başına kütlü pamuk verim değeri 499.5 kg, ürün maliyeti ise dekar başına 1303.1 TL, kg başına da 2.60 TL olarak belirlenmiştir. Dekar başına pamuğun GSÜD 1823.1 TL, ortalama ürün satış fiyatı ise 2.85 TL kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerde dekar başına ortalama brüt kar 593.7 TL, net kar 519.9 TL, nispi kar ise 1.39 TL olarak hesaplanmıştır (Darı, 2020).

116 pamuk üreticisiyle yapılan bir araştırmada pamuk üretim işletmeleri 4 büyüklük grubunda (10-30 da, 31-60 da, 61-100 da ve 101 da ve üzeri) değerlendirilmiştir. Araştırmada pamuk üretiminde dekar başına verim değerleri işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 532 kg, 552 kg, 591 kg, 609 kg olup, ağırlıklı ortalama verim değeri 569.1 kg olarak tespit edilmiştir. Pamuğun birim satış fiyatı ise yine işletme büyüklüklerine göre; 3.7 TL kg⁻¹, 3.9 TL kg⁻¹, 4.0 TL kg⁻¹, 4.2 TL kg⁻¹ olup, ortalama ürün satış fiyatı ise 3.95 TL kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Araştırmada pamuk üretim masrafları işletme büyüklüklerine göre dekar başına sırasıyla; 1985.6 TL, 1875.3 TL, 1779.4 TL, 1649.2 TL olup, ağırlıklı ortalama pamuk üretim maliye ise 1830.8 TL olarak hesaplanmıştır. İncelenen işletmelerde büyüklük gruplarına göre ürün maliyeti kg başına sırasıyla; 2.60 TL, 2.31 TL, 2.0 TL, 1.72 TL olup, işletmeler ortalaması 2.17 TL olarak belirlenmiştir. İşletme büyüklük gruplarına göre dekar başına brüt kar ve net kar değerleri sırasıyla; 1216 TL da⁻¹ ve 426.8 TL da⁻¹, 1457.4 TL da⁻¹ ve 721.5 TL da⁻¹, 1736.7 TL da⁻¹ ve 1028.6 TL da⁻¹, 2052.1 TL da⁻¹ ve 1352.6 TL da⁻¹ olup, işletmeler ortalaması 1586.8 TL da⁻¹ ve 861.18 TL da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Elde edilen araştırma bulguları işletme büyüklüğü arttıkça birim alandan elde edilen verimle birlikte, pamuğun üretim değeri ve brüt kar değerinin de artış gösterdiğini ortaya koymuştur (Uğurlu, 2020).

Tacikistan'ın Khatlon Bölgesi Vakhsh İli'nde yürütülen bir araştırmada; pamuk üretiminde ortalama verim 2200 kg ha⁻¹, ürün satış fiyatı \$0.56 kg⁻¹, gayrisafi üretim değeri \$1232 ha⁻¹, brüt kar \$664.42 ha⁻¹ olup, pamuğun net kar ise \$-88.88 ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Siamardov, 2020).

2019 yılında 240 pamuk üreticisiyle yapılan bir araştırmada pamuk üreten işletmeler; 6 acre'nin altında, 6- 12 acre arasında ve 12 acrenin üzerindeki işletmeler olmak üzere 3 büyüklük grubunda değerlendirilmiştir. İşletmelerde pamuk verimi işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 1130.4 kg acre⁻¹ (28.68*40 kg acre⁻¹), 1218.8 kg acre⁻¹ (30.47*40 kg acre⁻¹) ve 1215.6 kg acre⁻¹ (30.39*40 kg acre⁻¹) olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda incelenen işletmelerde üretim maliyeti işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 63819.59 Rs. acre⁻¹, 59337.38 Rs. acre⁻¹ ve 62192.6 Rs acre⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Araştırmada fayda/masraf oranı (benefit / cost ratio) işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 1.02, 1.25 ve 1.17 olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırma en yüksek verim ve fayda/masraf oranı ile en düşük maliyetin orta grupta yer alan işletmelerden elde edildiğini ortaya koymuştur (Wei ve ark., 2020a).

2018 yılında 480 pamuk üreticisiyle yapılan araştırmada pamuk üreten işletmeler 6.5 acre'nin altında, 6.5 acre – 12.5 acre arasında ve 12.5 acrenin üzerindeki işletmeler olmak üzere 3 büyüklük grubunda değerlendirilmiştir. İşletmelerde pamuk verimi işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 1180.8 kg acre⁻¹ (29.52 *40 kg acre⁻¹), 1296.4 kg acre⁻¹ (32.41*40 kg acre⁻¹) ve 1238.4 kg acre⁻¹ (30.66*40 kg acre⁻¹) olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda incelenen işletmelerde üretim maliyeti işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 64313.20 PKR (40 kg acre⁻¹)⁻¹, 61855.01 PKR (40 kg acre⁻¹)⁻¹ ve 63812.57 PKR (40 kg acre⁻¹)⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Araştırmada pamuk üretiminde fayda/masraf oranı işletme büyüklüklerine göre sırasıyla; 1.02, 1.27 ve 1.12 olarak belirlenmiştir. Yürütülen çalışma en yüksek verim ve fayda/masraf oranı ile en düşük maliyetin orta grupta yer alan işletmelerden elde edildiğini ortaya koymuştur (Wei ve ark., 2020b).

Pamuk ile ilgili olarak hazırlanan bir yayında; Türkiye'de 1 kg pamuk üretim maliyeti 2018/19 üretim sezonunda 3.27 TL iken, 2019/20 üretim sezonunda 4.08 TL'ye yükseldiği bildirilmiştir. 2020/21 üretim sezonunda ülkede 2020 yılı pamuk maliyeti 4.75 TL, 2021/22 sezonunda 6.23 TL ve 2022/23 sezonunda ise 13.25 TL olarak belirlenmiştir (TOB, 2023).

ICAC verilerine göre 2018/19 üretim sezonunda; hektara düşen en yüksek pamuk ekim maliyeti sıralamasında Türkiye, Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Pamuk üretim maliyetinde dünya ortalaması \$1223 ha⁻¹ iken bu değer Türkiye'de \$2534 ha⁻¹'dir. Türkiye'de kütlü pamuğun pazar değeri ise hektar başına \$2559 olup, 13 önemli üretici ülke arasında Çin, Brezilya, Meksika ve Avustralya'dan sonra beşinci sırada yer almaktadır. Diğer ülkelerle kıyaslandığında pamuğun pazar değerinin nispeten yüksek olmasının yanında üretim maliyetlerinin de yüksek olması net gelirin düşmesine neden olmaktadır. Net gelir açısından dünya ortalamasının \$330 ha⁻¹ olduğu göz önüne alındığında, Türkiye'de pamuk üreten çiftçinin net gelirinin (\$25 ha⁻¹) oldukça düşük düzeyde kaldığı anlaşılmaktadır.

Aynı yayında 2018/19 üretim sezonunda dünya genelinde 1 kg kütlü pamuk ortalama değerlerle \$0.44'a mal edilmiştir. 1 kg kütlü pamuğu en yüksek maliyetle üreten ülkeler sırasıyla; Çin (\$0.75), Türkiye (\$0.59), Bangladeş (\$0.58), ABD ve Yunanistan (\$0.56)'dır. 1 kg kütlü pamuğu en düşük maliyetle üreten ülkeler ise; Arjantin (\$0.26), Avustralya (\$0.29) ve Pakistan (\$0.32)'dir.

Dünya genelinde toplam 28661645 üretici ortalama 1.18 ha alanda pamuk üretimi yapmaktadır. Bazı ülkelerde üretici başına düşen pamuk üretim alanı dünya ortalama değerinin oldukça üzerindedir. Örneğin bu değer; ABD'de 624.7 ha, Avustralya'da 450 ha, Brezilya'da 133.9 ha, Arjantin'de 90.7 ha ve Meksika'da ise 45.5 ha düzeyindedir. Dünya pamuk üretiminde ilk sırada yer alan Hindistan'da işletme başına düşen ortalama pamuk üretim alanı 1.2 ha, ikinci sırada yer alan Çin'de ise 0.4 ha düzeyindedir. İşletme büyüklüğü yüksek olan ülkelerde birim başına üretim maliyeti azaldığı için bu işletmeler ölçek ekonomisinin getirdiği avantajlardan da üst düzeyde yararlanmaktadırlar (Özudoğru, 2021).

Yürütülen bir araştırmada işletme büyüklüğü arttıkça birim alandan elde edilen verim miktarının da arttığı tespit edilmiştir (Uğurlu, 2020). Bu araştırmada ise en yüksek pamuk üretim verim değeri küçük ve orta ölçekli işletmelerden elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile işletme büyüklüğü arttıkça verim miktarı da azalış göstermiştir. Benzer sonuç Abedullah ve ark. (2006), Yılmaz ve Gül (2015), Wei ve ark. (2020a) ile Wei ve ark. (2020b) tarafından yürütülen araştırmada da elde edilmiştir. Yapılan başka bir araştırmada ise pamukta verim değerinin önce azaldığını sonra artış gösterdiğini ortaya koymuştur (Candemir ve ark., 2017). Bununla birlikte Abedullah ve ark. (2006), Candemir ve ark. (2017) ile Uğurlu (2020) işletme büyüklüğü arttıkça dekar ve kg bazında ürün maliyetinin azaldığını, ürün birim satış fiyatının ise artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu araştırma da Candemir ve ark. (2017) ile Uğurlu (2020) tarafından tespit edilen duruma benzer şekilde, kg başına ürün satış fiyatının işletme büyüklüğü arttıkça yükseldiğini ortaya koymuştur. Ayrıca Candemir ve ark. (2017) pamuk üretim alanı arttıkça nispi kar değerinin de arttığı sonucuna varmışlardır.

Kanola Üretim Faaliyeti

İncelenen işletmelerde kanola üreticilerinin genel özellikleri Çizelge 12’de verilmiştir. İşletme sahiplerinin yaş ortalaması 48.12 yıl olup, en küçük yaş -27 yıl- ile en büyük yaş -67 yıl- arasında değişim göstermektedir. Kanola üretiminde işletme büyüklük grupları arasında ortalama yaş bakımından istatistiki yönden bir farklılık tespit edilememiştir.

Çizelge 12. Kanola üreticilerinin genel özellikleri

Kriterler	Tabakalar	N	Ortalama		Güven Aralığı (%95)				
			a	Std. Sapma	Std. Hata	Alt Sınır	Üst Sınır	Minimum	Maksimum
Yaş	1	26	49.11	10.75	2.11	44.77	53.46	29.00	66.00
	2	26	49.27	9.95	1.95	45.25	53.29	27.00	67.00
	3	31	46.32	10.65	1.91	42.42	50.23	30.00	65.00
	Topl.	83	48.12	10.44	1.15	45.84	50.40	27.00	67.00
Tecr.	1	26	5.00	3.69	0.72	3.51	6.49	1.00	15.00
	2	26	6.65	4.78	0.94	4.72	8.59	1.00	15.00
	3	31	8.29	6.09	1.09	6.05	10.53	1.00	20.00
	Topl.	83	6.75	5.16	0.57	5.62	7.87	1.00	20.00
Eğt.	1	26	9.27	7.64	1.50	6.18	12.36	5.00	14.00
	2	26	7.19	2.76	0.54	6.08	8.31	5.00	11.00
	3	31	7.81	2.79	0.50	6.78	8.83	5.00	11.00
	Topl.	83	8.07	4.87	0.53	7.01	9.14	5.00	14.00

İşletme sahiplerinin kanola üretimindeki ortalama tecrübesi 6.75 yıl olup, tecrübe ortalaması 5 yıl ile 8.29 yıl aralığında değişmektedir. İşletme büyüklük gruplarında ise bu değer 1 yıl ile 20 arasında farklılık gösterebilmektedir. Kanola üreten işletmelerde bu üretim dalına ilişkin tecrübe bakımından birinci grup ile üçüncü grup arasında istatistiki yönden işletme grupları arasında bir farklılık bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 13).

Çizelge 13. Kanola üretiminde çoklu karşılaştırma analizi

Bağımlı Değişken	Ortalamadan		Fakı (I-J)	Std. Hata	Önem Düzeyi	Güven Aralığı (%95)	
	(I) grup	(J) grup				Alt Sınır	Üst Sınır
Tecrübe	1	2	-1.65	1.40	0.466	-4.99	1.68
		3	-3.29(*)	1.34	0.042	-6.49	-0.09

(*): Fark %5 düzeyinde anlamlıdır.

İşletme sahiplerinin almış oldukları eğitim süreleri incelendiğinde işletmeler ortalaması değer 8.07 yıl olup, ortalama eğitim süresi 7.19 yıl ile 9.27 yıl aralığında değişim göstermektedir. İstatistiki bakımdan kanola üreticilerinin almış oldukları eğitim süreleri arasında işletme grupları bazında bir farklılık görülmemektedir.

Araştırma kapsamında incelenen işletmeler 3 grupta değerlendirilmiştir. Araştırmada uygulanan toplam anket sayısının %38'i 50 da ve üzeri, %31'i 25-49 da arası ve yine %31'i 25 dekarın altında kanola üretimi yapan işletmelerde yapılmıştır. İncelenen işletmelerde toplam kanola üretim alanının %81'i 3. grup işletmelerde, %13'ü 2. grup işletmelerde ve %6'sı da 1.grup işletmelerde bulunmaktadır (Çizelge 14).

Çizelge 14. Gruplara göre kanola üreten işletmelerde parça büyüklüğü bilgileri

Kriterler	İşletme Büyüklükleri			Toplam
	25 da altı	25-49 da	50 da üzeri	
Parça Sayı (adet)	55	92	259	406
Ort. Parsel Büyüklüğü (da)	7.47	9.87	21.85	17.19

İşletmelerde kanola üretim alanlarıyla ilgili parsel sayısı ve ortalama parsel büyüklüğü işletme büyüklüğü arttıkça yükselmektedir. İncelenen işletmelerde ortalama parsel büyüklüğü 17.19 da, parsel sayısı ise 4.89 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler sırasıyla; küçük işletmelerde 7.47 da ve 2.12 adet, orta büyüklükteki işletmelerde 9.87 da ve 3.54 adet, büyük işletmelerde ise 21.85 da ve 8.35 adet olarak saptanmıştır.

Anket uygulanan 83 kanola üretim işletmesinde dekar başına ortalama verim 291 kg olarak hesaplanmıştır. İşletmelerde elde edilen kanola verim değeri 90 kg da⁻¹ – 450 kg da⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Küçük ölçekli (1.grup) işletmelerde kanola verimi 309 kg da⁻¹ olup işletmeler ortalaması değerden (290.87 kg da⁻¹) %6.19 daha yüksektir. Kanola verimi orta gruptaki işletmelerde 280 kg da⁻¹'dir. Büyük işletmelerde ise kanola verimi 285 kg da⁻¹ olup, işletmeler ortalaması kanola verim miktarından %2.06 daha düşüktür (Çizelge 15).

Çizelge 15. Tabakalara göre birim alandan elde edilen kanola verim değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Gruplar	İşletme Sayısı	Ortalama (kg da ⁻¹)	Std. Sapma	Std. Hata	Minimum (kg da ⁻¹)	Maksimum (kg da ⁻¹)
1	26	309.23	55.47	10.88	230.00	450.00
2	26	279.65	48.32	9.48	130.00	364.00
3	31	284.87	59.68	10.72	90.00	380.00
Total	83	290.87	55.80	6.12	90.00	450.00

İncelenen işletmelerde birim alandan elde edilen kanola verimi işletme ölçeği arttıkça, beklenen durumun aksine, azalış göstermektedir. Zira 2. ve 3. grupta yer alan işletmelerin verim değerleri küçük işletmelerin bulunduğu birinci grubun verim değerinden daha küçüktür. Diğer bir ifade ile kanola üreten orta ve büyük ölçekli işletmeler ölçek ekonomilerinin pozitif yönlerinden yararlanamamaktadırlar. Tabakalar bazında kanola üretiminden elde edilen verime göre hesaplanan üretim değerleri Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Tabakalara göre kanola üretim değerleri

Gruplar	Verim (kg da ⁻¹)	Ürün Satış Fiyatı (\$ kg ⁻¹)	Üretim Değeri (\$ da ⁻¹)
1	309.23	0.48	148.43
2	279.65	0.48	134.23
3	284.87	0.48	136.74
Ortalama	290.87	0.48	139.62

Yapılan araştırmada incelenen işletmelerde kanolanın kg satış fiyatı \$0.48 olarak tespit edilmiştir. Hesaplanan verilere göre birim alandan elde edilen verim değerine bağlı olarak en yüksek üretim değeri birinci gruptaki işletmelere ait olup, ikinci sırayı 3. gruptaki işletmeler son sırayı da 2. grupta yer alan işletmeler oluşturmaktadır.

Araştırmada birim alandan elde edilen verime bağlı olarak ürün maliyeti \$0.37 kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Verim değerleri dikkate alındığında birim alandan elde edilen kar; birinci grupta \$34.02 da⁻¹, üçüncü grupta \$31.34 da⁻¹, ikinci grupta ise \$30.75 da⁻¹ olarak belirlenmiştir. İşletmeler genelinde kanola üretiminde mutlak kar \$32 da⁻¹ olarak saptanmıştır. Büyük işletmeler ile küçük işletmeler arasındaki fark \$-11.69 da⁻¹ düzeyinde gerçekleşmiştir.

Kanola üretimi yapılan işletmelerde rasyonel düzeyde üretim yapıldığını söylemek oldukça zordur. Zira işletme büyüklüğü arttıkça ortalama parsel büyüklüğü de artmasına rağmen farklı nedenlerden dolayı verimde azalma görülmektedir. Bu durum ürün maliyetine de yansımaktadır. Bu aşamada kanola üreten tarım işletmelerinin büyük işletme olmanın (ölçek ekonomileri) sağladığı avantajlardan yararlanamadıkları ifade edilebilir.

100 adet tarım işletmesi ile yapılan bir çalışmada; anket uygulanan işletmelerde işletme başına ortalama kanola üretim alanı 56.41 da, verim 310 kg da⁻¹, üretim değeri 263.5 TL da⁻¹, ürün satış fiyatı 0.60 TL kg⁻¹, ürün maliyeti ise dekar başına 125.99 TL ve kg başına 0.48 TL olarak tespit edilmiştir. 2007 yılı verilerine göre araştırma alanında kanolanın net kar değeri (137.50 TL da⁻¹) buğday (70.75 TL da⁻¹) ve ayçiçeğine göre (100.84 TL da⁻¹) daha yüksek bulunmuştur (Kumbar, 2009).

Letonya'da yapılan araştırmada kanola verim değeri; yıllık geliri 4-8 ESU arasında olan işletmelerde 870 kg ha⁻¹, 8-40 ESU arasındaki işletmelerde 1090 kg ha⁻¹, 40 ESU'nun üzerindeki işletmelerde 1580 kg ha⁻¹, işletmeler ortalaması ise 1450 kg ha⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Yapılan araştırma kanola üretiminde işletme büyüklüğü arttıkça birim alandan elde edilen verim değerinde artış olduğunu göstermiştir (Ruža, 2009) .

2007-2008 üretim döneminde kanola üreten 130 işletmede; ortalama kanola üretim alanı 123.5 da, verim 321.43 kg da⁻¹, satış fiyatı 0.861 TL kg⁻¹, devlet desteği de 0.207 TL kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda (ortalama satış fiyatının 0.861 TL kg⁻¹ ve devlet desteği de 0.207 TL kg⁻¹ olduğu dikkate alındığında) işletmelerin kanoladan kg başına ortalama 0.445 TL kg⁻¹ kar elde ettikleri sonucuna varılmıştır (Bayramoğlu ve ark., 2010). Konu ile ilgili olarak İran'da yürütülen araştırmada Taheri-Garavand ve ark. (2010) kanolanın üretim maliyetini \$641.1 olarak belirlemiştir.

100 kanola üreticisiyle yapılan bir araştırmada işletme başına ortalama verim; 5 hektarın altındaki işletmelerde 2928.98 kg ha⁻¹, 5-9.9 ha arasındaki işletmelerde 3217.28 kg ha⁻¹, 10 hektarın üzerindeki işletmelerde 3333.63 kg ha⁻¹ olup, işletmeler ortalaması ise 3099.89 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. İşletme büyüklüklerine göre kanola üretim maliyeti sırasıyla; \$854.03 ha⁻¹, \$852.88 ha⁻¹, \$793 ha⁻¹, işletmeler ortalaması ise \$839.98 ha⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Kanola üretiminde fayda / masraf oranı ise işletme büyüklüklerine göre sırasıyla 1.94, 2.13, 2.38 olup, işletmeler ortalaması 2.09 olarak hesaplanmıştır. Yapılan araştırma işletme büyüklüğü arttıkça birim alandan elde edilen üründe ve nispi karlılık düzeyinde artış, ürün maliyetinde ise azalma olduğunu göstermiştir (Unakıtan ve ark., 2010).

130 kanola üreticisiyle yapılan diğer bir araştırmada ortalama verim; 2 hektarın altındaki işletmelerde 1900.92 kg ha⁻¹, 2-4 arasındaki işletmelerde 2286.36 kg ha⁻¹, 4 hektarın üzerindeki işletmelerde 2249.2 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. İşletme büyüklüklerine göre kanola üretim maliyeti sırasıyla; \$930.07 ha⁻¹, \$907.60 ha⁻¹, \$929.69 ha⁻¹ olup, kg başına kanola üretim maliyeti ise sırasıyla; \$0.49, \$0.40 ve \$0.41 olarak tespit edilmiştir.

Fayda / masraf oranı (benefit / cost ratio) ise yine sırasıyla 1.29, 1.59, 1.52 olarak hesaplanmıştır. Yapılan araştırmada; birim alandan elde edilen verim değeri en yüksek, kg ve hektar başına ürün maliyeti en düşük, nispi karlılık düzeyi en yüksek işletmelerin orta büyüklük grubunda yer alan işletmelerde olduğu sonucuna varılmıştır (Mousavi-Avval ve ark., 2011).

Kanola üretimi konusunda 47 tarım işletmesinde yürütülen araştırma sonuçlarına göre; incelenen işletmelerde ortalama kanola üretim alanı 29.77 da, verim 262 kg da⁻¹, ürün maliyeti 104 TL da⁻¹ olup, kg başına maliyet 0.40 TL olarak hesaplanmıştır. Araştırmada dekar başına net kar 169 TL olarak tespit edilmiştir (Gören, 2012).

Türkiye’de kanola üretiminin yoğun olduğu Trakya’da yürütülen bir araştırmada işletmeler büyüklük gruplarına göre; 1. grup: 50-100 da, 2. grup: 101-150 da, 3. grup: 151-250 da ve 4. grup: 250 dekardan büyük işletmeler olmak üzere 4 grupta değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmada işletme büyüklük gruplarına göre dekar başına ortalama verim değerleri sırasıyla; 300 kg, 325 kg, 386 kg, 389 kg, işletmeler ortalaması ise 350 kg olarak tespit edilmiştir. Aynı sıralama ile kg başına ürün satış fiyatları; 1.11 TL kg⁻¹, 1.15 TL kg⁻¹, 1.20 TL kg⁻¹, 1.30 TL kg⁻¹ ve işletmeler ortalaması 1.20 TL kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. İşletmelerin dekar başına GSÜD sırasıyla; 333.00 TL da⁻¹, 373.75 TL da⁻¹, 463.2 TL da⁻¹, 505.7 TL da⁻¹, işletmeler ortalaması 433 TL da⁻¹ olarak saptanmıştır.

Araştırma Türkiye’nin Trakya kesiminde yer alan illerde yürütülmüştür. Kırklareli ilinde gruplar bazında verim ve kg başına maliyet şöyle bulunmuştur; 220 kg da⁻¹, 1.46 TL, 352 kg da⁻¹, 0.98 TL, 364 kg da⁻¹, 1.02 TL, 402 kg da⁻¹, 1.04 TL, işletmeler ortalaması 335 kg da⁻¹ ve 1.09 TL. Edirne ilinde gruplar bazında verim ve kg başına maliyet şöyle bulunmuştur; 232 kg da⁻¹, 1.31 TL, 355 kg da⁻¹, 0.97 TL, 375 kg da⁻¹, 1.04 TL, 399 kg da⁻¹, 1.07 TL, işletmeler ortalaması 340 kg da⁻¹ ve 1.08 TL. Tekirdağ ilinde gruplar bazında verim ve kg başına maliyet şöyle bulunmuştur; 320 kg da⁻¹, 1.07 TL, 345 kg da⁻¹, 1.09 TL, 392 kg da⁻¹, 1.04 TL, 395 kg da⁻¹, 1.06 TL, işletmeler ortalaması 363 kg da⁻¹ ve 1.06 TL.

Araştırma bulguları bölge genelinde işletme büyüklüğü arttıkça kanola üretiminde verim, ürün satış fiyatı ve üretim değerinin de arttığını ortaya koymuştur. İller itibarıyla kg başına maliyetin birbirine oldukça yakın düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır.

Araştırma kapsamında tüm iller bazında en yüksek kanola verimi en büyük işletme grubunda elde edilmiştir. Bununla birlikte kg başına en düşük maliyet; Kırklareli ilinde 0.98 TL ile 2. grup, Edirne ilinde 1.04 TL ile 3. grup, Tekirdağ ilinde ise yine 3. grupta yer alan işletmelerden elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile işletme büyüklük gruplarına paralel olarak birim alandan elde edilen verimde artış sağlanmasına rağmen, kg başına maliyet aynı doğrultuda gelişme göstermemektedir (Güngör ve ark., 2015).

Kanola üretiminin yoğun olduğu Edirne ilinde yapılan bir araştırmada örnekleme yöntemi ile belirlenen 73 tarım işletmesinde kanola ürününün ortalama ekim alanı 4.29 ha, verim düzeyi 2601.3 kg ha⁻¹, üretim maliyeti \$600.13 ha⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Yılmaz ve Avkırın, 2020). Aynı araştırmada; kanolanın üretim değeri ise \$910.46 ha⁻¹, brüt kar \$515.98 ha⁻¹, net kar \$310.32 ha⁻¹, kg başına maliyet \$0.23 olup, kanola üretiminde nisbi kar 1.52 olarak hesaplanmıştır. Kanola üretimine ait nispi kar değeri Taheri-Garavand ve ark. (2010) tarafından 1.86, Unakıtan ve ark. (2010) tarafından ise 2.09 olarak belirlenmiştir.

Yapılan araştırmada işletme başına ortalama kanola üretim alanı Kumbar (2009), Gören (2012) ve Yılmaz ve Avkırın (2020) tarafından hesaplanan değerden yüksek, Bayramoğlu ve ark. (2010) tarafından tespit edilen değerden ise düşük bulunmuştur.

Araştırma kapsamında işletme başına ortalama verim değeri ise Gören (2012) tarafından belirlenen değerden fazla, Kumbar (2009), Bayramoğlu ve ark. (2010) ile Güngör ve ark. (2015) tarafından belirlenen değerden ise az bulunmuştur. Araştırma sonuçları incelenen işletmelerde en yüksek verim miktarının küçük ölçekli işletmelerden elde edildiğini, verimin orta büyüklükteki işletmelerde önce azaldığını, büyük işletmelerde ise daha da yüksek bir değere eriştiğini göstermiştir. Diğer bir ifade ile verim önce azalış, sonra da artış göstermiştir. Mousavi-Avval ve ark. (2011) tarafından yapılan araştırmada ise kanola üretiminde en yüksek verim değeri, ürün maliyeti ve fayda / masraf oranı orta büyüklükteki işletmelerden elde edilmiştir. Ruža (2009), Unakıtan ve ark. (2010) ile Güngör ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırma işletme büyüklüğü arttıkça verim, ürün satış fiyatı ve ürünün üretim değerinin de arttığını ortaya koymuştur.

Çeltik, kanola ve pamuk üretimine ilişkin araştırma sonuçları işletme büyüklükleri arttıkça birim alandan elde edilen verim değerinde artış yanında ürün maliyetinde de azalma olacağı yargısını tam olarak doğrulamamaktadır. Antalya ilinde 2019 yılında 232 işletme ile sera koşullarında sebze üretimine yönelik olarak yapılan bir araştırmada sera işletmelerinde işletme büyüklüğü bağlamında ölçek ekonomilerine bağlı olarak maliyet ve kâr avantajının oluşmadığını ve işletme ölçeklerinin büyümesine rağmen net kârın bütün işletme büyüklük gruplarında negatif olduğunu sonucuna ulaşılmıştır (Bayramoğlu ve ark., 2021). Bu araştırma; "İşletme ölçeğinin artması mutlak şekilde verim değerini de artırır ve ürün maliyetinde azalma görülür" şeklinde oluşan beklentinin ve genel görüşün her zaman geçerli olmadığını ortaya koymuştur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünyada tarımsal üretim ülkelerin gelişmişlik özelliklerine bağlı olarak farklı ölçeklerde ya da işletme büyüklüklerinde yapılmaktadır. Küresel ölçekte düşünüldüğünde; tarımsal üretimin yapıldığı büyük ölçekli işletmelerin ağırlıklı olarak gelişmiş ülkelerde, orta ve küçük ölçekli işletmelerin de gelişmekte olan ya da geri kalmış ülkelerde olduğu anlaşılmaktadır.

Tarımsal üretimde birim alandan, birim hayvandan ya da ağaç başına elde edilen ürünün maliyeti, ekonomi bilimi kurallarına göre, büyük ölçekli işletmelerde daha düşük olması beklenmektedir. Bu nedenledir ki özellikle Avrupa Birliği ülkeleri, ABD, Kanada ve Avustralya'daki tarım işletmelerinin ölçekleri diğer ülkelerin işletme büyüklüklerine göre daha yüksek değere sahiptir. Bu durum dünya tarımsal ürünler ticaretine de olumlu yönde yansımaktadır. Zira, birim ölçekte maliyetin düşük olması o ülkedeki işletmelerin diğer ülkelerdeki işletmelere göre rekabet edebilme gücünü artırmaktadır.

Bu araştırmada kanola üreten işletmelerde birim alandan elde edilen en yüksek verim en düşük işletme büyüklük grubundan elde edilmiştir. Birim alandan elde edilen verimde işletme büyüklük grupları arasında sadece 30 kg da⁻¹ fark olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte orta ve büyük ölçekli işletmelerde dekar başına verim değeri beklenenin aksine en küçük işletme grubunun altında kalmıştır. Bu durum küçük ölçekli işletmelerin girdi kaynaklarını daha rasyonel kullandıklarını ve diğer işletmelerin ise işletme büyüklüğünden kaynaklanan avantajları yeterince kullanamadıklarını göstermiştir.

Çeltik üreten işletmelerde en yüksek verim büyük işletme grubunda yer alan çeltik üretim işletmelerinden elde edilmiştir. İşletmeler arasında ortalama verim farkı yaklaşık 40 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Büyük işletmelerde ortalama verim değeri işletmeler geneli ortalama verim değerinden 20 kg da⁻¹ daha yüksektir. Bu durum işletme ölçeği arttıkça çeltik üretiminde hem birim alandan elde edilen verimde hem de çeltik üretim değerinde olumlu yönde farklılıklar oluşmasını sağlamıştır.

İncelenen pamuk üretim işletmelerinde işletme büyüklük grupları arasında verimde tespit edilen fark 7 kg da⁻¹ düzeyindedir. Bu durum pamuk üreten işletmelerde işletme büyüklüğü arttıkça verimde olumlu yönde bir farklılık oluşmadığı, aksine en yüksek verimin, kanola üreten işletmelerde olduğu gibi, ilk grupta yer alan işletmelerden elde edildiğini göstermektedir. Ancak pamuğun üretim değeri dikkate alındığında büyük işletmeler grubunda yapılan pamuk üretiminden daha yüksek kalitede kütlü pamuk elde edildiği ve en yüksek fiyatla ürün satışı yapıldığı tespit edilmiştir. Kısaca, pamuk üretiminde ortalama verim küçük işletmelerde en yüksek düzeyde iken, birim alandan elde edilen en yüksek üretim değeri ise büyük işletme grubuna aittir.

Yürütülen araştırma; çeltik üretim işletmelerinde, daha rasyonel çalışmaları ve işletme ölçeğinin avantajlarından yararlanması nedeniyle, işletme ölçeği arttıkça çeltikte birim alandan elde edilen verim ve üretim değerinin artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak benzer durum kanola ve pamuk üreten işletmeler için söz konusu değildir. Zira, bu üretim dallarında birim alandan elde edilen verim değeri, beklenenin aksine, küçük ölçekli işletmelerin yer aldığı gruptan elde edilmiştir. Yapılan çalışma pamuk ve kanola üretiminde özellikle orta ve büyük grupta yer alan işletmelerin girdi kullanımında rasyonel davranmadıklarını ortaya koymuştur.

Teşekkür: "Hatay İli Tarım İşletmelerinde Pamuk Üretimine Ekonomik Analizi" (Proje No:2017-16322) isimli projeyi destekleyen Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi BAP Birimine, "Çanakkale İlinde Çeltik Üretimine Ekonomik Analizi (Proje No: FBA-2018-2605)" ve "Çanakkale İlinde Kanola Üretimine Ekonomik Analizi (No: FHD-2018-2664)" isimli projeleri destekleyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi BAP Birimine teşekkür ederim. Anket uygulaması aşamasında sorularımızı sabırla dinleyip, samimi ve içtenlikle yanıtlayan; Hatay ili pamuk üreticilerine, Çanakkale ili çeltik üreticileri ile kanola üreticilerine şükranlarımı sunarım.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Arif Semerci  <http://orcid.org/0000-0003-0893-3748>

KAYNAKLAR

- Abedullah, Kouser, S., Mushtaq, K., Mazhar, M. 2006. Role of credit to enhance cotton production in Punjab, Pakistan. *Pak. J. Agri. Sci.*, 43(3-4): 197-205.
- Alamyar, R., Boz, İ. 2019. Afganistan'ın Tahar ilinde çeltik üretimi yapan çiftçilerin sorunları ve çözüm önerileri. *TEAD*. 5(1): 44-54.
- Arnon, I. 1981. Modernization of agriculture in developing countries. 470 p. New-York, USA.
- Avkıran, B. 2021. Çeltik üreticilerinin sürdürülebilir tarım algılamaları ve çiftçilik uygulamalarının analizi: Edirne İli İpsala İlçesi örneği. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 197 p. Isparta.
- Bachman, K.L., Christensen, R.P. 1968. The Economics of farm size in Southworth. H.-Johnston, B (eds.), Agricultural Development and Economic Growth, Comeli University Press, p.238-239. New-York, USA.
- Bal, M., Altuntaş, E. 2019. Çorum ilinde çeltik üretimi yapan işletmelerin tarımsal mekanizasyon durumu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(1): 63-76.
- Bayramoğlu, Z., Aktürk, D., Tatlıdil, F.F. 2010. Kaynakların rasyonel kullanımının üretim maliyetleri üzerine etkisi: Kanola yetiştiriciliği örneği. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (3):62-68.
- Bayramoğlu, Z., Karakayacı, Z., Ağızan, K., Ağızan, S., Bozdemir, M. 2021. Determination of factors affecting production costs in major vegetable products. *KSU J. Agric Nat.*, 24 (3): 603-613.
- Bharadwaj, K. 1974. Notes on farm size and productivity. *Economic and Political Weekly*, 9 (13): A11-A24.
- Calkins, P. 1981. Small farm structure and output in selected regions of Nepal, Taiwan and the United States. in Johnson, Glen and Maunder, Alien (eds), Rural Change, Oxford, USA.
- Chadha, G. K. 1978. Farm size and productivity revisited: some notes from recent experience of Punjab. *Economic and Political Weekly*. 13 (39): A87-A96.
- Candemir, S., Kızılaslan, N., Kızılaslan, H., Uysal, O., Aydoğan, M. 2017. Kahramanmaraş ilinde dane mısır ve pamuk üretiminde girdi gereksinimi ve karlılıkları açısından karşılaştırmalı analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1): 1–8.
- Çakıcı, M., Oğuzhan, A., Özdil, T. 2003. Temel istatistik II (Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş 4. Baskı). Özal Basımevi. 127 s. İstanbul.
- Çiçek, A., Erkan, O. 1996. Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:12. Ders Notları Serisi No:6, 118 s. Tokat.
- Darı, İ. 2020. Şanlıurfa İli Viranşehir İlçesinde pamuk tarımının önemi ve ürün maliyetinin analizi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 62 s. Bursa.
- Erdem, B. 2012. Trakya Bölgesi'nde buğday, ayçiçeği ve çeltiğin üretim ve pazarlama sorunlarının analizi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi, 127 s. Tekirdağ.
- Gaytancıoğlu, O., Sürek, H. 2001. Input use and production cost in rice cultivation in Turkey. In : Chataigner J. (ed.). Research strategies for rice development in transition economies. Montpellier : CIHEAM, p. 95-104. (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 50, erişim: <http://om.ciheam.org/om/pdf/c50/03400009.pdf>).2001).
- Green, S.B., Salkind, N.J., Akey, T.M. 2000. Using SPSS for Windows, analyzing and understanding data. Second Edition. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River. 430 p. New Jersey, USA.
- Gollin, D. 2019. Farm size and productivity: Lessons from recent literature. IFAD Research Series, no. 34, 36.pp., Jan. 2019. (erişim: <https://www.ifad.org/documents/38714170/40974017/Research+Series+34.pdf/64a10247-6fdd-e397-b75b-3d45767d956c?t=1548147208000>)
- Gören, B. 2012. Veri zarflama analizi ile kanola bitkisinin üretim maliyetleri ve ekonomik verimliliğinin ölçülmesi. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 81 s. Edirne.
- Güngör, G., Konyalı, S., Turan, D. Ç. 2015. Trakya'da tarla ürünlerini (buğday, ayçiçeği, kanola, çeltik) üreten işletmelerin sosyo-ekonomik durumu ve başlıca gelişmişlik göstergeleri itibarıyla analizi. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (NKÜBAP). Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu. (Proje No: Nkubap.00.24.Ar.13.09), 135 s. Tekirdağ.
- Işın, Ş., Talim, M. 1998. Tarımda ölçek ekonomisi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 1998 (3): 49-57.
- İnan, İ.H. 2016. Agricultural economics and management. İdeal Culture and Publishing. 415 s. İstanbul.
- Kazgan, G. 1976. Tarım ve gelişme. İ.Ü. Yayınları. İktisat Fakültesi Yayın No: 387, İstanbul.

- Kudal, G. Ç. 2019. Edirne ilinde çeltik destekleme politikalarının incelenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 56 s. Çanakkale.
- Kumar, V. 2009. An economic analysis of cost of production of paddy in different farm size groups. *Plant Archives*, 9 (1): 197-198.
- Kumbar, N. 2009. Trakya Bölgesi'nde kanola üretiminin ekonomik analizi. Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 57 s. Tekirdağ.
- Narasimham, S., Raju, V.T., Shareef, S.M. 2003. Cost and returns of paddy in Yanam Region of union Territory of Pondicherry. *The Andhra Agric. J.*, 50 (1&2) :131 – 135.
- Midega, C. A.O., Nyang'au, I. M., Pittchar, J., Birkett, M. A., Pickett, J. A., Borges, M., Khan, Z. R. 2012. Farmers' perceptions of cotton pests and their management in western Kenya. *Crop Protection*, 42 (2012): 193-201.
- Mishra, S.K., Singh, R.A., Singh, R., Singh, S.P., Singh, N.V., Sharma, M. 2020. Cost of cultivation of paddy in Pratapgarh district of Uttar Pradesh. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, Sp 9 (4): 42-44.
- Mousavi-Avval, S. H., Rafiee, S., Jafari, A., Mohammadi, A. 2011. Energy efficiency and cost analysis of canola production in different farm sizes. *International Journal of Energy and Environment*, 2 (5): 845-852.
- Öz, F. 2019. Çorum ili çeltik üreticilerinin iklim değişikliği algılamaları ve uyum stratejilerini etkileyen faktörler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 67 s. Samsun.
- Özüdoğru, T. 2021. Cotton production economy in the World and Turkey. *Journal of Textiles and Engineer*, 28 (122): 149-161.
- Özgüven, A. 1977. Tarım ekonomisi ve politikası. Bursa Üniversitesi Yayınları. 251 s. Bursa.
- Pathak, A. K., Ramchandra, S., Chaturvedi, A. 2021. Economic analysis of paddy cultivation in district Prayagraj of Uttar Pradesh. *The Pharma Innovation Journal*, SP-10(7): 803-806.
- Ren, C., Liu, S., Grinsven, H. V., Reis, S., Jin, S., Liu, H., Gu, B. 2019. The impact of farm size on agricultural sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 220 (2019): 357-367.
- Ruža, L. 2009. Assessment of rapeseed production in the regions of Latvia and farms of different size. *Economic Science for Rural Development*, 20: 167-173.
- Sheng, Y., Ding, J., Huang, J. 2019. The relationship between farm size and productivity in agriculture: evidence from maize production in Northern China. *The American Journal of Agricultural Economics*, 101 (3): 790-806.
- Siamardov, M. 2020. Tacikistan'da Pamuk Üretiminin Ekonomik Analizi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 96 s. Bursa.
- Taheri-Garavand, A., Asakereh, A., Haghani, K. 2010. Energy elevation and economic analysis of canola production in Iran a case study: Mazandaran province. *International Journal of Environmental Sciences*, 1 (2): 236-242.
- TCMB. 2022. Gösterge Niteliğindeki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Kurları. (erişim https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html, 30.03.2022). Bülten No: 2013/247, 2016/249, 2018/249.
- TOB. 2022. Ürün Masaları. Pamuk Bülteni –Aralık 2019-. Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. Tarım Havzaları Daire Başkanlığı. Ankara, s.8 (erişim: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/M%C4%B0LL%C4%B0%20TARIM/PAMUK%20ARALIK%20B%C3%9CLTEN%C4%B0.pdf>).
- TOB, 2023. Durum Tahmin Pamuk-2023. Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü Tepge. Tepge Yayın No: 380. Kasım-2023. Ankara. (erişim: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Durum-Tahmin%20Raporlar%C4%B1/2023%20Durum-Tahmin%20Raporlar%C4%B1/Pamuk%20Durum%20Tahmin%20Raporu%202023-380%20TEPGE.pdf>, 13.05.2024)
- Tok, N. 2008. Adana İli Yüreğir Ovası'ndaki değişik işletme tiplerinde verimlilik analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 124 s. Adana.
- TÜİK. 2022. Bitkisel Ürün Denge Tabloları. (erişim: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tabloları-2019-2020-37246>).
- Uğurlu, M. 2020. Pamuk üretiminin ekonomik analizi: Manisa örneği. *Ziraat Fakültesi Dergisi*. Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi. Özel Sayı, 206-217.

- Unakıtan, G., Hurma, H., Yılmaz, F. 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. *Energy*, 35 (9): 3623-3627.
- Ünal, F.G. 2008. Small is beautiful: Evidence of an inverse relationship between farm size and yield in Turkey. Working Paper No. 551. The Levy Economics Institute. Annandale-on-Hudson. 43 s. New York, USA.
- Verma, A., Singh, I.J., Gupta, S., Singh. S.P. 2014. A Study of economic analysis of paddy (oryza sativa) varieties under different farm size groups. *Plant Archives*, 14 (2): 665-667.
- Wang, J., Chen, K.Z., Das Gupta, S., Huang, Z. 2015. Is small still beautiful? A comparative study of rice farm size and productivity in China and India. *China Agricultural Economic Review*, 7 (3): 484-509.
- Wei, W., Mushtaq, Z., Ikram, A., Faisal, M., Wan-Li, Z., Ahmad, M. I. 2020a. Estimating the economic viability of cotton growers in Punjab Province, Pakistan. *SAGE Open*, April-June 2020: 1–12.
- Wei, W., Mushtaq, Z., Faisal, M., Wan-Li, Z. 2020b. Estimating the economic and production efficiency of cotton growers in Southern Punjab, Pakistan. *Custos e @gronegocio on line*, 16 (2): 2-21.
- Yamane, T. 1967. *Elementary Sampling Theory*, Taro Yamane. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-. Hall, Inc. 405 s. USA.
- Yavuz, G.G., Miran, B., Gürer, B.B., Yüksel, N.Y., Demir, A. 2016. Buğday, dane mısır ve çeltik üretiminde fark ödemesi desteklerinin etkisi. GTHB TEPGE Yayın No: 266, 168 s. Ankara.
- Yılmaz, Ş. G., Gül, M. 2015. İşletmelerde pamuk üretim maliyeti, karlılık düzeyinin değerlendirilmesi: Antalya ili örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2): 27-41.
- Yılmaz, H., Avkıran, B. 2020. Analysis of canola (rapeseed) production cost and income in context of oilseeds production support policies: a case study from Trakya Region of Turkey. *Economics of Agriculture*, 67 (2): 483-493.

Şeker Pancarı Üretiminde Kaynak Kullanım Etkinliğinin Analizi: Balıkesir İli Örneği

Arif SEMERCİ^{1*}, Musab URAL²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale

²Bergama, İzmir

*Sorumlu Yazar: arifsemerci69@gmail.com

Geliş Tarihi: 05.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 13.05.2024 Kabul Tarihi: 17.05.2024

ÖZ

Dünyada ve Türkiye’de şeker pancarı üretimi; ekonomiye yaptığı pozitif etki yanında, yan sanayilere hammadde sağlaması, hayvansal üretimi teşvik etmesi nedeniyle önemli bir tarımsal faaliyet dalıdır. 2019/2020 döneminde dünya şeker üretimi 167 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup, şeker pancarı üretiminde Türkiye Avrupa kıtasında 4. ve dünyada ise 5. ülke konumundadır. Tarımsal üretimde en önemli konuların başında üretim maliyeti ve girdilerin etkin kullanımı gelmektedir. Etkin kullanılmayan girdi ürün maliyetini artırdığı gibi faaliyet dalının rekabet gücünü de azaltmaktadır. Bu çalışmada Balıkesir ilinde Tam Sayım Yöntemi ile belirlenen 75 işletmeden elde edilen veriler yardımıyla şeker pancarı üretiminde girdi kullanım etkinliği analiz edilmiştir. İncelenen işletmelerde şeker pancarı ortalama ekim alanı 11.70 da olup, birim alandan elde edilen verim ise 7326.49 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Çalışmada şeker pancarı üretimine ilişkin oluşturulan fonksiyonda; gübre ve işgücü değişkenine ait üretim elastikiyeti katsayısı %1, tohum kullanım miktarı ve sulama sayısı faktörleri %5, tarımsal mücadele ilacı kullanım miktarı ve çapalama sayısı değişkenleri ise %10 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur. Tahmin fonksiyona ilişkin üretim elastikiyetleri katsayıları toplamı ($\sum\beta$: 1.048) ölçeğe artan getiriyi vermektedir. Denklemde en yüksek marjinal etkinlik katsayısı (3.91) gübre değişkenine aittir. Yürütülen araştırmada faktörlerin marjinal etkinlik katsayılarına göre incelenen işletmelerde şeker pancarı üretiminin artırılması için birim alanda kullanılan gübre (X_2), tarımsal mücadele ilacı (X_3) ve çapalama sayısının (X_6) artırılması gerektiğini göstermiştir. Araştırma sonuçları şeker pancarı üretiminde sulama sayısı değişkeninin (X_5) 0.88 katsayısı ile ekonomik optimum düzeye en yakın girdi olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte incelenen işletmelerin girdi kullanımında etkin olmadığı bu nedenle şeker pancarından sağlanan gelir üzerinde bu durumun olumsuz etki ettiği sonucuna varılmıştır. Yapılan araştırma şeker pancarı üretiminde daha yüksek verim ve daha karlı üretim yapılabilmesi için mutlaka üretim faktörlerinin etkin kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Şeker pancarı, etkinlik, marjinal verim, marjinal gelir, marjinal etkinlik

Analysis of Resource Utilization Efficiency in Sugar Beet Production: The Case of Balıkesir Province

ABSTRACT

Sugar beet production in the world and in Turkey; in addition to its contribution positive impact to the economy, it is an important branch of agricultural activity because it provides raw materials to sub-industries and encourages animal production. In the period of 2019/20, world sugar production was 167 million tons, and Turkey was the 4th country in the European continent and the 5th country in the world in sugar beet production. One of the most important issues in agricultural production is the cost of production and the effective use of inputs. Inefficiently used input not only increases the cost of the product but also reduces the competitiveness of the branch of activity. In this study, the efficiency of input use in sugar beet production was analyzed with the data obtained from 75 enterprises determined by the Complete Count Method in Balıkesir province. The average

cultivation area of sugar beet in the research area was 11.70 decares, and the yield obtained from the unit area was 7326.49 kg da⁻¹. In the function created for sugar beet production; the production elasticity coefficient of the fertilizer and labor variable was found significant at 1% level, the seed use and irrigation number factors were at the 5% level, and the pesticides and hoeing number variables were significant at the 10% probability level. The sum of the production elasticity coefficients for the estimation function ($\sum\beta_i$: 1.048) indicates the increasing return to scale. The highest marginal efficiency coefficient (3.91) in the equation belongs to the fertilizer variable. The research results show that in order to increase sugar beet production in the research area, the amount of fertilizers (X_2), agricultural pesticides (X_3) and the number of hoeing (X_6) should be increased. Within the study, it was determined that the number irrigation (X_5) was the closest input to the economic optimum level with a coefficient of 0.88 in sugar beet production. However, it was concluded that the examined enterprises were not efficient in input use and therefore this situation had a negative impact on the income obtained from sugar beet. This research has revealed that production factors must be used effectively in order to achieve higher efficiency and more profitable production in sugar beet production.

Key words: Sugar beet, efficiency, marginal yield, marginal revenue, marginal efficiency

GİRİŞ

Günümüzde tarım sektörü, dünya genelinde en önemli stratejik sektörlerden biri konumundadır (Hekimoğlu ve Altındeger, 2006). Tarım sektörü, ekonomik kalkınmanın ilk aşamasında sermaye ve ekonomiye önemli katkılar sağlayan bir faaliyet alanıdır. Şeker sektörü birçok alanda yan ürünleri ile ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Dünya genelinde stratejik bir öneme sahip olan şeker, temel gıda olmasının yanı sıra, istihdama tarımsal üretime ve buna bağlı yan ürünlere katkısı bağlamında dünya çapında korunan bir üründür (Akbaş, 2003). Şeker üretiminin uluslararası ticaretteki önemi de artmıştır (Kepoğlu, 2008).

Şeker pancarı, Türkiye'de tarım sektörü ve tarımsal üretimde önemli bir konumda olması ve yaratmış olduğu katma değer nedeniyle önemini korumaya devam etmektedir. Ekonomik değeri dışında sağlamış olduğu toplumsal fayda, istihdamın büyüklüğü ve kente göçü engelleyen kilit rolü, çiftçiyi tarımsal üretime bağımlı hale getirmesi şeker pancarı üretimini önemli hale getirmektedir. Şeker pancarının Türkiye'de ve birçok ülkede tarım politikasının önceliği olmasının temel nedeni bir sanayi bitkisi olmasıdır. Şeker pancarı işlemeden elde edilen tüm yan ürünler stratejik ürünlerdir. Bunlardan bazıları; hamur, melas ve etanoldür. Melas ve küspe hayvan yemi olarak kullanılsa da alkol üretimi için önemli bir hammadDEDİR. Bunlara ek olarak şeker; maya, antibiyotik, biyoetanol gibi birçok ürün için de hammadDEDİR (Sunulu ve Sunulu, 2016). Temel bir gıda maddesi olan beyaz şeker, dünyada ağırlıklı olarak şeker pancarı ve şeker kamışından üretilmektedir (Kızılaslan ve Gürler, 2000).

Dünya şeker üretiminin %76'sı şeker kamışından, %24'ü ise şeker pancarından üretilmektedir (ISO, 2020). Türkiye, Rusya, Ukrayna ve Avrupa Birliği ülkeleri şeker pancardan üretirken; ABD, Japonya ve Çin gibi ülkeler hem pancardan hem kamıştan; Brezilya, Hindistan, Meksika, Tayland ve Avustralya başta olmak üzere birçok ülke ise kamıştan üretmektedir (Ekinci ve ark., 2022; Anonymous, 2022a).

Türkiye 2020 yılı verilerine göre 336348 ha alan ve 23025738 ton üretimle pancardan şeker üreten ülkeler arasında önemli bir yere sahip olup Avrupa kıtasında dördüncü; dünyada ise beşinci sıradadır (FAO, 2022). 2021 Yılında Türkiye'de 302400 ha alanda 17767000 ton şeker pancarı üretilmiş, dekar başına verim miktarı ise 5875.33 kg da⁻¹ olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022).

Şeker pancarı ile ilgili çalışmalar genellikle maliyet analizi, politika uygulamaları, teknik ve ekonomik etkinlik ve enerji kullanım etkinliği üzerine yoğunlaşmaktadır. Tarımsal üretimde maliyet ürünün karlılık düzeyini ortaya koymakta ve brüt kâr analizi ile işletmelerin planlamasında önemli bir görev üstlenmektedir. Şeker pancarında üretim maliyeti ve faktör analizi üzerine yapılan önemli sayıda araştırma bulunmaktadır (Özçelik, 1989; Çiçek ve Erkan, 1991; Kızıloğlu, 1994; Gündoğmuş, 1997; Akçay ve Esengün, 2000; Kızıloğlu ve ark., 2003; Bayramoğlu ve Oğuz, 2005; Akçay ve Uzunöz, 2006; Kimiagari ve Teymouri, 2009; Asgharipour ve ark., 2012; Topçu ve ark., 2012; Altıntaş ve ark., 2013; Yazdani ve Rahimi, 2013; Dayoub, 2015; Gholami ghajelou ve ark., 2015; Gül, 2019; İqbal ve Saleem, 2015; Elasaag, 2019; Kanat, 2019; Parhizkari, 2019; El-Khalifa ve Mohamed, 2020; Gromkovskii ve ark., 2020).

Tarımsal üretimin desteklenmesi dünya genelinde kabul gören ve tartışılan konulardan biridir. Tarım işletmelerinin varlıklarını sürdürürebilmeleri ve üretimde devamlılığın sağlanması bağlamında uygulanan tarım politikalarının ürün üretimini ve üretici geliri ve ürün maliyetini düşürme açısından önem arz etmektedir. Şeker pancarı üretiminde uygulanan tarım politikalarının analiz edildiği yayınlarda mevcuttur (Renwick ve ark., 2005a, b; Mousavi ve ark., 2008; Breustedt ve Habermann, 2011).

Tarımsal üretimin ekonomi bilimi açısından değerlendirilmesinde teknik etkinlik ve ekonomik etkinlik kavramları ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda literatürde şeker pancarı üretiminin teknik ve ekonomik analizine dayalı çalışmalar da yer almaktadır (Mansour ve Eldeep, 2014; Zamani ve ark., 2019). Günümüz tarımsal üretiminde girdi-çıkıtı analizinde enerji kullanımı son dönemlerde giderek önem kazanmaktadır. Üretimde kullanılan girdilerin enerji düzeyi ile çıktının enerji düzeyinin karşılaştırılması, enerji boyutuyla tarımsal üretimin analiz edilmesi anlamına gelmektedir. Bu nedenle her ne kadar tarımsal üretimde maliyet önemli ise de enerji boyutuyla üretimin analiz edilmesi o derece önem kazanmaktadır. Şeker pancarı üretiminde enerji kullanım etkinliğini analiz eden çalışmalar son dönemde giderek artış göstermektedir (Erdal ve ark., 2007; Reineke ve ark., 2013; Soltanpanahi ve ark., 2013; Salehi ve ark., 2015; Baran ve Gökdoğan, 2016; Hua ve ark., 2016; Shahgholi ve ark., 2018; Dahab ve ark., 2020).

2020 yılı verilerine göre Türkiye şeker pancarı üretiminin yaklaşık %31,4'ü Konya'da, %8,6'sı Eskişehir'de ve %7,1'i ise Yozgat'ta gerçekleşmiştir (TOB, 2021). Balıkesir ilinde şeker pancarı üretimi Susurluk ilçesindeki şeker pancarı fabrikasına yakınlık nedeniyle ağırlıklı olarak Susurluk, Manyas, Gönen ve Bandırma ilçelerinde yapılmakta ve işletmelere önemli ölçüde gelir sağlamaktadır.

Bölge ekonomisine önemli derecede katkı sağlaması nedeniyle bu çalışmada araştırma alanı olarak belirlenen Balıkesir ilinde şeker pancarı üretiminde kullanılan girdiler ve çıktılar arasındaki ilişki fonksiyonel olarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular diğer araştırma bulgularıyla karşılaştırmalı olarak analiz edilerek yorumlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmanın ana materyalini; Balıkesir ilinin Susurluk, Manyas, Gönen ve Bandırma ilçelerinde şeker pancarı üreten 75 tarım işletmesinden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında şeker pancarıyla ilgili hazırlanan tezlerden ve araştırma makalelerinden faydalanılmıştır. Çalışmada şeker pancarıyla ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde çeşitli kurum ve kuruluşların yayınlarından ve komisyon raporlarından yararlanılmıştır.

Araştırma kapsamında anket uygulanacak işletmelerin belirlenmesinde Balıkesir-Bursa Pancar Ekicileri Kooperatifi'nden elde edilen üretici listesi dikkate alınarak, Balıkesir iline bağlı Susurluk, Manyas, Gönen ve Bandırma ilçelerinde şeker pancarı üretim faaliyetinde bulunan ve "Tam Sayım Yöntemi" ne göre tespit edilen 75 şeker pancarı üretim işletmesinden elde edilen 2019 yılına ait yatay kesit verileri oluşturmaktadır.

Fonksiyonel analiz için çalışmada Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanılmıştır. Çeşitli araştırmacılar da Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyon denklemlerinin tarımsal faaliyetlerin fonksiyonel analizi için uygun olduğunu belirtmişlerdir (Özçelik, 1989). Ayrıca Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu; hesaplama kolaylığı sağlaması, üretim esnekliğinin istatistiksel testlerinin yapılması, yetersiz veri ile bile yeterli serbestlik derecelerinin sağlanması vb. birçok yönden tercih edilmektedir. Fonksiyona ait denklem Denklem 1'de gösterilmiştir.

$$Y = aX_1^{b_1}X_2^{b_2}X_3^{b_3} \dots X_n^{b_n} \quad (1)$$

Denklem 1'in her iki tarafının logaritması alındığında Denklem 2 şekline dönüşmektedir.

$$\log Y = \log a + \beta_1 \log x_1 + \beta_2 \log x_2 + \dots + \beta_k \log x_k + e^u \quad (2)$$

Denklem 2'deki β_i sembolleri ile gösterilen katsayılar üretim elastikliklerini ifade etmektedir ($\beta_i=1,2,\dots,n$). β_i katsayılarının testi Denklem 3'te belirtilen formül kullanılarak yapılmış ve hesaplanan $t\beta_i$ değeri, "t-tablosu"nda $(n-k-1)$ serbestlik derecesini gösteren satır ile istenen önem seviyesine ait sütunun kesiştiği yerdeki değeri ile karşılaştırılmıştır.

$$t \beta_i = \beta_i / se(\beta_i) \quad (3)$$

Çalışmada hazırlanan regresyon denklemine ilişkin; çoklu regresyon (R) ve determinasyon katsayısı (R^2), bağımsız değişkenlere ait elastiklik katsayıları (β_i), standart hata değerleri ($se \beta_i$) ve önem seviyeleri ($t\beta_i$),

değişkenlerin geometrik ortalamaları (X_iG , YG), basit korelasyon katsayıları (r_{ij}) ile denklemin standart sapması (S) ve önem seviyesi (F değeri) hesaplanarak yorumlanmıştır. Bununla birlikte araştırmada tahmin denklemleriyle ilgili olarak İçsel Bağlantı (otokorelasyon) ve Çoklu Bağlantı Varlığı (multicollinearity) da test edilmiştir.

Anket uygulanan işletmelerde çeltik üretiminde kullanılan üretim faktörlerinin Marjinal Gelirinin (MG) hesaplanmasında kullanılan formül Denklem 4'te gösterilmiştir (Karagölge, 1973).

$$MjGx_j = \beta_j \frac{YG(ort)}{X_jG(ort)} Fy \quad (4)$$

Faktörlerin Marjinal Etkinlik Katsayısının (MEK) hesaplanmasında yararlanılan formül Denklem 5'te verilmiştir (Akçay ve Uzunöz, 1999).

$$MEK = \frac{\text{Faktörlerin Marjinal Geliri}}{\text{Faktörlerin Marjinal Masrafı}} \quad (5)$$

Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda yer alan üretim faktörlerinin (X_i) marjinal verim değerinin hesaplanmasında kullanılan formül Denklem 6'da verilmiştir (Zoral, 1973).

$$MVX_i = \beta_i * YG / X_iG \quad (6)$$

Ekonomik optimumda, marjinal gelirin marjinal masrafa eşit olması gerektiğinden, marjinal gelirler, faktör fiyatlarına bölünerek etkinlik katsayıları (MEK X_i) hesaplanmıştır.

Üretimde kullanılan faktörler arasındaki teknik ikame haddi (marjinal teknik ikame oranı), diğer bir ifadeyle Y seviyesinde bir üretim miktarını elde etmek için X_1 faktörü miktarına karşılık, X_2 faktörünün ne miktarda kullanılması gerektiği;

$$MTİO \frac{x_2}{x_1} = \frac{X_1G \text{ Marjinal Verim}}{X_2G \text{ Marjinal Verim}} \quad (7)$$

veya;

$$MTİO \frac{x_2}{x_1} = \frac{b_1 * X_2G}{b_2 * X_1G} \quad (8)$$

Denklem 7 veya Denklem 8'de gösterilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Formülde yer alan X_iG , değişkenlere ilişkin geometrik ortalamaları ifade etmektedir (Gündoğmuş, 1998; Karkacier, 2001).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında Balıkesir ili ve ilçelerinde şeker pancarı üretim faaliyetinde bulunan işletmelere ait bilgiler özet olarak altta verilmiştir.

İncelenen işletmelerde toplam nüfus 249 kişi olup, ortalama hanehalkı mevcudu 3.32 kişidir. Çalışma kapsamında işletmelerin yaş ve şeker pancarı üretiminde tecrübesi incelendiğinde; yaş ortalaması 47.86 yıl ve şeker pancarı üretim tecrübesi ise ortalama 11.82 yıl olarak tespit edilmiştir. İşletme yöneticilerinin eğitim durumları incelendiğinde ilköğretim ve lise mezunu olanların toplamı %95.99'nu oluşturduğu anlaşılmaktadır. Üniversite mezunları ise %2.66 ile toplam içinde oldukça düşük bir kısmı oluşturmaktadır. Araştırma kapsamındaki işletme sahiplerinin ortalama eğitim süreleri 9.53 yıl olarak hesaplanmıştır.

Araştırma kapsamındaki işletmelerin bitkisel üretim alanı 12883.50 dekar olup, en yüksek pay %47.65 ile buğdaya aittir. Araştırma konusu şeker pancarı bitkisi ise %6.81 (878.50 da) payla bitkisel üretim deseninde 4. sırada yer almaktadır. İncelenen işletmelerin bitkisel üretim değerinde %40.92 ile buğday ilk sırayı alırken, şeker pancarı %15.93 ile 3. sırada bulunmaktadır.

Anket uygulanan işletmelerde 2019 yılı üretim döneminde 877.50 da alanda 6429 ton şeker pancarı üretilmiştir. İşletmelerin ortalama verim miktarı 7326.49 kg da⁻¹ gerçekleşmiştir. Şeker pancarı üretiminde üreticilerin %57.33'ü (43 işletme) tarımsal kredi kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte incelenen işletmelerin %29.33'ü (22 işletme) şeker pancarı üretim alanlarını tarım sigortası yaptırmıştır.

Araştırma kapsamında, Balıkesir ilinde şeker pancarı üretim hacmine sahip 75 tarım işletmesinden derlenen veriler kullanılarak şeker pancarında dekar başına elde edilen verim miktarı ile üretimde kullanılan; tohum miktarı, gübre miktarı, tarımsal mücadele ilacı miktarı ve üretimin tüm aşamalarında kullanılan toplam

makine çekigücü miktarı arasındaki ilişki Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanılarak analiz edilmiştir (Neill, 2002). Çalışmada şeker pancarı üretim fonksiyonundaki değişkenler aşağıda gösterilmiştir:

Bağımlı değişken:

$$Y = \text{Şeker pancarı üretim miktarı (kg işletme}^{-1}\text{)}$$

Bağımsız değişkenler:

$$X_1 = \text{Tohumluk kullanım miktarı (gram işletme}^{-1}\text{)}$$

$$X_2 = \text{Gübre miktarı (kg işletme}^{-1}\text{)}$$

$$X_3 = \text{Tarımsal mücadele ilacı kullanım miktarı (lt işletme}^{-1}\text{)}$$

$$X_4 = \text{İşgücü (dakika işletme}^{-1}\text{)}$$

$$X_5 = \text{Sulama sayısı (adet işletme}^{-1}\text{)}$$

$$X_6 = \text{Çapalama sayısı (adet işletme}^{-1}\text{)}$$

Araştırma kapsamında incelenen şeker pancarı üretim işletmelerinden elde edilen veriler kullanılarak yapılan ekonometrik analiz sonucunda şeker pancarı üretim miktarı ile üretimde yer alan değişkenler arasındaki fonksiyonel bağıntı Denklem 9'da gösterilmiştir.

$$Y = 2.099 * X_1^{0.309} * X_2^{0.280} * X_3^{0.096} * X_4^{0.312} * X_5^{0.030} * X_6^{0.021} \quad (9)$$

$$(S=0.031; R= 0.997; R^2 = 0.994; F=1826.87)$$

Denkleme ilişkin çoklu korelasyon ve determinasyon katsayıları ($F_{hesap} > F_{tablo}$) %1 olasılık seviyesinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1). Tahmin denkleminde otokorelasyon varlığı "Durbin Watson (DW) Testi" kullanılarak test edilmiş olup, denkleme ait $DW_{H(hesap)}$ 1.848 olarak hesaplanmıştır. Yapılan test sonucunda (0.05; $n=75$; $k'=6$) fonksiyona yönelik değişkenler arasında içsel bağıntı probleminin bulunmadığı ($DW_H 1.848 > DW_{U(0.05)} 1.77$) anlaşılmıştır.

Yürütülen araştırmada şeker pancarı üretiminde yer alan değişkenlere ait temel istatistik değerleri Çizelge 1'de, şeker pancarı üretim fonksiyonu varyans analizi sonuçları da Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Şeker pancarı üretimi tahmin denkleminde ait temel istatistikler

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Hata	Change Statistics					Durbin-Watson İstatistiği
				R ² Değişimi	F Değişim	Serb. Der. (1)	Serb. Der. (2)	F Önem Düzeyi	
0.997 ^a	0.994	0.993	0.031	0.994	1826.87	6	68	0.000	1.848

a. Tahminleyiciler: (Sabit Değer), tohum mikt., gübre mikt., tarımsal mücadele ilacı mikt., işgücü miktarı, sulama sayısı, çapalama sayısı.

b. Bağımlı Değişken: üretim miktarı

Çizelge 2. Şeker pancarı üretim fonksiyonu varyans analizi

	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Regresyon	6	10.756	1.793	1826.87	0.000
Kalan	68	0.067	0.001		
Toplam	74	10.822			

Bağımsız değişkenlere ait üretim elastikiyetleri incelendiğinde; üretimde yer alan değişkenlerin tamamının elastikiyet katsayılarını pozitif olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Şeker pancarı üretim faktörlerine ait üretim elastikiyetleri

	X ₁ (tohumluk miktarı)	X ₂ (gübre miktarı)	X ₃ (tarımsal mücadele ilacı miktarı)	X ₄ (işgücü miktarı)	X ₅ (sulama sayısı)	X ₆ (çapalama sayısı)	($\sum\beta_i$)
Üretim elastikiyetleri (β_i)	0.309	0.280	0.096	0.312	0.030	0.021	1.048
Standart hata (se β_i)	0.140	0.103	0.048	0.137	0.050	0.035	-
t β_i	2.281**	2.653*	1.761**	2.670*	2.340**	1.820***	-

(*):%1 ihtimal düzeyinde önemli.

(**):%5 ihtimal düzeyinde önemli.

(***):%10 ihtimal düzeyinde önemli.

Fonksiyonda yer alan faktörlerin üretim elastikiyetleri toplamı ($\sum\beta_i$) 1.048'dir. Hesaplanan değer şeker pancarı üretiminde ölçeğe artan getiriyi ifade etmektedir. Kısacası, şeker pancarı üretiminde yer alan değişkenler %10 oranında artırıldığında, üretim miktarında %10.48 düzeyinde bir artış olması beklenebilir.

Oluşturulan tahmin denkleminde faktörlerin elastikiyet katsayıları bakımından; gübre miktarı (X₂) ve işgücü (X₄) değişkenleri %1, tohum miktarı (X₁) ve sulama sayısı (X₅) değişkenleri %5, tarımsal mücadele ilacı (X₃) ve çapalama sayısı (X₆) değişkenleri ise %10 ihtimal düzeyinde istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur.

Teorik açıdan konuya yaklaşıldığında şeker pancarı üretiminde kullanılan tohum kullanım miktarındaki %1'lik artış şeker pancarı üretim miktarını %0.309, gübre kullanım miktarındaki %1'lik artışın üretim miktarını %0.28, tarımsal mücadele ilacı kullanım miktarındaki %1'lik artışın üretim miktarını %0.096, işgücü kullanım miktarındaki %1'lik artışın üretim miktarını %0.312, sulama sayısındaki bir birimlik artışın üretim miktarını %0.30 ve çapalama sayısındaki bir birimlik artışın da üretim miktarını %0.21 oranında artırabileceği ifade edilebilir. Ancak bu yorumu; şeker pancarı üretiminde nitelikli tohumluk kullanımı yanında toprak analizine dayalı olarak bitkinin istediği zamanda gübrelemenin yapılması, nitelikli işgücünden yararlanılması, zamanında tarımsal mücadele uygulamasına gidilmesi, bitkinin istediği zamanda sulamanın yapılması ve bitkinin gelişim seyrini dikkate alarak çapalamanın yapılması halinde geçerli olabileceğinin belirtmek daha uygun olacaktır.

Çalışma kapsamında şeker pancarı üretim miktarına etki eden faktörlerinin marjinal ürün değerleri ve marjinal etkinlik katsayıları Çizelge 4'te sunulmuştur. Marjinal ürün değerlerinin belirlenmesinde faktör fiyatları olarak kullanılan girdilerin birim fiyatları dikkate alınmıştır. Çizelge 4'ün incelenmesinde de anlaşılacağı üzere şeker pancarı üretiminde kullanılan girdiler içinde negatif değerlikli faktör bulunmamaktadır. Çalışmada tüm faktörler için hesaplama yapılmış, değişkenler hakkında ekonomik ve teknik yorumda bulunulmuştur. Fonksiyonda en yüksek marjinal etkinlik katsayısı 3.91 ile gübre değişkenine (X₂) aittir. Bu değişkeni 2.66 katsayısı ile çapalama sayısı değişkeni izlemektedir.

Çizelge 4. Şeker pancarı üretim modelinde katsayıların marjinal kıymetleri ve etkinlik katsayıları

	X ₁ (tohum miktarı)	X ₂ (gübre miktarı)	X ₃ (tarımsal mücadele ilacı miktarı)	X ₄ (işgücü miktarı)	X ₅ (sulama sayısı)	X ₆ (çapalama sayısı)	Y
Geometrik ortalama	2424.06	644.16	2.72	2304.45	4.71	2.9	48707.31
Marjinal Verim (kg)	6.21	21.17	1719.08	0.09	310.24	352.71	
Marjinal ürün kıymeti (₺)	2.11	7.20	584.49	0.03	105.48	119.92	-
Faktör fiyatları (₺)	368.37	1.84	350.00	0.18	120.00	45.00	-
Marjinal etkinlik katsayısı	0.01	3.91	1.67	0.17	0.88	2.66	-

Şeker pancarı üretiminde marjinal verim değerleri incelendiğinde; örneğin tohumda bir birimlik artışın şeker pancarı üretiminde 6.21 kg artışa neden olabileceği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde diğer girdiler için bu değerler; gübrede 21.17 kg, tarımsal mücadele ilacında 1719.08 kg, sulama sayısında 310.24 kg ve çapalama sayısında ise 352.71 kg düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. İşgücü değişkeninin marjinal verim, marjinal ürün değerine bağlı olarak marjinal etkinlik katsayısının çok düşük olduğu, diğer bir ifade ile bu girdide aşırı kullanım olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Marjinal etkinlik katsayılarına göre gübre, tarımsal mücadele ilacı ve çapalama sayısı değişkenleri ekonomik optimum düzeyinin altında, tohum girdisi ve işgücü girdisi ise ekonomik optimum düzeyinin üzerinde kullanılmaktadır. Sadece sulama sayısına ilişkin değişkenin ekonomik optimum düzeyine en yakın değişken olduğu ifade edilebilir. Bu nedenle marjinal etkinlik katsayısı yüksek olan gübre kullanımı, çapalama sayısı ve tarımsal mücadele ilacı değişkenlerinin kullanımının artırılması tavsiye edilebilir. Zira bu değişkenlerde marjinal gelir marjinal maliyetin üzerinde seyretmektedir. Bu durum belirtilen girdilerde 1 ₺'lik harcama karşılığında elde edilen şeker pancarı ürününün artışından sağlanacak gelirin 1 ₺'nin üzerinde olduğunu göstermektedir. Özellikle gübre girdisinin birim alanda kullanım miktarının artırılmasında toprak analizi yapıldıktan sonra tavsiye edilen miktarlara ve bitkinin ihtiyaç duyduğu döneme uygun olarak kullanımı teşvik edilmelidir.

Marjinal Teknik İkame Oranının belirlenmesinde iki girdiden birisi negatif, diğeri pozitif üretim elastikiyetine sahip olduğu durumda, bunlar arasında ikame ilişkisi söz konusu olmamaktadır (Özçelik, 1989). Denklemdeki iki faktör arasındaki marjinal teknik ikame oranı, bu faktörlerin geometrik ortalamalarına göre bulunan marjinal verimlerinin oranından ibarettir (Heady ve Dillon, 1966; Uluğ, 1973; Zoral, 1984).

Yürütülen araştırmada faktörler arası marjinal teknik ikame oranları Çizelge 5'te gösterilmiştir. $MTIO > 1$ olması faktör bileşiminin paydadadaki değişken lehine, $MTIO < 1$ olması da faktör bileşiminin paydaki değişken lehine değiştirilmesini gerektirmektedir. Buna göre üretim fonksiyonuna dahil edilen bütün faktörler geometrik ortalamalarındaki seviyelerinde kullanılırken, örneğin sulama suyu (X_5) miktarında yapılacak bir birimlik ilaveye karşılık, aynı üretim seviyesinde kalmak şartıyla, gübre miktarı 14.65 kg ve geriye kalan faktörlerden kullanılan miktarlar geometrik ortalamalarındaki seviyelerinde sabit tutulmalıdır.

Çizelge 5. Şeker pancarı üretiminde faktörler arası marjinal teknik ikame oranları

Üretim Faktörleri	Gübre (X_2)	İlaç (X_3)	İşgücü (X_4)	Sulama (X_5)	Çapalama (X_6)
Tohum (X_1)	3.41	276.88	1.06	49.97	56.81
Gübre (X_2)	-	81.20	0.31	14.65	16.66
İlaç (X_3)	-	-	0.00	1.80	0.21
İşgücü (X_4)	-	-	-	47.04	53.49
Sulama (X_5)	-	-	-	-	1.14

Çapalama sayısı ile (X_6) ve gübre kullanım miktarı (X_2) arasındaki ikame ilişkisi ise 16.66 olarak bulunmuş olup, bütün faktörler aynı seviyede kullanılmak kaydıyla ekim alanında yapılacak bir birimlik ilave neticesinde kullanılan gübre miktarı 16.66 kg azaltıldığı takdirde aynı üretim seviyesinde kalınabilecektir. Sulama girdisi ile (X_5) ile işgücü faktörü (X_4) marjinal teknik ikame oranı 47.04 olarak hesaplanmıştır. Aynı üretim seviyesinde ve diğer girdilerde aynı seviyede kullanılmak şartıyla sulama sayısında yapılacak bir birimlik ilaveye karşılık kullanılan işgücü 47.04 dakika azaltılmalıdır. Bu durum çapalama değişkeni ile işgücü değişkeni arasında; çapalama sayısındaki bir birimlik artışa karşılık işgücünde azaltılması gereken miktarın 53.49 dakika olduğunu göstermektedir (Çizelge 5). Konu ile ilgili olarak yapılan araştırmalarda elde edilen bulgular altta özet olarak verilmiştir.

Özçelik (1989) tarafından Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu kullanılarak yapılan ekonometrik analizde; şeker pancarı üretim miktarı bağımlı (Y), kullanılan işgücü (X_1), traktör çekigücü (X_2), gübre masrafları (X_3) ve ekim alanı (X_4) bağımsız değişkenler olarak alınmıştır. Çalışmada şeker pancarı üretim miktarı kg, işgücü miktarı (EİGB) saat, traktör çekigücü saat, gübre masrafları toplamı, ekim sahası da dekar olarak dikkate alınmıştır. Çalışmada elde edilen tahmin fonksiyonuna ait çoklu belirleme katsayısı (R^2) 0.907 olarak bulunmuştur. Üretim faktörlerine ait üretim elastikiyetleri toplamı ($\sum b_i$) 1.19 olup, ölçeğe artan getiriyi ifade etmektedir. Araştırmada faktörlere ait

üretim elastikiyeti katsayıları; kullanılan işgücü (X_1 : 0.013), traktör çekigücü (X_2 : -0.199), gübre masrafları (X_3 : -0.021) ve ekim alanı (X_4 : 1.396) olarak hesaplanmıştır. Tahmin fonksiyonunda traktör çekigücü ve gübre masrafları değişkenlerinin negatif işaretli üretim elastikiyetine sahip oldukları tespit edilmiştir. Fonksiyondaki değişkenlerden sadece ekim alanı faktörü istatistiki açıdan %5 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur. Yürütülen araştırmada traktör çekigücü ve gübre girdilerinin aşırı kullanıldıkları, marjinal verim değerinin en yüksek olduğu değişkenin de ekim alanı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada şeker pancarı üretiminde yer alan ve Özçelik (1989) tarafından yapılan çalışmada tahmin denkleminde yer alan benzer değişken sadece işgücü kullanım miktarı değişkenidir. Ancak bu değişken istatistiki açıdan önemli bulunmadığı için karşılaştırma yapılmamıştır. Bununla birlikte Özçelik (1989) tarafından yapılan çalışmada yer alan tahmin denkleminde yer alan üretim faktörlerinin üretim elastikiyetleri toplamı ($\sum bi$) 1.19 olup, bu çalışmada hesaplanan 1.048 değeri ile paralellik göstermektedir. Diğer bir ifade ile her iki çalışmada da şeker pancarı üretiminde yer alan değişkenlerin elastikiyet katsayıları toplamı ölçüğe artan ifadeyi işaret etmektedir.

Çiçek ve Erkan (1991) yürütülen araştırmada Tokat ili Kazova Bölgesi'nde kolüviyal topraklarda (33 işletme), alüviyal topraklarda (48 işletme) ve kırmızı kestane rengi topraklarda (41 işletme) şeker pancarı üretiminde etkili olan faktörlerin Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanılarak fonksiyonel analizi yapılmıştır. Çalışmada üretim miktarı (kg) bağımsız değişken, bağımlı değişkenler de; çapalama sayısı (adet), parsel sayısı (adet), sulama sayısı (adet), işgücü (EİG), saf azot (kg), ekim alanı (dekar), saf fosfor (kg) olarak sıralanmıştır.

Kolüviyal topraklarda şeker pancarı üretim fonksiyonuna ilişkin R^2 değeri 0.901 olup, istatistiki açıdan çapalama sayısı faktörü %12 ve ekim alanı faktörü de %16 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denklemün üretim elastikiyetleri toplamı 0.471 olarak hesaplanmıştır. Değişkenlerin elastikiyet katsayıları: çapalama sayısı (-0.642), parsel sayısı (-0.046), sulama sayısı (0.034), işgücü (0.059), saf azot (0.107), ekim alanı (0.532), saf fosfor (0.425) olarak sıralanmıştır. Yapılan marjinal analizde girdilerin birbirleri ile etkin kullanılmadıkları sonucuna varılmıştır. Stepwise işlemi sonucunda ise şeker pancarı üretiminde en önemli değişkenin ekim alanı (bi : 1.079) olduğu sonucuna varılmıştır.

Alüviyal topraklarda şeker pancarı üretim fonksiyonuna ilişkin determinasyon katsayısı (R^2) 0.897 olup, fonksiyonda yer alan değişkenlerden çapalama sayısı %12, ekim alanı %1 ve işgücü %16 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denklemün üretim elastikiyetleri toplamı ($\sum bi$) 1.375 olarak hesaplanmıştır. Değişkenlerin elastikiyet katsayıları ise: çapalama sayısı (0.443), parsel sayısı (0.005), sulama sayısı (0.042), işgücü (-0.237), saf azot (0.010), ekim alanı (0.996), saf fosfor (0.027) olarak hesaplanmıştır. Yapılan marjinal analizde saf fosfor kullanım miktarı ekonomik optimuma çok yakın düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışmada; çapalama sayısı, saf azot ve üretim alanındaki artışların üretim miktarında artışa neden olacağı sonucuna varılmıştır. Arazi genişliği, çapalama ve saf azot değişkenlerinin birbirlerine göre etkin kullanıldığı tespit edilmiştir. Stepwise işlemi sonucunda ise şeker pancarı üretiminde en önemli değişkenin ekim alanı (bi : 0.924) olduğu sonucuna varılmıştır.

Kırmızı kestane rengi topraklarda şeker pancarı üretim fonksiyonuna ilişkin determinasyon katsayısı (R^2) 0.902 olup, çapalama sayısı %18, ekim alanı %1 ve parsel sayısı %17 düzeyinde önemli bulunmuştur. Denklemün üretim elastikiyetleri toplamı 0.735 olarak hesaplanmıştır. Değişkenlerin elastikiyet katsayıları: çapalama sayısı (-0.302), parsel sayısı (-0.220), sulama sayısı (0.149), işgücü (0.073), saf azot (-0.261), ekim alanı (1.040), saf fosfor (0.256) olarak sıralanmıştır. Yapılan marjinal analizde saf fosfor kullanım miktarı, sulama sayısı ve üretim alanlarının artırılmasının gelir üzerinde olumlu etkiye sahip olacağı belirtilmiştir. Çalışmada fonksiyonda yer alan değişkenler arasında etkin kullanım olmadığı sonucuna varılmıştır. Stepwise işlemi sonucunda ise şeker pancarı üretiminde en önemli değişkenin ekim alanı (bi : 1.001) olduğu sonucuna varılmıştır.

Çiçek ve Erkan (1991) tarafından yapılan çalışmada sadece alüviyal topraklarda üretilen şeker pancarı için hazırlanan tahmin denklemin elastikiyet katsayıları toplamı ($\sum bi$) 1.375 olup, bu çalışmada hesaplanan 1.048 katsayısı gibi ölçüğe artan getiriye sahiptir. Diğer toprak tiplerinde üretilen şeker pancarı için hesaplanan ($\sum bi$) katsayısı 1 değerinin oldukça altında kalmış olup, ölçüğe azalan getiriyi ifade etmektedir. Çiçek ve Erkan (1991) tarafından yapılan araştırmada şeker pancarı üretiminde kırmızı kestane rengi topraklarda ve alüviyal topraklarda sadece ekim alanı faktörü %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu çalışmada ise şeker pancarı üretimi tahmin denkleminde üretim faktörleri arasında ekim alanı faktörü yer almamıştır. Bu nedenle bu üretim faktörü ile ilgili karşılaştırma yapılmamıştır. Çiçek ve Erkan (1991) tarafından yapılan çalışmada her üç toprak tipinde üretilen şeker pancarı için hazırlanan tahmin denklemlerinin hiç birinde hiç bir üretim faktörü istatistiki yönden %10 ve altında önemli bulunmamıştır. Bu nedenle bu araştırmada elde edilen bulgularla Çiçek ve Erkan (1991) tarafından yapılan araştırmada elde edilen bulgular arasında karşılaştırma yapılamamıştır. Bu bağlamda sadece her iki çalışmada da yer alan sulama sayısı faktöründen söz edilebilir. Bu çalışmada şeker pancarı üretiminde sulama

sayısı değişkenine ait elastikiyet katsayısı 0.030 olarak belirlenmiş olup, bu değer benzer şekilde Çiçek ve Erkan (1991) tarafından kolüviyal topraklarda üretilen şeker pancarı için 0.034 ve alüviyal topraklarda üretilen şeker pancarı için 0.042 olarak hesaplanmıştır.

Gündoğmuş (1997) İç Anadolu Bölgesinde Ankara, Eskişehir, Konya ve Yozgat illerinde Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi ile belirlenen 120 tarım işletmesinden elde edilen veriler yardımıyla şeker pancarı üretiminin fonksiyonel analizini yapmıştır. Şeker pancarı üretim fonksiyonunda yer alan değişkenler ve elastikiyet katsayıları şöyle belirlenmiştir: bağımlı değişken (Y) şeker pancarı üretim miktarı, bağımsız değişkenler ise; erkek işgücü-saat-(0.157), çekigücü-saat-(0.091), gübre miktarı (0.147), sulama süresi (0.081) ve şeker pancarı üretim alanı-dekar-(0.562). Fonksiyonda bulunan şeker pancarı üretim alanı elastikiyet katsayısı %1, çekigücü elastikiyet katsayısı ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tahmin fonksiyonunun determinasyon katsayısı (R^2) 0.986, DW d=1.801 olarak hesaplanmıştır. Üretim faktörlerine ait üretim elastikiyetleri toplamı ($\sum b_i$) 1.038 olup, ölçeğe artan getiriyi ifade etmektedir. Aynı çalışmada bağımsız değişkenlerin marjinal etkinlik katsayıları da şöyle bulunmuştur; erkek işgücü-saat-(1.01), çekigücü-saat- (2.36), gübre miktarı (2.27), sulama süresi (16.59) ve şeker pancarı üretim alanı-dekar-(9.18). Bu değerler fonksiyonda yer alan değişkenlerin tamamının pozitif üretim elastikiyeti katsayılarına sahip olduğunu, ancak değişkenlerin (erkek işgücü faktörü hariç), ekonomik optimumun altında kullanıldığını ve artırılmaları gerektiğini göstermektedir. Bu çalışmada hesaplanan değişkenlerin elastikiyet katsayıları toplamı ($\Sigma\beta_i$) 1.048, Gündoğmuş (1997) tarafından hesaplanan 1.038 değerine oldukça yakın bulunmuştur. Bununla birlikte bu çalışmada şeker pancarı üretiminde gübre faktörünün marjinal etkinlik katsayısı 3.91 olarak belirlenmiş olup, Gündoğmuş (1997) tarafından tespit edilen 2.27 katsayısına benzer şekilde kullanım miktarı artırılması gerekmektedir. Gündoğmuş (1997) tarafından yapılan çalışmada şeker pancarı üretiminde işgücü faktörü ekonomik optimum düzeyde kullanılırken, bu çalışma aynı değişkenin aşırı düzeyde kullanıldığı ve kullanım miktarının azaltılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Akçay ve Esengün (2000), çalışmada şeker pancarı üretiminde kullanılan faktörlerin birbirleri arasındaki ilişkinin niteliğine ilişkin sonuçlar; Arazi-işgücü, arazi-çekigücü ve arazi-gübre arasında tamamlayıcılık ilişkisi, işgücü-çekigücü ve işgücü-gübre arasında ikame ilişkisi şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada Türkiye’de şeker pancarı üretiminde gübre kullanımının optimal düzeyde olmadığı ve üretimde hala ileri tarım tekniklerinin yeter seviyeye ulaşmadığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada, Akçay ve Esengün (2000) tarafından yapılan çalışmada da belirtildiği gibi, şeker pancarı üretiminde gübre kullanım faktörünün ekonomik optimum düzeyinin altında kullanıldığı tespit edilmiştir. Zira şeker pancarı üretiminde gübre kullanım faktörünün marjinal etkinlik katsayısı 3.91 olup, ekonomik optimum noktaya ulaşabilmek için birim alanda kullanılan gübre miktarının artırılması gerekmektedir.

Bayramoğlu ve Oğuz (2005) çalışma 33 işletmeden elde edilen veriler yardımıyla şeker pancarı üretiminin ekonometrik analizi yapılmıştır. Tahmin denkleminde bağımlı değişken şeker pancarı üretim miktarı (kg), bağımsız değişkenler ise; sulama sayısı (X_1) adet, ekim alanı (X_2) dekar, gübre miktarı kg değişkenleri yer almıştır. Modelde kullanılacak değişkenler stepwise analizine tabi tutulmuştur. Stepwise analizi sonrasında elde edilen model;

$$Y = 3.05 * X_1^{0.819} * X_2^{0.056} \quad (10)$$

şeklinde oluşturulmuştur. Gübre kullanım miktarı değişkeninin (X_3) yeni oluşturulan modele alınması uygun görülmemiştir. Denkleminde yer alan değişkenlerin elastikiyet katsayıları sulama sayısında 0.812, ekim alanında ise 0.057 olarak belirlenmiştir. Fonksiyona ait determinasyon katsayısı (R^2) 0.836 olup, ($F_{hesap} > F_{tablo}$) %1 ihtimal düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Denkleminde yer alan değişkenlerden sulama sayısı %1, üretim alanı ise %5 düzeyinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yapılan çalışmada, Durbin Watson istatistiği 2.82 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değere göre %5 ihtimal düzeyinde fonksiyonda yer alan değişkenler arasında otokorelasyon olmadığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada şeker pancarı üretiminde sulama sayısı değişkeni (X_3) benzer şekilde Bayramoğlu ve Oğuz (2005) tarafından yapılan çalışmada olduğu gibi (%1 düzeyinde olmasa dahi) istatistiki açıdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Yapılan çalışmada etkinlik katsayıları sulama sayısı (X_1) için 3.39 ve ekim alanı için (X_2) 0.01 olarak belirlenmiştir. Etkinlik katsayısı 1’den az olan faktörlerin kullanımı azaltılmalı ve 1’den fazla olan (X_1) faktörlerin kullanımı artırılmalıdır. Bu durumda sulama sayısının artırılması anlamına gelmektedir. Ekim alanı için etkinlik katsayısının 1’in altında belirlenmesi ekim alanlarının azaltılması anlamına gelmemektedir. Mevcut ekim alanlarından elde edilen ürün miktarının, daha az ekim alanından alınması gerektiğini ifade etmektedir. Başka bir deyişle ekim alanını artırmadan üretim miktarının artırılması gerekmektedir. Yapılan çalışmada sulama sayısı

faktörünün marjinal etkinlik katsayısı 2.66 olarak belirlenmiştir. Bu değer Bayramoğlu ve Oğuz (2005) tarafından hesaplanan değer gibi şeker pancarı üretiminde sulama sayısının artırılması gerektiğini ifade etmektedir.

Akçay ve Uzunöz (2006), yapılan çalışmada 1975-2003 dönemi verileri kullanılarak Translog Maliyet Fonksiyonu yardımıyla Türkiye’de şeker pancarı üretiminde girdi talebi analiz edilmiştir. Çalışmada şeker pancarı üretiminde kullanılan faktörlerin ikame oranlarının ve elastikiyet katsayılarının belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu amaçla şeker pancarı üretiminde işgücü, arazi, enerji ve gübre değişkenleri dikkate alınmıştır. Çalışmada değişkenlere ait arz elastikiyet katsayılarının faktörlerin fiyat değişimlerine karşı inelastik yapıda oldukları, ülkede şeker pancarı üretiminin geleneksel olarak emek-yoğun şekilde yapıldığı sonucuna varılmıştır.

Altıntaş ve ark. (2013) tarafından yürütülen araştırmada Tokat ili Kazova Bölgesi’nde yer alan 11 yerleşim birimindeki 47 üreticiden elde edilen veriler yardımıyla şeker pancarı üretiminde kullanılan girdilerin üretimle ilişkisi fonksiyonel düzeyde incelenmiştir. Çalışmada bağımlı değişken verim (kg da^{-1}), bağımsız değişkenler ise; işgücü (X_1 EİGB), makine çekigücü (X_2 - saat da^{-1}), çapalama sayısı (X_3 - adet da^{-1}), sulama sayısı (X_4 - adet da^{-1}), azot miktarı (X_5 - kg da^{-1}), fosfor miktarı (X_6 - kg da^{-1}), kil oranı (X_7) şeklinde sıralanmıştır. Şeker pancarı için elde edilen tahmin denkleminin; çoklu determinasyon katsayısı (R^2) 0.541 olup, F testine göre %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Şeker pancarı üretiminde kullanılan işgücü (X_1) % 5.1, çapa sayısı (X_3) % 3.4, azot (X_5) % 5.1, kil oranı (X_7) % 0.9 seviyede istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmada; ekonomik optimum noktası işgücü için 51.86, çapalama sayısı için 2.03, kullanılan azot 27.04 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada Altıntaş ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmaya benzer olarak işgücü miktarı %5, gübre kullanım miktarı %1 ve çapalama sayısı değişkenleri %10 düzeyinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Yine şeker pancarı üretiminde kullanılan değişkenlerin elastikiyet katsayıları toplamı ($\sum\beta_i$) 1.048 ile bu araştırmada hesaplanan değer gibi ölçeğe artan getiriye sahiptir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular diğer araştırma bulguları ile karşılıklı olarak değerlendirildiğinde genelde fonksiyonel analizde kullanılan değişkenlerin birbirine yakın olduğunu, fonksiyona ilişkin R^2 ve F-Testi sonuçlarının da paralellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ancak fonksiyonlarda yer alan üretim faktörleri araştırmanın amacına göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda genellikle fonksiyonda yer alan değişkenlerden özellikle sulama ve gübreleme değişkenlerinin önem düzeyinin diğer değişkenlere nazaran daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu araştırmada da şeker pancarı üretiminde yer alan değişkenlerde gübre miktarına ilişkin değişken %1, sulama sayısı değişkeni ise %5 düzeyinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Fonksiyonda yer alan değişkenlerin elastikiyet katsayıları toplamı ($\sum\beta_i$ 1.048) ölçeğe artan getiriye vermektedir. Üretim faktörleri içinde marjinal etkinlik katsayısı en yüksek değişken 3.91 ile sulama değişkeni olmuştur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yürütülen araştırmada şeker pancarı üretim miktarı ile; tohumluk kullanım miktarı, gübre kullanım miktarı, tarımsal mücadele ilacı kullanım miktarı, işgücü kullanım miktarı, sulama sayısı ve çapalama sayısı faktörleri arasındaki ilişkiler Cobb-Douglas tipi fonksiyon kullanılarak incelenmiştir.

Çalışmada şeker pancarı üretimine ilişkin oluşturulan fonksiyonda; gübre miktarı (X_2) ve işgücü (X_4) değişkenleri %1, tohum miktarı (X_1) ve sulama sayısı (X_5) değişkenleri %5 ve tarımsal mücadele ilacı (X_3) ve çapalama sayısı (X_6) değişkenleri ise %10 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuş, üretim miktarı üzerinde etkili olan faktörlerin üretim elastikiyetleri katsayıları toplamının ise ($\sum\beta_i$: 1.048) ölçeğe artan getiriye sahip olduğu anlaşılmıştır.

Tahmin denkleminde yer alan değişkenlerden en yüksek marjinal etkinlik katsayısı 3.91 ile gübre değişkenine (X_2) ait olup, bu değişkeni 2.66 katsayısı ile çapalama sayısı değişkeni (X_6) izlemektedir. Faktörlerin marjinal etkinlik katsayılarına göre incelenen işletmelerde şeker pancarı üretiminin artırılabilmesi için birim alanda kullanılan gübre (X_2), tarımsal mücadele ilacı (X_3) ve çapalama sayısının (X_6) artırılması gerekmektedir. Zira bu değişkenlerde marjinal gelir marjinal maliyetten yüksektir. Yapılan araştırmada sulama sayısı değişkeninin (X_5) ekonomik optimum düzeye en yakın girdi olduğu tespit edilmiştir.

Girdi kullanım miktarı girdi fiyatı ile doğrudan ilişkili bir durumdur. Zira, kullanılan girdi miktarı o girdiye ait fiyatların aşırı derecede değişiklik göstermesi üreticileri de yeni duruma ayak uydurmakta zorlamaktadır. Diğer bir ifade ile makul girdi fiyatlarında üreticiler ürünün özelliğine göre girdi kullanabilirken, girdi fiyatlarındaki aşırı yükselme üreticileri özellikle kullanılan gübre, mazot, tarımsal mücadele ilacı, sulama sayısı, çapalama sayısı

değişkenlerinde azalmaya giderek ürün maliyetini düşürmeye zorlamaktadır. Doğal olarak üretilen ürün de verim bakımından düşük düzeyde kalmaktadır. Belirtilen hususu özellikle 2021 ve 2022 yıllarında Türk çiftçisi yaşamıştır.

İncelenen işletmelerde şeker pancarı üretiminde girdi kullanımında etkinliğin sağlanabilmesi için öncelikle girdi fiyatlarının makul düzeyde belirlenmesi, girdi maliyetlerinin diğer ülke üreticileriyle rekabet edilebilir hale getirilmesi ve üretici refahı açısından pancar tarımının (en azından fark desteği kapsamında ya da özel bir destek kalemiyle) desteklenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda şeker pancarı için açıklanan alım fiyatları reel olarak hesaplanmalı ve destekleme kalemleri içinde yer almalıdır.

Teşekkür: Bu makale Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı'nda yürütülen ve 08.07.2022 tarihinde kabul edilen "Çanakkale İlinde Şeker Pancarı Üretiminin Ekonomik Analizi" isimli yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır. Anket uygulaması aşamasında yöneltilen soruları sabırla dinleyip içtenlikle yanıtlayan Balıkesir ili şeker pancarı üreticilerine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Arif Semerci  <http://orcid.org/0000-0003-0893-3748>

Musab URAL  <http://orcid.org/0000-0002-1555-508X>

KAYNAKLAR

- Akbay, A.Ö. 2003. Türkiye'de şeker üretiminin ekonomik ve sosyal karlılığının değerlendirilmesi. TAEA Proje Raporu, Yayın No:104, 19 s. Ankara.
- Akçay, Y., Esengün, K. 2000. Türkiye şeker pancarı üretiminde faktör talep analizi (1980-1998) (Translog Maliyet Fonksiyonu Uygulaması). 4. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. Tekirdağ.
- Akçay, Y., Uzunöz, M. 1999. Tarım İşletmelerinde Kaynak Kullanımı Etkinliği Üzerine Bir Araştırma: Niksar Ovası Örneği. *Tarım ve Mühendislik Dergisi*. 59: 29-38
- Akçay, Y., Uzunöz, M. 2006. Sugar and sugar beet policy reformas in Turkey. *Journal of Applied Sciences*, 6(5): 1123-1127.
- Altıntaş, A., Altıntaş, G., Karkacier, O. 2013. Tokat-Kazova yöresinde şeker pancarı ve buğday için bitki-verim fonksiyonları. *Verimlilik Dergisi*, (1): 87-106.
- Anonymous, 2022. Türk Şeker 2021 Sektör Raporu. 59 s. (erişim: https://www.turkseker.gov.tr/data/dokumanlar/2021_Sektor_Raporu.pdf, tarih: 22.09.2022).
- Asgharipour, M.R., Mondani, F., Riahinia, S. 2012. Energy use efficiency and economic analysis of sugar beet production system in Iran: A case study in Khorasan Razavi province. *Energy*, 44(1): 1078-1084.
- Baran, M.F., Gokdogan, O. 2016. Determination of energy balance of sugar beet production in Turkey: a case study of Kırklareli Province. *Energy Efficiency*, 9, 487–494.
- Bayramoğlu, Z., Oğuz, C. 2005. Konya ili Çumra ilçesinde arazi toplulaştırması yapılmış tarım alanlarında buğday, fasulye ve şeker pancarı üretimini etkileyen faktörlerin ekonometrik analizi, küçükköy örneği. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(35):75-83.
- Breustedt, G., Habermann, H. 2011. The incidence of EU per-hectare payments on farmland rental rates: a spatial econometric analysis of German farm-level data. *Journal of Agricultural Economics*, 62: 225–243.
- Çiçek, A., Erkan, O. Tokat ili Kazova Bölgesinde şeker pancarı üretimi ve üretim girdilerinin ekonometrik analizi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 1991 (2) 41-54.

- Dahab, M.H., Basheer, E.M.H., Abdallah, O.A. 2020. Energy use efficiency and cost-benefit analysis of sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the irrigated central clay plain of Guneid Area – Sudan. *Journal of Energy Research and Reviews*, 6(2): 49-57.
- Dayoub, M. 2015. Econometric analysis of the cost functions of sugar beet cultivation in Idleb Province, Syria. *Jordan Journal of Agricultural Sciences (JJAS)*, 11(1): 295-306.
- Elasraag, Y.H. 2019. Economic analysis of sugarcane and sugar beet in Egypt. *Zagazig J. Agric. Res.*, 46(1): 209-215.
- Ekinci, Y.E., Kulan, E.G., Kaya, M.D. 2022. Sugar beet seed production in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(3): 489-495.
- Erdal, G., Esengün, K., Erdal, H., Gündüz, O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy*, 32 (1): 35-41.
- El-Khalifa, Z.S., Mohamed, M. Sh. 2020. Econometric study of sugar beet crop in Egyptian new lands. *Plant Archives*, 20(2): 9707-9713.
- FAO, 2022. Bitkisel Üretim Verileri (<http://www.fao.org/faostat>.)
- Gromkovskii, A. I., Gromkovskii, A.A., Gromkovskaia, N.A. 2021. Economic and mathematical model of the profit of sugar production from beets. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 640 (052005 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/640/5/052005).
- Gholami Ghajelou, J., Ghanbarian, D., Maleki, A., Torki Harchegani, M. 2015. Energy use efficiency and economic analysis of sugar beet fields in Miandoab city, West Azerbaijan province. *Journal of Sugar Beet*, 31(1): 122-109.
- Gül, İ. 2019. Kahramanmaraş ili Afşin ilçesinde şeker pancarı üreten tarım işletmelerinin ekonomik analizi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 61 s. Kahramanmaraş.
- Gündoğmuş, E. 1997. İç Anadolu Bölgesi tarım işletmelerinde şeker pancarı üretiminin simülasyon yöntemiyle fonksiyonel analizi. Ankara Ün. Fen Bilimleri Ens., Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 164 s., Ankara.
- Gündoğmuş, E. 1998. Ankara ili Akyurt ilçesi tarım işletmelerinde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) üretiminin fonksiyonel analizi ve üretim maliyetinin hesaplanması. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22 (1998) 251-260.
- Heady, O.E., Dillon, J.L. 1966. *Agricultural Production Functions*. Iowa State University Press, USA.
- Hekimoğlu, B., Altındağ, M. 2006. Tarımın ve tarımsal göstergelerin; Türkiye'deki ve Samsun ilimizdeki gelişim seyri. Samsun Valiliği Tarım İl Müdürlüğü Strateji Geliştirme Birimi. (erişim <https://doi.org/10.24181/tarekoder.369541>, tarih: 30.10.2022).
- Hua, F., Yangyang, L., Cong, F., Peishu, H., Kaiyong, W. 2016. Energy-use efficiency and economic analysis of sugar beet production in China: A Case Study in Xinjiang Province. *Sugar Tech*, 18(3): 309–316.
- Iqbal, M.A., Saleem, A.M. 2015. Sugar Beet Potential to Beat Sugarcane as a Sugar Crop in Pakistan. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 15 (1): 36-44.
- ISO, 2020. Quarterly Market Outlook, (2020). (erişim <https://www.isosugar.org/publications/3/quarterly-market-outlook>).
- Kanat, Z. 2019. Orta Anadolu tarım havzasında farklı işletme tiplerinin ve bu işletmelerde üretilen bitkisel ürünlerin rekabet üstünlüklerinin tespiti üzerine bir araştırma. T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı.(Doktora Tezi). 176 s. Konya.
- Karagölge, C. 1973. Arazi tasarruf şekillerine göre Erzurum ilindeki tarım işletmelerinin ekonometrik analizi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: Ankara.

- Karkacier, O. 2001. Tarım Ekonomisi alanına ilişkin fonksiyonel analizler ve bu analizlerden çıkartılabilecek bazı kantitatif bulgular. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:49, Ders Notları Serisi No:26, 73 s., Tokat.
- Kepoğlu, A. 2008. Şeker pancarında kota uygulamalarının şeker pancarı üretimine etkileri ve üreticilere sosyo-ekonomik durumlarında meydana gelen değişimler, Eskişehir ili Alpul ilçesi araştırması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 148 s. Ankara.
- Kızılaslan, H., Gürler, A.Z. 2000. Tarıma dayalı ve tarıma bağlı sanayi işletmeleri yönetim sürecinde kuruluşları ve organizasyonları. Gaziosman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları no:47 kitaplar serisi No:18 Tokat.
- Kızıloğlu, S. 1994. Erzurum ilinde buğday, arpa, patates, ayçiçeği, şeker pancarı, fiğın üretim maliyeti ve arz fonksiyonlarının ekonometrik analizi. TÜBİTAK Tarım ve Orman Araştırma Grubu. Proje No: TOAG-1035. 123 s. Erzurum.
- Kızıloğlu S., Dağdemir, V., Erem, T. 2003. Gazi Üniversitesi VI. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 29 - 30 Mayıs 2003, ss.1-7. Ankara.
- Kimiagari, A. M., Teymouri, A. 2009. Evaluation of sugar beet production efficiency with estimation of frontier production function. *Journal of Agriculture*, 11(1): 101-116.
- Mansour, S.F., Eldeep, S.M. 2014. Technical and economic efficiency of sugar beet production in Sahl El Tina: Using Data Envelopment Analysis (DEA). *Arab Univ. J. Agric. Sci.*, 22(1): 93-106.
- Mousavi, S.N., Gharaghani, F., Taheri, F., Mohammadi, H. 2008. Factors effective on sugar beet supply in Fars province. *Journal of Sugar Beet*, 24(1): 107-119.
- Neill, R.J. 2002. Production and production functions: some implications of a refinement to process analysis. *Journal of Economic Behaviour & Organization*. 51(4): 507-521.
- Özçelik, A. 1989. Ankara Şeker Fabrikası civarındaki şeker pancarı yetiştiren tarım işletmelerinde şeker pancarı ile buğday için fiziki üretim girdileri ve üretimin fonksiyonel Analizi A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1113, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, 53 s., Ankara.
- Parhizkari, A. 2019. Evaluation of Qazvin Plain beet growers in sugar beet yield insurance plan under premium rate policy terms. *Journal of Sugar Beet*, 34(2): 227-241.
- Reineke, H., Stockfisch, N., Märländer, B. 2013. Analysing the energy balances of sugar beet cultivation in commercial farms in Germany. *Eur. J. Agron.* 45:27–38.
- Renwick, A. W., Revoredo Giha, C.L., Reader, M.A. 2005a. UK sugar beet farm productivity under different reform scenarios: A farm level analysis. AgEcon Search. University of Cambridge, Department of Land Economy. Environmental Economy and Policy Research. Discussion Paper Series. Number: 04.2005. 16p.
- Renwick, A. W., Giha, R., Cesar, L. 2005b. Crop substitution on UK sugar beet farms and its effects on the environment: A Multi-Product Cost Function Approach. AgEcon Search. University of Cambridge Department of Land Economy. Environmental Economy and Policy Research. Discussion Paper Series. Number: 10.2005. 21 p.
- Salehi, M.A.; Almassi, M.; Borghai, A.M.; Beheshti, B. 2015. Determination of energy balance for sugar beet production. *Biological Forum*, 7(1): 1178-1184.
- Shahgholi, G., Gundoshmian, T.M., Molaie, F., Eskandari, O. 2018. Energy use pattern in production of Sugar Beet in west Azerbaijan province of Iran. *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal*, 20, 118-127.
- Soltanpanahi, T.N.S., Kammardi, P., Ghaderzadeh, H. 2013. Analysis of input-output energy use in sugar beet production in Iran. *World Applied Sciences Journal*, 28(9): 1252-1261.
- Sunulu, S., Sunulu, A. 2016. Şeker pancarında Cercospora yaprak lekesi hastalığı. *Pankobirlik*, 27(108): 34-41.

- TOB, 2021. Tarım Ürünleri Piyasaları- Şeker pancarı-. TEPGE Yayınları, Haziran-2021. (erişim <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Haziran%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/%C5%9Eekerpancar%C4%B1,%20Haziran-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu,%20TEPGE.pdf>)
- Topçu, Y., Uzundumlu, A., Karadaş, K. 2012. Erzurum İlinde Şeker pancarı Üretim Maliyeti. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2-Ek:A): 41-50.
- TÜİK, 2022. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. Üretim İstatistikleri. (erişim <https://www.tuik.gov.tr>).
- Uluğ, S.E. 1973. Alparslan Devlet Üretme Çiftliğinde buğday üretiminin ekonometrik analizi, Atatürk Ü. Yayınları:311, Ziraat Fakültesi Yayın No:152, Ankara.
- Yazdani, S., Rahimi, R. 2013. Evaluation the Efficiency of Sugar beet Production in Qazvin Plain. *Journal of Sugar Beet*, 28(2): 221-209.
- Zamani, O., Mojaverian, M., Nader, H. 2019. Comparing efficiency between cooperative and non-cooperative farms: A case of sugar beet farmers of West Azerbaijan, Iran. *International Journal of Rural Management*, 15(1): 78–96.
- Zoral, K. 1973. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonunun Yukarı Pasinler Ovasındaki Patates Üretimine Uygulanması. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:303, Sevinç Matbaası, Ankara.
- Zoral, K.Y. 1984. Üretim Fonksiyonları, Dokuz Eylül Ü. Müh. Mim. Fakültesi, MM/END-84 EY 052, İzmir.

Sustainability of Production in Melon Growing Farms: The Case of Hatay Province

Geliş Tarihi: 23.10.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.06.224 Kabul Tarihi: 03.07.2024

ABSTRACT

The aim of this study is to reveal the functioning and sustainability of melon producing farms in Hatay province. In the research, a face-to-face survey was conducted with 50 melon farmers in Hatay province. Additionally, the problems and disruptions encountered in melon production were identified in the study. Female labor is used extensively in melon production. In 2022, it was determined that women working in melon cultivation work for a daily wage of ₺150 (approximately \$9). In 2021, 1 638 638 tons of melons were produced in an area of 668 753 ha in Türkiye. In Hatay, 32 537 tons of melons were produced from 13 230 decares of cultivation area. In addition, Kırıkhan melon received a geographical indication. Kırıkhan melon is a product that attracts attention in terms of taste and aroma. Melon prices follow a fluctuating trend during the production season. Input costs are also a serious problem in melon production. The average melon production cost was ₺10692 (approximately \$590) for 1 decare. High costs threaten the sustainability of small family farms in production. As a result, farmers need to be supported and encouraged for production. Otherwise, melon production will be abandoned by small family farms. In this regard, it is important to increase training and extension activities.

Key words: Melon, production, market, extension, sustainability.

Kavun Üreten İşletmelerin Üretimde Sürdürülebilirliği: Hatay İli Örneği

ÖZ

Bu çalışmanın amacı; Hatay ilinde kavun üretimi yapan işletmelerin yapısını ve işleyişini ortaya koymak ve bölgedeki kavun üretimi ve pazar durumunu değerlendirmektir. Araştırmada, Hatay ilinde faaliyet gösteren 50 kavun üreticisi ile yüz-yüze anket çalışması yürütülmüştür. Ayrıca, kavun üretiminde karşılaşılan sorunlar ve yaşanan aksaklıklar tespit edilmiştir. Kavun üretiminde de kadın işgücü yoğun olarak kullanılmaktadır. 2022 yılı üretim sezonunda kavun yetiştiriciliğinde faaliyet gösteren kadınların günlük ₺150 (yaklaşık \$9) ücret karşılığı çalıştığı belirlenmiştir. Türkiye’de 2021 yılında 668 753 ha alanda, 1 638 638 ton kavun üretimi gerçekleştirilmiştir. Hatay’da ise 13 230 da ekim alanından 32 537 ton kavun üretilmiştir. Hatay ilinde Kırıkhan kavunu coğrafi işaret almış olup tat ve aroma bakımından dikkat çekmektedir. Kavun fiyatları üretim sezonunda dalgalı bir seyir izlemektedir. Kavun üretiminde girdi maliyetleri de ciddi bir sorundur. Kavun üretim maliyeti 2022 yılında 1 da için ortalama ₺10 692 (yaklaşık \$590) olarak gerçekleşmiştir. Yüksek maliyetler küçük aile işletmelerinin üretimde sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu alanda üreticilerin desteklenmesi ve üretime teşvik edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde kavun üretimi küçük aile işletmeleri tarafından terk edilecektir. Bu hususta eğitim ve yayım faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Kavun, üretim, pazarlama, yayım, sürdürülebilirlik.

INTRODUCTION

While the melon itself can be consumed fresh, its seeds can also be consumed as a snack. Additionally, the use of its bark in the food (jam, marmalade, etc.), medicine (natural medicines) and cosmetics industry has also gained importance in recent years. However, melon is a very risky product in terms of cultivation and marketing. There is intensive use of inputs in melon production. Sudden price changes and low and fluctuating product prices are an important problem. Nevertheless; it is seen as a valuable product with high commercial value in different countries. The economic return of melon production is generally high. Therefore, its efficiency needs to be increased (Yılmaz et al., 2011; Yılmaz and Akyıldız, 2018; Aydemir et al., 2023). Saediman et al., (2020) stated that melon and watermelon production is profitable and the income-cost ratio is higher than 1. However, this rate is low for small farmers. Lack of knowledge and skills, farmers' entrepreneurial ability, warehouse and storage problems, market and market problems have an impact on costs (Saediman et al., 2019). Among the general energy inputs in melon cultivation, the highest energy consumption inputs are fertilizer energy, fuel-oil energy and human labor energy, respectively (Baran and Gökdoğan, 2014). Yılmaz et al., (2011) also reported that labor force (231.60 h ha⁻¹) and machine power (27.60 h ha⁻¹) were the most important cost items, and land rent, seed and fertilizer cost in melon production, respectively.

The low level of technology use, use of their own seeds and high costs are seen as obstacles to modern melon cultivation. In Türkiye, melon cultivation is seriously affected by limited land, increasing competition for decreasing water and energy resources, and the effects of climate change. For this reason, it is extremely important to transition to sustainable agriculture and food (Akkuş et al., 2023). In this context, local genetic resources must be compiled, identified and recorded without being exposed to genetic erosion. All of these are essential for contributing to modern agriculture and for sustainable agriculture (Koca and Paksoy, 2023).

Technological developments in the agricultural sector in the world are rapidly progressing and developing day by day. With these developments, differences emerge in the cultural processes applied. Additionally, it is used in the production of newly developed varieties. However, it is seen that the speed of adoption of these practices by farmers is not in parallel with the speed of technological developments in Türkiye (Ece, 2017).

Economic sustainability is equivalent to the concept of agricultural enterprise viability, that is, its ability to survive for a long time in changing market conditions (Guth et al., 2020). Product prices, income and production costs, effectiveness, liquidity, stability and productivity indices, and people's needs to survive in farming are used as economic sustainability indicators (Wrzaszcz and Zegar, 2014; Latruffe et al., 2016; Başer et al., 2017; Özkan and Armağan, 2019).

There are fluctuations in Türkiye's melon production values over the years. While there has been a serious decrease in Türkiye's cultivation area in the last 10 years, there is no significant change in the production quantity. According to TURKSTAT 2021 data, Türkiye's melon cultivation area was 668 753 da, decreasing by 16% in the last 12 years. Türkiye's melon production amount increased by 2% between 2010-2021 and reached 1 638 638 tons in 2021. It is seen that the melon cultivation area in Hatay decreased by 21% (13 230 da) (TUIK, 2022). Additionally, Hatay's melon production quantity decreased about 12% in 2021 (Kaya and Tarakçı, 2022).

The aim of this study is to reveal the functioning and sustainability of melon producing farms. Melon is an important export product for Hatay province. It is a product that has received a geographical indication for every region in its field. Additionally, this region has not been studied before. This issue is important for both Hatay province and Türkiye's economy. There are very few studies on the economics of melon cultivation in Türkiye. For this reason, this study is an original study that can make a significant contribution to all scientific studies on melon.

MATERIAL and METHOD

The main material of the research consists of primary data obtained from melon producing farms in Hatay province (Kırıkhan district). In Hatay, 50 melon farmers were interviewed. The data used in the study was collected through a face-to-face survey in 2022. The prepared survey forms contain information about the farmers and the farms. Melon cultivation, costs, inputs, melon marketing situation and many other questions were asked in this field. In addition to primary data, data from the Ministry of Agriculture and Forestry and previous national and international studies on the subject were also used in the research.

The places where melon farmers are concentrated in the research area were determined by "Purposeful Sampling" through interviews with the Provincial Directorate of Agriculture. In determining the main population and research area, places where melon production is intense were taken into account. Therefore, the number of melon farmers in the villages/neighbourhoods selected from the research area constituted the main population of the study. Simple random sampling method was used to determine the sample size.

The formula for the sampling method is given below (Çiçek and Erkan, 1996):

$$n = \frac{(N*s^2*t^2)}{(N-1)d^2+s^2*t^2}$$

In Equation;

n = Sample size

s = Standard deviation

t = t value in the 95% confidence interval (1.96)

N = Total number of farmers

d = Indicates acceptable error (5%)

In the study, a face-to-face survey was conducted with 50 melon farmers in Hatay province. In 2021, 1 638 638 tons of melons were produced in an area of 668 753 ha in Türkiye. In Hatay, 32 537 tons of melons were produced from 13 230 decares of cultivation area. According to the data of the Ministry of Agriculture and Forestry, melon production in Hatay province was carried out by 189 farmers in 2021 (TOB, 2021).

Kırıkhan melon, which has a geographical indication, has an important place in the region. This geographical indication was registered on 13.09.2021 to be protected as of 23.11.2020 under the Industrial Property Law (TÜRK PATENT, 2021). Thus, the recognition of Kırıkhan melon was increased. In the study, the sustainability of the activities of the farms was examined by determining the current condition of buildings, land, tools and equipment. Additionally, problems encountered, evaluation and marketing of products were investigated in the study.

Average costs of inputs used were determined according to farmers' responses. Moreover, the importance level of the problems encountered in melon farming and change in melon production in the last 20 years was determined using a 5-point Likert scale. The reliability of the scales was tested with Cronbach's Alpha value. The fact that the alpha (α) coefficient is $0.60 \leq \alpha < 0.80$ indicates that the scale is quite reliable (Kalaycı, 2016). Tekin (2000); Tavşancıl (2014) it was reported that reliability is an indicator of the stability of the measurement tool. Also, Kruskal-Wallis H test was conducted to measure the differences between the presence of water problems in melon production and the changing issues regarding melon production in the last 20 years. Kalaycı (2016) it was said that with this analysis, comparisons are made for three or more groups. Additionally, the activities carried out by women were investigated.

As a result, the socio-economic structure of the farms producing melon and the farmers activities in melon cultivation were evaluated in the study. Thus, it is thought that this study will contribute to policy makers and the regional economy.

RESULTS and DISCUSSIONS

The data was obtained by face-to-face interviews with melon producing farms in Hatay province. In Hatay, brokerage enterprises play an important role in both the production and marketing stages.

General information about the farms and farmers

The ages of the farmers participating in the study range between 28 and 69 years. Farmers are generally among the active population, and the average age is 45.66. In addition, it was determined that more than 90% of the individuals growing melon in Hatay province had a good education level (high school and university). The family size of farmers varies between 2 and 7 people. Additionally, it consists of families with an average of 5 people. Most of these farmers are experienced in agricultural production. The average farming experience of farmers is 24.36 years. Also, the farmers have over 10 years of experience in melon cultivation. Furthermore, approximately 90% of farmers stated that they keep farm records. The study also found that farmers have a high rate of technology use such as computers and telephones. . In addition, almost all farmers have social security. Approximately 2/3 of melon farmers in Hatay province stated that they used credit. Additionally, 56% of melon growers also operate non-agricultural farms. In the study, it has been determined that melon growers also grow carrots. Akkuş et al., (2023) calculated the average age of melon farmers as 56.4 years. Yılmaz et al., (2011) found that the average farmer age was 47.59. Additionally, it was reported that they are generally farmers in the middle age group and the average family population is 4 people. Moreover, it has been reported that the agricultural experience of the farmers varies between 2 and 70 years, while the melon production experience varies between 2 and 45 years. In their study, Akkuş et al. (2023) calculated the average agricultural experience of farmers as 37.2 years and the average melon production experience as 27.6 years. It was also determined that 22.5% of melon farmers worked in another activity other than agriculture. It was dedicated that all melon producers within

the scope of the research had social security. Ece, (2017) melon farmers in the area, have significant knowledge and experience.

Melon and carrot production is under the monopoly of brokers in Hatay. The annual average non-agricultural activity income of melon farmers was calculated as ₺265 000 (approximately \$14 000). The annual income of melon farmers varies between ₺200 000 and ₺6 000 000. The average annual income of farmers was calculated as ₺1 016 704.55 (approximately \$56 000) (Figure 1).

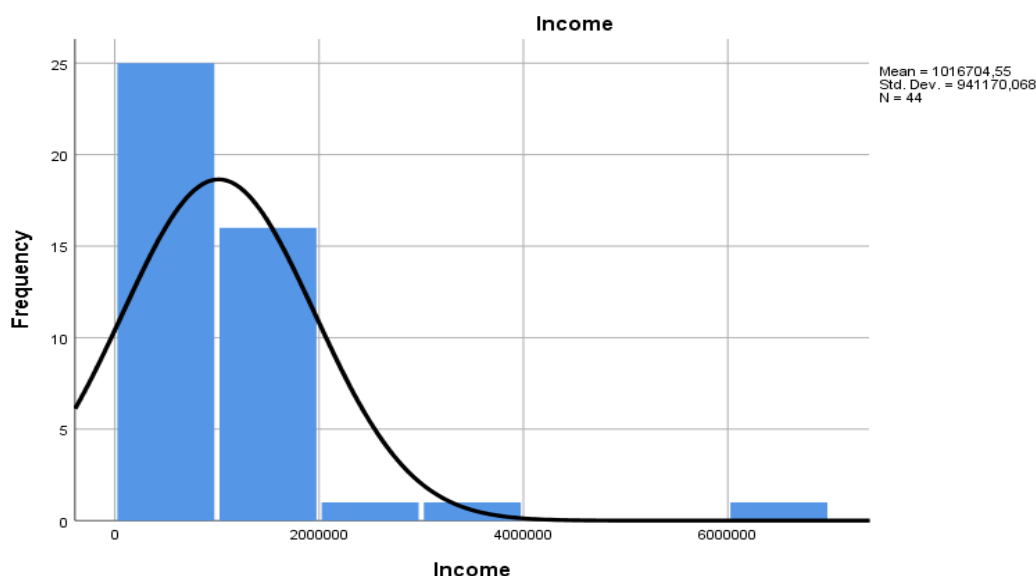


Figure 1. Annual income distribution of farmers

Farmers also grow different products along with melons. It was determined that they also grew products such as carrots, cotton, corn, wheat, nectarines and peppers. Additionally, it was determined that 46% of farmers grow winter vegetables. Approximately 70% of individuals who grow melons reported that they grow carrots as a winter vegetable. Farmers contribute to the production pattern of Hatay province by growing spinach and lettuce, as well as carrots. In the study, only 14.9% of the farmers stated that they had soil analysis done (Table 1).

Table 1. General information about the farms

Variable	Definition	N	%	Variable	Definition	N	%
Soil analysis	Yes	7	14.9	Production method	Seedling	44	88
	No	40	85.1		Both seeds and seedlings	6	12
Grafted seedling	Yes	31	62	Planting method	Flat	16	32
	No	19	38		Embankment	34	68
Cultivation type	In the open field	-	-	Water problem	Yes	16	32
	greenhouse	31	62		No	31	62
	Both of them	19	38		Sometimes	3	6
Between rows (cm)	140	31	62	On row (cm)	70	22	44
	145	3	6		75	6	12
	150	16	32		80	22	44
Tunnel type	Mini	19	38	Cover	Plastic	50	100
	Low	31	62		Single layer	50	100
Irrigation*	Regular	50	100	Policies	Very inadequate	32	64
	Drip	50	100		Inadequate	15	30
	Frequency (two days)	50	100		Undecided	3	6

Additionally, 88% of the farmers stated that they produced with seedlings, and 12% used both seedlings and seeds. Moreover, 62% of farmers reported using grafted seedlings. Farmers who grow melon mostly operate in the form of greenhouse agriculture. Generally, the planting method is determined as 140 cm (62%) between

rows and 70-80 cm above the row. Furthermore, production continues using mini and low tunnels with a single layer of plastic cover material. In addition, 32% of melon growers in the region reported that they had water problems. For this reason, farmers irrigate regularly every two days using the drip irrigation method. Policies implemented in melon cultivation, which is a branch of activity with high production costs, are generally inadequate by the farmers (Table 1).

Duman et al., (2020) it was stated that support is needed during the production phase and to increase market opportunities. Additionally, it has been revealed that greenhouse melon production has increased by 75% in the last 10 years. Moreover, it was also mentioned that pineapple (low plastic tunnel and open field), Ankara, Kırkağaç, Canary, Gallia, Kantalop (greenhouse, low plastic tunnel and open field) and Charentias (greenhouse and low plastic) melon types can be grown. Also, it was said that half of the farmers prefer hybrid and open-pollinated varieties and that hybrid varieties dominate.

Farmers complain about increasing costs and low product prices. For this reason, 80% of melon farmers in Hatay province reported that they will not grow melons next year (2023 production season). Additionally, capital distribution of melon growers in Hatay province is given in Table 2. In this section, attention was drawn to the option most preferred by farmers. According to this, 44% of farmers have building asset capital between 1-5 million. Additionally, 78% of them have land improvement capital of less than ₺100 thousand. Moreover, 70% have less than 10 thousand animal capital. Furthermore, it was determined that 32% of them had capital between ₺500 thousand and 1 million, and 38% of them had a mechanization capital of over ₺1 million. Additionally, it was revealed that 54% of the farmers had a warehouse capital of less than ₺50 thousand. In addition, 82% of the farmers generally have paye money of less than ₺50 thousand. Also, it was determined that 30% of the farmers had a debt between ₺100-500 thousand, and 40% had a debt of more than ₺500 thousand (Table 2).

Table 2. The farm's view to grow melons next year and capital status

Variable	Definition	N	%	Variable	Definition	N	%
Views of growing melons next year	Yes	10	20	Animal capital (₺)	10 thousand >	7	70
	No	40	80		10-50 thousand	3	30
Building ownership (₺)	500 thousand >	6	12	Mechanization (₺)	100 thousand >	3	6
	500 thousand -1 milyon	16	32		100-500 thousand	12	24
	1-5 million	22	44		500 bin-1 million	16	32
	5 million <	6	12		1 million <	19	38
Land improvement (₺)	100 thousand >	39	78	Material-ammunition warehouse (₺)	50 thousand >	27	54
	100-500 thousand	8	16		100-500 thousand	6	12
	1 million <	3	6		500 thousand <	17	34
Paye (₺)	None	-	-	Debt (₺)	50 thousand >	12	24
	50 thousand >	41	82		50-100 thousand	3	6
	100-500 thousand	3	6		100-500 thousand	15	30
	500 thousand <	6	12		500 thousand <	20	40

Change of melon production in the last 20 years

There are differences in farmers' thoughts about the change in melon production in the last 20 years. The importance level of total cost, tools and equipment capital, number of machine usage, number of fights against diseases and pests, fertilization dose, dosage used for diseases and pests was found to be high. The importance level of seeds per decare, planting frequency and yield was found to be lower. The low level of importance reveals that the change in the last 20 years has not been much (Table 3).

Kruskal-Wallis H test was conducted to measure the differences between the presence of water problems in melon production and the changing issues regarding melon production in the last 20 years. By the test, It has been determined that there is a statistically significant difference between the presence of water problem and the dosage amount used for diseases and pests ($X^2=17.461$; $p<0.01$), number of fertilization ($X^2=13.628$; $p<0.01$), fertilization döşe ($X^2=18.407$; $p<0.01$), number of hoeing ($X^2=17.962$; $p<0.01$), hoeing hours ($X^2=7.206$; $p<0.05$), yield ($X^2=6.011$; $p<0.05$), product quality ($X^2=8.300$; $p<0.05$), total cost ($X^2=6.646$; $p<0.036$) and labor use ($X^2=8.419$; $p<0.05$). But, it was stated that there was no significant difference between the seeds planted per decare ($X^2=1.233$; $p>0.05$), planting frequency ($X^2=1.233$; $p>0.05$), number of fights against diseases and pests ($X^2=2.365$; $p>0.05$), number of machine usage ($X^2=1.123$; $p>0.05$), machine usage hours ($X^2=2.353$; $p>0.05$) and capital of tools and equipment ($X^2=0.649$; $p>0.05$). In other words, it is understood that water shortage causes new problems in different matters.

Table 3. Change of melon production in the last 20 years

Change	Mean	SD	Median	N	Cronbach's Alpha
Total cost	4.94	0.240	3.00		
Tool equipment capital	4.84	0.370	3.00		
Number of machine uses	4.70	0.580	5.00		
Number of fights against diseases and pests	4.68	0.471	5.00		
Fertilization dose	4.62	0.490	5.00		
Machine usage (hours)	4.58	0.702	5.00		
Number of fertilization	4.54	0.734	5.00		
Dosage amount used for diseases and pests	4.48	0.471	5.00	50	0.693
Labor use	4.34	1.154	3.50		
Number of hoeing	3.94	0.978	3.00		
Hoeing hours	3.70	1.165	2.00		
Product quality	3.10	1.298	3.00		
Seeds planted per decare	2.88	0.328	5.00		
Planting frequency	2.88	0.328	5.00		
Yield	2.28	1.213	5.00		

Scale: 1=very decreased, 2=decreased, 3=same, 4=increased, 5=very increased

Melon price formation and marketing

In the study, it was determined that the harvested products were marketed in 4 classes. According to this classification, the average values of production quantity and price are given in Table 4. In Hatay, first-class products are sold at an average price of 4.50 ₺/kg. It was determined that fourth class products were offered for 1.50 ₺/kg in the market (Table 4).

Table 4. Average values of post-harvest classification

Classification	N	Production quantity (kg)	Price (₺/kg)
1. class	50	3673	4.50
2. class	50	869	2.97
3. class	44	355	1.79
4. class	4	250	1.50

In Hatay province, 92% of farmers reported that they determine the harvest time according to product maturity. Additionally, 8% of farmers stated that climatic conditions are also effective. It has been reported that almost all of the farmers classify melons after harvest, and most of them do this classification in the farm (Table 5).

Table 5. Production harvest and classification

Variable	Definition	N	%
Harvest time	Maturity	46	92
	Climatic conditions	4	8
Classification	Yes	47	94
	No	3	6
Classification place	In the field	6	12
	In the farm	44	88
If there is classification*	Color	7	14
	Hardness/softness	26	52
	Size	50	100
Reason for classification	Buyer demand	39	78
	Exporting firm demand	11	22
Product loss (%)	Yes	50	100
	1-3	7	14
	4-7	25	50
	8-10	18	36

* More than one option is specified.

All farmers base their classification on melon size. Also, 52% argued that hardness and softness, and 14% argued that color factors were also effective along with size. In addition, 78% of the farmers stated that the classification was a buyer's demand, and 22% stated that it was an exporting firm's demand. Additionally, all farmers reported that they experienced product losses (Table 5).

In the study, 64% of farmers stated that the product price varies depending on the quantity. Others said that it was created by agreement with firms and that the firms determined the product prices themselves. In this process, 58% of farmers stated that they cooperated with brokers. Other farmers stated that they did not have any intermediaries and that they sold to the most suitable broker according to the conditions. More than half of the farmers reported that the product price was low or very low, also. Additionally, 82% of farmers market their products at the collection center. Most farmers prefer the “Producer-PCB-Retailer-Consumer” marketing channel. Moreover, farmers prefer sales without intermediaries due to their proximity to the market and ease of transportation (Table 6).

Table 6. Melon price formation and marketing situation

Variable	Definition	N	%
Price formation	We set prices by agreeing with firm	12	24
	Firm determine the price themselves	6	12
	Product price varies depending on quantity	32	64
Broker collaboration	Yes	29	58
	No, depending on the conditions	21	42
Product price	Very low	19	38
	Low	9	18
	Not bad	16	32
	Normal	6	12
Market place	Vegetable-fruit market	9	18
	Collection center	41	82
Marketing channel**	Farmer-Consumer	12	24
	Farmer - PCB-Retailer-Consumer	28	56
	Farmer - PCB-CCB- Retailer -Consumer	3	6
	Farmer - Direct Exporter	7	14
Selling without intermediaries	Proximity to the market and ease of transportation	38	76
	The price is high	12	24
Intermediaries	Other farmers in the region	3	6
	collector farmers	22	44
	Truck owners from other provinces	3	6
	Brokers in the local	19	38
	Exporting firms	3	6
Abroad sales	Yes	3	6
	No	47	94
Firm payment	Partly deferred, partly cash	23	46
	Varies depending on conditions	27	54
Sales month *	June	32	64
	July	50	100
	August	38	76
	September	17	34
Market preference reason	Ease of marketing	41	82
	He is a broker	9	18
Best marketing	Farmer-Consumer	25	54.3
	Direct export	3	6.5
	Near market	9	19.6
	Farmer-Broker-Consumer	9	19.6

* More than one option is specified; **PCB: Production Center Broker, CCB: Consumption Center Broker

In Hatay province, most of the melon farmers in the region do not sell abroad. Also, firm payments for melon sales generally vary depending on the conditions. Melon sales are made in the harvest months of June, July, August and September. By the farmers, the best form of marketing is direct sales from the producer to the consumer (%54.3). If a cooperative was established in the region for marketing and meeting common needs, farmers would want to become members (54%). It was determined that those who answered no to this question had insecurity. In addition, there are no farmers who engage in contractual production or sales to factories in terms of melon production among farmers in the region (Table 6).

Akkuş et al., (2023) stated that melon has gained a place in the local market where it is mostly consumed fresh. It has been said that selling it under the label "It is a geographically indicated product" will support its transformation into a product that is more recognized and demanded by the consumer. It was also reported that with the encouragement of the local government, Cesme melon can be produced in the form of Turkish delight, molasses and jam to add value.

Production cost of melon

Farmers think that the costs of the inputs are quite high. In Hatay, melon production cost for 1 decare varies between ₺9 500 and ₺12 000. The average production cost was determined as ₺10 692 (approximately \$590). Daily wage for male and female workers is ₺150. Additionally, the average soil tillage and sowing/planting costs were determined as ₺1 350. Moreover, the average value of one decare of irrigated land was calculated as ₺1 182, and the value of dry land was calculated as ₺887. It is seen that the value of dry land is lower than irrigated land. In addition, there is an average cover cost of ₺818 per da⁻¹ in melon production. Moreover, there is a water fee of ₺564 da⁻¹ and irrigation equipment rent. There are pesticides (₺1 416 da⁻¹), fertilizers (₺1 448 da⁻¹), seed/seedling (₺1 175 da⁻¹) and commission fees in melon production. Additionally, it was calculated that an average of 794 root seedlings were planted in 1 decare area. The varieties used were determined as Eylül, Galia and Ananas (Table 7).

Tablo 7. Production cost of melon (2022 production period)

Inputs	Mean	Min	Max
Male worker daily wage (₺ day ⁻¹)	150	-	-
Female worker daily wage (₺ day ⁻¹)	150	-	-
Soil cultivation and sowing/planting (₺ da ⁻¹)	1350	1200	1500
Irrigated land value (da)	1182	1500	2000
Dry land value (da)	887	700	1000
Cover cost (da)	818	700	900
Water fee and irrigation equipment rent (₺ da ⁻¹)	564	400	800
Pesticide fee(₺ da ⁻¹)	1416	1000	1600
Fertilizer fee (₺ da ⁻¹)	1448	1000	1800
Seed/seedling fee (₺ da ⁻¹)	1175	1000	1250
Seedling (root da ⁻¹)	794	750	850
Commission rate (%)	12.79	12	13
Total cost (₺)	10692	9500	12000
Type of seed used	Eylül, Galia, Ananas		

Note: \$1= ₺18.20 (Aug-22); \$1= ₺26.52 (Aug-23)

Akkuş et al., (2023) stated that the risk factors that farmers consider most important for melon production are misuse of land and high input prices. Additionally, by the farmers, the second most important risk factor is high input prices and therefore high production costs. However, there are three risk strategies that farmers consider the least important. These are the use of shared machinery, the use of certified seeds, and the application of mulching and environmentally friendly production techniques, respectively. The majority of farmers reported that they thought melon production was not economically sustainable. However, when the research results are evaluated, it has been revealed that it can be economically sustainable.

Farmers said that the melon grown in Hatay province is good in taste and aroma. In addition, the fact that it has been registered makes melon production strong. Additionally, very high input costs (pesticide, fertilizer, labor force, etc.) and market and marketing (including transportation) are the weaknesses of melon production. If melon prices are good, it is shown as an opportunity for producers to make high profits. However, high input

costs are a serious threat to the continuity of production. Also, market and marketing problems and labor supply are among other threats in Hatay province. If there is no market, product prices will be low and the farmer will not be able to sell his products. Yılmaz et al., (2011) the significant cost items were human and machine power, land rent, seed and fertilizer costs. labor and machine power used were 231.60 and 27.60 h ha⁻¹ in the melon production period, respectively. Average production costs were 2320.60 \$ ha⁻¹. Economic analysis showed that net return per kilogram of melon was sufficient to cover costs of production in the research area. Even though positive gross profit and net profit are obtained in melon growing, it is necessary that yield increase should be ensured, profitability should be increased by decreasing costs and modern melon growing should be improved. In the study conducted by Baran and Gökdoğan (2014), the highest energy consumption inputs among the general energy inputs in both watermelon and melon cultivation were determined to be fertilizer energy, fuel-oil energy and human labor energy, respectively.

The role of women in melon production

Women work intensively, especially in vegetable agriculture. Female labor is also used extensively in melon production. Women play an important role in melon cultivation at every stage from production to consumption in Hatay province. Women are the main actors in the seedling planting period and the covering. Additionally, it was determined that women carried out the transportation and classification of the harvested products during harvest. Also, women take on both work and home responsibilities.

Women engaged in melon cultivation receive a daily wage of ₺150 (approximately \$9) in 2022. Women's participation in the workforce has increased in recent years. However, women's labor is not fully rewarded. Moreover, women are deprived of all kinds of social security rights as unpaid family workers. The use of female labor in agricultural production is quite high, even if it is not registered. Additionally, women play primary and secondary roles in almost all of their daily lives (economic and social). It is necessary to examine and solve the problems of women involved in melon growing and other agricultural activities. Additionally, women's working and living conditions should be improved. Eliminating the lack of information, increasing labor wages and protecting women's rights are among the priority issues. Within the scope of agricultural extension, women should be informed with adult education.

Anonymous (2021) reported that women, who are seen as responsible for the nutrition of the family and society in agricultural production, are the most important elements of agricultural activity from planting to harvest. Kaya and Acıbuca (2023) reported that women experience work-related health problems (especially back and waist pain). It was also said that it is a serious problem that women do not have the same property rights as men in work life. Additionally, it has been understood that most of the women working in agriculture have primary education or lower levels, their income level is low and they remain in the background in working life. Candan and Özalp Günel (2013) it was mentioned that women seasonal agricultural workers have never-ending shifts. Ercan et al., (2010) it was stated that inadequate and difficult working conditions for women, low wages, and long working hours hinder women's employment.

Problems encountered in melon farming

The most important problems faced by farmers in melon production are low product prices, high input prices and price instability. Additionally, excessive rise in costs, market and marketing, the existence of intermediaries, labor problems, transportation, and the fight against diseases and pests are also among the important problems. The importance level of the problems encountered in melon farming is examined in Table 8. Lack of cooperation and organization among farmers (4.70±0.463), high input prices (4.40±0.495), inability to find sufficient markets and buyers (4.40±0.700) and low product prices (4.16±0.618) are the most important level. Problems in cultivation, fertilizer and fertilization, suitable credit, use of machinery, equipment supply, quality seeds, fertilizer and pesticide supply are among the other problems faced by farmers and their importance level was found to be low (Table 8).

Akkuş et al., (2023) reported that agricultural policies for plant production should be encouraging, sustainable and reducing the cost of production. Ece (2017) emphasized the need to create unity in marketing. Akkuş et al., (2023) it was reported that continuing to produce local varieties in Türkiye contributes to sustainability, and is extremely important in delivering healthy food to future generations.

Table 8. The importance level of the problems encountered in melon farming

Topics and Problem Areas	Mean±SD	Median
Lack of cooperation and organization	4.70±0.463	2.00
High input prices	4.40±0.495	4.00
Inability to find sufficient markets and buyers	4.40±0.700	1.00
Product prices are low	4.16±0.618	3.00
Fighting diseases and pests	3.48±1.328	1.00
Control of input sellers	2.92±1.085	1.00
Water supply and irrigation	2.80±1.565	1.00
Regarding cultivation	1.96±1.068	1.00
Fertilizer and fertilization	1.78±1.016	4.00
Suitable credit	1.56±1.163	3.00
Use of machinery	1.36±0.598	4.00
Equipment supply	1.36±0.851	5.00
Supply of quality seeds, fertilizers and pesticides	1.24±0.555	5.00

Scale: 1= No problem, 2= little important, 3= undecided, 4= important, 5= very problem

CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

Melon is an important product that contributes to the fresh fruit and vegetable sector in terms of production and foreign trade both in Türkiye and Hatay. Recently, there has been a water shortage in the region. It is also an activity that protects water resources for which the drip irrigation method is preferred. It is very important for the sustainability of agricultural activities. For this reason, farmers in Hatay province should be informed so that they do not abandon melon production. Additionally, training and extension activities should be increased. Moreover, farmers' access and use of technology should be encouraged.

Farmers cannot keep up with the increase in input costs. Also, harvested products have market and marketing problems. Furthermore, the lack of cold storage in the region prevents the storage of the product. For this reason, cold storages need to be increased in Hatay province. Additionally, marketing organizations should be developed. Appropriate input can be provided through cooperative formation. Thanks to cooperative formation, it is possible to achieve ease of marketing and high income. However, cooperation and organization among farmers in Hatay province were found to be insufficient. Moreover, It has been determined that farmers do not trust each other. In Hatay, melon farming is actually thought to be profitable. However, increasing input and transportation costs are a serious problem. Because costs and efficiency do not increase at the same rate. On the contrary, it has been shown that productivity growth has not changed much in the last 20 years. For this reason, new techniques and modern applications are needed to increase efficiency.

Melon is a vegetable that is generally consumed fresh in Hatay. Seasonal price fluctuations are one of the most important factors limiting melon production in Türkiye. This situation causes the farmer to make high profits in some years, and sometimes to serious losses. Carrying out this activity in a controlled manner is possible with prior research. It is possible to realize melon production in a healthier way with the cooperation of farmers, extensiones and policy makers. Additionally, enterprises to be established in the region will increase the added value of the products. Thus, it is thought that the marketing problem can be solved to some extent.

Kırkhan melon is a product with a geographical indication. Also, it is thought that its recognition will increase even more with its branding. Moreover, it is possible to create new employment areas with the establishment of an enterprise. By processing the products, the income level of those living in rural areas increases. Furthermore, it allows the processing of second/third class products. It is also thought that agriculture-based industry will make significant contributions to the regional and the Turkish economy. In this way, sustainable income transfer is achieved. New employment areas are provided for female workers working in agriculture. An increase in the welfare level of women working in agriculture is expected in Hatay province. Also, working conditions also improve. It is thought that increasing income in the process of social change will support sustainable development. Additionally, it is expected to contribute to society in many areas in the region (production, consumption, nutrition, migration, employment, income, etc).

Acknowledgement: This study was supported by Hatay Mustafa Kemal University Scientific Research Projects (Project No: 22.GAP.004).

Conflict of Interest: The Author declare that there is no conflict of interest.

Ethical Approval Statement: Ethical approval and permission for this study was obtained from Hatay Mustafa Kemal University Social and Human Sciences Scientific Research and Publication Ethics Committee. (Date: 07.03.2022, Number: 03, Decision No: 07).

AUTHOR ORCID NO

Aybüke KAYA  <http://orcid.org/0000-0002-6866-1951>

REFERENCES

- Akkuş, D., Saner, G., Adanacioğlu, H. 2023. The economic sustainability of farms producing Cesme melon: a case of Cesme district of Izmir province. *ANADOLU Journal of Aegean Agricultural Research Institute (AARI)*, 33 (1): 109-121. DOI: 10.18615/anadolu.1298433
- Anonymous, 2021. Kavun İşleme Tesisi Ön Fizibilitesi Ön Fizibilite Raporu. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Zafer Kalkınma Ajansı, September 2021.
- Aydemir, M.İ., Gezen, H., Tunçay, H.Y., Akkemik, E. 2023. Physicochemical analysis of molasses, marmalade (extra jam), and jam produced from Cefan melon by traditional methods. *Turkish Journal of Applied Sciences and Technology*, 4(1) 30-39.
- Baran, M.F. and Gökdoğan, O. 2014. Energy input-output analysis in watermelon and melon production: a case study for Kırklareli province, *Anadolu J Agr Sci.*, 29(3):217-224.
- Başer, U., Bozoğlu, M., Kılıç Topuz, B. 2017. Measuring Environmental, Economic and Social Sustainability at the Farm Level. *Academia Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2(3):1-13.
- Candan, E. and Özalp Günel, S. 2013. Tarımda kadın emeği. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 19 (1), 93-101.
- Çiçek, A. and Erkan, O., 1996. Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat.
- Duman, İ., Tüzel, Y., Appelman, D. J. 2020. Vegetable type and variety preference in Turkey. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University, Special issue*: 169-178 DOI: 10.20289/zfdergi.837441
- Ece, A. 2017. Melon growing in Kızılırmak district. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 10 (1): 31-34.
- Ercan, H., Hoşgor, A.G., Yılmaz, O. 2010. Factors that affect women's labour force participation and suggestions for provincial employment and vocational education boards: Ankara, Gaziantep, and Konya, www.ilo.org/public/english/region/eurpro/ankara/areas/3_rapor.htm (Accessed: 15.03.2012).
- Guth, M., Smeździk-Ambroży, K., Czyżewski, B., Stępień, S. 2020. The economic sustainability of farms under common agricultural policy in the European Union Countries. *Agriculture*, 10, 34. <https://doi.org/10.3390/agriculture10020034>
- Kalaycı, Ş. 2016. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Publishing, 7nd Edition, Ankara.
- Kaya, A. and Acıbuca, V. 2023. Hatay ilinde havuç üretimi ve kadınların rolü. *Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*, 28 (2), 245-255. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1168137>
- Kaya, A. and Tarakçı, S. 2022. Melon Production of Hatay Province and its Place in Turkey. *ANADOLU 11 th International Conference on Applied Sciences*, December 29-30, p.1023-1029, Diyarbakir.
- Koca, N. and Paksoy, M. 2023. Some morphological characteristics of Kırıkkale province local melon (*Cucumis melo L.*) genotypes, *Horticulture* 52(1): 65-71 (2023) <https://doi.org/10.53471/bahce.1277246>
- Latruffe, L., A., Diazabakana, C. Bockstaller, Y. Desjeux, J. Finn. 2016. Measurement of sustainability in agriculture: a review of indicators. *Studies in Agricultural Economics*, 118(3), 123-130.
- Özkan, M. and Armağan, G. 2019. Measurement of Sustainable Agriculture: The Case of Aydın Province, *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 25(1):109-116.
- Saediman, H., Alwi, L.O, Sarimustaqiyma, R., Taridala, S. A., Salahuddin, S., Indarsiyh, Y., Astuti, R.W. 2020. Comparative profitability of melon and watermelon production in South Konawe district of Southeast Sulawesi, *Wseas Transactions on Business and Economics*, Vol. 17, DOI: 10.37394/23207.2020.17.91
- Saediman, H., Kurniansi, S., Yusria, W.O., Geo, L. 2019. Economic returns and production constraints in palm sugar processing in Kolaka district of Southeast Sulawesi, *International Journal of Scientific and Technology Research*. Vol. 8, No. 11, pp. 3967-3970.
- Tavşancılı, E. 2014. Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi, Nobel Publishing, 5nd Edition, Ankara.
- Tekin, H. 2000. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. Yargı Publishing, Revised 14nd Edition, Ankara.
- TOB, 2021. Ministry of Agriculture and Forestry Hatay Provincial Directorate, Farmer Registration System Product List, Accessed: 15.06.2022.
- TÜRKPATENT, 2021. Turkish Patent and Trademark Office, Available from: <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografisaretler/detay/3002> Accessed:25.06.2024

- TUIK, 2022. Turkish Statistical Institute (TURKSTAT), Crop Production Statistics, Available from: <https://www.tuik.gov.tr/> Accessed: 18.06.2022
- Wrzaszcz, W. and Zegar, J. S. 2014. Economic sustainability of farms in Poland, *European Journal of Sustainable Development*, 3(3):165 pp.
- Yılmaz, H., Demircan, V., Kurtluk, S. 2011. An economic analysis of open-field melon (*Cucumis Melo L.*) production in Cankiri province of Turkey, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, Vol. 17, No. 4, pp. 484-490.
- Yılmaz, S.S. and Akyıldız, E. 2018. Callus culture researches on bitter melon (*Ecballium elaterium (L.) A. Rich.*). *Research Journal of Agricultural Sciences*, 11(2): 15-19.

Türkiye'de Süt ve Süt Ürünleri Üretiminin Mevsimsel ARIMA Modeli ile Tahmini

Didem DOĞAR¹  Adnan ÇİÇEK²  Merve AYYILDIZ^{3*} 

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat

³Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yozgat

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta: merve.ayyildiz@yobu.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 08.02.2024 Kabul Tarihi: 30.05.2024

ÖZ

Süt ve süt ürünleri üretimi, arz talep dengesi, beslenme, ulusal ve uluslararası ticaret, kırsal kalkınma vs. birçok açıdan önemlidir. Bu nedenle, süt ve süt ürünleri sektörünün devamlılığı ve gelişimi için üretim projeksiyonlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada, 2010- 2023 dönemini kapsayan 156 aylık süt ve süt ürünleri üretim verileri kullanılarak Türkiye için 2024 yılı gelecek 12 aya yönelik mevsimsel ARIMA modeli ile tahminler yapılmıştır. Modeller sonucunda en uygun modelin belirlenmesinde temel varsayım ve adımlar izlenerek, aylık süt ve süt ürünleri üretim verilerini en iyi açıklayan modelin analiz sonuçlarının MAPE, MAE, RMSE, Normalize BIC ve diğer istatistiki hata değerlendirme ölçütlerine göre güvenilir ve tutarlı olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, 2024 yılında mevsimsel dalgalanmalar olmakla beraber kaymak üretimi dışında diğer süt ve süt ürünleri üretiminde artış trendinin devam edeceği belirlenmiştir. Uzun dönem aylık ortalama veriler ile karşılaştırıldığında toplanan inek sütünde %18-24 arasındaki olası artışın, içme sütü üretiminde %12-24 arasında olacağı tahmin edilmiştir. Ayran üretiminin ise uzun dönem verilerine göre %27-50 oranında, yoğurt üretiminin ise %9-17 oranında artacağı saptanmıştır. Tereyağı üretiminde uzun dönem verilerine göre %52-71 oranında artacağı, kaymak üretiminin ise yaklaşık %5-29 oranında azalacağı öngörülmektedir. 2024 yılı için elde edilen bulgulara göre dünya ortalamasının üzerinde süt ve süt ürünleri üretiminin artacağı öngörülse de kayıt dışılığın sektörün gelişiminde önemli bir engel olduğu görülmektedir. Bu bağlamda süt sanayine yatırım teşvik edici politikalar geliştirilmesi sektörün gelişimi açısından önemli görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Süt üretimi, süt ürünleri üretimi, expert model, mevsimsel ARIMA modeli, Türkiye.

Estimation of Milk and Dairy Products Production in Turkey with Seasonal ARIMA Model

ABSTRACT

Milk and dairy production is vital across several sectors, including maintaining supply-demand equilibrium, providing nutrition, facilitating national and international trade, and fostering rural development. Therefore, accurately forecasting production is crucial for the sustainability and progress of the milk and dairy products industry. This study utilizes seasonal ARIMA modeling to forecast milk and dairy production in Turkey for the upcoming 12 months of 2024, utilizing 156 months of production data from 2010-2023. Rigorous model selection processes, guided by fundamental assumptions and methodological steps, identify the most suitable model for interpreting monthly production data. The reliability and consistency of this model are validated through assessments based on various statistical criteria such as MAPE, MAE, RMSE, BIC, among others. The findings indicate that despite anticipated seasonal fluctuations in 2024, the upward trend in milk and dairy production, excluding cream, is expected to continue. Comparative analysis with long-term monthly averages reveals potential increases of 18-24% in collected cow milk and 12-24% in drinking milk production. Additionally,

long-term projections foresee a rise of 27-50% in ayran production and 9-17% in yogurt production. Butter production is anticipated to surge by 52-71%, while cream production is expected to decline by approximately 5-29%. Despite projections for 2024 indicating a growth trend surpassing global averages in milk and dairy production, informalities pose significant obstacles to sectoral development. Thus, the formulation of policies encouraging investments in the dairy industry emerges as a critical strategy for sectoral advancement.

Key words: *Milk production, dairy products production, expert model, seasonal ARIMA model, Türkiye.*

GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri sektöründe talep artışına paralel olarak ürün çeşitliliği ve miktarı artmaktadır. Ara malı ve nihai mal üretiminde önemli bir gelişim gösteren sektör, yurtiçi talebi karşılamanın yanı sıra uluslararası ticarete yüksek paya sahip olan ürünler arz etmektedir. Süreç içerisinde genellikle içme sütü ve tereyağı gibi ürünlere ek olarak krema, yoğurt, ayran ve kaymak gibi ürünlerin de dünya ticaretinde önemli bir yer kazandığı görülmektedir. Bu değişimler, süt endüstrisindeki çeşitliliği ve uluslararası ticaretin dinamiklerini yeniden şekillendirmiştir (Çapraz ve Yılmaz, 2005; TEPAV, 2012).

Süt ve süt ürünleri endüstrisinin temel hammaddesi olan çiğ süt, 2022 yılı üretimi küresel ölçekte 887 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (TEPGE, 2023). Bu üretimin %81.2'sini inek sütü oluştururken bunu sırasıyla manda, keçi ve koyun sütü oluşturmaktadır (FAO, 2023). Türkiye ise dünya çiğ süt üretiminde %2.43'lük bir paya sahip olup üretimin %92.34'ünü inek sütü oluşturmaktadır (TUIK, 2023). Endüstriye aktarılan çiğ süt, içme sütü ve tereyağı başta olmak üzere birçok ürüne dönüştürülerek katma değer sağlanmaktadır. Yıllar itibariyle sanayiye aktarılan çiğ süt miktarı artış trendi göstermekte olup dünyada sanayiye aktarılan inek sütü miktarı yaklaşık 460 milyon tondur. Bu miktarın %35.0'i Avrupa Birliği ülkelerinden, %22.0'si ise ABD'den sağlanmaktadır. Türkiye'de üretilen çiğ sütün yaklaşık %47'si sanayiye aktarılmaktadır (USK, 2021). Diğer yönüyle 1.1 milyon süt üretim işletmesinin sadece %24.41'i, ürünlerin sanayiye aktarımına katkı sağlamaktadır.

Türkiye'de son on yılda gerçekleşen kırsal kalkınma destek programları ve hayvancılık alanındaki teşvikler süt hayvancılığındaki üreticilerin uzmanlaşmasını teşvik ederek, hayvan varlığı, süt verimi ve genel üretimde önemli bir artışa katkıda bulunmaktadır. Bu artış, çiğ süt üretimindeki yükselişle doğrudan ilişkili olup, endüstriye yönlendirilen ürünlerin üretimine olumlu etki sağlamaktadır. Ancak, ulusal politikalar, ekonomik durum, fiyat dalgalanmaları, arz zincirinde yaşanan aksaklıklar ve hayvancılık sektörünü etkileyen yapısal sorunlar (işletme ölçeği, kayıt dışılık vs.) gibi bir dizi faktör, süt işleme endüstrisini üretimden kapasiteye kadar birçok açıdan etkilemektedir. Türkiye'deki süt işleme tesislerinin sayısı 2.491 olup bu tesislerin büyük çoğunluğu 50.000 tonun altında süt işleme kapasitesine sahiptir (TAGEM, 2018).

Türkiye'deki süt işleme sektöründe, kayıt dışılık ve süt üretimi ile süt işleme boyutunda yaşanan ölçek sorunları olmak üzere iki temel yapısal sorunla karşılaşmaktadır. Bununla birlikte, süt işleme endüstrisi, hızlı bir gelişim trendi göstererek 2020 yılı itibariyle dünya genelinde 110'dan fazla ülkeye süt ve süt ürünleri ihraç eder duruma gelmiştir. Dünya çapında yaşanan sağlık (COVID-19) ve ekonomik krizler, 2020 yılında birçok ülkenin üretim ve ticaretinde zorluklara neden olmuştur. Salgın, Türkiye dahil olmak üzere birçok ülkede hastalığın yayılma hızını azaltmak ve sağlık sistemine yönelik olumsuz etkileri önlemek amacıyla karantina ve sosyal mesafe gibi kısıtlayıcı tedbirlerin alınmasına yol açmıştır (Blaszczyk ve ark., 2020; Wilder-Smith ve Freedman, 2020; Cetron, M., Simone, P. 2004; Hepburn, 2020; Bandyopadhyay, 2020; Del Rio-Chanona ve ark., 2020; Kouam, 2020). Bu tedbirlerin uygulanmasıyla birlikte, Covid-19 salgını gıda tedarik zincirlerini de etkilemiştir. Tarladan sofraya kadar olan gıda üretiminden tüketime kadar olan süreçte aksamalar yaşanmış, gıda ürünlerinin iç ve dış ticareti, ulusal ve uluslararası lojistik sistemlerinde sorunlar ortaya çıkmıştır (OECD, 2020; Varshney, Roy ve Meenakshi, 2020; Schmidhuber, Pound ve Qiao, 2020; Tatar ve ark., 2022).

Covid-19 salgınının etkisiyle birçok ülkede üretim zorlukları yaşanmasına rağmen, özellikle Asya ve Kuzey Amerika bölgelerinde 2021 yılında dünya süt üretimi %1.3 artmıştır (TEPGE, 2021; OECD/FAO, 2021). Pandemi döneminde, Türkiye'de süt ve süt ürünleri üretiminde istikrar ve sürekliliğin korunduğu; ancak pandeminin etkilerinin ilerleyen dönemlere yansıdığı gözlemlenmektedir. Başka bir deyişle, pandemi döneminde üretimde artışlar yaşanmış olsa da pandeminin ekonomi üzerindeki etkileri 2021 yılında gecikmeli olarak süt ve süt ürünleri üretiminde düşük oranda bir azalmaya neden olmuştur.

Türkiye'de süt ve süt ürünleri üretiminin gelecek yıllarda nasıl bir seyir izleyeceğini öngörebilmek, süt sektörü açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda, özellikle mevsimsel dalgalanmaların yaşandığı ürünlere yönelik aylık tahminlere gereksinim vardır. Bu alanda birçok tahmin modeli bulunmaktadır. Literatürler incelendiğinde, mevsimsel dalgalanma gösteren zaman serisi verilerine yönelik olarak ARIMA modelinin sıklıkla

kullanıldığı bilinmektedir. Deshmukh ve Paramasivam (2016) tarafından yapılan araştırmada, 1961-2012 yıllarına ait zaman serisi verileri kullanılarak Hindistan'daki süt üretimi tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda, veri setine en uygun modelin ARIMA (1.1.1) olduğu saptanmıştır. Mgaya (2019) ise, 1961-2013 yılları arasındaki verilerden hareketle Tanzanya'daki hayvansal ürün tüketimini ARIMA ve Brown üstel düzgünleştirme modelini kullanarak tahmin etmiştir. Yumurta tüketimi için ARIMA (0.1.0), tavuk eti tüketimi için Brown modeli, süt tüketimi için ARIMA (3.1.0) ve sığır eti tüketimi için ARIMA (0.1.0) modeli ile tahminler yapılmıştır. Ahmed ve ark. (2011), 1990-2011 dönemi verilerini kullanarak Pakistan'daki süt üretimini ARIMA (1.1.1) modeli ile tahmin etmiştir. Yıldırım ve Altunç (2020), Muş ilinin süt üretimini, 1995-2019 dönemi verilerinden hareketle 2023 yılına kadar olan dört yıllık dönemi ARIMA (6.1.1) modeli ile tahmin etmiştir. Eştürk (2021), Ardahan ilinin süt üretimini, 1995-2019 dönemi verilerini kullanarak 2020-2025 yıllarına ait üretimi ARIMA (0.0.1) modeli ile tahmin etmiştir. Hassan ve ark. (2018), Sudan'ın Hartum eyaletinde 1989-2017 dönemi veriden yararlanarak 2018-2030 yılları arasındaki süt üretimini tahmin etmek amacıyla ARIMA (1.0.0) modelini kullanmıştır. Waiswa (2023), Uganda'nın sığır eti ve sığır sütü üretimini tahmin etmek için 1961-2020 yılları arasındaki verileri kullanarak, 2021-2025 yıllarına ait süt üretimini tahmin etmek için ARIMA modellerinden (0.1.0), (1.1.0), (0.1.1) ve (1.1.1) yararlanmıştır. Sığır eti üretimi tahmini için ise ARIMA (1.1.0) en iyi model olarak seçilmiştir. Perez ve ark. (2022), Peru'nun dağlık bölgelerindeki inek sütü üretimini tahmin etmek için 2008-2016 yılları arasındaki verileri kullanarak 2017 yılı üretimini tahmin etmek için ARIMA (1.0.0)x(2.0.0) modelinden yararlanmışlardır.

Bu çalışma, süt sektörünün devamlılığı ve gelişimi açısından politika yapıcılara, ilgili kuruluşlara ve sektörün diğer paydaşlarına yön verici bilgiler sunmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, süt ve süt ürünleri üretimine ilişkin projeksiyonların ortaya konulması hedeflenmiştir. Ayrıca, mevcut çalışmalarda uygulanan süt ve süt ürünlerinde yıllık projeksiyonlar yerine mevsimsel ve konjonktürel etkiyi ortaya koymak amacıyla bu çalışmada aylık tahminler tercih edilmiştir. 2010 Ocak ile 2023 Aralık aralığında 156 aylık süt ve süt ürünleri üretim verileri yardımıyla mevsimsel ARIMA modeli kullanılarak 12 aylık öngörü analizi yapılmıştır. 2024 tahmin sonuçları aylık bazda uzun dönem ortalaması ve bir önceki yıla göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Yapılan çalışmada, TÜİK'ten elde edilen Ocak 2010 ile Aralık 2023 dönemine ait 156 aylık süt ve süt ürünleri (toplanan inek sütü, içme sütü, ayran, yoğurt, tereyağı ve kaymak) üretim verileri kullanılmıştır. Üretime ilişkin veri setlerinin uzun dönemli gelişimi grafikler şeklinde verilmiştir. Pandemi dönemi olarak kabul edilen Mart 2020 ile Şubat 2022 (WHO, 2023) arasındaki veriler ise grafiklerde kırmızı renk ile gösterilmiştir. Üretim tahminleri için mevsimsel ARIMA modelinden yararlanılmış ve aylık ortalama üretim verileri ile 2024 yılı için 12 aylık tahmin değerleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

ARIMA modeli, kısa dönem tahminlerinde yüksek doğruluk oranları elde edebilmektedir (Akdağ, 2016). Bu nedenle, öngörü yapılırken uzun dönemli tahminlerde hata paylarının çok yüksek olmaması için 13 ay ile sınırlandırılmıştır. Bu tahminlerde Expert Modeler kullanılmıştır. Expert Modeller, bir veya birden fazla bağımlı değişken serisi için en uygun ARIMA modelini otomatik olarak seçmektedir. Sistem, deneme yanılma yöntemiyle uygun modeli bulmakta ve tanımlama sürecini kolaylaştıran uzman modelleyici içermektedir. SPSS'in zaman serisi analizi yaparken en dikkat çekici özelliği, öngörü tekniklerini otomatik olarak belirleyebilmesidir. Ancak istek dâhilinde model, manuel olarak da seçilebilmektedir. Tahmin işlemi için zaman serilerinde durağanlık şartı aranmaktadır. SPSS yazılımının Expert Modeler Yöntemi, bu işlemi otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Eğer seri durağan değilse, SPSS yazılımı seriyi otomatik olarak durağan hale getirme özelliğine sahiptir. Bu özellik, tahmin yapma sürecini kolaylaştırarak önemli bir avantaj sunmaktadır. (IBM Support, 2023, Eşidir ve Metin, 2021).

Expert Model kullanımıyla en uygun ARIMA modeli, parametrelerinin anlamlılık katsayıları, Sabit R^2 , Normalleştirilmiş Bayes Bilgi Kriteri (BIC), Hata Ortalamalarının Karekökü (RMSE), Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) Kriterleri uzantısında otomatik belirlenir. (Oni ve Akanle, 2018; Çelik, 2019). Bir modelin iyi bir tahmin yaptığını belirlemek için MAPE değerinin %10'un altında olması ve Ljung-Box Q değerinin olasılıklarının ($p > 0.05$) %5'den büyük olması gerekmekte olup Normalize Edilmiş Bayes Bilgi Kriteri (Normalized BIC) ne kadar düşük ise serinin model için uygun olduğu söylenebilir (Pankratz, 1983; Oğhan 2010; Pektaş, 2013).

Mevsimsellik etkisine sahip zaman serileri, aylık, üç aylık, dört aylık veya 6 aylık dönemlerde ölçülen ve her yıl aynı dönemlerde tekrarlanan maksimum ve minimum değerlerin olduğu görülür. Mevsimsellik, zaman serilerinin durağanlığını etkileyen bir faktördür. Bu nedenle, mevsimsel serilerin durağanlaştırılması gerekmektedir. Mevsimsel etkiyi gidermek için gözlem değerinin s'inci dereceden farkı alınır. Bu nedenle, mevsimsel serilerin modellenmesinde s'nin bilinmesi önemlidir (Kendal, 1973). Mevsimsel periyodu yani "s" belirlemek amacıyla, modelin verileri yıllık mevsim için, aylık ise $s=12$ ve haftalık mevsim için, günlük ise $s=7$ olarak kullanılmaktadır (Heiberger ve Holland 2004; Duru, 2007).

Trendleri, mevsimsel deseni ve kısa süreli korelasyonları içeren bir zaman serisinin olması durumunda Mevsimsel ARIMA (SARIMA) modeli kullanılabilir. Bu modeller, $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$ şeklinde gösterilir ve mevsimsel ARIMA yada SARIMA şeklinde ifade edilebilir. Burada, (p,d,q) mevsimsel olmayan modelin, (P,D,Q) ise mevsimsel modelin derecesini ve “s” ise modelin periyodunu ifade eder (Özmen, 1986). ARIMA modelinde yer alan üç ana bileşen bulunmakta ve mevsimsel bir zaman serisinin durağan olabilmesi için mevsimsel farkının alınması gerekmektedir. Bu nedenle, SARIMA modelinin dört bileşeni bulunmaktadır;

Bunlar, p ve P dereceli mevsimsel olmayan ve mevsimsel AR polinom terimidir.

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad (1)$$

$$\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps} \quad (2)$$

Sırası ile q ve Q ise mevsimsel olmayan ve mevsimsel Hareketli Ortalama (MA) kısmıdır.

$$\theta_q(B) = 1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q \quad (3)$$

$$\Theta_Q(B^s) = 1 + \Theta_1 B^s + \Theta_2 B^{2s} + \dots + \Theta_Q B^{Qs} \quad (4)$$

Mevsimsel olmayan fark alma işlemi $(1-B)^d$, polinom eğilimlerini ortadan kaldırmak için kullanılan d düzeyinden bir işlemdir.

Mevsimsel kalıpları ortadan kaldırmak için kullanılan D düzeyindeki mevsimsel fark alma işlemi $(1-B^s)^d$, ϕ ve θ parametreleri sıradan ARMA katsayılarıdır, Φ ve Θ mevsimsel ARMA katsayılarıdır, B zaman serisi üzerindeki etkisi $B^d Y_t = Y_{t-d}$ olarak özetlenebilen bir geri kaydırma işlemidir. Bu nedenle Y_t serisi için SARIMA(p,d,q)×(P,D,Q)_s modelinin genelleştirilmiş formülü aşağıdaki şekilde yazılabilir (Box, 1976; Chen ve ark, 2008).

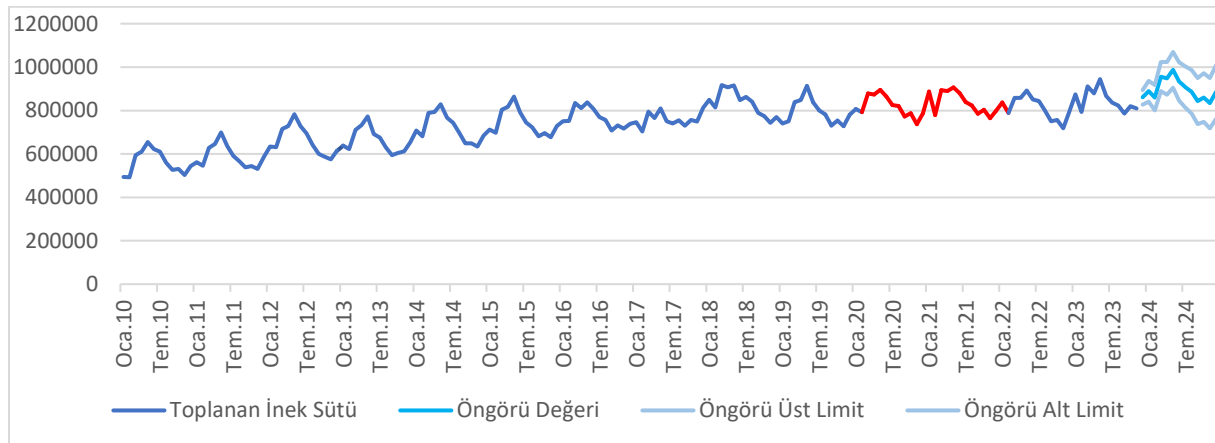
$$\phi_p(B) \Phi_P(B^s) (1-B)^d (1-B^s)^d Y_t = \theta_q(B) \Theta_Q(B^s) \varepsilon_t \quad (5)$$

Burada ise “s” periyodikliğin uzunluğunu belirtir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye’de çiğ süt üretimi büyük oranda inek sütünden oluşmaktadır. Üretilen sütün yaklaşık yarısı toplanmakta ve sanayiye aktarılmaktadır. Gerek sanayide işlenen ve gerekse sanayiye aktarılmayan çiğ süt; içme sütü, yoğurt, ayran, tereyağı, kaymak vb. ürünlere dönüştürülmektedir. Yurtiçi tüketim ve ihracat açısından süt ve süt ürünleri üretiminde istikrar önemlidir. Bu çalışmada, incelenen dönemin sonlarında pandeminin yaşanmış olması söz konusu ürünlerin üretimi açısından önemli bir risk olarak algılanmıştır. Çalışmada; uzun dönemde, pandemi döneminde ve sonrasında süt ve süt ürünleri üretimi birlikte dikkate alınarak 2024 yılına ilişkin tahminler yapılmıştır. Yapılan tahminler, uzun dönem ortalama değişim, uzun dönem ortalaması ve bir önceki yıla göre değişime göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Süt sektörünün sürdürülebilirliği ve gelişimi süt üretim miktarındaki artış kadar kayıt dışılığın azalması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, çiğ süt üretimi ile bunun sanayiye aktarılan (toplanan) miktarının tespiti ve gelecek dönemde nasıl bir değişim göstereceğinin öngörüsüne sektörün sürdürülebilirliği açısından ihtiyaç duyulmaktadır. Son on yıllık süreçte toplanan süt üretim miktarında %28.1 oranında bir artış yaşanırken 2010 Ocak-2023 Aralık dönemini kapsayan 156 aylık periyotta uzun dönemde artış eğilimi söz konusu iken aylık üretim miktarlarında önemli dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Gelecek 12 aya yönelik mevsimsel ARIMA (0.1.0)×(0.1.1)₁₂ tahmin sonuçlarına bakıldığında, geçmiş dönemlerdeki aylık dalgalanmaların benzer şekilde devam edeceği görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Toplanan inek sütü üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

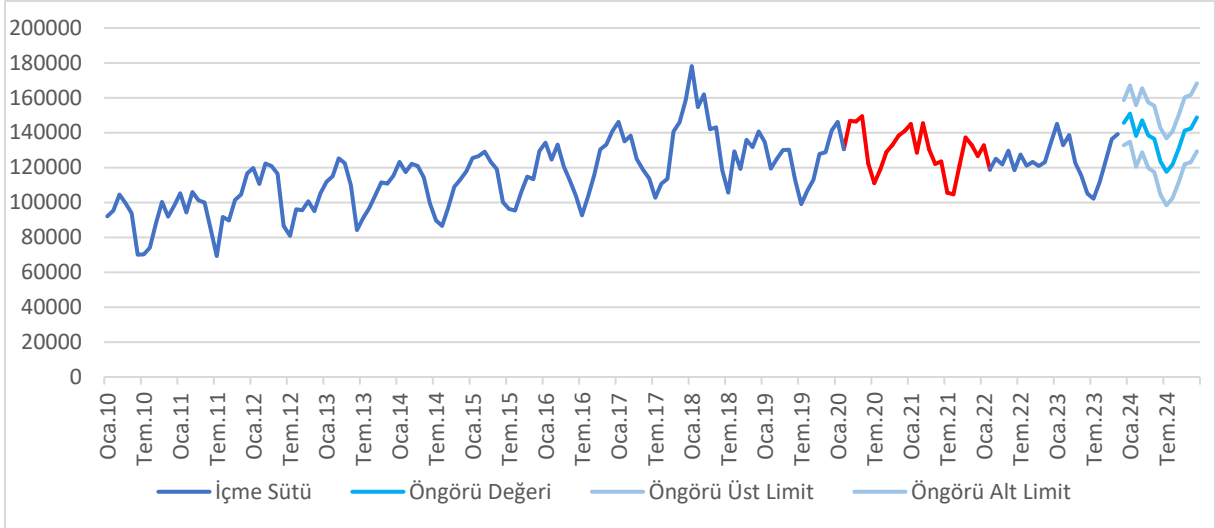
Çizelge 1'deki değerler dikkate alındığında; uzun dönem üretim ortalaması en yüksek Mayıs, en düşük Kasım aylarında gerçekleşirken 2024 yılı içinde aynı durumun devam edeceği öngörülmektedir. Diğer yandan uzun dönem ortalama yıllık artış hızı ile bir önceki döneme göre olası artış hızlarının farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim 2010-2023 dönemi ortalama yıllık artış hızının en düşük Temmuz ayında olduğu belirlenirken, bir önceki yıla göre olası artışın en düşük Ocak ayında gerçekleşeceği öngörülmektedir. Ortalama en yüksek artış uzun dönemde Ocak aylarında olduğu, bir önceki yıla göre tahmini artışın %8.6 ile Temmuz ayında gerçekleşeceği tespit edilmiştir. 2024 yılı tahminlerine göre yıllık bazda sanayiye aktarılan süt miktarında %6.06'lık bir artış olacağı ön görülmesi olumlu bir gelişme olmasına karşın süt üretim miktarının daha yüksek oranda artacağı dikkate alındığında yeterli düzeye ulaşamayacağı net bir şekilde ifade edilebilir. Türkiye'de sanayiye aktarılan inek sütü miktarı Danimarka, Almaya, Hollanda gibi gelişmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında oldukça düşük düzeydedir (EUROSTAT, 2023).

Çizelge 1. Toplanan inek sütü üretimi için SARIMA (0.1.0)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	888.705	731.537	21.5	4.8	1.7		
Şubat	859.250	703.317	22.2	4.0	8.3		
Mart	955.884	797.743	19.8	3.6	4.8		
Nisan	947.908	797.359	18.9	3.1	7.8		
Mayıs	987.308	836.861	18.0	3.0	4.5		
Haziran	933.501	781.840	19.4	2.8	7.7		
Temmuz	907.446	755.581	20.1	2.7	8.6		
Ağustos	886.371	729.818	21.5	3.2	7.7		
Eylül	843.890	688.535	22.6	3.3	7.3		
Ekim	859.840	699.659	22.9	3.5	4.9		
Kasım	834.047	678.554	22.9	3.8	2.9		
Aralık	884.383	715.033	23.7	3.3	6.9		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.553	.965	17451.4	1.849	13964.1	19.675	.525

Elde edilen tahmin sonuçlarının güvenilirliğini uyumluluk ve tutarlılık testleriyle ortaya konulmuştur. Çizelge 1 incelendiğinde, modele ait R² 0.965'tir. Ljung-Box Q değeri %5 den büyük olduğu ve modelin verilere uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri ise %1.85 olup %10'un altında yüksek doğruluk düzeyine sahip olduğu tespit edilmiş Bayes bilgi kriteri (Normalized BIC) 19.675 olarak bulunmuştur.

Sanayiye aktarılan süt miktarındaki artış ve azalışlar işlenmiş süt ürünleri üretimini doğrudan etkilemektedir. Ancak işlenmiş süt ürünlerinin miktarı büyük ölçüde talebe bağlı olarak yön değiştirebilmektedir. Toplanan inek sütünün %16.5'i içme sütü üretiminde kullanılmaktadır (USK, 2018). Bu bağlamda, içme sütü üretim miktarlarındaki değişim toplanan inek sütü değişimine yakın bir seyir izlemektedir. 2020-2021 pandemi döneminin üretimde belirgin bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir (Şekil 2). Ancak aylık üretim miktarlarındaki dalgalanmaların olması arz güvenliği ve ticaret hacmi noktasında önemli bir husustur. Nitekim gelecek döneme ilişkin yapılan 12 aylık mevsimsel ARIMA (0.1.0)x(0.1.1)₁₂ tahmin sonuçlarına bakıldığında içme sütü üretim miktarının 2024 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %8.4 oranında artacağı bununla birlikte aylık bazdaki dalgalanmaların devam edeceği öngörülmektedir.



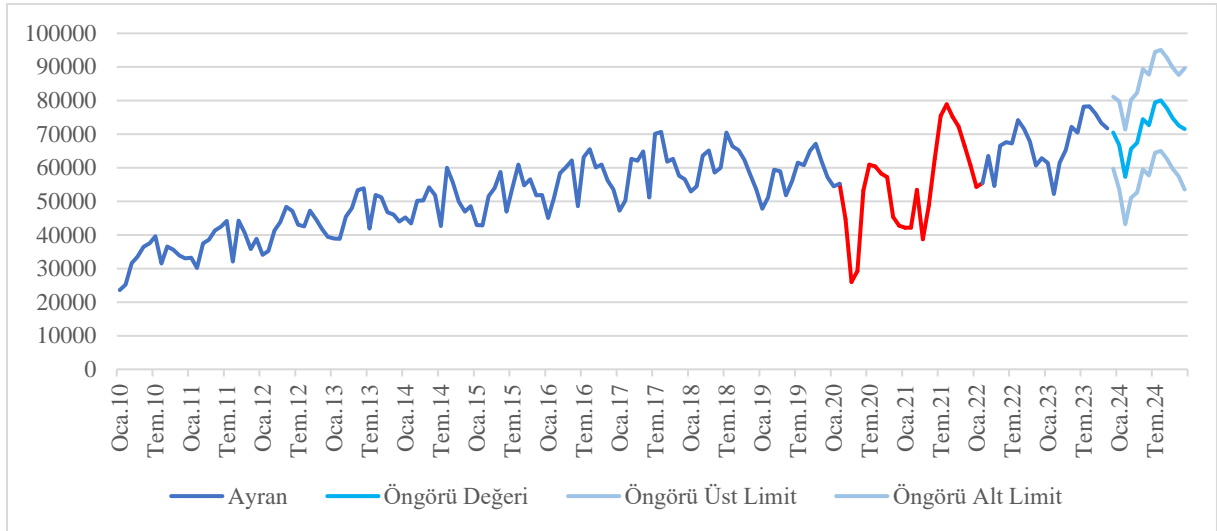
Şekil 2. İçme sütü üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

Analiz sonucuna göre, bir önceki yıl baz alındığında 2024 yılında en fazla artış beklentisinin Mayıs'ta (%18.2), en düşük artış beklentisinin ise Aralık ayında (%1.8) gerçekleşeceği tahmin edilmiştir. Uzun dönemde aylara göre değişimde artış ve azalışlar söz konusu olmakla beraber, ortalama yıllık artış hızı en yüksek ve en düşük aylar sırasıyla Ocak (%4.3) ve Nisan (%2.0) şeklindedir (Çizelge 2). Sonuç olarak gelecek dönemdeki değişimlerin ortalamasının üzerinde ve ortalamaya bağlı olmayarak gerçekleşeceği ifade edilebilir. Yapılan öngörü analizinin tutarlı olduğu (MAPE'NİN %10'dan küçük olması) ve uyum iyiliği sağladığı (Ljung-Box Q değeri (.758) > .005) çeşitli testler yardımıyla ortaya konulmuştur.

Çizelge 2. İçme sütü üretimi için SARIMA (0.1.0)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	150.910	131.410	14.8	4.3	4.0		
Şubat	138.087	121.686	13.5	3.1	3.9		
Mart	147.139	130.279	12.9	2.8	6.1		
Nisan	138.549	123.351	12.3	2.0	13.0		
Mayıs	136.395	119.606	14.0	2.2	18.2		
Haziran	123.593	103.107	19.9	3.5	17.6		
Temmuz	117.565	95.975	22.5	3.5	15.0		
Ağustos	121.743	103.349	17.8	3.9	9.2		
Eylül	130.813	109.888	19.0	2.8	5.7		
Ekim	141.156	121.435	16.2	2.6	3.6		
Kasım	142.270	121.544	17.1	3.7	2.2		
Aralık	148.756	128.177	16.1	3.5	1.8		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.697	.855	6857.3	4.592	5304.6	17.861	.758

Yoğurt ve ayran, içme sütünden sonra sanayiye aktarılan inek sütünün en fazla işlendiği ürünlerdir. Her iki ürünün üretim miktarı yıllık bazda artış gösterirken, ayran üretiminin daha çok iç piyasa talebini karşılamaya yönelik olduğu söylenebilir. Ayranın iç piyasada tüketimi daha çok hizmet sektörü aracılığıyla olduğu düşünüldüğünde, pandemi döneminde üretimdeki önemli ölçüde azalışı beklenen bir sonuçtur. Yıllar itibarıyla diğer süt ürünleri gibi artış eğilimine giren ayran üretiminde aylık değişimlerine bakıldığında bahar aylarında (Nisan-Mayıs) üretiminde önemli artışların olduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Ayran üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

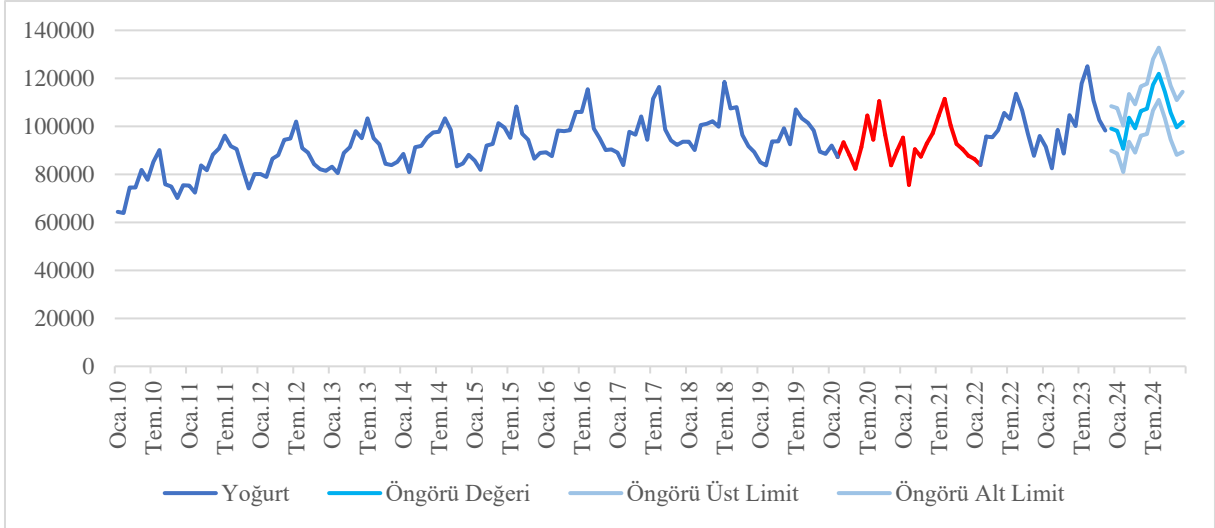
Mevsimsel ARIMA (1.1.1)x(1.1.0)₁₂ modeli kullanılarak hesaplanan 2024 yılı ayran üretimi tahmin sonuçlarına göre, bir önceki aya göre artış hızının yılın ilk aylarında olacağı, bununla beraber uzun dönemle paralellik göstererek üretimin yine bahar ve yaz aylarında daha yüksek miktarda gerçekleşeceği öngörülmektedir. 2024 yılında ayran üretiminin uzun dönem ortalamalarına göre 1.36 kat artabileceği söylenebilir.

Çizelge 3 incelendiğinde modele ait R^2 0.763'dir. Ljung-Box Q değeri %5 den büyük olduğu ve modelin verilere uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri ise % 7.38 olup %10'un altında, yüksek doğruluk düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Normalize edilmiş Bayes bilgi kriteri (Normalized BIC) 17.338 olarak bulunmuştur.

Çizelge 3. Ayran üretimi için SARIMA (1.1.1)x(1.1.0)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	66.717	44.518	49.9	8.8	8.6		
Şubat	57.278	44.819	27.8	6.7	9.7		
Mart	65.605	51.762	26.7	6.0	6.6		
Nisan	67.450	49.924	35.1	8.8	3.4		
Mayıs	74.457	53.319	39.6	8.3	3.2		
Haziran	72.705	53.530	35.8	5.4	3.2		
Temmuz	79.468	58.015	37.0	6.1	1.6		
Ağustos	80.047	59.579	34.4	8.0	2.3		
Eylül	77.740	58.773	32.3	6.3	2.1		
Ekim	74.806	56.993	31.3	6.2	2.0		
Kasım	72.522	52.410	38.4	7.1	1.2		
Aralık	71.547	49.456	44.7	7.0	1.6		
Model	Sabit R^2	R^2	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.150	.763	5452.2	7.378	3777.2	17.338	.521

Türkiye son yıllarda yoğurt ihracatı önemli hale gelmesi, üretimde artışı tetikleyen bir unsur haline gelmiş olmasına karşın diğer süt ve süt ürünleri ile karşılaştırıldığında üretim artış eğiliminin daha istikrarlı ve düşük oranda arttığı gözlenmektedir. Diğer ürünler gibi yoğurt üretiminde de aylık değişim oranları mevsimsellik etkisiyle dalgalı bir seyir göstermektedir. Fakat daha önce ele alınan ürünlerin aksine yoğurdun raf ömrünün kısıtlılığı, soğuk zincirde dondurulmuş ürün olarak satış imkanının olmayışı, iç ve dış piyasadaki talep dengesi gibi unsurların artış eğiliminin istikrarlı yapısında etkili olabileceği düşünülmektedir (Şekil 4).



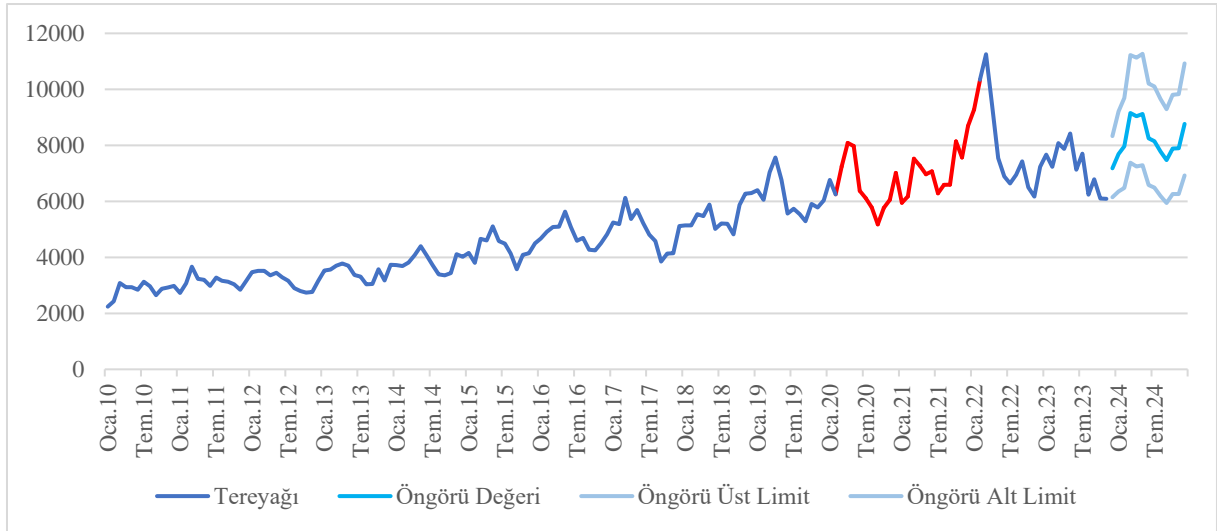
Şekil 4. Yoğurt üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

Yoğurt üretim tahminine yönelik yapılan tahmin sonuçlarının tutarlılığı ve güvenilirliği test edilmiş ve modelin uygun olduğuna Çizelge 4'teki kriterlere göre karar verilmiştir. Yoğurt üretimine ilişkin 2024 yılı tahmini için mevsimsel ARIMA (0.1.1)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. 2024 yılında artış eğiliminin devam edeceği ve bir önceki yılın Aralık ayına göre %11.9'luk artış beklenirken bir önceki yılın Ağustos ayına göre %2,5'lik bir daralmanın yaşanacağı öngörülmektedir. Son yıla ilişkin değişim oranları, aylar düzeyinde oldukça farklılık gösterirken uzun dönemde aylık bazda yıllık ortalama artış oranlarında önemli bir farklılığın olmadığı söylenebilir.

Çizelge 4. Yoğurt üretimi için SARIMA (0.1.1)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	98.146	85.665	14.6	3.0	7.3		
Şubat	90.648	80.931	12.0	2.3	9.8		
Mart	103.529	91.798	12.8	2.3	5.1		
Nisan	99.148	90.638	9.4	1.5	11.9		
Mayıs	106.370	95.804	11.0	2.2	1.6		
Haziran	107.274	95.881	11.9	2.2	7.2		
Temmuz	117.357	103.754	13.1	2.8	-0.4		
Ağustos	121.903	104.752	16.4	2,8	-2.5		
Eylül	114.351	98.495	16.1	3.2	3.2		
Ekim	105.720	91.146	16.0	2.6	3.0		
Kasım	99.534	86.065	15.6	2.8	1.3		
Aralık	101.836	87.276	16.7	2.2	2.7		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.560	.738	4758.3	3.756	3565.1	17.001	.234

2019 yılı itibariyle önemli ölçüde artan hem küresel ölçekte tereyağı üretimine hem de dış ticaret hacmine bağlı olarak tereyağı üretiminde artış yaşanmaktadır. Diğer yandan dünyada 2015 yılı itibariyle tereyağı fiyatlarındaki hızlı artış, Türkiye'nin emtia fiyatı bazında avantajlı duruma geçmesi, tereyağı ithalat oranındaki ciddi düşüş ve küresel ve yerel bazda talep artışı üretimdeki artışı tetiklemiştir (OECD/FAO, 2021). 2010-2018 yılları kapsamında aylık ortalama tereyağı üretimi 3997.3 iken bu rakam 2019-2023 döneminde %74.7 oranında bir artış göstererek 6984.4 ulaşmıştır. MAPE'NİN %10'dan küçük olması ve Ljung-Box Q değerinin (.127) > .005 olması tahminlerin güvenilirliğini ortaya konulan mevsimsel ARIMA (1.1.1)x(0.1.1)₁₂ modeli sonuçları Çizelge 5'te yer almaktadır. Buna göre tereyağı üretimine ilişkin 2024 yılı için aylık üretim tahminine göre, uzun dönem ortalamasının üzerinde üretimin gerçekleşeceği öngörülmektedir (Şekil 5).



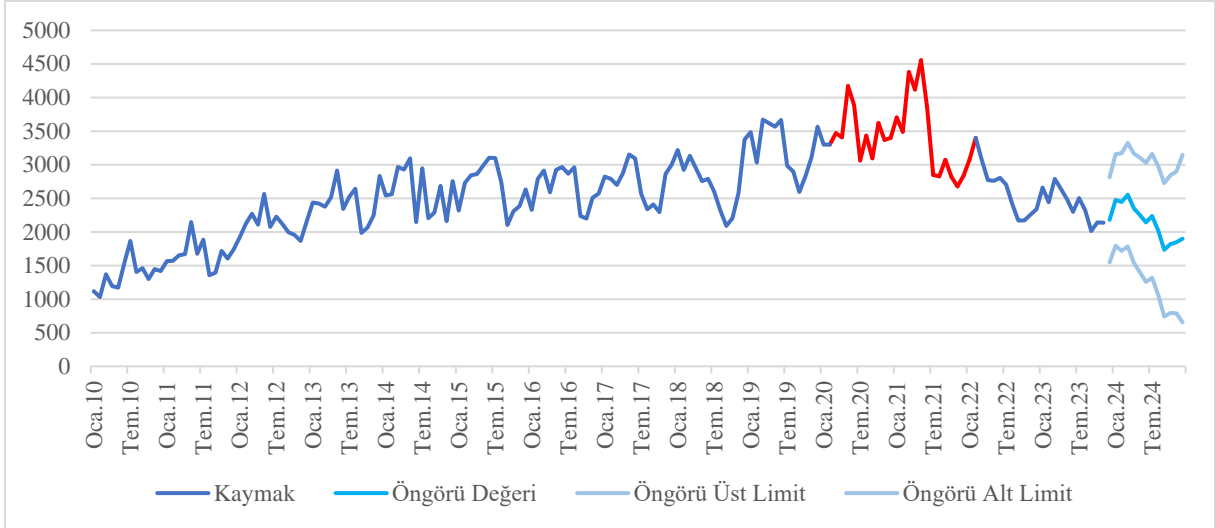
Şekil 5. Tereyağı üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

Çizelge 5'te yer alan tereyağı üretimine ilişkin üretim ve tahmini değerler incelendiğinde, uzun dönem ortalamasında üretimdeki artış oranının yıl başında yükseldiği ve giderek azalan bir oranda arttığı görülmektedir. Buna karşın 2023 aylık verilerine göre 2024 yılında olası değişimin en fazla yıl sonuna doğru yaşanacağı tahmin edilmektedir. 2024 yılında üretimin 9.154 ton ile en fazla Mart, en az ise Ocak ayında gerçekleşeceği ve uzun dönem ile paralellik göstereceği öngörülmektedir.

Çizelge 5. Tereyağı üretimi için SARIMA (1.1.1)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	7.686	5.070	51.6	11.3	0.2		
Şubat	7.966	5.098	56.2	10.7	10.1		
Mart	9.154	5.739	59.5	9.3	13.3		
Nisan	9.038	5.580	62.0	8.8	14.8		
Mayıs	9.120	5.547	64.4	8.8	8.2		
Haziran	8.248	4.963	66.2	7.5	15.7		
Temmuz	8.146	4.869	67.3	7.3	5.8		
Ağustos	7.782	4.654	67.2	6.3	24.8		
Eylül	7.476	4.484	66.7	8.2	10.2		
Ekim	7.886	4.745	66.2	7.5	29.4		
Kasım	7.901	4.754	66.2	7.2	29.7		
Aralık	8.760	5.136	70.6	6.5	42.4		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.393	.921	484.9	6.516	350.3	12.466	.127

Kaymak üretimine ilişkin uzun dönemli aylık üretim verileri Şekil 6'da verilmiştir. Üretimin pandeminin ikinci yılında azaldığı ve yapılan trend analizinde bu azalışın 2024 yılında da devam edeceği saptanmıştır. Kaymak üretimine ilişkin 2024 yılı tahmininde mevsimsel ARIMA (0.1.1)x(1.1.0)₁₂ modeli kullanılmıştır. Çizelge 6'da modele ait R² değeri 0.700'dir. Ljung-Box Q değeri %5 den büyük olduğu ve modelin verilere uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri ise 9.664 olup <%10'un altında, yüksek doğruluk düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Normalize edilmiş Bayes bilgi kriteri (Normalized BIC) 11.612 olarak bulunmuştur. Uzun dönem verileri baz alındığında üretimin 2024 yılında %5.0 ile %28.6 oranında azalacağı tahmin edilmiştir.



Şekil 6. Kaymak üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

Çizelge 6. Kaymak üretimi için SARIMA (0.1.1)x(1.1.0)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 Yılı Tahmin (Ton)	Uzun Dönem Aylık Ortalama Üretim (Ton)	Uzun Döneme Göre Değişim (%)	Ortalama Yıllık Artış Hızı (%)	Bir Önceki Yıla Göre Olası Değişim (%)		
Ocak	2.477	2.608	-5.0	8.1	-7.0		
Şubat	2.445	2.614	-6.5	8.3	0.2		
Mart	2.555	2.829	-9.7	7.2	-8.5		
Nisan	2.353	2.732	-13.9	8.0	-10.9		
Mayıs	2.252	2.947	-23.6	9.1	-9.6		
Haziran	2.142	2.731	-21.6	4.9	-6.7		
Temmuz	2.240	2.620	-14.5	2.7	-10.5		
Ağustos	2.022	2.427	-16.7	6.0	-12.9		
Eylül	1.733	2.208	-21.5	4.0	-13.9		
Ekim	1.818	2.308	-21.2	5.6	-15.2		
Kasım	1.846	2.372	-22.2	3.9	-13.7		
Aralık	1.901	2.663	-28.6	4.5	-12.8		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.300	.700	321.6	9.664	252.7	11.612	.320

SONUÇ ve ÖNERİLER

Geleceğe ilişkin tahminler, ekonomik politikaların geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan çalışmada, karar vericiler açısından önem taşıyan 2024 yılına ait aylık süt ve süt ürünleri üretim miktarları, mevsimsel ARIMA modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahminleme sürecinde, serinin geçmiş yıllardaki gözlem değerleri kullanılarak, değişkenlerin gelecek yıllardaki değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.


Türkiye’de çiğ süt üretimine bağlı olarak içme sütü ve diğer süt ürünleri üretiminde mevsimselliğin söz konusu olduğu görülmektedir. Uzun dönem verilerine göre üretim artış eğilimindedir ve belirli bir üretim düzeyi yakalanmış durumdadır. Pandemi döneminde ve sonrasında süt ve süt ürünlerinin üretiminde genel olarak bir azalma olmadığı söylenebilir. Sadece pandeminin ilk aylarında ayran üretiminde bir azalmanın olduğu, devam eden süreçte ise tekrar artış yaşandığı belirlenmiştir.

Mevsimsel ARIMA sonuçlarına göre 2024 yılı aylık ortalama üretim beklentisi toplanan inek sütünde 899.045 ton, içme sütünde 136.923 ton, yoğurtta 105.485 ton, ayranında 72.742 ton, tereyağında 8.264 ton ve kaymakta 2.149 ton olarak öngörülmüştür. Bu sonuçlara göre süt ve süt ürünleri üretiminin uzun dönemde istikrarlı olarak arttığı, bunun yanında mevsimselliğini devam ettirdiği, ayran üretimi hariç diğer ürünlerin pandemi döneminde ve sonrasında önemli oranda etkilenmediği söylenebilir. Ayrıca başta toplanan inek sütü olmak üzere, kaymak üretimi hariç diğer süt ürünleri üretiminin uzun dönem verilerine göre 2024 yılında artış göstereceği belirlenmiştir.


Türkiye’de son yıllarda süt ve süt ürünleri sektöründeki olumlu gelişmeler dikkate alındığında, sürdürülebilirlik açısından öncelikle çiğ süt üretimindeki artışların devam ettirilmesi, bu nedenle verimliliği ve üretimi artırıcı politikalara ağırlık verilmesi gerekmektedir. Hayvancılık işletmelerinin özellikle verimlilik ve kalite açısından geliştirilmesi, destekleme politikalarının bu yönde oluşturulması önem taşımaktadır. Ayrıca üretilen çiğ sütün daha fazla miktar ve oranda sanayiye aktarılması için, süt işleme sektöründe iyileştirme ve kapasite artırımı çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Bunun yanında süt işleme sektörünün yeterli kapasiteye ulaşması için tedarik zincirinde çok önemli olan süt toplama merkezlerinin etkinliğinin artırılmasına yönelik politikalar geliştirilmelidir. Diğer yandan iç tüketimdeki ve ihracattaki artışlar dikkate alındığında çiğ süt üretiminin yanı sıra tedarik, işleme ve dağıtım süreçlerinin bütüncül yaklaşımla ele alınması gerekir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Didem DOĞAR  <http://orcid.org/0000-0003-0330-255X>

Adnan ÇİÇEK  <http://orcid.org/0000-0002-2671-1439>



Merve AYYILDIZ  <http://orcid.org/0000-0002-9012-0756>

KAYNAKLAR

- Ahmed, F., Shah, H., Raza, I., ve Saboor, A. 2011. Forecasting milk production in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 24, 82-85.
- Akdağ, R. 2016. Yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve Box-Jenkins yöntemleriyle kentsel içme suyu talebi tahmini ve karşılaştırmalı analizi. *Business and Economics Research Journal*, (7), (1), s. 123-138.
- Bandyopadhyay, S. 2020. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): We Shall Overcome, Springer. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22, 545-546.
- Blaszczuk, B., Ebenek, E., Jagielski, P. 2020. Nutrition behaviors in polish adults before and during COVID-19 lockdown. *National Library of Medicine*. 12(10):3084-3090.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M. 1976. Time series analysis forecasting and control. *Revised Edition*, Holden Day Inc., 170p., California.
- Cetron, M., Simone, P. 2004. Battling 21st-Century Scourges with a 14th-Century Toolbox1. *Emerging Infectious Diseases*, 10(11), 2053.
- Chen, C.F., Chang, Y.H., Chang, Y.W. 2009. Seasonal ARIMA forecasting of inbound air travel arrivals to Taiwan, *Transportmetrica*, 5(2): 125–140.
- Çapraz, İ., Yılmaz, V. 2005. Süt ve süt ürünleri sektör profili, İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Çelik, Ş. 2019. Modeling and estimation of potato production in Turkey with time series analysis. *International Journal of Trend in Research Development*, 6(5), 111-116.
- Del Rio-Chanona R.M., Mealy, P., Pichler, A., Lafond, F., Farmer, J.D. 2020. Supply and demand shocks in the COVID-19 pandemic: An industry and occupation perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, 36(S1), S94–S137.
- Deshmukh, S. S., Paramasivam, R. 2016. Forecasting of Milk Production in India with ARIMA and VAR Time Series Models. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35(1), 17-22.
- Duru, Ö. 2007. Zaman serileri analizinde arıma modelleri ve bir uygulama, T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- EUROSTAT, 2023. Collection of cow's milk DATA. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00037/default/table?lang=en&category=t_agr.t_apro.t_apro_mk
- Eşidir, K.A., Metin, S. 2021. Arıma yöntemi ile tüketici fiyat endeksi tahmini. *İktisadi ve İdari Bilimler Alanında Uluslararası Araştırmalar Dergisi*. 978-625-7316-68-2.
- Eştürk, Ö. 2021. Estimating Milk Production in Ardahan Province with ARIMA (Box-Jenkins) Model. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 5(2), 271-281.
- FAO, 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Heiberger, R.M., Holland, B. 2004. Statistical Analysis and Data Display: An Intermediate Course with Examples in S-Plus, R ve SAS, *Springer*, p. 580, USA.
- Hepburn, C., O’Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J., Zenghelis, D. 2020. Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change, *Oxford Smith School of Enterprise and the Environment*. (36) 20-02.
- Hassan, S.A., Abdelaziz, H.H., İbrahim, A.H. ve Musa, K.S.M. 2018. Sudan'ın Hartum eyaletinde süt üretimi tahmini. *Tarım ve Araştırma Dergisi*, 4 (12), 6-13.

- IBM Support, 2023. IBM International Business Machines. Support ARIMA (SPSS Modeller).
- Kendal, M.G. 1973. The advanced Theory of Statics, Charles Griffin, London, sf: 506-507.
- Kouam, H. 2020. COVID-19 and oil prices, *SSRN Electronic Journal*, 1(14).
- Kutlar, A., Turgut, T., 2006. Türkiye'deki Başlıca Ekonomi Serilerinin ARFIMA Modelleri ile Tahmini ve Öngörülebilirliği, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (11), s. 120-149.
- Mgaya, J. F. 2019. Application of Arima Models in Forecasting Livestock Products Consumption in Tanzania. *Cogent Food and Agriculture*, 5(1), 1607430.
- OECD, 2020. COVID-19 and the Food and Agriculture Sector: Issues and Policy Responses, Tackling Coronavirus (COVID-19) Contributing to a Global Effort. Organisation for Economic Cooperation and Development.
- OECD/FAO 2021. OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/19428846-en>.
- Oğhan, S. 2010. Zaman Serisi Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi.
- Oni, O., Akanle, Y. 2018. Comparison of exponential smoothing models for forecasting cassava production. *International Journal of Scientific Research in Mathematical and Statistical Sciences*, 5(3), 65-68.
- Özmen, A. 1986. Zaman serisi analizinde box-jenkins yöntemi ve banka mevduat tahmininde uygulama denemesi, Anadolu Üniversitesi Yayın No:207(51).
- Pankratz, A. 1983. Forecasting with univariate Box-Jenkins models: concept and cases. John, Wiley and sons, New York IJRDO- *Journal of Agriculture and Research*. (4), (12), 201813.
- Pektaş, A.O. 2013. SPSS ile Veri Madenciliği, Dikeyksen Yayınları, ISBN:978-605-86660-4-7, İstanbul.
- Perez ve ark. 2022. Application of an "ARIMA" model to forecast milk production in Brown Swiss cows from the Peruvian highlands. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 9 (2), 77-83.
- Schmidhuber, J., Pound, J., ve Qiao, B. 2020. COVID-19: Channels of Transmission to Food and Agriculture.
- TAGEM, 2018. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. Süt Sektör Politika Belgesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/S%C3%BCT%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20belgesi%202018-2022.pdf>.
- Tatar, B.Ç., Sipahioğlu, O., Açıklan, B., Karaoğlu, B. 2022. Covid-19 Pandemi Sürecinin Yiyecek İçecek Sektörüne Etkileri. Ankara Medipol Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Medipol Üniversitesi Yayınları: 52 (149).
- TEPAV, 2012. Konya'da Tarımsal Sanayide Yapısal Özelliklerinin Analizi ve Rekabet Stratejilerinin Belirlenmesi, Süt ve Süt Ürünleri İmalat Sektörü Sonuç Raporu. Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı.
- TEPGE, 2023. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Süt ve Süt Ürünleri Tahmin Raporu.
- TEPGE, 2021. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Süt ve Süt Ürünleri Tahmin Raporu.
- USK, 2018. https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/Sut_Raporu_2018_Web_Kapakli.pdf.
- USK, 2021. Ulusal Süt Konseyi, Dünya ve Türkiye'de süt sektör istatistikleri. Süt Sektör Raporu. <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/2021-sut-raporu-3927/>.
- Varshney, D., Roy, D. ve Meenakshi, J.V. 2020. Impact of COVID-19 on Agricultural Markets: Assessing the Roles of Commodity Characteristics, Disease Caseload and Market Reforms. *Indian Economic Review*, 55(1): 83-103.
- Waiswa, D. 2023. Box-Jenkins metodolojisini kullanarak Uganda'nın sığır ve sığır sütü üretiminin modellenmesi ve tahmin edilmesi. *Tarımsal Üretim Dergisi*, 4 (1), 16-29.
- WHO, 2023. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-epidemiological-update---22-december-2023>
- Wilder-Smith, A., Freedman, D.O. 2020. Isolation, Quarantine, Social Distancing and Community Containment: Pivotal Role for Old-Style Public Health Measures in the Novel Coronavirus (2019- nCoV) Outbreak. *J Travel Med*;27(2).
- Yıldırım, A., Altunç, Ö.F. 2020. Muş ili süt üretiminin arıma modeli ile tahmini. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 8 (20) 137-1465.

Tarım Arazilerinin Değerini Etkileyen Faktörlerin BWM ve FUCOM Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Tansu ALKAN^{1*} , Süleyman Savaş DURDURAN² 

¹ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Niğde, Türkiye

² Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta :tansualkan93@gmail.com

Geliş Tarihi: 15.02.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.03.2024 Kabul Tarihi: 12.06.2024

ÖZ

Tarımsal değerlendirme sürecinde değeri etkileyen faktörlerin belirlenmesi en zor aşamalardan biridir. Tarım arazilerinin değerinin objektif bir şekilde belirlenebilmesi için öncelikle değeri etkileyen faktörlerin tespit edilmesi gerekir. Bu çalışmanın amacı tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile incelenmesidir. Ülkemizde tarımsal değerlendirme ile ilgili yapılan akademik çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmalarda en çok kullanılan faktörler belirlenmiştir. Faktörler; çevresel ve sosyal faktörler, fiziksel ve yapısal faktörler, tarımsal faktörler ve konumsal faktörler olmak üzere dört ana grupta toplanmıştır ve yirmi üç alt faktörden oluşmaktadır. Faktörlerin önem dereceleri BWM (Best-Worst Method–En İyi En Kötü Yöntemi) ve FUCOM (Full Consistency Method–Tam Tutarlılık Yöntemi) kullanılarak hesaplanmıştır. Her iki yöntemle göre hesaplanan faktör ağırlıkları incelenmiş ve ana faktörler önem derecelerine göre tarımsal, fiziksel ve yapısal, konumsal ve çevresel ve sosyal faktörler olarak sıralanmıştır. Tarımsal faktörlerin alt faktörü olan sulama durumu en önemli faktörken, çevresel ve sosyal faktörlerin alt faktörü olan nüfus en önemsiz faktördür. Faktörler BWM ve FUCOM ile elde edilen önem derecelerine göre sıralanmış ve aralarında benzerlik olup olmadığı Spearman'ın sıralama korelasyon katsayısı hesaplanarak test edilmiştir. 0.98 olarak hesaplanan korelasyon katsayısına göre iki yöntem arasında oldukça güçlü bir benzerlik vardır.

Anahtar kelimeler: Tarımsal değerlendirme, değeri etkileyen faktörler, ÇKKV, BWM, FUCOM.

Evaluation of the Factors Affecting the Value of Agricultural Lands with BWM and FUCOM Methods

ABSTRACT

Determining the factors that influence the value of agricultural land is one of the most challenging stages in the agricultural valuation process. To determine the value of agricultural land objectively, it is essential to first identify the factors that influence its value. This study aims to analyze the factors that affect the value of agricultural lands using Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. The academic studies on agricultural valuation in Turkey have been analyzed and the most commonly used factors in these studies have been determined. The factors are classified into four main groups: environmental and social factors, physical and structural factors, agricultural factors, and spatial factors. These groups consist of twenty-three sub-factors. The importance levels of the factors were calculated using the Best-Worst Method (BWM) and the Full Consistency Method (FUCOM). The factor weights calculated according to both methods were analyzed and the main factors were ranked according to their importance as agricultural, physical and structural, spatial and environmental and social factors. The most important factor was irrigation status, a sub-factor of agricultural factors, while the least important factor was population, a sub-factor of environmental and social factors. The importance degrees of the factors were ranked using BWM and FUCOM, and the similarity between the rankings was tested by calculating Spearman's rank correlation coefficient. According to the correlation coefficient calculated as 0.98, there is a very strong similarity between the two methods.

Key words: Agricultural valuation, factors affecting value, MCDM, BWM, FUCOM.

GİRİŞ

Taşınmaz, yüksek getirisi ile en ideal yatırım araçlarından biridir (Peter ve ark., 2020). Ayrıca, vergi kaynağı olmasıyla ülke ekonomisine katkı sağlayan taşınmazın değerinin bilinmesi gerekir. Taşınmaz değerlendirme, bir ya da çok sayıda taşınmazın ve bu taşınmazlara ait hak ve faydaların objektif kriterlerle alım-satım günündeki değerinin tarafsız bir şekilde belirlenmesidir (Alkan ve Durduran, 2021). Taşınmaz değerlemede kullanılan birçok yöntem vardır ve bu yöntemler taşınmazın kullanım amacına göre belirlenebilmektedir (Yurdakul ve ark., 2023). Taşınmazlar, kullanım amacına ve bulunduğu konuma göre kentsel ve kırsal olarak nitelendirilebilir. Kırsal alanlarda arazinin tarımsal üretim için temel faktör ve sınırlı bir kaynak olması tarımsal değerlemeye olan ilgiyi ve önemi artırmıştır. Çünkü tarım arazilerinin değerini belirlemek ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak, gıda güvenliği ve ekonomik kalkınma açısından hayati öneme sahiptir.

Arazi toplulaştırma, kamulaştırma, vergilendirme, kredilendirme, sigortalandırma ve miras gibi farklı sebeplerle tarım arazilerinin değerlendirilmesi yapılmakta ve elde edilen değerlendirme sonuçları hem bireyleri hem de kurumları etkilemektedir. Bu yüzden, tarım arazilerinin değerinin objektif bir şekilde belirlenmesi için tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin matematiksel olarak ifade edilip değerlendirme sürecine dahil edilmesi gerekir. Tarım arazilerinin değeri tarımsal, konumsal, demografik ve ekonomik birçok faktör tarafından belirlenmektedir (Sklenicka ve ark. 2013; Karakayacı, 2015). Arazi değerleri bölgeden bölgeye değişebilmekte ve her bölgede değere etki eden faktörler de farklılık gösterebilmektedir (Öztürk ve ark., 2017). Bu yüzden tarımsal değerlendirme sürecinde kapsamlı bir analiz yapılması ve doğru bir şekilde değere etki eden faktörlerin tespit edilmesi önem arz etmektedir.

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler değer üzerinde farklı önem derecelerine sahiptir. Faktörlerin değere etki derecesini ölçmek için matematiksel ve istatistiksel yöntemler kullanılarak her bir faktörün ağırlık katsayısı hesaplanır. Faktör ağırlıklarının belirlenmesinde genellikle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler aynı anda birden fazla faktörün değerlendirilmesi sonucu en iyi alternatifin belirlenmesine imkân sağlayan yöntemlerdir (Alkan ve Durduran, 2021). Taşınmaz değerlemede faktör ağırlıklarının belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Demirel ve ark., 2018; Doldur ve Alkan, 2021; Satılmışoğlu ve ark., 2022). 2015 yılında geliştirilen BMW (Best-Worst Method–En İyi En Kötü Yöntemi) ile 2018 yılında geliştirilen FUCOM (Full Consistency Method–Tam Tutarlılık Yöntemi) yöntemleri faktör ağırlıklarının tespit edilmesinde son yıllarda kullanılmaya başlayan ÇKKV yöntemleridir. AHP, BMW ve FUCOM yöntemlerinin temelinde ikili karşılaştırma vardır. AHP yönteminde n faktör sayısını ifade etmek üzere $n(n-1)/2$ tane ikili karşılaştırma yapılırken, BMW yönteminde $2n-3$ tane, FUCOM yönteminde ise $n-1$ tane ikili karşılaştırma yapılmaktadır. AHP’de en fazla FUCOM’da ise en az sayıda ikili karşılaştırma yapılır. AHP ve BMW yöntemlerinde tutarlılık oranı hesaplanırken FUCOM yönteminde tutarlılık matematiksel geçişlilik temeline dayanır.

Literatürde tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin AHP (Karakayacı, 2015; Karakayacı ve ark., 2016; Bayramoğlu ve Özdemir, 2021), regresyon analizi (Nilsson ve Johansson, 2013; Sklenicka ve ark., 2013; Uematsu ve ark., 2013; Awasthi, 2014; Karakayacı, 2018) ve hedonik yöntem (Vural ve Fidan, 2009; Öztürk Çoşar ve Engindeniz, 2013; Borchers ve ark., 2014; Choumert ve Phelinas, 2015; Öztürk ve ark., 2017; Çınar ve ark., 2018; Başaran Caner ve ark., 2022; Susam Serez ve ark., 2022) ile incelendiği çalışmalar mevcuttur. BMW ve FUCOM yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar ise Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Bu çalışmada, tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin etki derecesinin BMW ve FUCOM yöntemleriyle değerlendirilmesi ve bu yöntemlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler literatür araştırması yapılarak belirlenmiş ve çevresel ve sosyal, fiziksel ve yapısal, tarımsal ve konumsal faktörler olarak gruplandırılmıştır. Dört ana faktörün ve yirmi üç alt faktörün değerlendirilmesinde ziraat ve harita mühendisliği alanında uzman olan dört karar vericiden görüş alınmıştır. BMW ve FUCOM yöntemleri ile elde edilen ağırlıklara göre faktörler önem derecelerine göre sıralanmıştır. 0,98 olarak hesaplanan Spearman’ın sıralama korelasyon katsayısına göre yöntemlerin birbirine benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, tarım arazilerinin değerinde etkili olan faktörlerin farklı ÇKKV yöntemleri ile analiz edilmesiyle tarımsal değerlendirme alanına ve bu yöntemlerin ilk kez böyle bir amaç için kullanılmasıyla literatüre katkı sağlamaktadır.

Çizelge 1. Literatür taraması

Kaynak	Konu	Yöntem
(Ghaffari ve ark., 2017)	Teknolojik yenilik geliştirmede temel başarı faktörlerinin araştırılması	BWM
(Durmić, 2019)	Sürdürülebilir tedarikçi seçimi faktörlerinin analizi	FUCOM
(Çalık, 2020)	Hedef pazar seçiminde ÇKKV yöntemlerinin kullanılması	BWM, ARAS
(Demir ve Bircan, 2020)	Özel okul seçiminde etkili olan faktörlerin analizi	BWM, FUCOM
(Moslem ve ark., 2020)	Karayolu güvenliği ile ilgili sürücü davranış faktörlerinin incelenmesi	AHP, BWM
(Ayçin ve Aşan, 2021)	İş zekası uygulamaları seçimini etkileyen faktörlerin analizi	FUCOM
(Bilgiç ve ark., 2021)	Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi	BWM
(Ecer, 2021)	Rüzgâr çiftliği yer seçiminde etkili olan faktörlerin incelenmesi	FUCOM
(Koca ve Akçakaya, 2021)	Giyilebilir teknolojik ürünlerin tasarımını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi	BWM
(Özdağoğlu ve ark., 2021)	Peyzaj sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için ticari araç seçimi	FUCOM, PROMETHEE
(Abdullah ve ark., 2022)	Sağlık hizmetleri performans yönetiminde ÇKKV kullanımı	FUCOM, MARCOS
(Akar, 2022)	Tedarik zincirindeki sürdürülebilir imalatın önündeki engelleyici faktörlerin incelenmesi	FUCOM
(Badi ve ark., 2022)	Sürdürülebilirlik performans göstergelerinin incelenmesi	FUCOM, MARCOS
(Ekin ve Sarul, 2022)	Akıllı şehir bileşenlerinin analizi	AHP, DEMATEL, BWM, FUCOM,
(Genç ve ark., 2022)	Otomobil motor yağı alternatiflerinin değerlendirilmesi	FUCOM, MAIRCA, MABAC, BWM
(Ulu ve ark., 2022)	Trafik kazalarında etkili olan faktörlerin değerlendirilmesi	BWM, SWARA
(Çevik Aka, 2023)	Endüstri 4.0'ın örgütsel çeviklik üzerindeki etkilerinin incelenmesi	FUCOM
(Khan ve ark., 2023)	Birleşik Arap Emirlikleri'nde üretim odaklı projeleri etkileyen kritik risk faktörlerinin değerlendirilmesi	BWM
(Mercan ve Can, 2023)	İşgören seçiminde etkili olan faktörlerin analizi	FUCOM
(Öztaş ve Öztaş, 2023)	İngilizce dil bilgisi denetleyicilerinin seçiminde etkili olan faktörlerin analizi	FUCOM, BWM
(Yücel ve Bağdat, 2023)	Akademisyenlerin muhasebe eğitiminde paket program tercihinde etkili olan faktörlerin analizi	BWM

MATERYAL ve METOT

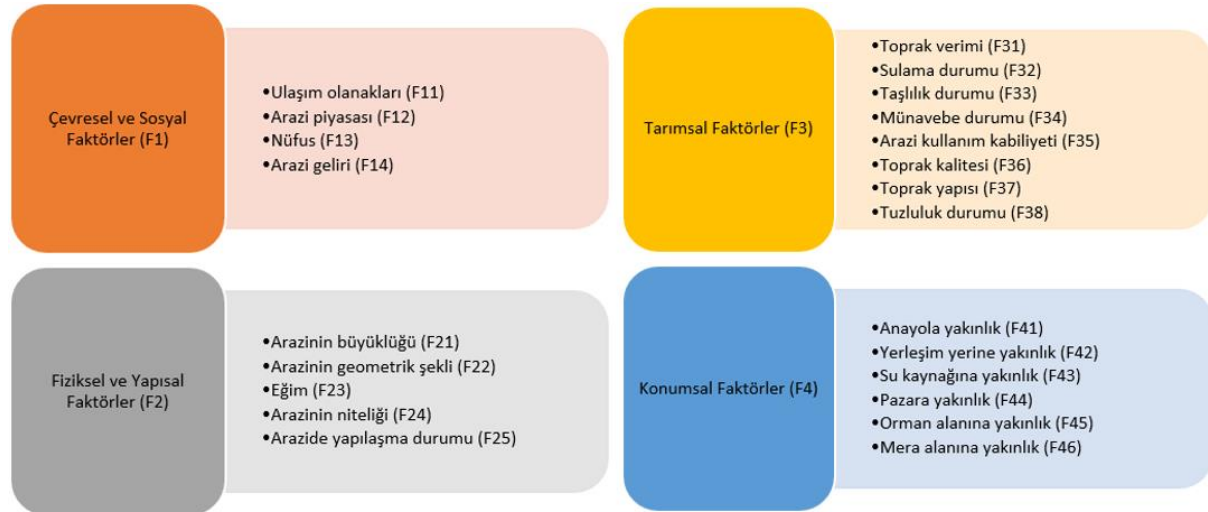
Tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörler

Tarım arazilerinin değerinin objektif bir şekilde belirlenebilmesi için değeri etkileyen faktörleri belirlemek gerekir. Değeri etkileyen faktörler bölgeden bölgeye, kişiden kişiye değişebilmektedir. Bu çalışmada ülkemizdeki tarımsal değerlendirme ile ilgili akademik çalışmalar incelenerek tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler belirlenmiş ve bu faktörlerin farklı ÇKKV yöntemleri ile önem derecelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler ve ilgili literatür Çizelge 2'de verilmiştir.

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler dört ana grupta toplanmıştır. Bunlar; çevresel ve sosyal faktörler (F1), fiziksel ve yapısal faktörler (F2), tarımsal faktörler (F3) ve konumsal faktörler (F4)'dir. Çevresel ve sosyal faktörlerin dört tane, fiziksel ve yapısal faktörlerin beş tane, tarımsal faktörlerin sekiz tane ve konumsal faktörlerin altı tane olmak üzere toplamda yirmi üç tane alt faktör vardır. Ana ve alt faktörler Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler ve literatürdeki yeri

Kaynaklar	Faktörler
(Hurma, 2007)	Arazinin büyüklüğü, arazinin geometrik şekli, eğim, toprak verimi, taşlılık durumu, sulama durumu, anayola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık, pazara yakınlık, orman alanına yakınlık
(Öztürk Çoşar ve Engindeniz, 2013)	Arazinin büyüklüğü, arazinin geometrik şekli, eğim, toprak verimi, toprak kalitesi, taşlılık durumu, anayola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık, arazideki yapılaşma durumu
(Karakayacı, 2015)	Arazinin büyüklüğü, arazi geliri, toprak verimi, yerleşim yerine yakınlık, yola yakınlık, ulaşım tesisleri, sulama tesisleri, arazi piyasası, nüfus.
(Karakayacı ve ark., 2016)	Nüfus, yerleşim yerine yakınlık, yola yakınlık, ulaşım olanakları, sulama olanakları, arazi piyasası, arazi kullanım kabiliyeti, bitki deseni, su kaynağına yakınlık, arazi genişliği, arazi verimi
(Öztürk ve ark., 2017)	Arazinin büyüklüğü, arazinin geometrik şekli, eğim, toprak verimi, toprak kalitesi, toprak yapısı, taşlılık durumu, tuzluluk durumu, sulama durumu, anayola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık, pazara yakınlık, münavebe durumu, arazideki yapılaşma durumu
(Bayramoğlu ve Özdemir, 2021)	Arazi verimliliği, arazi genişliği, arazinin şekli, eğim, yola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık, sulama olanakları, arazi satışının hareketli olması, toprak yapısı
(Başaran Caner ve ark., 2022)	Arazinin büyüklüğü, arazinin geometrik şekli, eğim, toprak verimi, toprak kalitesi, taşlılık durumu, arazideki yapılaşma durumu, anayola yakınlık, yerleşim yerine yakınlık
(Karaduman ve Karataş, 2023)	Arazinin şekli, yerleşim yerine yakınlık, ana yola yakınlık, mera alanına yakınlık, arazi kullanım kabiliyeti, sulama olanağı, eğim



Şekil 1. Tarım arazisinin değerini etkileyen ana ve alt faktörler

BWM

BWM yöntemi, Rezaei tarafından 2015 yılında literatüre kazandırılmış bir ÇKKV yöntemidir (Rezaei, 2015). Bu yöntemde ilk olarak en iyi ve en kötü faktör karar vericilerin görüşleri doğrultusunda belirlenir. Daha sonra en iyi faktör diğer faktörlerle ve diğer faktörler en kötü faktörle kıyaslanır ve böylelikle $(2n-3)$ tane ikili karşılaştırma yapılmış olur. Bu yöntemle ikili karşılaştırma sistemi kullanılarak basit bir optimizasyon modeli oluşturulur ve faktörlerin optimal ağırlıkları ile matrislerin tutarlılıkları hesaplanır.

BWM yönteminin beş adımdan oluşan uygulama aşamaları şu şekildedir (Rezaei, 2015; Koca ve Akçakaya, 2021):

Adım 1: İlk olarak karar problemine etkisi olan faktörler (C_1, C_2, \dots, C_n) belirlenir.

Adım 2: En iyi (en önemli) ve en kötü (en az önemli) faktörler belirlenir.

Adım 3: En iyi faktörün diğer faktörlere göre tercihi 1-9 ölçeği kullanılarak belirlenir. Bu ölçekte 1 eşit derece önemli, 3 orta derecede önemli, 5 çok önemli, 7 çok daha önemli, 9 çok önemli olarak ifade edilir. En iyi

faktörün diğer faktörlere göre üstünlük vektörü $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ oluşturulur. Bu vektördeki her bir a_{Bj} , en iyi faktörün (B) j faktörüne göre tercihini ifade eder ve $a_{BB} = 1$ 'dir.

Adım 4: Diğer faktörlerin en kötü faktöre göre tercihi 1-9 ölçeği kullanılarak belirlenir ve $A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$ vektörü oluşturulur. Bu vektörde her bir a_{jW} , j faktörünün en kötü kriter W faktörüne göre tercihini belirtir ve $a_{WW} = 1$ 'dir.

Adım 5: Bu adımda faktörlerin ağırlıkları belirlenir. Faktörlerin optimal ağırlıklarının belirlenmesi için tüm j'ler için maksimum mutlak farkın en aza indirilmesi gerekir. Öncelikle $|w_B - a_{Bj}w_j|$ ve $|w_j - a_{jW}w_w|$ farklarının maksimum değerinin minimum olmasını sağlayan doğrusal programlama modelinin oluşturulması gerekir. Bu modelin oluşturulabilmesi için problem Eşitlik (1)'de verildiği gibi min-max modeli şeklinde ifade edilir.

$$\begin{aligned} \min \max_j \{ & |w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_{jW}w_w| \} \\ \sum_j w_j &= 1 \\ w_j &\geq 0 \forall j \end{aligned} \quad (1)$$

Problem denklemi Eşitlik (2)'de verilen doğrusal programlama modeline dönüştürülür.

$$\begin{aligned} \min \xi \\ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| &\leq \xi \\ \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jW} \right| &\leq \xi \\ \sum_j w_j &= 1 \\ w_j &\geq 0 \forall j \end{aligned} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'nin çözülmesiyle faktörlerin optimal ağırlıkları (w_1, w_2, \dots, w_n) ve ξ hesaplanır.

Son olarak yapılan değerlendirmelerin tutarlı olup olmadığı test edilir. Çizelge 3'te verilen tutarlılık endeks değerleri yardımıyla Tutarlılık Oranı (TO) hesaplanır (Eşitlik (3)).

$$TO = \xi / \text{Tutarlılık endeks değeri (TE)} \quad (3)$$

Tutarlılık endeks değeri belirlenirken en iyi faktörün en kötü faktöre göre tercih düzeyi dikkate alınmaktadır. Tutarlılık oranının sıfıra yaklaşması tutarlılığın arttığını, bire yaklaşması ise tutarlılığın düştüğünü göstermektedir.

Çizelge 3. Tutarlılık endeks değeri

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TE	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

FUCOM

FUCOM, oldukça yeni bir ÇKKV yöntemidir ve Pamucar ve ark. tarafından 2018 yılında literatüre kazandırılmıştır. Faktör ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan subjektif yöntemlerden biridir. FUCOM yönteminin modeli (n-1) tane ikili karşılaştırmaya dayanmaktadır. Model, karşılaştırmaların tam tutarlılıktan sapmasını belirleyerek modeli doğrulama yeteneğine sahip basit bir algoritmaya sahiptir ve modelin tutarlılığı, matematiksel geçişlilik koşullarının karşılanması temelinde tanımlanmaktadır (Pamucar ve ark., 2018).

FUCOM, daha az sayıda ikili karşılaştırma ile sonuca ulaşması, faktörlerin tutarlı bir şekilde ikili karşılaştırmasına olanak tanınması ve faktör ağırlıklarının daha güvenilir şekilde hesaplanmasını sağlaması özellikleri ile diğer ÇKKV yöntemlerinden avantajlıdır (Mercan ve Can, 2023).

FUCOM yönteminin üç adımdan oluşan uygulama aşamaları şu şekildedir (Pamucar ve ark., 2018; Ecer, 2021):

Adım 1: İlk olarak karar vericiler tarafından faktörler en önemliden en az önemliye doğru sıralanır. Böylece faktörlerin beklenen ağırlık katsayılarına göre sıralanmış faktörler elde edilir (Eşitlik (4)).

$$C_{j(1)} > C_{j(2)} > \dots > C_{j(k)} \quad (4)$$

Eşitlik (4)'te k, faktörlerin derecesini temsil etmektedir ve aynı öneme sahip faktör olduğu düşünülüyorsa ">" yerine "=" işareti kullanılabilir.

Adım 2: Karar vericiler tarafından sıralanan faktörlerin karşılaştırmalı öncelikleri $\varphi_{k/(k+1)}$ belirlenir ve böylece faktörlerin karşılaştırmalı öncelik vektörü elde edilir (Eşitlik (5)). $\varphi_{k/(k+1)}$, $C_{j(k)}$ faktörünün sıralamasının $C_{j(k+1)}$ faktörünün sıralamasına göre avantajını ifade etmektedir.

$$\Phi = (\varphi_{1/2}, \varphi_{2/3}, \varphi_{3/4}, \dots, \varphi_{k/(k+1)}) \quad (5)$$

Bu yöntemde, faktörlerin ikili karşılaştırması için ondalık değerler, tamsayı ya da önceden tanımlanmış bir ölçeğin değerleri kullanılabilir. Bu çalışmada 1-9 ölçeği kullanılmıştır.

Adım 3: Son adımda, faktörlerin nihai ağırlıkları (w_1, w_2, \dots, w_n) T hesaplanır. Ağırlıkların hesaplanması için aşağıda verilen iki koşulun sağlanması gerekir.

Koşul 1: Faktörlerin ağırlık katsayılarının oranı Adım 2’de belirtilen faktörlerin karşılaştırmalı öncelik değerine $\varphi_{k/(k+1)}$ eşittir (Eşitlik (6)).

$$\frac{w_k}{w_{k+1}} = \varphi_{k/(k+1)} \quad (6)$$

Koşul 2: Ağırlık katsayılarının elde edilen nihai değerleri matematiksel geçişliliğe uymalıdır. Bu şu demektir:

$$\varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \varphi_{k/(k+2)}. \text{ Ayrıca } \varphi_{k/(k+1)} = \frac{w_k}{w_{k+1}} \text{ ve } \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}} \text{ olduğundan } \frac{w_k}{w_{k+1}} \otimes \frac{w_{k+1}}{w_{k+2}} = \frac{w_k}{w_{k+2}} \text{ elde edilir. Böylece ikinci koşul elde edilir (Eşitlik (7)).}$$

$$\frac{w_k}{w_{k+2}} = \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \quad (7)$$

Tam tutarlılık koşul 1 (Eşitlik (6)) ve koşul 2’ye (Eşitlik (7)) tam olarak uyulduğunda sağlanır. Yani bu şartların sağlanması ile tam tutarlılıktan sapma (TTS) değeri minimum olur ve maksimum tutarlılık sağlanır. Ağırlık katsayılarının nihai değerleri için TTS değeri $\chi = 0$ olur.

Son olarak faktör ağırlıklarının nihai değerlerini hesaplamayabilmek için Eşitlik (8)’de verilen doğrusal programlama modelinin çözülmesi gerekir.

$$\min \chi \quad \begin{cases} \left| \frac{w_j^{(k)}}{w_j^{(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| \leq \chi, \forall j \\ \left| \frac{w_j^{(k)}}{w_j^{(k+2)}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| \leq \chi, \forall j \\ \sum_{j=1}^n w_j = 1 \geq 0, \forall j \end{cases} \quad (8)$$

Eşitlik (8)’de verilen modelin çözülmesi ile faktörlerin nihai ağırlıkları (w_1, w_2, \dots, w_n) T ve TTS (χ) değeri hesaplanmış olur..

BULGULAR ve TARTIŞMA

Uzman görüşlerinin alınması

Bu çalışmada, tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin önem derecelerini belirlemek için ziraat ve harita mühendisliği alanında uzman dört farklı karar vericiden görüş alınmıştır. BWM ve FUCOM yöntemleri kapsamında faktörlerin puanlandırılması için üç aşamalı hibrit bir anket formu hazırlanmıştır. İlk aşamada FUCOM yöntemi için faktörlerin etki derecesine göre büyükten küçüğe doğru sıralanması istenmiştir. Bu sıralamaya göre BWM yöntemi için en önemli ve en az önemli faktör belirlenmiştir. İkinci aşamada en önemli faktörün diğer faktörlere göre ne kadar önemli olduğunu, üçüncü aşamada ise diğer faktörlerin en önemsiz faktörden ne kadar önemli olduğunu 1-9 ölçeğine göre değerlendirmeleri istenmiştir. Karar vericiler tarafından faktörlerin değerlendirilmesi Çizelge 4-7’de verilmiştir.

Çizelge 4. Karar verici- 1’in değerlendirmeleri

Ana faktörlerin sıralaması: F3> F2> F4> F1					
En önemli faktör: F3	En az önemli faktör: F1				
F3 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F1	F2	F3	F4	
	9	5	1	8	
Diğer faktörlerin F1 faktörüne göre önem düzeyleri	F1	F2	F3	F4	
	1	5	9	3	
Çevresel ve Sosyal Faktörlerin (F1) Sıralanması: F14> F12> F11> F13					
En önemli faktör: F14	En az önemli faktör: F13				
F14 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F11	F12	F13	F14	
	6	3	9	1	
Diğer faktörlerin F13 faktörüne göre önem düzeyleri	F11	F12	F13	F14	
	3	4	1	9	
Fiziksel ve Yapısal Faktörlerin (F2) Sıralanması: F24> F21> F23> F22> F25					
En önemli faktör: F24	En az önemli faktör: F25				
F24 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F21	F22	F23	F24	F25
	2	4	3	1	8

Diğer faktörlerin F25 faktörüne göre önem düzeyleri		F21	F22	F23	F24	F25				
		7	5	6	8	1				
Tarımsal Faktörlerin (F3) Sıralaması: F31> F32> F35> F36> F37> F38> F33> F34										
En önemli faktör: F31		En az önemli faktör: F34								
F31 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi		F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38	
		1	2	7	9	3	4	5	6	
Diğer faktörlerin F34 faktörüne göre önem düzeyleri		F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38	
		9	8	3	1	6	5	5	4	
Konumsal Faktörlerin (F4) Sıralaması: F43> F46> F45> F42> F41> F44										
En önemli faktör: F43		En az önemli faktör: F44								
F43 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi		F41	F42	F43	F44	F45	F46			
		8	7	1	9	5	4			
Diğer faktörlerin F44 faktörüne göre önem düzeyleri		F41	F42	F43	F44	F45	F46			
		2	3	9	1	4	6			

Çizelge 5. Karar verici- 2'nin değerlendirmeleri

Ana faktörlerin sıralaması: F3> F2> F4> F1										
En önemli faktör: F3		En az önemli faktör: F1								
F3 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi		F1	F2	F3	F4					
		6	3	1	4					
Diğer faktörlerin F1 faktörüne göre önem düzeyleri		F1	F2	F3	F4					
		1	3	6	2					
Çevresel ve Sosyal Faktörlerin (F1) Sıralanması: F11> F12> F14> F13										
En önemli faktör: F11		En az önemli faktör: F13								
F11 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi		F11	F12	F13	F14					
		1	3	7	4					
Diğer faktörlerin F13 faktörüne göre önem düzeyleri		F11	F12	F13	F14					
		7	4	1	3					
Fiziksel ve Yapısal Faktörlerin (F2) Sıralanması: F23> F24> F22> F21> F25										
En önemli faktör: F23		En az önemli faktör: F25								
F23 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi		F21	F22	F23	F24	F25				
		7	4	1	3	8				
Diğer faktörlerin F25 faktörüne göre önem düzeyleri		F21	F22	F23	F24	F25				
		2	5	8	6	1				
Tarımsal Faktörlerin (F3) Sıralaması: F31> F36> F35> F32> F34> F37> F33> F38										
En önemli faktör: F31		En az önemli faktör: F38								
F31 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi		F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38	
		1	4	8	6	3	2	7	9	
Diğer faktörlerin F38 faktörüne göre önem düzeyleri		F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38	
		9	6	2	4	7	8	3	1	
Konumsal Faktörlerin (F4) Sıralaması: F43> F41> F42> F46> F45> F44										
En önemli faktör: F43		En az önemli faktör: F44								
F43 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi		F41	F42	F43	F44	F45	F46			
		3	4	1	7	6	5			
Diğer faktörlerin F44 faktörüne göre önem düzeyleri		F41	F42	F43	F44	F45	F46			
		5	4	7	1	2	3			

Çizelge 6. Karar verici- 3'ün değerlendirmeleri

Ana faktörlerin sıralaması: F3> F4> F2> F1										
En önemli faktör: F3		En az önemli faktör: F1								
F3 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi		F1	F2	F3	F4					
		9	5	1	3					
Diğer faktörlerin F1 faktörüne göre önem düzeyleri		F1	F2	F3	F4					
		1	4	9	7					
Çevresel ve Sosyal Faktörlerin (F1) Sıralanması: F14> F11> F12> F13										
En önemli faktör: F14		En az önemli faktör: F13								

F14 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F11	F12	F13	F14				
	2	4	7	1				
Diğer faktörlerin F13 faktörüne göre önem düzeyleri	F11	F12	F13	F14				
	6	4	1	7				
Fiziksel ve Yapısal Faktörlerin (F2) Sıralanması: F24> F23> F22> F21> F25								
En önemli faktör: F24	En az önemli faktör: F25							
F24 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F21	F22	F23	F24	F25			
	5	4	3	1	9			
Diğer faktörlerin F25 faktörüne göre önem düzeyleri	F21	F22	F23	F24	F25			
	5	6	7	9	1			
Tarımsal Faktörlerin (F3) Sıralaması: F32> F35> F36> F31> F37> F38> F33> F34								
En önemli faktör: F32	En az önemli faktör: F34							
F32 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	4	1	7	9	2	3	5	6
Diğer faktörlerin F34 faktörüne göre önem düzeyleri	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	6	9	3	1	8	7	5	4
Konumsal Faktörlerin (F4) Sıralaması: F43> F41> F42> F44> F46> F45								
En önemli faktör: F43	En az önemli faktör: F45							
F43 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	3	5	1	6	9	7		
Diğer faktörlerin F45 faktörüne göre önem düzeyleri	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	6	5	9	4	1	3		

Çizelge 7. Karar verici- 4'ün değerlendirmeleri

Ana faktörlerin sıralaması: F3> F4> F2> F1								
En önemli faktör: F3	En az önemli faktör: F1							
F3 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F1	F2	F3	F4				
	9	5	1	4				
Diğer faktörlerin F1 faktörüne göre önem düzeyleri	F1	F2	F3	F4				
	1	5	9	5				
Çevresel ve Sosyal Faktörlerin (F1) Sıralanması: F14> F12> F11> F13								
En önemli faktör: F14	En az önemli faktör: F13							
F14 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F11	F12	F13	F14				
	5	2	9	1				
Diğer faktörlerin F13 faktörüne göre önem düzeyleri	F11	F12	F13	F14				
	4	7	1	9				
Fiziksel ve Yapısal Faktörlerin (F2) Sıralanması: F24> F23> F22> F21> F25								
En önemli faktör: F24	En az önemli faktör: F25							
F24 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F21	F22	F23	F24	F25			
	4	3	2	1	7			
Diğer faktörlerin F25 faktörüne göre önem düzeyleri	F21	F22	F23	F24	F25			
	3	4	5	7	1			
Tarımsal Faktörlerin (F3) Sıralaması: F32> F31= F35= F36= F37> F38> F33> F34								
En önemli faktör: F32	En az önemli faktör: F34							
F32 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	2	1	6	8	2	2	2	4
Diğer faktörlerin F34 faktörüne göre önem düzeyleri	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	F38
	6	8	3	1	6	6	6	4
Konumsal Faktörlerin (F4) Sıralaması: F43> F41> F44> F45= F46> F42								
En önemli faktör: F43	En az önemli faktör: F42							
F43 faktörünün diğer faktörlere göre önem düzeyi	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	4	8	1	5	6	6		
Diğer faktörlerin F42 faktörüne göre önem düzeyleri	F41	F42	F43	F44	F45	F46		
	5	1	8	4	3	3		

Tüm karar vericilere göre en önemli ana faktör tarımsal faktörler, en az önemli ana faktör ise çevresel ve sosyal faktörlerdir. Çevresel ve sosyal faktörlerde karar vericilerden üçü en önemli faktörün arazi geliri olduğunu düşünürken diğeri ulaşım olanakları olduğunu düşünmektedir. En az önemli faktörün ise nüfus olduğu ifade edilmiştir. Fiziksel ve yapısal faktörlerde karar vericilerden üçü en önemli faktörün arazinin niteliği olduğunu ifade ederken diğeri eğim olduğunu ifade etmiştir. En az önemli faktör ise arazide yapılaşma durumudur. Tarımsal faktörlerde karar vericilerden ikisi en önemli faktörün toprak verimi olduğunu, diğer ikisi ise sulama durumu olduğunu düşünmektedir. Karar vericilerden üçü münavebe durumunu, diğeri ise tuzluluk durumunu en az önemli faktör olarak belirtmiştir. Konumsal faktörlerden su kaynağına yakınlık faktörünün en önemli faktör olduğu düşünülmektedir. Karar vericilerin ikisine göre pazara yakınlık, diğerlerine göre orman alanına yakınlık ve yerleşim yerine yakınlık en az önemli faktörlerdir.

Faktör ağırlıklarının belirlenmesi

Karar vericiler tarafından 1-9 ölçeğine göre değerlendirilen faktörlerin BWM ve FUCOM yöntemleri ile ağırlıkları hesaplanmıştır. Her bir karar verici için ayrı ayrı hesaplanan ağırlıkların ortalama değeri belirlenirken geometrik ortalamadan faydalanılmıştır. Aritmetik ortalamanın uç değerlerden etkilenmesi sorunu gidermek için geometrik ortalama kullanılmıştır. Geometrik ortalama ile elde edilen ortalama ağırlık değerlerinin toplamı 1 olmadığı için ağırlıklar normalize edilmiştir.

BWM ve FUCOM yöntemleri elde edilen ana faktör ağırlıkları ile alt faktör ağırlıkları Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Ana ve alt faktörlerin ağırlıkları

Ana Faktörler	BWM Sonuçları					FUCOM Sonuçları				
	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F1	0.060	0.085	0.051	0.054	0.062	0.077	0.095	0.068	0.071	0.078
F2	0.163	0.203	0.140	0.148	0.164	0.139	0.190	0.122	0.128	0.144
F3	0.676	0.559	0.577	0.614	0.612	0.696	0.571	0.608	0.641	0.634
F4	0.102	0.153	0.233	0.184	0.163	0.087	0.143	0.203	0.160	0.143
TO	0.026	0.017	0.023	0.024						
Alt Faktörler	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F11	0.112	0.561	0.294	0.121	0.245	0.103	0.579	0.264	0.110	0.234
F12	0.224	0.211	0.147	0.302	0.241	0.207	0.193	0.132	0.276	0.224
F13	0.060	0.070	0.059	0.050	0.067	0.069	0.083	0.075	0.061	0.082
F14	0.604	0.158	0.500	0.527	0.448	0.621	0.145	0.528	0.552	0.460
TO	0.013	0.019	0.029	0.015						
	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F21	0.250	0.087	0.119	0.120	0.141	0.226	0.077	0.106	0.111	0.129
F22	0.125	0.152	0.149	0.160	0.155	0.113	0.135	0.132	0.148	0.142
F23	0.167	0.507	0.199	0.240	0.267	0.151	0.540	0.176	0.222	0.257
F24	0.417	0.203	0.490	0.427	0.387	0.453	0.180	0.528	0.444	0.402
F25	0.042	0.051	0.043	0.053	0.050	0.057	0.068	0.059	0.074	0.069
TO	0.019	0.023	0.020	0.014						
	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F31	0.333	0.341	0.101	0.148	0.217	0.370	0.380	0.092	0.141	0.225
F32	0.200	0.104	0.330	0.258	0.219	0.185	0.095	0.370	0.282	0.225
F33	0.057	0.052	0.057	0.049	0.058	0.053	0.048	0.053	0.047	0.054
F34	0.029	0.069	0.029	0.028	0.038	0.041	0.063	0.041	0.035	0.048
F35	0.133	0.138	0.201	0.148	0.164	0.123	0.127	0.185	0.141	0.154
F36	0.100	0.207	0.134	0.148	0.152	0.092	0.190	0.123	0.141	0.144
F37	0.080	0.059	0.080	0.148	0.093	0.074	0.054	0.074	0.141	0.087
F38	0.067	0.030	0.067	0.074	0.060	0.062	0.042	0.062	0.071	0.063
TO	0.013	0.014	0.014	0.008						
	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama	KV1	KV2	KV3	KV4	Ortalama
F41	0.078	0.176	0.191	0.147	0.144	0.068	0.159	0.171	0.131	0.127
F42	0.089	0.132	0.114	0.049	0.093	0.079	0.119	0.102	0.066	0.090
F43	0.514	0.446	0.476	0.490	0.495	0.551	0.478	0.512	0.524	0.524
F44	0.045	0.052	0.095	0.118	0.073	0.061	0.068	0.085	0.105	0.079
F45	0.125	0.088	0.042	0.098	0.085	0.110	0.080	0.057	0.087	0.083
F46	0.157	0.106	0.082	0.098	0.110	0.138	0.096	0.073	0.087	0.097
TO	0.021	0.022	0.018	0.022						

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin BWM yöntemi kullanılarak elde edilen ağırlıkları incelendiğinde en önemli ana faktör %61.2 ile tarımsal faktörlerdir. Bu faktörü sırasıyla %16.4 ile fiziksel ve yapısal faktörler, %16.3 ile konumsal faktörler ve %6.2 ile çevresel ve sosyal faktörler takip etmektedir.

Çizelge 9. Faktörlerin nihai ağırlıkları ve sıralamaları

BWM					FUCOM				
Ana Faktörler	Alt Faktörler	Yerel Ağırlıklar	Global Ağırlıklar	Sıra	Ana Faktörler	Alt Faktörler	Yerel Ağırlıklar	Global Ağırlıklar	Sıra
F1 (0.062)	F11	0.245	0.0151	17	F1 (0.078)	F11	0.234	0.0183	15
	F12	0.241	0.0149	19		F12	0.224	0.0174	17
	F13	0.067	0.0041	23		F13	0.082	0.0064	23
	F14	0.448	0.0277	11		F14	0.460	0.0359	10
F2 (0.164)	F21	0.141	0.0230	15	F2 (0.144)	F21	0.129	0.0187	14
	F22	0.155	0.0253	12		F22	0.142	0.0205	13
	F23	0.267	0.0437	8		F23	0.257	0.0371	9
	F24	0.387	0.0633	6		F24	0.402	0.0580	6
	F25	0.050	0.0081	22		F25	0.069	0.0100	22
F3 (0.612)	F31	0.217	0.1326	2	F3 (0.634)	F31	0.225	0.1426	1
	F32	0.219	0.1343	1		F32	0.225	0.1426	1
	F33	0.058	0.0352	10		F33	0.054	0.0344	11
	F34	0.038	0.0234	13		F34	0.048	0.0304	12
	F35	0.164	0.1001	3		F35	0.154	0.0979	3
	F36	0.152	0.0932	4		F36	0.144	0.0911	4
	F37	0.093	0.0567	7		F37	0.087	0.0554	7
	F38	0.060	0.0366	9		F38	0.063	0.0400	8
F4 (0.163)	F41	0.144	0.0234	13	F4 (0.143)	F41	0.127	0.0182	16
	F42	0.093	0.0151	17		F42	0.090	0.0130	19
	F43	0.495	0.0804	5		F43	0.524	0.0750	5
	F44	0.073	0.0119	21		F44	0.079	0.0114	21
	F45	0.085	0.0137	20		F45	0.083	0.0118	20
	F46	0.110	0.0179	16		F46	0.097	0.0139	18

Çevresel ve sosyal faktörlere ilişkin alt faktörler önem derecesine göre %44.8 ile arazi geliri, %24.5 ile ulaşım olanakları, %24.1 ile arazi piyasası ve %6.7 ile nüfus olarak sıralanmıştır.

Fiziksel ve yapısal faktörlerin alt faktörlerinde %38.7 ile arazinin niteliği en önemli faktördür. Diğer faktörler ise önem derecesine göre %26.7 ile eğitim, %15.5 ile arazinin geometrik şekli, %14.1 ile arazinin büyüklüğü ve %5 ile arazide yapılaşma durumu olarak sıralanmıştır.

Tarımsal faktörlere ilişkin alt faktörlerden en önemlisi %21.9 ile sulama durumudur. Bu faktörü %21.7 ile toprak verimi, %16.4 ile arazi kullanım kabiliyeti, %15.2 ile toprak kalitesi, %9.3 ile toprak yapısı, %6 ile tuzluluk durumu, %5.8 ile taşlılık durumu ve %3.8 ile münavebe durumu takip etmektedir.

Konumsal faktörler incelendiğinde en önemli faktör %49.5 ile su kaynağına yakınlıktır. Diğer faktörler ise önem derecelerine göre %14.4 ile anayola yakınlık, %11 ile mera alanına yakınlık, %9.3 ile yerleşim yerine yakınlık, %8.5 ile orman alanına yakınlık ve %7.3 ile pazar alanına yakınlık olarak sıralanmıştır.

BWM yönteminde tutarlılık oranı sifıra yaklaştıkça tutarlılık artmaktadır. Tutarlılık oranları incelendiğinde değerlerin sifıra çok yakın olması karar vericilerin değerlendirmelerinin tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tarım arazisinin değerini etkileyen faktörlerin FUCOM yöntemi kullanılarak elde edilen ağırlıkları incelendiğinde en önemli ana faktörün %63.4 ile tarımsal faktör olduğu tespit edilmiştir. Bu faktörü sırasıyla %14.4 ile fiziksel ve yapısal faktörler, %14.3 ile konumsal faktörler ve %7.8 ile çevresel ve sosyal faktörler takip etmektedir.

Çevresel ve sosyal faktörlere ilişkin alt faktörler önem derecesine göre %46 ile arazi geliri, %23.4 ile ulaşım olanakları, %22.4 ile arazi piyasası ve %8.2 ile nüfus olarak sıralanmıştır.

Fiziksel ve yapısal faktörlerin alt faktörlerinde %40.2 ile arazinin niteliği en önemli faktördür. Diğer faktörler ise önem derecesine göre %25.7 ile eğitim, %14.2 ile arazinin geometrik şekli, %12.9 ile arazinin büyüklüğü ve %6.9 ile arazide yapılaşma durumu olarak sıralanmıştır.

Tarımsal faktörlere ilişkin alt faktörlerden %22.5 ile sulama durumu ve toprak verimi en önemli faktörlerdir. Bu faktörleri %15.4 ile arazi kullanım kabiliyeti, %14.4 ile toprak kalitesi, %8.7 ile toprak yapısı, %6.3 ile tuzluluk durumu, %5.4 ile taşlılık durumu ve %4.8 ile münavebe durumu takip etmektedir.

Konumsal faktörler incelendiğinde en önemli faktör %52.4 ile su kaynağına yakınlıktır. Diğer faktörler ise önem derecelerine göre %12.7 ile anayola yakınlık, %9.7 ile mera alanına yakınlık, %9 ile yerleşim yerine yakınlık, %8.3 ile orman alanına yakınlık ve %7.9 ile pazar alanına yakınlık olarak sıralanmıştır.

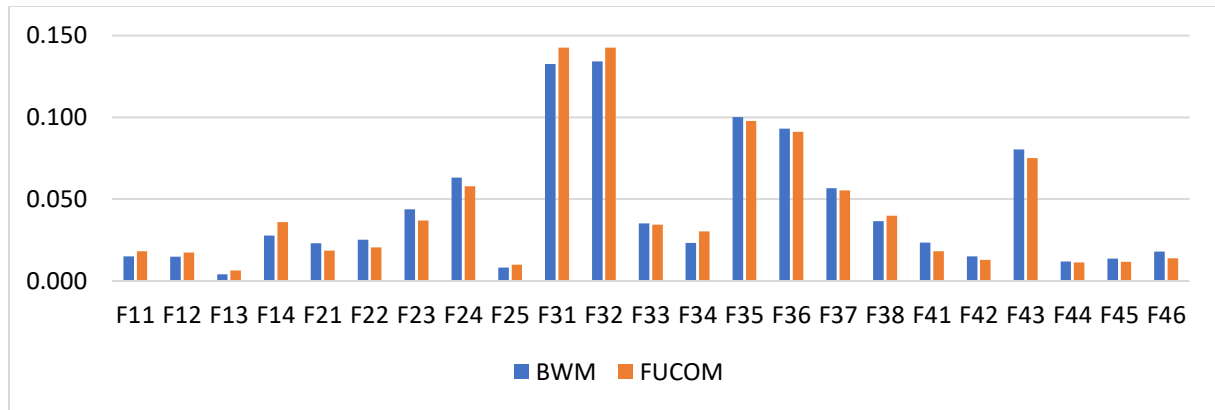
Faktörlerin nihai ağırlıkları ve yöntemlerin karşılaştırılması

BWM ve FUCOM yöntemleri kullanılarak hesaplanan ana faktörlerin ağırlıkları ile alt faktörlerin yerel ağırlıkları çarpılarak her bir faktörün global ağırlığı hesaplanmıştır. Faktörlerin nihai ağırlıkları ve sıralamaları Çizelge 9’da verilmiştir.

BWM ile hesaplanan faktör ağırlıkları incelendiğinde tüm faktörler arasından en önemli faktörün tarımsal faktörlerden sulama durumu (F32) olduğu tespit edilmiştir. En az önemli faktör ise çevresel ve sosyal faktörlerden nüfus (F13) faktörüdür. Tarımsal faktörlerden münavebe durumu (F34) faktörü ile konumsal faktörlerden ana yola yakınlık (F41) faktörünün ağırlığı birbirine eşittir. Ayrıca çevresel ve sosyal faktörlerden ulaşım olanakları (F11) faktörü ile konumsal faktörlerden yerleşim yerine yakınlık (F42) faktörünün ağırlığı da birbirine eşittir.

FUCOM ile hesaplanan faktör ağırlıkları incelendiğinde tarımsal faktörlerden toprak verimi (F31) faktörü ile sulama durumu (F32) faktörünün önem dereceleri birbirine eşittir ve bu faktörler en önemli faktörlerdir. En az önemli faktör ise çevresel ve sosyal faktörlerden nüfus (F13) faktörüdür.

Faktör ağırlıklarının karşılaştırılmasına ilişkin grafik Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Faktör ağırlıklarının yöntemlere göre kıyaslanması

Şekil 2 incelendiğinde, tarım arazisinin değerinde etkili olan en önemli faktörlerin toprak verimi (F31) ve sulama durumu (F32) olduğu, en az önemli olan faktörlerin ise nüfus (F13) ve arazide yapılaşma durumu (F25) olduğu görülmektedir.

FUCOM ve BWM yöntemlerinin etkinliğini ve benzerliğini belirlemek için Spearman’ın sıralama korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı faktör sıralamaları arasındaki korelasyonu belirlemede kullanılır ve 0-1 aralığında değer alır. BWM ve FUCOM yöntemleri ile elde edilen faktör sıralamaları arasındaki korelasyon 0,98 olarak hesaplanmıştır. İki farklı sübjektif faktör ağırlıklandırma yöntemi olan BWM ve FUCOM yöntemlerinin arasındaki bu güçlü benzerlik sonuçların güvenilir ve tutarlı olduğunu ve ayrıca uzman görüşlerinin de doğru ve tutarlı olduğunu göstermektedir.

Faktörlerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bu yöntemlerden FUCOM yönteminde n faktörlü bir karar verme problemi için (n-1) adet ikili karşılaştırma yapılırken BWM yönteminde (2n-3) adet ikili karşılaştırma yapılır. BWM yöntemi tutarlılık oranının hesaplanmasına olanak sağlamaktadır fakat bu yöntemde, FUCOM yöntemine göre daha fazla sayıda ikili karşılaştırma yapıldığı için tutarsızlık sorunlarıyla karşılaşmaktadır. FUCOM yönteminde ise BWM yöntemine göre daha az sayıda ikili karşılaştırma yapılması hesaplama kolaylığı sağlamaktadır ve bu yöntemin matematiksel yapısı sayesinde tutarsızlık sorunu yaşanmamaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarım arazileri, başta gıda olmak üzere insanlığın temel ihtiyaçlarını karşılayan ve hayati önem taşıyan sınırlı kaynaklardır. Bu arazilerin korunması ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması, gıda güvenliğinin ve

ekonomik kalkınmanın temelini oluşturur. Tarım arazilerinin alım-satım, kamulaştırma, toplulaştırma, vergilendirme, sigortalandırma gibi faaliyetlerde gerçek değerinin belirlenmesi için tarımsal değerlemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Tarım arazilerinin değerinin belirlenmesi için öncelikle değere etki eden faktörlerin tespit edilmesi gerekir. Değeri etkileyen çok sayıda faktör vardır ve her faktörün değer üzerindeki önem derecesi farklıdır. Değerleme sürecinin doğru bir şekilde yönetilebilmesi için bu faktörlerin matematiksel olarak ifade edilip ağırlıklarının hesaplanması gerekir. Böylelikle ekonomik kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşıyan tarımsal değerlendirme uygulamaları öncelikten uzak objektif bir şekilde yürütülür.

Bu çalışmada, tarımsal değerlendirme süreci için önemli bir adım olan değere etki eden faktörlerin belirlenmesi ve önem derecelerinin tespit edilmesi amacıyla bir uygulama yapılmıştır. Bu kapsamda, ülkemizde tarımsal değerlendirme için yapılan akademik çalışmalar incelenerek tarım arazisinin değerini etkileyen faktörler derlenmiştir. Faktörlerin etki derecesinin ölçülmesinde yakın tarihlerde literatüre kazandırılan ÇKKV yöntemlerinden BWM ve FUCOM yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin tercih edilmesinin sebebi daha az ikili karşılaştırma yapması ile hesaplama kolaylığıdır. Diğer bir sebep ise BWM yönteminde tutarlılık oranının hesaplanması, FUCOM yönteminde ise tutarsızlık sorunuyla karşılaşılmasıdır. Elde edilen faktör ağırlıkları incelendiğinde tarımsal değeri etkileyen en önemli faktör sulama durumu, en az önemli faktör ise nüfus olmuştur. Yöntemler arasındaki yüksek korelasyon, yöntemlerin benzerliğini ve sonuçların tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir.


Tarımsal değerlendirme üzerinde durulması gereken ve daha fazla çalışma ve araştırma yapılması gereken bir konudur. Bu alanda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmanın tarımsal değerlendirme alanına katkı sağlayacağı düşünülmekte ve gelecekteki çalışmalarda tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin önem derecelerinin belirlenmesinde farklı ÇKKV yöntemlerinin kullanılacağı önerilmektedir.

Teşekkür: Tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesinde görüş bildiren uzmanlara teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:

YAZAR ORCID NUMARALARI

Tansu ALKAN  <http://orcid.org/0000-0001-8293-2765>

Süleyman Savaş DURDURAN  <http://orcid.org/0000-0003-0509-4037>

KAYNAKLAR

- Abdullah, A., Ahmad, S., Athar, M. A., Rajpoot, N., Talib, F. 2022. Healthcare performance management using integrated FUCOM-MARCOS approach: The case of India. *The International Journal of Health Planning and Management*, 37(5), 2635-2668.
- Akar, G. S. 2022. Tedarik zincirlerinde sürdürülebilir imalatın önündeki engelleyici faktörlerin tam tutarlılık yöntemiyle (FUCOM) değerlendirilmesi. *Bucak İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(2), 298-318.
- Alkan, T., Durduran, S. S. 2021. Turizm kentlerinde taşınmaz değerlemenin CBS ve AHP yöntemi yardımıyla incelenmesi: Alanya kenti örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 178-187.
- Awasthi, M. K. 2014. Socioeconomic determinants of farmland value in India. *Land use policy*, 39: 78-83.
- Ayçin, E., Aşan, H. 2021. İş zekası uygulamaları seçimindeki kriterlerin önem ağırlıklarının FUCOM yöntemi ile belirlenmesi. *KOCATEPEİİBFD*, 23(2), 195-208.
- Badi, I., Muhammad, L. J., Abubakar, M., Bakır, M. 2022. Measuring sustainability performance indicators using FUCOM-MARCOS methods. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 5(2), 99-116.
- Başaran Caner, C., Engindeniz, S., Öruk, G. 2022. Kentsel saçaklanmanın tarım arazisi değerlerine etkilerinin analizi: Aydın ili Efeler ilçesi örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 57(4), 2590-2604.
- Bayramoğlu, Z., Özdemir, Ş. 2021. Analysis of factors affecting the value of agricultural lands: the case of Evren district of Ankara province. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 9(5), 848-854.
- Bilgiç, S., Torğul, B., Paksoy, T. 2021. Sürdürülebilir enerji yönetimi için BWM yöntemi ile yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi. *Verimlilik Dergisi*, (2), 95-110.

- Borchers, A., Ifft, J., Kuethe, T. 2014. Linking the price of agricultural land to use values and amenities. *American Journal of Agricultural Economics*, 96(5), 1307-1320.
- Choumert, J., Phélinas, P. 2015. Determinants of agricultural land values in Argentina. *Ecological Economics*, 110: 134-140.
- Çalık, A. 2020. Hedef pazar seçimi için hibrit BWM-ARAS karar verme modeli. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(3), 196-210.
- Çevik Aka, D. 2023. Evaluation of the effects of industry 4.0 on organizational agility with FUCOM: Implementation in the textile industry. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (40), 33-48.
- Çınar, G., Altınok, A. C., Özcan, H., ve Aslan, F. 2018. Aydın ilinde tarımsal arazi değerini etkileyen faktörlerin hedonik fiyatlandırma modeli ile tahmin edilmesi. Ahtamara, 25-26 Ağustos 2018, Van.
- Demirel, B., Yelek, A., Alağaç, H. M., Eren, T. 2018. Taşınmaz değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve kriterlerin önem derecelerinin çok ölçütlü karar verme yöntemi ile hesaplanması. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 665-682.
- Durmić, E. 2019. Evaluation of criteria for sustainable supplier selection using FUCOM method. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2(1), 91-107.
- Ecer, F. 2021. FUCOM subjektif ağırlıklandırma yöntemi ile rüzgâr çiftliği yer seçimini etkileyen faktörlerin analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(1), 24-34.
- Ekin, E., Sarul, L. S. 2022. Investigation of smart city components by AHP-BWM-FUCOM and DEMATEL methods. *Alphanumeric Journal*, 10(2), 197-222.
- Demir, G., Bircan, H. 2020. Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden BWM ve FUCOM yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(2), 170-185.
- Doldur, M., Alkan, R. M. 2021) Nominal değerlendirme yöntemi ile CBS destekli taşınmaz değer haritalarının oluşturulması: Avanos/Nevşehir örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(4), 846-863.
- Genc, V., Ozdagoglu, A., Keles, M. K. 2022. Otomobil motor yağı alternatiflerinin FUCOM, MAIRCA, MABAC ve BWM yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Journal of Transportation and Logistics*, 7(1), 55-82.
- Ghaffari, S., Arab, A., Nafari, J., Manteghi, M. 2017. Investigation and evaluation of key success factors in technological innovation development based on BWM. *Decision Science Letters*, 6(3), 295-306.
- Hurma, H. (2007). Çevre kalitesinin tarımsal arazi değeri üzerine etkilerinin analizi: Trakya örneği. Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karaduman, H., Karataş, K. 2023. Real estate assessment of agricultural lands outside the zoning plan with artificial neural networks and multiple regression analysis methods: The case of Aksaray, Bahçesaray and Kırımlı rural districts. *Turkish Journal of Geosciences*, 4(1), 1-11.
- Karakayacı, Z. 2015. Using of analytic hierarchy process on evaluating the affecting factors in the value of farmlands. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(4), 719-724.
- Karakayacı, Z., Oğuz, C., Reis, S. 2016. Konya ili Çumra ilçesindeki tarım arazilerinin değerlerini etkileyen faktörlerin farklı yaklaşımlarla analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(2), 17-27.
- Karakayacı, Z. 2018. Regression analysis for the factor affecting on farm land/urban land value in urban sprawl. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(10), 1357-1361.
- Khan, S. A., Ojiako, U., Marshall, A., Dalalah, D., Ceylan, S., Ali Shabani, N. N., Al Sharqawi, S. I. 2023. The critical risk factors that influence production-oriented projects in the United Arab Emirates: a 'best-worst method'(BWM) analysis. *Engineering Management Journal*, 35(2), 144-160.
- Koca, G., Akçakaya, E. D. U. 2021. Giyilebilir teknolojik ürünlerin tasarımında etkili olan faktörlerin best-worst metodu (BWM) ile değerlendirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 136-150.
- Mercan, T., Can, A. 2023. İşgören seçiminde etkili olan faktörlerin FUCOM yöntemi ile değerlendirilmesi: Bir havayolu işletmesinde uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(40), 1311-1329.
- Moslem, S., Farooq, D., Ghorbanzadeh, O., Blaschke, T. 2020. Application of the AHP-BWM model for evaluating driver behavior factors related to road safety: A case study for Budapest. *Symmetry*, 12(2), 243.
- Nilsson, P., Johansson, S. 2013. Location determinants of agricultural land prices. *Jahrbuch für Regional Wissenschaft*, 33(1), 1-21.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., Genç, V. 2021. FUCOM ve PROMETHEE yöntemleri ile ticari araç seçimi: peyzaj firmasında bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı), 231- 253.
- Öztaş, T., Öztaş, G. Z. 2023. A comparative analysis of factors affecting the selection of english grammar checkers with FUCOM and BWM. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 1026-1051.
- Öztürk Çoşar, G., Engindeniz, S. 2013. Tarım arazisi değerlerinin hedonik analizi: İzmir'in Menemen ilçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 241-250.

- Öztürk, G., Engindeniz, S., Bayraktar, Ö. V. 2017. İzmir'deki sulanabilir tarım arazilerinin değerini etkileyen faktörlerin analizi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(3), 75-87.
- Pamučar, D., Stević, Ž., Sremac, S. 2018. A new model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (FUCOM). *Symmetry*, 10(9), 393.
- Peter, N. J., Okagbue, H. I., Obasi, E. C., Akinola, A. O. 2020. Review on the application of artificial neural networks in real estate valuation. *International Journal*, 9(3), 5-11.
- Rezaei, J. 2015. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53: 49-57.
- Satılmışoğlu, Ö., Yılmaz, B., Kurt, M. 2022. Kentsel alanda değerlendirme haritalarına yönelik model geliştirme. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 37-42.
- Sklenicka, P., Molnarova, K., Pixova, K. C., Salek, M. E. 2013. Factors affecting farmland prices in the Czech Republic. *Land Use Policy*, 30(1), 130-136.
- Susam Serez, B., Engindeniz, S., Örük, G. 2022. Tarım arazisi değerlerini etkileyen faktörlerin analizi: Yortanlı Baraj Havzası örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(2), 320-329.
- Uematsu, H., Khanal, A. R., Mishra, A. K. 2013. The impact of natural amenity on farmland values: A quantile regression approach. *Land Use Policy*, 33: 151-160.
- Ulu, M., Türkan, Y. S., Mengüç, K. 2022. Trafik kazalarını etkileyen faktörlerin ağırlıklarının BWM ve SWARA yöntemleri ile belirlenmesi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2), 227-238.
- Vural, H., Fidan, H. 2009. Land marketing and hedonic price model in Turkish markets: Case study of Karacabey district of Bursa province. *African Journal of Agricultural Research*, 4(2), 71–75.
- Yurdakul, Ö., Saklan, A., Durduran, S. S. 2023. Examination of today's real estate valuation methods from legal and economic perspectives. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(2), 299-308.
- Yücel, S., Bağdat, A. 2023. Üniversitelerde muhasebe eğitiminde akademisyenlerin paket program tercihini etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 6(2), 169-187.

TÜRK
TARIM ve DOĞA BİLİMLERİ
DERGİSİ



TURKISH
JOURNAL of AGRICULTURAL
and NATURAL SCIENCES

www.dergipark.gov.tr/turkjans

Araştırma Makalesi

Coğrafi İşaretin Tüketici Davranışlarına Etkisinin Analizi: Konya İli Selçuklu İlçesi Örneği

Arzu BERBER¹ , Gönül GÜL EKŞİ^{2*} , Ayşenur NAÇAR 

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Kırşehir, Türkiye

²Çankırı Karatekin Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Çankırı, Türkiye

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta: gonulguleksi@karatekin.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.01.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.07.2024 Kabul Tarihi: 09.07.2024

Öz

Coğrafi işaretleme ülke ekonomilerinde yerel ürünlerin korunması, üretimlerinin teşvik edilmesi bakımından yerel ekonomilere ve buna bağlı olarak da ülke ekonomilerine katkısı büyük olan bir süreçtir. Gerek ürünün özgü olduğu bölgede üretimin artması gerekse de istihdam olanaklarının gelişmesi bakımından önemlidir. Bu çalışma günümüzde küresel dünyada coğrafi işaretli ürünlerin tüketici alışkanlıklarında yeri analiz edilmek istenmiştir. Bunun için öncelikle coğrafi işaret konusu ile kavramlar ele alınmıştır. Sonrasında daha somut veriler elde edilebilmesi için Konya ili Selçuklu ilçesi tercih edilerek, bu ilçedeki coğrafi işaretli ürün kullanımına dair tüketici davranışları analiz edilmiştir. Çalışmada Konya ili Selçuklu ilçesinde yaşayan belli sayıdaki tüketicilere anket çalışması yapılmıştır. Yapılan anket sonucunda ulaşılan veriler analiz edilmiş ve somut sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlar çalışmanın son bölümü olan sonuç ve öneriler bölümünde ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Coğrafi işaret, tüketim alışkanlıkları, tüketici davranışları

Analysis of the Effect of Geographical Indication on Consumer Behaviour: The Case of Selçuk District of Konya Province

ABSTRACT

Geographical indication is a process that has a great contribution to local economies and accordingly to national economies in terms of protecting local products in national economies and encouraging their production. It is important in terms of both increasing production in the region where the product is specific and developing employment opportunities. This study aims to analyse the place of geographically marked products in consumer habits in today's global world. For this purpose, firstly, the subject of geographical indication and concepts were discussed. Then, in order to obtain more concrete data, Selçuklu district of Konya province was preferred and consumer behaviours regarding the use of geographically marked products in this district were analysed. In the study, a survey was conducted among a certain number of consumers living in Selçuklu district of Konya province. The data obtained as a result of the survey were analysed and concrete results were obtained. These results are discussed in the conclusions and recommendations section, which is the last part of the study.

Key words: Geographical indication, consumption habits, consumer behaviour

GİRİŞ

Belirli bir bölge ya da yöreden kaynaklanan bir ürünü tanımlayan ya da kalitesi, ünü veya diğer karakteristik özellikleri bakımından ait olduğu coğrafi yere atfedilen, belli bir bölgeyi temsil eden sınaî mülkiyet hakkı “coğrafi işaret” olarak tanımlanmaktadır (İlcalı, 2005). Coğrafi işaret, belli bir bölgenin kendine has özellik ya da özellikleri olan ürünlerinin adı geçen saha ile bir marka (etiketi) haline getirme sürecini ifade etmektedir. Bu etiketleme sürecinin asıl amacı belli bir bölgeye ait olan ürünün o bölge sınırları içerisinde marka haline getirilmesidir. Ayrıca; ürünlerin kalitesinin korunarak üreticiye destek olmak ve milli değerleri gelecek nesillere bozulmadan aktarmak suretiyle kırsal kalkınmaya destek olmak diğer önemli bir amaçtır. Bu açıdan bakıldığında coğrafi işaretlerin ülkeler için maddi ve manevi açıdan büyük önem taşıdığını söylemek mümkün olmaktadır.

Günümüz dünyasında gelişen teknoloji ve yaşanan değişikliklerle birlikte tüketicilerin beslenme alışkanlıkları da değişmektedir. Tüketiciler artık daha doğal ve kaliteli ürün arayışına girerek, aldıkları ürünlerin sertifikalarına ve içeriklerine daha çok dikkat etmeye başlamışlardır. Coğrafi işaret, üzerinde bulunduğu ürünün barındırdığı kültürel ve fiziksel bağı tüketiciye aktaran, ürüne ait özelliklerin, kalitenin belirli bir bölgeye özgün olduğunu gösteren işarettir (Küçükyılmaz, 2000).

Coğrafi işaretler menşe adı ve mahreç işareti olarak ikiye ayrılmaktadır (Şahin, 2013, Erol, 2014, Arıkan ve Taşcıoğlu, 2017, TÜRK PATENT, 2022, Boyraz, 2019, Toklu ve Pekerşen, 2019). Bunlardan birincisi menşe adı işaretidir. Menşe adı; sınırları belirlenmiş bir bölgeye özgü olan doğa ve insan faktörlerinden kaynaklanan üretimi, işlenmesi ve diğer tüm işlemlerinin sadece bu bölgeye ait olduğu ürünü ifade etmektedir. Bir ürünün menşe adı işareti alabilmesi için Coğrafi sınırları belirlenmiş bölgeye özgü bir ürün olması, ürünün tüm özellikleri ve nitelikleri ait olduğu bölgenin coğrafi ve beşeri doğasından kaynaklı olması, ürünün üretilmesi, işlenmesi ve diğer tüm işlemlerin tamamıyla ait olduğu bölgeye özgü olması gerekmektedir. Eskişehir Lületaş, Erzincan Tulum Peyniri, Ege Pamuğu, Malatya Kayısı, Elazığ Öküzgözü Üzümü gibi ürünler menşei adı ürünlere örnektir (TÜRK PATENT, 2022, Gürbüz, 2019). Diğer bir coğrafi işaret türü mahreç işaretidir. Mahreç işaretinde menşe adı işaretinde olduğu gibi ürünün yine belli bir bölge, yöre veya ülkeye has olması özelliği söz konusudur. Bu özelliğin yanı sıra söz konusu ürünün belirgin en az bir özelliği, ünü ya da o tanıtıcı herhangi bir özelliğinin ait olduğu bölgeden kaynaklı olması gerekmektedir. Mahreç işaretinde ürünün en az bir özelliğinin ya da üretilmesi aşamasında kullanılan en az bir malzemenin ait olduğu bölgeden kaynaklı olması gerekmektedir. Mahreç işareti türünde en önemli husus söz konusu ürünün ait olduğu bölge ve bölge halkı ile özdeşleşmiş olmasıdır Çorum Leblebisi, Adana Kebabı, Isparta Halısı, Siirt Battaniyesi örnek olarak gösterilebilir

Coğrafi işaretleme konusunda ürünün ait olduğu bölgeye ait üç temel şartın sağlanması gereklidir. Bunlar; coğrafi sınırları belirli bir bölgenin olması, bu bölge içinde yer alan ve bu bölgeye ait olan bir eko-sistem ve yerleşik bir insan topluluğunun yani gerekli beşeri yapının olmasıdır (Tekelioğlu, 2019). Coğrafi işaretler belirli bir bölgeden kaynaklanan bir ürünü tanımlayan veya niteliği, ünü veya diğer karakteristik özellikleri yönünden coğrafi kökenine atfedilen bir bölgeyi temsil eden sınaî mülkiyet haklarıdır (Kan ve Gülçubuk 2008, Çalışkan ve Koç 2012, Oraman 2015)

Türkiye sahip olduğu doğal zenginlikler, jeopolitik konum, iklim şartları, ürün çeşitliliği, kültürel zenginlikler ve tarihi gelişim süreci ile dünyada benzeri olmayan coğrafi ürün çeşitliliğine sahiptir. Coğrafi ürün kavramı ile ülkemizde her ilin, ilçenin ve yöreye özgü ürünlerin tescil edilmesi ile ait olduğu yer ile özdeşleşmesi sağlanmaktadır. Böylece, bölgelere özgü olan ürünler, kendilerine kaynak olan coğrafi bölge isimleri ile adlandırılmakta ve bilinmektedir.

Türkiye’de 1995 yılında coğrafi işaret sisteminin başlaması ile birlikte yerel ürünler coğrafi işaret sistemi adı altında kendine yer bulmuştur. Bunun yanı sıra tescil mekanizması ile alana özgü farklılıklar taşıyan, belirli bir ünü, şöhreti ve benzerlerine göre farklılıkları olan ürünler coğrafi işaret tescili ile koruma altına alınmaya başlamıştır.

Coğrafi işaretin, üretici, tüketici ve devlet açısından çok sayıda faydaları bulunmaktadır. Üretici açısından faydaları; ürünün ait olduğu bölge halkın kalkınması, köylerden kente olan göçün azalması, yeni iş fırsatlarının ortaya çıkması ve böylece tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması şeklinde belirtilmektedir. Tüketici açısından faydaları, ürünlerin kaliteli ve güvenilir olduğunu bilerek satın alınması, coğrafi işaretli ürünün resmi tescilli amblem ve logolarına duyulan güven nedeniyle tercih etme kolaylığının olmasıdır. Devlet açısından faydaları ise tarımsal istatistiklerin etkin ve verimli olarak hazırlanması, kayıt dışı üreticilerin ve çiftçilerin resmi kayıt altına alınması ve söz konusu ürün ile üreticilerine hukuki korumanın sağlanması, coğrafi işaretli ürünün yurt içi ve yurt dışı pazarlarda satış potansiyelinin artması, tarımsal ihracatın artması, yeni iş imkânlarının ortaya çıkması ile bölge halkına istihdam olanağının sağlanması olarak sıralanabilir (Yürekli, 2015). Tüketici bir ürün satın almak isterken piyasada aynı veya benzer özellikleri taşıyan çok sayıda ürün arasından seçim yapmaktadır. Dolayısıyla tüketici farklı kriterleri göz önünde bulundurarak en uygun seçime yönelmektedir. Coğrafi işaret,

tüketicilere bir ürünü satın alıp almama konusunda bilgiler vermektedir. Bu bağlamda coğrafi işaretlerin tüketicilerin menfaatleri doğrultusunda doğru karar vermelerine yardımcı olmaktadır.

Coğrafi işaretleme ile yöresel ürünler nesilden nesile aktarılırken o yöresel ürünün sürdürülebilirliği de artmaktadır. Ürünün kendine has kimliği sayesinde tüketicilere güven vererek, tüketicileri ürünü almaya teşvik etmektedir. Ayrıca ürünün tanınırlığı arttığı için ait olduğu bölge dışındaki diğer tüketicilerin de ilgisini çekerek bölge halkına istihdam ve gelir sağlanmaktadır. Aynı zamanda Coğrafi işaret tescili ile piyasa değeri artan ürün ulusal ve uluslararası pazarlarda kendine yüksek fiyata alıcı bularak maddi değerini de artırmaktadır (Gökşen, 2016). Coğrafi işaret kullanımı önemli bir ekonomik değer oluşturarak farklı mekanizmalarla kırsal kalkınmaya katkıda bulunmaktadır, ayrıca geleneksel bilgi ve kültürel değerlerin nesilden nesle aktarılmasını sağlamaktadır (Addor, 2003). Daha önce yapılan araştırmalar ürünlerin daha kaliteli, lezzetli ve güvenilir olduğunu garanti eden coğrafi işaretin aynı zamanda tüketicilerin satın alma kararlarını da etkilediğini göstermektedir (Schneider ve Certioğlu, 2010).

Coğrafi işaretleme süreci, Avrupa ülkelerinde 100 yıldır uygulanmakta olduğu bilinmektedir. Bu süreçte uluslararası, bölgesel ve ulusal düzenlemeler coğrafi işaretleri çok farklı şekillerde korumaktadırlar. Bunlar: haksız rekabet hükümleri, tüketiciyi koruma mevzuatı, garanti markalarını ve ortak markaları korumaya yönelik mevzuat ya da coğrafi işaretleri veya menşe adlarını korumaya yönelik özel resmi düzenlemeler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Coğrafi işaretlerin korunması yapılmış anlaşmalar bulunmaktadır. Bunlardan en önemlilerinden olan WIPO tarafından yönetilen çok taraflı anlaşmalardır. Bu anlaşmalar şöyledir: “Sınai Mülkiyetin Korunması Hakkında Paris Sözleşmesi”, “Sahte veya Aldatıcı Kaynak İşaretlerinin Engellenmesi Hakkında Madrid Anlaşması”, “Menşe Adlarının Korunması ve Uluslararası Tescili Hakkında Lizbon Anlaşması’dır”. WIPO tarafından yönetilmeyen diğer önemli bir anlaşma ise TRIPS Anlaşmasıdır (Delice, 2016).

Coğrafi işaretler, ülkeler arası yapılmış resmi antlaşmalar dışında topluluk düzenlemeleri aracılığıyla da güvence altına alınmıştır. Bunların en bilineni 21 Kasım 2012 tarihinde yürürlüğe girmiş olan 1151/2012 sayılı “Avrupa Birliği Tüzüğüdür”. AB’de ayrıca coğrafi işaretlerin korunmasına yönelik 26 Şubat 2014 tarihli, 251/2014 sayılı şarap ürünlerine dair ve 15 Ocak 2008 tarihli, 110/2008 sayılı alkollü içecekler için düzenlemeler bulunmaktadır. AB’de tescilli ve başvuru aşamasındaki coğrafi işaretlere, ilgili veri tabanlarından ulaşılabilir (Delice, 2016). Menşe adı ve mahreç işaretine ek olarak AB’de, 1151/2012 sayılı tüzük kapsamında garanti edilmiş geleneksel özellik (Traditional Specialities Guaranteed – TSG) koruması da yer almaktadır. Bu koruma ile bir üründe kullanılan malzemeler veya üretim metodundaki geleneksel özellikler garanti altına alınmaktadır.

Türkiye’de coğrafi işaretleme süreci 24.06.1995 tarihli 555 sayılı Kanun Hükmünde Kararname’ye (KHK) ve bu KHK’nın uygulama şeklini gösterir yönetmeliğe göre düzenlenmiştir (Delice, 2016). 1995 Tarihli 555 Sayılı Kanun Hükmünde Kararnameden sonraki ikinci çok önemli yasal düzenleme AB 1151/2012 sayılı Konsey Tüzüğü örnek alınarak 10 Ocak 2017 tarihinde uygulamaya konulan Sınai Mülkiyet Kanunu olmuştur. Kanunun temel amacı, sınai mülkiyet haklarının ve geleneksel ürün adlarının korunarak ve bu hakların ticari ve sınai alanda kullanımının teşvik edilmesiyle teknolojik, ekonomik ve sosyal ilerlemeye katkı sağlanmasıdır. Türk Patent Enstitüsü verilerine göre Türkiye’de Haziran 2022 itibarı ile 1139 ürün tescil edilmiş 729 ürünün ise başvurusu yapılmış olup değerlendirme aşamasındadır (TÜRKPATENT, 2022).

Değer oluşturmanın yanında kültürel bir parçanın simgesi de olan coğrafi işaretler kalite güvencesini de sunması ile tüketicide olumlu bir algı oluşturmaktadır. Konya ili toplam 72 adet tescilli ürün ile Türkiye’de coğrafi işaretli ürüne sahip en zengin Gaziantep ilinden sonra ikinci sırada yer almaktadır (TÜRKPATENT, 2022). Tescilli yapılan ürünler arasında; “Konya Etlikek”, “Konya Etli Dügün Pilavı”, “Konya Peynir Şekeri”, “Konya Zerdeşi”, “Konya İrmik Helvası”, “Konya Bamyacı Çorbası”, “Konya Yağ Somunu” gibi bilindik lezzetlerin yanında farklı lezzetlerde yer almaktadır. Coğrafi işaretli ürünlere karşı olan ilgi gerek dünyada gerekse Türkiye’de giderek artmaktadır. Tüketicilerin gıda güvenilirliği konusundaki artan endişesi onları bu konuda emin olabilecekleri ürünlere ve bunları ispatlayan logo, sertifika gibi unsurların takibine itmektedir. Ayrıca coğrafi işaretli ürünlerin bir kalite göstergesi olarak algılanması da bu işaretlerin tüketicilerin satın alma davranışlarında etkisi olabileceği verisini kuvvetlendirmektedir. Bu çalışmanın amacı Coğrafi işaretli ürün açısından zengin bir çeşitliliğe sahip Konya ili Selçuklu ilçesinde yaşayan tüketicilerin coğrafi işaret algısı, bu algının tüketici davranışlarına yansması ile coğrafi işaretli ürün algısı, tüketicilerin gıda ürünleri tercihinde coğrafi işaretlerin etkisi ve tüketici davranışları konusunda durumun ortaya konulmasıdır.

MATERYAL ve METOT

Araştırma alanını Konya ili merkez ilçelerinden biri olan Selçuklu ilçesi oluşturmaktadır. Araştırmanın ana materyalinin Selçuklu ilçe merkezinde tüketicilerle yapılan anket çalışması sonucu elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Konya ili Selçuklu ilçesi kentsel alanda yaşayan tüketicilerin, gıda ürünleri tercihinde coğrafi işaretlerin etkisi ve tüketici davranışlarını belirlemek amacıyla anket formları hazırlanmıştır. Anket soru formunda Konya ili Selçuklu ilçesinde ikamet eden tüketicilerin coğrafi işarete karşı tutum ve davranışlarını, coğrafi işaret kavramı hakkında bilgi düzeylerini öğrenmek ve coğrafi işaretli ürün satın alma davranışı, tüketicilerin demografik özellikleri yer almaktadır.

Araştırmanın ana kitlesini nüfus sayısı ve ortalama hane halkı sayısına göre belirlenen 682.514 hane oluşturmaktadır. Yapılan anketlerin hedefine ulaşılabilmesini sağlayabilmesi için tüketiciler “Ana Kitle Oranlarına Dayalı Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi” ile seçilmiştir. Saha çalışmaları Eylül-Ekim 2021 tarihleri arasında yapılmıştır. Örneklem sayısı, literatürde yer alan sonlu ana kitle oranlarına dayalı basit tesadüfi olasılık örnekleme için kullanılan aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Yamane, 2010);

$$n = \frac{Nt^2pq}{(N - 1)d^2 + t^2pq}$$

Formülde; n= Örneklem hacmini, N=Ana kitledeki birim sayısını, Ana kitledeki birim sayısı Konya ili Selçuklu ilçesi hane halkı sayısı (682.514 hane). p=tüketicilerin coğrafi işaretleri bilme olasılığı (%80), q= tüketicilerin coğrafi işareti tanımama olasılığı, 1-p= 0.20 olarak alınmıştır. Formüldeki “p” ve “q” oranları çalışma ön testleri ile belirlenmiştir. t= Belirli serbestlik derecesinde ve saptanan yanılma düzeyinde (%5) t tablosunda bulunan teorik değer (1,96) d= Olayın görülüş sıklığına göre yapılmak istenen ± sapma olarak simgelenmiştir. Araştırmada örnek büyüklüğü belirlemek için kolaylık örnekleme yöntemi ile 258 birey tesadüfi olarak seçilmiştir (Malhotra, 2004). Formülde değerler yerine konulduğunda 126 kişi ile anket yapılmasının çalışmadan sağlıklı sonuçlar elde edilmesi açısından uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

1. Tüketicilerin Demografik Özellikleri

Çalışma Bölgesinde anket yapılan tüketicilerin demografik özellikleri kapsamında nüfus yapısı, yaş dağılımı, eğitim durumları, meslek dağılımları incelenmiştir. Buna göre Konya İli Selçuklu ilçesi’nde yaşayan tüketicilerin cinsiyet dağılımı incelendiğinde ankete katılan tüketicilerin % 49’unu erkek %51’i ise kadın bireylerin oluşturduğu görülmektedir. Tüketicilerin yaş dağılımına bakıldığında ise 15-49 yaş grubunda % 73,02 kişi, 50-64 yaş grubunda % 22,22 kişi, 65+ yaş grubunda ise % 4,76 kişinin bulunduğu görülmektedir. Çalışmaya katılanlar arasında en yüksek katılımının 15-49 yaş olan aktif nüfus olarak nitelendirilen sınıfta yer aldığı tespit edilmiştir. En az katılım ise 65+ yaş grubunda yer almaktadır. Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında öğrenim durumları en yüksek % 30,95 oran ile üniversite iken en az oranın ise % 3,17 okuma yazma var ve ilkokul olarak belirlenmiştir. Ortaokul mezunları ise % 23,02’lik oran ile üniversite mezunlarından sonra gelmektedir ve bunu sırasıyla, % 22,22 ile yüksekokul, % 17,49 ile lise mezunlarının takip ettiği belirlenmiştir.

Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında meslek dağılımında, % 39,68 oran ile serbest meslek, % 26,98 ile özel sektör çalışanı, % 18,25 ile kamu sektör çalışanı, % 12,70 oran ile özel sektör yöneticisi, % 2,38 ile kamu sektör yöneticisi olduğu belirlenmiştir. Serbest meslek % 39,68 oran ile en yüksek meslek grubu iken, kamu yöneticisi % 2,38 oran ile en düşük meslek grubu olduğu belirlenmiştir.

2. Tüketicilerin Gıda Ürünleri Satın Almada Tutum Ve Davranışları

Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında aylık ortalama gelirlerinin 7.447 Türk Lirası olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin aylık gıda harcamalarının ise ortalama 2.020 Türk Lirası olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında gıda ürünlerinin satın alırken kimin karar verdiği sorusuna cevapları % 50,79 oranıyla eşleri, % 36,51 oranıyla kendileri, % 12,69 oranıyla aile büyüğü cevaplarını verdikleri belirlenmiştir. Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında gıda ürünlerini satın alırken tercihlerindeki etkili faktörleri, gıda ürünlerini satın aldıkları yerleri, kaliteli ürünlere yaptıkları ortalama fazla ödemeleri, başka yerlere gittiklerinde yöresel ürünleri satın alma tutum ve davranışlarını belirlemek amacıyla incelenmiştir.

Çizelge 1. Araştırma Bölgesindeki Tüketicilerin Demografik Özellikleri

Tüketicilerin cinsiyet dağılımı durumu						
Cinsiyet	Frekans				%	
Erkek	62				49,00	
Kadın	64				51,00	
Toplam	126				100	
Tüketicilerin yaş dağılımı durumu						
Yaş grupları	Cinsiyet				Frekans	%
	Erkek		Kadın			
	Frekans	%	Frekans	%		
15-49	37	29,37	55	43,65	92	73,02
50-64	20	15,87	8	6,35	28	22,22
65+	5	3,97	1	0,79	6	4,76
Toplam					126	100
Tüketicilerin öğrenim durumu						
Öğrenim durumları	Frekans				%	
İlkokul	8				3,17	
Ortaokul	29				23,02	
Lise	22				17,46	
Yüksekokul	28				22,22	
Üniversite	39				30,95	
Toplam	126				100,00	
Tüketicilerin meslek grubu dağılımı durumu						
Meslek Grupları	Frekans				%	
Özel sektör çalışan	34				26,98	
Özel sektör yönetici	16				12,70	
Kamu sektör çalışan	23				18,25	
Kamu sektör yönetici	3				2,38	
Serbest meslek	50				39,68	
Toplam	126				100,00	

Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında gıda ürünlerini alırken her zaman tercih ettikleri yerlerin başında % 78,57 oran ile market gelmektedir. Marketten sonra ise % 27,78 oran ile mahalle pazarlarını tercih etmektedirler. Tüketicilerin genellikle % 60,32 oran ile mahalle pazarlarını tercih ederken % 43,65 oran ile özel pazarları tercih ettikleri belirlenmiştir. Tüketiciler genellikle internet üzerinden gıda ürünü almayı tercih etmemekle birlikte gıda ürünü olması çabuk bozulması ve son kullanma tarihi vb. nedenlerden dolayı görüşerek alışveriş yapmayı uygun bulmaktadır. Tüketiciler satın alacağı ürünleri bulamadıkları zaman % 75,40 oranında bakkallardan yada % 46,03 oranında doğrudan üreticilerden temin etmektedir. Genel olarak araştırma bulgularına bakıldığında tüketiciler gıda ürünlerini marketten almayı tercih ederken internet üzerinden gıda ürünü satın almayı tercih etmemektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tüketicilerin gıda ürünlerini alırken tercih ettikleri yerler

Yerler	Hiçbir zaman Tercih Etmem		Kısmen Tercih Ederim		Bulamadığım Zamanlarda		Genellikle Tercih Ederim		Her zaman tercih ederim		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	Toplam
Market	0	0	0	0	1	0,79	26	20,63	99	78,57	126	100,00
Bakkal	0	0	5	3,97	95	75,40	21	16,67	5	3,97	126	100,00
Mahalle Pazarı	0	0	1	0,79	14	11,11	76	60,32	35	27,78	126	100,00
Özel Pazarlar	11	8,73	16	12,70	39	30,95	55	43,65	5	3,97	126	100,00
Ürüne Özgü Satış Yerleri	8	6,35	19	15,08	57	45,24	40	31,75	2	1,59	126	100,00
Doğrudan Üretici	12	9,52	41	32,54	58	46,03	14	11,11	1	0,79	126	100,00
İnternet Üzerinden	88	69,84	33	26,19	2	1,59	0	0	3	2,38	126	100

Çizelge 3. Tüketicilerin ürün tercihine etki eden faktörler

	Ürün tercihimde etkili değil		Ürün tercihimde kısmen etkili		Ürün tercihimde etkili		Ürün tercihimde genellikle etkili		Ürün tercihimde her zaman etkili		Toplam	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Fiyat	1	0,79	3	2,38	26	20,63	65	51,59	31	24,60	126	100,00
Marka	1	0,79	2	1,59	14	11,11	16	12,70	93	73,81	126	100,00
Ürünün İçeriği	3	2,38	12	9,52	58	46,03	41	32,54	12	9,52	126	100,00
Sertifikalar	0	0	16	12,70	76	60,32	28	22,22	6	4,76	126	100,00
Üretim Yeri	14	11,11	39	30,95	53	42,06	19	15,08	1	0,79	126	100,00
Alışkanlık	1	0,79	0	0	3	2,38	7	5,56	115	91,27	126	100,00

Çalışma kapsamında tüketicilerin gıda ürünleri tercihinde her zaman etki eden faktör % 91,27 oranında alışkanlıkları gelmektedir. Alışkanlıklardan sonra ise % 73,81 oranında ise marka etkili bir faktör olarak belirlenmiştir. Bu iki faktörden sonra ise % 24,60 oranı fiyat, % 9,52 oranı ile ürünün içeriği, % 4,76 oranı ile sertifikalar, % 0,79 oranı ile üretim yeri olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin ürün tercihlerinde genellikle % 51,59 oranı ile fiyat etkili iken % 31,54 oranı ile ürünün içeriği etkilidir. Bu iki faktörden sonra ise % 22,22 oranı ile sertifikalar, % 15,08 oranı ile üretim yeri, % 12,70 oranı ile marka, % 5,56 oranı ile alışkanlıkları olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin ürün tercihinde etkili olan % 60,32 oranı ile sertifikalar başta yer alırken % 46,03 oranı ile ürünün içeriği yer almaktadır. Bu iki faktörden sonra ise % 42,06 oranı ile üretim yeri, % 20,63 oranı ile fiyat, % 11,11 oranı ile marka, % 2,38 oranı ile alışkanlık faktörünün geldiği belirlenmiştir. Tüketicilerin ürün tercihinde kısmen etkili olan faktör ise % 30,95 oranı ile üretim yeri başta yer alırken % 12,70 oranı ile sertifikalar yer almaktadır. Bu iki faktörden sonra ise % 9,52 oranı ile ürünün içeriği, % 2,38 oranı ile fiyat, % 1,59 oranı ile marka faktörlerinin olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin ürün tercihlerinde etkili olmayan % 11,11 oranı ile üretim yeri etkili değil iken % 2,38 oranı ile ürünün içeriği yer almaktadır. Bu iki faktörden sonra ise % 0,79 oranları ile alışkanlık, marka ve fiyat faktörlerinin olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin gıda ürünlerini satın alırken en önemli faktörün alışkanlıkları, önem vermedikleri faktörün ise üretim yeri olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 4. Tüketicilerin kaliteli ürün denildiğinde öncelikli olarak belirledikleri kriterler

	1.Önem		2.Önem		3.Önem		Toplam	
	Frekans	(%)	Frekans	(%)	Frekans	(%)	Frekans	(%)
İçeriği doğal	40	31,75	9	7,14	10	7,94	59	15,61
Tadı lezzetli Güzel	4	3,17	6	4,76	3	2,38	13	3,44
Fiyatı Pahalı	0	0,00	0	0,00	2	1,59	2	0,53
Üzerinde Sertifikaları Olan	2	1,59	3	2,38	1	0,79	6	1,59
Üretim Yeri Bilinen	2	1,59	3	2,38	1	0,79	6	1,59
Besleyici	61	48,41	23	18,25	3	2,38	87	23,02
Sağlıklı	5	3,97	26	20,63	21	16,67	52	13,76
Hijyenik	3	2,38	11	8,73	35	27,78	49	12,96
Taze	6	4,76	27	21,43	13	10,32	46	12,17
Tanınmış Marka	3	2,38	18	14,29	37	29,37	58	15,34
Toplam	126	100,00	126	100,00	126	100,00	378	100,00

Tüketiciler kaliteli ürün denildiği zaman öncelikli olarak hangi kriterleri göz önünde bulundurdıkları tespit edilmeye çalışılmış bu bağlamda birinci sırada % 48,41 oran ile kaliteli ürünün besleyici olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca % 31,75 oranla ürünün içeriğinin doğal olması gerektiğini belirtmişlerdir. İkinci önem sırasında ise % 21,43 oranıyla kaliteli ürünlerin taze olması gerektiğini belirtmişler ayrıca % 20,63 oran ile sağlıklı olması gerektiğini belirtmişlerdir. Üçüncü önem sırasında ise % 29,37 oran ile tanınmış marka ve ayrıca % 27,78 oran ile kaliteli ürünlerin hijyenik olduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 4).

Çizelge 5. Tüketicilerin ürün satın alırken ürün ile ilgili dikkat ettikleri sertifikalar

	TSE Belgesi		ISO Belgesi		Üstün Lezzet Ödülü		Organik Ürün		İyi Tarım Uygulamaları		Coğrafi İşaret		Helal gıda	
	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)
Hiç Etkili Değil	0	0,00	2	2,74	1	1,37	0	0,00	2	2,74	0	0,00	0	0,00
Pek Etkili Değil	1	1,37	1	1,37	2	2,74	0	0,00	1	1,37	2	2,74	0	0,00
Etkili olabilir	4	5,48	12	16,44	54	73,97	1	1,37	8	10,96	40	54,79	0	0,00
Etkili	39	53,42	40	54,79	15	20,55	11	15,07	25	34,25	30	41,10	1	1,37
Çok Etkili	29	39,73	18	24,66	1	1,37	61	83,56	37	50,68	1	1,37	72	98,63
Toplam	73	100,00	73	100,00	73	100,00	73	100,00	73	100,00	73	100,00	73	100,00

Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında gıda ürünlerini satın alırken TSE Belgesinin % 53,43 oranında etkili olduğunu söylemiştir. Çok etkili diyenlerin oranı 39,73, etkili olabilir diyenlerin oranı 5,48, pek etkili diyenlerin oranı 1,27 olarak belirlenmiştir. Tüketiciler gıda ürünlerini satın alırken ISO Belgesinin % 73,97 oranında gıda ürünlerini satın alırken etkili olabilir dedikleri belirlenmiştir. Etkili diyenlerin oranı % 20,55, % 2,74 oranla pek etkili değil, % 1,37 oranla hiç etkili değil ve çok etkili cevaplarını verdikleri belirlenmiştir. Tüketiciler gıda ürünlerini satın alırken Üstün Lezzet Ödüllü sertifikasına % 73,97 oranında etkili olabilir

cevabını verdikleri tespit edilmiştir. Etkili diyenlerin oranı % 20,55, pek etkili değil diyenlerin oranı % 2,74, hiç etkili değil ve çok etkili olduğunu söyleyenlerin oranı % 1,37 olduğu belirlenmiştir. Tüketiciler gıda ürünlerini satın alırken Organik Ürün sertifikasının % 83,56 oranında çok etkili olduğunu söyledikleri belirlenmiştir. Etkili diyenlerin oranı % 15,07, etkili olabilir diyenlerin oranı 1,37 olarak belirlenmiştir. Tüketiciler gıda ürünlerini satın alırken İyi Tarım Uygulamaları sertifikasına % 50,68 oranında çok etkili olduğunu belirtmiştir. Etkili diyenlerin oranı % 34,25, etkili olabilir diyenlerin oranı % 10,96, pek etkili değil diyenlerin oranı % 1,37, hiç etkili değildir diyenlerin oranı % 2,74 olarak belirlenmiştir. Tüketiciler gıda ürünlerini satın alırken Coğrafi İşaret sertifikasının % 54,96 oranında etkili olabilir cevabını söyledikleri belirlenmiştir. Etkili olduğunu söyleyenlerin oranı % 41,10, pek etkili değildir diyenlerin oranı 2,74, çok etkili olduğunu söyleyenlerin oranı % 1,37 olduğu belirlenmiştir. Tüketiciler gıda ürünlerini satın alırken Helal Gıda sertifikasının % 98,63 oranında çok etkili olduğu belirlenmiş ve % 1,37 oranında etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 6. Tüketicilerin yerel ürün satın alma istekliliği

Satın Alma İstekliliği	Toplam	
	Frekans	%
Hiçbir zaman yerel ürün satın almam	1	0,79
Kısmen yerel ürün satın alırım	2	1,59
Yerel ürün satın alırım	14	11,11
Genellikle yerel ürün alırım	81	64,29
Her zaman yerel ürün satın alırım	28	22,22
Toplam	126	100

Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında başka bir bölgeye gittikleri zaman yerel gıda ürünlerini her zaman satın alma oranı % 22,22, genellikle satın alma oranı % 64,29, yerel ürün satın alma oranı % 11,11, kısmen yerel ürün satın alırım diyenlerin oranı % 1,59, hiçbir zaman yerel ürün satın almam diyenlerin oranı 0,79 olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 6.)

3. Tüketicilerin Coğrafi İşaret Kavramı Hakkında Tutum Ve Davranışları

Tüketicilerin coğrafi işaret kavramı hakkında bilgileri, tüketicilerin bakış açısından coğrafi işaretin katkıları, coğrafi işaret almış ürünler ve alabilecek ürünlerin neler olduğu incelenmektedir. Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında % 81,75 oranında tüketicilerin coğrafi işaret kavramını duyduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin % 18,25 oranında ise coğrafi işaret kavramını duymadığı belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Tüketicilerin coğrafi işaret kavramını daha önce bilme durumu

	Frekans	%
Biliyor	103	81,75
Bilmiyor	23	18,25
Toplam	126	100,00

Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında gıda ürününün coğrafi işaret etiketi almasındaki en önemli neden % 29,13 oran ile tanınırlığının yüksek olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Bölgeye has bir ürün olduğunu düşünenlerin oranı % 28,16, bölge insanıyla bir bağlantısı olduğunu söyleyenlerin oranı % 16,50, farklı bir özelliği olduğunu söyleyenlerin oranı % 13,59, kalitesi iyi diyenlerin oranı % 12,62 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9). Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında coğrafi işaret almış olan ürünleri % 52,43 oranında orta pahalı düzeyde bulduklarını belirtmişlerdir. Pahalı bulanların oranı % 36,89, biraz pahalı diyenlerin oranı % 7,77, çok pahalı diyenlerin oranı % 2,91 olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında % 50,49 oranında tüketiciler coğrafi işaretli olmasına bakarım cevabını verdiği belirlenmiştir. Genellikle coğrafi işaretli ürün olmasına dikkat ederim diyenlerin oranı % 44,66, kısmen coğrafi işaretli ürün olmasına bakarım diyenlerin oranı 2,91, muhakkak coğrafi işaretli ürün olmasına dikkat ederim diyenlerin oranı 1,94 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 8. Coğrafi işaret kavramını bilen tüketicilerin coğrafi işaretli ürünler ile ilgili algıları

Tüketicilere göre Ürünlerin Coğrafi işaret almaya hak kazanmasındaki önemli faktör		
Faktörler	Frekans	%
Kalitesi iyidir	13	12,62
Farklı Bir Özelliği Vardır	14	13,59
Tanınırlığı Yüksek	30	29,13
Bölgeye Has Bir Üründür	29	28,16
Bölge İnsanı ile Bağlantısı vardır	17	16,50
Toplam	103	100
Coğrafi işaretli ürünlerin fiyatları hakkında tüketicilerin algısı		
Pahalılık Durumu	Frekans	%
Biraz pahalı	8	7,77
Orta Pahalı	54	52,43
Pahalı	38	36,89
Çok pahalı	3	2,91
Toplam	103	100
Tüketicilerin coğrafi işaretli ürünleri tercih etme durumu		
Tercih Etme Durumları	Frekans	%
Coğrafi işaretli ürün olmasına hiç bakmam	0	0
Kısmen coğrafi işaretli ürün olmasına dikkat ederim	3	2,91
Coğrafi işaretli ürün olmasına hiç bakarım	52	50,49
Genellikle coğrafi işaretli ürün olmasına dikkat ederim	46	44,66
Muhakkak coğrafi işaretli ürün olmasına dikkat ederim	2	1,94
Toplam	103	100
Tüketicilerin algısına göre Türkiye’de coğrafi işaret sisteminin işleme durumu		
İşleme Durumu	Frekans	%
Az işliyor	7	6,80
Nadiren işliyor	66	64,08
Genellikle işliyor	29	28,16
Çok iyi işliyor	1	0,97
Toplam	103	100,00

Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında bölgenin coğrafi işaret olarak lezzetlerinden ilk sırada ülkemizin de ve hatta uluslararası çeşitli restoranlarında Konya etli ekmeği olarak ün salmış %18,43 ile etli ekmeğin yer almaktadır. Bunu %16,47 ile Konya düğünlerinde misafirlere sunulan vazgeçilmez lezzetlerinden olan kavurma ile karıştırılmış düğün pilavı takip ederken sırasıyla %13,92 ile Konya’nın Akşehir ilçesinin yöresine ait lezzetlerinden Akşehir kirazı, %8,23’le hoşmerim ve %7,25’le uzun süre saklanabilen tandır kebabı yer almaktadır. (Çizelge 9).

Çizelge 9. Tüketicilere göre Konya ilinde Coğrafi işaret almış olan ürünler ve öncelik sırası

Ürünler	1. Ürün		2. Ürün		3. Ürün		4. Ürün		5. Ürün		Toplam	
	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)
Etlü Ekmek	58	56,86	17	16,67	10	9,80	6	5,88	3	2,94	94	18,43
Düğün Pilavı	22	21,57	33	32,35	16	15,69	4	3,92	9	8,82	84	16,47
Akşehir kirazı	11	10,78	13	12,75	16	15,69	22	21,57	9	8,82	71	13,92
Höşmerim	1	0,98	6	5,88	17	16,67	12	11,76	8	7,84	44	8,63
Tandır kebabı	0	0,00	7	6,86	9	8,82	8	7,84	13	12,75	37	7,25
Diğer	10	9,80	26	25,49	34	33,33	50	49,02	60	58,82	180	35,29
Toplam	102	100,00	102	100,00	102	100,00	102	100,00	102	100,00	510	100,00

Tüketicilerin yapılan çalışma kapsamında bölgenin coğrafi işaret alabilecek olan lezzetlerin başında Konya’da ilinde küflü peynir olarak adlandırılan yeşil peynir yer almaktadır % 10 oranında. Karaman Divle Obruğu Tulum Peyniri ise başvurusu yapılan ürünler arasında yer alıp % 9,58 oran ile ikinci sırada yer almaktadır. Sac böreği ise % 7,50 oran ile üçüncü sırada yer almaktadır. Konya’ya özgü bir lezzet olan et, pide ve soğanın birleşmesiyle bir lezzet haline gelen tirit ise % 7,29 oran ile dördüncü sırada yer almaktadır ayrıca bezelerin nişasta ile ince ince açılıp kaymakla birleşen bir lezzet olan sac arası da dördüncü lezzetimiz olarak yer almaktadır. Bezelerin ince ince açılıp su ile haşlandıktan sonra arasına bol kıyma ile servis edilen su böreğimiz ise % 6,25 oran ile beşinci sırada yer almaktadır (Çizelge 10).

Çizelge 10. Tüketicilerin algısına göre Konya ilinde coğrafi işaret alması gereken ürünler ve öncelik sırası

Ürünler	1. Ürün		2. Ürün		3. Ürün		4. Ürün		5. Ürün		Toplam	
	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)	F	(%)
Yeşil Peynir	8	8,33	6	6,25	11	11,46	4	4,17	19	19,79	48	10,00
Tulum peyniri	5	5,21	3	3,13	0	0,00	34	35,42	4	4,17	46	9,58
Sac böreği	0	0,00	1	1,04	1	1,04	3	3,13	31	32,29	36	7,50
Tirit	14	14,58	12	12,50	4	4,17	5	5,21	0	0,00	35	7,29
Sac arası	8	8,33	13	13,54	7	7,29	5	5,21	2	2,08	35	7,29
Su böreği	9	9,38	9	9,38	6	6,25	6	6,25	0	0,00	30	6,25
Diğer	52	54,17	52	54,17	67	69,79	39	40,63	40	41,67	250	52,08
Toplam	96	100,00	96	100,00	96	100,00	96	100,00	96	100,00	480	100,00

SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde ticaretin uluslararası boyutlara ulaşması, hızla gelişen teknolojik koşullarda tüketicilerin beklentileri ve tüketim alışkanlıkları da değişmektedir. Değişen tüketim alışkanlıkları bağlı olarak gerek ulusal gerekse de uluslararası sektörde yeni pazarlar oluşmuştur. Bu süreçte tüketiciler sağlıksız yiyeceklere karşı oluşan bilinçlenme sebebiyle doğal olan ve geleneksel üretim yöntemleriyle üretilen ürünleri tercih etmeye başlamışlardır.

Günümüz yoğun tüketim dünyasında önem taşıyan konu geleneksel ürünleri korumak ve geleneksel yöntemlerle üretilmiş olan organik ürünleri tüketmek olmuştur. Bu noktada yerel, organik ürünlerin önemi artmaya başlamıştır. Böylece coğrafi işaret kavramı ortaya çıkmış ve bu kavram ile sahte olan ve sağlıksız olan ürünlere karşı pazarlardaki haksız rekabetin önlenmesi, ekonomik ve kültürel değerlerin korunması ve bu değerlerin gelecek nesillere sağlıklı şekilde aktarılması amaçlanmıştır. Coğrafi işaret kavramı rekabet gücünü arttıran, tedarik zincirinde sürdürülebilir ve ayrıca adil bir dağılımın olmasına yardımcı olan ve katma değer sağlayan bir kavramdır. Gerek tüm dünyada gerekse ülkemizde sahip olunan kültürel çeşitliliğin duyurulması ve korunması açısından coğrafi işaretleme önemli bir süreç haline gelmiştir. Ülkemizin kültürel ve tarihi zenginliği sahip olduğu ürünlerin çeşitliliğini de artırmaktadır. Böylece bu çeşitli ürünlerin coğrafi işaretleme yoluyla tescillenerek kayıt altına alınması üzerinde durulması gereken önemli bir süreç olmuştur.

Araştırmanın sonuçlarına göre, katılımcıların büyük çoğunluğunun coğrafi işaretleme konusunda kısmen de olsa bilgilerinin olduğu görülmektedir. Genel olarak, coğrafi işaretleme konusunda tüketicilerin bilgilendirilmesi ve coğrafi işaret uygulamasının olumlu etkilerinin tüketicilere doğru bir şekilde iletilmesi gerektiği kanısına ulaşılmaktadır. Tüketiciler ürünlerin daha kaliteli, lezzetli ve güvenilir olduğunu garanti eden coğrafi işaretin aynı zamanda satın alma davranışlarını da etkilediğini belirtmişlerdir.

Çalışmanın sonuçları bağlamında bazı önerilerde bulunmak gerekirse; tüketiciler gıda ürünlerini alırken sertifikalara dikkat ediyor ve büyük çoğunluğu ise yerel ürünleri almaya özen göstermektedir. Tüketiciler coğrafi işaret etiketini bir kalite göstergesi olarak görürken aslında bu ürünlerin pahalı olmayıp herkesin alabileceğini düşünmektedir. Bu çalışma Konya ili Selçuklu ilçesinde yapılmış ve sadece ele alınmış olan bölge için sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmadan yola çıkarak saptanmış olan eksikliklere bakıldığında coğrafi işaretli ürünler hakkında tüketicilerimizin bilgi bakımından eksik olduğu söylenebilir. Bu noktada tüketicilerin coğrafi işaretleme konusunda daha çok bilgilendirilmesi önemli bir öneri olacaktır. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre tüketiciler gıda ürünlerini satın alırken en çok marketi tercih etmektedirler. Bu nedenle de yöresel coğrafi işaretli ürünlerin tanıtımı amaçlı olarak marketlerde küçük de olsa bir bölümün coğrafi işaret almış gıda ürünlerine ayrılabilir. Böylece ayrılan bölümlerde her bölgeden yerel ürünler olacağı için tüketicilerin coğrafi işaret kavramını daha iyi kavraması, bölgelere ait olan coğrafi yöresel ürünlerden tüketimlerinin artırılması ve


böylece de o yöresel ürünlerin ait oldukları bölgelere istihdam ve gelir olanaklarının artışı sağlanacaktır. Ayrıca her yıl coğrafi işaret almış ürünlerin birleştirildiği festivallerin, organizasyonların yapılması da bu ürünlerin tanıtılması ve tüketilmesinde önem arz edecektir. Coğrafi işaretli ürünlerin sosyal medya ağlarında etkin bir şekilde sergilenmesinin de gerektiği görülmektedir. Bunun için de öncelikle coğrafi işaret korunmasının bir tanıtım stratejisine dahil edilmesi gerekmektedir. Coğrafi işaret etiketlerine yönelik tüketici tercihlerinin artırılması için promosyon ve iletişim faaliyetleri geliştirilebilir. Coğrafi işaretli ürünlerle ilgili satış kanallarının azlığı da bir eksiklik olarak ortaya çıkmaktadır. Tüketicilere ürünleri ulaştırmada satış kanalları önemli bir rol üstlenmektedir. Yerel ve ulusal pazarlama kanallarında coğrafi işaretli ürün satışının ve tanıtımının yapılması bu yaparken de tüketicilerin bulunulan bölgeye göre sosyo ekonomik durumlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Coğrafi işaretli ürünlerin çeşitliliği ve farklı coğrafi konumları kapsayacak şekilde çalışmaların kapsamı genişletilebilir. Bu çalışmadan esinlenerek yapılacak çalışmaların farklı illerde, farklı bölgelerde ve daha fazla kişiye ulaşabilecek şekilde yapılması coğrafi işaret konusunda literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması yoktur..

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Arzu BERBER  <http://orcid.org/0000-0003-0788-6281>

Gönül GÜL EKŞİ  <http://orcid.org/0000-0002-7757-0437>





Ayşenur NAÇAR  <http://orcid.org/0009-0006-9904-6763>

KAYNAKLAR

- Addor, F., Thumm, N., Grazioli, A. (2003). Geographical Indications: Important Issues For Industrialized And Developing Countries, *The IPTS Report*, 74, s. 24-31.
- Arıkan M., Taşcıoğlu Y., (2017). Coğrafi İşaretli Ürünlerin Kırsal Alana Olan Etkilerinin Üreticiler Açısından Belirlenmesi: Finike Portakalı Örneği. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 1.
- Boyras M., (2019). Coğrafi İşaretli Ürünler: Afyonkarahisar. *International Journal Entrepreneurship and Management Inquiries (Journal EMI) Dergisi*, 3(4), 26-46.
- Cebeci, H, Şen, M.A. (2020). Coğrafi İşaret Tescilli Soğuk Bir Lezzet: Görele *Dondurması*, *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, Vol. 4, Issue 2, s.,197-217.
- Çakaloğlu, M. (2015). Marka Ürünler, *Coğrafi İşaret ve Tüketici Algısı, Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Antalya.
- Çalışkan, V. ve Koç, H. (2012). Türkiye’de Coğrafi İşaretlerin Dağılım Özelliklerinin ve Coğrafi İşaret Potansiyelinin Değerlendirilmesi, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 17(28), s.193- 214.
- Erol, Y. (2014). *Türkiye’de Coğrafi İşaretleme Sisteminin Mevcut Yapısı, Yüksek Lisans Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Gökovalı, U. (2007). Coğrafi İşaretler ve Ekonomik Etkileri: Türkiye Örneği, *Atatürk Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 21(2), s.141-160
- Gökşen, F. 2(016). Coğrafi İşaretin Türkiye’deki Yeri ve Bölgesel Kalkınmadaki Önemi:TR63 Düzeyi Bölgesinde Coğrafi İşaret Tescilli Örneği, *Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı 3 Aylık Dergi*, Nisan 2016, Sayı:9.
- Gürbüz G.,(2019). *Mevka Coğrafi İşaretler Raporu. In MEVKA (Ed.), (s.29). Retrieved from https://www.mevka.org.tr/Yukleme/Uploads/DsyDD9qJm513201914513PM.pdf*
- İlcalı, G. (2005). Coğrafi İşaretler, Coğrafi İşaretlerde Denetim ve Denetimde Akreditasyonun Önemi. Ankara Üniversitesi, *Avrupa Toplulukları Araştırma Uygulama Merkezi (Ataum)*, 36. Dönem Avrupa Birliği Temel Eğitim Programı Semineri, Ankara.
- Kan M., Gülçubuk B., (2008). Kırsal ekonominin canlanmasında ve yerel sahiplenmede coğrafi işaretler, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 57-66.
- Malhotra, N.K. (2004). *Marketing Research*, Prentice Hall, New Jersey.
- Mercan, Ş. O., Üzülmüş, M. (2014). Coğrafi İşaretlerin Bölgesel Turizm Gelişimindeki Önemi: Çanakkale İli Örneği, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29(2), s.67-94.
- Oraman Y., (2015). Türkiye’de Coğrafi İşaretli Ürünler. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 76-85.

- Öz, H., Dönmez, B. (2018). Yerel Gıda Ve Coğrafi İşaretleme Kapsamında Süryani Şarabının Değerlendirilmesi, *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi (GTAD)*, Cilt: 2, Sayı: 2, s. 260-269.
- Savaşkan, Y., & Kınır, S. (2020). Sakarya İli Gastronomik Unsurlarının Coğrafi İşaret Kapsamında Değerlendirilmesi, *Alanya Akademik Bakış*, 4(3), s.939-961.
- Saygın Alparslan, Ö., Demirbaş, N. (2019). Avrupa Birliği ve Türkiye’de Bal Üretim ve Ticareti Açısından Coğrafi İşaret Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(3), s.526-538.
- Schneider, G. K., Ceritoğlu, A. B. (2010). Yöresel Ürün İmajının Tüketici Satın alma Davranışı ve Yüksek Fiyat Ödeme Eğilimi Üzerindeki Etkisiİstanbul İlinde Bir Uygulama, *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 3(6), s. 29-52.
- Şahin, G.(2013). Coğrafi İşaretlerin Önemi ve Vize (Kırklareli)’nin Coğrafi İşaretleri, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (15), s.23-37
- Tekelioğlu, Y. (2019). Coğrafi İşaretler ve Türkiye Uygulamaları, *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler EnstitüsüDergisi*, 8(15), s.47-75.
- Toklu S., Pekerşen Y., (2019). Coğrafi İşaretli Gastronomik Bir Değer Olan Karaman Divle Obruğu Tulum Peynirinin Bölge Halkı Tarafından Algılanması. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 7 (3), 2273.
- TURKPATENT (2022). Coğrafi İşaret İstatistikleri. <https://ci.turkpatent.gov.tr/veri-tabani>.
- Yalın Kaya, S., Şahin, E. (2018). Tescilden Uygulamaya Coğrafi İşaretler: Adana Kebabı Üzerine Bir İnceleme, *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(Ek1), s.189-199.
- Yamane T. (2010). *Temel Örnekleme Yöntemleri*, Literatür Yayıncılık, ISBN 978-975-8431-34-2.
- Yürekli, D. (2015). *Coğrafi İşaretlerin Tescili ve Uygulama Sürecindeki Sonuçların Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Dış Ticaret Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

Allelopathic Effects of Essential Oils In Some Medicinal And Aromatic Plants On The Development of Oilseed Plants

Hümeyra Yaman¹ , Ömer Yılmaz² , Nesrin Karaca Sanyürek,^{3*}  Sevinç Aydın⁴ 

^{1,2}Field Crops Central Research Institute, Biotechnology Research Center, Ankara, Türkiye

³Munzur University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Tunceli, Türkiye

⁴Çemişgezek Vocational School, Munzur University, Tunceli, Türkiye

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta :nkaraca@munzur.edu.tr

Geliş Tarihi: 31.01.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.05.2024 Kabul Tarihi: 14.05.2024

ABSTRACT

Traditional methods used to increase plant productivity from the past to the present cause problems owing to their toxicological effects on organism resistance and living things. This has stipulated the creation of strategies to boost plant productivity without adversely affecting the health of living things. Essential oils secreted from various parts of plants stand out as, sustainable, and improvable alternatives and have been the subject of numerous types of research as they have many functional properties. The present research covers the investigation of the allelopathic effect of essential oils of Greek Oregano (*Origanum vulgare* L. subsp. hirtum), Lavandin (*Lavandula x intermedia*), and common sage (*Salvia officinalis* L.) on oilseed plants (*Cephalaria syriaca* L., *Camelina sativa* L.) at different ratios. Inhibitory effects of the essential oils obtained by hydrodistillation on the seeds of *Cephalaria syriaca* L. and *Camelina sativa* L. species at different concentrations were analyzed under sterile in vitro conditions. The inhibitory effects of essential oils and concentrations were analyzed using the Friedman test. The research revealed that essential oils were effective in weed control through their high inhibitory effect against *Cephalaria syriaca* L. seeds while reducing the germination power of *Camelina sativa* L.

Key words: Allelopathic effect, aromatic plants, essential oil, medicinal plants, weed.

Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerdeki Uçucu Yağların Yağlı Tohum Bitkilerinin Gelişimi Üzerindeki Allelopatik Etkileri

ÖZ

Geçmişten günümüze bitki verimliliğini artırmak için kullanılan geleneksel yöntemler, organizma direnci ve canlılar üzerindeki toksikolojik etkileri nedeniyle sorunlara yol açmaktadır. Bu, canlıların sağlığını olumsuz yönde etkilemeden bitki verimliliğini artırmak için stratejiler oluşturulmasını öngörmüştür. Bitkilerin çeşitli kısımlarından salgılanan uçucu yağlar, güvenli, sürdürülebilir ve geliştirilebilir alternatifler olarak öne çıkmaktadır. Birçok işlevsel özelliğe sahip oldukları için çok sayıda araştırmancının konusu olmuştur. Mevcut araştırma, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* L. spp. hirtum), Lavandin (*Lavandula x intermedia*) ve Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) uçucu yağlarının farklı oranlarda yağ tohumlu bitkiler (*Cephalaria syriaca* L., *Camelina sativa* L.) üzerindeki allelopatik etkisinin araştırılmasını kapsamaktadır. Hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağların *Cephalaria syriaca* L. ve *Camelina sativa* L. türlerinin tohumları üzerindeki farklı konsantrasyonlardaki inhibe edici etkileri steril in vitro koşullar altında analiz edilmiştir. Uçucu yağların ve konsantrasyonlarının bu inhibe edici etkileri Friedman testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Araştırma, uçucu yağların *Cephalaria syriaca* L. tohumlarına karşı yüksek inhibitör etkileri sayesinde yabancı ot kontrolünde etkili olduğunu ve *Camelina sativa* L.'nin çimlenme gücünü azalttığını ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Allelopatik etki, uçucu yağ, yabancı ot, tıbbi bitkiler, aromatik bitkiler.

INTRODUCTION

Camelina sativa L. Crantz, a member of the Brassicaceae family, is an annual oilseed plant. It has a cold-hardy nature, a short vegetation period, and the potential to adapt to semi-arid climates. Having short root systems, it can absorb water from shallow soil layers. Therefore, it is a plant that adapts well to wheat-fallow production systems within arid areas. Planted as a winter crop, *C. sativa* L. Crantz is noted to have weak resilience against weeds. Pre-sowing tillage is recommended to control weeds in the *C. sativa* L. Crantz plant, (Schnell and Davis, 2011; Sevilmiş et al., 2019). Camelina seed has up to 43% oil content. Unsaturated fatty acids make up approximately 90% of the oil. Of the total fatty acids, 50% are polyunsaturated-linoleic acid and α -linoleic acid. The erucic acid content in its oil is approximately 3% (Sevilmiş et al., 2019). The high amount of erucic acid content limits the consumption of camelina oil for human nutrition (Pavlista et al., 2012). For this reason, the *C. sativa* L. Crantz plant is used in biodiesel blends of jet aircraft. Camelina seeds are becoming increasingly popular and relevant investigations are being conducted on their use for high-quality biodiesel production.

Cephalaria syriaca belongs to the family Dipsacaceae. This plant species usually ranged in Anatolia, is found wild in wheat fields. Although it is not similar to wheat with regard to its growth form, both are quite similar in grain structure, size and shape (Boz and Karaoğlu, 2013). For this reason, just as wheat does, it can survive for generations. In many studies conducted in Türkiye, *C. syriaca* and *C. aristata* species of the genus *Cephalaria* appeared as weeds in vineyards as well as in wheat and rye fields (Gökalp, 2015). Besides being a weed, the use of *C. syriaca* as a novel cultivar recently becomes more widespread.

It is practically known that bread made using different *Cephalaria syriaca* extracts has a higher quality structure (Karaoğlu, 2012; Kara, 2018). Adding *C. syriaca* to wheat flour was determined to have a positive effect on the bulking of wheat flour and significantly increase the bread quality, depending on the mixture ratio (Karaoğlu, 2012). Additionally, several studies were conducted, investigating the utilization of *C. syriaca* as an oil plant and aiming at this, the production of new breeds. *C. syriaca* seeds have a higher amount of linoleic acid and myristic acid contents. It is encouraged, especially in marginal areas, with respect to seed and oil yield (Katar et al., 2012). At the same time, the *C. syriaca* oil works as fuel for jet aircraft in biodiesel blends. It is stated that *C. syriaca* meets the standards of biodiesel fuel properties and can be a renewable environmentally friendly energy source (Öğüt et al., 2014; Altunbaş, 2015).

Besides the damage caused by conventional agriculture to the ecosystem, it also leads to irreversible and irreparable damage to biodiversity. The allelopathic effects of plants, that is, the fact that they do not form accumulation and residues in soil and water resources and in the bodies of living organisms, and that they can decompose in a short time, are of great importance. Allelopathy denotes the positive or negative effect of the plant-derived components (Gholami et al., 2011). The allelopathic effect connotes the effects of plants on each other or microorganisms on plants. Secondary metabolites, usually found in medicinal plants, can have positive or adverse effects. Using organic agents, which have allelopathic effects, such as essential oils obtained from certain medicinal aromatic plants, in weed controlling is indispensable in terms of environmental pollution, plants and commercial products. Yet, one should define the allelopathic effect precisely and use it for the intended purpose. If the allelopathic effect can be applied appropriately in agricultural struggle in agricultural areas, it can be used in biological control through the reduction of pesticide use, in improving soil quality, in the arrangement of crop rotation systems, and in the enhancement of microorganism density (Yazlık and Üremiş, 2017).

Abiotic and biotic stress factors are very effective on cultivated plants in agricultural areas. Yield and quality losses occur as a result of stress on cultivated plants. Weeds-induced phytotoxic losses affect plants negatively, too (Yılar et al., 2019). Compounds obtained from essential oils of higher plants can work as an allelopathic factor in the control of weeds that cause yield and quality losses in cultivated plants in agricultural areas. Today, applications, which will positively affect cultivated plants and slow down the growth of weeds, are increasing rapidly. Thanks to these secondary metabolites produced by the plants themselves, weed control becomes possible without using chemical pesticides. Essential oils are mostly found in aromatic plant species in the *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Myrtaceae*, and *Rutaceae* families (Yazlık and Üremiş, 2015). These oils are secondary metabolites synthesized by plants during stress. Essential oils and their bioactive compounds, which have many functional properties, have antioxidant, antimicrobial, antiviral, anticancer, and bioherbicide properties (El-Rokiek et al., 2020; Abd-El Gawad, 2020; Hatem, 2020).

The present study was designed to determine the allelopathic effect of essential oils, obtained from *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*, *Lavandula x intermedia*, and *Salvia officinalis* L., on *Camelina sativa* L. Crantz and *Cephalaria syriaca* L. plants. In the study, the growth inhibitory effect of essential oils, extracted from medicinal and aromatic plants, on *Camelina sativa* L., a cultivated plant, and on *Cephalaria syriaca* L., considered a weed in the areas where it is grown, was compared.

MATERIAL and METHODS

Isolation of essential oil content

Common sage plants were provided from a four years old plantation, which were harvested on early June (2022). The Greek Oregano and the lavandin flowers were harvested at the end of July (26th, 2022) from three years old plantations, at the 50% flowering stage, when the essential oil ratio was recorded as the highest amount in Central Anatolian climatic conditions (Kıtıkı, 1997).

Plant materials comprising leaves and flowers of *O. vulgare* L. subsp. *hirtum*, *Lavandula x intermedia*, and *S.officinalis* were trimmed from the soil level and dried at 25°C, room temperature. 100 g of each plant, representing each species, were weighed and placed in a 2-liter beaker. Distilled water was added and placed in the beaker. The liquid was boiled at 200°C for 180 minutes. The essential oil collected in the neo-clevenger was taken to Eppendorf tubes and stored at +4°C in the refrigerator until using (Yıldırım, 2007; Yazlık and Üremiş, 2017).

The hydrodistillation, method was used to isolate of essential oils and bioactive compounds from plant materials. Essential oils were extracted by hydrodistillation from 100 g seeds (coriander) and dry leaf and flower herb materials using a Neo-Clevenger apparatus for three hours, in the Medicinal and Aromatic Plants Unit Laboratory of CRIFC, Ankara, Türkiye. A. Chillers (Buchi F-314) apparatus was connected to the Neo-Clevenger to set the central temperature and cool the system for a better and more sustainable essential oil formation. Neo-Clevenger was cleaned by running the system empty before each analysis.

During the preparation, the essential oil to be used at the desired dose was mixed with 70% ethanol at the same dose to dissolve it, using 30 µl of tween-20 to prevent foaming, and sesame oil and purified water at the same rate as in the application dose, to ensure adherence within the plant (Efil, 2012).

Applications of essentai oil content

The research was established in accordance with randomized plots experimental design having three replications. An additional layer of autoclaved sterile blotting paper was placed in each disposable sterile petri plate, with a diameter of 9 cm. Plant seeds (25-30 pieces) were homogeneously dispersed on the blotting paper. The seeds were sterilized in 25% bleach for 10 minutes and rinsed three times for 5 minutes with distilled water. Essential oils were added into 20 µl of sterile water at doses of 0, 2.5, 5, 7.5, 10, and 20 µl/petri, then applied to each petri plate as to be 5 µl, using a micropipette. Petri plates were covered with parafilm to prevent the top of the plate from contacting with air and thus drying out prematurely. Petri plates were incubated in the culture chamber at 25°C for 14 days. Germinated seeds were counted by regularly controlling the petri dishes. Root lengths of germinated seeds were measured and recorded upon germination. Based on the control of the germinated seed numbers and root lengths, % efficacy values were calculated.

Activity % calculation for germination rate:

$$\text{Activity \%} = 100 \times \frac{\text{Germination rate in the treatment}}{\text{Germination rate within the check}} \times 100$$

Germination rate within the check

Activity % calculation for Root length:

$$\text{Activity \%} = 100 \times \frac{\text{Root length ratio in the treatment (cm)}}{\text{Root length ratio within the check}} \times 100$$

Root length ratio within the check

Statistical analysis

For statistical evaluation, data were transformed to arcsin $[\arcsin(x\%/100)]^{1/2}$ (21). ANOVA was used to test for significant differences between the means of each seed weed species and each essential oil concentration. For each weed seed species a simple linear regression analysis was used to study the correlation between seed germination (%) and essential oil concentrations. For all statistical analysis, the SAS program was used.

RESULTS

Effect of various essential oil treatments on the germination rate of *Camelina sativa* L. and *Cephalaria syriaca* L. (%)

When the application of common sage (*S. officinalis* L.) essential oils on *C. sativa* L. was compared daily, it was determined that there were statistically significant differences in all doses ($p < 0.001$), and again, the statistical differences between the doses were highly significant (Table 1).

Table 1. Effect of common sage essential oil on the *C. sativa* L. seed germination (%)

Treated species	Day	<i>C. sativa</i> L. germination rate Mean + Standard deviation					
		Control	2,5 µl	5 µl	7,5 µl	10 µl	20 µl
Common sage	1	15,00±0,06	10,00±0,04	5,00±0,02	30,00±0,08	10,00±0,04	10,00±0,04
	2	80,00±0,07 ^d	45,00±0,04 ^d	55,00±0,07 ^d	35,00±0,04 ^d	45,00±0,04 ^d	35,00±0,04 ^d
	3	95,00±0,07 ^d	40,00±0,04 ^d	55,00±0,07 ^d	40,00±0,04 ^d	50,00±0,07 ^d	40,00±0,07 ^d
	4	100,00±0,05 ^d	55,00±0,07 ^d	65,00±0,04 ^d	45,00±0,05 ^d	55,00±0,03 ^d	45,00±0,03 ^d
	5	100,00±0,05 ^d	60,00±0,04 ^d	65,00±0,04 ^d	45,00±0,05 ^d	55,00±0,07 ^d	45,00±0,07 ^d
	6	100,00±0,07 ^d	60,00±0,07 ^d	70,00±0,05 ^d	45,00±0,07 ^d	55,00±0,07 ^d	45,00±0,07 ^d
	7	100,00±0,06 ^d	60,00±0,04 ^d	70,00±0,06 ^d	45,00±0,04 ^d	55,00±0,04 ^d	45,00±0,04 ^d
	8	100,00±0,05 ^d	60,00±0,09 ^d	70,00±0,06 ^d	45,00±0,04 ^d	55,00±0,04 ^d	45,00±0,04 ^d
	9	100,00±0,07 ^d	70,00±0,04 ^d	70,00±0,05 ^d	55,00±0,05 ^d	65,00±0,04 ^d	70,00±0,04 ^d
	10	100,00±0,08 ^d	70,00±0,06 ^d	75,00±0,01 ^d	55,00±0,01 ^d	65,00±0,07 ^d	70,00±0,07 ^d
	11	100,00±0,08 ^d	75,00±0,06 ^d	80,00±0,08 ^d	75,00±0,06 ^d	65,00±0,04 ^d	75,00±0,04 ^d
	12	100,00±0,07 ^d	90,00±0,08 ^d	90,00±0,07 ^d	80,00±0,08 ^d	75,00±0,04 ^d	80,00±0,04 ^d
	13	100,00±0,08 ^d	90,00±0,03 ^d	90,00±0,07 ^d	80,00±0,08 ^d	80,00±0,04 ^d	80,00±0,04 ^d
	14	100,00±0,05 ^d	95,00±0,06 ^d	95,00±0,04 ^d	85,00±0,08 ^d	80,00±0,04 ^d	80,00±0,04 ^d
	15	100,00±0,03 ^d	100,00±0,07 ^d	100,00±0,01 ^d	85,00±0,04 ^d	85,00±0,04 ^d	85,00±0,04 ^d

a: p>0,05, b: p<0,05 c: p<0,01 d: p<0,001

When the effect of common sage (*S. officinalis* L.) essential oils on *C. sativa* L. germination was statistically compared on a dose basis, germination decreased as the dose amount increased in all doses except 2.5 µl and 5 µl doses compared to the control, but this decrease was fixed at 85% in the remaining three doses (p>0.05, p<0.001) (Table 2).

Table 2. The dose-based effect of common sage essential oil on *C. sativa* L. seed germination

The species applied	Dose amount (µl)	As of the end of the 15th day
Sage	Control	100,00±0,05
	2,5	100,00±0,02 ^a
	5	100,00±0,04 ^a
	7,5	85,00±0,05 ^d
	10	85,00±0,05 ^d
	20	85,00±0,02 ^d

a: p>0,05, b: p<0,05 c: p<0,01 d: p<0,001 (Statistical comparison was made on a dose basis)

In the daily-based comparison of the application of Greek Oregano (*O. vulgare* L. subsp. hirtum) essential oils on *C. sativa* L., it was determined that there were significant differences (p<0.001), and the statistical differences between the doses were highly significant (p<0.001) (Table 3).

Table 3. Effect of the oregano essential oil on *C. sativa* L. seed germination (%)

Treated species	Day	<i>C. sativa</i> L. germination rate Mean + Standard deviation					
		Kontrol	2,5 µl	5 µl	7,5 µl	10 µl	20 µl
	1	15,00±0,06	15,00±0,04	10,00±0,04	15,00±0,04	10,00±0,07	10,00±0,06
	2	80,00±0,07 ^d	35,00±0,04 ^d	30,00±0,06 ^d	30,00±0,04 ^d	20,00±0,04 ^d	20,00±0,07 ^d
	3	95,00±0,07 ^d	35,00±0,04 ^d	35,00±0,07 ^d	30,00±0,04 ^d	25,00±0,07 ^d	30,00±0,06 ^d
	4	100,00±0,05 ^d	35,00±0,07 ^d	40,00±0,04 ^d	35,00±0,05 ^d	30,00±0,03 ^d	35,00±0,07 ^d
	5	100,00±0,05 ^d	40,00±0,04 ^d	40,00±0,06 ^d	35,00±0,05 ^d	35,00±0,03 ^d	35,00±0,07 ^d
Oregano	6	100,00±0,07 ^d	45,00±0,05 ^d	45,00±0,01 ^d	40,00±0,07 ^d	35,00±0,07 ^d	35,00±0,05 ^d
	7	100,00±0,06 ^d	45,00±0,07 ^d	45,00±0,06 ^d	40,00±0,06 ^d	35,00±0,05 ^d	35,00±0,04 ^d
	8	100,00±0,05 ^d	45,00±0,05 ^d	45,00±0,02 ^d	40,00±0,06 ^d	35,00±0,02 ^d	35,00±0,05 ^d
	9	100,00±0,07 ^d	55,00±0,04 ^d	60,00±0,08 ^d	55,00±0,06 ^d	45,00±0,07 ^d	50,00±0,09 ^d
	10	100,00±0,08 ^d	55,00±0,06 ^d	60,00±0,05 ^d	55,00±0,08 ^d	45,00±0,04 ^d	50,00±0,08 ^d
	11	100,00±0,08 ^d	65,00±0,05 ^d	80,00±0,08 ^d	70,00±0,05 ^d	65,00±0,06 ^d	65,00±0,04 ^d
	12	100,00±0,07 ^d	85,00±0,06 ^d	85,00±0,08 ^d	80,00±0,07 ^d	75,00±0,09 ^d	70,00±0,04 ^d
	13	100,00±0,08 ^d	95,00±0,03 ^d	95,00±0,07	80,00±0,07 ^d	80,00±0,06 ^d	80,00±0,06 ^d
	14	100,00±0,05 ^d	95,00±0,07 ^d	100,00±0,07 ^d	90,00±0,06 ^d	85,00±0,04 ^d	85,00±0,05 ^d
	15	100,00±0,03 ^d	100,00±0,08 ^d	100,00±0,07 ^d	100,00±0,04 ^d	85,00±0,04 ^d	85,00±0,04 ^d

a: p>0,05, b: p<0,05 c: p<0,01 d: p<0,001

When the dose-based effect of the Greek Oregano (*O. vulgare* L. subsp. *hirtum*) on camelina germination was statistically compared, it was observed that there was no statistical difference due to no change in 2.5 µl, 5 µl, and 7.5 µl doses compared to the control, and despite the decrease in germination at 10 and 20 µl doses in comparison with the control, this reduction was again fixed at 85% (p>0.05, p<0.001) (Table 4).

Table 4. The dose-based effect of oregano essential oil on *C. sativa* L. seed germination

The species applied	Dose amount (µl)	As of the end of the 15th day
Thyme	Control	100,00±0,05
	2,5	100,00±0,02 ^a
	5	100,00±0,04 ^a
	7,5	100,00±0,04 ^a
	10	85,00±0,05 ^d
	20	85,00±0,02 ^d

a: p>0,05, b: p<0,05 c: p<0,01 d: p<0,001 (Statistical comparison was made on a dose basis)

In the study in which lavandin essential oils were applied to *C. sativa*, statistical differences between days were found to be high (p<0.001), and statistical differences between the doses were again significantly high (p<0.001) (Table 5).

Table 5. Effect of lavandin essential oil on *C. sativa* L. seed germination (%)

Treated species	Day	<i>C. sativa</i> L. germination rate Mean + Standard deviation					
		Control	2,5 µl	5 µl	7,5 µl	10 µl	20 µl
	1	15,00±0,06	5,00±0,04	25,00±0,05	20,00±0,06	15,00±0,07	5,00±0,05
	2	80,00±0,07 ^d	20,00±0,06 ^d	30,00±0,06 ^d	30,00±0,04 ^d	20,00±0,04 ^d	25,00±0,07 ^d
	3	95,00±0,07 ^d	25,00±0,04 ^d	35,00±0,07 ^d	35,00±0,07 ^d	25,00±0,07 ^d	30,00±0,06 ^d
	4	100,00±0,05 ^d	30,00±0,07 ^d	35,00±0,05 ^d	40,00±0,09 ^d	30,00±0,03 ^d	35,00±0,07 ^d
	5	100,00±0,05 ^d	30,00±0,04 ^d	35,00±0,05 ^d	40,00±0,03 ^d	30,00±0,07 ^d	35,00±0,07 ^d
Lavandin	6	100,00±0,07 ^d	35,00±0,05 ^d	35,00±0,01 ^d	40,00±0,07 ^d	30,00±0,07 ^d	35,00±0,05 ^d
	7	100,00±0,06 ^d	35,00±0,05 ^d	35,00±0,06 ^d	40,00±0,06 ^d	30,00±0,05 ^d	35,00±0,04 ^d
	8	100,00±0,05 ^d	35,00±0,05 ^d	35,00±0,02 ^d	40,00±0,06 ^d	30,00±0,02 ^d	35,00±0,05 ^d
	9	100,00±0,07 ^d	45,00±0,04 ^d	50,00±0,08 ^d	55,00±0,06 ^d	50,00±0,09 ^d	55,00±0,04 ^d
	10	100,00±0,08 ^d	45,00±0,06 ^d	45,00±0,05 ^d	55,00±0,08 ^d	50,00±0,08 ^d	55,00±0,06 ^d
	11	100,00±0,08 ^d	65,00±0,05 ^d	55,00±0,08 ^d	65,00±0,05 ^d	55,00±0,06 ^d	60,00±0,04 ^d
	12	100,00±0,07 ^d	75,00±0,08 ^d	65,00±0,06 ^d	65,00±0,07 ^d	75,00±0,06 ^d	60,00±0,04 ^d
	13	100,00±0,08 ^d	75,00±0,04 ^d	75,00±0,07 ^d	75,00±0,07 ^d	80,00±0,07 ^d	75,00±0,06 ^d
	14	100,00±0,05 ^d	90,00±0,06 ^d	75,00±0,08 ^d	80,00±0,06 ^d	90,00±0,04 ^d	80,00±0,08 ^d
	15	100,00±0,03 ^d	100,00±0,07 ^d	85,00±0,04 ^d	85,00±0,04 ^d	90,00±0,05 ^d	90,00±0,05 ^d

a: p>0,05, b: p<0,05 c: p<0,01 d: p<0,001

Upon statistically comparing the dose-based effect of lavandin essential oils on *C. sativa* germination, it was observed that germination decreased as the dose amount increased in comparison with the control (p>0.05, p<0.001) (Table 6).

Table 6. The dose-based effect of lavandin essential oil on *C. sativa* L. seed germination

The species applied	Dose amount(µl)	As of the end of the 15th day
Lavender	Control	100,00±0,05
	2,5	100,00±0,02 ^a
	5	85,00±0,04 ^a
	7,5	85,00±0,05 ^a
	10	90,00±0,05 ^d
	20	90,00±0,05 ^d

a: p>0,05, b: p<0,05 c: p<0,01 d: p<0,001 (Statistical comparison was made on a dose basis)

In the application in which the effect of common sage (*S. officinalis* L.) essential oils on *C. syriaca* was analyzed, a high level of difference between the days was identified in all doses (p<0.001), and the statistical differences between the doses indicated significance at varying intervals (p<0.05, p<0.001) (Table 7).

Table 7. Effect of common sage essential oil on *C. syriaca* L. seed germination (%)

Treated species	Day	<i>C. syriaca</i> L. germination rate Mean + Standard deviation					
		Control	2,5 µl	5 µl	7,5 µl	10 µl	20 µl
Common sage	1	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	2	10,00±0,01 ^d	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00
	3	10,00±0,02 ^d	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00 ^a	0,00±0,00
	4	20,00±0,03 ^d	5,00±0,08 ^d	5,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00
	5	25,00±0,01 ^d	10,00±0,06 ^d	5,00±0,04 ^d	5,00±0,03 ^d	5,00±0,01 ^d	0,00±0,00
	6	40,00±0,04 ^d	20,00±0,05 ^d	10,00±0,02 ^d	10,00±0,05 ^d	5,00±0,02 ^d	0,00±0,00
	7	40,00±0,07 ^d	20,00±0,04 ^d	10,00±0,05 ^d	10,00±0,01 ^d	5,00±0,06 ^d	0,00±0,00
	8	45,00±0,04 ^d	20,00±0,07 ^d	20,00±0,06 ^d	15,00±0,01 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00
	9	45,00±0,03 ^d	20,00±0,03 ^d	20,00±0,07 ^d	15,00±0,05 ^d	5,00±0,05 ^d	0,00±0,00
	10	45,00±0,01 ^d	20,00±0,02 ^d	20,00±0,08 ^d	15,00±0,02 ^d	5,00±0,06 ^d	0,00±0,00
	11	45,00±0,07 ^d	20,00±0,08 ^d	20,00±0,05 ^d	15,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00
	12	45,00±0,03 ^d	20,00±0,03 ^d	25,00±0,05 ^d	15,00±0,06 ^d	5,00±0,08 ^d	0,00±0,00
	13	45,00±0,08 ^d	20,00±0,03 ^d	25,00±0,06 ^d	15,00±0,08 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00
	14	45,00±0,06 ^d	20,00±0,04 ^d	25,00±0,06 ^d	15,00±0,07 ^d	5,00±0,03 ^d	0,00±0,00
	15	45,00±0,04 ^d	20,00±0,07 ^d	25,00±0,03 ^d	15,00±0,06 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00

a:p>0,05, b:p<0,05 c:p<0,01 d:p<0,001

When the dose-based effect of common sage (*S. officinalis* L.) essential oils on *C. syriaca* germination was statistically compared, it was noted that germination decreased significantly as the dose amount relatively increased in comparison with the control (p<0.001) (Table 8).

Table 8. The dose-based effect of common sage essential oil on *C. syriaca* L. seed germination

The species applied	Dose amount (µl)	As of the end of the 15th day
Common sage	Control	45,00±0,05
	2,5	20,00±0,02 ^d
	5	25,00±0,04 ^d
	7,5	15,00±0,05 ^d
	10	5,00±0,05 ^d
	20	0,00±0,00 ^d

a: p>0,05, b: p<0,05 c: p<0,01 d: p<0,001 (Statistical comparison was made on a dose basis)

In the application in which the effects of the Greek Oregano (*O. vulgare* L. subsp. hirtum) essential oils on *C. syriaca* were examined, a high level of difference was detected between the days at all doses (p<0.001), and

the statistical differences between the doses were also significant at varying intervals ($p < 0.05$, $p < 0.001$) (Table 9).

Table 9. Effect of oregano essential oil on the *C. syriaca* L. seed germination (%)

Treated species	Day	<i>C. syriaca</i> L. germination rate Mean + Standard deviation					
		Control	2,5 µl	5 µl	7,5 µl	10 µl	20 µl
Oregano	1	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	2	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	3	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	4	0,00±0,00	5,00±0,08 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	5	0,00±0,00	5,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	6	15,00±0,01 ^d	5,00±0,03 ^d	5,00±0,01 ^d	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	7	15,00±0,01 ^d	5,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	8	20,00±0,02 ^d	20,00±0,07 ^d	20,00±0,06 ^d	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	9	20,00±0,07 ^d	5,00±0,06 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	10	20,00±0,05 ^d	20,00±0,02 ^d	20,00±0,08 ^d	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	11	35,00±0,07 ^d	15,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^{8d}	10,00±0,04 ^d	0,00±0,00
	12	55,00±0,03 ^d	20,00±0,08 ^d	5,00±0,05 ^d	5,00±0,06 ^d	10,00±0,04 ^d	0,00±0,00
	13	70,00±0,08 ^d	25,00±0,03 ^d	5,00±0,06 ^d	5,00±0,08 ^d	10,00±0,04 ^d	0,00±0,00
	14	80,00±0,06 ^d	25,00±0,06 ^d	5,00±0,04 ^d	10,00±0,08 ^d	10,00±0,02 ^d	0,00±0,00
	15	100,00±0,03 ^d	25,00±0,07 ^d	10,00±0,04 ^d	10,00±0,08 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00

a: $p > 0,05$, b: $p < 0,05$ c: $p < 0,01$ d: $p < 0,001$

When the dose-based effect of the Greek Oregano (*O. vulgare* L. subsp. *hirtum*) essential oils on *C. syriaca* germination was statistically compared, it was observed that germination decreased considerably as the dose amount increased compared to the control ($p < 0.001$) (Table 10).

Table 10. The dose-based effect of oregano essential oil on *C. syriaca* L. seed germination

The species applied	Dose amount (µl)	As of the end of the 15th day
Oregano	Control	100,00±0,05
	2,5	25,00±0,02 ^d
	5	10,00±0,04 ^d
	7,5	10,00±0,04 ^d
	10	5,00±0,05 ^d
	20	0,00±0,00 ^d

a: $p > 0,05$, b: $p < 0,05$ c: $p < 0,01$ d: $p < 0,001$ (Statistical comparison was made on a dose basis)

During the application in which the effect of lavandin essential oils on *C. syriaca* was examined, in the comparison made between the days, the increases were determined to be high in all doses ($p < 0.001$), and the statistical differences between doses were high ($p < 0.05$, $p < 0.001$) as well (Table 11).

Table 11. Effect of lavandin essential oil on the *C. syriaca* L. seed germination (%)

Treated species	Day	<i>C. syriaca</i> L. germination rate Mean + Standard deviation					
		Control	2,5 µl	5 µl	7,5 µl	10 µl	20 µl
Lavandin	1	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	2	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	3	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	4	10,00±0,07 ^d	5,00±0,04 ^d	10,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^d	5,00±0,04 ^d	0,00±0,00
	5	15,00±0,01 ^d	5,00±0,04 ^d	10,00±0,05 ^d	5,00±0,03 ^d	5,00±0,08 ^d	0,00±0,00
	6	30,00±0,01 ^d	15,00±0,03 ^d	15,00±0,04 ^d	15,00±0,03 ^d	10,00±0,08 ^d	0,00±0,00
	7	30,00±0,03 ^d	15,00±0,04 ^d	15,00±0,05 ^d	15,00±0,04 ^d	10,00±0,07 ^d	0,00±0,00
	8	40,00±0,03 ^d	20,00±0,09 ^d	15,00±0,07 ^d	25,00±0,08 ^d	15,00±0,07 ^d	10,00±0,08 ^d
	9	40,00±0,03 ^d	20,00±0,09 ^d	15,00±0,05 ^d	25,00±0,06 ^d	15,00±0,06 ^d	10,00±0,05 ^d
	10	40,00±0,06 ^d	20,00±0,07 ^d	15,00±0,04 ^d	25,00±0,06 ^d	15,00±0,07 ^d	10,00±0,08 ^d
	11	40,00±0,09 ^d	20,00±0,05 ^d	15,00±0,06 ^d	25,00±0,05 ^d	20,00±0,04 ^d	10,00±0,06 ^d
	12	45,00±0,03 ^d	25,00±0,08 ^d	15,00±0,04 ^d	25,00±0,09 ^d	20,00±0,08 ^d	10,00±0,02 ^d
	13	50,00±0,07 ^d	25,00±0,03 ^d	15,00±0,06 ^d	25,00±0,08 ^d	25,00±0,04 ^d	10,00±0,06 ^d
	14	50,00±0,06 ^d	25,00±0,06 ^d	15,00±0,04 ^d	25,00±0,08 ^d	25,00±0,05 ^d	10,00±0,06 ^d
	15	50,00±0,03 ^d	25,00±0,07 ^d	15,00±0,03 ^d	25,00±0,09 ^d	25,00±0,04 ^d	10,00±0,02 ^d

a: p>0,05, b: p<0,05 c: p<0,01 d: p<0,001

When the effect of lavandin essential oils on *C. syriaca* germination was statistically compared on a dose basis, it was noted that germination decreased significantly as the dose amount relatively increased in comparison with the control (p<0.001) (Table 12).

Table 12. The dose-based effect of lavandin essential oil on *C. syriaca* L. seed germination

The species applied	Dose amount (µl)	As of the end of the 15th day
Lavandin	Control	50,00±0,05
	2,5	25,00±0,02 ^d
	5	15,00±0,04 ^d
	7,5	25,00±0,04 ^d
	10	25,00±0,05 ^d
	20	10,00±0,07 ^d

a:p>0,05, b:p<0,05 c:p<0,01 d:p<0,001 (Statistical comparison was made on a dose basis)

DISCUSSION

Chemical-induced environmental pollution and herbicide-resistant weeds have aroused more interest in biological control methods in recent years. Synthetically produced pesticides can cause environmental pollution as they degrade slowly (Katole et al., 2013). Due to these negative properties, the number of research aiming to find natural ways to minimize the need for synthetic herbicides (Bhadoria, 2011) and pesticides as much as possible has increased. In particular, there has been increased interest in using plant extracts and essential oils (Gevao et al., 2000; Koul et al., 2008). The essential oil content of plants is influenced by various factors such as genetic factors, evolution, environmental conditions, geographical diversity, physiological factors, political/social conditions (socio-political conjuncture), and harvest time (Figueiredo et al., 2008). The fact that easily extractable plant essential oils are used in tiny quantities and often decompose rapidly, resulting in a less negative impact

on environmental pollution, has also been a reason for preference (Isman, 2000; Zygadlo and Grow, 1995). Additionally, essential oils have been reported to render fewer side effects under normal circumstances than phosphorus and carbamate insecticides (Enan, 2001; Ohkawa et al., 2007). Furthermore, the insecticidal potential of plant essential oils has been attributed to two main reasons: acetylcholinesterase enzyme activity (Mukherjee et al., 2007) and adverse effects on dopaminergic receptors (Kostyukovsky et al., 2002).

On the other hand, many studies demonstrating the positive or negative effects of essential oils derived from medicinal aromatic plants on cultivated plants, which is also the subject of this research, have been reported. Binbir et al. (2021) stated in their study on germination and seedling development of corn plants that Lavandin (*Lavandula x intermedia*) essential oil had negative effects in parallel with the increase of treatment doses. Rahimi et al. (2015) evaluated the effect of *Artemisia annua* L., *Rosmarinus officinalis* L., and *Lavandula vera* L. essential oils on *Cynodon dactylon* L. weeds, applying 5 different doses (0, 250, 500, 750, and 1000 ppm).

As a result, they determined that germination rate, radicle length, and plumule length decreased at varying concentrations of essential oils. At the end of the study, they reported that the use of these oils as herbicides slowed down the growth and development of weeds. In a similar study, using different essential oils, Cavalieri and Caporali (2010) touched on the considerable damage to the DNA of *Vicia sativa* by the lavender essential oil. Genotoxicity tests were also applied in the studies and thus evidence was obtained indicating that it was directly affecting mitosis, which inhibited post-germination cotyledon growth. In another study, Efil (2012) described the effect of essential oils on the germination of weed seeds as they released proteins out of the cell due to the damage of essential oils to the plant cell wall, thus preventing amino acid synthesis, causing the death of plants either by inactivating the enzymes involved in amino acid synthesis or by preventing the formation of pigments required for photosynthesis. Due to these features, they mentioned that essential oils come to the forefront by also providing a fumigant effect in neutralizing weed seeds. Aiming to specify the allelopathic effect of Turkish oregano (*Origanum onites* L.) and lavandin (*Lavandula hybrida*) oil, Kitiş et al. (2011) applied the essential oils obtained from plants to summer wheat and corn seeds, as cultivated plants, and to *Avena sterilis* L., *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. seeds as weeds. In that study, wheat seeds' germination rate was found to decrease at doses of 5 and 8 µl, while corn seeds were not adversely affected by any dose of *Origanum onites* oil. Moreover, in the same study, all weeds were reported to be badly affected by the thyme oil. It was also stated that lavender oil decreased the germination rate of all species included in the experiment, except *Chenopodium album*, depending on the increase in doses.

In another study on the environmental effects of natural components, Yazlık and Üremiş (2017) investigated the influence of essential oils on the growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.), peanut (*Arachis hypogaea* L.) and maize (*Zea mays* L.) plants, as well as their effects on Greek oregano (*Origanum vulgare* L.), English lavender (*Lavandula angustifolia* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) plants. In that study, they also revealed the potential effects of the components against the cultivated plants in the treatment. They noted that tomato was affected by all, both pre-emergence and post-emergence essential oils compared to other plants. They also reported that peanut was less affected and eventually, all essential oils had a phytotoxic effect, but the plant might react according to living conditions and environment. Işık and Çınar (2018) investigated the activity of lavender, sage, peppermint, coriander, and thyme essential oils, prepared at 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, and 16 µl doses, on *Chenopodium album* L. plant. They applied the essential oils to the seeds in petri plates and kept them incubated for 21 days. When they compared the results obtained with the control, they revealed that low doses promoted germination, as well as root and stem elongation, while high doses decreased these values through the herbicidal effect. Azirak and Karaman (2008) tested different concentrations (3, 6, 10, and 20 µl) of essential oils extracted from *Carum carvi*, *Mentha spicata*, *Origanum onites* and *Thymbra spicata* against weed seeds in vitro and determined their effects on germination. They found the essential oils to have remarkable inhibitory effects. The essential oils exhibited a high inhibitory effect against weed seeds at low concentrations. Those four essential oils main components (carvacrol, thymol, carvone, limonene) were tested for seed germination against the same weeds at four different concentrations (500, 250, 125, and 62.5 µg/ml). They indicated an inhibitory effect on emergence against weed seeds, even at low concentrations. Merely the *Alcea pallida* seeds were resistant to all essential oils and components.

In the present research, similar to previous studies, it was observed that root growth of the plants slowed down as the essential oil application dose increased, and though the roots elongated, they grew spindly or did not elongate at all. In addition, the 20 µl treatment had a negative effect on the plants. On the other hand, there were differences in the reactions of the plants against this adverse condition. Some plants did not germinate at all, while others germinated, but their growth either slowed down or ceased. Karaman et al. (2014) conducted a study on the lavender essential oil to apply the oil against both cultivated plants and weeds. According to their findings, they reported that germination was negatively affected at the highest essential oil treatment (20 µl) compared to the control dose, while the germination rate of wheat (*Triticum aestivum*), chickpea (*Cicer*

arietinum) and dock (*Rumex crispus*) seeds was less affected at lower doses (3 µl) compared to other species. In their pot experiments, they also noted that increasing rates of essential oil treatment affected the root length of the dock, common amaranth, and sunflower plants negatively. As a result, they ascertained that the lavender essential oil at low doses (3 µl) significantly inhibited the germination of weeds and caused less damage to cultivated plants. In our research, similar to these studies, all treatments had different levels of inhibitory effect. If the data derived from the findings are evaluated, differences were observed between essential oils in some treatments. Being applied on *C. sativa* L. plant, 2.5 and 5 µl doses of sage (*S. officinalis* L.) essential oil on the 4th day, 5-7.5-10-20 µl doses of lavender essential oil on the 4th day, and 2.5-5-7.5-10 µl doses of lavender essential oil on the 7th day statistically stood out. As for those applied on the mustard plant, 7.5-20 µl doses of sage essential oil on the 14th day, 10-20 µl doses of "*O. vulgare* L. subsp. *hirtum* essential oil" on the 14th day, and 20 µl dose of lavender essential oil on the 14th day were found to be statistically significant. The dose of 7.5 µl, which was applied to the *C. syriaca* L. plant on the 14th day, turned out to be statistically significant. The difference between the doses of *O. vulgare* L. subsp. *hirtum* was statistically insignificant. Although in the present study, the negative effects of all essential oils on *C. syriaca* L. and *C. sativa* L. were observed, it was revealed that the *C. syriaca* L., a weed in *C. sativa* L. areas, underwent a much higher inhibitory effect. Even if the emergence occurred in the plants, root development remained incomplete, and the roots formed grew spindly and blackened. On the other hand, applying a 5 µl dose of *S. officinalis* L. and *O. vulgare* L. subsp. *hirtum*, along with a 2.5 µl dose of *Lavandula x intermedia*, did not cause any unfavorable consequences on *C. sativa* L. germination, while the applied doses imposed a slowing down effect on plant growth for the weedy plant *C. syriaca* L. With the increased use of organic inputs in agricultural areas, the importance of environmentalist approaches will have been emphasized in the future.

CONCLUSION

Consequently, in the search for suitable farming systems, allelopathy plays an important role in the control of weeds, diseases, and insects, and in allelopathic variety breeding. Furthermore, allelochemicals are capable of acting in an environmentally friendly manner. Herbicides, fungicides, insecticides, and plant growth regulators are of great value in sustainable agriculture. Studies on the application of allelochemicals, extracted from medicinal plants with allelopathic effects, as herbicides are increasing day by day. Nevertheless, the climatic conditions in the environment, where the plants from which the essential oil is derived, affect the amount of essential oil. On the other hand, agriculturally important stress factors may also lead to an increase or decrease in the ratio of the active substance obtained from plants. Moreover, there are also issues to be taken into consideration in using essential oils with proven efficacy. Further studies should be conducted on determining the right formulation, using appropriate tools and machinery in the application, ensuring the adhesion and spread of the treatment on the plant, the application method, and duration, the condition of the soil to be treated (humidity, temperature, soil type), the formulation suitable for the temperature and the appropriate dose.


Declaration of competing interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.


Author contributions

H. Y., Ö.Y. and N.K.S. designed the study and conducted the experiments; S. A. analyzed the data and carried out statistical calculations; N.K.S. and S.A. writing; all authors read and approved the manuscript.

Yazar Orcid Numaraları

HümeYra Yaman  <http://orcid.org/0000-0002-5873-9401>

Ömer Yılmaz  <http://orcid.org/0000-0003-0365-4838>

Nesrin Karaca Sanyürek  <http://orcid.org/0000-0003-3362-1973>

Sevinç Aydın  <http://orcid.org/0000-0001-8597-8064>

REFERENCES

- Abd-ElGawad, A., El Gendy, A.E.N., El-Amier, Y., et al., 2020. Essential oil of *Bassia muricata*: Chemical characterization, antioxidant activity, and allelopathic effect on the weed *Chenopodium murale*. Saudi J. Biol. Sci. 27(7), 1900-1906. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.04.018>
- Altunbaş, O., 2015. Pyrolysis of the pelemir plant. Dissertation, Selcuk University.
- Azirak, S., Karaman, S., 2008. Allelopathic effect of some essential oils and components on germination of weed species. Acta Agric. Scand-B Soil Plant Sci. 58(1), 88-92. <https://doi.org/10.1080/09064710701228353>
- Bhadoria, P.B.S., 2011. Allelopathy: a natural way towards weed management. Am. J. Exp. Agric. 1(1), 7-20.
- Binbir, U., Türkmen, C., ÇIKILI, Y., et al., 2021. Effects of lavandin (*Lavandula x intermedia*) essential oil on the germination and seedling development of corn (*Zea mays* L.) COMU J. Agric. Fac. 9(1), 89-95.
- Boz, H., Karaoğlu, M.M., 2013. Improving the quality of whole wheat bread by using various plant origin materials. Czech. J. Food. Sci. 31(5), 457-466.
- Cavaliere, A., Caporali, F., 2010. Effects of essential oils of cinnamon, lavender and peppermint on germination of Mediterranean weeds. Allelopath. J. 25(2), 441-451.
- Efil, F. 2012. Determination of bio-herbicidal potentials of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.) and thyme (*Origanum syriacum* L.) essential oils and hydrosols against weeds. Dissertation, Mustafa Kemal University.
- El-Rokiek, K.G., İbrahim, M.E., Saad El-Din, et al., 2020. Using anise (*Pimpinella anisum* L.) essential oils as natural herbicide. J. Mater. Environ. Sci. 11(10), 1689-1698.
- Enan, E., 2001. Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. CBP, 130(3), 325–337. [https://doi.org/10.1016/s1532-0456\(01\)00255-1](https://doi.org/10.1016/s1532-0456(01)00255-1).
- Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Pedro, L.G., et al., 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. Flavour. Fragr. J. 23(4), 213-226.
- Gökalp, Ö., Üremiş, İ., 2015. Determination of weed seeds in wheat grain in Mardin province of Turkey. MKU J. Agric. Sci. 20 (1), 23-30.
- Gholami, B.A, Faravani, M., Kashki, M.T., 2011. Allelopathic effects of aqueous extract from *Artemisia kopetdaghensis* and *Satureja hortensis* on growth and seed germination of weeds. J. Appl. Environ. Biol. Sci. 1(9), 283-290.
- Gevao, B., Semple, K.T., Jones, K.C., 2000. Bound pesticide residues in soils: a review. Environ. Pollut., 108(1), 3-14. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00197-9)
- Hatem, A.N., AL-Asadi, S.A., Hatem, A.N., 2020. Evaluation of toxicity of Eucalyptus cammadelulensis essential oil in the hard tick *Hyalomma anatolicum* (Acari: Ixodidae) infested livestock in Basrah province, Iraq. Ann. Trop. Med. Public Health. 23, 231-379. <http://doi.org/10.36295/ASRO.2020.231379>
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. J. Crop. Prot. 19, 603-608. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Işık, A., Arslan, M., Efil, F., et al., 2013. Evaluation of the usability of essential oils in weed control in Turkey. I. Plant Protection Products and Machinery Congress 229, 2-5.
- Işık, D., Çınar, C.T., 2018. Investigation of Herbicidal Effects of Essential Oils Obtained from Some Medicinal Plants on *Chenopodium Album* L. SETSCI Conference Indexing System. 3, 744-747.
- Karaman, R., Erbaş, S., Baydar, H., et al., 2014. Allelopathic effect of lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. var. Super A) oil on germination and seedling development of some weed and field crops. Harran Journal of Agricultural and Food Science. 18(4), 35-41.
- Kara, S.D., 2018. Molecular cloning of repetitive DNA sequences in the genome of *Cephalaria syriaca* Dissertation, Niğde Ömer Halisdemir University.
- Karaoglu, M.M., 2012. Effect of *Cephalaria syriaca* addition on rheological properties of composite flour. In.t Agrophys. 26(4).
- Katar, D., Arslan, Y., Subasi, I., et al., 2012. The effect of different sowing dates on yield and yield components of *Cephalaria* (*Cephalaria syriaca*) under Ankara/Turkey ecological condition. Biodivers. Conserv. 5(3), 48-53.
- Katole, S.B., Kumar, P., Patil, R.D., 2013. Environmental pollutants and livestock health: a review. J. Vet. Res. 1(1), 1-13.
- Kitiş, Y.E., Gümüş, E., Tazegül, B. 2011. Investigation of allelopathic effects of Oregano (*Origanum onites*) and Lavender (*Lavandula hybrida*) oil on the germination of some crops and weed species. Turkey IV. Plant Protection Congress 28-30.
- Kostyukovsky, M., Rafaeli, A., Gileadi, C., et al., 2002. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. Pest. Manag. Sci. 58(11), 1101-1106. <https://doi.org/10.1002/ps.548>.

- Koul, O., Walia, S., Dhaliwal, G.S., 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopestic. Int.* 4(1), 63-84.
- Mukherjee, P.K., Kumar, V., Mal, M., et al., 2007. *Acorus calamus*.: scientific validation of ayurvedic tradition from natural resources. *Pharm. Biol.* 45(8), 651-666. <https://doi.org/10.1080/13880200701538724>
- Ohkawa, H., Miyagawa, H., Lee, P.W., 2007. Pesticide chemistry. Crop Protection Environmental Safety. Wiley-VCH Publishing, Verlag GmbH & Co. KGaA
- Öğüt, H., Oğuz, H., Bacak, S., et al., 2014. Investigation of technical properties of Pelemir biodiesel. *Energy Agriculture and Biofuels.* 4, 28-29. <http://dx.doi.org/10.1002/9783527611249>
- Pavlista, A. D., Baltensperger, D. D., Isbell, T. A., & Hergert, G. W. (2012). Comparative growth of spring-planted canola, brown mustard and camelina. *Industrial crops and products*, 36(1), 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.07.020>
- Rahimi, M., Bidarnamani, F., Shabanipoor, M., 2015. Effects of allelopathic three medicinal plants on germination and seeding growth of *Portulaca oleracea*. *Biol. Forum* 7(1), 1520-1523.
- Kitıki, A. Oregano. Status of cultivation and use of oregano in Turkey. Proceedings of the IPGRI International Workshop, Padulosi, S., Ed.; IPGRI: Valenzano, Italy; p.121-131;182, 8-12 May 1996. Available from: . Accessed: Jun. 30, 2023
- Sevilmiş, U., Bilgili, M., Kahraman, Ş., et al., 2019. Cultivation of Camelina (*Camelina sativa*). *Int. J. East. Mediterr. Agric. Res.* 2(2), 36-62.
- Schnell, J., Davis, S., 2011. Plant biology document of “The biology of *Camelina sativa* (L.) Crant”. Plant and Biotechnology Risk Assessment Unit, Plant Health Science Division, Canadian Food Inspection Agency, Ottawa, Ontario.
- Yazlık, A., Üremiş, İ., 2015. Determination of the Efficiency of Some Essential Oil Compounds on the Development of Jonsongrass [(*Sorghum halepense* (L.) Pers.]. *TURJAF.* 2, 2. <https://doi.org/10.19159/tutad.16943>
- Yazlık, A., Üremiş, İ., 2017. İstanbul Thyme (*Origanum vulgare* L.), English Lavender (*Lavandula angustifolia* L.) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Essential Oil Compounds Activity on Some Crops Growth. *Alatarım*, 16(1), 67-76.
- Yılar, M., Bayar, Y., Onaran, A. 2019. Chemical composition and allelopathic effect of *Origanum onites* L. essential oil. *Plant Prot. Bull.* 59(3), 71-78. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.542301>
- Yıldırım, B. K. 2007. Investigation of bioherbicidal effects of some herbal essential oils, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Zygadlo, J. A., Grow, N.R., 1995. Comparative study of the antifungal activity of essential oils from aromatic plants growing wild in the central region of Argentina Flavour. *Fragr. J.* 10(2), 113-118. <https://doi.org/10.1002/ffj.2730100210>

Yalova Örneğinde Biyoklimatik Konforun Zamansal Değişimi

Canan KOÇ^{*} , Ahmet KOÇ² 

¹Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehircilik ABD, Diyarbakır

²Diyarbakır Teknik Bilimler MYO, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu Yazar: canan.koca@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 30.05.2024 Kabul Tarihi: 03.06.2024

ÖZ

Sanayi Devrimiyle başlayan kırsal alanlardan kente göç olgusuyla kentsel nüfus artışı başlamış, arazi örtüsünde değişimler giderek artmıştır. Günümüzde, kentlerde doğal alanların azalması ve yapay alanlardaki artışla birlikte kentsel ısı adası etkisi yoğunlaşmakta ve önemli boyutlarda termal etki oluşumuna neden olmaktadır. İnsanın günlük yaşamını devam ettirebilmek için ihtiyaç duyduğu enerji iklimden etkilenmekte ve bu durum literatürde çoğunlukla biyo-klimatik konfor çalışmalarında ele alınmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada Yalova kentine ait 2009-2017 yıllarını kapsayan 9 yıllık meteorolojik veriler değerlendirilerek, kent ikliminin insan termal konforuna etkileri ortaya konmaktadır. Biyoklimatik konfor şartlarını hesaplamak için PET (Physiological Equivalent Temperature) indeksi kullanılmıştır. Yalova kentinde incelenen yıllar arasında 2012 yılı kış mevsimi dışında aşırı soğuk ya da aşırı sıcak stresi ile karşılaşılma olasılığına karşın, kentin hızla büyümesi ve nüfus artışı devam etmiş olup, iklimsel değişimlerin yaşanması olası görülmüştür. Dolayısıyla Yalova'da yenilenebilir enerji kullanımına öncelik veren projelerin geliştirilmesi, ekolojik yapıya olan baskının önlenmesi, sosyo-ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği sağlayan çalışmaların yürütülmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Termal konfor, PET indeksi, mikro klima, termal stres.

Temporal Change of Bioclimatic Comfort in Yalova Case

ABSTRACT

The phenomenon of urban migration from rural, which began with the Industrial Revolution, led to urban population growth, and changes in land cover have gradually increased. Nowadays, with the decrease of natural areas in cities and the increase in artificial areas, the urban heat island effect intensifies, leading to significant thermal effects. The energy that humans need to maintain their daily lives is influenced by the climate, and this issue is mostly addressed in bioclimatic comfort studies in the literature. In this context, the effects of urban climate on human thermal comfort are revealed by evaluating 9 years of meteorological data covering the years 2009-2017 for the city of Yalova in the study. The PET (Physiological Equivalent Temperature) index is used to calculate bioclimatic comfort conditions. Although extreme cold or extreme hot stress was not encountered in any of the years studied in Yalova except for the winter of 2012, the city continues to grow rapidly and the population continues to increase, making it possible for climatic changes to occur. Therefore, it is of great importance to develop projects prioritizing the use of renewable energy in Yalova, prevent pressure on the ecological structure, and carry out studies ensuring socio-economic and environmental sustainability.

Key words: Thermal comfort, PET index, microclimate, thermal stress.

GİRİŞ

Tüm canlı yaşamını etkileyen iklimsel değişimler, özellikle insanın konfor düzeyinin belirleyicileri arasında yer almaktadır. İklim, geçmişte olduğu gibi günümüzde de toplumun barınma, gıda, sağlık gibi günlük yaşam döngüsünü oluşturan ihtiyaçlarını karşılama konusunda etkili olmuştur (Erkek ve ark., 2020). Sanayi Devrimiyle başlayan kırdan kente göç olgusunun günümüzde devam ediyor olması, kentsel nüfusun hızla artmasına yol açmıştır. 1920’lerde dünya genelinde kent nüfusunun toplam nüfus içindeki oranı %14 iken (Toy ve Eren, 2023), bu oran 1960’ta %34, 2007’de %50 ve 2008 yılı itibari ile %51 olmuş ve kentli nüfus kır nüfusunu geçmeye başlamıştır (Anonim, 2023a). Dünya Bankası verilerine göre 2022 yılı kent nüfusu %57 oranında olup (Anonim, 2023a), 2050 yılında bu oranın %70’lere ulaşacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2018; Toy ve Eren, 2023).

Kentsel nüfusun giderek artması arazi örtüsündeki değişimleri beraberinde getirmektedir. Nüfusun temel gereksinimlerini karşılamak amacıyla doğal alanlara baskı oluşmakta ve yapay alanlar artmaktadır. Günümüzde kentlerin hızla yayılması, ekolojik yapıya baskısı, kentsel açık ve yeşil alanların azalması, geçirimsiz yüzeyler ile yapılaşma oranındaki artış kentsel ısı adası etkisini yoğunlaştırmakta ve mikro klimayı etkilemektedir (Yücekaya, 2022). Kentlerde geçirgen olmayan yer kaplamaları ve albedosu yüksek inşaat malzemeleri (asfalt ve beton gibi) önemli boyutlarda termal etki oluşturmaktadır (Tuğaç, 2022). Buharlaşma kapasiteleri düşük olan bu malzemelerin ısıyı emme, depolama ve termal ısı yayma kapasiteleri yüksektir (Tuğaç, 2022). Yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelerde hava hareket hızı daha az, hava sıcaklığı ve hava kirlilik oranı daha fazla, artan hava kirliliği sebebiyle güneş ışınımı daha zayıf, azalmış bitki dokusuyla nem oranı daha düşüktür (Umaroğulları ve Motor, 2020). Dolayısıyla, kentlerde yapılaşma yoğunluğuna bağlı olarak biyo-klimatik konfor düzeyi değişkenlik göstermektedir.

Toy ve Eren, (2023) çalışmalarında kent formuna bağlı olarak ortaya çıkan iklim elemanlarını etkileyen faktörleri “kentsel yapılar ve yüzeyleri, kentsel yüzey geometrisi, kentsel geçirimsiz yüzeyler” olmak üzere üç grupta toplamıştır. “Kentsel yapılar ve yüzeyleri gün boyu daha yüksek oranda ısı depolar ve geceleri bu ısıyı salarlar. Kentsel yüzey geometrisi gökyüzü görüş faktörünü azaltır, bina ve cadde cepheleri nedeniyle yerden ısı kaybını azaltır. Kentsel geçirimsiz yüzeyler ise buharlaşması gereken yer altı sularının birikmesini ve buharlaşmasını engelleyerek ortamdaki buharlaşmayla kaybolması gereken gizli ısının hissedilir ısı olarak ortamda bulunmasını sağlar” (WMO, 2023; Toy ve Eren, 2023).

İnsanın günlük yaşamını devam ettirebilmek için ihtiyaç duyduğu enerji iklimden etkilenmekte ve bu durum literatürde çoğunlukla biyo-iklimsel konfor çalışmalarında ele alınmaktadır. Biyoiklimsel konfor durumu; insanın en az miktarda enerji harcayarak çevresine uyabildiği koşullar olarak tanımlanmaktadır (Berköz, 1969; Çınar, 2004; Çetin ve ark, 2010). Temeli hissedilen sıcaklığa dayalı olan biyoiklimsel konfor durumu subjektif bir değer olup, mekâna, zamana ve kişiye göre değişmektedir (Hobbs, 1995; Çınar, 2004; Çetin ve ark, 2010). Bu bağlamda, çalışmada Yalova kentine ait 2009-2017 yıllarını kapsayan 9 yıllık meteorolojik veriler değerlendirilerek, kent ikliminin insan termal konforuna etkileri ortaya konmaktadır.

MATERYAL ve METOT

Çalışma alanı olarak 39.9191 enlemi ile 44.0442 boylamında olan Yalova kenti seçilmiştir (Şekil 1). Marmara Bölgesi’nin kuzey doğusundan konumlanan Yalova, doğuda Kocaeli, güneyde Bursa, kuzeyde ve batıda ise Marmara Denizi ile sınırlanmıştır. Yerleşim, kıyı boyunca ve Yalova Bayırı olarak adlandırılan az eğimli arazide yayılmış, Armutlu Yarımadası’nın kuzey kıyıları ve Samanlı Dağlarının denize bakan kuzey eteklerinde alçak bir tepede kurulmuştur (Anonim, 2005; Kazel ve Bayartan, 2021). Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında geçiş iklimi niteliğine sahip olan Yalova’da, deniz kıyısından güneye doğru yükseklik artmakta ve 860 m’ye ulaşmaktadır (Kazel ve Bayartan, 2021).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Anonim, 2023b)

Çalışmada farklı sektörlerin gelişme gösterdiği ve giderek kentsel alanın büyüdüğü Yalova kent merkezinin biyo-klimatik konfor açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Biyo-klimatik konfor ile ilgili ülkemizde yapılan çalışmalar 1960'lı yılların sonlarında görülmektedir (Çetin ve ark, 2010). Sonraki yıllarda biyoiklimsel konforu farklı kentlerde ele alan çalışmalar yaygınlaşmıştır. Genellikle sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr hızı, küresel solar radyasyon ya da bulutluluk verileri kullanarak farklı yöntemlerle değerlendirme ve haritalandırmalar yapılmış, coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanılarak zamansal ve mekânsal değişimler ortaya konmuştur.

Biyo-klimatik konfor, hava sıcaklığı (kuru termometre sıcaklığı), atmosfer nemi, hava hareketi, radyasyon (çevrenin ortalama radyan sıcaklığı), aktiviteye bağlı metabolik oran, kıyafet izolasyonu ve evaporatif direnç gibi faktörlerden etkilenmektedir (Çınar, 1999; Matzarakis, 2001; Nikolopoulou ve ark., 2004; Toy ve ark., 2005; Çetin ve ark, 2010). Son zamanlarda yapılan araştırmalar biyo-klimatik konforu artıran mikro iklimsel özelliklerin açık alan kullanımını etkilediğini göstermiştir (Yücekaya ve ark., 2022). Olgay' a (1973) göre, "biyo-klimatik konfor değeri; açık alanda 21,0 – 27,5 °C sıcaklık değeri, % 30 - 65 bağıl nem ve 5 m/sn'ye kadar olan rüzgâr hızı kombinasyonu olarak" belirlenmiştir (Çınar, 1999; Toy ve ark., 2005; Çetin ve ark, 2010). Biyo-klimatik konfor Türkiye'nin içinde bulunduğu orta enlemlerde, sıcaklık, nem ve rüzgâra bağlı olarak algılanan 17,0 – 24,9 °C hissedilen sıcaklık değeri olarak kabul edilmektedir (Koçman, 1991; Çetin ve ark, 2010).

Biyoklimatik konfor şartlarını hesaplamak için PET (Physiological Equivalent Temperature) indeksinin kullanıldığı çalışmada, Yalova ili Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen 2009-2017 yıllarını kapsayan 9 yıllık döneme ait sıcaklık, nem, rüzgar hızı, bulutluluk oranını içeren saatlik veriler değerlendirilmiştir. Bu indekse göre Çizelge'1 de gösterilen değerler dikkate alınarak insan sıcaklık hissi ve termal stres seviyeleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. PET indeksinin termal his ve stres seviyeleri (Hoppe, 1999; Matzarakis and Mayer, 1996; Matzarakis ve ark.,1999)

PET (°C)	İnsan Sıcaklık Hissi	Termal Stres Seviyesi
<4	Çok soğuk	Aşırı soğuk stresi
4,1-8	Soğuk	Güçlü soğuk stresi
8,1-13	Serin	Orta soğuk stresi
13,1-18	Hafif serin	Hafif soğuk stres
18,1-23	Konforlu	Termal stres yok
23,1-29	Hafif ılık	Hafif sıcaklık stresi
29,1-35	Ilık	Orta sıcaklık stresi
35,1-41	Sıcak	Güçlü sıcaklık stresi
>41	Çok sıcak	Aşırı sıcaklık stresi

PET indeksine ait hesaplamaların yapılmasında RayMan 1.2 programından yararlanılmıştır. Elde edilen verilere göre oluşturulan grafikler çalışmada detaylı olarak açıklanmıştır.

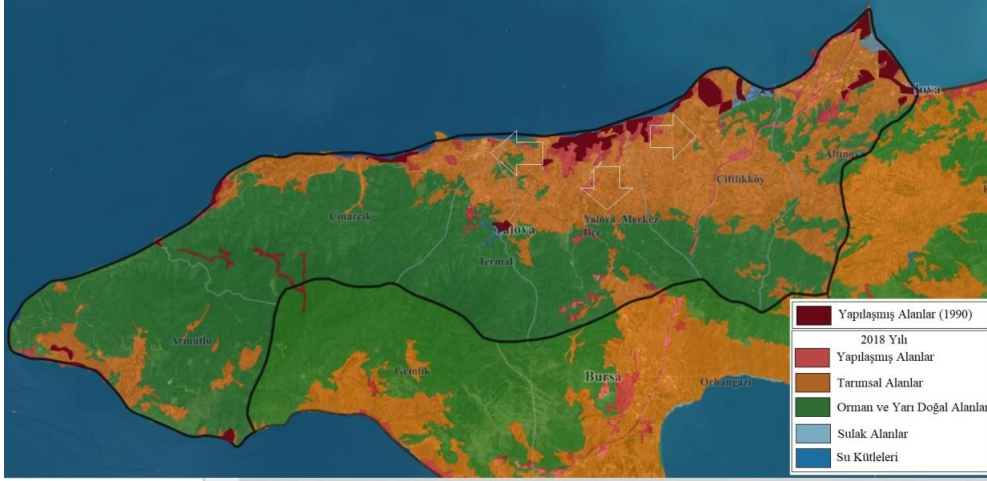
BULGULAR

Hızlı kentleşmeyle birlikte kentler kırsal bölgelere kıyasla daha sıcak olmakta ve kentsel ısı adası etkisi ortaya çıkmaktadır. Kentler çevreleyen doğal alanlardan farklı iklim koşullarına sahip olmakta, kentte yaşayan insan sayısı, yapay malzemenin nicelik ve niteliği bu farklılaşmanın derecelerini değiştirmektedir (Çalışkan ve Türkoğlu, 2014). Bununla birlikte insan konforu olumsuz etkilenmekte, sağlık sorunları başta olmak üzere çeşitli problemler yaşanmaktadır. Yaşam kalitesi ve refah seviyesinde düşme, iş veriminde azalma, enerji kullanımında yükseliş gibi fiziksel, sosyal ve ekonomik sorunlar oluşmaktadır (Toy ve Çağlak, 2018, Menteşe ve Koca,2023).

Günlük yaşamda önemli rol oynayan kentsel mekanların kullanım sıklığı ve yoğunluğu termal konfora göre değişebilmektedir (Lai ve ark., 2014, Menteşe ve Koca,2023). İnsanlar biyoklimatik konfor durumuna ulaşmak veya çevresine kendisini uydurabilmek için belirli miktarda enerji harcamaktadır (Çetin ve ark, 2010). Dolayısıyla, biyoklimatik konfor değeri, insanın kendini rahat hissettiği değer aralığının dışında olduğunda fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar ortaya çıktığından kişide ortamı terk etme eğilimi görülebilmektedir (Öztürk ve Kadak, 2018, Menteşe ve Koca,2023). Bu bağlamda çalışmada, hızla büyüyen Yalova kenti ele alınarak biyoklimatik konforun yıllara göre değişimi irdelenmiştir.

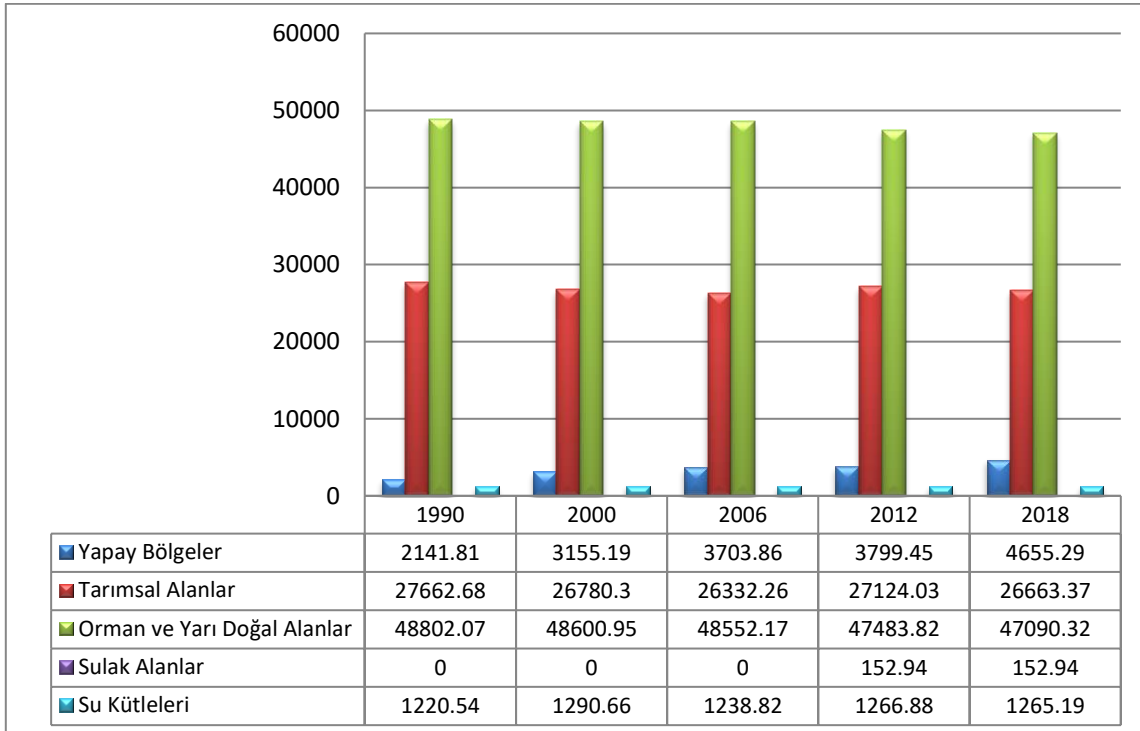
Cumhuriyet'in ilk yıllarında küçük bir kıyı kasabası durumunda olan Yalova kenti 1950'li yıllarla beraber büyümeye başlamıştır. "İlin doğusunda büyük sanayi tesislerinin kurulmaya başlaması, Yalova-İzmit ve Yalova-Bursa karayollarının işlevinin artması, kıyılarda ikinci konutların çoğalması, seracılık faaliyetlerinin önem kazanması gibi birçok etkene bağlı olarak Yalova, özellikle 1970 sonrasında hızlı bir gelişim sürecine girmiş ve nüfusu artmaya başlamıştır (Altundağ, 2009). Yalova'nın 1995 yılında il olması nüfus artışında etkili olmuş,

ancak 1999 yılında yaşanan deprem sonrasında kısa süreli olsa da göç vermiştir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ilin nüfusu 1935 yılında 16.840 kişi iken, 1950’de 22.555, 1970’te 42.689, 1990’da 135.121, 2010’da 203.741 ve 2020’de 276.050 ve 2023 yılı toplam nüfus artarak 304.780 kişi olmuştur (Anonim, 2024a). İlin doğusunda tersaneler ve sanayi tesislerinin, batısında ise daha çok turizm ağırlıklı fonksiyonların yer alması yapılaşma yoğunluğunu etkilemiştir (Koç, 2024). Nüfusa bağlı olarak arazi örtüsü değişmiş, yapılaşmış alanlar giderek artmış, buna karşın orman ve yarı doğal alanlar zamanla azalmıştır (Şekil 2).



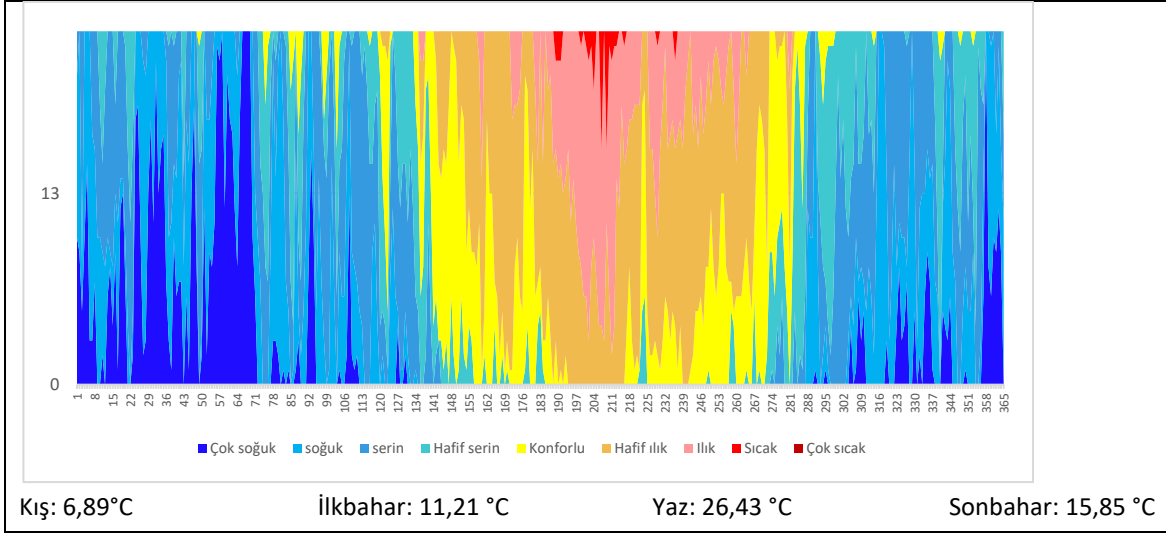
Şekil 2. Yalova ili 2018 yılı arazi örtüsü (Anonim, 2024b; Koç, 2024)

Tarım ve Orman Bakanlığı Corine arazi örtüsü verilerine göre Yalova ilinde 1990 yılında 2141,81 ha olan yapay bölgeler, 2006 yılında 3703,86 ha, 2018 yılında ise 4655,29 ha olmuştur. Tarımsal alanlar 1990 yılında 27662,68 ha iken, 2006 yılında 26332,26 ha, 2018 yılında ise 26663,37 ha olmuştur. Orman ve yarı doğal alanlar ise 1990 yılında 48802,07 ha iken, 2006 yılında 48552,17 ha ve 2018 yılında ise 47090,32 ha olmuştur (Şekil 3).



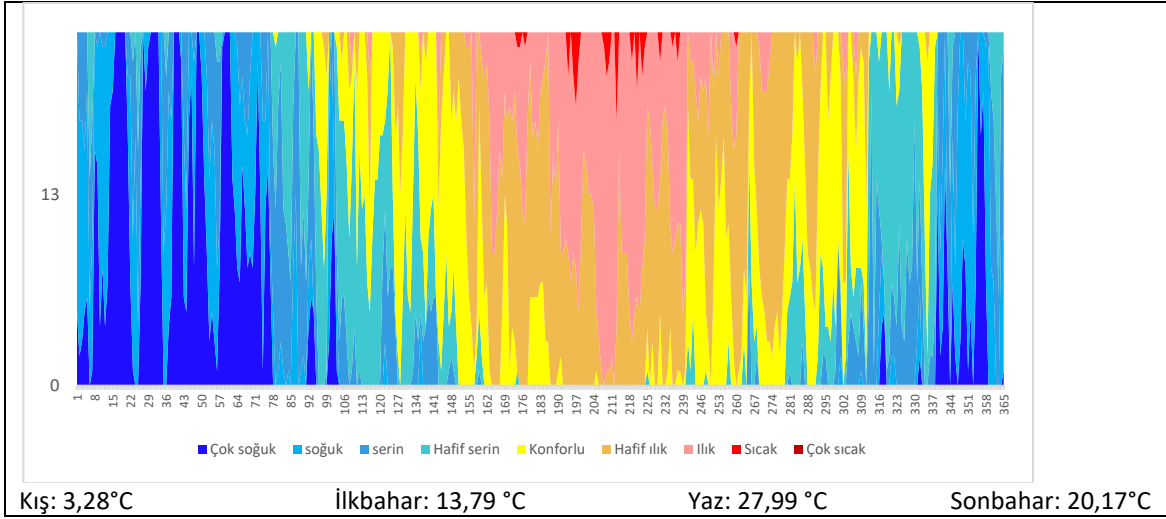
Şekil 3. 1990-2018 yılları arasında Yalova ili arazi örtüsü alansal büyüklükleri (ha) (Anonim, 2024b)

Yalova kent merkezinde konum, iklimsel özellikler, denizin varlığı, topoğrafya gibi faktörlere bağlı olarak özellikle yaz aylarında ortaya çıkan sıcaklarla birlikte yaşanan nem insanların fiziksel aktivitelerini ve yaşam standartlarını sınırlamaktadır. Dolayısıyla, insanların fiziksel çevre ile olan teması azalmakta, sosyal ve ekonomik



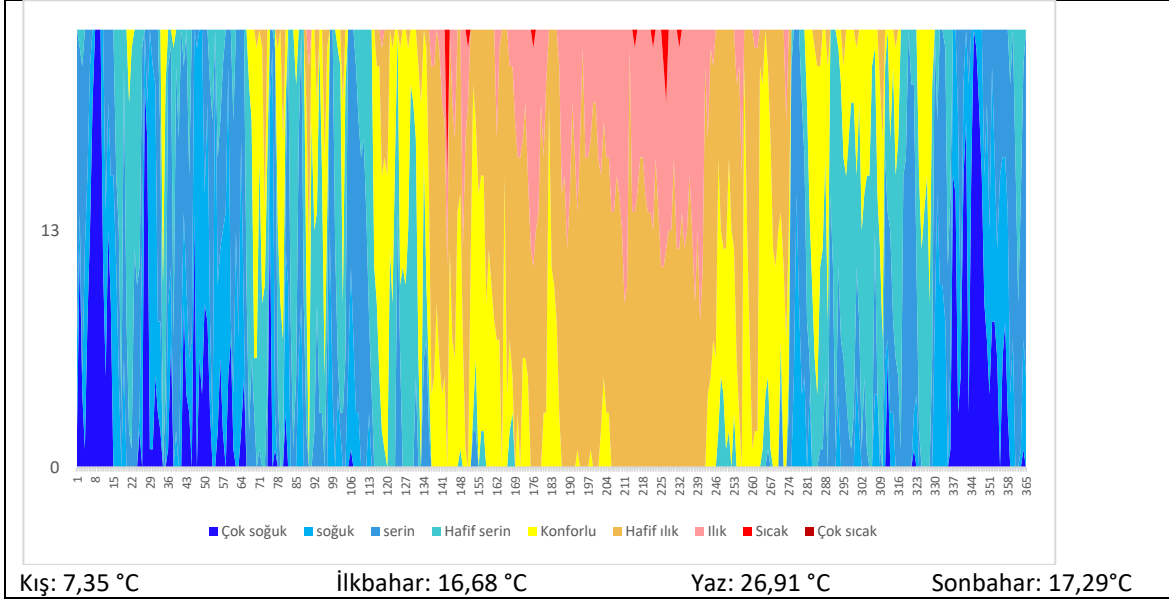
Şekil 6. Yalova kenti 2011 yılı PET analizi

Yalova kentinin 2012 yılında ortalama PET değeri 16,67°C olup, PET indeks tablosuna göre insan yaşamı için “hafif soğuk stres”e sahip olduğu belirlenmiştir. Kış aylarında 3,28°C PET değeri ile “aşırı soğuk stres”e, ilk bahar aylarında 13,79 °C PET değeri ile “hafif soğuk stres”e, yaz aylarında 27,99 °C PET değeri ile “hafif sıcaklık stresi”ne, maruz kaldığı, sonbahar aylarında ise 20,17°C PET değeri ile “konforlu” olduğu görülmüştür (Şekil 7).



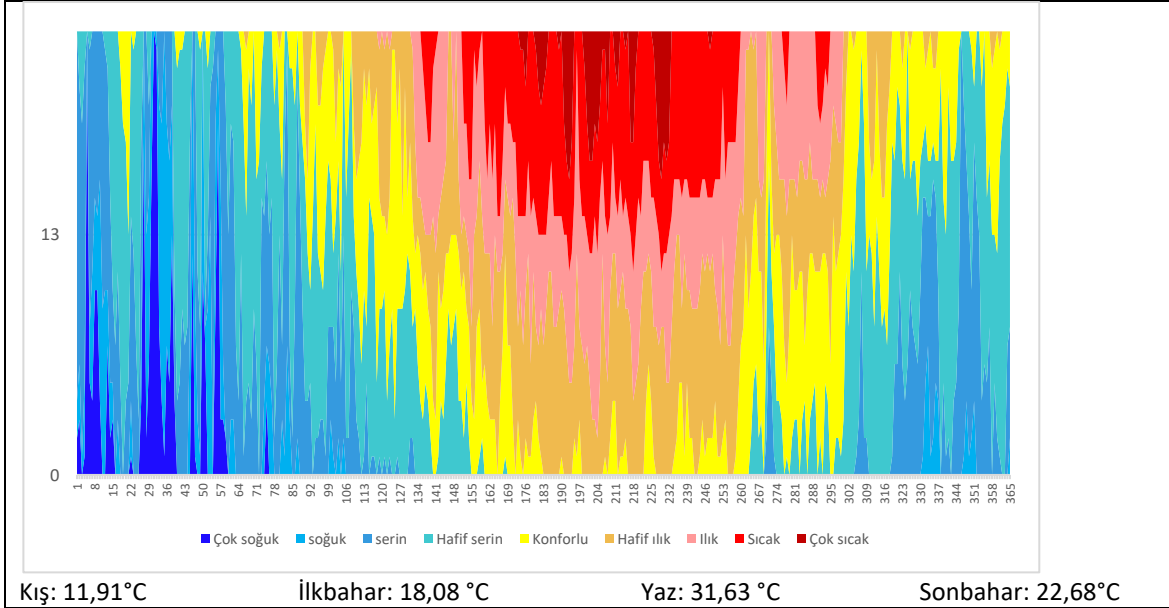
Şekil 7. Yalova kenti 2012 yılı PET analizi

Yalova kentinin 2013 yılında ortalama PET değeri 17,08°C olup, PET indeks tablosuna göre insan yaşamı için “hafif soğuk stres”e sahip olduğu belirlenmiştir. Kış aylarında ,35°C PET değeri ile “güçlü soğuk stres”e, ilkbahar aylarında 16,68 °C PET değeri ile “hafif soğuk stres”e, yaz aylarında 26,91 °C PET değeri ile “hafif sıcaklık stresi”ne, sonbahar aylarında ise 17,29°C PET değeri ile “hafif soğuk stres”e maruz kaldığı görülmüştür (Şekil 8).



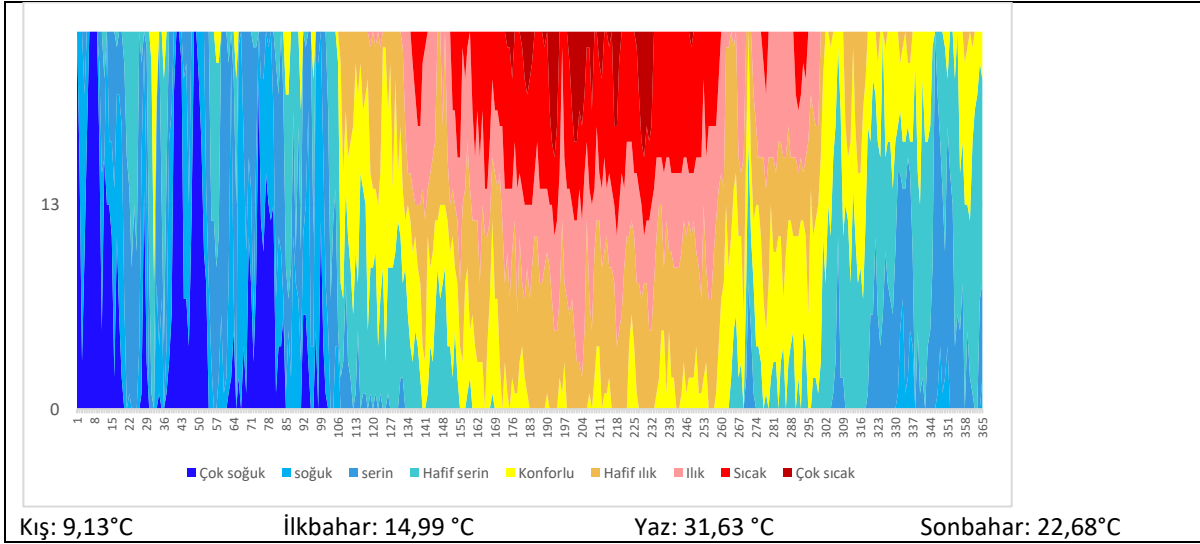
Şekil 8. Yalova kenti 2013 yılı PET analizi

Yalova kentinin 2014 yılında ortalama PET değeri 20,89°C olup, PET indeks tablosuna göre insan yaşamı için “konforlu” olduğu belirlenmiştir. Kış aylarında 11,91°C PET değeri ile “orta soğuk stres”e maruz kaldığı, ilkbahar aylarında 18,08 °C PET değeri ile “konfor”lu olduğu, yaz aylarında 31,63 °C PET değeri ile “orta sıcaklık stres”ine, maruz kaldığı, sonbahar aylarında ise 22,68°C PET değeri ile “konfor”lu olduğu görülmüştür (Şekil 9).



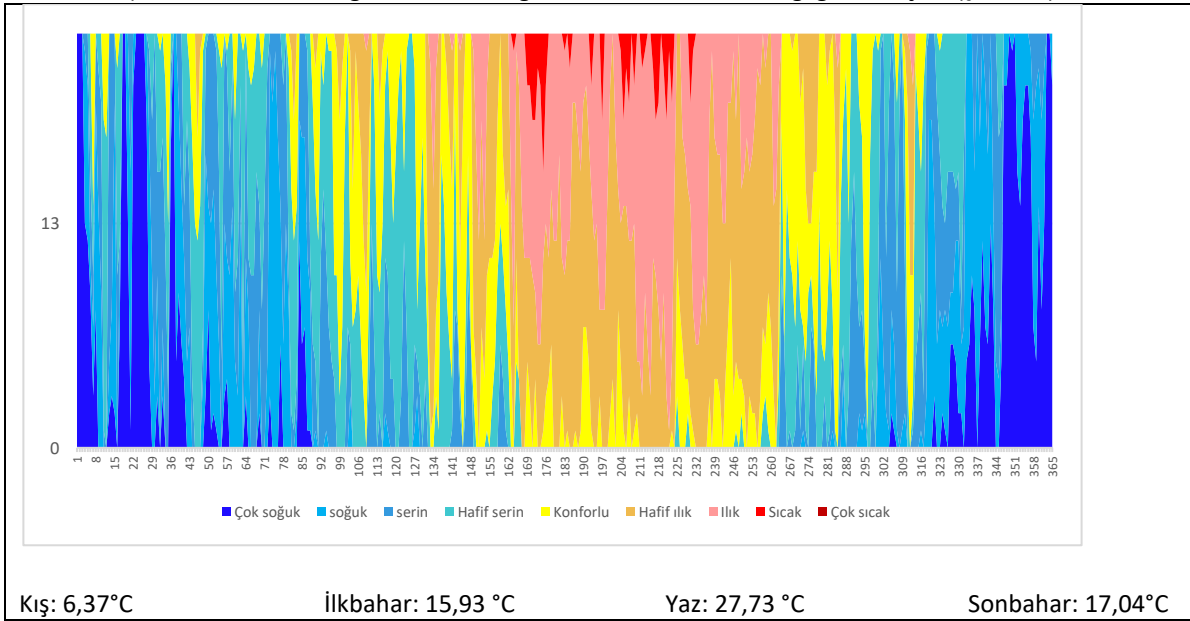
Şekil 9. Yalova kenti 2014 yılı PET analizi

Yalova kentinin 2015 yılında ortalama PET değeri 19,62°C olup, PET indeks tablosuna göre insan yaşamı için “konforlu” olduğu belirlenmiştir. Kış aylarında 9,13°C PET değeri ile “orta soğuk stres”e, ilk bahar aylarında 14,99 °C PET değeri ile “hafif soğuk stres”e, yaz aylarında 31,63 °C PET değeri ile “orta sıcaklık stres”ine, maruz kaldığı, sonbahar aylarında ise 22,68°C PET değeri ile “konfor”lu olduğu görülmüştür (Şekil 10).



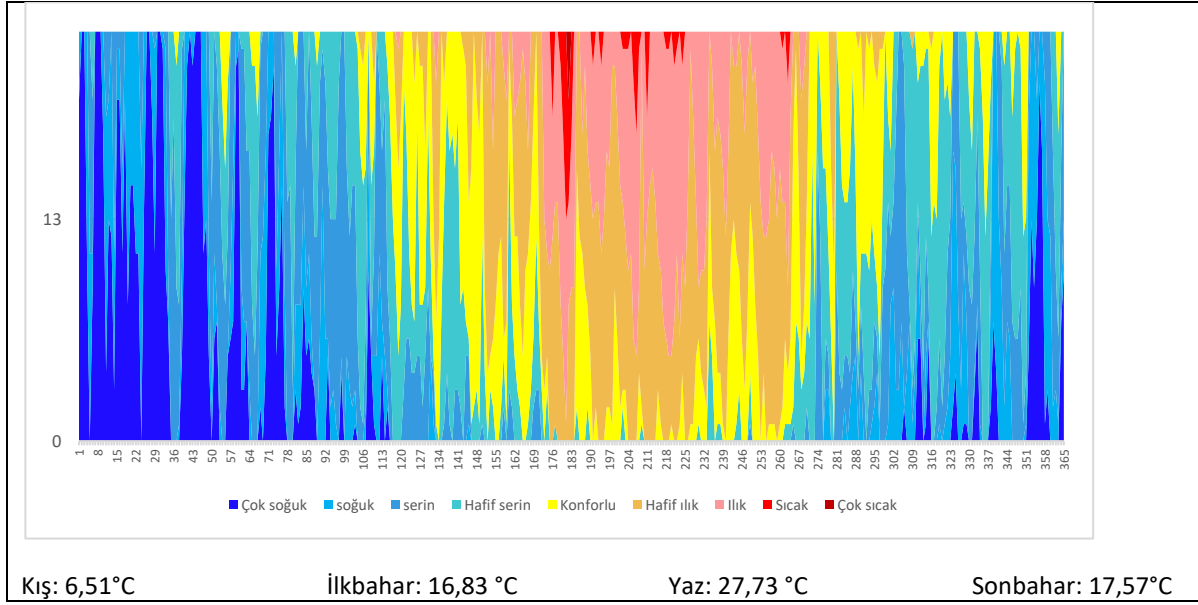
Şekil 10. Yalova kenti 2015 yılı PET analizi

Yalova kentinin 2016 yılında ortalama PET değeri 16,79°C olup, PET indeks tablosuna göre insan yaşamı için “hafif soğuk stres”e sahip olduğu belirlenmiştir. Kış aylarında (Aralık-Ocak-Şubat) 6,37°C PET değeri ile “güçlü soğuk stres”e, ilk bahar aylarında (Mart-Nisan-Mayıs) 15,93 °C PET değeri ile “hafif soğuk stres”e, yaz aylarında (Haziran-Temmuz-Ağustos) 27,73 °C PET değeri ile “hafif sıcaklık stresi”ne, sonbahar aylarında (Eylül-Ekim-Kasım) ise 17,04°C PET değeri ile “hafif soğuk stres”e maruz kalındığı görülmüştür (Şekil 11).



Şekil 11. Yalova kenti 2016 yılı PET analiz

Yalova kentinin 2017 yılında ortalama PET değeri 16,07°C olup, PET indeks tablosuna göre insan yaşamı için “hafif soğuk stres”e sahip olduğu belirlenmiştir. Kış aylarında (Aralık-Ocak-Şubat) 6,51°C PET değeri ile “güçlü soğuk stres”e, ilk bahar aylarında (Mart-Nisan-Mayıs) 16,83 °C PET değeri ile “hafif soğuk stres”e, yaz aylarında (Haziran-Temmuz-Ağustos) 27,73 °C PET değeri ile “hafif sıcaklık stresi”ne, sonbahar aylarında (Eylül-Ekim-Kasım) ise 17,57°C PET değeri ile “hafif soğuk stres”e maruz kalındığı görülmüştür (Şekil 12).



Şekil 12. Yalova kenti 2017 yılı PET analizi

2009-2017 yılları arasında Yalova kentinde güçlü ve aşırı sıcaklık stresi yaşanmamış olup, kış mevsiminde bazı yıllarda aşırı ve güçlü soğuk stresine maruz kalınmıştır.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Değerlendirilen verilere göre Yalova kentinde 2012 yılı kış mevsiminde; en düşük PET değeri 3,28°C ile insan sıcaklık hissi “çok soğuk”, termal stres seviyesi ise “aşırı soğuk stresi” şeklinde olmuştur. 2011,2013, 2016 ve 2017 yıllarında insan sıcaklık hissi “soğuk” ve termal stres seviyesi “güçlü soğuk stresi” şeklinde olmuştur. 2014 yılı ilkbahar mevsiminde ve 2009, 2010, 2014 ve 2015 yılları sonbahar mevsiminde termal stresin olmadığı “konforlu” dönem geçirilmiştir (Çizelge 2). Yıllık ortalama PET değerlerine göre ise 2004 ve 2015 yılları “konforlu” geçmiştir.

Çizelge 2. Yalova kentinde 2009-2017 yılları arasında mevsimlere göre PET değerleri ve insan sıcaklık hissi (°C)

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
PET DEĞERİ	Kış	9,42	9,03	6,89	3,28	7,35	11,91	9,13	6,37	6,51
	İlkbahar	13,75	14,97	11,21	13,79	16,68	18,08	14,99	15,93	16,83
	Yaz	26,91	28,54	26,43	27,99	26,91	31,63	31,63	27,73	27,73
	Sonbahar	19,08	18,71	15,85	20,17	17,29	22,68	22,68	17,04	17,57
	Ortalama	17,16	17,83	15,11	16,67	17,08	20,89	19,62	16,79	16,07
İNSAN SICAKLIK HISSİ	Kış	Serin	Serin	Soğuk	Çok soğuk	Soğuk	Serin	Serin	Soğuk	Soğuk
	İlkbahar	Hafif serin	Hafif serin	Serin	Hafif serin	Hafif serin	Konforlu	Hafif serin	Hafif serin	Hafif serin
	Yaz	Hafif ılık	Hafif ılık	Hafif ılık	Hafif ılık	Hafif ılık	Ilık	Ilık	Hafif ılık	Hafif ılık
	Sonbahar	Konforlu	Konforlu	Hafif serin	Konforlu	Hafif serin	Konforlu	Konforlu	Hafif serin	Hafif serin
	Ortalama	Hafif serin	Hafif serin	Hafif serin	Hafif serin	Hafif serin	Konforlu	Konforlu	Hafif serin	Hafif serin

Yapılaşma ve nüfus yoğunluğunun giderek arttığı günümüz kentlerinde insanların konforlu bir yaşam sürmesi, iklim değişikliğine bağlı olarak değişmekte ve sınırlanmaktadır. Ekstrem hava olaylarının yaşanması, aşırı sıcaklık ve aşırı yağışlar gibi iklimsel değişimlerin olması, konfor düzeyini olumsuz etkileyerek insanın eylemlerini kısıtlamaktadır. İklimsel değişimlerin sosyal, ekonomik ve çevresel yapıyı olumsuz yönde etkilemesiyle insanoğlu çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır. Bu bağlamda, sorunların azaltılmasında arazi kullanım kararlarının kent bütünü düşünülerek dengeli dağılımı, koruma-kullanma dengesi gözetilerek sürdürülebilir politikaların geliştirilmesi gibi kararlar önemli olmaktadır.

Yalova kentinde incelenen 2009-2017 yılları arasında 2012 yılı kış mevsimi dışında aşırı soğuk ya da aşırı sıcak stresi ile karşılaşılmamış olmasına karşın, kentin hızla büyümesi ve nüfus artışı devam etmekte olup, iklimsel değişimlerin yaşanması olası görülmektedir. Dolayısıyla Yalova’da yenilenebilir enerji kullanımına

öncelik veren projelerin geliştirilmesi, ekolojik yapıya olan baskının önlenmesi, sosyo-ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği sağlayan çalışmaların yürütülmesi büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, Yalova örnekleminde yola çıkarak biyoiklimsel konforun önemi irdelenerek, planlama ve tasarım çalışmalarında yaşam kalitesini artıran ve sürdürülebilir çevre koşullarını sağlayan kararlara yer verilmelidir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Canan KOÇ  <http://orcid.org/0000-0003-0992-2290>

Ahmet KOÇ  <http://orcid.org/0000-0001-6932-6680>

KAYNAKLAR

- Altundağ, M. 2009. Yalova'nın Turizm Potansiyeli, Yalova.
- Anonim, 2005. İşte Yalova, Marpar Marmara Piyasa Araştırma Merkezi Yayınları.
- Anonim, 2018. <https://www.un.org/development/desa/en/news>. Erişim tarihi 14.08.2018.
- Anonim, 2023a. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?contextua> l=default. Erişim tarihi 07.11.2023.
- Anonim, 2023b. <https://www.lafsozluk.com/2009/06/yalova-ilinin-ilceleri-ve-nufus-sayilari.html> ?hl=en. Erişim tarihi 05.10.2023.
- Anonim, 2024a. <https://www.tuik.gov.tr/>. Erişim tarihi 20.03.2024.
- Anonim, 2024b. <https://corinecbs.tarimorman.gov.tr/>. Erişim tarihi 29.05.2024.
- Berköz, F. 1969. Biyoklimatik konfor yönüyle tavan yüksekliğinin belirlenmesinde bir metod. Doktora Tezi, İstanbul teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çalışkan, O., Türkoğlu, N. 2014. Ankara'da termal konfor koşulların eğilimi ve şehirleşmenin termal konfor koşulları üzerine etkisi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 119-132. https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000156
- Çetin, M., Topay, M., Kaya, L., Yılmaz, B. 2010. Biyoiklimsel konforun peyzaj planlama sürecindeki etkinliği: Kütahya örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 11(1), 83-95. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjf/issue/20894/224358>
- Çınar, İ. 1999. Fiziksel planlamada biyoiklimsel veriler kullanarak biyokonforun oluşturulması üzerine Fethiye merkezi yerleşimi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Erkek, E., Kalaycı, Ö., Başaran, N., Öner, A., Atun, R., Lamba, H., Uyguçgil, H., Çabuk, S. N., Ağaçsapan, B. 2020. Biyoklimatik konfor ve arazi kullanımı arasındaki ilişkinin CBS ve UA teknikleri kullanılarak incelenmesi: İzmir ili örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20 (1) , 174-188 . DOI: 10.35414/akufemubid.634985.
- Hobbs, J.E. 1995. Applied Climatology a Study of Atmospheric Resources, Butter Worths, London.151.p
- Hoppe, P. 1999. The physiological equivalent temperature -a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment, *International Journal of Biometeorology* 43(2):71-75.
- Kazel, E., Bayartan, M. 2021. Yerleşme coğrafyası açısından bir inceleme: Yalova şehri. *Coğrafya Dergisi*, 43, 143-158.
- Koç, A. 2019. Yalova kent merkezinin biyo-klimatik konfor yönüyle değerlendirilmesi, 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi 14—17 Şubat 2019, Yalova. s.27-32.
- Koç, C. 2024. Kentsel büyüme ve iklim değişikliğinin Yalova örneğinde değerlendirilmesi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 13 (1), 11-44.
- Koçman, A. 1991. İzmir'in kentsel gelişimini etkileyen doğal çevre faktörleri ve bunlara ilişkin sorunlar, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 3, 101.
- Lai, D., Guo, D., Hou, Y., Lin, C., Chen, Q. 2014. Studies of outdoor thermal comfort in Northern China. *Building and Environment*, 77, 110–118

- Matzarakis, A., Mayer, H. 1996. Another kind of environmental stress: Thermal stress, *WHO Newsletter* 18:7-10.
- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M. G. 1999. Applications of a universal thermal index: Physiological equivalent temperature, *International Journal of Biometeorology*, 43(2):76-84.
- Matzarakis, A. 2001. Assessing climate for tourism purposes: Existing methods and tools for the thermal complex. Proceedings of the First International Workshop on Climate, Tourism and Recreation (s. 101-111). Porto Carras, Neos Marmaras, Halkidiki, Greece: International Society of Biometeorology.
- Menteşe, S., Koca, S. 2023. Bilecik merkez ilçesinin dış ortam termal konfor düzeylerinin incelenmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 28(50), 57-63. <https://doi.org/10.5152/EGJ.2023.22024>
- Nikolopoulou, M., Lykoudis, S., Kikira, M., 2004. Thermal comfort models for urban spaces, Designing Open Spaces in the Urban Environment: A Bioclimatic Approach, RUROS Project.
- Olgay, V. 1973. *Design with climate*, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Pres. Princeton. 190p.
- Öztürk, S., Kadak, M. K. 2018. Kastamonu-Çatalzeytin ve çevresinin iklim konforu şartlarının ekoturizm aktiviteleri yönünden incelenmesi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 12–21.
- Toy, S., Yılmaz, S., Yılmaz, H, 2005. Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey, *Bulding and Environment*. 42 (3):1315 - 1318.
- Toy, S., Çağlak, S. 2018. İnsan biyoklimatik konfor şartları üzerine kent sel alanların etkisi ve Erzurum kenti örneği. ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/Özgünlük. 28-30 Haziran 2018. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Toy, S., Eren, Z. 2023. Türkiye’de kentlerin iklim dirençliliğini arttırmak için kentsel özelliklerin parametre haline getirilmesine yönelik öneriler. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 2(4),324-347. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cs/id/issue/79302/1294910>
- Tuğaç, Ç. 2022. İklim değişikliği krizi ve şehirler, *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1) , 38-60 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/csid/issue/69388/1102221>.
- Umaroğulları, F., Motor, C. 2020. Toplu konutların iklimsel konfor tasarım parametrelerine göre değerlendirilmesi: “İlman nemli iklim bölgesi: Edirne Binevler (1.Kısım) konut yapı kooperatifi örneği”. *Mimarlık ve Yaşam*, 5 (1), 105-122 . DOI: 10.26835/my.661363.
- WMO, 2023. *Guidance on measuring, modelling and monitoring the canopy layer urban heat island (CL UHI)*. K.H. Schlünzen, S. Grimmond, A. Baklanov (editors.), World Meteorological Organisation, WEATHER CLIMATE WATER. 2023 edition. World Meteorological Organization WMO Publication No. 1292, 88 pp. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11537.
- Yücekaya, M. 2022. Farklı karakterdeki kent parçalarının mikroklimatik analizi; Kayseri örneği. *Artium*, 10 (2), 94-100 . DOI: 10.51664/artium.1125322.
- Yücekaya, M., Aklıbaşında, M., Günaydın, A.S., 2022. Suyun iklimsel etkisinin ENVI-Met simülasyonu ile analizi. *Online Journal of Art and Design*, 10 (4): 301-313.

Performance Analysis For Yamula Downstream Gravity And Pump Irrigation Association

Sena BİLDİM¹ , Hasan Ali İRİK^{2*} 

¹Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri

²Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri

*Sorumlu Yazar: haliirik42@gmail.com

Geliş Tarihi: 16.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 24.05.2024 Kabul Tarihi: 03.06.2024

ABSTRACT

This study was conducted for performance assessment of the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association, operating in the province of Kayseri, covering 2018-2022. The association's performance was evaluated using some performance indicators recommended by the International Program for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID). Performance evaluation included indicators such as the amount of irrigation water distributed per unit irrigated area, irrigation ratio, sustainable irrigation area ratio, irrigation network density, water supply ratio, irrigation fee collection ratio, and irrigation network personnel density. The amount of irrigation water distributed per unit irrigated area ranged from 3957.7 m³/ha to 5746.6 m³/ha, irrigation ratios ranged from 58.5% to 95.6%, sustainable irrigation area ratios ranged from 1.05 to 1.71, irrigation network densities ranged from 20.0 to 32.6 ha/km, water supply ratios ranged from 0.64 to 1.02, and irrigation fee collection ratios ranged from 80% to 84%. The irrigation network personnel density was determined to be 10.3 km/personnel, as there was no change in the number of employees. With the increasing demand for water due to recent droughts, efficient use of every drop of water is inevitable, particularly in the agricultural sector, which is the largest water user. Therefore, performance analysis in irrigation associations, which are the planners and distributors of water, plays a key role in sustainability.

Anahtar kelimeler: Irrigation association, water supply ratio, irrigation ratio, performance analysis.

Yamula Mansap Cazibe ve Pompaj Sulama Birliği Sulama Birliği Performans Analizi

ÖZ

Bu çalışma Kayseri ilinde faaliyetlerini yürüten Yamula Mansap Cazibe ve Pompaj Sulama Birliği'nde 2018-2022 yıllarını kapsayan dönemde yürütülmüştür. Uluslararası Sulama ve Drenaj Teknoloji ve Araştırma Programı (IPTRID) tarafından önerilen bazı performans göstergeleri kullanılarak birlik performansı değerlendirilmiştir. Performans değerlendirmesinde birim sulanan alana dağıtılan sulama suyu miktarı, sulama oranı, sürdürülebilir sulama alanı oranı, sulama şebeke yoğunluğu, su temin oranı, sulama ücreti toplama oranı ve sulama şebekesi personel yoğunluğu göstergeleri kullanılmıştır. Performans değerlendirmesi sonuçlarına göre birim sulanan alana dağıtılan sulama suyu miktarı 3957.7 m³/ha ile 5746.6 m³/ha arasında, sulama oranları %58.5 ile %95.6 arasında, sürdürülebilir sulama alanı oranının 1.05-1.71 arasında, sulama şebeke yoğunluğu 20.0-32.6 ha/km, su temin oranı 0.64-1.02 arasında, sulama ücreti toplama oranı %80 ile %84 arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Sulama şebekesi personel yoğunluğu ise çalışan sayısında bir değişim olmadığı için 10.3 km/personel olarak tespit edilmiştir. Son yıllarda yaşanan kuraklık ile birlikte suya olan talebin fazlaca arttığı günümüzde suyun en çok kullanıcısı olan tarım sektöründe her bir damla suyun etkili bir şekilde kullanımı kaçınılmaz bir zorunluluktur. Bu açıdan suyun planlayıcısı ve dağıtıcısı olan sulama birliklerinde performans analizinin yapılması sürdürülebilirlik için önemli rol oynamaktadır.

Key words: Sulama birliği, su temin oranı, sulama oranı, performans analizi.

INTRODUCTION

Water, as a natural resource, has played critical roles not only in human life and the development of societies. In today's world, water availability, in desired quantities and at desired times concerns every part of society. When history was examined, it became evident that civilizations flourished in areas where water was abundant (Kara, 2005).

With the global increase in population, the need for food is also growing day by day. Besides, both domestic and agricultural water demands are increasing. The water demand is also rising in ever-growing industrial sector. This leads to competition among the water-user sectors. Effective and environment-friendly utilization of the limited water resources is crucial across all sectors. Globally, among these sectors, agriculture stands out as the largest consumer of water (Çakmak et al., 2008).

In irrigated crop production in arid and semi-arid regions, the increase in desired income levels is related to the efficient use of irrigation water. Effectively managed irrigation water leads to both increased productivity and income. Additionally, by controlling environmental factors, the necessary conditions for sustainable agriculture are provided. Well-managed irrigation water also contributes significantly to the socio-cultural development of producers (Karaca, 2017). Due to these reasons, the importance of irrigation is increasing day by day, both in Türkiye and globally. The rapid expansion of irrigated areas in Türkiye and worldwide further explains this trend (Yıldız, 2010).

Regarding food production in Türkiye, two-thirds of it is made from irrigated agricultural areas. Therefore, it is essential to use the available water efficiently. For sustainable agriculture and rural development, it becomes crucial to take conservation measures in the conveyance, distribution, and operation for delivering water from its source to agricultural lands (Muslu, 2015).

Irrigation is defined as the controlled provision of water to the land to meet the plant's water needs that cannot be met by natural rainfall, storing it evenly in the plant's root zone (Kara, 2005). In arid and semi-arid climate regions, irrigation is one of the most crucial parameters for crop production. In areas where the average annual rainfall is sufficient, irregular rainfall during the growing season poses significant risks in rainfed agriculture areas (Çakmak, 1999).

Water management can be defined as the planned development, distribution, and utilization of water resources. The primary goal of management in irrigation networks is to ensure the efficient distribution and utilization of water resources, maximizing benefits and increasing farmers' income levels (Aküzüm and Çakmak, 2008).

In irrigation investments, operational issues play a significant role in the failure to achieve the desired/planned efficiency rather than the construction of irrigation networks. Therefore, developed countries allocate significant funds to establish new irrigation areas or enhance existing irrigation networks' performance (Kıymaz, 2006).

The performance of irrigation systems can be defined as the ratio of the achieved value of selected performance parameters to the targeted values in planning. Setting goals in irrigation networks is essential for both the efficient use of water resources and the effective utilization of financial resources. Determining the current usage level of existing water and soil resources is necessary for their efficient utilization, for identifying and solving problems. Therefore, monitoring and evaluations in irrigation networks are important (Bulut and Çakmak, 2001).

Benchmarking assessments of irrigation networks can determine the current level of success in different countries worldwide. These results can highlight opportunities for improving performance in irrigation networks. The identification of success criteria in these performance studies is directly proportional to the selection of common comparable methods and indicators (Beyribey, 1997).

In this study, a performance evaluation covering the years 2018-2022 was conducted at the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association operating in the Kayseri province of Turkey. Assessments were conducted using some performance criteria recommended by the International Program for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID).

MATERIAL and METHODS

In this study, the material used was the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association operating in the Kayseri province.

Kayseri province is located in the central part of the Central Anatolia Region, in the Middle Kızılırmak section where the southern part of the region and the Taurus Mountains approach each other. Kayseri province, with an altitude of 1094 m, extends between 34°05' to 36°59' east longitudes and 37°45' to 38°18'

north latitudes. Yozgat surrounds the province in the north, Adana and Kahramanmaraş in the south, Sivas in the east and northeast, Nevşehir in the west, and Niğde in the southwest.

Kayseri province has a terrestrial climate with cold and snowy winters and hot and dry summers. According to long-term data from 1927 to 2022, the annual average temperature is 10.7 °C, the annual average maximum temperature is 18.1 °C, the annual average minimum temperature is 3 °C, the annual average sunshine duration is 7 hours, the annual average number of rainy days is 107.4 days, and the annual total precipitation is 391.1 mm.

The Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association operates in the Mahzemin neighborhood of the Kocasinan district in Kayseri province. The authority of this association includes 10 settlements: Mahzemin, Ebiç, Yemliha, Kalkancık, Karakimse, Dadağı, Beydeğirmeni, Boğazköprü, Molu, and Süksün neighborhoods. The water resource for the association is the Yamula Dam (Figure 1).



Figure 1. Yamula Dam

Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association has a total irrigation area of 7748 hectares, consisting of 4103 hectares under pump irrigation and 3645 hectares under gravity irrigation. With the addition of main, secondary, and tertiary canal lengths, and pipe length, the total length reaches 227 kilometers. As of October 16, 2024, the association's operation, maintenance, and activities have been transferred to the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association by the State Hydraulic Works (DSİ) with the approval of the relevant Ministry.

The cropping pattern for 2018-2022 within the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association area is provided in Table 1.

Table 1. Cropping pattern in Irrigated Areas (%)

Years	Sunflower	Sugar Beet	Grain	Others
2018	42	28	14	16
2019	32.2	22.8	19.8	25.2
2020	45.2	17.6	16.9	20.3
2021	37.5	16.3	21.2	25
2022	28.5	14.7	28.5	28.3

It is observed that the most commonly cultivated crop in the operational area of the Association is the sunflower. Following sunflower, the most cultivated crops are wheat and sugar beet.

Performance assessments were conducted for the 2018-2022 period using some performance indicators approved by the International Program for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID) (Malano and Burton, 2001). Performance indicators such as annual irrigation water distributed per unit irrigated area, irrigation ratio, sustainable irrigation area ratio, irrigation network density, water supply ratio, irrigation fee collection ratio, and irrigation network personnel density parameters have been considered.

All the information to be used in the Irrigation Association performance assessments were obtained from the Association.

Indicators Used for Irrigation System Performance Assessments

Details regarding the parameters used as performance indicators in the study are provided below.

Annual Irrigation Water Distributed per Unit Irrigated Area (m³/ha)

$$AIWDUIA = \frac{\text{Total Water Intake into the Network}}{\text{Irrigated Area}}$$

Irrigation Ratio

The ratio of the area actually irrigated within the irrigated area to the area available for irrigation is expressed by Equation 2 (Beyribey, 1997).

$$IR = \left(\frac{ASA}{AIA} \right) \times 100 \quad (2)$$

where, IR: Irrigation Ratio (%); ASA: Area Actually Irrigated (ha); AIA: Area Available for Irrigation (ha).

Sustainable Irrigation Area Ratio

Drainage, salinity issues, and land loss due to non-agricultural use indicate dimensional changes in the irrigation area (Koç, 1997). The ratio of the current irrigation area to the initial irrigation area is defined as Equation 3.

$$SIAR = \left(\frac{ISA}{IAA} \right) \quad (3)$$

where, SASO: Sustainable irrigation area ratio; ISA: Initial irrigation area (ha); IAA: Current irrigation area (ha).

Irrigation Network Density

The ratio of the total length of transmission and distribution channels existing in the irrigation network to the total area of the irrigation area is defined as Equation 4 (Koç, 1997).

$$IND = \left(\frac{IA}{TCTL} \right) \quad (4)$$

Where, IND: Irrigation network density, (ha/km); IA: Irrigation area, (ha); TCTL: Total length of transmission and distribution channels, (km).

Water Supply Ratio

The water supply ratio (WSR) is calculated with Equation 5, as specified below (Beyribey, 1997).

$$WSR = \frac{DWI}{TTWI} \quad (5)$$

Where, DWI: Water diverted to the network, (m³/ha/year); TTWI: Total irrigation water requirement, (m³/ha/year).

WSR = 1: No development or decrease
 WSR < 1: No increase in the irrigated area
 WSR > 1: Increase in the irrigated area

Irrigation Fee Collection Ratio

The irrigation fee collection ratio, expressed in Equation 6, represents the percentage of irrigation fees accrued in irrigation networks that are collected (Beyribey, 1997).

$$IFCR = \frac{CCFI}{ACFI} \times 100 \quad (6)$$

where, IFCR: Irrigation Fee Collection Ratio, (%); CCFI: Collected Irrigation Fee, (TL); ACFI: Accrued Irrigation Fee, (TL).

Irrigation Network Personnel Density

The ratio of the total length of transmission and distribution channels existing in the irrigation network to the total number of personnel working in operation, maintenance, and management (OMM) services is provided in Equation 7 (Koç, 1997).

$$IND = \frac{TCTL}{TPW} \quad (7)$$

where, IND: Irrigation network personnel density (km/personnel); TCTL: Total length of transmission and distribution channels, (km); TPW: Total personnel working in operation, maintenance, and management.

RESULTS and DISCUSSION

The performance indicators for the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association for 2018-2022 are presented in Table 2.

Table 2. Performance Indicators for the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association

Performance Indicators	2018	2019	2020	2021	2022
Annual Irrigation Water Distributed per Unit Irrigated Area (m ³ /ha)	5746.6	3957.7	4553.7	4635.7	4741.3
Irrigation Ratio (%)	58.5	88.5	95.6	88.4	90.0
Sustainable Irrigated Area Ratio	1.71	1.13	1.05	1.13	1.11
Irrigation Network Density (ha/km)	20.0	30.2	32.6	30.2	30.7
Water Supply Ratio	0.93	0.64	1.02	0.94	0.98
Irrigation Fee Collection Ratio (%)	84	82	80	80	83
Irrigation Network Personnel Density (km/personnel)	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3

Annual Irrigation Water Distributed per Unit Irrigated Area (m³/ha)

In the research area, in 2018, 26,061,000 m³ of water was taken into the network for an irrigated area of 4,235 ha, and the annual irrigation water distributed per unit irrigated area was calculated as 5,746.6 m³/ha. In 2019, for an irrigated area of 6,857 ha, 27,138,000 m³ of water was taken into the network, and the annual irrigation water distributed per unit irrigated area was 3,957.7 m³/ha. In 2020, for an irrigated area of 7,405 ha, 33,720,000 m³ of water was taken into the network, and the annual irrigation water distributed per unit irrigated area was 4,553.7 m³/ha. In 2021, for an irrigated area of 6,848 ha, 31,745,000 m³ of water was taken into the network, and the annual irrigation water distributed per unit irrigated area was 4,635.7 m³/ha. In 2022, for an irrigated area of 6,974 ha, 33,066,000 m³ of water was taken into the network, and the annual irrigation water distributed per unit irrigated area was calculated as 4,741.3 m³/ha. The average amount of water taken into the network over 2018-2022 was calculated as 30,346,000 m³, while the average annual irrigation water distributed per unit irrigated area was calculated as 4,727 m³/ha. In 2018, the area not irrigated was 3,213 ha, while in other years, it ranged from 343 to 900 ha. It can be said that planning has improved, especially after 2018. Baş (2019) reported in his study conducted at the Ayrancı Irrigation Association operating in Karaman that the annual irrigation water distributed per unit irrigated area ranged from 3,153.56 m³/ha to 5,266.41 m³/ha. In the study conducted at the Develi Irrigation Association, it was determined that the amount of irrigation water given per unit irrigated area was the lowest in 2015 with 6,444 m³/ha and the highest in 2017 with 9,666 m³/ha (Turhan, 2019). Kayadelen (2021) reported in his study that the annual irrigation water distributed per unit irrigated area ranged from 10,012 m³/ha to 70,613 m³/ha.

Irrigation Ratio

Irrigation ratios of the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association varied between 58.5% and 95.6% (Table 2). The lowest irrigation ratio was 58.5% in 2018, while the highest was 95.6% in 2020. In 2019, the irrigation ratio was 88.5%, in 2021 it was 88.4%, and in 2022 it was 90%. The average irrigation ratio for the years 2018-2022 was calculated as 84.2%. It was observed that the irrigation ratio increased after 2018 in this association. Yavuz (2019) reported in his study conducted in Kayseri that irrigation ratios ranged from 35% to 99% between 2016 and 2018. The reasons for the low irrigation ratio were stated as inadequacies in water resources, lack of maintenance and repairs in channels, and socio-economic reasons. In another study conducted at the Karataş Irrigation Association, which operates in Burdur province, an evaluation of irrigation performance was conducted for the period covering 2015 to 2019, and it was reported that the irrigation ratios ranged from 20% to 72% (Abdisamad, 2021). Kayadelen (2021) reported in his study covering the years 2012-2018 in the Mut Irrigation Association that irrigation ratios ranged from 24% to 51%.

While it is desired to irrigate all areas where irrigation is practiced, achieving a 60% irrigation ratio is considered a success in management (Akçay, 2016). According to the 2022 report of the State Hydraulic Works (DSİ), Türkiye's average irrigation ratio was 67%. From this perspective, it is seen that the irrigation ratios for the Yamula Downstream Gravity and Pumping Irrigation Association were higher than the Turkish average.

Significant increases in irrigation ratios have been observed in the Yamula Downstream Gravity and Pumping Irrigation Association after 2018. The appointment of an association president by the State Hydraulic Works (DSİ) at the end of May 2018 significantly impacted this increase. With the appointment in late May 2018, significant increases were recorded with implementing more planned water distribution and operation.

Sustainable Irrigated Area Ratio

Koç (1997) pointed out that the sustainable irrigated area ratio is a significant parameter representing dimensional changes in irrigated areas, particularly expressing the loss of irrigated area due to drainage, salinity, and non-agricultural use. Following the examination, the sustainable irrigated area ratio in the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association was calculated as 1.74 in 2018, 1.13 in 2019, 1.05 in 2020, 1.13 in 2021, and 1.11 in 2022. The five-year sustainable irrigated area ratio for the years 2018-2022 was found to be 1.23 (Table 2). In a study conducted in 13 irrigation associations in Kayseri province between 2010-2015, it was reported that the sustainable irrigated area ratio was the lowest at 0.16 in the Develi Plain Irrigation Association and the highest at 1.05 in the Sarımsaklı Pumping Irrigation Association. The average sustainable irrigated area ratio for the 13 irrigation associations was 0.55 (Karaca, 2017). Koç (2012) reported a sustainable irrigated area ratio of 1.68 in the Daphan Irrigation Association. Karacalar (2023) reported in their study that the sustainable irrigated area ratio ranged from 1.64 to 2.94.

Irrigation Network Density

In the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association, the irrigation network density was calculated as 20.0 ha/km in 2018, 30.2 ha/km in 2019, 32.6 ha/km in 2020, 30.2 ha/km in 2021, and 30.7 ha/km in 2022 (Table 2). The Yamula Downstream Gravity and Pumping Irrigation Association serves a 4,103-ha area with pumping irrigation and a 3,645-ha area with gravity irrigation. Karacalar (2023) reported in their study that irrigation network density ranged from 17.74 ha/km to 31.85 ha/km. In this association, the length of the channels was reported as 78 km, and all of them were reported to be open channels. A performance analysis study covering 2010 to 2015 was conducted in the Sarımsaklı Pumping Irrigation Association, which operates in Kayseri. According to the study, the irrigation network density was the lowest at 37.93 ha/km in 2012 and the highest at 40.69 ha/km in 2014. It was reported that in the examined Sarımsaklı Pumping Irrigation Association, wells were constructed to irrigate their irrigation areas along with open channels. In this association, it was reported that there were 87 km of concrete-lined open channels and 89 irrigation wells (Kırnak et al., 2021).

Water Supply Ratio

Year-based water supply ratios are provided in Table 2. The water supply ratios for the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association were calculated as 0.93 in 2018, 0.64 in 2019, 1.02 in 2020, 0.94 in 2021, and 0.98 in 2022. When looking at the five-year average, the water supply ratio for the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association was calculated as 0.90. The water supply ratio holds significant importance in performance analyses conducted in irrigation associations. It indicates the extent to which the water diverted to the network can meet the required amount of water for irrigation in the irrigation area. When the water supply ratio is equal to 1, it signifies that the required irrigation water amount is fully met by the water diverted to the network. If it is less than 1, it indicates that the diverted water cannot meet the required irrigation water amount, and if it is greater than 1, it indicates that more irrigation water is diverted to the network than needed (Beyribey, 1997).

When examining the water supply ratios for the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association, it is generally observed that they are below 1. Although it is said to be below 1, the average of 0.90 is remarkably close to 1. This indicates that excessive irrigation is not being practiced in this examined association. In a period where the importance of every drop of water is increasing, the significance of these values is greatly amplified.

In a performance analysis study covering the years 2011-2014 in 6 irrigation associations operating in Yozgat province, it was reported that the four-year average water supply ratios were the lowest at 1.49 in the Yahyasaray Irrigation Association and the highest at 4.80 in the Sekili Irrigation Association. The study concluded that generally, more water was diverted to the network than needed in the examined associations (Aslan, 2019). Kalender (2017) reported in their study conducted at the Ilgın Plain Pumping Irrigation Association in Konya province that the water supply ratio was below 1 in 2008, 2010, and 2015, while it was above 1 in 2011, 2012, and 2013. Ersöz and Çamoğlu (2020) reported in their study on 11 irrigation associations in Bursa that the water supply ratios ranged from 0.73 to 2.33.

Irrigation Fee Collection Ratio

The timely collection of irrigation fees is of immense importance for providing the desired level of services in an irrigation association and ensuring its sustainability. The variation in the irrigation fee collection ratio, indicating the extent to which the irrigation fees accrued during the growing season are collected, covering the years 2018-2022, is provided in Table 2. In the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association, the irrigation fee collection ratios were 84% in 2018, 82% in 2019, 80% in 2020, 80% in 2021, and 83% in 2022. The five-year average irrigation fee collection ratio was calculated as 81.8%. In this association covered by the study, irrigation fees are collected based on the pricing of water used per cubic meter. The classification of irrigation fee collection ratios for irrigation associations is shown in Table 3. (Sönmez Yıldız and Çakmak, 2013).

Table 3. Classification of Irrigation Fee Collection Ratio

Indicators	Poor	Acceptable	Satisfactory	Good
Irrigation Fee Collection Ratio (%)	<40	40-60	60-75	>75

According to the obtained data, the lowest irrigation fee collection ratio occurred in 2020 and 2021, while the highest was observed in 2018. Both on average and annually, it is evident that the irrigation fee

collection ratio in the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association is quite good. A decrease was mainly observed in 2020 due to the global pandemic (COVID-19) and delays in payments by the sugar beet cooperative.

A study conducted in irrigation association in Nazilli found that the irrigation fee collection ratio increased from an average of 47% before the transfer to 94.8% after the transfer (Şeker, 2015). Polat and Değirmenci (2023) reported in their performance evaluation covering the years 2018-2022 on the Bozozva Yaylak Plain Pump Irrigation Project in Şanlıurfa that the irrigation fee collection ratios ranged from 51% to 74%, with an average irrigation fee collection ratio of 63%. Yürekli (2018) stated in their study conducted in the Ereğli district of Konya province that the irrigation fee collection ratio ranged from 51.69% to 99.99%, with an average of 72.80% for the period between 2012 and 2016, indicating that the association's performance in collecting irrigation fees is in good condition.

Irrigation Network Personnel Density

In the mentioned association, the number of employees remained constant, so there was no change in the irrigation network personnel density over the years. In the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association, the irrigation network personnel density was 10.3 km per personnel. Kıymaz (2006) reported in a study examining irrigation associations in the Gediz Basin that the irrigation network personnel density ranged from a minimum of 8.0 km per personnel in the Sarıkız Irrigation Association to a maximum of 42.6 km per personnel in the Salihli Right Bank Irrigation Association, with a general average of 23.4 km per personnel for the associations surveyed. Ersöz and Çamoğlu (2020) reported in their study conducted in Bursa that the highest irrigation network density was 21.2 km per personnel in the Mustafakemalpaşa Association, while the lowest was 4.4 km per personnel in the İznik Lake Keramet Association. Karaca (2017) reported that the irrigation network personnel density in the Sarioğlan Irrigation Association was 31.33 km per personnel from 2010 to 2014 and 26.86 km per personnel in 2015.

CONCLUSION

In this study, the performance of the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association operating in Kayseri was evaluated based on parameters such as annual irrigation water distribution per unit area, irrigation ratio, sustainable irrigation area ratio, irrigation network density, water supply ratio, irrigation fee collection ratio, and irrigation network personnel density for the years 2018-2022.

The annual irrigation water distribution per unit area varied between 3957.7 m³/ha and 5746.6 m³/ha, with a 5-year average of 4727 m³/ha. The area not irrigated ranged from 3213 ha in 2018 to 343-900 ha in other years.

The irrigation ratio ranged from 58.5% to 95.6%, with an average of 84.2% over the 5 years. Significant improvements in irrigation ratios were observed after the appointment of the association president by the State Hydraulic Works (DSİ) in May 2018.

The sustainable irrigation area ratios varied between 1.03 and 1.71 during 2018-2022. A ratio greater than 1 indicates an increase in the irrigated area over the years, potentially influenced by DSİ's appointment of engineers as association presidents.

The water supply ratios ranged from 0.64 to 1.02, with a 5-year average of 0.90. Although excess water was supplied to the network in 2020, in other years, less water than needed was supplied. Despite being below the requirement, the most of the water demand was met on average.

The irrigation network density ranged from 20.0 ha/km to 32.6 ha/km, with a 5-year average of 28 ha/km. On average, there was approximately 1 km of irrigation canal for every 28 ha of land.

The irrigation fee collection ratio in the Yamula Downstream Gravity and Pump Irrigation Association ranged from 80% to 84%. The association's fee collection ratio was found to be quite satisfactory.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Sena BİLDİM  <http://orcid.org/0000-0003-0232-129X>

Hasan Ali İRİK  <http://orcid.org/0000-0002-3141-0948>

KAYNAKLAR

- Abdisamad, A.Q. 2021. Karataş Sulama Birliği Performansının Değerlendirilmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Akçay, S. 2016. Aydın İli Sulama Kooperatiflerinde Su Sağlama Oranlarının Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 13 (02), 135-143.
- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z. 2010. Evaluation of Water Resources Management in Turkey. Research Journal of Agricultural Sciences. 1:67-74.
- Aslan, G.Ş. 2019. Yozgat İlindeki Bazı Sulama Birliklerinin Karşılaştırmalı Performans Değerlendirmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Beyribey, M. 1997. Devlet Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:1480, Bilimsel Araştırma ve İnceleme, 813. Ankara.
- Baş, N. 2019. Evaluation of Ayrancı Water User Association In Respect to Management. The Graduate School of Natural Sciences of Selcuk University. Master Thesis.
- Bulut, İ. Çakmak, B. 2001. Mersin Bahçeleri Sulamasında Devir Öncesi ve Sonrası Sistem Performansının Karşılaştırılması. A.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt:7, Sayı:3, s.58-65, Ankara.
- Çakmak, B. 1999. Sulama Yönetimi Ziraat Mühendisleri Dergisi, Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği ve Vakfı Yayını, s. 25-27, Ankara.
- DSİ, 2023. Devlet Su İşleri. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754>. Erişim tarihi.02.01.2023.
- Ersöz, T., Çamoğlu, G. 2020. Bursa İlindeki Sulama Birliklerinin Performans Göstergelerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 34(2), s. 267-285.
- Kalender, A. M. 2017. Konya Ilgın Ovası Pompaj Sulama Birliğinde Sulama Performansının Değerlendirmesi,. Konya: Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kara, M. 2005. Sulama ve Sulama Tesisleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü, Konya.
- Karaca, L., 2017. Kayseri İli Sulama Birliklerinin Performans Analizi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği ABD. Yüksek Lisans Tezi.
- Karacalar, H. 2023. Analysis of Irrigation Performance in Paşaköy Irrigation Association. Erciyes University Institute of Natural and Applied Sciences Biosystem Engineering Department. Master Thesis.
- Kayadelen, M. 2021. Evaluation of The System Performance Of Mut Plain Irrigation Union. Cukurova University Institute of Natural and Applied Sciences Agricultural Structures and Irrigation Department. Master Thesis.
- Kırnak, H., Karaca, L., İrik, H.A. 2021. Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği Performans Analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi.8(4):1167-1173.
- Kıymaz, S. 2006. Gediz Havzası Örneğinde Sulama Birliklerinin Sorunları ve Çözüm Yolları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Kızıloğlu, F.M., Şahin, Ü., Diler, S., Öztaşkın, S. 2018. Erzurum Daphan Sulama Birliği Birinci ve İkinci Etap Sulama Şebekesinin Değerlendirilmesi (2012-2016). Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi. 6(10):1381-1387.
- Koç, C., 1997. Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinde Organizasyon Yönetim Sorunları ve Yeni Yönetim Modelleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Doktora Tezi, İzmir.
- Malano, H., Burton, M. 2001. Guidelines for Benchmarking Performance in The Irrigation and Drainage Sector. International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (Iptrid), Fao, ISBN: 92-5-104618-2. Iptrid Secretariat Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2001.
- Sönmezıldız, E., Çakmak, B. 2013. Eskişehir Beyazaltın Köyü Arazi Toplulaştırma Alanında Sulama Performansının Değerlendirilmesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1), 33-40.
- Şeker, M. 2015. Nazilli İlçesi Sulama Birliklerinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yavuz, T. 2019. Performance Evaluation Of Irrigation Associations Of Kayseri. Kahramanmaraş Sutcu Imam University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Biosystem Engineering. Master Thesis.
- Yıldız, E. 2010. Aşağı Seyhan Ovası Örneğinde Sağ Sahil Sulama Birliklerinin Sistem Performanslarının Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Yürekli, H. 2018. Evaluation of Irrigation Performance In Ereğli Ivriz Right Coast Irrigation Association. The Graduate School of Natural Sciences of Selcuk University. Master Thesis.

Küreselleşme ve Karbon Ayak İzi İlişkisi: E7 Ve G7 Ülkelerinin Karşılaştırması[¥]

Enver GÜNAY¹ , Selvi YILDIRIM^{2*} 

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, SBE, İktisat ABD, Doktora Öğrencisi

*Sorumlu Yazar: yildirimselvi@outlook.com

Geliş Tarihi: 18.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 16.06.2024 Kabul Tarihi: 23.06.2024

ÖZ

Ekonomik gelişmenin ülkeler için artan önemi, çevre sorunlarını merkezine alan sürdürülebilirlik tartışmalarını da popüler hale getirmiştir. Çevre sorunlarını konu edinen oldukça geniş bir literatür bulunmaktadır. İlgili literatürde genel olarak Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin test edildiği ve ekonometrik denklemlere farklı değişkenlerin de eklenerek modellerin genişletildiği görülmektedir. Bu çalışmada Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi modeli doğrudan yabancı yatırımlar ve küreselleşme indeksi değişkenleriyle genişletilmiş ve panel ekonometrik testlerle E7 ile G7 ülkelerinin bir karşılaştırması yapılmıştır. Tahminlerden elde edilen sonuçlar, G7 ülkelerinde hipotezin geçerli olduğu, E7 ülkelerinde ise geçerli olmadığını ortaya koyarken, her iki ülke grubunda da küreselleşmenin çevresel sorunları azalttığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kuznets Eğrisi, Karbon Ayak İzi, Küreselleşme Endeksi, Panel Data

Relationship Between Globalization and Carbon Footprint: a Comparison of E7 and G7 Countries

ABSTRACT

The increasing importance of economic development for countries has also popularized sustainability debates centered on environmental issues. There is a vast literature on environmental problems. In the related literature, the Environmental Kuznets Curve Hypothesis is generally tested and the models are extended by adding different variables to the econometric equations. In this study, the Environmental Kuznets Curve Hypothesis model is extended with foreign direct investments and globalization index variables and a comparison of E7 and G7 countries is made with panel econometric tests. The results obtained from the estimations show that the hypothesis is valid in G7 countries and not valid in E7 countries, while globalization reduces environmental problems in both country groups.

Keywords: Environmental Kuznets Curve, Carbon Footprint, Globalization Index, Panel Data

GİRİŞ

Küreselleşme sürecinin hızlanması, finansal sistemlerde yaşanan gelişmeler, teknolojik yenilikler ve teknolojinin yaşama adaptasyonu, artan enerji ihtiyacı, taşımacılıktaki ilerlemeler, uluslararası iş birliklerindeki gelişmeler, ülkeler arası ticari ve finansal entegrasyon hareketlerinin çeşitlenerek artması vb. gelişmeler, dünyada üretim hacminin artmasına katkı sağlamıştır. Yaşanan bu süreç, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yeni yatırım olanaklarını arttırarak ekonomik büyümeleri üzerinde pozitif etkilere sebep olmuştur. Ancak ülkelerin ekonomik büyüme süreçlerinde kaydedilen olumlu gelişmelerin zaman zaman sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin geri planda kalması pahasına gerçekleştirildiği, çevreye olan hassasiyetlerin yitirildiği, karbondioksit emisyonu değerlerinin ve çevre kirliliği göstergelerinin artması gibi olumsuzlukların görüldüğü, çevre ile ilgili istatistiklerden ve ilgili çalışmalardan anlaşılmaktadır.

Sanayileşen ekonomilerde, sanayi üretiminin atıklarından ve üretimin daha çok fosil enerji kaynakları ile gerçekleştirilmesi nedeniyle çevre kalitesi olumsuz etkilenebilmektedir. Söz konusu ülkelerde, geliri arttırmak ve yüksek oranda büyümenin sağlanması gibi hedefler doğrultusunda, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sanayileşmenin yol açtığı çevresel bozulmaların önüne geçilebilmesine yönelik faaliyetlerin ekonomik karar birimleri tarafından göz ardı edildiği çevre ile ilgili çeşitli raporlarda yer almaktadır. Bu durumla ilgili olarak tartışılan, Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) Hipotezi, ilgili literatürde sıklıkla karşılaşılan teorik yapılardan birisini oluşturmaktadır. Söz konusu hipotezde ekonomik büyüme ile çevresel bozulma ilişkilendirilmekte ve çevre kirliliğini açıklayabilecek değişken, gelire ilgili değişkenlere ait katsayıların yönsemesiyle açıklanmaya çalışılmaktadır. ÇKE Hipotezi, Kuznets (1955) tarafından geliştirilen ve gelir eşitsizliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen teorik yapıdan (Kuznets Eğrisi) türetilmektedir. Kuznets (1955), ekonomik büyümenin ilk aşamalarında gelir eşitsizliğinin artacağı, ekonomik büyüme artışının devam etmesiyle birlikte belirli bir eşik değerden sonra gelir eşitsizliğinin azalacağını ifade etmektedir. Bu değişkenler arasındaki ilişki “ters U” şeklinde olarak gösterilmektedir. Çevre problemlerinin artmaya başladığı 1990’lı yıllarda ortaya atılan ÇKE Hipotezi (Grosman ve Krueger, 1991, Shafik, 1994, Panayotou, 2000) söz konusu modelde gelir eşitsizliği yerine çevresel bozulma değişkeninin (karbondioksit emisyonu, ekolojik ayak izi, karbon ayak izi vb. gibi çevre kirliliği göstergeleri) eklenmesiyle elde edilmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyüme ile çevresel bozulma değişkeni arasındaki “ters U” ilişkisinin tespit edilmesi durumunda (çevresel bozulmalar ekonomik büyümeyle birlikte artacak ancak büyümenin sürmesiyle bir noktadan sonra azalacaktır) ÇKE Hipotezinin geçerli olduğu ileri sürülmektedir.

Bununla birlikte, bir ekonomideki doğrudan yabancı sermaye yatırımları (DYY) ile çevre kalitesinin ilişkilendirildiği çalışmalarda, Kirlilik Sığınağı Hipotezi (KSH), ve Kirlilik Hale Hipotezi (KHH) gibi tartışmaların da yer aldığı görülmektedir. KSH’de, DYY ve karbondioksit emisyonu arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu ileri sürülmektedir. Bu hipotezle, artan DYY miktarı ile hem ülkeler arası etkileşimin hem de karbon salınımının yükseleceği tartışılmaktadır. Bu mekanizma ise daha düşük maliyetle daha fazla üretim gerçekleştirmek ve daha fazla yabancı yatırımcı çekebilmek adına çevresel standartlardan ve düzenlemelerden feragat edilmesi biçiminde gerçekleşeceği belirtilmektedir (Birdsall ve Wheeler, 1993). KSH’ye göre kirlilik yoğun endüstriler düşük ya da eksik çevresel düzenlemelerin olduğu ülkelere doğru hareket eğilimine sahip olacaklardır. Diğer bir deyişle, ticaret liberalizasyonu kirli endüstrilerin yüksek gelirli ya da katı çevresel düzenlemelerin olduğu ülkelere düşük gelirli ya da eksik çevresel düzenlemelere sahip olan ülkelere doğru kaymasına yol açacaktır. Böylece kirli endüstriler gelişmiş ülkelere doğru hareket edecek (Rose vd., 2004) ve daha düşük çevresel düzenlemelere sahip ülkeler kirlilik yoğun üretimlerde karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olacaklardır (Cole, 2001). Gelişmekte olan ülkeler çevre kalitesi açısından bu yer değişiminden dolayı olumsuz etkilense de gelişmiş ülkeler bundan kazançlı çıkacaklardır (Özsoy, 2015).

KSH’nin tersine, yabancı firmalar ev sahibi ülkede ileri teknoloji ve doğaya zarar vermeyen üretim teknikleri kullandığı için misafir ülkenin ev sahibi ülkede çevresel standartları iyileştirdiği görüşünü destekleyen araştırmalar da bulunmaktadır (Birdsall ve Wheeler (1993), Zarsky (1999), Hoffman vd. (2005)). Literatürde bu durum KHH olarak adlandırılmaktadır. Evrensel bir çevresel standardın uygulanmasında KHH’ye göre, DYY’lere katılan çok uluslu şirketler ev sahibi ülkede üretim yapan diğer firmalara daha yeşil bir teknolojiyi yayma eğiliminde olabileceklerdir (Hoffman vd., 2005). KHH, KSH’nin aksine DYY’lerdeki artışın karbondioksit emisyonlarını azaltacağını ileri sürmektedir. Çünkü DYY yapan çok

uluslu şirketler daha gelişmiş, kurumsallaşmış ve profesyonel yapılarda oldukları için ev sahibi ülkedeki yerli şirketlerden daha ileri teknolojiye sahip, kurallara bağlı ve çevreye daha az zararlı olan temiz teknolojileri yayma eğilimindedirler. KHH, çok uluslu şirketlerin üstün bilgi yaydığını ve yerli şirketlerin çevresel performansını artıran çevre dostu uygulamaları olduğunu ileri sürmektedir (Kılıçarslan ve Dumrul, 2017).

Bu çalışmada, ilgili literatürde gösterildiği üzere, ÇKE ve KSH hipotezleri gibi çevre kirliliğinin belirleyicilerini analiz eden çalışmalarda kullanılan, KBG, kuadratik KBG, DYY gibi çevre kalitesinin ekonomik belirleyicilerinin yanı sıra, tahmin edilecek ekonometrik modelde küreselleşme değişkeni de kullanılmaktadır. Karasoy, (2020) tarafından açık bir şekilde yapısının açıklandığı KOF küreselleşme endeksi ($http-1$), ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal göstergelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmaktadır. KOF endeksi ilk olarak Dreher (2006) tarafından oluşturulmuş sonrasında da Gygli vd. (2019) tarafından genişletilmiş olan, küreselleşmeyi ölçen endekslerden birisidir. Çevre ve küreselleşme ilişkisi üzerine farklı görüşler ileri sürülmektedir. Küreselleşmenin çevreye olumlu etkisi görüşünde olanlar, sürecin çevreye duyarlı, doğaya daha az zarar veren üretim tekniklerini ortaya çıkarabileceğini ve kaynak tüketimini azaltabileceğini savunurken, aksini ileri sürenler, küreselleşmenin artan üretim nedeniyle, enerji başta olmak üzere çevreye zararlı kaynak tüketiminin artacağını belirtmektedir (Shahbaz vd., 2017).

Bu çalışmanın amacını, KOF endeksinin de kullanıldığı çevre kalitesinin tahmininde ÇKE ve KSH hipotezleri çerçevesinde gelişmekte olan ülkeler ve gelişmiş ülkelerin bir karşılaştırılmasının yapılması oluşturmaktadır. 1990-2020 dönemi verileriyle gelişmekte olan E7 ülkeleri (Çin, Endonezya, Türkiye, Brezilya, Rusya, Hindistan ve Meksika) ile gelişmiş G7 ülkelerinin (İtalya, Japonya, İngiltere, Amerika, Kanada, Fransa ve Almanya) birbiriyle olan ekonomik ve sosyal ilişkileri göz önüne alındığında birbirlerinden bağımsız olmadıkları ve kesitler arası bağımlılığın geçerli olacağı da değerlendirilmektedir. Dolayısıyla teknik olarak, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan yeni nesil panel veri yöntemleri (Nazlıoğlu ve Karul (2017), Fourier Panel LM birim kök, Westerlund ve Edgerton (2008) panel eşbütünlüme, Pesaran (2006) CCE tahminci testi, Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik testi) gibi yöntemler aracılığıyla, iki ülke grubu için ayrı ayrı çevre kalitesi tahmin edilmektedir. Kullanılan yöntemler ve oluşturulan değişken setiyle yapılan analizler bu çalışmanın özgün yanını oluşturmaktadır ve literatüre katkı yapması beklenmektedir.

Tahminlerden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde: E7 ülkelerinde KBG, kuadratik KBG ve DYY, kirlilik göstergesi olarak kullanılan ekolojik ayak izini arttırdığı; KOF endeksinin ekolojik ayak izini azalttığı; KSH'nin geçerli olduğu, ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı; G7 ülkelerinde ise KBG, ekolojik ayak izini arttırırken; kuadratik KBG ekolojik ayak izini azaltmaktadır. KOF endeksindeki artış ekolojik ayak izini azaltmaktadır. KSH'nin G7 ülkeleri için geçerli olmadığı ÇKE hipotezinin geçerli olduğu elde edilen bulgulardan anlaşılmaktadır. Dolayısıyla farklı gelir gruplarındaki örneklem, küreselleşmenin çevre sorunlarını azalttığını göstermektedir.

Çevre kalitesini analiz eden çalışmalar, küreselleşme eğilimlerinin arttığı ve sanayi üretiminin hız kazandığı 1990'lı yıllarda sıklıkla tartışılmaya başlanan konular arasında yer almaktadır. Konu ile ilgili ilk ampirik çalışma olarak Grossman ve Krueger (1991)'in çalışmaları bilinmektedir. İlgili çalışmada 42 ülke örneğinde ekonomik büyüme ile çevre kalitesi arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Yatay kesit analizinin uygulandığı çalışmada hava kalitesi göstergesi olarak kükürt dioksit ve partikül madde değerleri kullanılmıştır. Ampirik bulgular, çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasında ters "U" şeklinde bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmayı izleyen araştırmalarda ise özellikle çevresel bozulma ya da çevre kalitesi ile ekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin sıklıkla incelendiği, ÇKE Hipotezini tahmin eden çalışmalar literatürde oldukça sık görülmektedir. Literatür özeti olarak derlenen çalışmalar, ülke grupları örneklerindeki panel ekonometrik çalışmalardan oluşmaktadır.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazar/Ülke	Değişkenler/Yöntem	Sonuç
Selden ve Song (1994) 30 Orta ve Yüksek Gelirli Ülke	Hava kirliliği göstergeleri, Kişi başına gelir (KBG). Panel Ekonometrik Testler.	Kullanılan tüm kirlilik göstergeleri ile kişi başına gelir düzeyi arasında ters "U" ilişkisinin varlığı saptanmıştır.

Moomaw ve Unruh (1997), 16 ülke	CO ₂ emisyonu, KBG, kuadratik ve kübik KBG. Panel Regresyon Analizi	Gelir ile CO ₂ emisyonu arasında "N" şeklinde bir ilişki vardır.
Suri ve Chapman (1998), 33 ülke	İhracat ve ithalat oranları, KBG, kuadratik KBG, ticari enerji tüketimi ve karbon salınımı, Genelleştirilmiş EKK	Daha yüksek ihracat payının daha fazla salınımına neden olduğu; daha yüksek ithalatın daha düşük salınımına neden olduğu.
Meyer vd. (2003), 117 ülke,	Ekonomik, kurumsal ve sosyal sermaye göstergeleri, kırsal nüfus, Panel regresyon analizi	Değişkenler arasındaki ilişkinin U şeklinde olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.
Hoffmann vd. (2005), 112 ülke	DYY, karbon dioksit emisyonu Granger nedensellik testi, VAR ve panel veri analizi.	Doğrudan yabancı yatırımlar çevre kirliliğini arttırmaktadır ve kirlilik sığınağı hipotezi (KSH) geçerlidir.
Richmond ve Kaufmann (2006), 20'si OECD, 36 ülke	KBG, kuadratik KBG, enerji tüketimi, karbon emisyonları Pedroni (1999) eş bütünleşme	OECD ülkelerinde, gelir ve enerji tüketimi, daha az CO ₂ emisyonu
Dreher, vd., (2008), 30 OECD Ülkesi	KOF endeksi, CO ₂ emisyonu, oksijen talebi, ormanlık alan, sülfür, Panel regresyon analizi	Küreselleşme, oksijen talebini ve sülfürü azaltmaktadır.
Boulatoff ve Jenkins (2010), G7, BRICS, 21 orta ve düşük gelirli ülke	CO ₂ emisyonu, gelir ve ticaret. Pedroni (1999) eş bütünleşme	Gelir, ticaret ve karbondioksit salınımı arasında eş bütünleşme ilişkisi vardır
Jaunky (2011), 36 ülke	CO ₂ emisyonu, gelir tanımları, Pedroni (1999) eş bütünleşme, VECM ve GMM	Gelirdeki artış kısa ve uzun dönemde CO ₂ emisyonunu arttırmaktadır
Shahbaz vd. (2015), Düşük, orta ve yüksek gelirli ülkeler	DYY, enerji tüketimi, KBG, CO ₂ emisyonu Pedroni (1999); Johansen ve Fisher eşbütünleş-me, FMOLS, Dumitrescu ve Hurlin (2012) ned.	DYY çevresel bozulmayı arttırmaktadır. Uzun dönemde ÇKE hipotezi geçerlidir. CO ₂ emisyonu ile DYY arasında çift yönlü nedensellik
Karakaş (2016), 61 Ülke	Ekonomik büyüme, nüfus ve CO ₂ emisyonu, Pedroni ve Kao eş bütünleşme, FMOLS ve Granger nedensellik	Nüfus ve gelirden, çevre kirliliğine tek yönlü nedensellik ve nüfus, gelir ve CO ₂ emisyonu arasında güçlü bir ilişki vardır.
Jebli vd. (2016), 25 OECD Ülkesi	Karbondioksit emisyonu, gelir, uluslararası ticaret, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi. Pedroni eş bütünleşme, FMOLS, DOLS ve Granger nedensellik	ÇKE hipotezi geçerlidir. Yenilenemeyen enerji tüketimi CO ₂ emisyonunu artırır, yenilenebilir enerji tüketimi ve ticaret değişkenini ise CO ₂ emisyonunu azaltır.
Topal (2017), OECD Ülkeleri	İşsizlik oranı, çevre vergileri ve karbondioksit emisyonu, Panel VECM ve FMOLS	Nedensellik, çevre vergilerinden çevre kirliliğine doğru. Çevre vergileri, çevre kirliliğini azaltır.
Behera ve Dash (2017), Güney ve Güneydoğu Asya Ülkeleri	Birincil enerji tüketimi, kentleşme, DYY ve CO ₂ salınımı. Westerlund eş bütünleşme	Birincil enerji tüketimi ve DYY CO ₂ salınımı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. KSH hipotezi geçerlidir.
Rudolf ve Figge, (2017), 146 ülke	Ekolojik ayak izi, küreselleşme alt bileşenleri, EBA yöntemi	Ekonomik küreselleşme çevre kirliliğini artırıyor
Torun vd. (2019), Türkiye dahil 8 MENA ülkesi	Büyüme, enerji tüketimi ve CO ₂ Westerlund ve Edgerton (2007) eş bütünleşme, Dumitrescu ve Hurlin (2012) ned.	Enerji tüketimindeki artışın CO ₂ emisyonunu artırdığı ve ekonomik büyümenin CO ₂ emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Sharif vd. (2019), 15 ülke	Küreselleşme endeksi ve ekolojik ayak izi Quantile on Quantile yöntemi	Küreselleşme endeksi ile ekolojik ayak izi, farklı ülkeler için farklı sonuçlar göstermektedir..
Li vd. (2019), 30 Çin eyaleti	Endüstriyel yapı rasyonelasyonu, nüfus, KBG, imalat sanayi yapısı, CO ₂ emisyonu, Panel Veri Analizi	Yüksek teknolojiye dayalı üretim endüstrisine geçişin CO ₂ emisyonunu azalttığı rapor edilmektedir.

Hashmi ve Alam (2019), OECD Ülkeleri	KBG, çevresel olan ve olmayan patentler, çevre vergileri, nüfus, CO ₂ emisyonu Kao eş bütünleşme Dumitrescu ve Hurlin (2012) ned.	Çevresel patentlerin ve çevresel vergilerin CO ₂ emisyonunu azalttığı tespit edilmiştir.
Tobelman ve Wendler (2020), 27 AB Ülkesi	KBG, enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, patent başvuru sayısı, çevresel olan ve olmayan inovasyonlar, CO ₂ emisyonu. GMM Yöntemi	Çevresel inovasyonların CO ₂ emisyonunu azalttığı; fakat genel inovasyonların emisyonları azaltmadığı saptanmıştır.
Manga ve Cengiz, (2020), Türki Cumhuriyetleri	KG CO ₂ emisyonu, KBG, Kuadratik KBG, Kübik KBG, KB Enerji kullanımı, ekonomik, politik ve sosyal küreselleşme endeksleri, Panel ARDL	ÇKE geçerlidir. KBG ve enerji kullanımı ile CO ₂ emisyonu pozitif ilişkilidir. Ekonomik küreselleşme endeksi CO ₂ emisyonunu negatif, politik ve sosyal küreselleşme karbon emisyonunu azaltmaktadır.
Mealy ve Teytelboym (2020), 122 ülke	Yeşil ürün karmaşıklığı endeksi çevresel patentler, CO ₂ emisyonu ve çevresel politikaların sıklık endeksi, Panel ekonometrik analiz	Ülkelerin yeşil ürün karmaşıklığı arttıkça CO ₂ salınımlarının azaldığı ve daha sıkı çevresel politikalara yönelim olduğu ifade edilmektedir.
İbrahim ve Vo (2021), 27 sanayileşmiş ülke	Ar-Ge harcamaları, finansal kalkınma endeksi, kişi başına düşen gelir, beşerî sermaye, kentleşme, ticari açıklık, enerji tüketimi, nüfus ve ekolojik ayak izi ile CO ₂ emisyonu, Panel ekonometrik analiz	İnovasyonun belirli bir eşik seviyesine kadar çevre bozulmasını düşürdüğü; daha yüksek inovasyonun çevresel bozulmalara neden olduğu; finansal gelişmenin çevre kirliliğini artırdığı belirtilmiştir.
Damirova ve Yayla (2021), Türkiye'nin de olduğu 10 Avrupa ülkesi	Çevre kirliliği göstergeleri, KBG, DYY, insani gelişme endeksi ve çevre vergileri Pedroni eşbütünleşme, FMOLS ve DOLS yöntemleri	Uzun dönemde insani gelişme endeksindeki artış, çevre kirliliğini azaltıyor. FMOLS yöntemi, vergilerin etkisinin olmadığını, DOLS vergilerin kirliliği artırdığını gösteriyor.
Tenaw ve Beyene (2021), 20 Sahra Altı Afrika ülkesi	FG endeksi, DYY, İG endeksi ormansızlaşma oranı, tarımsal alan, enerji tüketimi, ticari açıklık, kentleşme, hayvansal üretim, ekolojik ayak izi ve çevresel bozulma endeksi, ARDL testi	DYY'nin çevreyi negatif etkilediği; finansal gelişmenin çevresel kirliliği azalttığı ve ÇKE hipotezinin kaynak yoğun ülkeler için geçerli olduğunu tespit etmişlerdir.
Tunçbilek ve Ulucak (2021), 15 gelişmekte olan ülke	KBG, küreselleşme ve ekolojik ayak izi değişkenleri, Panel eş bütünleşme yöntemi	KBG ekolojik ayak izini artırır, küreselleşme ekolojik ayak izini azaltır, ÇKE hipotezi geçerli değildir.
Pehlivanoğlu ve Solmaz (2021), BRIC ve MIST ekonomileri	KBG, kişi başına gelirin kuadratik formu, ihracat, kişi başı CO ₂ emisyonu, Çevre Politikası Sıklığı Endeksi, DYY. GMM yöntemi	DYY ve GSYİH, BRIC ve MIST ülkelerinde CO ₂ emisyonunu artırır. Kuadratik KBG ile CO ₂ emisyonu arasında ters yönlü bir ilişki vardır.
Efeoğlu (2022), E7 ülkeleri	KBG, kuadratik KBG, sanayileşme, enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişme ve CO ₂ salınımları Parks-Kmenta tahmincisi	KBG, sanayileşme ve enerji tüketiminin CO ₂ emisyonunu artırdığını ve KBG karesi, yenilenebilir enerji tüketimi ve finansal gelişmenin CO ₂ emisyonunu azalttığını
Ahlat ve Çelik (2022), N-11 ülkeleri	DYY ve CO ₂ emisyonu DOLSMG yöntemi	DYY CO ₂ emisyonunu pozitif etkilemektedir.

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur

Tablo 1.'de özetlenen söz konusu çalışmalardan elde edilen sonuçlarda çalışmaların birbirlerinden farklılıklar gösterdiği, sonuçların ülkelere, ülke gruplarına, seçilen ekonometrik yöntemlere göre değiştiği görülmektedir. Benzer bir durumun küreselleşmenin çevre üzerindeki etkisi için de geçerli olduğu ifade edilebilir. Bir grup çalışma küreselleşmenin çevreyi olumlu etkilediğini gösterirken, diğer bir grup çalışmada küreselleşmenin çevreyi olumsuz bir şekilde etkilediğini göstermektedir (Shahbaz vd. (2015), Twerefou vd. (2017) ve Ahmed, vd. (2019), Shahbaz vd. (2017), Tunçbilek ve Ulucak (2021) ve Ajam vd. (2021)). Tablo 1.'de sunulan literatür, E7 ve G7 ülke grubu örneklerinin karşılaştırılması bakımından bu çalışmanın diğer çalışmalardan farklı olduğunu göstermektedir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, E7 ve G7 ülkeleri için 1990-2020 dönemine ait yıllık veri setinden yararlanılmıştır. Değişkenlerle ilgili açıklayıcı bilgiler Tablo 2.'de yer almaktadır.

Tablo 2. Analizde Kullanılan Değişkenlerin Tanımlanması

<i>Simge</i>	<i>Açıklama</i>	<i>Veri Dönemi ve Kaynak</i>
LEFP	Logaritmik Kişi Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi (kha)	Global Footprint Network 1990-2020
LY	Logaritmik Kişi Başına Düşen GSYİH (cari ABD \$)	Dünya Bankası, WDI (http- 2) 1990-2020
LYY	Logaritmik Kişi Başına Düşen GSYİH'nın Karesi (cari ABD \$)	Dünya Bankası, WDI (http- 2) 1990-2020
LFDI	Logaritmik Doğrudan Yabancı Yatırımların GSYİH Payı (%)	Dünya Bankası, WDI (http- 2) 1990-2020
LKOF	Logaritmik Küreselleşme Endeksi	KOF Küreselleşme Endeksi (http- 1), 1990-2020

Çalışmanın ekonometrik modeli, önceki bölümde tartışılan ilgili literatürden yararlanılarak Denklem 1'deki gibi oluşturulmuştur.

$$LEFP_{it} = \alpha_i + \beta_{1i}LY + \beta_{2i}LYY + \beta_{3i}FDI + \beta_{4i}LKOF + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$(i = 1, \dots, 7)$ ve $(t = 1990, \dots, 2020)$

Burada i yatay kesit boyutunu (birimleri), t ise zaman boyutunu ifade etmektedir. α_i sabit terimi ve ε_i hata terimini göstermektedir. β_i ifadeleri ilgili parametreleri temsil ederken geriye kalan ifadeler de ilgili değişkenleri göstermektedir. Değişkenlerin tümü modelde logaritmik formlarıyla yer almaktadır. LKOF küreselleşme endeksini temsil etmektedir. Bu endeks ilk olarak Dreher (2006) tarafından oluşturulmuş sonrasında da Gygli vd. (2019) bu endeksi geliştirip, tekrar hesaplayarak güncellemiştir. Karasoy, (2020) tarafından açık bir şekilde yapısının açıklandığı KOF indeksi, ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal göstergelerden oluşan ve temel bileşenler analizi (principal component analysis) aracılığıyla hesaplanan bir değişkendir.

Denklem 1., E7 ve G7 ülke grubu için ayrı ayrı tahmin edilmektedir. Denklem 1.'i tahmin edebilmek için öncelikle homojenite ve yatay kesit bağımlılığı testlerinin yapılması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlara göre hangi panel birim kök, hangi eşbütünlük ve eşbütünlük tahminci testlerinin yapılacağına karar verilecek ve seçilen yöntemlerle seriler arasındaki uzun dönem ilişkisi araştırılacak ve nedensellik analizleri yapılacaktır. Denklem 1.'deki modelin parametreleriyle ilgili olarak muhtemel sonuçlarının şu şekilde olması beklenmektedir (Dinda, 2004):

- $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$ durumunda x ile y arasında ters U şeklinde bir ilişki vardır. Yani Çevresel Kuznets Eğrisi yaklaşımı geçerlidir.
- $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$ durumunda x ile y arasında U şeklinde bir ilişki söz konusudur.
- $\beta_3 > 0$ durumunda ise Kirlilik Sığınağı Hipotezi geçerlidir. Bununla birlikte
- $\beta_4 < 0$ durumunda küreselleşme çevre sorunlarını azaltmaktadır, denilmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada her iki ülke grubunun verileri için sırasıyla, Pesaran ve Yamagata (2008) homojenlik testi; Breusch ve Pagan (1980) LM, Pesaran (2004) CD ve CD_{LM} ve Pesaran vd. (2008) LM_{adj} yatay kesit bağımlılığı testleri; Nazlıoğlu ve Karul (2017) İkinci Nesil Panel Fourier LM panel birim kök testi (Fourier Panel LM test); Westerlund & Edgerton (2008) yapısal kırılmalı eş bütünlük testi ve Pesaran (2006) eşbütünlük katsayıları testi ve Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik testleri tahmin edilmektedir.

E7 ve G7 ülkeleri örneğindeki panel verilerinde homojenliği test etmek için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Slope Homogeneity Test (Delta test) kullanılmaktadır. Homojenlik testi, ülkelerden birinde gerçekleşen değişim ile diğer ülkelerin aynı düzeyde etkilenip etkilenmediğini test etmeye yaramaktadır. Ekonomik yapıları birbirinden farklı olan ülkeler için

oluşturulan modellerde katsayıların heterojen olması; ekonomik yapıları benzer ülke grupları için oluşturulan modellerde ise katsayıların homojen olması beklenmektedir. Hem E7 ve hem de G7 ülkelerine ait değişkenlerin katsayı homojenite test sonuçları, parametrelerin homojen olduğu sonucunu göstermektedir. Dolayısıyla ekonomik yapıları birbirine yakın olan gelişmiş ekonomiler açısından sonuçlar tutarlılık göstermektedir. Başka bir deyişle, ülkelerden birinde gerçekleşen bir değişim ile diğer ülkelerin yaklaşık olarak aynı düzeyde etkilendiği ileri sürülebilir.

Yatay kesit bağımlılığını test etmek için kullanılan Breusch ve Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) CD ve CD_{LM} testleri ile Pesaran vd. (2008) LM_{adj} testlerinden elde edilen sonuçlar, kesitler arası bağımlılık olduğunu göstermektedir. Kesitler arası bağımlılığı dikkate almamak, makro ekonomik şokların paneli oluşturan tüm ülkeleri etkilemediğini varsaymak anlamına gelmektedir. Bu sebeple, bulguların etkinliği için kesitler arası bağımlılığı dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir (Nazloğlu, 2010).

Uygulanan Nazloğlu ve Karul (2017) kademeli geçiş ve kesitler arası bağımlılığa izin veren İkinci Nesil Panel Fourier LM tipi panel birim kök testi (Fourier Panel LM) sonuçları, hem E7 ülkeleri örneği hem de G7 ülkeleri örneğindeki tüm değişkenlerin seviyede birim kök içerdiğini göstermektedir. Bağımlı ve bağımsız tüm değişkenlerin seviyede birim kök içermesi yapısal kırılmalı eşbütünleşme testlerinden biri olan Westerlund ve Edgerton (2008) eş bütünleşme testinin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla panel eş-bütünleşme analizi olarak bu yöntemin uygulaması rapor edilecektir.

E7 Ülkeleri için Panel Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

Yapısal kırılmaların dikkate alınması uygulanacak eş bütünleşme testlerinde sapmalı sonuçlar elde etmemek için oldukça önemlidir. Bu nedenle analizde, paneldeki serilerin düzeyde birim kök içerdiği göz önüne alınarak, Westerlund ve Edgerton (2008) yapısal kırılmalı eş bütünleşme testi uygulanmaktadır. Bu test, Lagrange Multiplier (LM) temelli, birim kök testlerinden geliştirilmiştir. Test ayrıca değişen varyans ve otokorelasyon gibi ekonometrik problemleri de tolera etmektedir. Öte yandan bu test, sabit terim ve trendde her bir ülke için farklı tarihlerdeki kırılmalara da olanak sağlamaktadır. Tablo 3.'te E7 ülkelerine ait yapısal kırılmalı eş bütünleşme test sonuçlarına yer verilmektedir.

Elde edilen $Z_{\tau}(N)$ ve $Z_{\phi}(N)$ istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Buna göre, ekolojik ayak izi ile kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi, doğrudan yabancı yatırımlar ve küreselleşme endeksi arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Tablo 3.'te aynı zamanda sabitte kırılma (level shift) ve rejim kırılması (regime shift) durumları için uygulanan panel eşbütünleşme testinin belirlediği her bir ülke için birer kırılma tarihi de sunulmaktadır.

Tablo 3. Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Test Sonuçları

Model	$Z_{\tau}(N)$		$Z_{\phi}(N)$	
	İst. Değeri	Olasılık Değeri	İst. Değeri	Olasılık Değeri
Kırılmasız	0.051	0.520	0.243	0.596
Sabitte Kırılma	-0.547	0.291	-0.363	0.358
Rejim Kırılması	-1.627**	0.032	-1.837**	0.023
Kırılma Tarihleri				
	Sabitte Kırılma		Rejim Kırılması	
Brezilya	2009		2009	
Çin	2003		2003	
Hindistan	2001		2001	
Endonezya	1994		2016	
Meksika	1998		1998	
Rusya	1992		2005	
Türkiye	2000		2000	

** %5 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Eş bütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra eş bütünleşme katsayıları, kesitler arası bağımlılığı dikkate alan, katsayılar da homojenlik ve heterojenlik olduğu durumlarda da kullanılabilen ve Pesaran (2006) tarafından geliştirilen CCE (Common Correlated Effects) yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Teknik olarak CCE tahminci testlerinin, bağımsız değişkenlerin seviyede birim kök içermediği ya da birinci dereceden eş bütünleşik olduğu durumlarda tutarlılık gösterdiği söylenebilir. CCE modeli hem $T > N$ hem de $N > T$ olduğu durumların ikisinde de kullanılabilir. Yatay kesit bağımlılığına izin verilmekte olan modelde kullanılan değişkenlerin aynı ya da farklı durağanlık derecesinde analiz edilebilmesi mümkün olmaktadır. CCE tahminleri bağımsız değişkenler ve gözlenemeyen ortak etkilerin durağan ve dışsal olduğunu varsaymakla birlikte, bunların durağan $I(0)$ olduğu ve birinci dereceden eş bütünleşik $I(1)$ olduğu durumlarda da tutarlı olduğu ifade edilebilir (Pesaran vd., 2008).

Tablo 4. Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları (CCE)

	LEFP=f(LY)			LEFP=f(LYY)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
CCE	0.173***	0.022	0.000	0.086***	0.011	0.000
İke Sonuçları						
Brezilya	0.158***	0.031	0.000	0.079***	0.015	0.000
Çin	0.151***	0.024	0.000	0.075***	0.012	0.000
Hindistan	0.219***	0.044	0.000	0.109***	0.022	0.000
Endonezya	0.104**	0.042	0.014	0.052**	0.021	0.014
Meksika	0.188**	0.082	0.022	0.094**	0.041	0.022
Rusya	0.274***	0.033	0.000	0.137***	0.016	0.000
Türkiye	0.113**	0.047	0.016	0.056**	0.023	0.016
	LEFP=f(LFDI)			LEFP=f(LKOF)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
CCE	0.025*	0.035	0.077	-0.081*	0.640	0.064
Brezilya	0.042	0.055	0.441	1.460	0.949	0.124
Çin	-0.107	0.070	0.128	0.350	0.788	0.656
Hindistan	-0.031	0.065	0.630	-0.737**	0.319	0.021
Endonezya	0.027**	0.011	0.019	-0.510*	0.287	0.075
Meksika	0.203	0.173	0.241	-3.334***	0.574	0.000
Rusya	0.004	0.072	0.948	-2.879***	0.488	0.000
Türkiye	0.038	0.061	0.535	-0.590	0.459	0.199
CCEP tahmininde Newey-West varyans-kovaryans tahmincisi kullanılmıştır.						
*, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.						

Elde edilen sonuçlara göre, E7 ülkeleri genelinde KBG, KBG karesi, DYY ve KOF endeksinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır. Buna göre, E7 ülkelerinde KBG'de %1'lik bir artış, ekolojik ayak izini %0.17; KBG karesinde %1'lik bir artış ekolojik ayak izini %0.08; DYY'deki %1'lik bir artış ekolojik ayak izini %0.02 arttırırken; KOF endeksindeki %1'lik bir artış ekolojik ayak izini %0.08 düzeylerinde azaltmaktadır. Dolayısıyla, DYY ile ekolojik ayak izi arasında pozitif ilişkinin varlığını ifade eden KSH'nin E7 ülkelerinde geçerli olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, ÇKE hipotezinin geçerli olabilmesi için KBG'nin ekolojik ayak izi üzerinde pozitif; KBG karesinin ise ekolojik ayak izi üzerinde negatif etkisinin olması beklenmektedir. Buna göre, E7 ülkelerinde ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı görülmektedir.

Sonuçlar ülkeler özelinde incelendiğinde ise, KBG ve KBG karesinin uzun dönem katsayısının tüm ülkelerde istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilebilir. Buna göre, KBG'de %1'lik bir artışın ekolojik ayak izini Brezilya'da %0.15; Çin'de %0.15; Hindistan'da %0.21, Endonezya'da %0.10; Meksika'da %0.18; Rusya'da %0.27 ve Türkiye'de %0.11 düzeylerinde arttırdığı söylenilebilir. Bununla birlikte, KBG karesinde meydana gelen %1'lik bir artışın ekolojik ayak izini E7 ülkelerinde Brezilya'dan Türkiye'ye sırasıyla %0.07; %0.07; %0.10; %0.05; %0.09; %0.13 ve %0.05 arttırdığı görülmektedir.

DYY uzun dönem katsayısının Endonezya’da istatistiksel olarak anlamlı olduğu, diğer ülkelerde istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, DYY’de %1’lik bir artışın ekolojik ayak izini Endonezya’da %0.02 arttırdığı ve KSH Endonezya’da geçerli olduğu ifade edilebilir.

KOF endeksinin uzun dönem katsayısının Hindistan, Endonezya, Meksika ve Rusya’da istatistiksel olarak anlamlı olduğu, diğer ülkelerde istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, küreselleşme endeksinde %1’lik bir artışın ekolojik ayak izini Hindistan, Endonezya, Meksika ve Rusya’da sırasıyla %0.73; %0.51; %3.33 ve %2.87 oranında azalttığı bulgusu elde edilmiştir. Uygulamadan elde edilen panel eş bütünleşme tahmincisi E7 ülkeleri genelinde şöyle tahmin edilmiştir:

$$\text{LEFP} = 0.073 + 0.173 \text{ LY} + 0.086 \text{ LYY} + 0.025 \text{ LFDI} - 0.081 \text{ LKOF}$$

(0.000) (0.000) (0.077) (0.064)

Bu durumda, E7 ülkelerinde KBG, KBG karesi ve DYY uzun dönemde ekolojik ayak izini pozitif etkilerken; küreselleşme endeksi KOF, ekolojik ayak izini negatif etkilemektedir. Bulgulara göre ekonomik büyümedeki artışlar çevresel bozulmalara sebep olurken; küreselleşmede meydana gelen artışlar çevresel bozulmaları azaltmaktadır. KBG karesi değişkenin pozitif katsayısı gelir artışının çevre kirliliğini arttırdığına işaret etmektedir. DYY değişkeninin pozitif katsayısı, DYY’nin de ekolojik ayak izi değerini arttırdığı şeklinde yorumlanabilir. Sonuç olarak, E7 ülkelerinde ÇKE Hipotezinin geçerli olmadığı, ancak KSH’nin geçerli olduğu söylenilebilir.

E7 Ülkeleri için Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik testleri, homojenliği ve heterojenliği kapsamakta ve değişkenler seviye değerleri ile analize dahil edilmektedir. Bu yöntemde parametre tahminleri en küçük kareler yöntemi vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir ve paneldeki kesitler için hem bireysel hem de panel geneli için Granger nedensellik analizleri yorumlanabilmektedir (Emirmahmutoğlu, 2011). Tablo 5.’te E7 ülkelerine ait panel nedensellik test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 5. Panel Nedensellik Test Sonuçları

Ülke	Lag (p)	LY→LEFP		LYY→LEFP		LFDI→LEFP		LKOF→LEFP	
		Wald İst.	p-value	Wald İst.	p-value	Wald İst.	p-value	Wald İst.	p-value
Brezilya	1	0.012	0.913	0.012	0.912	0.544	0.461	7.436*	0.024
Çin	1	0.017	0.896	0.017	0.896	0.275	0.872	1.850	0.174
Hindistan	2	4.604*	0.091	4.741*	0.089	0.370	0.543	0.584	0.445
Endonezya	1	0.110	0.740	0.108	0.742	0.059	0.809	0.676	0.411
Meksika	1	1.399	0.237	1.432	0.231	0.092	0.762	0.036	0.850
Rusya	1	0.747	0.387	0.752	0.386	0.091	0.763	0.143	0.706
Türkiye	1	1.558	0.212	1.583	0.208	2.115	0.347	0.116	0.734
Panel Fisher		33.286*	0.071	33.310*	0.069	6.670	1.000	35.975*	0.062
		LEFP→LY		LEFP→LYY		LEFP→LFDI		LEFP→LKOF	
	Lag (p)	Wald İst.	p-value	Wald İst.	p-value	Wald İst.	p-value	Wald İst.	p-value
Brezilya	2	0.571	0.450	0.567	0.452	0.507	0.476	0.652	0.722
Çin	1	16.501***	0.000	16.338***	0.000	4.463	0.107	1.603	0.205
Hindistan	1	7.806**	0.020	7.989**	0.018	7.285***	0.007	1.099	0.295
Endonezya	1	0.238	0.626	0.238	0.625	0.623	0.430	0.151	0.697
Meksika	1	0.120	0.729	0.128	0.720	0.022	0.883	0.188	0.664
Rusya	1	0.091	0.763	0.094	0.759	3.143*	0.076	0.077	0.781
Türkiye	1	3.443*	0.064	3.473*	0.062	9.244**	0.010	17.128***	0.000
Panel Fisher		36.890**	0.046	36.963**	0.041	32.212*	0.074	28.818**	0.011

Panel nedensellik testi sonuçlarına göre, E7 ülkelerinde KBG, KBG karesi ve KOF indeksi ile ekolojik ayak izi arasında çift yönlü nedensellik varken; ekolojik ayak izinden DYY'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi rapor edilebilir.

Bulgular ülke bazında incelendiğinde, Hindistan'da KBG, KBG karesi ile ekolojik ayak izi arasında çift yönlü, ekolojik ayak izinden DYY'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Brezilya'da küreselleşme endeksi KOF'tan ekolojik ayak izine doğru arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi; Türkiye'de ekolojik ayak izinden KBG, KBG karesine, DYY'ye ve KOF endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir. Diğer taraftan Çin'de ekolojik ayak izinden KBG ve KBG karesine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilirken; Rusya'da ekolojik ayak izinden DYY'ye doğru tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

G7 Ülkeleri için Panel Eş Bütünleşme Testi Sonuçları

G7 Ülkeleri verileri için yapılan homojenite, yatay kesit bağımlılığı ve birim kök testleri sonucunda E7 ülkeleri uygulamaları G7 grubu için de geçerli olduğu belirtilmelidir. Elde edilen $Z_t(N)$ istatistik sonuçlarına göre eş bütünleşmenin olmadığı üzerine kurulu sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. Buna göre, ekolojik ayak izi ile kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi, doğrudan yabancı yatırımlar ve küreselleşme endeksi arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Tablo 5.19'da aynı zamanda sabitte kırılma (level shift) ve rejim kırılması (regime shift) durumları için uygulanan panel eşbütünleşme testinin belirlediği her bir ülke için birer kırılma tarihi sunulmuştur.

Tablo 6. Yapısal Kırılmalı Eş Bütünleşme Test Sonuçları

<i>Model</i>	$Z_t(N)$		$Z_\varphi(N)$	
	<i>İst. Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>	<i>İst. Değeri</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
Kırılmasız	2.805	0.997	2.128	0.983
Sabitte Kırılma	0.835	0.798	-0.108	0.456
Rejim Kırılması	-1.623**	0.041	-0.885	0.103
<i>Kırılma Tarihleri</i>				
	<i>Sabitte Kırılma</i>		<i>Rejim Kırılması</i>	
Kanada	1998		2009	
Fransa	2016		2016	
Almanya	2009		2009	
İtalya	2008		2008	
Japonya	1993		1993	
İngiltere	2000		2000	
ABD	1993		1993	

** işareti %5 seviyesinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Değişkenlerin eş bütünleşme katsayıları tahmin sonuçları Tablo 7.'de sunulmaktadır. Elde edilen sonuçlar, G7 ülkeleri genelinde KBG, KBG karesi ve KOF indeksinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre, G7 ülkelerinde KBG'de %1'lik bir artış, ekolojik ayak izini %0.09 arttırırken; KBG karesinde %1'lik bir artış ekolojik ayak izini %0.04 azaltmaktadır. Diğer yandan, G7 ülkelerinde KOF endeksindeki %1'lik bir artış ekolojik ayak izini %0.19 azaltmaktadır. DYY uzun dönem katsayısının ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, DYY ile ekolojik ayak izi arasında pozitif ilişkinin varlığını ifade eden KSH'nin G7 ülkeleri için geçerli olmadığını ifade etmek mümkündür. Diğer taraftan, KBG ekolojik ayak izi üzerinde pozitif; KBG

karesi ekolojik ayak izi üzerinde negatif bir etkisi olmasından G7 ülkelerinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğu söylenilebilir.

Tablo 7. Panel Eş Bütünleşme Katsayı Tahmin Sonuçları (CCE)

	LEFP=f(LY)			LEFP=f(LYY)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
CCE	0.097***	0.038	0.011	-0.048***	0.019	0.010
Ülke Sonuçları						
Kanada	0.024	0.099	0.806	0.011	0.049	0.810
Fransa	0.061	0.090	0.501	0.031	0.045	0.494
Almanya	0.274**	0.122	0.025	0.138**	0.061	0.024
İtalya	0.054	0.112	0.628	0.027	0.056	0.624
Japonya	0.152***	0.049	0.002	-0.075***	0.024	0.002
İngiltere	-0.031	0.089	0.726	-0.015	0.044	0.728
ABD	0.149***	0.046	0.001	0.074***	0.023	0.001
	LEFP=f(LFDI)			LEFP=f(LKOF)		
	Katsayı	Std. Hata	p-değeri	Katsayı	Std. Hata	p-değeri
CCE	-0.002	0.002	0.170	-0.190*	0.399	0.073
Kanada	-0.005*	0.003	0.086	-0.646	0.732	0.377
Fransa	-0.001	0.002	0.512	0.295	0.693	0.670
Almanya	-0.001	0.002	0.982	0.019	0.861	0.982
İtalya	0.003	0.004	0.354	-0.553*	1.117	0.085
Japonya	-0.013	0.018	0.477	-0.732	0.614	0.233
İngiltere	-0.001	0.001	0.954	2.265*	1.374	0.098
ABD	-0.002	0.004	0.573	0.687	0.926	0.458
CCEP tahmininde Newey-West varyans-kovaryans tahmincisi kullanılmıştır.						
*, **, *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı göstermektedir.						

Sonuçlar ülkeler özelinde incelendiğinde ise, KBG ve KBG karesinin uzun dönem katsayısının Almanya, Japonya ve ABD’de istatistiksel olarak anlamlı olduğu, KBG’de %1’lik bir artışın ekolojik ayak izini Almanya, Japonya ve ABD’de sırasıyla yaklaşık %0.27; %0.15; %0.14 arttırdığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, KBG karesinde meydana gelen %1’lik bir artışın ekolojik ayak izini Almanya’da %0.13, ABD’de %0.07 arttırdığı; Japonya’da ise %0.07 azalttığı bulgusu elde edilmiştir. Dolayısıyla Japonya’da ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

DYY uzun dönem katsayısının Kanada’da istatistiksel olarak anlamlı olduğu, diğer ülkelerde istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, DYY’deki %1’lik bir artışın ekolojik ayak izini Kanada’da %0.005 azalttığı bulgusu elde edilmiştir. Dolayısıyla Kanada’da KHH’nin geçerli olduğu ifade edilebilir. KOF endeksinin uzun dönem katsayısı İtalya ve İngiltere’de istatistiksel olarak anlamlıdır. Diğer ülkelerde ise istatistiksel olarak anlamsızdır. KOF indeksinde %1’lik bir artışın ekolojik ayak izini İtalya’da %0.55 azalttığı ve İngiltere’de %2.26 oranında arttırdığı bulgusu elde edilmiştir.

Uygulanan panel eş bütünleşme tahmincisi sonucunda G7 ülkeleri genelinde elde edilen sonuçlar ise aşağıdaki şekildedir:

$$LEFP = -0.112 + 0.097LY - 0.048LYY + 0.002LFDI - 0.190LKOF$$

(0.011) (0.010) (0.170) (0.073)

Bu durumda, G7 ülkelerinde KBG, uzun dönemde, ekolojik ayak izini pozitif etkilerken, KBG karesi negatif etkilemektedir. Bu sonuç ekonomik büyümeyle birlikte ekolojik ayak izi artarken belirli bir gelir seviyesinden sonra ekolojik ayak izinin azalacağını göstermektedir. KOF indeksi değişkeni ise ekolojik ayak izini negatif etkilemektedir. DYY uzun dönem katsayısı ise istatistiksel olarak anlamsızdır.

Özetle, G7 ülkelerinde ÇKE hipotezinin ters U şeklindeki ilişkisi geçerlidir, küreselleşme ise çevre ile ilgili sorunları azaltmaktadır.

G7 Ülkelerinde Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Tablo 5’te E7 ülkeleri örneğinde test edilen panel nedensellik analizi, Tablo 8’de G7 ülkeleri örneği için gösterilmektedir.

Tablo 8. Panel Nedensellik Test Sonuçları

Ülke	Lag (p)	LY→LEFP		LYY→LEFP		LFDI→LEFP		LKOF→LEFP	
		Wald ist.	p-value	Wald ist.	p-value	Wald ist.	p-value	Wald ist.	p-value
Kanada	1	0.010	0.919	0.026	0.873	0.464	0.496	0.591	0.442
Fransa	1	0.375	0.540	0.343	0.558	0.102	0.750	0.002	0.966
Almanya	1	1.051	0.305	1.103	0.294	2.409	0.121	0.160	0.689
İtalya	1	2.454	0.117	2.483	0.115	0.080	0.778	0.107	0.744
Japonya	1	2.437	0.118	2.519	0.112	5.621**	0.018	1.578	0.209
İngiltere	1	0.101	0.751	0.087	0.768	6.400**	0.011	5.294**	0.027
ABD	2	0.904	0.636	0.307	0.579	0.103	0.748	0.041	0.840
Panel Fisher		13.804	0.965	14.204	0.285	24.301**	0.042	31.245*	0.075
	Lag (p)	LEFP→LY		LEFP→LYY		LEFP→LFDI		LEFP→LKOF	
		Wald ist.	p-value	Wald ist.	p-value	Wald ist.	p-value	Wald ist.	p-value
Kanada	2	1.573	0.210	1.629	0.202	1.225	0.268	0.920	0.337
Fransa	1	0.001	0.982	0.001	0.969	7.520***	0.006	0.008	0.929
Almanya	1	0.129	0.720	0.115	0.735	0.227	0.634	0.627	0.429
İtalya	1	0.742	0.389	0.770	0.380	0.276	0.599	0.045	0.832
Japonya	1	0.048	0.827	0.035	0.852	1.158	0.282	1.513	0.219
İngiltere	1	0.526	0.468	0.535	0.464	2.146	0.143	3.767	0.152
ABD	1	0.046	0.977	0.132	0.716	0.021	0.885	1.850	0.174
Panel Fisher		7.649	0.907	8.335	0.521	21.435*	0.091	14.690	0.734

Panel nedensellik test sonuçlarına göre, G7 ülkelerinde KBG ve KBG karesi ile ekolojik ayak izi arasında nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. G7 ülkelerinde DYY ile ekolojik ayak izi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi, KOF indeksinden ekolojik ayak izine doğru da tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bulgular ülke bazında incelendiğinde, Japonya ve İngiltere’de DYY’den ekolojik ayak izine tek yönlü; yine İngiltere’de KOF indeksinden ekolojik ayak izine tek yönlü ve Fransa’da ekolojik ayak izinden DYY’ye tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, 1990-2022 yıllık verileriyle, literatürde oldukça popüler olan çevre kirliliği yaklaşımlarından ÇKE ve KSH hipotezlerini, modellere küreselleşme indeksinin eklenmesiyle genişleterek tahmin etmektedir. Literatürden farklı olarak bu çalışmada, genişletilen ekonometrik modeller, yeni nesil panel ekonometrik analizler aracılığıyla test edilmiştir. Bunu yaparken, hem gelişmiş ülke örneklerinden, G7 ülkeleri, hem de gelişmekte olan ülke örneklerinin, E7 ülkeleri, verilerinin bir karşılaştırılması yapılmıştır.

Ekonometrik tahminlerden elde edilen sonuçlar, gelişmiş ülkeler örneğindeki G7 ülkelerinde ekonomik gelişmelerin zamanla çevresel sorunları azalttığını, ÇKE Hipotezinin geçerli olduğunu, KSH’nin

ise istatistiksel olarak anlamsız olduğunu, küreselleşme endeksinin de ekolojik ayak izini azalttığını göstermektedir. Ekolojik ayak izinin artması, daha çok çevre kirliliği ya da çevre kalitesinin azaldığı anlamına gelmektedir. Ampirik sonuçlarda ortaya konan, KOF endeksindeki artışların çevre kalitesini arttırdığı bulgusu, küreselleşmeyle birlikte ülkelerin çevre kalitesine önem verdiklerinin bir göstergesi olarak düşünülebilir. Öte yandan gelişmekte olan ülkeleri temsil eden E7 ülkelerinde, ÇKE Hipotezinin geçerli olmadığı, gelişmekte olan ülkelerde ekonomik gelişme sürecinin çevre sorunlarını arttırdığı görülmektedir. DYY'nin bu ülkelerin çevresel sorunlarını arttırdığını yani KSH'nin geçerli olduğunu, küreselleşme endeksinin de çevresel sorunları azalttığını göstermektedir.

E7 ülkelerinde kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi ve küreselleşme endeksi ile ekolojik ayak izi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Söz konusu ülke grubunda, ekolojik ayak izinden doğrudan yabancı yatırımlara doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulgusu elde edilmiştir. G7 ülkelerinde kişi başına düşen gelir ve kişi başına düşen gelirin karesi ile ekolojik ayak izi arasında nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. G7 ülkelerinde doğrudan yabancı yatırımlar ile ekolojik ayak izi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi, küreselleşme endeksinden ekolojik ayak izine doğru da tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.


Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sanayileşmenin yol açtığı çevresel bozulmalar ekonomik karar birimleri tarafından dikkate alınmalıdır. Ekonomik gelişmeyle birlikte, çevre hassasiyeti artırılmalıdır. Çevre sorunlarının azaltılabilmesi için; ülkelerde enerji verimliliği teşvik edilmeli, temiz enerji kaynaklarına yönelmeli ve enerji tasarrufu sağlanmalıdır. Ulaşım, toplu taşıma sistemlerini özendirilmeli, fosil yakıtlardan mümkün olduğunca vazgeçilmelidir. Ormancılığa yönelik sürdürülebilir yöntemlerin teşvik edilmesi gerekmektedir. Atıkların yönetimi ve geri dönüşüm teşvik edilerek atık miktarının azaltılması sağlanmalıdır. Çevre konusunda eğitim ve farkındalık programları düzenlenerek toplumsal duyarlılık artırılmalıdır. Tüm bu önlemler, ekolojik ayak izini azaltmaya yardımcı olabilir. Ancak, bu önlemlerin etkili olabilmesi için politik irade, kaynaklar ve uluslararası işbirliği de önemlidir.


Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

¥:Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalında hazırlanmakta olan Doktora Tezinden türetilmiştir.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Enver GÜNAY  <http://orcid.org/0000-0002-8294-726X>

Selvi YILDIRIM  <http://orcid.org/0000-0002-4764-3391>

KAYNAKLAR

- Ahlat, A. ve Çelik, K. 2022. Çevresel Kirlilik ve Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımı: N-11 Ülkeleri için Ampirik Bir Uygulama, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (34): 1-18.
- Ahmed, Z., Wang, Z., Mahmood, F., Hafeez, M. ve Ali, N. 2019. Does Globalization Increase The Ecological Footprint? Empirical Evidence From Malaysia, *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 18565-18582.
- Ajam, N., Moghaddasi, R. ve Mohammadinejad, A. 2021. Environmental Impacts of Globalization (An Empirical Examination of Iran's Agriculture). *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(4), 199-210.
- Behera, S.R. ve Dash, D.P. 2017. The Effect of Urbanization, Energy Consumption, and Foreign Direct Investment on The Carbon Dioxide Emission in The Sea (South And Southeast Asian) Region, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70: 96-106.
- Birdsall, N. ve Wheeler, D. 1993. Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America: Where are The Pollution Havens?, *The Journal of Environment & Development*, 2(1): 137-149.
- Boulatoff, C. ve Jenkins, M. 2010. Long-Term Nexus Between Openness, Income, and Environmental Quality, *International Advances in Economic Research*, 16(4): 410-418.

- Breusch, T.S. ve Pagan, A.R., 1980. The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics, *The Review of Economic Studies*, 47(1): 239-253.
- Damirova, S. ve Yayla, N. 2021. Çevre Kirliliği ile Makroekonomik Belirleyicileri Arasındaki İlişki: Seçilmiş Ülkeler için Bir Panel Veri Analizi, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (30): 107-126.
- Dında, S., 2004. Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey, *Ecological Economics*, 49(4): 431–55.
- Dreher, A., Gaston, N. ve Martens, P. 2008. *Measuring Globalization: Gauging it's Consequences*. New York: Springer.
- Efeoğlu, R. 2022. Çevresel Kuznets Eğrisi Çerçevesinde Sanayileşme, Yenilenebilir Enerji, Enerji Tüketimi ve Finansal Gelişmenin CO₂ Salınımı Üzerindeki Etkisi, *Alanya Akademik Bakış*, 6 (2): 2103-2115
- Emirmahmutoglu, F. ve Köse, N. 2011. Testing for Granger Causality in Heterogeneous Mixed Panels, *Economic Modelling*, 28 (3): 870-876.
- Http- 2. Global Footprint Network, <https://www.footprintnetwork.org/>, 10.02.2023
- Grossman, G.M. ve Krueger, A.B. 1991. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, (No. W3914). DOI 10.3386/w3914, *National Bureau of Economic Research*.
- Gygli, S., Haelg, F., Potrafke, N. ve Sturm, J. E. 2019. The KOF Globalisation Index-Revisited, *The Review of International Organizations*, 14: 543-574.
- Hashmi, R. ve Alam, K. 2019. Dynamic Relationship Among Environmental Regulation, Innovation, CO₂ Emissions, Population and Economic Growth in OECD Countries: A Panel Investigation, *Journal of Cleaner Production*, 231: 1100-1109.
- Hoffmann, R., Lee, C.G., Ramasamy, B., ve Yeung, M. 2005. FDI and Pollution: a Granger Causality Test Using Panel Data, *The Journal of the Development Studies Association*, 17(3): 311-317.
- Http- 1. KOF Küreselleşme İndeksi, İsviçre Ekonomi Enstitüsü, <https://kof.ethz.ch/en/forecasts-and-indicators/indicators/kof-globalisation-index.html>, 02.02.2023
- Ibrahim, M. ve Vo, X.V. 2021. Exploring the Relationships Among Innovation, Financial Sector Development and Environmental Pollution in Selected Industrialized Countries, *Journal of Environmental Management*, 284, 112057.
- Jaunky, V.C. 2011. The CO₂ Emissions - Income Nexus: Evidence From Rich Countries, *Energy Policy*, 39(3): 1228-1240.
- Jebli, M.B., Ben, Youssef, S.B. ve Öztürk, İ. 2016. Testing Environmental Kuznets Curve Hypotesis: The Role of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Trade in OECD Countries, *Ecological Indicators*, 60: 824-831.
- Karakaş, A. 2016. Yaklaşan Tehlikenin Farkına Varmak: İktisadi Büyüme, Nüfus ve Çevre Kirliliği İlişkisi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 57-73.
- Karasoay, A. 2020. Globalleşme, Sanayileşme ve Şehirleşmenin Çevresel Bozulma Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: Türkiye için Ekonometrik Bir Uygulama, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi*.
- Kılıçarslan, Z. ve Dumrul, Y. 2017. Foreign Direct Investments and CO₂ Emissions Relationship: The Case of Turkey, *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 8 (4): 647 – 660.
- Kingsland, H. 2012. Accounting For Demand A, and Supply of The Biosphere's Regenerative Capacity: The National Footprint Accounts' Underlying Methodology and Framework, *Ecological Indicators* 24:518–533.
- Kuznets, S. 1955. Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1): 1-28.
- Li, Z., Shao, S., Shi, X., Sun, Y. ve Zhang, X. 2019. Structural Transformation of Manufacturing, Natural Resource Dependence, and Carbon Emissions Reduction: Evidence of a Threshold Effect From China, *Journal of Cleaner Production*, 206: 920-927.
- Manga, M. ve Cengiz, O. 2020. Çevresel Kuznets Hipotezine Küreselleşme Eksenli Yaklaşım: Türkiye Cumhuriyetler Örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Vizyoner Dergisi*, 11(28): 738-752.
- Mealy, P. ve Teytelboym, A. 2022. Economic Complexity and The Green Economy, *Research Policy*, 51(8): 1-24, No. 103948.
- Meyer, A.L., Van Kooten, G.C. ve Wang, S. 2003. Institutional, Social and Economic Roots of Deforestation: A Cross-Country Comparison, *International Forestry Review*, 5(1): 29-37.
- Moomaw, W.R. ve Unruh, G.C. 1997. Are Environmental Kuznets Curves Misleading Us? The Case of CO₂ Emissions, *Environment and Development Economics*, 2(4): 451-463.

- Nazlıoğlu, S. ve Karul, C. 2017. Panel LM Unit Root Test with Gradual Structural Shifts, 40th International Panel Data Conference, July 7-8, 2017, Thessaloniki-Greece.
- Nazlıoğlu, Ş. 2010. Makro İktisat Politikalarının Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkeler için Bir Karşılaştırma, Doktora Tezi, *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri*.
- Özsoy, F. N. 2015. Sanayileşme Olgusunun Kirlilik Sığınağı Hipotezi ve Çevresel Vergiler Açısından Yeniden Değerlendirilmesi, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Panayotou, T. 2000. Globalization and Environment, *CID Working Paper Series 53*, Center for International Development at Harvard University.
- Pehlivanoglu, F. ve Solmaz, A.R. 2021. Kirlilik Sığınağı Hipotezi: BRIC ve MIST Ülkeleri için Dinamik Panel Veri Analizi, *Bingöl Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(2): 471-493.
- Pesaran, M.H. 2004. General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels, University of Cambridge, Faculty of Economics, *Cambridge Working Papers in Economics*, No.0435.
- Pesaran, M.H. 2006. Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure, *Econometrica*, 74 (4): 967–1012.
- Pesaran, M.H., ve Yamagata, T. 2008. Testing Slope Homogeneity in Large Panels, *Journal of Econometrics*, 142: 50–93.
- Pesaran, M.H., Ullah, A. ve Yamagata, T. 2008. A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence, *Econometrics Journal*, 11: 105-127.
- Richmond, A.K., ve Kaufmann, R.K. 2006. Is There a Turning Point in The Relationship Between Income and Energy Use and/or Carbon Emissions?, *Ecological Economics*, 56(2): 176-189.
- Rose, N.L.; Boyle, J.F.; Du, Y.; Yi, C. ve Dai, X. 2004. Sedimentary Evidence for Changes in The Pollution Status of Taihu in The Jiangsu Region of Eastern China, *Journal of Paleolimnology*, 32: 41-51.
- Rudolph, A. ve Figge, L. 2017. Determinants of Ecological Footprints: What is The Role of Globalization?, *Ecological Indicators*, 81: 348-361.
- Selden, T. ve Song, D. 1994. Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions?, *Journal of Environmental Economics and Management*, 27: 147-162.
- Shafik, N. ve Bandyopadhyay, S. 1992. Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence, *The World Bank Policy Research Working Paper*, 1- 50.
- Shahbaz, M., Hoang, T. H., Mahalik, M. K. ve Roubaud, D. 2017. Energy Consumption, Financial Development and Economic Growth in India: New Evidence from a Nonlinear and Asymmetric Analysis, *Energy Economics*, 63(3): 199-212.
- Shahbaz, M., Kumar Tiwari, A. ve Nasir, M. 2013. The Effects of Financial Development, Economic Growth, Coal Consumption and Trade Openness on CO₂ Emissions in South Africa, *Energy Policy*, 61: 1452–1459. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.006>
- Shahbaz, M., Nasreen, S., Abbas, F. ve Anis, O. 2015. Does Foreign Direct Investment Impede Environmental Quality in High, Middle and Low Income Countries?, *Energy Economics*, 1- 35, Doi: [10.1016/j.eneco.2015.06.014](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.06.014).
- Sharif, A., Afshan, S. ve Qureshi, M.A. 2019. Idolization and Ramification Between Globalization and Ecological Footprints: Evidence from Quantile-on-Quantile Approach, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(11): 11191-11211.
- Suri, V. ve Chapman, D. 1998. Economic Growth, Trade and Energy: Implications for The Environmental Kuznets Curve, *Ecological Economics*, 25(2): 195-208.
- Tenaw, D. ve Beyene, A. D. 2021. Environmental Sustainability and Economic Development in Sub-Saharan Africa: a Modified EKC Hypothesis, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110897. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110897>
- Toebelmann, D. ve Wendler, T. 2020. The impact of Environmental Innovation on Carbon Dioxide Emissions, *Journal of Cleaner Production*, 244, 118787.
- Topal, M. H. 2017). Çifte Kazanç Hipotezinin OECD Ekonomileri için Testi: Panel Eş bütünleşme ve Nedensellik Analizi, *The Journal of International Scientific Researches*, 1-20.
- Torun, M., Yücesan, M., ve Yağış, O. 2019. Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketiminin CO₂ Emisyonu Üzerindeki Etkileri: Seçilmiş MENA Ülkeleri için Panel Veri Analizi, *Yönetim ve Araştırma Dergisi*, 17(4): 351-368.

- Tunçbilek, N. ve Ulucak, R.U. 2021. “elişmekte Olan Ülkelerde Küreselleşmenin Çevre Üzerine Etkileri, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(2): 452-465. <https://doi.org/10.21547/Jss.790690>
- Twerefou, D.K., Danso-Mensah, K. ve Bokpin, G.A. 2017. The Environmental Effects of Economic Growth and Globalization in Sub-Saharan Africa: A Panel General Method of Moments Approach, *Research in International Business and Finance*, 42: 939-949.
- Westerlund, J. ve Edgerton, D.L. 2008. A Simple Test for Cointegration in Dependent Panels with Structural Breaks, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 70: 665-704.
- Zarsky, L. 1999. Havens, Halos and Spaghetti: Untangling the Evidence About Foreign Direct Investment and The Environment, *Environment Science, Economics*, 13(8): 47-74.

DSİ 2. ve 21. Bölgelerdeki Devredilen Sulamalarda Sulama Oranları ve Sulanmayan Alanların Sulanmama Nedenleri

Melek YİĞEN¹ , Murat TEKİNER^{2*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: mtekiner@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 03.07.2024 Kabul Tarihi: 03.07.2024

ÖZ

Devlet Su İşleri (DSİ) İzmir (2. Bölge) ve Aydın (21. Bölge) Bölge Müdürlüklerinde beş yıllık dönemde (2006-2010) DSİ tarafından inşa edilerek çeşitli su kullanıcı teşkilatlarına devredilen sulama tesislerinde, tarımsal etkinlik açısından sulama sistem performansı değerlendirilmiş ve sulanmayan alanların sulanmama nedenleri incelenmeye çalışılmıştır. Seçilen 2 bölgede toplam 6 havzaya yayılmış ve devredilmiş 31 sulama tesisi dikkate alınmıştır. İncelenen bölgelerde tarımsal etkinlik göstergelerinden çiftçi sulama oranı, fiilen sulanan alan oranı, sulama oranı, şebeke sulama oranı, bitkisel üretim yapılan alan oranı, sulanmayan alan oranına ait ortalama değerler sırasıyla %19.6-%78.3-%58.7-%66.6-%92.4-%21.7 olarak gerçekleşmiş ve sulanmayan alan oranı dışındaki diğer göstergelerin Türkiye ortalamalarının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu iki bölgedeki sulama alanlarının ortalama %14.1'i yağışa dayalı tarım, %1.8'i nadas ve geri kalan %5.8'i ise çeşitli sebeplerle boş bırakıldığı dolayısıyla da sulamaya açılmış alanların ortalama %21.7'sinde sulu tarım yapılmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle su kullanıcı örgütlerinin su kullanım hizmet bedeli tarifelerinde indirim uygulaması ve sulu tarımın tercih edilmediği bölgelerde ürün destekleme politikalarının geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar kelimeler: Tarımsal etkinlik göstergeleri, bitki yoğunluğu, sulanmayan alan oranı.

Irrigation Rates in Transferred Irrigation in DSI 2nd and 21st Regions and Reasons for Not Irrigating Unirrigated Areas

ABSTRACT

In the irrigation facilities built by the State Hydraulic Works (DSI) and transferred to various water user organizations in the five-year period (2006-2010) in DSI İzmir (2. Region) and Aydın (21. Region) Regional Directorates, the irrigation system performance was evaluated in terms of agricultural efficiency and the reasons for not irrigating the unirrigated areas were tried to be examined. A total of 31 irrigation facilities, spread over a total of 6 basins in 2 selected regions and transferred, were taken into account. Among the agricultural efficiency indicators in the examined regions, the average values of farmer irrigation rate, actually irrigated area rate, irrigation rate, network irrigation rate, crop production area rate, and unirrigated area rate were 19.6%, 78.3%, 58.7%, 66.6%, 92.4%, %21.7 respectively. Therefore, it has been determined that other indicators, except the ratio of unirrigated area, are above Turkey's averages. It has been determined that an average of 14.1% of the irrigated areas in these two regions are rain-fed agriculture, 1.8% are fallow and the remaining 5.8% are left empty for various reasons, and therefore irrigated agriculture is not carried out in an average of 21.7% of the areas opened to irrigation. For this reason, it has been revealed that water user organizations need to apply discounts on water usage service fee tariffs and develop policies that support products in regions where irrigated agriculture is not preferred.

Key words: Agricultural efficiency indicators, plant density, unirrigated area ratio.

GİRİŞ

Su tüm canlıların yaşam kaynağı olduğu gibi tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için vazgeçilmez doğal bir kaynaktır. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 2 milyar daha artacağı 2100 yılında ise yaklaşık 10.9 milyara ulaşabileceği tahmin edilmektedir. Küresel iklim değişikliği ile birlikte dünya çapında yaşanan salgınlar ve bilinçsiz tüketim hızla yükselen nüfusun gıda ve suya olan ihtiyacının artmasına neden olabileceği bilinmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalar ile 2050 yılına kadar ilave 5000 km³ suyun gerekli olduğu ifade edilmiştir (Anonim, 2021). Dolayısıyla su yönetimi üzerindeki baskıyı özellikle suyu en çok tüketen tarım sektörü hissetmektedir.

Su yönetimi, suyu tüm paydaşlara, su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilirlik ilkelerini göz önüne alarak istenen zamanda, istenen miktar ve kalitede, istenen süreyle tahsisini bütüncül bir yaklaşımla kontrollü ve adil bir şekilde sağlayan yönetim biçimidir. Sulama yönetimi (tarımsal su yönetimi) ise bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun, doğal yollarla karşılanamayan kısmının ilgili tüm faktörlerin göz önüne alınarak bitki kök bölgesine gereken zaman ve miktarda kontrollü bir şekilde verilmesi ve kaynaktan bitki kök bölgesine kadar olan bu sürecin her aşamasında izleme-değerlendirme sistemini kullanarak sulama sistem performansının belirlenmesi, geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için gerekli tüm faaliyetler olarak tanımlanabilir (Tekiner, 2023).

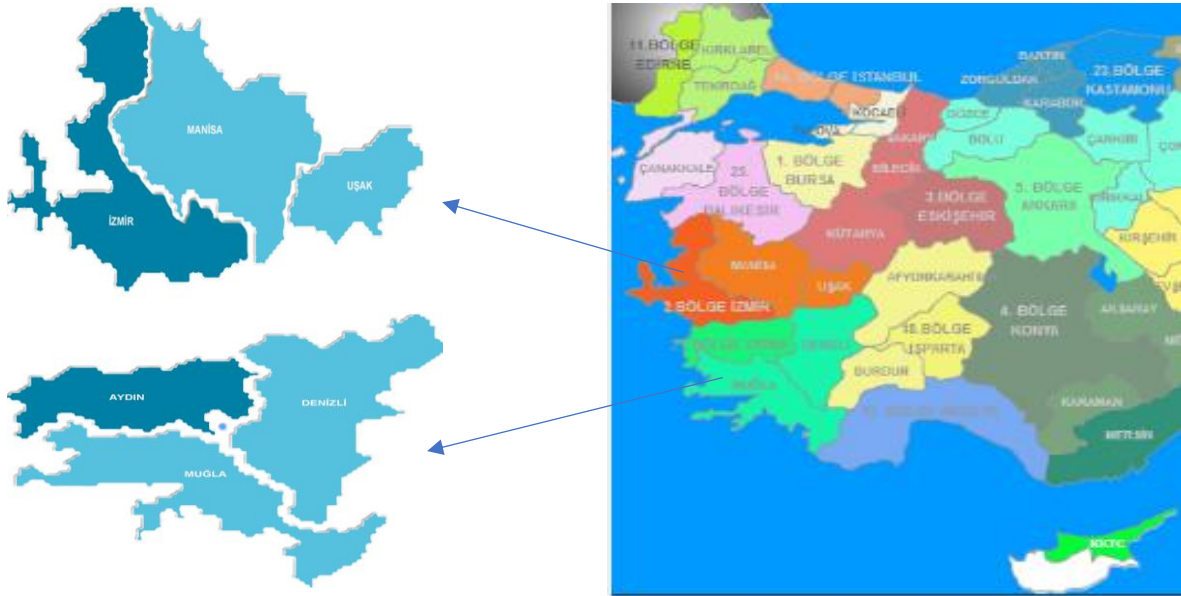
DSİ, Türkiye'nin 2023 yılı gerçekleştirmelerine göre tamamlanan 26 adet baraj ve 17 adet gölette yaklaşık 390 milyar m³ su depolandığını, sulamaya açılan alanın yaklaşık 142 bin ha olduğunu ve toplamda sulamaya açılan alanın 7.1 milyon hektara ulaştığını belirtmiştir. Ayrıca 2023 yılı sonu itibari ile toplam 1018 adet baraj ve 726 adet gölette toplam 183 milyar m³ su depolandığı ifade edilmiştir (Anonim, 2023).

Bu çalışmada, 2006-2010 yılları arasındaki DSİ'ce devredilen sulama şebekelerinde yer alan DSİ 2. Bölge (İzmir) ve 21. Bölgede (Aydın), sulama sistem performansı değerlendirilmiş ve sulanmayan alanların sulanmama nedenleri tartışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmada, DSİ tarafından her yıl yayınlanan "DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu"nda 2006-2010 yılları arasında beş yıllık döneme ait veriler değerlendirilmiş ve materyal olarak incelenmiştir. Bu çalışmada, sadece devredilen sulama şebekelerinde sulama faaliyetlerinin gerçekleştiği birbirine komşu iki DSİ bölgesi (2. ve 21. Bölgeler) ikincil materyal olarak seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Materyal olarak seçilen DSİ Bölge Müdürlüklerinin harita üzerindeki görünümü (DSİ, 2024c)

DSİ 2. Bölge Müdürlüğü (İzmir) sınırları içinde 3 il (İzmir, Manisa ve Uşak), 50 ilçe, 1621 köy bulunmaktadır. Bölge alanı, Türkiye yüzölçümünün %4'ünü (30582 km²) kapsamakta ve bu alandaki nüfus Türkiye nüfusunun %7.7'sini (5693890 kişi) oluşturmaktadır. DSİ 2. Bölge Müdürlüğü, Ege Bölgesinde yer almakta olup doğusunda Isparta, kuzeyinde Eskişehir, Balıkesir, güneyinde Aydın Bölge Müdürlükleri ve batısında Ege Denizi ile çevrelenmiştir (DSİ, 2024a). Bir başka ifadeyle Bölge Müdürlüğünün sorumluluk alanı Büyük Menderes, Küçük

Menderes, Kuzey Ege, Susurluk ve Gediz havzaları içerisinde yer almakta ve toplam 9 adet devredilen sulama tesisi bulunmaktadır.

DSİ 21. Bölge Müdürlüğü (Aydın) görev alanı; Aydın, Denizli ve Muğla illeri ile sınırlı (yüzölçümü 32467 km²) olup, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz havzalarında yer almaktadır. Ayrıca bu üç ilimizde toplam 2851086 kişi yaşamını sürdürmektedir (DSİ, 2024b). Bir başka ifadeyle Bölge Müdürlüğü'nün sorumluluk alanı Burdur, Büyük Menderes ve Batı Akdeniz havzaları içerisinde yer almakta ve toplam 22 adet devredilen sulama tesisi bulunmaktadır. Bölgelerdeki devredilen sulamalara ait özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bölgelerdeki devredilen sulama tesislerinin özellikleri

Bölgeler		II. Bölge	XXI. Bölge	Toplam
Su Teminine Göre Alan (ha)	Yerçekimi	109208	130963	240171
	Pompaj	13353	68483	81.836
	Toplam	122561	199446	322007
Şebeke Uzunluğu (km)	Ana Kanal	520.4	1508.1	2028.5
	Yedek Kanal	897.7	2599.0	3.496.7
	Tersiyer Kanal	2880.1	3628.8	6508.9
	Servis Yolu	1687.4	4441.0	6128.4

Çizelge 1 incelendiğinde değerlendirilen iki bölgede yerçekimi sulama alanı 240171 ha iken pompaj alanı 81.836 ha dolayısıyla toplam sulama alanı ise 322007 hektardır. Kanal şebeke uzunluğu 21. Bölgede 7735.9 km iken 2. bölgede ise 4298.2 km olarak inşa edilmiştir.

Yöntem

Bu çalışmada, DSİ 2. ve 21. Bölgelerdeki toplam 31 sulama tesisine ilişkin 2006-2010 yıllarına ait 5 yıllık dönem için tarımsal etkinlik Çizelge 2'de verilen altı farklı gösterge kullanılarak irdelenmiş ve sulamaya açılan alanlarda sulanmayan alanların neden sulanmadığı tartışılmıştır.

Çizelge 2. Kullanılan tarımsal etkinlik göstergeleri ve özellikleri

Gösterge	Tanım	Alıntı
(ÇSO) Çiftçi Sulama Oranı (%)	Sulanan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Anonim, 2018
(FSAO) Fiilen Sulanan Alan Oranı (%)	Sulanan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	FAO, 2020
(SO) Sulama Oranı (%)	Sulanan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Anonim, 2018
(ŞSO) Şebeke Sulama Oranı (Toplam Sulama Oranı) (%)	Sulanan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Anonim, 2018
(BYAO) Bitkisel Üretim Yapılan Alan Oranı (%)	Şebeke alanı içerisinde tarım yapılan alan -----x100 Net Sulama Alanı	Bos ve ark., 2005
(SnAO) Sulanmayan Alan Oranı (%)	Sulanmayan Alan -----x100 Net Sulama Alanı	Anonim, 2018

Sulamaya açılan alanlarda herhangi bir nedenle sulanmayan alanlar: Sulamaya açılan alanlarda herhangi bir nedenle sulanmayan, başka bir anlatımla I. ürün sulanan alanlarla çiftçi tarafından şebeke dışında bir su kaynağı ile sulanan I. ürün alanlar toplamının, şebekenin sulamakla sorumlu olduğu sulanabilir alandan çıkarılmasıyla bulunmaktadır. Herhangi bir nedenle sulanmayan bu alanlarda, yağışa dayalı tarım (kuru) yapılan

alanlar, nadasa bırakılan alanlar ve farklı sebeplerle boş kalan alanlar dikkate alınarak bu alanların neden sulanmadıkları on farklı sınıfta değerlendirilmiştir (Anonim, 2011). Bunlar;

Su kaynağı yetersizliği (1SKY), sulama tesislerinin yetersizliği (2STY), Tabansuyu yüksekliği (3TSY), Tuzluluk/sodyumluluk (4TUSOD), Bakım onarım yetersizliği (5BOY), Arazinin topoğrafik yetersizliği (6TOPY), Yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmaması (7YYOL), Nadas (8NAD), Sosyal ve ekonomik nedenler (9SOSEKO), Diğer nedenler (10DGR).

Değerlendirilmesi yapılan bölgelerdeki sulanmama nedenlerinin sulanmayan alan içerisindeki oranları da 5 yıllık dönem için hesaplanmıştır (Gümüş ve Tekiner, 2023).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Adı geçen bölgedeki devredilen sulamalar, altı tarımsal etkinlik göstergesiyle beş yıllık dönem (2006-2010) için karşılaştırılmış ve sulamaya açılan bu alanlar içerisinde sulanmayan alanların neden sulanmadıkları değerlendirilmiştir.

Devredilen sulamaların tarımsal etkinlik açısından karşılaştırılması

Devredilen sulamaların DSİ Bölge ortalamalarına göre 5 yıllık, ÇSO, FSAO, SO, ŞSO, BYAO ve SnAO değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

ÇSO, sulamaya açılan alanda sulama şebekesi haricinde, sulama kuyusu, tahliye kanalı, nehir gibi farklı bir kaynaktan sulanan I. ürün alanının net sulama alanına bölünmesiyle hesaplanmakta dolayısıyla çiftçinin şebeke dışındaki su kaynaklarını kullanarak yaptıkları sulu tarımsal etkinliği ifade etmektedir (Gümüş ve Tekiner, 2023).

Çizelge 3. Tarımsal etkinlik göstergelerinin bölge (2. ve 21.) ortalamaları (2006-2010)

Yıllar	ÇSO (%)	FSAO (%)	SO (%)	ŞSO (%)	BYAO (%)	SnAO (%)
2006	14.9	80.0	65.1	77.0	93.2	20.0
2007	19.8	77.8	58.0	63.0	91.6	22.2
2008	22.0	77.0	55.0	61.4	91.5	23.0
2009	20.3	76.9	56.6	64.9	91.3	23.1
2010	20.9	79.8	58.9	66.8	94.3	20.2
Ortalama	19.6	78.3	58.7	66.6	92.4	21.7

Çizelge 3 incelendiğinde, ÇSO iki bölgedeki yıllık ortalamalara göre %14.9-22.0 arasında gerçekleşmiştir. Bu durumda devredilen sulamalarda, şebekeye güvenmemeleri ve/veya sulama suyu ücretlerinin fazla olması sebepleriyle çiftçi imkânları ile sulanan alanların fazla olduğu görülmektedir. Başka bir anlatımla, büyük yatırımlar ile yapılan sulama şebekesi yerine farklı kaynaklardan alınan sulama suyu ile sulanan alanlar 5 yıllık dönem için ortalama %19.6 olarak hesaplanmıştır. Türkiye genelinde DSİ'ce geliştirilen sulamalarda 2006-2010 yılları arasında ÇSO, %5-7 arasında değiştiği belirlenmiştir (Anonim, 2007-2011). Dolayısıyla değerlendirmesi yapılan 5 yıllık dönemde adı geçen iki bölgede de her yıl ÇSO Türkiye ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir. Gümüş ve Tekiner (2023), Türkiye'deki 7 bölge için yaptıkları değerlendirmede 2006-2010 yılları arasındaki 5 yıllık dönemde ortalama ÇSO değerini devredilen sulamalarda %2.5 olarak hesaplamışlardır.

FSAO, net sulama alanında üretim yapan su kullanıcıların sulama suyunu temin ettikleri kaynak fark etmeksizin yapılan sulu tarım etkinliğini göstermektedir (Tekiner, 2020; Gümüş ve Tekiner, 2023). Çizelge 3 incelendiğinde yıllık ortalama FSAO 2 bölgede %76.9-80.0 aralığında değiştiği görülmektedir. DSİ 2006-2010 yıllarında bu oran Türkiye genelinde devredilen sulama tesislerinde 5 yıllık ortalama %63.1 olarak gerçekleştiği hesaplanmıştır (Anonim, 2007-2011). Buna göre değerlendirilen 2 bölgedeki devredilen sulama şebekelerinde ortalama FSAO, Türkiye ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir.

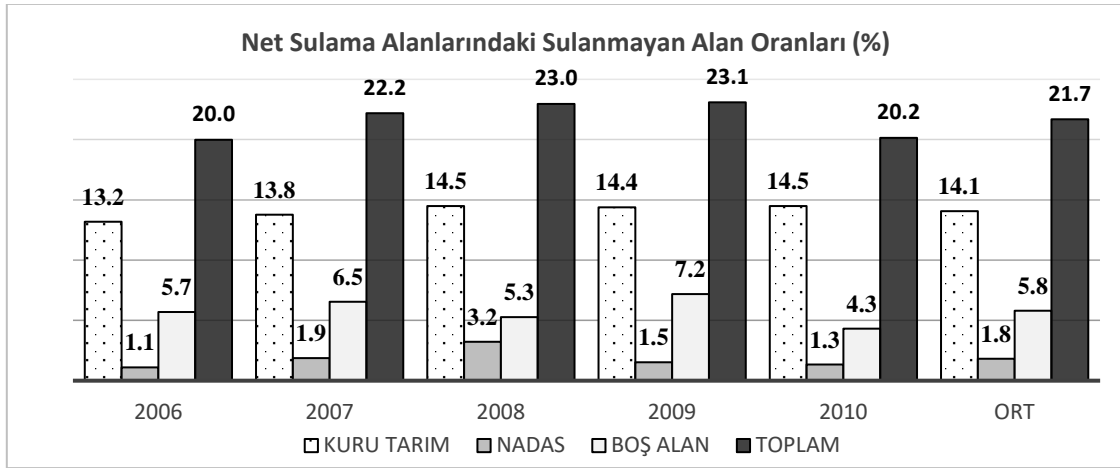
SO, şebeke alanında sadece şebeke tarafından sulanan I. ürün alanlardaki tarımsal etkinliği göstermektedir (Çizelge 3). Yıllık ortalama SO incelenen 2 bölgede %55.0-65.1 aralığında ve 5 yıllık ortalamasının ise %58.7 olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. 2006-2010 yıllarında Türkiye genelinde devredilen sulama tesislerinde ise bu oranın %55-57 arasında değiştiği belirlenmiştir (Anonim, 2007-2011). Değerlendirilen iki bölgedeki devredilen sulamalarda bu oran ülke ortalamasının biraz üzerinde olduğu söylenebilir.

ŞSO ise sadece şebekeden su alarak gerek şebeke içi gerekse şebeke dışındaki alanların (I., II., ve III. ürün) sulanmasıyla gerçekleşen tarımsal etkinliği göstermektedir. Bu oran incelenen alanlarda beş yıllık ortalamalara göre %66.6 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde 2006-2010 yılları arasında ŞSO, Türkiye genelinde devredilen sulama tesislerinde ise %62-65 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Anonim, 2007-2011).

Bitki yoğunluğu olarak da bilinen BYAO, net sulama alanı içerisinde su kaynağı fark etmeksizin gerek sulu gerekse kuru tarım yapılan toplam alanın net sulama alanına oranlanmasıyla elde edilen bir göstergedir. Beş yıllık ortalama BYAO, değerlendirilen sulamalarda %92.4 olarak tespit edilmiştir. Türkiye genelindeki 2010 yılı için tüm sulamalarda %81.7 olarak gerçekleşen (Anonim, 2011) bu oran sulama alanı içerisindeki alanların %19.3'ünde hiç üretim yapılmadığını göstermektedir.

Net sulama alanında çeşitli sebeplerle sulanmayan alanların yüzdesini gösteren SnAO, yapılan yatırımlar sonucu sulamaya açılan alanlardaki olumsuzluğu ortaya koyan bir gösterge durumundadır. İncelemesi yapılan beş yıllık dönemde (2006-2010) SnAO, Şekil 2'de grafik olarak gösterilmiştir.

Grafikte görüldüğü gibi 5 yıllık dönemde 2 bölgedeki sulanmayan alanlar içerisinde en yüksek değerler sırasıyla kuru tarım 2008'de %14,5, nadas yine 2008'de %3.2 ve boş alan 2009'da %7.2 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca değerlendirilen 5 yıllık dönemde toplam sulanmayan alanın en yüksek olduğu yılın %23.1 ile 2009 yılında hesaplanmıştır. Bir başka ifade ile bu 5 yıllık dönemde ortalama olarak, sulamaya açılan alanların %21.7'sinde sulu tarım yapılmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 2. İki bölgenin beş yıllık ortalama sulanmayan alan oranları

Değerlendirmesi yapılan iki bölgede, sulu tarım yapılmayan alanların %14.1'i yağışa dayalı tarım, %1.8'i nadas ve geri kalan %5.8'i ise farklı sebeplerle boş kalmıştır. Bir başka ifadeyle sulama projelerinin ulusal ekonomiye beklenen katkıyı sağlamakta yetersiz kalmasının önemli bir nedeninin sulamaya açılan alanlardaki sulanmayan alanlar olduğu söylenebilir.

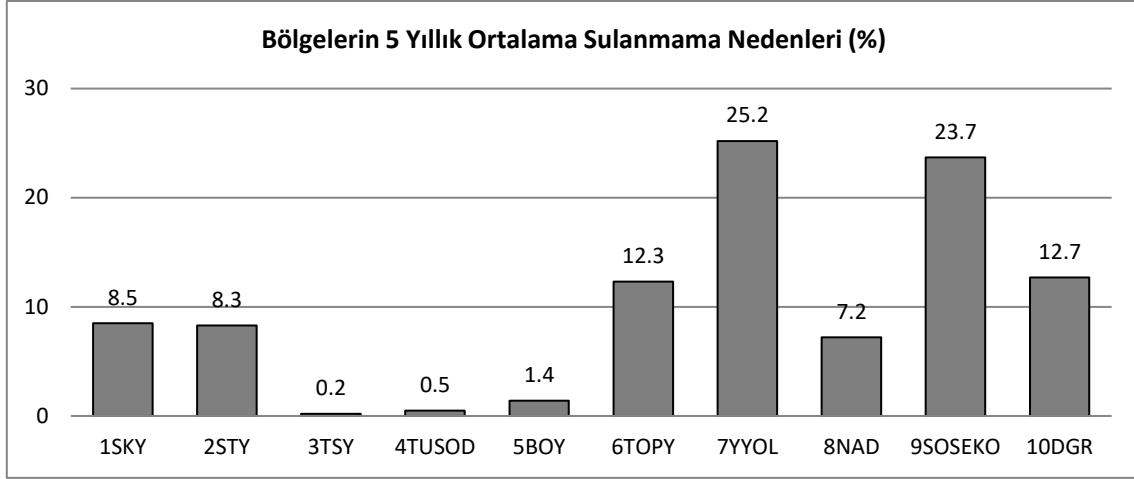
Yayınlanan bir makalede (Gümüş ve Tekiner, 2023), 5 yıllık dönemde 7 bölgede DSİ tarafından geliştirilen tüm sulamalarda (DSİ'ce işletilen ve devredilen), net sulama alanı içerisindeki sulanmayan alanların %26.5'i yağışa dayalı tarım, %11.2'si nadas ve %27.2'sinin ise herhangi bir nedenle boş kaldığı dolayısıyla toplam sulanmayan alanın %64.9 gibi yüksek bir oranda gerçekleştiği belirtilmiştir.

Benzer şekilde sulanmayan alanların ekonomisi üzerine Tekiner ve Aktürk (2023) tarafında yayınlanan bir makalede, DSİ 25. Bölgede DSİ'ce işletilen ve devredilen toplam 108709 ha alanda 2015-2020 arasındaki altı yıllık zaman dilimindeki ortalamalarda sulanmayan alanların %61.4'ünde yağışa dayalı tarım yapıldığı, %4.0'ının nadasa bırakıldığı ve %34.6'sının ise farklı sebeplerle boş bırakıldığı, dolayısıyla bu altı yıllık süreçte sulanmayan alanlar nedeniyle toplam üretim değerinde yaklaşık 707 milyon ABD Doları bir kayıp meydana geldiği belirtilmiştir.

Net sulama alanında sulanmayan alanların sulanmama nedenleri

Sulamaya açılmış olan alanlarda gerek yağışa dayalı tarım sebebiyle gerekse diğer sebeplerle araziler boş kalarak sulanmamaktadır. Bu çalışmada bu sebepler DSİ izleme ve değerlendirme raporlarında olduğu gibi on başlıkta toplanmıştır; 1) su kaynağı yetersizliği, 2) sulama tesislerinin yetersizliği, 3) tabansuyu yüksekliği, 4) tuzluluk/sodyumluluk, 5) bakım onarım yetersizliği, 6) arazinin topoğrafik yetersizliği, 7) yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmaması, 8) nadas, 9) sosyal ve ekonomik nedenler ve 10) diğer sebeplerdir.

İncelemesi yapılan DSİ İzmir ve Aydın Bölge Müdürlüğü sınırlarındaki sadece devredilen sulama şebekelerindeki beş yıllık dönemde (2006-2010) sulanmayan alanların sulanmama sebepleri Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. İki bölgenin beş yıllık ortalama sulanmayan alanların sulanmama nedenleri

Şekil 3'ten de görüldüğü gibi sulanmayan alanların sulanmama sebepleri %25.2 ile yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmaması (7YYOL), %23.7 ile sosyal ve ekonomik nedenler (9SOSEKO), %12.7 ile diğer nedenler (10DGR), %12.3 ile arazinin topoğrafik yetersizliği (6TOPY), %8.5 ile su kaynağı yetersizliği (1SKY), %8.3 ile sulama tesislerinin yetersizliği (2STY), %7.2 ile nadas (8NAD), %1.4 ile bakım onarım yetersizliği (5BOY), %0.5 ile tuzluluk/sodyumluluk (4TUSOD) ve %0.2 ile de tabansuyu yüksekliği (3TSY) olarak saptanmıştır.

Gümüş ve Tekiner (2023), Türkiye'de hem DSİ hem de devredilen sulamaların bulunduğu 7 bölgede 2006-2010 yılları arasındaki dönemi kapsayan çalışmalarında, sulamaya açılan alanlardaki sulanmama sebeplerini %25.4 10DGR, %17.9 9SOSEKO, %16.9 8NAD, %14.1 7YYOL, %7.9 1SKY, %6.4 2STY, %5.2 5BOY, %3.0 4TUSOD, %1.7 3TSY ve %1.4 6TOPY olduğunu saptamışlardır.

DSİ tarafından geliştirilen tüm sulama şebekelerinde (DSİ ve Devir) 2006-2010 yılları arasındaki dönemde sulanmayan alanların sulanmama nedenleri arasında yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmaması (7YYOL) nedeni %17-27 aralığında değiştiği ve bu durumun en önemli sebebinin ise çiftçilerin geleneksel tarım kültüründen vazgeçmeyerek özellikle hububat, yer fıstığı ve yer yer bağlarda kuru tarımı tercih etmelerinden kaynaklandığı rapor edilmiştir. Yine benzer şekilde yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmaması gibi en önemli bir diğer sulanmama nedeninin yaklaşık %27 ile sosyal ve ekonomik nedenlerden dolayı gerçekleştiği ifade edilmiştir (Anonim, 2011).

2016 yılında Çimenci ve Değirmenci tarafından yayınlanan bir makalede, ülkemizdeki DSİ'ce geliştirilen sulamalarda DSİ bölgelerinden 12'sinde 7YYOL, 4 bölgede 9SOSEKO, 2 bölgede 6TOPY, 1 bölgede 1SKY ve son 1 bölgede ise 8NAD sebeplerinden dolayı sulanmadığı ifade edilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma, 2006-2010 yılları arasındaki DSİ İzmir (2. Bölge) ve Aydın (21. Bölge) bölgelerindeki devredilen sulama şebekelerinde tarımsal etkinlik bakımından sulama sistem performansını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Çalışma alanı toplam 6 havzada bulunan ve devredilen 31 sulama tesisinden oluşmakta ve bu tesislerin sulamakla sorumlu olduğu toplam alan 322007 hektardır.

İncelenen DSİ İzmir ve Aydın bölgelerindeki beş yıllık dönem için ortalama olarak hesaplanan göstergeler en düşük, ortalama ve en yüksek olmak üzere sırasıyla ÇSO; %14.9-19.6-22.0, FSAO; %76.9-78.3-80.0, SO; %55.0-58.7-65.1, ŞSO; %61.4-66.6-77.0, BYAO; %91.3-92.4-94.3 ve SnAO ise %20.0-21.7-23.1 oranlarında gerçekleştiği hesaplanmıştır.

Türkiye genelindeki DSİ'ce geliştirilen sulama tesislerinde değerlendirilmesi yapılan yıllarda (2006-2010) SnAO ortalama %37.8 civarında gerçekleşirken incelemesi yapılan 2 bölgenin bu dönemde ortalama %21.7 olarak Türkiye genelinden düşük oranda gerçekleştiği buna karşın diğer 5 göstergede de adı geçen iki bölgedeki oranların Türkiye geneli ortalamalarından yüksek çıktığı (ÇSO; %6.0<%19.6, FSAO; %63.1<%78.3, SO; %56.8<%58.7, ŞSO; %62.5<%66.6.0 ve BYAO; %81.7<92.4) tespit edilmiştir.

Bu iki bölgenin Türkiye ortalamalarıyla karşılaştırıldığında sadece ÇSO'nında dezavantajlı olduğu buna karşın diğer 5 göstergede avantajlı olduğu söylenebilir. Bu iki bölgedeki çiftçilerin, sulama suyu ücretlerinin yüksek oluşundan ve/veya şebekeye güvenmemesinden kaynaklı olarak şebekeden faydalanmak yerine kendi imkanları ile (kuyusundan, komşusunun kuyusundan, drenaj kanalından, yakın akarsudan vb.) sulama yaptığı düşünülmektedir. Burada bulunan su kullanıcı teşkilat yöneticilerinin bu durumu analiz edip sulama suyu

ücretlerinin düşürülmesi, çiftçinin istediği zaman istediği miktar ve süreyle su temininin sağlanması gibi çözümler üreterek bu oranı minimum düzeye indirmesi bölgedeki yeraltı su kaynaklarının ve sulu tarımın sürdürülebilirliği bakımından oldukça önemlidir. Bu konuda alınacak önlemler, başta sulama oranı olmak üzere diğer tarımsal etkinlik göstergelerini de olumlu yönde etkileyecek ve çok büyük yatırımlar yapılarak geliştirilen sulama projelerinden beklenen fayda sağlanabilecektir.

İncelemesi yapılan beş yıllık dönemde iki bölgede, devredilen sulama şebekelerinin sulamakla sorumlu oldukları alanın ortalama %14.1'i kuru tarım, %1.8'i nadas olarak değerlendirilmiş ve %5.8'i boş bırakılmıştır. Dolayısıyla sulamaya açılmış alanların ortalama %21.7'sinde sulu tarım yapılmamıştır.


Sulanmayan alanların sulanmama nedenleri sırasıyla %25.2 ile 7YYOL, %23.7 ile 9SOSEKO, %12.7 ile 10DGR, %12.3 ile 6TOPY, %8.5 ile 1SKY, %8.3 ile 2STY, %7.2 ile 8NAD, %1.4 ile 5BOY, %0.5 ile 4TUSOD ve %0.2 ile de 3TSY olarak hesaplanmıştır.

Özetlemek gerekirse bu iki bölgede en önemli sulanmama nedenlerinin ise yağışların yeterli görülmesi/su talebinin olmaması ile sosyal ve ekonomik nedenlerdir. Yağışların yeterli görülmesinin/su talebinin olmaması genellikle hububat gibi kuru tarım yapılan bitki çeşitlerinin çiftçi tarafından tercih edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumu ortadan kaldırabilmek ve çiftçinin sulu tarımı tercih etmesini sağlamak için pazar değeri yüksek olan sulu tarıma dayalı bitki yetiştiriciliğini özendirerek gerek tarımsal eğitim programlarının düzenlenmesi, gerek bu bitkilere devlet teşviklerinin verilmesi ve gerekse su kullanıcı teşkilat yönetimlerinin bu bitkilerin yetiştirildiği alanlarda sulama suyu ücretlerinde indirim gibi cezbedici, teşvik edici politikaların geliştirilmesi alınacak önlemler olarak düşünülmelidir. Ayrıca sosyal ve ekonomik nedenlerden dolayı sulu tarımın tercih edilmediği yerlerde başta kooperatifçilik olmak üzere çeşitli çiftçi organizasyonlarının kurulmasını ve/veya var olanların geliştirilmesini destekleyen devlet politikalarının geliştirilmesi etkili önlemler olacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Melek YİĞEN  <https://orcid.org/0000-0002-0675-8440>



Murat TEKİNER  <https://orcid.org/0000-0002-4624-8496>

KAYNAKLAR

- Anonim, 2007. 2006 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2008. 2007 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2009. 2008 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2010. 2009 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2011. 2010 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2018. 2017 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Destek Hizmetleri Daire Bşk. Ankara.
- Anonim, 2021. Tarımsal Sulama Grubu Çalışma Belgesi 1. Su Şurası. Tarım ve Orman Bakanlığı. Ankara.
- Anonim, 2023. DSİ 2023 Yılı Faaliyet Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Daire Bşk. Ankara.
- Bos, M.G., Burton, M. A., Molden, D. J. 2005. Irrigation and Drainage Performance Assessment. Practical Guidelines. CABI.
- Çimenci, F., Değirmenci, H., 2016. DSİ Tarafından devredilen sulama projelerinde sulanmayan alanlar ve nedenleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 30(2): 11-22.
- DSİ. 2024a. Görev Alanı ve Tarihçe. DSİ 2. Bölge Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://bolge02.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/858> (24.04.2024).
- DSİ. 2024b. Görev Alanı ve Tarihçe. DSİ 21. Bölge Müdürlüğü. Erişim adres: <https://bolge21.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1135> (24.04.2024).

- DSİ. 2024c. Bölgelerimiz. DSİ Genel Müdürlüğü. Erişim adres: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/717> (30.06.2024).
- FAO, 2020. Aquastat. Percentage Area Irrigation Actually Irrigated <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>, (24.07.2020).
- Gümüş, M. İ., Tekiner, M. 2023. Bazı DSİ bölgelerindeki sulama oranları ve sulanmayan alanların sulanmama nedenleri. ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.). 11(1): 87-95.
- Tekiner, M. 2020. Pompajla su temin eden bazı sulama birliklerinin sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi.7(4): 1087-1097.
- Tekiner, M. 2023. Türkiye’de Uygulanan Tarımsal Su Kullanım Hizmet Bedeli Algoritmaları ve Tarifelerinin Değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 10(3), 681-691.
- Tekiner, M. ve Aktürk, D. 2023. Sulamaya başlayan bitkilerin sulu tarım faaliyetleri sonucunda bitkisel üretim kazancı elde edilen kayıpların değerlendirilmesi: DSİ 25. Bölge Müdürlüğü Örneği. Türk Tarım-Gıda Bil. ve Tek. D., 11 (1), 65-73.

Taenia saginata Üzerine Bir Bibliyometrik Analiz

Hakan SERİN^{1*} , Muslu Kazım KÖREZ² 

¹Selcuk University, Faculty of Veterinary, Department of Biostatistics, Konya, Türkiye

²Selcuk University, Faculty of Medicine, Department of Biostatistics, Konya, Türkiye

*Sorumlu Yazar: hakan.461995@gmail.com

Geliş Tarihi: 20.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 25.06.2024 Kabul Tarihi: 26.06.2024

ÖZ

Taenia saginata (*T. saginata*), insanlarda taeniasis ve sığırlarda sistiserkoza neden olan küresel dağılıma sahip zoonotik bir helmittir. Günümüzde *T. saginata* insanlar için sağlık riskleri oluşturmakta ve hayvancılık sektöründe ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu çalışma, *T. saginata* 'nın bilim camiasındaki tanımı ve bu alanda yapılan çalışmaların evrimini bibliyometrik analiz yoluyla keşfetmeyi amaçlamıştır. *T. saginata* ile ilgili literatür taraması için Web of Science veri tabanı kullanılmıştır. Web of Science veri tabanında 1980–2024 yıllarında yayınlanan tüm İngilizce araştırma makaleleri tespit edilmiştir. Veriler, R programlama dilinin “Bibliometrix” paketi ve VOSviewer kullanılarak analiz edilmiştir. Toplam 168 dergide yayınlanan 491 çalışma ile yürütülen araştırmada *T. saginata* için en etkili yazarlar, ülkeler ve enstitülerin yanı sıra en sık kullanılan anahtar kelimeler belirlendi. Veterinary Parasitology 32 makale ve 1017 atıf ile alanda en etkili dergi olarak belirlendi. En üretken ülke İngiltere olurken, Japonya en yüksek Çok Ülkeli Yayın oranına sahip oldu. En etkili yazarlar Leslie Jayne Stevenson Harrison, Akira Ito ve Pierre Dorny olmuştur. En sık kullanılan yazar anahtar kelimeleri “*Taenia saginata*”, “*Taenia solium*” ve “*Cysticercosis*” olmuştur. Bu bibliyometrik çalışma, alandaki ilerlemeler ve araştırma işbirlikleri de dahil olmak üzere *T. saginata* araştırmalarına genel bir bakış sunmaktadır. Taeniasis, özellikle Afrika kıtası başta olmak üzere az gelişmiş ülkelerde önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Bu bölgelerdeki taeniasis salgınlarının kontrol ve eradikasyonuna öncelik verilmeli ve göç yoluyla diğer ülkeleri etkileme potansiyeli göz önüne alındığında, gelişmiş ülkelerdeki araştırma kurumları az gelişmiş ülkelerle ortak projeler başlatıp bu projelere finansal destek sağlamalıdır.

Anahtar kelimeler: Bibliyometrik, *Cysticercus bovis*, *Cysticercosis*, *Taenia saginata*

A Bibliometric Analysis on Taenia Saginata

ABSTRACT

Taenia saginata (*T. saginata*), is a zoonotic helminth with a global distribution that causes taeniasis in humans and cysticercosis in cattle. Currently, *Taenia saginata* poses health risks to humans and causes economic losses in the livestock sector. The aim of this study is to explore the definition of *T. saginata* in the scientific community and the evolution of studies in this field through bibliometric analysis. The Web of Science database was used to search the literature on *Taenia saginata*. All English research articles published in the Web of Science database between 1980 and 2024 were identified. The data were analyzed using the “Bibliometrix” package of R programming language and VOSviewer. In the research conducted with 491 studies published in 168 journals, the most influential authors, countries and institutes as well as the most frequently used keywords for *T. saginata* were identified. Veterinary Parasitology was identified as the most influential journal in the field with 32 articles and 1017 citations. The most productive country was England, while Japan had the highest Multiple Country Publication rate. The most influential authors were Leslie Jayne Stevenson Harrison, Akira Ito, and Pierre Dorny. The most frequently used author keywords were “*Taenia saginata*”, “*Taenia solium*”, and “*Cysticercosis*”. This bibliometric study presents an overview of *Taenia saginata* research,

including advancements and research collaborations in the field. Taeniasis remains a major problem in underdeveloped countries, particularly on the African continent. Control and eradication of taeniasis outbreaks in these regions should be prioritised, and given the potential for other countries to be affected by migration, research institutions in developed countries should initiate and fund joint projects with less developed countries.

Key words: *Bibliometric*, *Cysticercus bovis*, *Cysticercosis*, *Taenia Saginata*

INTRODUCTION

Taenia saginata (*T. saginata*) is a helminth in the family Taeniidae. The adult *T. saginata* typically measures between 4 and 12 meters in length. This parasite comprises three main parts: the scolex, neck, and proglottid (segment). *T. saginata* is a dangerous parasite that can cause taeniasis in humans and cysticercosis in cattle (Torgerson, 2013). The primary intermediate host of *T. saginata* is cattle, while humans serve as the definitive host. Taeniasis, a zoonotic infection, is transmitted to humans by consuming raw or undercooked beef infected with cysticerci. The cycle perpetuates as cattle ingest proglottids through contaminated pasture and feed, which are disseminated in the feces of infected humans (Cabaret et al., 2002; Symeonidou et al., 2018). After being ingested by the intermediate host, the eggs of the parasite cross the intestinal wall and enter the bloodstream, eventually reaching the heart muscle. From there, they circulate through the larger bloodstream and can settle in various parts of the body, typically in the connective tissue surrounding the striated muscles. Here, the parasite undergoes transformation into cysticerci, known as *Cysticercus bovis*, and becomes infective after approximately 10 weeks. Cysticerci present in the striated muscles begin to calcify within a few months (Dorny and Praet, 2007). Taeniasis can lead to various symptoms including abdominal pain, diarrhea, weight loss, and anal itching. In some cases, it was reported to cause serious health issues like intestinal obstruction, perforation, and peritonitis (Dermauw et al., 2018). Diagnosis of *T. saginata* infection can be performed during routine meat inspection by making incisions in the connective tissues of striated muscles, including the masticatory muscles, heart, tongue, chest, and diaphragm, where *Cysticercus bovis* is commonly found (World Health Organization, 2005). However, it's important to note that meat inspection can only detect infected cattle with cysticerci. Previous studies reported that meat inspection has a misdiagnosis rate of approximately 50% (Dorny et al., 2000; Jansen et al., 2017). Consequently, the use of serological diagnostic tools such as ELISA, which detects antigens or antibodies, is recommended for the detection of *T. saginata* (Wanzala, 2002). Depending on the number of cysticerci present, it is recommended that the carcass be either destroyed or frozen (for at least 10 days at -18 °C) before consumption. However, it should be noted that exposure of meat to freezing can lead to a reduction in its economic value (Jansen et al., 2018). Since diagnosing cysticercosis in live animals is challenging, treatment options are limited. However, antihelminthic drugs such as albendazole, mebendazole, and praziquantel can be effective against cysticercosis in cattle (Tegegne et al., 2018). *Taenia saginata* has the potential to pose a problem in any country where beef consumption is prevalent. Taeniasis has been reported to have a high prevalence in African countries such as Kenya, Ethiopia, Zambia, South Africa, Zimbabwe, and Sudan ((Hendrickx et al., 2019).

Bibliometric analysis refers to the application of mathematical and statistical methods to analyze outputs from a database related to a specific research area (Yu et al., 2020). Bibliometric analysis is a practical method for revealing the evolution of researchers, institutes, journals, countries, and research topics over time (Donthu et al., 2020). A literature survey showed that bibliometric analysis is increasingly utilized to uncover the social and intellectual structure of the field of animal diseases of parasitic origin, like in many disciplines in medicine and veterinary medicine. Mesdaghinia et al. (2015) conducted a bibliometric analysis to examine studies on risk assessment of the *Cryptosporidium* pathogen in water. Their findings suggest that the number of publications in this field is likely to decrease in the coming years. Using bibliometric analysis, Altun et al. (2023) analyzed the research status of *Dicrocoelium dendriticum*, a zoonotic trematode, worldwide. This study aims to evaluate research elements and collaborations in the field within the framework of specific metrics to determine the contribution of worldwide studies on *T. saginata* to the literature. The results of this study will provide researchers in parasitology or other related disciplines with a general framework of the field and the opportunity to quickly analyze the subject matter.

MATERIALS AND METHODS

Research methods

Bibliometric analysis is a tool for revealing and interpreting the literature in a particular research area. In this regard, bibliometric analysis should be regarded as a tool rather than the purpose of a study. Furthermore, researchers should have sufficient knowledge and experience with the relevant literature before deciding to conduct a bibliometric analysis (Öztürk and Gürler, 2021). Performance analysis metrics such as h-index, g-index, m-index, total number of articles, total number of citations, Journal Impact Factor (JIF), JIF quartile indicators, and collaboration percentages were utilized in this study. Additionally, bibliometric laws such as Lotka's and Bradford's Laws were employed for evaluating the data.

Data sources and statistical analysis

Clarivate Analytics' database Web of Science (WoS) was utilized to identify research trends on *T. saginata*, an important parasite in animal and human health. WoS has a large network of journals in the health field and publishes studies that comply with publication ethics (Merigó and Yang, 2017). A search was performed on 18 February 2024 on the WoS database for the terms “*TAENIA SAGINATA*” or “*CYSTITERCUS BOVIS*” with the “All fields” option marked. This search resulted in 777 studies in the fields of Medicine and Veterinary Sciences. After limiting the results to document type (Research Article) and language (English), a total of 572 articles were listed. Out of the 572 articles obtained as a result of filtering, a further examination revealed that 81 studies did not reflect the topic or were on other *Taenia* species. Finally, the bibliographic dataset comprised 491 research articles (Figure 1).

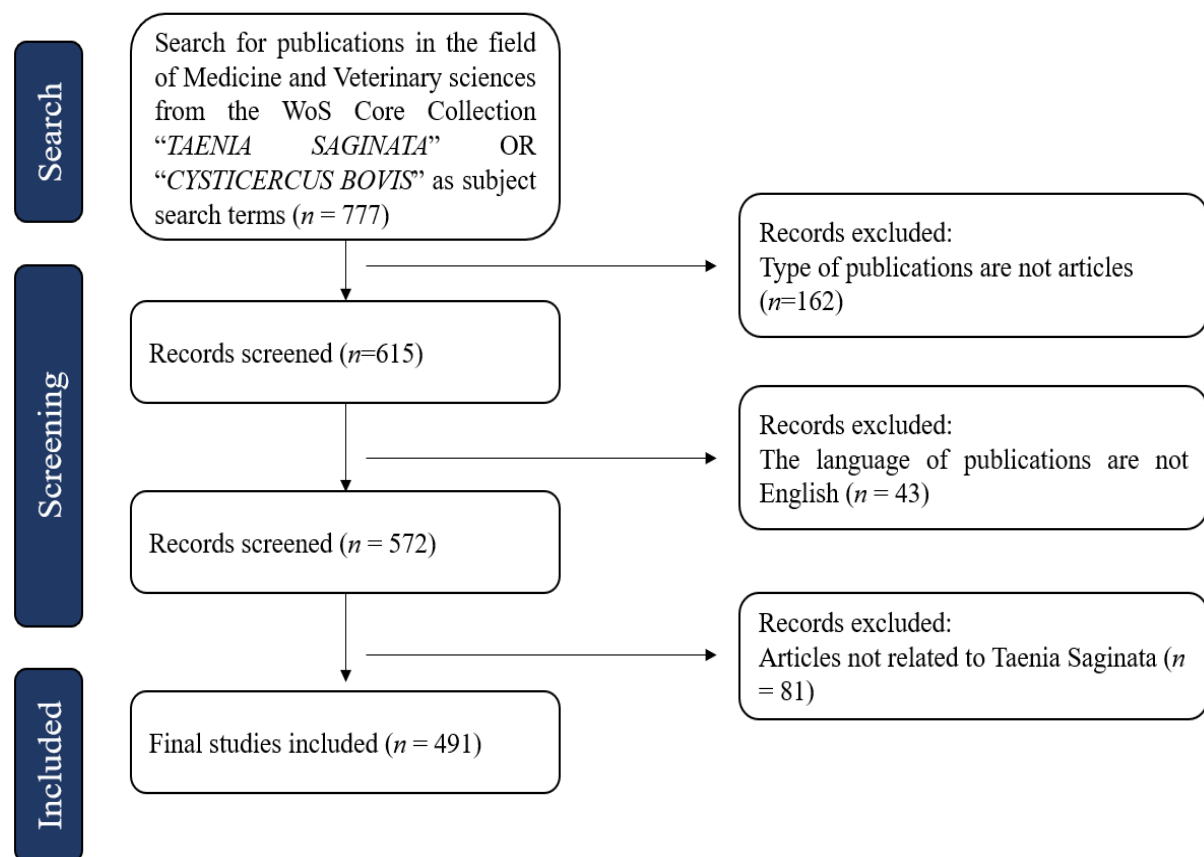


Figure 1. The publication selection procedures for the bibliometric analysis.

For data analysis and visualization purposes, the “Bibliometrix” package of R programming language and VOSviewer, a widely used software in bibliometric analyses, were used (Aria and Cuccurullo, 2017; Van Eck and Waltman, 2017). The performance analysis including the most frequent keywords, authors, countries, and journals in the examined field was conducted using the Bibliometrix package. Science mapping was done using Bibliometrix and VOSviewer.

RESULTS

General publication trends

According to the bibliometric data statistics, the studies included in the analysis were published in 168 different journals between 1980 and 2024. A total of 491 research papers on *T. saginata* have been published over a 44-year period. The total number of authors is 1718 and the number of single-authored studies is 38. The number of citations per article was 18.39 and the total number of references was 9775. The bibliometric data included 851 keywords plus and 880 author keywords. According to the author collaboration statistics, the mean article count per author was 0.28, the number of authors per article was 3.49, the number of co-authors per article was 5.02, the international co-authorship rate was 34.22%, and the collaboration index was 3.71. The number of authors who contributed to these studies was 1718, and their names were mentioned 2464 times. The author footprint index was found to be 0.31. A great portion of the studies (%92.26) were multi-authored articles (see Table 1).

Table 1. Main statistics on *T. saginata*

Description	Results
Main Information About Data	
Timespan	1980:2024
Sources (journals, books, etc.)	168
Documents	491
Annual growth rate (%)	-5.3
Average document age	17.9
Average citations per doc	18.39
References	9775
Document Types	
Article	456
Article; early access	17
Article; proceedings paper	18
Document Contents	
Keywords Plus (ID)	851
Author's Keywords (DE)	880
Authors	
Authors	1718
Author appearances	2464
Authors of single-authored documents	34
Authors of multi-authored documents	1684
Authors Collaboration	
Single-authored articles	38
Multi-authored articles	453
Authors per article	3.49
Articles per author	0.28
Co-Authors per article	5.02
Collaboration index	3.71
Author footprint index	0.31
International co-authorships %	34.22

The variation in the number of articles on *T. saginata* by time revealed that the article count followed a fluctuating pattern between 1980-2024. The overall growth rate during this period was -5.3%. While the number of publications was above the average (11.13) between 2006 and 2022, it showed a decreasing trend in 2023. In 2023, the number of articles on this topic was 6. As of February 2024, 1 study has been published (Figure 2).

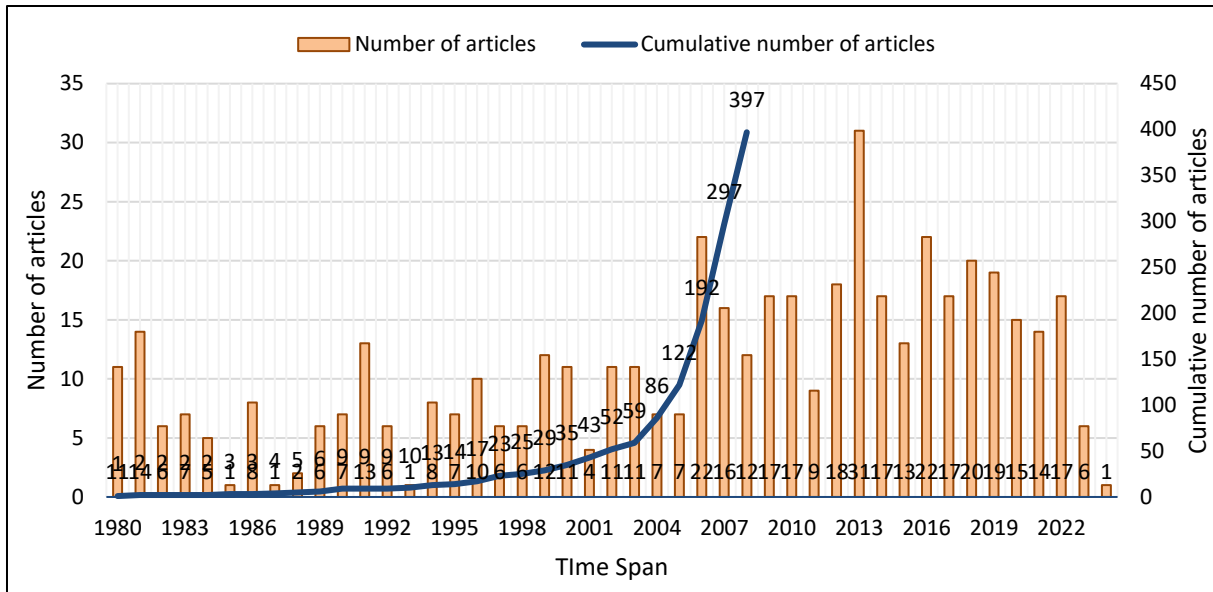


Figure 2. Annual scientific production on *T. saginata*

According to the relationships between the top 20 most influential sources (SO), “authors (AU)”, and “keywords (DE)” illustrated in Figure 3, the journals *Parasitology* and *Veterinary Parasitology* were identified as the most influential sources in this field. On the other hand, Leslie Jayne Stevenson Harrison, Pierre Dorny and Akira Ito were identified as the most influential authors. Additionally, “*taenia saginata*”, “*taenia solium*”, and “*cyticercois*” were the most frequently used keywords.

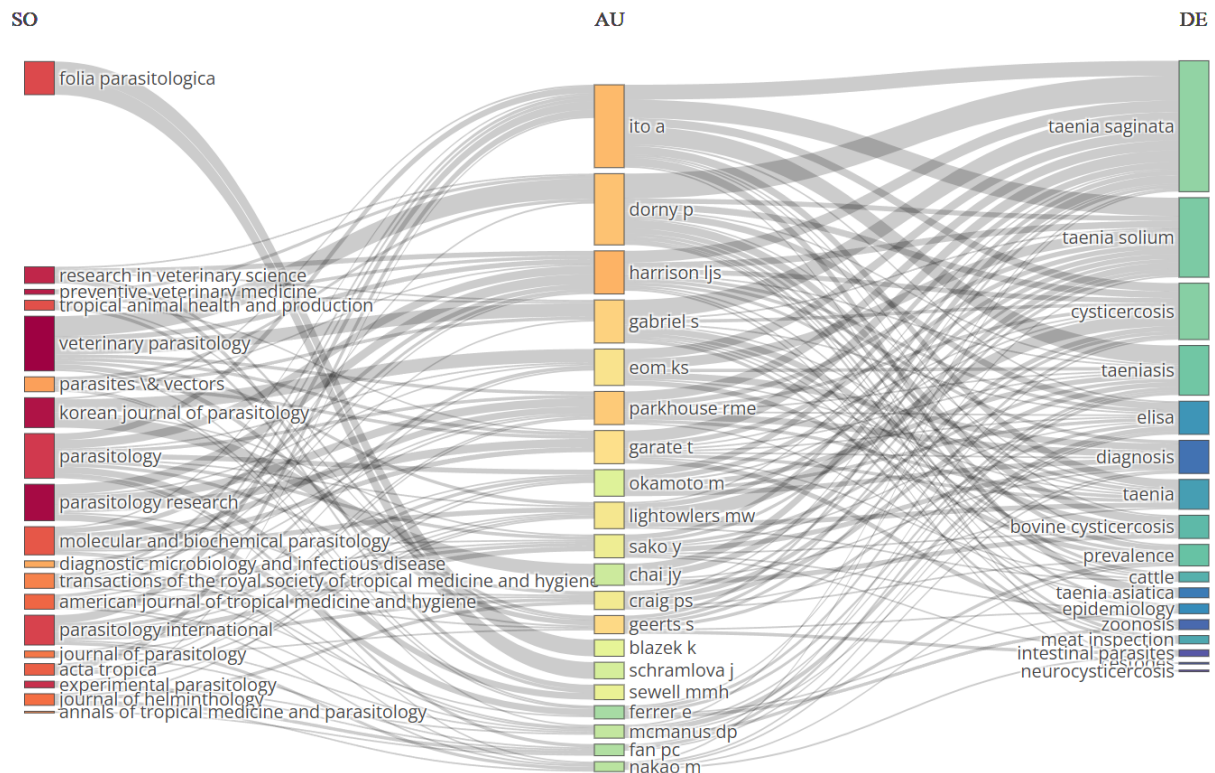


Figure 3. Three-area graph for the top 20 most influential sources (SO), authors (AU), and keywords (DE) on *T. saginata*

Most active journals

Using Bradford’s law, *Veterinary Parasitology*, *Parasitology Research*, and *Preventive Veterinary Medicine* were identified as the top 3 journals with the potential to be a source for the field. Based on the scientific metrics, the top 2 journals were *Veterinary Parasitology* and *Parasitology Research*, respectively. According to its aims

and scope, *Veterinary Parasitology* focuses on high-quality research on the prevention, pathology, treatment, epidemiology, and control of parasitic diseases important for human and animal health. The *T. saginata* papers in the journal focus on its epidemiology, challenges in the meat industry, and its life cycle. *Parasitology Research*, on the other hand, addresses the diagnosis, treatment, and control of parasitic diseases that are significant in human health. The studies on *T. saginata* in *Parasitology Research* were primarily about molecular and histochemical diagnostic research, case reports, and environmental resistance. The international collaboration of the journals was about 30% and primarily between European journals (Table 2).

Table 2. The *h*-index, *g*-index, *m*-index, and other scientific indices of the top 10 journals

Source	<i>h</i> index	<i>g</i> index	<i>m</i> index	TC	NP	CI	IC (%)	JIF	JIF Quartile	Country
Veterinary Parasitology	17	31	0.386	1017	32	31.78	32.74	2.6	Q1	Netherlands
Parasitology Research	13	19	0.361	410	28	14.64	38.96	2	Q3	Germany
Parasitology International	12	14	0.632	445	14	31.79	37.03	1.9	Q3	Japan
Experimental Parasitology	10	14	0.294	356	14	25.43	24.96	2.1	Q3	USA
Parasitology	10	14	0.227	475	14	33.93	41	2.4	Q2	England
Preventive Veterinary Medicine	10	15	0.333	247	17	14.53	40.82	2.6	Q1	Netherlands
Research in Veterinary Science	9	15	0.2	245	15	16.33	28.27	2.4	Q1	England
Acta Tropica	8	9	0.348	123	9	13.67	39.89	2.7	Q2	Netherlands
Molecular and Biochemical Parasitology	8	10	0.235	338	10	33.80	34.07	1.5	Q3	Netherlands
Journal of Helminthology	7	9	0.206	202	9	22.44	34.34	1.2	Q2	England

NP: Number of Publications, TC: Total Citations, CI: Citation Impact, IC: International Collaborations, JIF: Journal Impact Factor

Analysis of prolific authors

Considering the articles on *T. saginata*, the scientific metrics of the top 10 most influential authors regarding their scientific productivity are shown in Table 3. According to the *h*-index, *g*-index, and *m*-index scores, total publication, and citation counts, the top 3 most influential authors were Leslie Jayne Stevenson Harrison (England), Akira Ito (Japan), and Pierre Dorny (Belgium), respectively. The researchers displayed a high international collaboration (average 81.88%). Lotka's law suggests that in a given field, approximately 60% of authors contribute only one article, 15% contribute two articles, and 7% contribute three articles (Sudhier, 2013). In the field of *T. saginata*, 83.9% of the authors contributed to this topic with one publication, 8.8% with two publications, and 2.7% with three publications. Accordingly, this publication distribution was found not to comply with Lotka's law. In terms of Lotka's law, while the number of single-author articles is higher than the anticipated value, the number of articles with two and three authors was lower. The main reasons for these results are suggested to be the declining trend of the annual publication count, which had been high until 2019, and the fluctuating pattern of overall publications. Besides, according to Lotka's law, authors with more than 4 publications can be considered core authors in the field.

Table 3. The *h*-index, *g*-index, *m*-index, and other scientific indices of the top 10 authors

Author	<i>h</i> index	<i>g</i> index	<i>m</i> index	TC	NP	CI	IC(%)	Country
Harrison, Leslie Jayne Stevenson	17	26	0.378	753	33	22.82	88.9	England
Ito, Akira	16	29	0.571	870	29	30.00	80.6	Japan
Dorny, Pierre	15	22	0.6	867	22	39.41	91.2	Belgium
Parkhouse, Robert Michael Evans	13	21	0.317	513	21	24.43	93.3	Portugal
Gárate, Terésa	12	16	0.414	260	16	16.25	69.7	Spain
Lightowlers, Marshall W.	12	12	0.4	535	12	44.58	79.1	Australia
Craig, Phillip Simon	11	11	0.244	626	11	56.91	90.6	England
Eom, Keeseon S.	11	14	0.393	406	14	29.00	57.3	South Korea
Sako, Yasuhito	10	11	0.4	429	11	39.00	75.8	Japan
Gabriël, Sarah	9	18	0.391	477	18	26.50	92.3	Belgium

NP: Number of Publications, TC: Total Citations, CI: Citation Impact, IC: International Collaborations

To visually represent the collaboration between the most influential authors, co-authorship analysis identified authors with at least 2 articles and 2 citations on *T. saginata*. A total of 288 authors formed 9 clusters with 495 links. The top three authors with the highest co-authorship interactions were Akira Ito, Leslie Jayne Stevenson Harrison, and Robert Michael Evans Parkhouse (Figure 4).

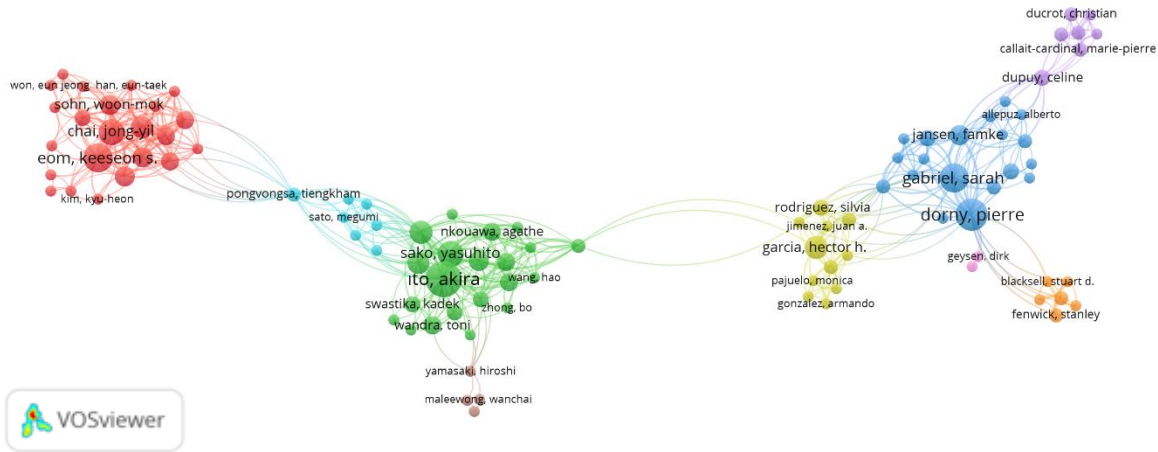


Figure 4. Co-authorship Map

Contribution of institutes

A total of 643 institutes related to the authors were identified. The high number of institutes relative to the article count indicates a high collaboration rate in the field. The top 3 institutes with the highest number of publications in the examined field were the Institute of Tropical Medicine in Antwerp (Belgium), the University of Edinburgh (Scotland), and the University of Melbourne (Australia). Regarding international collaborations, the only institute with an international collaboration rate below 20% was Asahikawa Medical College (Japan) (Table 4).

Table 4. The *h*-index and other scientific indices of the top 10 affiliations

Affiliation	Articles	IC (%)	Country
Institute of Tropical Medicine in Antwerp	50	84.86	Belgium
University of Edinburgh	50	58.98	Scotland
University of Melbourne	34	53.97	Australia
Chungbuk National University	31	28.73	South Korea
Ghent University	28	66.43	Belgium
Instituto de Salud Carlos III	25	48.21	Spain
Universidad Peruana Cayetano Heredia	24	79.32	Peru
Universidad Nacional Autonoma de Mexico	22	43.34	Mexico
Asahikawa Medical College	21	18.41	Japan
Seoul National University	19	30.22	South Korea

IC: International Collaborations

Contribution of countries

Publication and citation counts, as well as other scientific metrics regarding research on *T. saginata*, are listed in Table 5. In the dataset, the top 3 countries with the highest publication counts were England, Brazil, and Australia. The fact that the top 3 countries are from different continents highlights the potential of *T. saginata* to cause a problem on a global scale. In terms of citation impact, Australia had the highest CI value among the countries studied. The analysis of Multiple Country Publication (MCP) data revealed that only two countries, England and Japan, surpassed an MCP rate of 50%. These countries have demonstrated high international cooperation on *T. saginata*. Remarkably, nearly all publications from Brazil were conducted domestically.

Additionally, diagnosing cysticercosis during meat inspection in slaughterhouses is not always feasible, and the infection can be transmitted to developed countries through migration, particularly from African countries (Fabiani and Bruschi, 2013). This is why *T. saginata* remains a prominent research topic in the academic community. The analysis of the number of studies on *T. saginata* over time revealed that the number of studies was higher in 2006 – 2022 compared to previous periods. The rise in human cysticercosis cases in Europe during this period has significantly contributed to the increase in the number of studies on this subject (Laranjo-González et al., 2017).

This bibliometric analysis showed that the top three countries with the highest scientific productivity were England, Brazil, and Australia. Besides, Australia (1331) and England (1140), as the countries with the highest citation counts, serve as significant sources of research in the field. Furthermore, these three countries were found to be in the same cluster for multi-country collaboration network analysis. Regional outbreaks of cysticercosis can occur in the UK. Studies in the UK are mostly cross-sectional and experimental. In Australia, there has been a notable decrease in health issues related to *Cysticercus bovis* in recent years. However, it was highlighted that outbreaks may still occur due to several factors such as migration and carelessness. Therefore, the spread of the disease through human activity is mitigated by establishing sewage farms. Moreover, the National Livestock Identification Plan procedures are also implemented (Kiermeier et al., 2019). One of the noteworthy findings of this study is that Ethiopia is ranked among the top 10 most influential countries. Studies have presented regionally varying levels of taeniosis cases in Ethiopia, which are believed to stem from the consumption of raw meat by rural communities in certain regions such as Jimma, Borena, Arsi, and Bale regions, as well as in the southeastern and northeastern regions of the country, due to cultural and religious practices. Besides, potential carriers contaminating grazing areas in the region serve as another contributing factor ((Abunna, 2013; Jorga et al, 2020).

Regarding the institutions supporting studies in this field, the Institute of Tropical Medicine in Antwerp (Belgium) was identified as the primary publisher and the most cited organization. Furthermore, Belgium exhibited the highest level of international collaboration within its cluster in the collaboration network analysis. Given the significant economic impact of insurance costs associated with taeniosis caused by *T. saginata*, research organizations in Belgium are actively providing financial support for studies in this area (Jansen et al., 2018). To enhance epidemiological studies of *T. saginata* like Belgium, other countries should support institutions engaged in prevalence studies and encourage collaborations with underdeveloped countries.

The results of this bibliometric analysis indicate that researchers tend to prefer open-access publishing for research on *T. saginata*. However, it should be noted that authors who are unable to cover the open-access fees of popular journals in the field may face limitations in disseminating their work as widely as authors who can afford open-access publishing. Following the recognition of *T. saginata* as an endemic issue worldwide, some authors have placed increased importance on this topic and have consequently become influential researchers. The most influential authors in this field were identified as Leslie Jayne Stevenson Harrison and Akira Ito. Leslie Jayne Stevenson Harrison conducted studies on various topics, including molecular cloning and genetic research, diagnostic studies employing ELISA and PCR techniques, as well as DNA immunization (Ferrer et al., 2012). She has also conducted risk factor and prevalence studies in countries such as South Africa, Venezuela, and Kenya (Tsetetsi-Khambule et al., 2018). On the other hand, Akira Ito has published reports on a variety of topics including genetic and morphological characterization of *T. saginata*, nuclear and mitochondrial gene sequences, and preparation of immunodiagnostic antigens for *cysticercosis*. Moreover, Akira Ito has collaborated with researchers from many countries, including Thailand, Mongolia, Senegal, China, Indonesia, Romania, Cameroon, Madagascar, and France.

Veterinary Parasitology and *Parasitology Research* journals were found to have an increasing impact on *T. saginata*. For journals from Asia and Africa to support studies in the field, they need to establish national research pools and ensure they are indexed in international databases such as WoS, Scopus, and PubMed.

CONCLUSION

T. saginata is a dangerous parasite with implications for both human and animal health, as well as the meat industry (Uysal and Dokur, 2017). Accordingly, the study investigated the trends in the annual number of studies on *T. saginata* over a 44-year period, as well as the most influential authors, countries, institutes, and journals using the WoS database. The results indicate that countries such as Belgium and England, which allocate significant funding to research organizations, were influential in molecular, genetic, and cloning research. On the other hand, in countries such as Kenya, South Africa, and Ethiopia, where adequate preventive measures against *T. saginata* are lacking, studies primarily focus on parasite control and management. Some authors, particularly Leslie Jayne Stevenson Harrison, Akira Ito, and Pierre Dorny have

become core authors with their contributions to the field and have expanded their own and their countries' international collaboration network through their collaborative studies with other countries.

The most significant deficiency identified in the field is the insufficient data pool of countries for prevalence studies. The main reason for this situation is believed to be that some countries perceive *T. saginata* as a negligible risk and therefore do not allocate sufficient financial and organizational support for research in this field. Consequently, there is a need for enhanced inspections and record-keeping practices, particularly within meat industries. Additionally, it would be beneficial for developed countries to increase cooperation with underdeveloped countries in Asia and Africa.


Limitations


This bibliometric analysis offers a comprehensive and in-depth assessment of global research on *T. saginata*, covering animal and human health over a 44-year period. This study is considered a valuable source for future research on the worldwide health and economic impacts of *T. saginata*. Although this study objectively presents the research topic, it has some limitations. The primary limitations include the exclusion of studies found in databases other than WoS and the inclusion of only English studies in the analysis.

Conflict of Interest Statement: The authors declare no conflict of interest.

Authors' Contribution Statements: The contribution of the authors is equal.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Hakan SERİN  <https://orcid.org/0000-0002-1290-4547>

Muslu Kazım KÖREZ  <https://orcid.org/0000-0001-9524-6115>

REFERENCES

- Abunna, F. (2013). Prevalence, organ distribution, viability and socioeconomic implication of bovine cysticercosis/teniasis, Ethiopia. *Rev Elev Med Vet Pays Trop.* 66: 25-30.
- Altun, S.K., Barlik, F., Aydemir, M.E. and Alkan, S. (2023). A Bibliometric Analysis on *Dicrocoelium dendriticum*. *Iranian Journal of Parasitology.* 18(2): 193.
- Aria, M. and Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics.* 11(4): 959-975.
- Braae, U.C., Thomas, L.F., Robertson, L.J., Dermauw, V., Dorny, P., Willingham, A.L. and Devleeschauwer, B. (2018). Epidemiology of *Taenia saginata* taeniosis/cysticercosis: a systematic review of the distribution in the Americas. *Parasites & Vectors.* 11(1): 1-12.
- Cabaret, J., Geerts, S., Madeline, M., Ballandonne, C. and Barbier, D. (2002). The use of urban sewage sludge on pastures: the cysticercosis threat. *Veterinary Research.* 33(5): 575-597.
- Dermauw, V., Dorny, P., Braae, U.C., Devleeschauwer, B., Robertson, L.J., Saratsis, A. and Thomas, L.F. (2018). Epidemiology of *Taenia saginata* taeniosis/cysticercosis: a systematic review of the distribution in southern and eastern Africa. *Parasites & Vectors.* 11(1): 1-12.
- Donthu, N., Kumar, S. and Pattnaik, D. (2020). Forty-five years of Journal of Business Research: A bibliometric analysis. *Journal of Business Research.* 109: 1-14.
- Dorny, P. and Praet, N. (2007). *Taenia saginata* in Europe. *Veterinary Parasitology.* 149(1-2): 22-24.
- Dorny, P., Vercammen, F., Brandt, J., Vansteenkiste, W., Berkvens, D. and Geerts, S. (2000). Sero-epidemiological study of *Taenia saginata* cysticercosis in Belgian cattle. *Veterinary parasitology.* 88(1-2): 43-49.
- Fabiani, S. and Bruschi, F. (2013). Neurocysticercosis in Europe: still a public health concern not only for imported cases. *Acta Tropica.* 128(1): 18-26.
- Ferrer, E., Sánchez, J., Milano, A., Alvarez, S., La Rosa, R., Lares, M., González, L.M., Cortéz, M.M., Dávila, I., Harrison, L.J., Parkhouse, R.M.E. and Gárate, T. (2012). Diagnostic epitope variability within *Taenia solium* 8 kDa antigen family: implications for cysticercosis immunodetection. *Experimental Parasitology.* 130(1): 78-85.

- Hendrickx, E., Thomas, L.F., Dorny, P., Bobić, B., Braae, U.C., Devleeschauwer, B., Eichenberger, R.M., Gabriël, S., Saratris, A., Torgerson, P.R., Robertson, L.J. and Dermauw, V. (2019). Epidemiology of *Taenia saginata* taeniosis/cysticercosis: a systematic review of the distribution in West and Central Africa. *Parasites & Vectors*. 12(1): 1-10.
- Jansen, F., Dorny, P., Berkvens, D., Van Hul, A., Van den Broeck, N., Makay, C., Praet, N., Eichenberger, R.M., Deplazes, P. and Gabriël, S. (2017). High prevalence of bovine cysticercosis found during evaluation of different post-mortem detection techniques in Belgian slaughterhouses. *Veterinary Parasitology*. 244: 1-6.
- Jansen, F., Dorny, P., Trevisan, C., Dermauw, V., Laranjo-González, M., Allepuz, A., Dupuz, C., Krit, M., Gabriël, S. and Devleeschauwer, B. (2018). Economic impact of bovine cysticercosis and taeniosis caused by *Taenia saginata* in Belgium. *Parasites & Vectors*. 11: 1-10.
- Jorga, E., Van Damme, I., Mideksa, B. and Gabriël, S. (2020). Identification of risk areas and practices for *Taenia saginata* taeniosis/cysticercosis in Ethiopia: a systematic review and meta-analysis. *Parasites & Vectors*. 13: 1-17.
- Kiermeier, A., Hamilton, D. and Pointon, A. (2019). Quantitative risk assessment for human *Taenia saginata* infection from consumption of Australian beef. *Microbial Risk Analysis*, 12: 1-10.
- Laranjo-González, M., Devleeschauwer, B., Gabriël, S., Dorny, P. and Allepuz, A. (2016). Epidemiology, impact and control of bovine cysticercosis in Europe: a systematic review. *Parasites & Vectors*, 9(1): 1-12.
- Laranjo-González, M., Devleeschauwer, B., Trevisan, C., Allepuz, A., Sotiraki, S., Abraham, A., . . . Correia da Costa, J. M. (2017). Epidemiology of taeniosis/cysticercosis in Europe, a systematic review: Western Europe. *Parasites & Vectors*. 10: 1-14.
- Merigó, J. M. and Yang, J.-B. (2017). A bibliometric analysis of operations research and management science. *Omega*. 73: 37-48.
- Mesdaghinia, A., Younesian, M., Nasser, S., Nodehi, R. N. and Mahdi, H. (2015). A bibliometric and trend analysis on the water-related risk assessment studies for *Cryptosporidium* pathogen. *Iranian Journal of Parasitology*. 10(3): 338.
- Öztürk, O. and Gürler, G. (2021). Bir literatür incelemesi aracı olarak bibliyometrik analiz. *Ankara: Nobel Yayınevi*.
- Sudhler, K.P. (2013). Lotka's law and pattern of author productivity in the area of physics research. *DESIDOC Journal of Library & Information Technology*. 33(6): 457-464.
- Symeonidou, I., Arsenopoulos, K., Tzilves, D., Soba, B., Gabriël, S. and Papadopoulos, E. (2018). Human taeniosis/cysticercosis: a potentially emerging parasitic disease in Europe. *Annals of Gastroenterology*. 31(4): 406.
- Tegegne, A., Hiko, A. and Elemo, K.K. (2018). Bovine cysticercosis and human taeniosis: animal-human health and economic approach with treatment trends in Kombolcha town, Wollo, Ethiopia. *Int J One Health*. 4: 15-21.
- Torgerson, P.R. (2013). One world health: socioeconomic burden and parasitic disease control priorities. *Veterinary Parasitology*. 195(3-4): 223-232.
- Tsotetsi-Khambule, A., Njiro, S., Katsande, T. and Harrison, L. (2018). Risk factors associated with taeniosis-cysticercosis in rural farming communities in Gauteng Province, South Africa. *Tropical Animal Health and Production*. 50: 1951-1955.
- Uysal, E. and Dokur, M. (2017). The helminths causing surgical or endoscopic abdominal intervention: A review article. *Iranian Journal of Parasitology*. 12(2):156.
- Van Eck, N. J. and Waltman, L. (2017). Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics*. 111: 1053-1070.
- Wanzala, W., Onyango-Abuje, J., Kang'ethe, E., Ochanda, H. and Harrison, L. (2002). Serodiagnosis of bovine cysticercosis by detecting live *Taenia saginata* cysts using a monoclonal antibody-based antigen-ELISA. *Journal of the South African Veterinary Association*. 73(4): 201-206.
- World Health Organization, W. (2005). *WHO/FAO/OIE guidelines for the surveillance, prevention and control of taeniosis/cysticercosis*: World Organisation for Animal Health.
- Yu, Y., Li, Y., Zhang, Z., Gu, Z., Zhong, H., Zha, Q., Yang, L., Zhu, C. and Chen, E. (2020). A bibliometric analysis using VOSviewer of publications on COVID-19. *Annals of Translational Medicine*. 8(13): 816.

Boyut Azaltılmış Temel Bileşenler ve Lasso Regresyonları Kullanılarak Spektral Veri Tabanlı Bazı Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Ufuk KARADAVUT¹, Ömer SÖZEN^{2*}, Volkan KARADAVUT³

¹Karabük Üniversitesi, Temel Bilimler Bölümü, Karabük

²Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Sivas

³Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mucur Meslek Yüksekokulu, Kırşehir

*Sorumlu Yazar: omers@sivas.edu.tr

Geliş Tarihi: 22.02.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.07.2024 Kabul Tarihi: 05.07.2024

ÖZ

Büyüme, gelişme ve farklılaşma canlıların hayatları boyunca sürekli olarak yaşadıkları fizyolojik değişimlerdir. Özellikle bitkilerde bu kendisini farklı şekil ve boyutlarda gösterebilmektedir. Ekolojik faktörler yaşanan fizyolojik değişimleri yönlendirebilmektedir. Bunun içinde ekolojik faktörlerin özellikle belirlenmesi ve etkilerinin incelenmesi gerekmektedir. Faktörlerin ve etkilerinin belirlenebilmesi için çok farklı yöntemler kullanılabilmektedir. Özellikle çok değişkenli istatistiksel yöntemler ile regresyon analizleri bu konuda bizlere yol gösterici olmakta ve çok değerli bilgiler verebilmektedirler. Bu çalışmada baklagil tarımı yapılan topraklardan alınan örneklerin spektral analiz yöntemi ile elde edilen verileri Boyut Azaltılmış Temel Bileşenler ve Lasso Regresyonları Kullanılarak özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kırşehir ilinde yürütülen bu çalışmada kil miktarı, organik madde miktarı, pH, fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyumun (Mg) miktarlarına bakılmıştır. Spektral verileri ise Vis-NIR ve XRF cihazları kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerden yararlanılarak verilerin modellenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerin tümü R project programında yapılmıştır. Elbow kuralı, temel hata kareler ortalamasını (RMSE) en aza indirmek için kullanılmıştır. Sonuç olarak spektral analiz sonuçlarının kullanılmasının kişiye bağlılığı azaltılabileceği gibi ciddi tasarruf sağlayabilecek nitelikte bulunmuştur. Ancak bu konuda çok daha fazla çalışmanın yapılması ileriye yönelik olarak yapılacak çalışmalarda hata payının azaltılmasına katkı sağlayabilecektir.

Anahtar kelimeler: Spektral analiz, temel bileşenler analizi, lasso regresyon toprak özellikleri, besin maddeleri.

As Spectral Database-Based Determination Of Some Chemical Properties Using Dimensionally Reduced Principal Components And Lasso Regressions

ABSTRACT

Growth, development and differentiation are physiological changes that living things constantly experience throughout their lives. Especially in plants, this can manifest itself in different shapes and sizes. Ecological factors can direct the physiological changes experienced. For this purpose, ecological factors must be specifically identified and their effects examined. Many different methods can be used to determine factors and their effects. In particular, multivariate statistical methods and regression analyzes guide us in this regard and can provide very valuable information. In this study, it was aimed to determine the properties of samples taken from legume cultivated lands using the data obtained by the spectral analysis method using Dimensionally Reduced Principal Components and Lasso Regressions. In this study conducted in Kırşehir province, the amount of clay, amount of organic matter, pH, phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg) were examined. Spectral data were obtained using Vis-NIR and XRF devices. Modeling of the data was carried out by using the data obtained. All analyzes were made in the R project program. Elbow rule was used to minimize the basic mean square error (RMSE). As a result, it has been found that the use of spectral analysis results can reduce

personal dependence and provide serious savings. However, conducting more studies on this subject may contribute to reducing the margin of error in future studies.

Key words: Spectral analysis, principal component analysis, lasso regression soil properties, plants nutrients.

GİRİŞ

Bitkinin büyümesi ve gelişmesi için uygun koşulların oluşması önemlidir. Bu koşulların etkisi sadece büyüme açısından değil aynı zamanda farklılaşmanın yerine getirilebilmesi içinde gerekli görülmektedir. Ekolojik faktörler büyüme ve gelişme için önemli olduğu gibi aynı zamanda verim ve kalitenin de belirleyicisi durumda olabilmektedirler (Weih ve ark., 2017). Yemelik dane baklagil bitkilerinin büyümeleri aynı zamanda kök bölgesinin gelişiminin de bir göstergesidir (Aldemir ve Ceyhan, 2015; Uzun Kayış ve Ceyhan, 2015; Sözen ve Uçar, 2022). Kök gelişimi, bitkiler için en hayati kısımlardan birisidir. Kök gelişimi iyi olan bitkilerin toprak üstü kısımlarının da iyi gelişmesi beklenmektedir. Çünkü bitkiler kökleri ile toprağa bağlanarak canlılıklarını sürdürebilmek ve gelecek nesillerini devam ettirebilmek için su, mineral meddeler ve fizyolojik faaliyetleri için gerekli olan hormon sentezlerini yapabilmektedirler (Ferguson ve ark., 2010; Balaban ve Adak, 2024). Baklagil bitkileri kazık köklü olmaları nedeniyle toprağın derinlerine kadar inebilmekte ve bu özellikleri nedeniyle toprakla iletişimini daha da artırmaktadır (Caetano-Anoll'es ve Gresshoff, 1991).

Baklagil bitkileri köklerinin özel yapısı nedeniyle toprakla çok daha farklı ilişki içindedirler. Köklerindeki nodüller sayesinde nitrojen üretmekte ve doğal gübreleme yapabilmektedir (Sözen ve Yağmur, 2021; Doğan ve ark., 2023). Nitrojen üretiminin sürekliliğinin sağlanması ve bitkilerin verim ve kalite bakımından yeterliliklerini sürdürebilmeleri için toprak koşullarının yakından izlenmesi gerekmektedir. Toprak yapısı bitkinin su ve besin maddesi alınmasına izin vermeyecek özelliklerde bir yapıya sahipse bitki fizyolojik olarak strese girebilir ve öncelikle hormonal denge bozulması nedeniyle fotosentez azalmakta, topraktan nitrojen alımının azalması ile protein sentezin yapılamamakta ve bitki büyümesi gerilemektedir (Brewin, 2004; Urbano ve ark., 2007). Buna bağlı olarak da öncelikle kuru madde birikiminde ciddi azalmalar görülmekte çiçeklenme oranı ve buna bağlı olarak da verim belirgin şekilde azalmaktadır (Robertson ve ark., 1984).

Toprak özelliklerinin iyi bilinmesi ve değişimlerinin sürekli olarak izlenmesi, bitkilerin verim ve kalitelerinin korunması için önemli süreçler arasında yer almaktadır (Yano ve ark., 2008). Toprak özelliklerinin buldukları yerde mekânsal yoğunluklarının izlenmesi ürün yönetimi açısından bizleri olumlu şekilde yönlendirebilmektedir (Biancolillo ve Marini, 2018). Özellikle ürün yönetimi bakımından yol göstericilik kapasitesi çok yüksek olan toprak haritalarının oluşturulması ve buna bağlı olarak topraktaki değişimlerin çok daha yakından ve hassa bir şekilde izlenmeleri çok değerli ve önemli bilgiler sağlayabilmektedir (Wollenhaupt ve ark., 1994). Bunun yapılmaması durumunda toprak izlenmesi ihmal edilmiş olur ve buna bağlı olarak ta toprağın bölgesel yoğunluklarındaki değişimler gözlenemez (Rossel ve ark., 20011). Bitkilerin kök bölgelerinde değişimlerin izlenmesi verim ve kalitenin sürdürülebilir şekilde korunması açısından önemli görülmektedir. Toprakta ne kadar çok bilgi elde edebilirsek büyüme ve gelişmeyi de büyük ölçüde kontrol edebiliriz. Toprakta alınan her bilgi toprak yapısındaki bölgesel ya da kesitsel değişimleri bizlere açıklayacaktır (Gage, 2004). Toprak analizleri her dönem yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Ancak yapılan toprak analizleri alına örneklerin sağlıklı ve güvenilir şekilde alınmadıklarından gerçekçi bilgiler vermekten çoğu zaman uzak olmaktadır (Öztürk, 2021). Bir diğer sorunda toprak analizi yaptırmak çoğu zaman zahmetli ve maliyetli işler sınıfından sayıldığından yaptırılmak istenmemekte ya da zorunlu hallerde farklı yerlerden örneklerin getirilmesi şeklinde yapılabilmektedir (Wang ve ark., 2015).

Dünya ekolojik olarak ciddi sorunlar yaşamaya başlamıştır. Bunların başında da iklim krizi gelmektedir. Kriz zamanlarında daha hızlı ve doğru kararların alınması gerekmektedir. Bunun için de toprağın daha yakından izlenmesi ve yetiştiricilik için doğru kararların alınmasının sağlanması gerekmektedir. Tarımsal üretimde yaşanan gelişmeler baklagil bitkileri içinde yaşanmaktadır. Sürdürülebilirlik açısından laboratuvar analizlerinin daha hızlı ve kolay şekilde yapılması ve bunların etkin şekilde kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Son yıllarda toprak hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak için çalışmalarını farklı boyutlara taşıyarak teknolojiyi kullanarak farklı veri toplama yöntemleri kullanılmaya çalışılmaktadır. Bunların başında hissedici (sensör) kullanımı yer almaktadır (Molin ve Taveres, 2019). Ancak bunun içinde istatistiksel modeller yer almakta ve bu modellerin aktif şekilde kullanılması gerekliliği vardır. Modellerin ana amacı bitkisel üretime etki yapacak faktörlerin belirlenebilmesidir. Bu konuda yaygın kullanılan görünür ve yakın kızılötesi dağınık yansıma spektroskopisi (Vis-NIR) ve X-ışını floresans spektroskopisi (XRF) yer almaktadır (Wei ve ark., 2022). Bu teknikler klasik toprak analizlerinin şimdilik yerine geçmeyecektir. Ancak elde edilen verileri daha başarılı şekilde değerlendirmesi konusunda bizlere değerli bilgiler verebileceklerdir (Kuang ve ark., 2012). Son yıllarda hızla yaygınlaşan makine öğrenimi ilerlemeye başlamış ve tarımsal alanda da kullanılmaktadır. Makine öğrenimi ile gerekli kalibrasyonlar yapıldıktan sonra çalışma yapılacak baklagil topraklarından spektral veriler elde edilebilecektir. Böylece daha hızlı, güvenilir ve

sürdürülebilir tahminleme yapılabilecektir. Son yıllarda yürütülen çalışmalarda toprağın Vis-NIR spektrumları yardımıyla topraktaki kil, organik madde (OM), organik karbon (OC) ve nem içeriği hakkında değerli bilgiler elde edilmeye başlanmıştır (Pasquini, 2018). Nawar ve ark. (2019) ise sahadan alınan spektral veriler ile çok sağlıklı tahminlemeler yapılabildiğini ve demir (Fe), alüminyum (Al), silisyum (Si), kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve pH'ın başarılı şekilde belirlenebileceğini belirtmektedirler. Bu çalışmada spektral veriler yardımıyla XRF ve Vis-NIR verileri kullanılarak toprak özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri, baklagil tarımı yapılan Kırşehir Ahi Evran Üniversitesinin Araştırma ve Uygulama sahasından alınmıştır. 27 adet toprak örneği, aktif olarak tarım yapılan alandan 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Örneklerin alındığı yerlerin dokusal farklılıklara sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen örnekler önce normal hava şartlarında kurutulmuş ve 2 mm elekten geçirildikten sonra saklanmışlardır. Çalışmada kil miktarı, organik madde miktarı, pH, fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyumun (Mg) miktarlarına bakılmıştır. Spektral verileri ise Vis-NIR ve XRF cihazları kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerden yararlanılarak verilerin modellenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Veri modellemesinde Temel Bileşenler Regresyonu ve Lasso Regresyonu (En Küçük Mutlak Shrinkage Seçim Operatör Yöntemi) olmak üzere iki farklı regresyon yöntemi kullanılmıştır. Temel Bileşenler Regresyonunda ana bileşenler analizi yapıldıktan sonra seçilen değişkenler ile yeni bir regresyon modeli kurulması amaçlanmaktadır (Shedecor ve Cochran, 1989). Böylece özellikle model içinde yer alan değişkenler arasında gözlenmesi muhtemel negatif ve pozitif yönlü ilişkilerin önüne geçilmesi sağlanmaktadır. Çoklu Doğrusal Regresyonu çok sayıda bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini belirlemeye yardımcı olmaktadır (Draper ve Smith, 1998). Lasso Regresyon ise değişken seçimin yanında değişkenlerin düzenlenmesinde (regularizasyon) kullanılmaktadır. Sahip olduğu etkinlik ve hızlilik nedeniyle özellikle büyük verilerde başarılı olmaktadır (Melkumova ve Shatskikh, 2017).

Temel Bileşenler Regresyon temel olarak üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi temel bileşenleri elde edebilmek için veri matrisi üzerinde temel bileşenler analizini gerçekleştirmek, ikincisi tahmin edilen regresyon katsayıları için doğrusal regresyonu kullanmak ve üçüncüsü ise temel bileşenler regresyonuna ait tahmin ediciyi (β) kullanabilmek için temel bileşenler analizinde elde edilen özvektörleri kullanmaktır.

Temel Bileşenler Regresyon analizinin eşitliği şu şekildedir;

$$\beta_R = V_k \delta_R$$

Burada β_R temel bileşenler regresyonunun tahmin edicisini, $k: 1, 2, \dots, p$ 'kadar giden sayıları, p eş değişken sayısını, V özvektör (eigen değerleri) değerler kümesini ve δ ise tahmin edilen regresyon katsayılarının vektörünü ifade etmektedir.

Lasso regresyon eşitliği ise şu şekilde verilebilir;

$$\beta_{\text{Lasso}} = \sum_{i=1}^N (y_i - \sum_j x_{ij} \beta_j)^2 + \lambda \sum_j p_j = 1 |\beta_j|$$

Burada x_{ij} standardize edilmiş özellikleri, y_i hedef verinin merkez değerlerini ve $i=1, 2, \dots, N$ ve $j=1, 2, \dots, p$ değerlerini oluşturmaktadır.

Analizlerin tümü R project programında yapılmıştır. Elbow kuralı temel hata kareler ortalamasının (RMSE) en aza inmesi için kullanılmıştır. Bunun içinde varyansın maksimize edilmesi gerekliliği bulunmaktadır (Bholowalia ve Kumar, 2014). Elbow kuralı bu işlem için en uygun model olarak tanımlanmaktadır. Böylece açıklanan varyansın %70'in üzerine çıkması sağlanabilir. Doğrulama olarak RMSE ve R^2 kullanılmıştır. Değişken seçiminde en düşük RMSE ve en yüksek R^2 değeri istenmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yürütülen çalışmada veri modellemesinde Temel Bileşenler Regresyonu, Çoklu Doğrusal Regresyonu ve Lasso Regresyonu (En Küçük Mutlak Shrinkage Seçim Operatör Yöntemi) olmak üzere üç farklı regresyon yöntemi kullanılmıştır. Temel Bileşen Regresyonu yöntemi ile elde edilen kimyasal değerlere ilişkin sonuçlar Çizelge 1'de gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde NIR yöntemi için kil değişkeninin açıklanan varyans bakımından %82,11 ile en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Açıklanmayan kısım ise %17,89 olarak belirlenmiştir. Bu değişkeni %74,28 açıklanan varyans ve %25,72 açıklanamayan varyans ile organik madde değişkeni izlemiştir. En düşük açıklanan varyans %20,08 ve en yüksek açıklanamayan varyans ise %79,92 ile Fosfor değişkeninde olmuştur. Belirleme katsayısı, bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki değişimi açıklama oranını vermektedir. Bu çalışmada NIR için en yüksek belirleme katsayısı 0,80 ile Potasyum (K) değişkeninde olurken, bu değişkeni kil 0,79 ile izlemiştir. En düşük belirleme katsayısı ise 0,46 ile Bor (B) değişkeninde tespit edilmiştir. XRF çalışmasında ise en yüksek açıklanan varyans %79,54 değeri ile yine kil değişkeninde olurken bunu %74,17 ile organik madde izlemiştir. Açıklanamayan varyans bakımından ise %20,46 ile kil ve %25,83 ile organik madde en düşük değerlere

sahip olmuşlardır. Buna göre kil ve organik madde varyansı açıklama bakımından en önemli değişkenler olarak görülmektedir. Belirleme katsayısı olarak 0,81 ile potasyum (K) önde yer alırken, bunu 0,80 ile kil izlemiştir. RMSE değerleri de her iki ölçüm yöntemi için belirleme katsayılarına göre değişiklikler göstermiştir. Demirkaya ve Öztürk (2022), kil bakımından zengin topraklarda yetiştirilen bitkilerin verim ve kalite bakımından çok daha iyi durumda olduklarını belirtmişlerdir. Rossel ve ark. (2016) ise kil minerallerinin spektral olarak incelenmesinden bitki yetiştiriciliği açısından önemli olduklarını belirtmişlerdir. Bitki köklerinin sağlıklı şekilde gelişebilmesi için belli oranlarda kile gereksinim bulunmaktadır. Belli seviyelerin altında ya da üzerinde olmaları bitki kök gelişimini ve buna bağlı olarak bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Saygın ve Aydın, 2023). Diğer minerallerinde varyansı açıklamadaki seviyeleri bitkiye olan yarıyışlılık miktarlarına göre değişim göstermektedir (Heinze ve ark., 2013). pH'nın belirleme katsayısının genel olarak %50 civarında olduğu görülmektedir. Bu pH'nın diğer elementlere göre daha kararlı bir yapıya sahip olmasıyla açıklanabilmektedir (Parat ve ark., 2002). Baumann ve ark. (2002), karışık ekim durumlarında biraz farklılığın olabileceğini ancak bitki besin maddelerinin suyla yıkanmadığı sürece büyük değişimlerin olmadığını belirtmektedirler. Yürütülen bu çalışmada spektral olarak incelenen karakterler bakımından O'Rourke ve ark. (2016) ve Sharma ve ark. (2014)'nin bulgularıyla benzer olması önemli olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Temel bileşenler regresyonuna ait bazı kimyasallarının model uyum sonuçları

Ölçüm Şekli	Değişkenler	Açıklanan Varyans (%)	Açıklanamayan Varyans (%)	R ²	RMSE
NIR	Kil (g kg ⁻¹)	82,11	17,89	0,79	34,18
	Organik Madde (g kg ⁻¹)	74,28	25,72	0,76	5,28
	pH	69,64	30,36	0,51	16,67
	P (mmol kg ⁻¹)	20,08	79,92	0,62	1,39
	K (mmol kg ⁻¹)	55,60	44,40	0,80	2,25
	Ca (mmol kg ⁻¹)	59,03	40,97	0,74	10,76
	Mg (mmol kg ⁻¹)	70,27	29,73	0,56	10,23
	Fe (mmol kg ⁻¹)	38,82	61,18	0,49	9,56
	B (mmol kg ⁻¹)	43,11	56,89	0,46	7,11
XRF	Kil (g kg ⁻¹)	79,54	20,46	0,80	29,04
	Organik Madde (g kg ⁻¹)	74,17	25,83	0,77	6,12
	pH	70,02	29,98	0,53	14,72
	P (mmol kg ⁻¹)	22,38	77,62	0,59	1,44
	K (mmol kg ⁻¹)	57,41	42,59	0,81	2,77
	Ca (mmol kg ⁻¹)	60,11	39,89	0,76	9,86
	Mg (mmol kg ⁻¹)	68,49	31,51	0,55	8,70
	Fe (mmol kg ⁻¹)	32,92	67,08	0,51	11,38
	B (mmol kg ⁻¹)	44,22	55,78	0,45	10,42

Değişkenlerdeki varyansın kaynağını bilmek önemlidir. Bunlar bilindiği taktirde varyansa etki eden ya da kaynağını oluşturan değişkenler üzerinde daha başarılı çalışmalar ve tahminlemeler yapılabilecektir (Düzgüneş ve Akman, 1985). Toprak çok kısa alanlar içinde büyük değişimler gösterebilme özelliğine sahip olması nedeniyle varyasyon çok daha önemli hale gelmektedir (Kaçar, 2012). Varyansın kaynağı bilinmeden yürütülecek çalışmaların başarılı olması mümkün olmamaktadır. Yürütülen çalışmada hem Vis-NIR hem de XRF toprak özellikleri tahmin sonuçlarının benzer çıkması anlamlı ve önemli bulunmuştur. Aynı zamanda belirleme katsayısı yüksek olan kil, organik madde ve pH'nın spektral tepkiyi daha iyi gösterdiklerini ifade etmektedir. Spektral tepkinin yüksekliği tanımlama başarısının da yüksek olacağını ifade etmektedir (Silva ve ark., 2017). Diğer özelliklerin spektral tepkilerinin az olduğu ya da temel bileşenler regresyonun tahminleme başarısının düşük olduğu yönünde bir açıklama yapılamamıştır. Ancak topraktaki varyasyonun yüksek olması spektral yansımanın miktarını etkileyebildiğinden yansıma miktarı olmadığı için daha düşük tanımlama başarısı gösterilmiş olabilir (Diks ve Vrugt, 2010). Burada yapılmak istenen daha az veriyle daha yüksek tanımlama başarısını gösterebilmektir. Spektral bölgelerin iyi oluşturulabilmesi, spektral bölgelerin tanımlanma başarısını artırabilmektedir (Rossel ve Webster, 2011).

Çalışmada değerlendirilen bazı kimyasalların Lasso Regresyonu ile elde edilen model uyum sonuçları Çizelge 2'de verilmektedir. Tablo incelendiğinde α değerlerinin hem NIR ve hem de XRF ölçümlerinde incelenen özelliklere göre ciddi oranda farklılık göstermiştir. En düşük α değeri, 0,10 ile demir (Fe)'de olurken, bunu 0,15 ile

Kil, potasyum (K), magnezyum (Mg) ve bor (B) izlemiştir. En yüksek değer ise 0,90 ile fosfor (P)'da gözlenmiştir. λ değerinin ise en yüksek Kil'de (4,790) olduğu bunu 3,812 ile potasyum (K)'un izlediği tespit edilmiştir. Diğer değişkenlerin organik madde haricinde bir değerinin altında ve sifıra yakın oldukları görülmektedir. Bu sapmaların azaldığını göstermesi bakımından önemli bulunmaktadır. Ancak λ miktarının azalması modele yeni değişkenlerin alınması gerektiğini de bizlere belirtmektedir. λ bir hiper parametre olarak görev yapmaktadır. Sifıra yakın olarak elde edilen katsayıları sifıra çekerek düzenleme işlemi yaptığı için önemlidir. λ 'nın büyük olması sifıra yakın olan katsayıların sifıra çekilme oranını artıracaktır. Kil, fosfor ve organik madde, modeli tanımlama bakımından oldukça başarılı olmuşlardır. Bu özellik hem NIR ve hem de XRF için benzer olmuştur.

Çizelge 2. Lasso regresyonuna ait bazı kimyasallarının model uyum sonuçları

Ölçüm Şekli	Değişkenler	α	λ	R^2	RMSE
NIR	Kil (g kg ⁻¹)	0,15	4,790	0,83	31,08
	Organik Madde (g kg ⁻¹)	0,20	1,349	0,79	2,844
	pH	0,35	0,451	0,76	0,805
	P (mmol kg ⁻¹)	0,90	0,056	0,56	1,053
	K (mmol kg ⁻¹)	0,15	3,812	0,73	2,095
	Ca (mmol kg ⁻¹)	0,50	0,784	0,68	1,386
	Mg (mmol kg ⁻¹)	0,15	0,053	0,49	0,388
	Fe (mmol kg ⁻¹)	0,10	0,669	0,57	0,793
	B (mmol kg ⁻¹)	0,15	0,491	0,62	0,659
XRF	Kil (g kg ⁻¹)	0,15	5,030	0,81	34,30
	Organik Madde (g kg ⁻¹)	0,15	1,361	0,80	2,791
	pH	0,30	0,816	0,75	0,792
	P (mmol kg ⁻¹)	0,95	0,882	0,60	1,237
	K (mmol kg ⁻¹)	0,10	4,015	0,69	2,118
	Ca (mmol kg ⁻¹)	0,55	1,003	0,66	0,993
	Mg (mmol kg ⁻¹)	0,15	0,477	0,51	0,416
	Fe (mmol kg ⁻¹)	0,10	0,811	0,49	0,879
	B (mmol kg ⁻¹)	0,10	0,506	0,61	0,557

R^2 değerlerine bakıldığında NIR için 0,49 (Mg) ile 0,83 (Kil) arasında değiştiği görülürken, XRF'de ise 0,49 (Fe) ile 0,81 (Kil) arasında değişmiştir. Belirleme katsayılarındaki yükseklik aynı zamanda açıklanan varyansın da yüksek olduğunu belirttiği için çalışmanın başarılı olduğu açıklayabilmektedir (Bellon-Maurel ve ark., 2010). RMSE değerleri de belirlenme katsayılarına göre değişiklikler göstermiştir (Kotthoff ve ark., 2019). Elde edilen bu sonuçlara göre çok sayıda toprak örneği alınarak boyut azaltma yöntemi uygulama yerine bu yöntemlerin uygulanmasının daha başarılı sonuçlar verebileceğini göstermektedir (Rossel ve ark., 2009). Mg değerlerinin hem NIR ve hem de XRF'de düşük değerlere sahip olması bu elementin tanımlama bakımından başka etkilerinde modele alınabilmesinin mümkün olabileceğini göstermesi bakımından önemlidir. Wijewarne ve ark. (2016a), topraktaki nem duyarlılığı üzerine yürüttükleri çalışmada belli aralıklar ile spektral veriler almışlardır. Sonuçta istatistiksel olarak önemli farklılıklar çıkmasa da diğerlerine göre bir miktar yüksek değere sahip olması nedeniyle bunların boyut azaltma da başarılı olabileceğini açıklamışlardır. Wijewarden ve ark. (2016b) topraktaki organik madde ile inorganik madde miktarının farklı nem miktarlarındaki değişimini inceledikleri çalışmada da benzer sonuçlar elde etmişlerdir. He ve ark. (2000) ile Elvidge ve ark. (1985)'nin çalışmaları da bu yöndedir. Ancak istatistiksel modellerin spektral ön hazırlık gerektirmeden boyut azaltabilmesi bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Çünkü spektral ön işleme oldukça zaman alıcı işlemlerden birisi olarak kabul edilmektedir (Palacios-Orueta ve Ustin, 1996). Ancak Benedet ve ark. (2020) ön işleme yapmadan yürüttükleri çalışmada arada ciddi farklılık bulamamışlardır. Buna göre de iki yöntemden birisinin kullanılmasının araştırmacının tercihine bırakılması gerektiğini ifade ederken spektral çalışmanın tercih edilmesini önermişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Burada belirlenmek istenen ön arıtma işlemlerinin kullanılıp kullanılmayacağını belirlenmesidir. Toprak analizlerinin önemli kısmı standart prosedürler ile araştırmacının deneyimine ve iş konusundaki özenine bağlı olarak değişebilmektedir. Ancak spektral çalışmalar buna gereksinim duyulmasını ve kişiye bağlılığı azaltabildiğinden daha güvenilir olabilmektedir. Yapılan her işin maliyeti vardır ve bunun azaltılması önemlidir.

Her zaman için çok özel işlemler dışında maliyeti daha az olan işlemler tercih edilmektedirler. Spektral çalışmalarda maliyetin klasik yöntemlere göre biraz daha uygun olduğu söylenebilir. Ancak özellikle kemo-metrik çalışmalar için ön işlemenin gerekli olması şimdilik bir açmaz olarak karşımızda dursa da ilerleyen teknoloji ile çok uzun olmayan gelecekte bunun aşılacağı düşünülmektedir. Spektral veriler üzerinden derin öğrenme yöntemleri kullanılarak biraz daha ileri gidilerek işlemler ayrıntılandırılabilir ve istenen özelliklerin oranı artırılabilir. Yürütülen çalışmada doğrusal regresyon modellerinden birisi olan Lasso Regresyon ile Temel Bileşen Regresyon modellerinin bizlere bu konuda yardımcı olabileceğini göstermektedir. Ancak bunların kullanılabilmesi için spektral verilere gereksinim bulunmaktadır. Toprak özelliklerinin tahmin edilebilmesi için modellerin kalibrasyonu için bu gerekli görülmektedir. Elde edilen ve test edilmesi istenen verinin kaynağını dışlayarak yürütülecek çalışmaların başarılı olması söz konusu olamayacaktır. Bu çalışmada kullanılan NIR ve XRF kaynakları yüksek boyutlu ve değerli veriler sağlamıştır. Elde edilen bu verilerin yüksek değerli modeller ile test edilmeleri sonucun değerini artıracaktır. Ancak istatistiksel olarak boyut azaltma gerektiren bu durumların boyut azaltılırken istatistiksel modellerin sahip oldukları varsayımların, öngörücüler arasındaki korelasyonların, alınan sinyal gürültülerinin ve model hatalarının dikkate alınması gerektiği de akıldan çıkarılmamalıdır. Spektral ön işleme yapılması özel bir bilgi birikimi ve yetenek gerektirmektedir. Özellikle model kalibrasyonunda teknik bilgi çok daha önemli olmaktadır. Bunun içinde yapılan işlemlerin standartlaştırılması gerekmektedir. Spektral çalışmalarda yürütülen kalibrasyon işlemlerinin standartlaştırılması sonucu olarak insan müdahalesinin azaltılması söz konusu olabilecektir.

Spektral veri elde edebilmek için kullanılan hissedicilerin (sensör) sahada kullanılabilmesi için bunların önceden test edilmiş olmaları gerekmektedir. Bununla birlikte tarım alanında kullanılan makinalardaki proksimal toprak algılamaya yönelik gelişmeler, toprak özelliklerini standart bir şekilde çevrimiçi olarak tahmin etmeye yönelik stratejiler ve ihtiyaç duyulan zaman ve işleme maliyetini mümkün olduğunca azaltmak, toprak algılama tekniklerini daha verimli bir şekilde kullanmanın yararlı bir yolu olabilecektir. Yürütülen çalışma sadece laboratuvar koşulları ile sınırlı olduğundan sahada da ek çalışmaların yapılarak karşılaştırılması gerekmektedir. Gelecekte yapılacak olan çalışmaların farklı istatistiksel yöntemlerinin de değerlendirmeye alınmaları faydalı sonuçlar çıkarabilecektir. Ancak bunları yaparken örnek sayısının mümkün olduğunda yüksek olmasına dikkat edilmelidir. Düşük örnek sayısı yapılan çalışmaların güvenilirlikleri de azalmaktadır. Güvenirliği düşük çalışmaların genelleştirilebilirliklerinin de düşük olacağı unutulmamalıdır. Yürütülen çalışmada modeller arasındaki farklılıkları ve başarı oranlarını belirleyebilmek için kullanılan hata kareler ortalamasının karekökü gibi ortalama değerleri temel alan karşılaştırma ölçütlerinden ziyade tahmin değerleri arasındaki korelasyonlarında incelenmesi faydalı olabilecektir. Çalışmada Temel Bileşen Regresyonu ile Lasso Regresyon yönteminin uygulanması, Çoklu Doğrusal Regresyon yaklaşımından daha iyi performans gösterdiği ve yapılacak çalışmalar için tatmin edici sonuçlar gösterdiği anlaşılmıştır.

Teşekkür: Çalışmanın yapılması esnasındaki katkılarından dolayı Karabük Üniversitesi MARGEM (Karabük Üniversitesi Demir Çelik Enstitüsü Malzeme Araştırma ve Geliştirme Merkezi) birimine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Ufuk KARADAVUT  <http://orcid.org/0000-0001-5362-7585>

Ömer SÖZEN  <http://orcid.org/0000-0001-5528-7887>

Volkan KARADAVUT  <http://orcid.org/0000-0001-9141-250X>

KAYNAKLAR

Aldemir, Ö. ve Ceyhan, E. 2015. Salinity response of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in germination and seedling growth of periods. *17th International Conference on Agricultural Engineering, Roma, WASET, ICAE 2015*, 17: 668-674.

Balaban, M. ve Adak, M. S. 2024. Farklı tohum yatağı hazırlığı ve taban gübrelerin nohut verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 11 (1): 36-48 s.

- Baumann, D. T., Bastiaans, L., Goudriaan, J., van Laar, H. H. ve Kropff, M. J. 2002. Analysing crop yield and plant quality in an intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. *Agricultural Systems*, 73 (2): 173-203 p.
- Bellon-Maurel, V., Fernandez-Ahumada, E., Palagos, B., Roger, J. M. ve McBratney, A. 2010. Critical review of chemometric indicators commonly used for assessing the quality of the prediction of soil attributes by NIR spectroscopy. *TrAC Trends Anal. Chem.*, 29: 1073-1081 p.
- Benedet, L., Faria, W. M., Silva, S. H. G., Mancini, M., Demattê, J. A. M., Guilherme, L. R. G. ve Curi, N. 2020. Taşınabilir X-ışını floresans spektrometrisi ve görünür yakın kızılötesi dağınık yansıma spektroskopisi kullanılarak toprak dokusu tahmini. *Geoderma*, 376: 114553.
- Bholowalia, P. ve Kumar, A. 2014. EBK-Means: A clustering technique based on elbow method and K-Means in WSN. *International Journal of Computer Applications*, 105 (9): 17-24 p.
- Biancolillo, A. ve Marini, F. 2018. Chemometrics applied to plant spectral analysis. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 80: 69-104 p.
- Brewin, N. J. 2004. Plant cell wall remodelling in the rhizobium-legume symbiosis. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23 (4): 293-316 p.
- Caetano-Anoll'es, G. ve Gresshoff, P. M. 1991. Plant genetic control of nodulation. *Annu. Rev. Microbiol.*, 45: 345-382 p.
- Demirkaya, S. ve Öztürk, E. 2022. Buğdayda verim ve verimin miktarına toprak etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 10 (2): 159-164 s.
- Doğan, Y., Ertaş, M. ve Doğan, S. 2023. Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin Mardin-Kızıltepe ve Şanlıurfa-Bozova koşullarında verim ve verim unsurları bakımından değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10 (3): 739-749 s.
- Diks, C. G. ve Vrugt, J. A. 2010. Comparison of point forecast accuracy of model averaging methods in hydrologic applications. *Stoch. Environ. Res. Risk Assess.*, 24: 809-820 p.
- Draper, N. R. ve Smith, H. 1998. Applied Regression Analysis. *Wiley Series in Probability and Statistics*.
- Düzgüneş, O. ve Akman, N. 1985. *Varyasyon Kaynakları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Elvidge, C. D. ve Lyon, R. J. P. 1985. Influence of rock-soil spectral variation on the assessment of green biomass, *Remote Sensing of Environment*, 17 (3): 265-279 p.
- Ferguson, B. J., Indrasumunar, A., Hayashi, S., Lin, M. H., Lin, Y. H., Reid D. E. ve Gresshoff, P. M. 2010. Molecular analysis of legume nodule development and autoregulation. *J. Integr. Plant Biol.*, 52 (1): 61-76 p.
- Gage, D. J. 2004. Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiol Molecular Biol Rev.*, 68 (2): 280-300 p.
- He, T., Wang, J., Lin, Z. ve Cheng, Y. 2000. Spectral features of soil organic matter. *Geo-spat. Inf. Sci.*, 12: 33-40 p.
- Heinze, S., Vohland, M., Joergensen, R. G. ve Ludwig, B. 2013. Usefulness of near infrared spectroscopy for the prediction of chemical and biological soil properties in different longterm experiments. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 176 (4): 520-528 p.
- Kacar, B. 2012. *Temel Bitki Besleme*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kotthoff, L., Thornton, C., Hoos, H. H., Hutter, F. ve Leyton-Brown, K. 2019. Auto-WEKA: Automatic model selection and hyperparameter optimization in WEKA. In *Automated Machine Learning*, 81-95 p.
- Kuang, B., Mahmood, H. S., Quraishi, M. Z., Hoogmoed, W. B., Mouazen, A. M. ve Van Henten, E. J. 2012. Sensing soil properties in the laboratory, in situ, and on-line: A review. In *Advances in Agronomy*; Sparks, D.L., Ed.; Academic Press: London, UK, 155-223.
- Melkumova, L. E. ve Shatskikh, S. 2017. Comparing ridge and LASSO estimators for data analysis. *Procedia Engineering*, 201: 746-755 p.
- Molin, J. P. ve Tavares, T. R. 2019. Sensor systems for mapping soil fertility attributes: Challenges, Advances, and Perspectives in Brazilian Tropical Soils. *Eng. Agrícola*, 39: 126-147 p.
- Nawar, S., Delbecq, N., Declercq, Y., De Smedt, P., Finke, P., Verdoodt, A. ve Mouazen, A. M. 2019. Can spectral analyses improve measurement of key soil fertility parameters with X-ray fluorescence spectrometry? *Geoderma*, 350: 29-39 p.
- O'Rourke, S. M., Stockmann, U., Holden, N. M., McBratney, A. B. ve Minasny, B. 2016. An assessment of model averaging to improve predictive power of portable vis-NIR and XRF for the determination of agronomic soil properties. *Geoderma*, 279: 31-44 p.
- Öztürk, E. 2021. Toprak analizleri ve yorumlanması. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/Toprak_Analizleri_ve_Yorumlanması.pdf.
- Palacios-Orueta, A. ve Ustin, S. L. 1996. Multivariate classification of soil spectra. *Remote Sens. Environ*, 57: 108-118.

- Parat, C., Chaussod, R., Leveque, J., Dousset, S. ve Andreux, F. 2002. The relationship between copper accumulated in vineyard calcareous soils and soil organic matter and iron. *European Journal of Soil Science*, 53 (4): 663-669 p.
- Pasquini, C. 2018. Near infrared spectroscopy: A mature analytical technique with new perspectives—A review. *Anal. Chim. Acta.*, 1026: 8-36 p.
- Rossel, R. A., Behrens, T., Ben-Dor, E., Brown, D.J., Demattê, J. A. M., Shepherd, K. D., Shi, Z., Stenberg, B., Stevens, A., Adamchuk, V., Aichi, H., Barthès, B. G., Bartholomeus, H. M., Bayer, A. D., Bernoux, M., Böttcher, K., Brodský, ., Du, C. W., Chappell, A., Fouad, Y., Genot, V., Gomez, C., Grunwald, S., Gubler, A., Guerrero, C., Hedley, C. B., Knadel, M., Morrás, H. J. M., Nocita, M., Ramirez-Lopez, L., Roudier, P., Rufasto Campos, E. M., Sanborn, P., Sellitto, V. M., Sudduth, K. A., Rawlins, B. G., Walter, C., Winowiecki, L. A., Hong, S. Y. ve Ji, W. 2016. A global spectral library to characterize the world's soil. *Earth-Science Reviews*, 155: 198-230 p.
- Robertson, J. G. ve Lyttleton, P. 1984. Division of peri bacteroid membranes in root nodules of white clover. *J. Cell Sci.*, 69: 147-157 p.
- Rossel, R. A. V., Cattle, S. R., Ortega, A. ve Fouad, Y. 2009. In situ measurements of soil color, mineral composition and clay content by vis–NIR spectroscopy. *Geoderma*, 150 (3-4): 253-266 p.
- Rossel, V. R. A. ve Webster, R. 2011. Discrimination of Australian soil horizons and classes from their visible–near infrared spectra. *Eur. Journal Soil Sci.*, 62 (4): 637-647 p.
- Rossel, V. R. A., Adamchuk, V. I., Sudduth, K. A., McKenzie, N. J. ve Lobsey, C. 2011. Proximal soil sensing: An effective approach for soil measurements in space and time. In *Advances in Agronomy*; Sparks, D.L., Ed.; Academic Press: London, UK, 2011; pp. 243-291 p.
- Saygın, S. D. ve Aydın, M. 2023. *Toprak ve Su Koruma*. Nobel Yayınları, Yayın No: 5051, Ankara.
- Sharma, A., Weindorf, D. C., Man, T. ve Aldabaa, A. A. 2014. Chakraborty, S. Characterizing soils via portable X-ray fluorescence spectrometer: 3, Soil reaction (pH). *Geoderma*, 232: 141-147 p.
- Shedecor, G. W. ve Cochran, W. G. 1989. *Statistical Methods*. 8nd ed. Iowa State Univ Press.
- Silva, S. H. G., Teixeira, A. F. D. S., Menezes, M. D. D., Guilherme, L. R. G., Moreira, F. M. D. S. ve Curi, N. 2017. Multiple linear regression and random forest to predict and map soil properties using data from portable X-ray fluorescence spectrometer. *Ciência Agrotecnol*, 41: 648-664 p.
- Sözen, Ö. ve Yağmur, M. 2021. Kırşehir ekolojik koşullarında bazı mercimek (*Lens culinaris* L.) çeşitlerinin tarımsal özelliklerinin ve özellikler arası ilişkilerin belirlenmesi. *21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi*, 8 (15): 15-32 s.
- Sözen, Ö. ve Uçar, S. 2022. *Nohut (Cicer arietinum L.) Yetiştiriciliği*. Yemeklik Tane Baklagil Yetiştiriciliği ve Islahı. Editör: Prof. Dr. Tolga Karaköy. İksad Yayınları.
- Urbano, G., Porres, J. M., Frias, J. ve Concepeio, V. V. 2007. Nutritional Value. Lentil. S. Yadav, D. McNeil and P. Stevenson, 47-93, Springer Netherlands.
- Uzun Kayıs, S. ve Ceyhan, E. 2015. Salinity tolerance during germination and seedling growth of some lentil (*Lens culinaris* Medic.) cultivars. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 29 (1): 15-24 p.
- Wang, D., Chakraborty, S., Weindorf, D. C., Li, B., Sharma, A., Paul, S. ve Ali, N. 2015. Synthesized use of VisNIR DRS and PXRF for soil characterization: Total carbon and total nitrogen. *Geoderma*, 243-244, 157-167.
- Wei, M. C. F., Canal Filho, R., Tavares, T. R., Molin, J. P. ve Vieira, A. M. C. 2022. Dimensionality reduction statistical models for soil attribute prediction based on raw spectral data. *AI*, 3: 809-819.
- Weih, M., Westerbergh, A. ve Lundquist, P. O. 2017. Role of nutrient-efficient plants for improving crop yields: bridging plant ecology, physiology, and molecular biology. Chapter 2. In *Plant Macronutrient Use Efficiency*. Editor(s): Mohammad Anwar Hossain, Takehiro Kamiya, David J. Burritt, Lam-Son Phan Tran, Toru Fujiwara, Academic Press, 31-44 p.
- Wijewardane, N. K., Ge, Y. ve Morgan, C. L. S. 2016a. Moisture insensitive prediction of soil properties from VNIR reflectance spectra based on external parameter orthogonalization. *Geoderma*, 267: 92-101 p.
- Wijewardane, N. K., Ge, Y. ve Morgan, C. L. S. 2016b. Prediction of soil organic and inorganic carbon at different moisture contents with dry ground VNIR: a comparative study of different approaches. *European Journal of Soil Science*, 67 (5): 605-615 p.
- Wollenhaupt, N. C., Wolkowski, R. P. ve Clayton, M. K. 1994. Mapping soil test phosphorus and potassium for variable-rate fertilizer application. *J. Prod. Agric.*, 7: 441-448 p.
- Yano, K., Yoshida, S., Muller, J., Singh, S., Banba, M., Vickers, K., Markmann, K., White, C., Schuller, B., Sato, S., Asamizu, E., Tabata, S., Murooka, Y., Perry, J., Wang, T. L., Kawaguchi, M., Imaizumi- Anraku, H., Hayashi, M. ve Parniske, M. 2008. CYCLOPS, a mediator of symbiotic intracellular accommodation. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 105: 20540-20545.

Halep'teki Tarım İşletmelerinin Modern Sulama Sistemleri Kullanımını Etkileyen Faktörler

Kuteybe GANNUM¹ , Cuma AKBAY^{2*} , Cevahir KAYNAKÇI BAYDAR² 

¹Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Bioengineering and Science, Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Economics, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar: cakbay@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.07.2024 Kabul Tarihi: 15.07.2024

ÖZ

Bu çalışma, Suriye'nin Halep kentindeki çiftçilerin modern sulama sistemlerini benimsemelerini etkileyen; coğrafi, sosyo-ekonomik ve demografik faktörleri incelemektedir. Halep'te modern sulama sistemlerinden sıklıkla yağmurlama ve damla sulama sistemleri kullanıldığından çalışma ağırlıklı olarak bu iki sistem üzerinden açıklanmaktadır. Çalışmanın verileri, Oransal Örneklem Yöntemiyle seçilen 210 çiftçiden oluşan bir örneklem aracılığıyla yüz yüze yapılan anketler ile elde edilmiştir. Modern sulama sistemlerini kullanan ve kullanmayan çiftçilerin bazı özellikler açısından karşılaştırılmasında Ki-kare bağımsızlık testi kullanılmıştır. Bulgular, bölgede çiftçilerin modern sulama yöntemlerinin kullanımının "eğitim düzeyi, tarımdaki deneyim yılı, aile genişliği, arazinin eğimi, arazinin su kaynaklarına uzaklığı, işletme büyüklüğü, traktör sahipliği ve tarımsal girdi fiyatları" gibi değişkenlerden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu bilgiler ışığında, bölgede modern sulama yöntemlerini teşvik etmek için eğitilmiş ve deneyimli çiftçiler ile yerel yönetimlerin ve tarımsal yayım kuruluşlarının işbirliği içinde hareket etmesi önerilmektedir. Ayrıca modern sulamanın gerekliliğine ve her geçen yıl etkisini daha da çok hissettiren "su krizi" konusunda çiftçilerin bilinçlendirilmesine öncelik verilmelidir.

Anahtar kelimeler: Modern sulama sistemleri, Tarımsal yenilik, Kuzey Halep, Suriye, Sosyoekonomik faktörler

Factors Affecting the Farmer's Use of Modern Irrigation Systems in Aleppo

ABSTRACT

This study analyses the geographical, socio-economic and demographic factors affecting the adoption of modern irrigation systems by farmers in Aleppo, Syria. Since sprinkler and drip irrigation systems are frequently used among modern irrigation systems in Aleppo, the study is mainly explained through these two systems. The data of the study were obtained through face-to-face surveys with a sample of 210 farmers selected by proportional sampling method. Chi-square test of independence was used to compare farmers who use modern irrigation systems and those who do not use modern irrigation systems in terms of some characteristics. The findings reveal that the use of modern irrigation methods by farmers in the region is affected by variables such as education level, years of experience in agriculture, family size, slope of the land, distance of the land to water resources, farm size, tractor ownership, and agricultural input prices. In the light of this information, it is recommended that trained and experienced farmers, local administrations and agricultural extension organisations should act in cooperation to encourage modern irrigation methods in the region. In addition, priority should be given to the necessity of modern irrigation and raising awareness of farmers about the "water crisis", which makes its effect felt more and more every year.

Key words: Modern irrigation systems, Agricultural innovation, Northern Aleppo, Syria, Socioeconomic factors

INTRODUCTION

The most important factors affecting agricultural activities in the world can be listed as climate change, decrease in water resources and increase in global water demand, demand for safe food, fluctuations in food prices, population mobility due to internal/external migration, condition of agricultural lands and natural disasters (FAO, 2018). Each of these is important for agricultural efficiency and productivity. Among these, water resources emerge as another critical determinant of agricultural viability with sustainable water management practices necessary to ensure food security in an environment of increasing competition and scarcity. The demand for water, one of the world's most important assets, is increasing continuously. For this reason, the effective use of water with existing water resources is gaining an increasingly important and strategic dimension (Aydın Eryılmaz et al., 2022; Gençoğlan et al., 2005 and 2006). Irrigation systems are innovations and practices that control water use and conserve water and soil resources to reduce water losses and increase agricultural productivity (Levidow, 2014). The unconscious use of irrigation water worldwide leads to a number of serious problems. These include soil salinization, soil erosion, lowering of ground water levels, water pollution, competition for water resources, and damage to ecosystems (Foley et al., 2005). In plants, in general, the lack of water prevents the development of the plant, while the excess causes the death of the plant.

Syria was considered one of the few countries that achieved self-sufficiency in many agricultural products, especially the main agricultural crops such as wheat, barley and cotton (Carnegie, 2015). Benefiting from a Mediterranean climate, ample water sources, and fertile lands, the nation has historically cultivated a robust agricultural sector. However, climate change and recurrent droughts, compounded by technical delays, had already posed considerable challenges to Syrian agriculture even prior to the onset of the war. This drought had strong effects on the agricultural sector through the great shortage of irrigation water sources and resulted in social and economic problems (FAO, 2023). Syria has suffered from three droughts since 1980 where the most influential was between 2006 and 2010 and was considered the worst ever in 100 years (Harmon Center, 2017). The situation has only worsened with the decade-long conflict, resulting in widespread destruction of agricultural infrastructure and exacerbating food insecurity across the nation. Agriculture, being the largest consumer of water resources in Syria, has significantly exacerbated the country's water deficit. With approximately 87% of total water consumption attributed to agriculture, addressing inefficiencies in this sector becomes paramount to mitigating water scarcity and enhancing food security (OCHA, 2021).

Efforts to increase agricultural productivity through the adoption of modern irrigation techniques have shown promise, with studies indicating a potential doubling of productivity compared to traditional methods (Letey et al., 1990). Despite the availability of modern irrigation techniques that reduce 30% to 60% of water compared to traditional methods that have been in service for more than three decades, traditional irrigation methods are still widely used in Syria. Because of the war that began in 2011 and has not ended until now, it was difficult to conduct studies covering the entire Syrian geography. Therefore, the northern Aleppo region was chosen because of its security stability, especially with the Turkish support for the region from all sides, which had a great impact on the return of economic activities in general, especially agricultural, since the area is mainly an agricultural area. The region, known as the Euphrates Shield area, has witnessed a revitalization of agricultural activities following the 2016 military operation, facilitating the return of displaced populations and the reopening of trade routes with Türkiye. This area is considered one of the important agricultural areas in Syria, and it is socially and economically like the rest of the country. Therefore, the results of any study can be generalized to other regions. The most important factor in restoring economic activity in general and agricultural activity is the opening of the border gates with Türkiye and the return of commercial traffic in both directions, where there are three gates: Jarablus, Azaz and Al-Rai and thus the possibility of entering all agricultural inputs from Türkiye. Türkiye also allowed farmers in the Euphrates Shield area to export their products to Türkiye such as olive oil, cotton and potatoes. The task of disseminating innovations belongs primarily to the Agricultural Extension Agency, which is considered the link between research centers and farmers. However, according to the current Syrian situation, with the weakness of this agency, there are many agencies that work to disseminate innovations without coordination, in addition to the lack of studies and research that study the extent of farmers' acceptance or rejection for these innovations. The results of research conducted in the field of adopting innovative agricultural ideas and methods indicate that the farmer does not accept any new idea or innovative agricultural method as soon as he hears about it, as usually a period passes before, farmers try the new idea or method or accepts it, despite the economic benefits that will accrue to him of using it (Robertson, 2012). The theory of innovations by Rogers (1983) is considered one of the important theories for studying the causes of acceptance or rejection of new innovations by farmers. He also divided the stages of adoption into five stages: knowledge, persuasion, decision, implementation, and confirmation.

To increase farm productivity and profitability, grant support for the establishment of modern irrigation systems should be increased in a short term and all farmers should be informed about this support (Aydın

Eryılmaz et al., 2022). Abaci and Boz (2022) suggested that government incentives should be encouraged the use of the drip irrigation method by farmers due to the profitability returned from it. For this research, modern irrigation methods are considered one of the innovations that many studies have dealt with. Surya et al (2021) suggested that problems such as difficulty in maintaining, uneven terrain, and a lack of trust in micro irrigation system are the significant determinants of micro irrigation system adoption. Bijay et al (2018) investigated factors affect the intensity of the irrigation technologies which is the number of irrigation technologies adopted in cotton production, and found the irrigated cotton yield realized, land holding (total land owned), education and computer use were significant factors. Bayramoğlu and Ağızan (2018) used sequential probit regression analysis and found the land, the record net income, the agricultural income, the financial profitability, the education and the gross product were positive, the age of the manufacturer and the mark of the male labor unit (EIB) were negative in the process of adopting new irrigation methods. Wang et al (2016) found that obtaining information on irrigation technologies from individual farmers or farmers' associations, and extension agencies significantly influenced farmers' decisions to adopt improved irrigation technologies. Dinar and Yaron (1990) examined the effect of the quality and scarcity of inputs and found that the citrus growers who were quickest to adopt modern irrigation technologies were those with lower land quality and the highest rate of evaporation. Salazar and Rand (2016) studied the effect of production risks on the choice of type of irrigation technology among small farmers in Chile. They found that the higher the educational level of the farmers, with the ability to obtain credit, the presence of agricultural extension services, and living in an area where there are more adopters of modern irrigation techniques increases the likelihood of farmers adopting modern irrigation. Saeed et al. (2014) found that social factors, support provided to farmers, personal characteristics of farmers, as well as the influence of environmental factors were responsible for 55% of the total variance in the use of modern irrigation systems. However, there remains a dearth of research comprehensively analyzing these factors in the context of northern Aleppo.

Raising the efficiency of using the already scarce water resources is very important in order to increase the irrigated area, increase the productivity of crops and not deplete groundwater that will be through the application of modern irrigation methods and urging farmers to adopt them. Against this backdrop, this paper aims to investigate the socio-demographic and socio-economic characteristics of farmers in northern Aleppo and identify the determinants influencing their adoption of modern irrigation techniques. By addressing these objectives, the study seeks to inform policy interventions and agricultural extension efforts aimed at enhancing water efficiency and agricultural productivity in conflict-affected regions like northern Aleppo.

MATERIALS AND METHODS

Data collection for this study involved conducting personal interviews with farmers using a structured questionnaire designed to align with the research objectives. Three primary administrative areas were identified: Jarablus, Azaz, and Al-Ba. Villages where farmers relied solely on rainwater for irrigation were excluded. The estimated number of farmers in the selected eighteen villages was approximately 25,000. Utilizing the Krejci and Mörgan (1970) equation to determine the sample size with a confidence level of 5%, the calculated sample size was 210.

$$s = \frac{x^2 np(1-p)}{d^2(n-1) + x^2 p(1-p)}$$

Where s : Sample size; x^2 : chi-square for the specified confidence level at 1 degree of freedom estimated (3.841); n : population size estimated; p : population proportion; d : The degree of accuracy is a fixed value that is estimated at (0.05). But in the period in which the data collected between the first of February to the third of March 2021 and because of the military actions in some villages facing combat fronts, 5 villages were excluded with the forms that some of them gathered, and the final number of villages settled on 13 villages and 210 surveys.

The sampling process aimed to ensure geographic diversity within the study area while capturing a representative sample of farmers engaged in irrigated agriculture. Face-to-face personal interviews conducted with the selected farmers provided valuable insights into their socio-demographic characteristics and factors influencing their adoption of modern irrigation techniques.

By employing rigorous sampling techniques and structured data collection methods, this study sought to generate robust findings reflective of the agricultural landscape in northern Aleppo. The resulting dataset served as a foundation for analyzing the determinants driving farmers' decisions regarding modern irrigation methods, thus contributing to the broader understanding of agricultural dynamics in conflict-affected regions.

This factor examines the irrigation methods employed by the sample population for crop irrigation, distinguishing between traditional methods such as floods and furrowing, and modern methods like sprinklers and drip irrigation. Analysis of the research questionnaire revealed that 42.85% of sampled individuals utilize at least one

modern irrigation method (either sprinklers or drip), while 57.14% do not employ any modern techniques. Data analysis for this study involved employing a combination of methods including frequency tables and descriptive statistics. Furthermore, the Chi-Square Test was applied to examine the relationships between categorical variables and determine whether observed frequencies significantly deviate from expected frequencies. This statistical test enabled the assessment of associations between variables such as irrigation methods and socio-demographic characteristics among the sampled farmers. This test will help in understanding the factors influencing farmers' adoption of modern irrigation techniques in the northern Aleppo region. The statistical software SPSS was utilized to conduct the analysis.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Characteristics of farmers

According to the survey results, all members of the sample were male, with 91.42% of them being married. The average age of farmers was 46.75 years, with the largest percentage (48.1%) falling within the middle-aged group. Concerning family size, the average number of members per family was 6.42, with 44.8% of farmers belonging to the category of large families (more than 6 members). Regarding educational level, the average years of schooling for sample members was 7.83. The majority of respondents (44.8%) had a pre-high school education, while 35% had completed high school, and 19.5% had pursued post-high school education. In terms of agricultural experience, the average years of experience among sample members was 19.6 years. Notably, 41.4% had over 20 years of experience, 38.1% had 11-20 years, and only 20.5% had less than 10 years of experience. Additionally, 43% of sample members had resided outside their area for more than a year, excluding the period of military service, which typically lasted two years, with much of it occurring away from the farm area.

Table 1. Main characteristics of farmers and farms

Demographic Features	Frequency	%	Demographic Features	Frequency	%
Gender			Marital status		
			Single	18	8.6
Male	210	100.0	Married	192	91.4
Age (Mean: 46.76; Std. Dev.: 10.67)			Experience (Mean:19.63; Std. Dev.: 9.42)		
≤ 40 years	68	32.4	≤10 years	43	20.5
41-55 years	101	48.1	11-20 years	80	38.1
>55 years	41	19.5	>20 years	87	41.4
Education			Family size (Mean:6.49; Std. Dev.: 1.79)		
Less than High school	94	44.8	<4	29	13.8
High school	75	35.7	4-6	87	41.4
University	41	19.5	>6	94	44.8
Land Ownership			Residence outside the region		
Owned by him	100	47.6	No	91	43.3
Not owned by him	110	52.4	Yes	119	56.7
Farm income groups			Farm Size		
Low income	143	68.1	<26 decares	64	30.5
Medium income	50	23.8	26-50 decares	78	37.1
High income	17	8.1	>50 decares	68	32.4
Non-farm income			Source of Labor		
No	130	61.9	Mostly family labor	62	29.5
Yes	80	38.1	Foreign wage labor	100	47.6
			Both of them	48	22.9
Price of inputs			Getting loans		
Cheap	35	16.7	Borrow	86	41.0
Expensive	175	83.3	Doesn't borrow	124	59.0
Total	210	100.0	Total	210	100.0

The average monthly income of farmers was \$124.36 and the farmers were distributed into three categories according to income level as follows: 68.1% classified as low-income, 23.8% as middle-income, and 8.1% as high-income earners. Notably, only 38.9% of the sample reported having non-farm income from jobs, commerce, or service activities, while the majority (69.1%) relied solely on farm income. In the questionnaire, income and input and output prices were assessed in dollars due to the rapid depreciation of the Syrian currency, as farmers and business owners commonly evaluate goods and services based on the dollar. A significant proportion (83.3%) of respondents considered prices to be high and inappropriate, while 16.7% deemed them cheap and appropriate.

Regarding farm size, the average area of agricultural land for farmers was 48.58 decares and the largest percentage (37.1%) owned medium-sized farms ranging from 26 to 50 decares. Additionally, 47.6% of farmers owned their lands, while the remaining 52.4% did not own the lands they cultivated.

The research findings revealed that 47.6% of farmers primarily rely on external wage labor as their main source of workforce, whereas 29.5% predominantly depend on family members for farm work, surpassing the reliance on external wage labor. Additionally, 22.9% of farmers reported an equal distribution of labor between family members and external sources. Regarding financial support, the study indicated that 41% of farmers acquire credit to finance their agricultural activities, while 59% do not obtain any type of credit at all.

Socio-demographic factors effects on the use of modern irrigation method

The researchers found that the process of technology transfer requires raising the ability of farmers to respond to these developments with the presence of the risk factor and these capabilities are related to his personal and social characteristics. Welch (1978) argues that the contribution of human capital to returns from agriculture could be attributed to allocative and worker ability. Table 2 shows the results of the Pearson chi-square test between the social characteristics of the sample members and the adoption of modern irrigation. For the age, $\chi^2 = 2.556$ and $p = 0.633$ which does not indicate to any significant relationship with the adoption of modern irrigation methods and it is the same result of Wang et al (2016) in Canada who found that age has no effects in the decision of using modern irrigation methods. Conversely, Bayramoglu and Ağızan (2018) found a negative correlation between farmers' age and the adoption of new irrigation techniques.

Table 2. Distribution of farmers who use and do not use modern irrigation methods according to their socio-demographic characteristics

Variable	Not use		Used		Chi-square (P-value) ⁺
	Frequency	%	Frequency	%	
Age of farmers					
≤ 40 (young farmers)	40	58.8	28	41.2	2.556 (0,633)
41-55 (middle-aged)	54	53.5	47	46.5	
>55 (old farmers)	26	63.4	15	36.6	
Education level of farmers					
Less than High school	75	79.8	19	20.2	48.089*** (0,000)
High school	37	49.3	38	50.7	
University	8	19.5	33	80.5	
Experience of farmers					
< 11 years	17	39.5	26	60.5	1.283** (0,024)
11-20 years	52	65.0	28	35.0	
>20 years	51	58.6	36	41.4	
Family size					
<4	12	41.4	17	58.6	25.025*** (0,000)
4-6	37	42.5	50	57.5	
>6	71	75.5	23	24.5	
The residency outside the region					
No	70	58.8	49	41.2	1.629 (0,443)
Yes	50	54.9	41	45.1	

+: *, **, *** : Statistical significance at the 0.10, 0.05, and 0.01 levels of probability.

Educational attainment exhibited a noteworthy relationship with farmers' adoption of modern irrigation methods ($\chi^2 = 48.089$, $p = 0.000$). This concurs with research by Salazar and Rand (2016) and Rossi et al. (2015), who found that higher levels of education increase the propensity for adopting modern irrigation practices.

The number of years practicing farming has significant association with the adoption of modern irrigation methods ($\chi^2 = 11.283$, $p = 0.024$). Carrer (2015) found that the experience in citrus production increases the adoption of modern irrigation. Similarly, Alcon et al. (2011) identified years of experience as a crucial determinant in adoption decisions. Family size exhibited a significant relationship with the adoption of modern irrigation methods ($\chi^2 = 25.025$, $p = 0.000$). Ogunniyi et al. (2018) found that family was one of the factors influencing the decision to use modern irrigation and the relationship between family size and adoption was inverse. The residence of the farmer out his area for a time more than one year and the adoption of modern irrigation methods have no significant relationship ($\chi^2 = 1.629$, $p = 0.443$). Contrastingly, Salazar1 and Rand (2016) noted that living in an area where there are more adopters of modern irrigation techniques increases the likelihood of farmers adopting modern irrigation.

These insights underscore the multifaceted interplay between farmers' socio-demographic characteristics and their adoption of modern irrigation techniques, shedding light on avenues for targeted interventions and policy interventions to enhance technology adoption in agriculture.

Geographic factors effects on the use of modern irrigation method

Table 3 presents geographic factors effects on the adoption of modern irrigation method. The analysis revealed no significant relationship between the distance of the farm from the farmer's residence and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 6.165$; $p = 0.187$). However, for the land slope, the results showed a significant association between the land slope and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 21.470$; $p = 0.000$). This aligns with findings by Wang et al. (2016), who observed that the slope of the agricultural land hinders irrigation using traditional methods and pushes farmers to increase the efficiency of irrigation using modern methods. Cox et al (2018) further emphasized that soil erosion is impossible to avoid as the slope of the land exceeds 8%, it becomes difficult to irrigate by traditional methods.

Table 3. The effects of geographic factors on using modern irrigation method

Variable	Not use		Used		Chi-square (P-value) +
	Frequency	%	Frequency	%	
Distance from farmers' residence (km)					
≤ 2 (close)	86	60.6	56	39.4	6.165 (0,187)
3-4 (little farther)	28	51.9	26	48.1	
>4 (far)	6	42.9	8	57.1	
Land slope					
Fully flat	93	68.4	43	31.6	21.470*** (0,000)
Sloping	27	36.5	47	63.5	
Rain					
Little rain	47	62.7	28	37.3	1.646 (0,439)
Good rain	73	54.1	62	45.9	
Wind					
Weak	23	52.3	21	47.7	2.320 (0,313)
Strong	97	58.4	69	41.6	
Soil fertility					
Low	9	75.0	3	25.0	1.661 (0,436)
Good	111	56.1	87	43.9	
Distance from river or water bodies (Km)					
< 4 (close)	43	69.4	19	30.6	9.229** (0,056)
4-10 (little farther)	14	40.0	21	60.0	
>10 (far)	63	55.8	50	44.2	

+: *, **, *** : Statistical significance at the 0.10, 0.05, and 0.01 levels of probability.

Contrarily, Chi-square analysis showed no significant relationship between the rate of the rainfall and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 1.646$; $p = 0.439$). Nonetheless, Dessalegn (2005) highlighted rainfall as a critical factor in determining land irrigation decisions, while Daqduqa et al. (2013) noted that high rainfall rates, particularly on extensive holdings, can favor rainfed agriculture over irrigation. Although wind adversely affects

certain crops and undermines the efficacy of modern irrigation methods like sprinkler irrigation, our analysis found no significant relationship between wind and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 2.320$; $p = 0.313$). This contradicts Dhawan's (2002) assertion that wind significantly influences irrigation method selection (Table 3). Similarly, no significant association emerged between soil fertility and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 1.661$; $p = 0.436$). However, Caswell et al. (1985) contended that modern technology tends to be adopted on lands with deeper wells and lower soil qualities compared to traditional technology.

Rivers, canals, and water bodies are easy, available, and low-cost sources, which are of great benefit to the agricultural lands nearby. Interestingly, a significant relationship surfaced between proximity to rivers or water bodies and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 9.229$; $p = 0.056$). This aligns with Badr's (2010) findings, suggesting that farmers who depend on rivers and irrigation canals to irrigate their crops are the least likely to adopt modern irrigation methods.

Socio-economic factors effects on the use of modern irrigation method

Table 4 presents the association between the socio-economic characteristics of farmers and the adoption of modern irrigation. The results indicate no significant association between the farm income and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 3.821$, $p = 0.431$). However, Bayramoglu and Ağızan (2018) and Rossi et al (2015) found that farmer income positively influences the decision to adopt modern irrigation methods. A significant relationship was observed between farm size and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 24.752$, $p = 0.000$). This aligns with findings from Van den Berg (2013), Panahi (2013), and Amankwah (2013), who concluded that larger farms are more inclined to adopt modern irrigation methods, with irrigated area being a significant factor in adoption decisions. Regarding land ownership, no significant association was found between land ownership type and the adoption of modern irrigation methods ($\chi^2 = 0.753$, $p = 0.686$). However, Bijay et al. (2018) found that holding land effects positively the intensity of the irrigation technology adoption. It was found a significant association between the source of labor and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 86.177$, $p = 0.000$). Similar results were found by Amankwah (2013), indicating that farmers who pay higher labor costs tend to adopt formal (recommended) irrigation methods. Non-farm income did not show a significant relationship with the adoption of modern irrigation methods ($\chi^2 = 3.522$, $p = 0.172$). Chi-square analysis revealed a significant relationship between attitudes towards the prices of modern irrigation equipment and adoption ($\chi^2 = 6.871$, $p = 0.032$). Mahammad (1978) also found that the price of input was one of the most important factors affecting the adoption of innovations by farmers. Owning a tractor showed significant relationship with the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 4.735$, $p = 0.094$). Binswanger (1978) reviewed several studies about the adoption of tractors in Asian countries and concluded that farm size and the adoption of tractors were always related positively and significantly.

Analysis showed no significant relationship between owning animals and the adoption of modern irrigation ($\chi^2 = 2.143$, $p = 0.343$). Similarly, no significant relationship was found between accessing loans and adoption ($\chi^2 = 4.185$, $p = 0.123$), although Ogunniyi et al. (2018) identified access to credit as a factor influencing modern irrigation adoption. Salazar and Rand (2016) also emphasized the positive impact of credit availability on farmers' likelihood to adopt modern irrigation methods.

CONCLUSION AND RECOMENDATIONS

The objective of this study was to examine the effects of various demographic, geographic, and economic factors on farmers' use of modern irrigation methods in the northern Aleppo region. To determine if there were significant differences between farmers who used modern irrigation methods and those who did not, a chi-square test of independence was conducted. The results indicated that a higher level of education, more years of experience in agriculture, and a smaller number of family members were associated with a greater likelihood of using modern irrigation methods. In order to promote the adoption of modern irrigation techniques, it is crucial for authorities to raise awareness among farmers about the importance and benefits of these methods through various agricultural extension approaches. Additionally, farmers with higher levels of education and more experience in agriculture can serve as role models and positively influence their peers. The findings related to geographical characteristics revealed a significant correlation between the use of modern irrigation methods and both the slope of the land and its proximity to surface water sources. It can be inferred that these factors themselves motivate farmers to adopt modern irrigation methods, due to the challenges posed by traditional irrigation on sloping land and the limited availability of water sources. Furthermore, our study identified several socio-economic factors that significantly influenced farmers' increased utilization of modern irrigation methods, including larger farm size, reliance on external labor, ownership of agricultural tractors, and the perception of affordable prices for agricultural inputs. Considering high input prices as a factor influencing

the use of modern irrigation was met with a lack of impact on financing due to the weakness of this sector. Encouraging farmers to adopt modern irrigation techniques necessitates ensuring the availability of modern irrigation supplies and components in the market at reasonable prices and with good quality. Additionally, facilitating access to loans specifically for modern irrigation purposes, with simplified requirements, can greatly contribute to increasing the adoption of modern irrigation practices.

Table 4. The effects of Socio-Economic factors on using modern irrigation method

Variable	Not use		Used		Chi-square (P-value) ⁺
	Frequency	%	Frequency	%	
Farm income group					
Low income	80	55.9	63	44.1	3.821 (0,431)
Medium income	33	66.0	17	34.0	
High income	7	41.2	10	58.8	
Farm size group					
<26 decares	42	65.6	22	34.4	24.752*** (0,000)
26-50 decares	51	65.4	27	34.6	
>50 decares	27	39.7	41	60.3	
Landownership					
Not owned (rent or public land)	59	59.0	41	41.0	0.753 (0,686)
Property land	61	55.5	49	44.5	
Source of labor					
Mostly family labor	56	90.3	6	9.7	86.187*** (0,000)
Mostly waged labor	24	24.0	76	76.0	
Both family and waged labor	40	83.3	8	16.7	
Nonfarm income					
No	79	60.8	51	39.2	3.522 (0,172)
Yes	41	51.2	39	48.8	
The attitude on the prices of modern irrigation equipment					
Cheap	13	37.1	22	62.9	6.871*** (0,032)
Expensive	107	61.1	68	38.9	
Tractor ownership					
No	68	64.2	38	35.8	4.735** (0,094)
Yes	52	50.0	52	50.0	
Having animals					
No	43	52.4	39	47.6	1.143 (0,343)
Yes	77	60.2	51	39.8	
Getting loans					
No	66	53.2	58	46.8	4.185 (0,123)
Yes	54	62.8	32	37.2	

+ : *, **, *** : Statistical significance at the 0.10, 0.05, and 0.01 levels of probability.

Acknowledgements: This study was produced from the first author's PhD thesis " The Effect of Government Policy on Dairy Farms in the Northern Region of Iraq" accepted by Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Graduate School of Natural and Applied Sciences.

Conflict of Interest Declaration: The authors of the article declare that they do not have any conflict of interest.

Summary of Researchers' Contribution Declaration: The authors declare that they have contributed equally to the article.

YAZAR ORCID NUMARALARI



Kuteybe GANNUM: <http://orcid.org/0000-0002-2366-362X>



Cuma AKBAY: <http://orcid.org/0000-0001-7673-7584>



Cevahir KAYNAKÇI BAYDAR: <http://orcid.org/0000-0003-3785-5283>

REFERENCES

- Abaci, N.I. and I. Boz. 2022. Relationships between irrigation systems, crop patterns and land sizes of farmers in coastal areas in terms of agricultural water management. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 34(11): 982-990.
- Alcon, F., Miguel, M.D. and Burton, M. 2011. Duration analysis of adoption of drip irrigation technology in southeastern Spain. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(6): 991-1001.
- Amankwah, K. 2013. Modeling The Choice of Irrigation Technologies of Urban Vegetable Farmers in Accra, Ghana. *PHD thesis, Purdue University. USA.*
- Aydın Eryılmaz, G., Kılıç, O. and Gülser, C. 2022. Sinop İlinde Çiftçilerin Sulama Yöntemleriyle İlgili Tercihleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 209-215.
- Badr, A. 2010. An economic and social study of the impact of adopting modern supplementary irrigation techniques on the wheat production system in Syria. *PHD thesis, University of Aleppo. Syria.*
- Bayramoglu, Z. and Ağızan, S. 2018. Sulama Sistemlerinin Tercihini Etkileyen Faktörlerin Analizi, *Uluslararası Su ve Çevre Kongresi Suçev*, 22-24 Mart, Bursa. Türkiye.
- Bijay, K., Krishna, P. Paudel, ID. and Eduardo, S. 2018. Factors Affecting the Choice, Intensity, and Allocation of Irrigation Technologies by U.S. Cotton Farmers. *Water*, 10: 706.
- Binswanger, H. 1978. The economics of tractors in South Asia: an analytical review. *Agricultural Development Council and the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, New York.*
- Carnegie Middle East Center, 2015. Food Insecurity in War-Torn Syria: *From Decades of Self-Sufficiency to Food Dependence*, June 04, 2015.
- Carrer, M.J. 2015. Determinantes da eficiência técnica e econômica da citricultura em propriedades rurais do Estado de São Paulo. PhD, dissertation, Federal University of São Carlos, UFSCAR.
- Caswell, M.F. and Zilberman, D. 1985. The Choices of Irrigation Technologies in California. *Amer. J. Agr. Econ.*, 67: 223-34.
- Cox, C., Jin, L., Ganjegunte, G., Borrok, D. and Lougheed, V.M. 2018. Changes of soil quality due to flood irrigation in agricultural fields along the Rio Grande in western Texas. *Appl. Geochem*, 90: 87-100.
- Daquqa, M. 2013. Factors affecting irrigated wheat farmers' adoption of modern irrigation technology in Al-Hasaka Governorate. *Damascus University Journal of Agricultural Sciences*, 29(2): 289 - 304.
- Dessalegn, T. 2005. Modelling farm irrigation decisions under rainfall risk in the White-Volta basin of Ghana. *University of Bonn, Thesis.*
- Dhawan, B.D. 2002. Technological change in Indian Irrigated Agriculture: A study of water saving methods. *Commonwealth Publishers, New Delhi.*
- Dinar, A. and Yaron, D. 1990. Influence of quality and scarcity of inputs on the adoption of modern irrigation technologies. *West J Agric Econ*, 15(2): 224-233.
- FAO 2018. The State of Food and Agriculture 2018. Migration, Agriculture and Rural Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations. "<https://openknowledge.fao.org/items/23803870-e66d-4a06-a4a6-d1fc47db8d07>"
- FAO 2023. The impact of disasters and crises on agriculture and food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. "<https://openknowledge.fao.org/items/f82a39d4-c294-4004-967c-41eebe99d2da>"
- Foley, JA., Defries, R., Asner, GP., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, SR., Chapin, FS., Coe, MT., Daily, GC., Gibbs, HK., Helkowski, JH., Holloway, T., Howard, EA., Kucharik, CJ., Monfreda, C., Patz, JA., Prentice, IC., Ramankutty, N., Snyder, PK. 2005. Global consequences of land use. *Science*, 309: 570-574.
- Gençoğlan, C., Gençoğlan, S., Akbay, C. and Boz, I. 2006. Deficit irrigation analysis of red pepper (*Capsicum annum* L.) using the mathematical optimisation method. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30 (3): 203-212.
- Gençoğlan, C., Gençoğlan, S., Kırnak, H., Akbay, C. and Boz, I. 2005. Deficit irrigation analysis of cotton under Harran conditions. In Proceedings of the 4th GAP (Southeastern Anatolia Project) Agricultural. Harmoon Center 2017. Agriculture: The Syrian Food Basket from Retreat to Disaster. September, 16.

- Krejcie, R.V. and Morgan, D.W. 1970. Determining sample Size for Research Activities. Educational and Psychological Measurement.
- Letey, J., Dinar, A., Woodring, C. and Oster, J. 1990. An Economic Analysis of Irrigation Systems. *Irrigation Science*, 11: 37-43.
- Levidow, L., Zaccaria, D., Maia, R., Vivas, E., Todorovic, M. and Scardigno, A. 2014. Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management*, 146: 84-94.
- Mahammad, N. 1978. Impact of economic factors on diffusion of agricultural innovations in central Transghaghara plain. *Geographical Review of India*, 40 (3): 266-280.
- OCHA 2021. Water Crisis in Northern and Northeast Syria. *Immediate Response and Funding Requirements*. 9 September.
- Ogunniyi, A., Omonona, B. and Abioye, O. 2018. Impact of irrigation technology use on crop yield, crop income and household food security in Nigeria: A treatment effect approach. *AIMS Agriculture and Food*, 3(2): 154–171.
- Panahi, F. 2013. Analysis of Factors Affecting the Adoption of Modern Methods of Irrigation in the Agricultural System of Iran. *World Applied Sciences Journal*, 21(11): 1552-1559.
- Robertson, A. 2012. Enabling agricultural extension for peace building, *United States Institute of Peace. Washington*.
- Rogers, E.M. 1983. Diffusion of innovations. Third edition, The Free Press, A Division Macmillan Publishing co., Inc. Collier Macmillan Publishers London.
- Rossi, F.R., de Souza Filho, H.M., and Carrer, M.J. 2015. Determinants of the adoption of irrigation technologies by citrus growers of the state of Sao Paulo-Brazil. *In International Food and Agribusiness Management Association: Annual Meeting*, June.
- Saeed, G., Sadegh, E.M. and Maryam, A. 2014. Factors Affecting the Adoption of New Irrigation Systems by Iranian Farmers. *Indian Journal of Scientific Research*, 5(1): 9-15.
- Salazar, C. and Rand, J. 2016. Production risk and adoption of irrigation technology: evidence from small-scale farmers in Chile. *Lat Am Econ Rev.*, 25: 2.
- Surya, G., Muralidharan, C., Hemalatha, S. and Vasanthi, R. 2021. A study on factors influencing the adoption of micro irrigation system in Vellore district. *The Pharma Innovation Journal*, 10(11): 996-999.
- Van den Berg, J. 2013. Socio-economic factors affecting adoption of improved agricultural practices by small scale farmers. *African Journal of Agricultural Research*, 8(35): 4490-4500.
- Wang, J. Bjornlund, H. and Zhang, L. 2016. Factors that Influence the Rate and Intensity of Adoption of Improved Irrigation Technologies in Alberta, Canada. *Water Economics and Policy*, 2(3): 1650026.
- Welch, F. 1978. The role of investment in human capital in agriculture. In *Distortion of agricultural Incentives*, Ed. Schultz, T.W., *Indian University Press, Bloomington*.

İç Anadolu Ekolojik Koşullarında Bazı Kuru Fasulye Genotiplerinin Morfo-Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi

Ufuk KARADAVUT¹ , Ömer SÖZEN^{2*} ,

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Sivas

²Karabük Üniversitesi, Temel Bilimler Bölümü, Karabük

*Sorumlu Yazar: omers@sivas.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.03.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 15.06.2024 Kabul Tarihi: 05.07.2024

ÖZ

Bu araştırma, İç Anadolu Bölgesi ekolojik koşullarında kuru tane üretimi için yetiştirilen bazı kuru fasulye genotiplerinin morfo-agronomik özelliklerinin ortaya konulması amacıyla yürütülmüştür. 2022 ve 2023 yıllarında iki yıl süre ile yürütülen çalışmada araştırma enstitüleri tarafından geliştirilen 7 adet kuru fasulye çeşidi (Adabeyazı, Zirve, Zülbiye, Şahin-90, Yunus-90, Önceler-98 ve Göynük-98) ile seleksiyon yoluyla seçilerek ileri düzeye kadar getirilen 5 adet kuru fasulye genotipi (A-27, A-40, A-130, K-1044 ve K-1084) olmak üzere 12 adet materyal kullanılmıştır. Çalışmada kuru fasulye genotiplerinde %50 çiçeklenme ve bakla bağlama gün süresi (gün) ile vejetasyon süresi (gün) gibi fenolojik özellikler ile bitki boyu (cm), ilk bakla yüksekliği (cm), bitkide dal sayısı (adet), bitkide bakla sayısı (adet), baklada tane sayısı (adet), bitkide tane sayısı (adet), yüz tane ağırlığı (g) ve tane verimi (kg/da) gibi agronomik özellikler incelenmiş olup yürütülen çalışma sonucunda kuru fasulye genotiplerinin incelenen fenolojik ve agronomik özelliklerin çoğundan önemli ya da çok önemli derecede etkilendikleri ortaya konulmuştur. İki yıllık ortalamalara göre, dekara tane verimleri 84.47-142.59 kg/da arasında değişmiştir. Çalışmada yer alan tüm kuru fasulye çeşitlerini geçen A-27, K-1084, A-130 ve K-1044 genotipleri her iki yılda da yüksek tane verimine sahip olmuşlardır. Bu sonuçlar, A-27, K-1084, A-130 ve K-1044 genotiplerinin İç Anadolu Bölgesi'nde kuru fasulye üretimi için potansiyel adaylar olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: kuru fasulye, İç Anadolu Bölgesi, çeşit, genotip, verim.

Determination Of Morpho-Agronomic Characteristics Of Some Dry Bean Genotypes In Central Anatolian Ecological Conditions

ABSTRACT

This research was carried out to reveal the morpho-agronomic characteristics of some dry bean genotypes grown for dry seed production in the ecological conditions of the Central Anatolia Region. In the study carried out for two years in 2022 and 2023, 12 materials, including 7 dry bean varieties (Adabeyazı, Zirve, Zülbiye, Şahin-90, Yunus-90, Önceler-98 ve Göynük-98) and 5 dry bean genotypes (A-27, A-40, A-130, K-1044 ve K-1084), were used. In the study, phenological characteristics (50% flowering day period, 50% pod setting day period and vegetation period) and agronomic characteristics (plant height, first pod height, number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per pod, number of seeds per plant, hundred seed weight and seed yield) were examined. As a result of the study, it was revealed that dry bean genotypes were significantly or very significantly affected in terms of the examined phenological and agronomic characteristics. According to the two-year averages, grain yields varied between 84.47-142.59 kg/ha. Genotypes A-27, K-1084, A-130 and K-1044 had high grain yields in both years. These results indicate that A-27, K-1084, A-130 and K-1044 genotypes are potential candidates for dry bean production in Central Anatolia Region.

Key words: dry bean, Central Anatolian Region, variety, genotype, yield.

GİRİŞ

Yaklaşık 25 yıl sonra dünya nüfusunun 9.5 milyar, 75 yıl sonra ise 11 milyar olacağı tahmin edilmekte olup bugünkü dünya nüfusunun neredeyse büyük kısmının gelişmemiş ve az gelişmiş ülkelerde yaşamını sürdürdüğü söylenmektedir (Öcal, 2021). Gelişmemiş ve az gelişmiş ülkelerde en büyük problemlerin başında gıda yetersizliği ve dengeli beslenememe gelmektedir. Bu problemlerin giderilmesinde kuru fasulyeyi de bünyesinde bulunduran yemeklik tane baklagiller zengin içerikleri nedeniyle önemli besin gruplarının başında gelmektedir (Karadavut, 2022). Protein içeriğinin yüksekliği (%18-35), vitamin çeşitliliğinde zenginlik (A, B ve D) ve mineraller ile diyet lifi bakımından önemli bir tür olan kuru fasulye, Güney Amerika orjinli bir baklagil bitkisi olup sahip olduğu yağ oranı miktarı da (%1-2) oldukça düşüktür. Aynı zamanda yüksek miktarda karbonhidrat seviyeleri (%60) nedeniyle iyi bir enerji kaynağıdır (Sözen ve Karadavut, 2020). Sahip oldukları zengin diyet liflerinden ötürü kalp-damar rahatsızlıkları, Tip-II diyabet, obezite ve kansere karşı bariyer görevi yaptığından dolayı diyetisyen uzmanları tarafından tavsiye edilmektedirler ki aminoasitlerin yapı taşı olan proteinlerin hazm olunabilirlik oranları kuru fasulyede %71-94 arasında değişmektedir (Barampama ve Simard, 1994). Toprağın alt bölümlerindeki besin maddelerini gelişmiş kök yapısıyla toprak yüzeyine taşımakta ve köklerinde oluşan nodüller yoluyla yetiştiriciliği yapılan toprağı azotça zenginleştirebilen kuru fasulye, ortalama yıllık 5 kg/da azot sağlayabilmekte (Akçin, 1988; Sprent ve Sprent, 1990) olup kendisinin ardından yetiştiriciliği yapılan bitkilerin azot ihtiyacını sağlayabilmesi ve ekim nöbeti bakımından önemli bitki grubunu oluşturması adına sulanabilir tarım arazilerinde rotasyonda bulunması gereken önemli kültür bitkilerinden bir tanesidir (Adams ve ark., 1985).

Yemeklik baklagiller içinde 36.792.490 ha ekim alanı ve 28.346.198 ton üretimi ile dünya ülkeleri arasında birinci sırada gelen kuru fasulye, ülkemizde 97.049 ha ekim alanı ve 270.000 ton üretimi ile nohut ile mercimeğin arkasından üçüncü sırada yer almaktadır. Ayrıca kuru fasulye yetiştiriciliği yapan ülkelerin 77.04 kg'a karşılık gelen verim ortalaması ülkemizde 278.21 kg'a kadar yükselerek ortalamanın çok üstüne çıkmıştır (FAO, 2022).

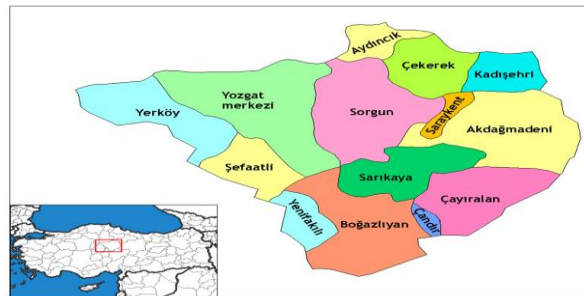
Seleksiyon ıslahı ile seçilen yerel kuru fasulye materyallerinin, yetiştiriciliğinin yoğun şekilde yapıldığı bölgelere adaptasyon kabiliyetleri ile ekolojik faktörlerin ortaya konulması amacıyla ıslah sürecine (Çeşit ve Bölge Verim Denemeleri) alınarak verim ile kalite göstergelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Ülkemizde yukarıda ifade edilen sebeplerden ötürü tarla bitkilerinde çeşit sayısı diğer türlere göre az olan kuru fasulyede verim ile kalite problemleri tam olarak giderilememiştir. Biyotik ile abiyotik faktörlerden kaynaklı sorunlardan ötürü kuru fasulyede istenilen verim göstergelerine ulaşamamasına rağmen ülkemizde yıllar süresince kuru fasulye ekim sahalarında azalışlar görülmekle birlikte son zamanlarda makineleşmenin, yürütülen bilimsel çalışmaların, ıslah birikiminin ve agronomik tekniklerin iyileşmesi ile birim alanda görülen verim dataları dünya ortalamasının oldukça üstüne çıkmayı başarmıştır.

Birçok kültür bitkisinde olduğu gibi kuru fasulyede de üretimi yapılan alanlardan elde edilen verim değerini artırmada yetiştirme tekniği süreçlerinin yanında ekolojik faktörlere uygun çeşit/çeşitlerin de bulunması oldukça önem arz etmektedir. Dolayısıyla İç Anadolu Bölgesi'nde kuru tane sağlamak amacıyla çeşit ve yerel materyallerin verim kabiliyetlerinin ortaya konularak bölge ekolojisine uyumlu çeşit/çeşitlerin tespit edilmesi, yetiştiriciliği yapılacak olan bölgelerde kuru fasulye yetiştiriciliğinin bugünkünden daha fazla ekilmesini sağlayacaktır.

Yozgat ekolojik şartlarında iki yıl süreyle yürütülen bu çalışma ile bazı kuru fasulye genotip/çeşitlerin verim ve verim unsurları bakımından üstünlüklerinin tespit edilerek bölge şartlarına uygun olabilecek genotip/çeşitlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmanın tarla denemeleri 2022 ve 2023 yıllarında kuru fasulyenin vejetasyonu süresince Yozgat ili Sarıkaya ilçesi Toprakpınar köyünde İbrahim Hakkı isimli çiftçinin sulanabilir tarımsal arazisinde kurulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Yozgat ili Sarıkaya ilçesi.

Materyal

2005-2006 yılları arasında yürütülen TÜBİTAK projesi kapsamında ıslah sürecinde seçilen 3 adet (A-20, A-40 ve A-130), 2008-2009 yılları arasında yürütülen diğer bir TÜBİTAK projesi kapsamında seçilen 2 adet (K-1044 ve K-1084) olmak üzere 5 adet ileri düzey yerel kuru fasulye genotipi ile TAGEM'e bağlı araştırma enstitüleri tarafından tescil ettirilmiş 7 adet (Adabeyazı, Göynük-98, Önceler-98, Şahin-90, Yunus-90, Zirve ve Zülbiye) kuru fasulye çeşidi olmak üzere toplam 12 adet kuru fasulye, araştırmanın materyali olup genotiplerin tümünün bodur bitki tipinde olmasının yanında kuru fasulye materyallerinin 2 adedi renkli geriye kalan 10'u ise beyaz tohum rengine sahiptir.

Deneme Yerinin Toprak Özellikleri

Araştırmanın iki yıl süreyle yürütüldüğü arazi, sulanabilir ve tınlı özellik gösteren düze yakın bir topoğrafik yapıya sahip birinci sınıf taban arazisi olup çalışmaların yürütüldüğü deneme arazisinin toprak özellikleri değerlendirildiğinde deneme yeri toprağının çok hafif alkali, organik maddesinin iyi, alınabilir fosfor ve potasyum bakımından yeterli, tuz içeriğinin tuzsuz ve kireç içeriğinin ise çok az kireçli olduğu belirlenmiştir (Kaçar, 1995).

Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Çalışmaların yürütüldüğü Yozgat ili Sarıkaya ilçesinin deneme yılları ile uzun yıllara ait iklim değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sarıkaya ilçesinin 2022 ve 2023 yılları ile uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)			Ortalama Nispi Nem (%)		
	2022	2023	Uzun Yıllar	2022	2023	Uzun Yıllar	2022	2023	Uzun Yıllar
Mayıs	15.8	15.1	13.4	41	36	59	54.3	53.5	62.9
Haziran	20.2	19.4	16.9	33	29	63	57.8	58.5	59.3
Temmuz	24.3	23.3	20.2	18	13	23.1	48.6	50.8	52.8
Ağustos	25.1	24.2	20.5	3	2	9.2	38.4	39.4	37.5
Eylül	19.3	18.6	16.1	9	11	16.3	50.7	54.1	57.8
Toplam				104	91	87			

Metot

Bu araştırma, 2022 ve 2023 yıllarında iki yıl süre ile yürütülmüş olup tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. İki yıllık çalışmada parsel alanları $5 \times 2=10 \text{ m}^2$ olarak düzenlenmiş olup 4'er sıradan oluşmuştur. Her iki yıl süresince ekim, sıra araları 50 cm ve sıra üzeri 8 cm olacak şekilde markörle açılan sıralara elle yapılmış ve parseller arasında boşluk bırakılmamıştır. Ekimler; birinci yılda 17 Mayıs, ikinci yılda ise 20 Mayıs'ta gerçekleştirilmiş olup deneme alanına her iki yılda da ekimle beraber dekara 15 kg DAP (2.7 kg N/da ve 6.9 kg P_2O_5 /da) gübresi uygulanmasının yanında bitkilerin ihtiyaç duydukları dönemde damlama sulama yöntemiyle 6 kez sulama yapılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda deneme alanındaki kuru fasulye genotiplerinin hasadı, hasat olgunluğuna ulaştıkları dönem aralığı olan 25 Ağustos-15 Eylül tarihleri arasında el ile yapılmış olup dörder sıradan oluşan her parselin her iki yanından birer sıra ile parsel başı ve sonundan 50 cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılmak suretiyle $4.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$ lik alanda yer alan bitkiler hasat edilmiştir. Vejetasyon süresince her bir parselde fenolojik özelliklerin gözlemleri alınmış olup her iki yılda da her parselden rastgele seçilen 10'ar bitkide bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide dal sayısı, bitkide bakla ve tane sayıları ile baklada tane sayısı ve yüz tane ağırlığı saptanmış ve bunların ortalamaları alınarak bitki başına ortalama değerler belirlenmiştir. Ayrıca kenar tesirleri alınan her bir parselden hasat edilen bitkilerden tane verimleri kg/da olarak hesaplanmıştır. Elde edilen iki yıllık sonuçlar, yıllar ayrı ayrı ve birleştirilerek varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan ($p<0.05$) çoklu karşılaştırma yöntemine göre teste tabi tutulmuş olup verilerin yorumlanmasında JUMP 7.0 istatistik paket programından yararlanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yürütülen araştırmadan sağlanan veriler üzerinden yıllar hem ayrı ayrı hem de birleştirilerek varyans analizlerine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan ($p<0.05$) çoklu karşılaştırma yöntemine göre değerlendirilmiştir (Çizelge 2). Çizelge incelendiğinde yapılan varyans analizi sonucunda ilk yılda %50 çiçeklenme gün süresi, bitki boyu, bitkide tane sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimi bakımından kuru fasulye genotipleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde çok önemli bulunurken, %50 bakla bağlama gün ve vejetasyon süreleri, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla ve baklada tane sayıları bakımından ise kuru fasulye genotipleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İkinci yılda %50 bakla bağlama gün süresi, bitki boyu, baklada tane sayısı ve tane verimi bakımından kuru fasulye genotipleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak $p<0.01$ düzeyinde çok önemli bulunurken, %50 çiçeklenme gün ile vejetasyon

süreleri, bitkide bakla ve tane sayıları ile yüz tane ağırlığı bakımından kuru fasulye genotipleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllar da ise %50 çiçeklenme ve bakla bağlama gün süreleri, bitki boyu, baklada tane sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimi $p<0.01$; vejetasyon süresi, ilk bakla yüksekliği ve bitkide bakla sayısı $p<0.05$ düzeyinde ve bitkide dal sayısı ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 2. İncelenen özelliklere ait varyans analiz tablosu (kareler ortalaması)

İncelenen Özellikler	Çeşit (2022 yılı)	Çeşit (2023 yılı)	Yıllar (Birleştirilmiş)	Yıl x Çeşit
%50 Çiçeklenme Gün Süresi	6.00**	16.87*	43.69**	4.87**
%50 Bakla Bağlama Gün Süresi	3.65*	22.83**	35.79**	5.31**
Vejetasyon Süresi	10.02*	3.13*	0.24*	7.97 ^{öd}
Bitki Boyu	25.13**	3.12**	101.49**	5.15**
İlk Bakla Yüksekliği	5.40*	0.68 ^{öd}	4.64*	3.02**
Bitkide Dal Sayısı	2.23 ^{öd}	1.68 ^{öd}	7.78 ^{öd}	2.07 ^{öd}
Bitkide Bakla Sayısı	4.37*	1.95*	15.44*	2.52*
Baklada Tane Sayısı	3.13*	12.44**	9.65**	1.73*
Bitkide Tane Sayısı	4.73**	4.94*	1.29**	2.48*
Yüz Tane Ağırlığı	34.96**	13.48*	16.83**	14.76**
Dekara Tane verimi	636.05**	1582.09**	2326.09**	68.45**

** : $p<0.01$ düzeyinde önemli, * : $p<0.05$ düzeyinde önemli, öd : önemli değil

Yıl x çeşit interaksyonları bakımından %50 çiçeklenme ve bakla bağlama gün süreleri, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, yüz tane ağırlığı ve tane verimi $p<0.01$, bitkide bakla ve tane sayıları ile baklada tane sayısı $p<0.05$ düzeyinde ve bitkide dal sayısı ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Denemede incelenen fenolojik ve agronomik özelliklere ilişkin elde edilen ortalama değerler yıllar itibarıyla ayrı ayrı, iki yıl birleştirilmiş şekilde ve bu ortalamalar arasındaki farklılıkları gösteren Duncan grupları Çizelge 3, 4, 5 ve 6'da verilmiştir.

%50 Çiçeklenme Gün Süresi

Bir fenolojik öge olan %50 çiçeklenme gün süresi açısından kuru fasulye genotipleri incelendiğinde her iki yılda ve iki yılın birleştirilmiş ortalamalarında en erken %50 çiçeklenme gün süresi değerleri sırasıyla 44.33, 46.33 ve 45.33 gün olarak K-1044'de belirlenirken, en geç çiçeklenme gün süresi değerleri ise sırasıyla 49.33, 55.66 ve 52.50 gün olarak A-130'de görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı kuru fasulye genotiplerinin %50 çiçeklenme ve bakla bağlama gün süreleri ile vejetasyon süresine (gün) ait değerler ile ortalamaların farklılık gruplandırılmaları

Çeşitler	%50 Çiçeklenme Gün Süresi (gün)			%50 Bakla Bağlama Gün Süresi (gün)			Vejetasyon Süresi (gün)		
	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama
A-27	45.66 bc	48.00 bc	46.66 bc	55.00 ab	55.00 b-e	55.00 bcd	96.66 bc	97.66 ab	97.33
K-1084)	46.66 abc	48.66 bc	47.66 bc	53.00 ab	55.33 bcd	54.33 bcd	95.00 c	99.33 ab	97.33
A-130	49.33 a	55.66 a	52.50 a	55.33 a	62.33 a	58.66 a	96.66 bc	101.33 a	99.00
K-1044	44.33 c	46.33 c	45.33 c	52.33 ab	52.33 ef	52.33 cd	101.00 a	97.33 b	99.33
Zirve	48.66 ab	48.66 bc	48.66 b	54.00 ab	56.33 bc	55.33 bc	97.33 bc	98.00 ab	97.66
A-40	46.66 abc	48.33 bc	47.50 bc	54.66 ab	55.33 bcd	55.00 bcd	101.33 a	98.00 ab	99.66
Göynük-98	48.33 ab	50.33 b	49.33 b	55.66 a	57.33 b	56.66 ab	99.33 ab	98.33 ab	98.66
Zülbiye	48.33 ab	47.33 bc	47.66 bc	52.33 ab	52.66 def	52.66 cd	101.00 a	98.33 ab	99.66
Yunus-90	48.00 ab	47.33 bc	47.66 bc	55.00 ab	53.66 c-f	54.33 bcd	98.33 abc	97.00 b	97.66
Adabeyazı	47.33 abc	49.33 bc	48.33 bc	54.00 ab	56.33 bc	55.33 bc	97.00 bc	99.33 ab	98.33
Önceler-98	46.00 bc	47.33 bc	46.66 bc	51.33 b	52.00 f	51.66 d	98.33 abc	97.00 b	97.66
Şahin-90	46.00 bc	47.33 bc	46.66 bc	53.00 ab	56.33 bc	54.66 bcd	101.00 a	99.66 ab	100.33
Ortalama	47.11	48.72	47.88	53.80	55.41	54.61	98.58	98.44	98.51
Önemlilik	**	*	**	*	**	**	*	*	öd

İslah araştırmalarında yer alan genotiplerin bir sonraki islah sürecine aktarılmasında önemli bir fenolojik parametre olan %50 çiçeklenme gün süresi açısından çiçeklenme dönemine erken giren çeşitler bakla bağlama

gün süreleri dolayısıyla vejetasyon sürelerini de erken zamana çekebilmektedirler (Wallace ve ark., 1993). Çalışmamızda bulunan %50 çiçeklenme gün süresi değerleri, 38.0-56.33 gün arasında (Özçelik ve Gülümser, 1988; Ülker ve Ceyhan, 2008; Aydoğan, 2017; İyigün ve Kayan, 2019; Serengül, 2019; Taşkesen, 2019; Türkmen, 2020; Öcal, 2021) değişen değerlere yakın veya bu değerlerin arasında bulunmuştur. Kuru fasulyede genotip ve çevre faktörlerine bağlı olarak çiçeklenme gün süresine kadar değişimlerin görüldüğü birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Pekşen, 2005; Elkoca ve Çınar, 2015).

%50 Bakla Bağlama Gün Süresi

%50 çiçeklenme gün süresi ile her zaman pozitif ve çok önemli ilişkisi görülebilen %50 bakla bağlama gün süresi bakımından kuru fasulye genotipleri arasında istatistiksel anlamda 2022 yılında önemli, 2023 yılı ile iki yılın ortalaması bakımından çok önemli farklılıklar bulunmuştur. İki yılın ortalamasına göre 54.61 gün olan %50 bakla bağlama gün süresi, ele alınan kuru fasulye genotiplerinde 51.66 (Önceler-98)-58.66 (A-130) gün arasında değerler almıştır. Bu değerler çalışmanın ilk yılında 52.33 (K-1044 ve Zülbiye)-55.33 (A-130) gün, ikinci yılında ise 52.00 (Önceler-98)-62.33 (A-130) gün aralığında oluşmuştur (Çizelge 3). Çalışmamızda belirlenen %50 bakla bağlama gün süreleri; Samsun koşullarında 44-52 gün (Özçelik ve Sözen, 2009), Kırşehir koşullarında 52.33-62.66 gün (Türkmen, 2020), Erzincan koşullarında 55-78 gün (Yıldız, 2015), Aksaray koşullarında 53.00-62.00 gün (Öcal, 2021), Kırşehir koşullarında 40.00-49.33 gün (Saylam, 2017), Isparta koşullarında 51.67-66.33 gün (Gürçan, 2022), Kırşehir koşullarında 53.00-62.8 gün (Sarıkaya, 2020), Nevşehir koşullarında 43.00-57.00 gün (Bozkurt, 2020) ve Elazığ koşullarında 77.00-91.00 gün (Karabacak, 2018) olarak belirlenen değerlere yakın ya da arasında bulunmuştur.

Vejetasyon Süresi

Tarla bitkileri kapsamında birçok türde hasadın zamanında gerçekleştirilebilmesi bakımından erkencilik, kantitatif bir parametre olup birden çok gen tarafından domine edilebilmekte (Çiftçi ve ark., 2009) olup ayrıca kuru fasulyede vejetasyonun süresi gerek genotipten gerekse ekolojik koşullardan etkilenebilmektedir. Dolayısıyla ekolojik koşullara dayalı yıllar ile lokasyonlar arasında vejetasyon süresi bakımından farklılıklar tespit edilebilmektedir (Soydemir, 2021). Gerekli toplam sıcaklığın gereksinimi bakımından genotip/çeşitler arasında vejetasyon süresinin tamamlanabilmesi adına önemli değişimler görülebilmektedir. Toplam sıcaklık ihtiyacı fazla olmayan materyaller daha erken zamanda olgunlaşırken sıcaklık ihtiyacı fazla olan materyallerde olgunlaşma süreleri gecikebilmektedir (Ustaoglu, 2008). Bu kapsamda vejetasyon süresi açısından yürütülen çalışmada bulunan kuru fasulye genotipleri değerlendirildiğinde 2022 ve 2023 yılları ile iki yılın ortalaması bakımından önemli farklılıklar bulunmuştur. Çalışmanın ilk yılında 95.00 (K-1084)-101.33 (A-40), ikinci yılında 97.00 (Yunus-90 ve Önceler-98)-101.33 (A-130) ve iki yılın ortalamasına göre 97.33 (A-27 ve K-1084)-100.33 (Şahin-90) gün arasında değişimin görüldüğü (Çizelge 3) araştırmamızda tespit edilen vejetasyon süreleri; Samsun koşullarında Bozoğlu ve Sözen (2007) tarafından 73-170 gün, Erzincan koşullarında Yılmaz (2008) tarafından 112-156 gün, Kayseri koşullarında Baran (2016) tarafından 83-88.33 gün, Konya koşullarında Kuyucuoğlu (2016) tarafından 105.67-132.33 gün, Erzurum koşullarında Aydoğan (2017) tarafından 114.3-140 gün, Bingöl koşullarında Serengül (2019) tarafından 81.00-95.50 gün, Erzincan koşullarında Taşkesen (2019) tarafından 116.00-137.66 gün ve Aksaray koşullarında Öcal (2021) tarafından 98.00-108.00 gün olarak belirlenen değerlere yakın veya arasında bulunmuştur.

Bitki Boyu

Tarla bitkilerinde birçok türde ki özellikle yemekli tane baklagillerde önemli bir agronomik unsur olan bitki boyu, araştırmalarda yer alan genotip/çeşitlerin kalıtsal özelliklerinin yanında ekolojik koşullardan da etkilenebilmektedir. Aynı iklim ve toprak ekosisteminde yetiştiriciliği yapılan kuru fasulye genotip/çeşitleri birbirinden farklı bitki boyu değerleri sergileyebildikleri gibi kalıtsal özelliği aynı olan kuru fasulye genotip/çeşitlerinde farklı kültürel ve yetiştiricilik uygulamaları ile birbirinden farklı bitki boyu değerleri görülebilmektedir. Bunun yanında kuru fasulyede verimin önemli özelliği olan bakla/meyve içindeki tanenin oluştuğu taslak ile bu taslak içinde meydana gelen tohumun oluşabilmesi ve gelişebilmesi için bitki boyu özelliği önemli bir faktördür (Türkmen, 2020). Bu kapsamda bitki boyu bakımından çalışmada yer alan kuru fasulye genotipleri incelendiğinde 2022 ve 2023 yılları ile iki yılın ortalaması bakımından çok önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4). Çizelge incelendiğinde araştırmanın ilk yılında 35.43 (Zirve)-67.83 (A-27) cm, ikinci yılında 34.77 (Zirve)-48.43(Göynük-98) cm ve iki yılın ortalamasına göre 35.11 (Zirve)-57.68(A-27) cm arasında değerlerin oluştuğu görülmüştür. İki yıl süresince yürütülen çalışmada ortaya konulan bitki boyları; Çukurova koşullarında Anlarsal ve ark. (2000) 38.6-50.7 cm, Van koşullarında Baran (2018) 40.42-56.74 cm, Hakkari koşullarında Demir (2018) 38.80-59.16 cm, Elazığ koşullarında Karabacak (2018) 33.2-62.4 cm, Bingöl koşullarında Serengül (2019) 43,52-95,07 cm, Erzincan koşullarında Taşkesen (2019) 52.5-105.7 cm, Eskişehir koşullarında Çakır (2019) 28.85-67.51 cm, Gümüşhane koşullarında Sirat (2020) 56.32-60.67 cm, Kırşehir koşullarında Türkmen (2020) 27.73-62.63, Konya koşullarında Konuk ve Uzun (2021) 52.30- 74.88 cm, Aksaray koşullarında

Öcal (2021) 35.00-66.50 cm, Bolu koşullarında Soydemir (2021) 52,50-57,75 cm ve Isparta koşullarında Gürcan (2022) 24.51-68.60 cm olarak belirledikleri değerlere yakın ya da bu değerlerin arasında bulunmuştur.

İlk Bakla Yüksekliği

Hasat zamanında geniş üretim alanlarında biçerdöver ile gerçekleştirilen hasat sırasında bir agronomik parametre olan ilk bakla yüksekliği önem arz etmektedir. İlk bakla yüksekliği özelliği ile çok önemli ve olumlu ilişkiler ortaya koyabilen bitki boyu bakımından uzun genotip/çeşitlerin ilk bakla yükseklik değerlerinin de uzun olması büyük avantajlar getirebilmektedir. Bunun yanında ilk bakla yüksekliği her zaman genetik yapıdan etkilenebildiği gibi çevre şartlarından da etkilenebilmektedir. İlk bakla yüksekliği açısından 2022 yılı ile iki yılın ortalaması açısından genotipler arasında önemli farklılıklar görülürken, 2023 yılında ise farklılığın önemsiz olduğu belirlenmiştir. İlk bakla yüksekliği ortalama değerleri iki yıllık ortalamalara göre 10.45 (Yunus-90)-17.78 (K-1044) cm arasında değişim göstermiş olup bu değerler 2022 ve 2023 yıllarında ise sırasıyla 7.87 (Yunus-90)-22.08 (K-1044) cm ile 10.54 (Zülbiye)-13.81 (A-130) cm olarak ölçülmüştür. Araştırmada elde edilen ilk bakla yükseklikleri; Samsun koşullarında Bozoğlu (1995) 10.3-15.8 cm ve Bozoğlu ve Gülümser (2000) 10.31-15.81 cm, Tokat koşullarında Düzdemir ve Akdağ (2001) 9.9-23.9 cm, Samsun koşullarında Pekşen (2005) 6.9-12.7 cm, Erzincan koşullarında Yılmaz (2008) 10.99-14.15 cm, Samsun koşullarında Pekşen (2012) 6.9-12.65 cm, Giresun koşullarında Atıcı (2013) 14.8-40.13 cm, Konya koşullarında Kahraman (2014) 6.4-15.07 cm, Erzurum koşullarında Elkoca ve Çınar (2015) 12.9-19.7 cm, Ordu koşullarında Özbekmez (2015) 12.23-50.30 cm, Kayseri koşullarında Baran (2016) 8.48-12.83 cm, Çankırı koşullarında Şentürk (2016) 9.9-23.9 cm, Erzurum koşullarında Aydoğan (2017) 12.1-17.6 cm, Kırşehir koşullarında Saylam (2017) 13.2-17.23 cm, Elazığ koşullarında Karabacak (2018) 12.9-27.05 cm, Bingöl koşullarında Serengül (2019) 8.62-16.45 cm, Erzincan koşullarında Taşkesen (2019) 12.83-22.33 cm, Sakarya koşullarında Tunalı (2019) 5-16.33 cm ve Aksaray koşullarında Öcal (2021) 8.07-18.93 olarak belirledikleri değerlere yakın ya da arasında bulunmuştur.

Çizelge 4. Farklı kuru fasulye genotiplerinin bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği (cm) ile bitkide dal sayısına (adet) ait değerler ile ortalamaların farklılık gruplandırılmaları

Çeşitler	Bitki Boyu (cm)			İlk Bakla Yüksekliği (cm)			Bitkide Dal Sayısı (adet)		
	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama
A-27	67.83 a	47.52 ab	57.68 a	13.07 bc	10.71	11.89 b	2.30	2.22	2.26
K-1084	64.50 ab	45.84 ab	55.17 ab	16.20 ab	12.69	14.44 ab	3.43	2.25	2.84
A-130	49.51 cd	44.77 ab	47.14 a-d	12.18 bc	13.81	12.99 ab	2.60	2.20	2.40
K-1044	56.53 bcd	43.33 ab	49.93 abc	22.08 a	13.48	17.78 a	2.30	2.47	2.39
Zirve	35.43 f	34.77 b	35.11 d	11.50 bc	12.42	11.96 b	2.27	2.20	2.24
A-40	46.00 def	41.48 ab	43.74 a-d	14.13 bc	13.27	13.70 ab	2.27	2.27	2.27
Göynük-98	58.07 abc	48.43 a	53.25 ab	17.83 ab	13.53	15.68 ab	2.40	2.03	2.22
Zülbiye	46.88 de	37.80 ab	42.34 bcd	12.95 bc	10.54	11.75 b	2.47	2.17	2.32
Yunus-90	64.57 ab	44.19 ab	54.38 ab	7.87 c	13.04	10.45 b	3.13	2.27	2.70
Adabeyazı	53.52 cd	40.56 ab	47.04 a-d	11.83 bc	13.42	12.63 ab	2.10	2.20	2.15
Önceler-98	49.95 cd	48.15 a	49.05 a-d	12.70 bc	12.26	12.48 ab	2.63	2.63	2.63
Şahin-90	36.77 ef	36.94 abc	36.86 cd	14.87 abc	13.02	13.94 ab	2.20	2.37	2.29
Ortalama	52.46	42.82	47.64	13.93	12.68	13.31	2.51	2.27	2.39
Önemlilik	**	**	**	*	öd	*	öd	öd	öd

Bitkide Dal Sayısı

Bitkide dal sayısı bakımından araştırmada yer alan kuru fasulye genotipleri incelendiğinde ilk yıl, ikinci yıl ve iki yılın ortalaması bakımından farklılığın önemsiz olduğu tespit edilmiş olup çalışmanın ilk yılında 2.10 (Adabeyazı)-3.43 (K-1084) adet olan değer aralığı ikinci yılında 2.03 (Göynük-98)-2.63 (Önceler-98) adet ve iki yılın ortalamasına göre 2.15 (Adabeyazı)-2.84 (K-1084) adet arasında değişim göstermiştir. Bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda Samsun koşullarında Özçelik ve Gülümser (1988) 7.4-9 adet, Konya koşullarında Ceyhan ve ark. (2009) 5.2-11.9 adet, Ordu koşullarında Özbekmez (2015) 3.03-5.33 adet, Van koşullarında Zirek (2015) 2.23-5.9 adet, Elazığ koşullarında Karabacak (2018) 3.97-6.82 adet değerlerini elde etmişlerdir. Bir agronomik özellik olan bitkide dal sayısında dallanma kabiliyeti, kuru fasulyede genetik kabiliyete bağlı olarak değişebildiği gibi çevresel şartlardan da etkilenebilmektedir. Dolayısıyla araştırmada yer alan kuru fasulye genotiplerinin farklı kalıtsal özellik göstermeleri farklı sayıda bitkide dal sayısında değişimlere neden olmuştur.

Bitkide Bakla Sayısı

Baklada ve bitkide tane sayısı, bitkide tane verimi ve tane verimini pozitif ve çok önemli derecede etkileyebilen bitkide bakla sayısı bakımından üstünlük gösteren kuru fasulye genotipleri ıslah çalışmaları

kapsamında bir sonraki generasyona aktarılması açısından önemlidir. Bu kapsamda bitkide bakla sayısı bakımından araştırmada yer alan kuru fasulye genotipleri incelendiğinde ilk ve ikinci yıllar ile iki yılın ortalaması açısından önemli ($P<0.05$) farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 5). İki yıllık çalışmanın ilk yılında 24.36 adet olan ortalama bitkide bakla sayısı değeri genotipler adına 14.50 (A-40)-43.85 (Önceler-98) adet arasında oluşmuş, ikinci yılda ise 18.69 adet olan ortalama bitkide bakla sayısı değeri genotiplerde 11.02 (A-40)-26.53 (A-27) adet arasında değerlere ulaşmış olup iki yıllık ortalama bitkide bakla sayısı değeri ise kuru fasulye genotipleri için 12.76 (A-40)-32.82 (Önceler-98) adet aralığında olduğu görülmüştür. Çalışmamızda ortaya konulan bitkide bakla sayısı değerleri; Bornova koşullarında Vural ve ark. (1986) 14.4-30.6 adet, Bursa koşullarında Azkan ve Yürür (1987) 13.55-22.45 adet, Samsun koşullarında Zeytun ve Gülümser (1988) 16-86 adet, Van koşullarında Çiftçi ve Yılmaz (1992) 10.6-18 adet, Tokat koşullarında Düzdemir ve Akdağ (2001) 8.6-26.2 adet, Van koşullarında Güneş (2011) 14.2-46.1 adet, Giresun koşullarında Atıcı (2013) 10-22 adet, Kayseri koşullarında Baran (2016) 9.97-21.50 adet, Bayburt koşullarında Girgel ve ark. (2018) 10.0-24.1 adet, Erzincan koşullarında Taşkesen (2019) 18.91-36.83 adet ve Sakarya koşullarında Tunalı (2019) 14.75-100.25 adet olarak belirledikleri değerlere yakın veya arasında bulunmuştur.

Baklada Tane Sayısı

Bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı ve yüz tane ağırlığının kuru fasulye ıslahında en önemli verim öğeleri olduğu pek çok araştırmacı tarafından ifade edilmiş olup aynı zamanda baklada tane sayısı ile bitkide bakla sayısı ve bitkide bakla sayısı ile yüz tane ağırlığı arasında olumsuz ilişkinin varlığı da ortaya konulmuştur (Adams, 1967; Şehirli, 1980; Singh ve Saini, 1983; Özçelik ve Gülümser, 1988). Bu kapsamda baklada tane sayısı bakımından iki yıl süren araştırmada yer alan kuru fasulye genotipleri değerlendirildiğinde 2022 yılında önemli, 2023 yılı ile iki yılın ortalaması bakımından ise çok önemli farklılıklar bulunmuştur. Çizelge 5 incelendiğinde çalışmanın ilk yılında 3.03 (A-130)-4.53 (A-27) adet, ikinci yılında 3.10 (Yunus-90)-5.27 (A-27) adet ve iki yılın ortalamasına göre 3.18 (A-130)-4.90 (A-27) adet arasında değerler aldığı görülmüştür. İki yıl süresince yürütülmüş olan çalışmada elde edilen baklada tane sayısı; Samsun koşullarında Zeytun ve Gülümser (1988) 3.26-5.87 adet, Van koşullarında Çiftçi ve Yılmaz (1992) 3-5 adet, Tokat koşullarında Düzdemir (1998) 1.86-4.53 adet, Samsun koşullarında Pekşen (2005) 3.24-6.06 adet, Erzincan koşullarında Yılmaz (2008) 2.50-3.87 adet, Konya koşullarında Ceyhan ve ark. (2009) 4-6 adet, Van koşullarında Güneş (2011) 3.12-5.76 adet, Ordu koşullarında Yılmaz ve ark. (2011) 3-6 adet, Yozgat koşullarında Varankaya ve Ceyhan (2012) 2.35-3.68 adet, Samsun koşullarında Pekşen (2012) 3.24-6.06 adet, Konya koşullarında Önder ve ark. (2013) 3.0-5.8 adet, Çankırı koşullarında Şentürk (2016) 4.05-5.40 adet, Konya koşullarında Kuyucuoğlu (2016) 2.98-5.06 adet, Kırşehir koşullarında Saylam (2017) 3.54-5.37 adet, Hakkari koşullarında Demir (2018) 3.0-4.5 adet, Van koşullarında Bildirici ve Baran (2018) 4.26-6.82 adet, Sakarya koşullarında Tunalı (2019) 1.61-6.10 adet ve Kırşehir koşullarında Sarıkaya (2020) 2.0-7.0 adet olarak belirledikleri değerlere yakın ya da arasında bulunmuştur.

Çizelge 5. Farklı kuru fasulye genotiplerinin bitkide bakla sayısı (adet) ile baklada tane sayısı (adet) ve bitkide tane sayısına (adet) ait değerler ile ortalamaların farklılık gruplandırılmaları

Çeşitler	Bitkide Bakla Sayısı (adet)			Baklada Tane Sayısı (adet)			Bitkide Tane Sayısı (adet)		
	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama
A-27	18.85 b	26.53 a	22.69 ab	4.53 a	5.27 a	4.90 a	78.67 ab	103.90 a	91.26 a
K-1084	30.33ab	21.43 ab	25.88 ab	3.40 a	3.49 def	3.45 cd	65.00 abc	53.27 b	59.14 abc
A-130	17.85 b	19.38 ab	18.62 ab	3.03 b	3.32 ef	3.18 d	36.31 bc	50.49 b	43.40 c
K-1044	32.00 ab	19.73 ab	25.86 ab	3.80 a	3.91 b-f	3.86 bcd	48.30 bc	54.80 b	51.54 bc
Zirve	18.71 b	16.81 ab	17.76 b	4.20 a	4.20 bcd	4.20 abc	55.17 abc	44.39 b	49.78 c
A-40	14.50 b	11.02 b	12.76 b	3.13 ab	4.39 bc	3.76 bcd	25.33 c	37.35 b	31.34 c
Göynük-98	19.10 b	16.10 ab	17.60 b	3.33 a	3.85 b-f	3.59 bcd	37.00 bc	50.45 b	43.73 c
Zülbiye	18.97 b	21.73 ab	20.35 ab	4.30 a	3.86 b-f	4.08 a-d	52.63 abc	52.8 b	52.71 bc
Yunus-90	27.00 ab	17.50 ab	22.25 ab	3.27 ab	3.10 f	3.19 d	54.33 abc	39.14 b	46.74 c
Adabeyazı	29.33 ab	19.25 ab	24.29 ab	3.33 a	3.67 c-f	3.50 bcd	54.50 abc	45.89 b	50.20 bc
Önceler-98	43.85 a	21.79 ab	32.82 a	4.27 a	4.55 ab	4.41 ab	101.33 a	67.86 ab	84.60 ab
Şahin-90	21.83 b	12.97 ab	17.40 b	3.40 a	4.03 b-e	3.72 bcd	79.30 ab	37.66 b	58.50 abc
Ortalama	24.36	18.69	21.52	3.67	4.05	3.82	57.32	54.61	55.25
Önemlilik	*	*	*	*	**	**	**	*	**

Bitkide Tane Sayısı

Gerek bakla sayısı gerekse bitkide ve dekara tane verimleri ile her zaman pozitif ve $P<0.01$ seviyesinde çok önemli ilişkiler gösterebilen ve tarla bitkileri türleri içinde yürütülen ıslah çalışmalarında seleksiyon kriteri olarak

dikkate alınan bitkide tane sayısı, önemli agronomik komponentlerinden bir tanesidir. Bu açıdan araştırmada bulunan kuru fasulye genotiplerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 2, 2022 ve 2023 yılları ile iki yıllık ortalamaları ve istatistik gruplandırmalar ise Çizelge 5’de verilmiş olup kuru fasulye genotiplerinin bitkide tane sayısı bakımından ilk yıl 25.33-101.33 adet ikinci yıl ise 37.35-103.90 adet arasında değişim gösterdikleri belirlenmiştir. İki yıl birleştirilmiş ortalamalarda bitkide tane sayısı değeri ise 31.34-91.26 adet olarak görülmüş olup bu parametre üzerine yürütülen diğer çalışmalarda Tokat koşullarında Akdağ ve Şahin (1994) 14.08-39.79 adet ve Düzdemi (1998) 11.03-65.88 adet, Yozgat koşullarında Varankaya ve Ceyhan (2012) 21.78-63.44 adet, Van koşullarında Zirek (2015) 32.1-96.86 adet, Kayseri koşullarında Baran (2016) 29.87-72.20 adet, Kırşehir koşullarında Saylam (2017) 40.70-116.9 adet, Van koşullarında Baran (2018) 21.92-35.32 adet, Bingöl koşullarında Serengül (2019) 42-100.3 adet, Kırşehir koşullarında Türkmen (2020) 26.60-104.40 adet, Kırşehir koşullarında Sarıkaya (2020) 16-197 adet ve Aksaray koşullarında Öcal (2021) 17.67-130.00 adet aralığında değerler elde ederlerken, yürütülen çalışmada ortaya konulmuş olan değerler literatürlerle ortaya konulan çalışmaların değer aralıkları arasında yer almaktadır.

Yüz Tane Ağırlığı

Baklada tane sayısı ile olumsuz ilişkiler gösterebilen yüz tane ağırlığı, bitki ıslahı sürecinde önemli bir seleksiyon kriteri olarak değerlendirilebilmektedir. Tüketici açısından dikkate alınan bu parametre, ıslah aşamalarında genotip/çeşitlerin büyüklük ve iriliklerine göre sınıflandırılmalarında da dikkate alınmaktadır (Çizelge 6). Bu kapsamda yüz tane ağırlığı bakımından ilk yıl ile iki yılın ortalaması açısından genotipler arasında çok önemli farklılıklar belirlenirken ikinci yılda önemli ($P<0.05$) farklılıkların olduğu görülmüştür. Yüz tane ağırlığı ortalama değerleri, iki yıllık ortalamalara göre 23.18 (A-27)-47.61 (A-40) g arasında değişim gösterirken bu değerler ilk ve ikinci yıllarda sırasıyla 16.06 (A-27)-50.84 (A-40) ile 24.49 (Şahin-90)-44.37 (A-40) g olarak ölçülmüştür. İki yıl süresince yürütülen çalışmada elde edilen yüz tane ağırlığı; Samsun koşullarında Bozoğlu ve Gülümser (1999) 15.96-52.09 g, Erzincan koşullarında Yılmaz (2008) 29.96-48.04 g, Konya koşullarında Ceyhan ve ark. (2009) 21.8-46.71 g, Van koşullarında Güneş (2011) 20.60- 69.61 g ile Ekinialp ve Şensoy (2013) 14.92-98.16 g, Erzurum koşullarında Elkoca ve Çınar (2015) 18-99.8 g ile Aydoğan (2017) 42.2-60.33 g, Bayburt koşullarında Girgel ve ark. (2018) 39.37-54.55 g, Bingöl koşullarında Serengül (2019) 28.17-49.48 g, Erzincan koşullarında Taşkesen (2019) 31.83-52.41 g, Kırşehir koşullarında Türkmen (2020) 18.08-44.59 g ve Aksaray koşullarında Öcal (2021) 25.33-46.75 g olarak belirledikleri değerlere yakın ya da arasında bulunmuştur.

Çizelge 6. Farklı kuru fasulye çeşitlerinin yüz tane ağırlığı (g) ve tane verimine (kg/da) ait değerler ile ortalamaların farklılık gruplandırmaları

Çeşitler	Yüz Tane Ağırlığı (g)			Dekara Tane Verimi (kg/da)		
	2022	2023	Ortalama	2022	2023	Ortalama
A-27	16.06 ef	30.30 bc	23.18 e	131.80 a	153.37 a	142.59 a
K-1084	20.08 ef	40.36 a	30.22 cde	132.81 a	143.35 b	138.08 ab
A-130	48.16 ab	39.12 a	43.64 ab	130.04 ab	145.01 b	137.52 ab
K-1044	43.18 abc	41.76 a	42.47 abc	127.56 bc	139.99 c	133.77 abc
Zirve	42.16 abc	38.53 ab	40.35 a-d	126.04 c	129.71 e	127.87 bcd
A-40	50.84 a	44.37 a	47.61 a	121.32 d	126.51 f	123.92 cd
Göynük-98	35.02 cd	38.79 a	36.91 a-d	115.78 e	125.03 f	120.41 d
Zülbiye	38.54 bc	38.28 ab	38.41 a-d	116.01 e	122.04 g	119.03 d
Yunus-90	25.34 de	39.35 a	32.35 b-e	111.81 f	132.87 d	122.34 cd
Adabeyazı	39.23 bc	39.30 a	39.26 a-d	119.09 d	125.92 f	122.51 cd
Önceler-98	34.64 cd	28.03 c	31.34 cde	101.31 g	106.01 h	103.66 e
Şahin-90	33.44 cd	24.49 c	28.97 de	80.84 h	88.11 ı	84.47 f
Ortalama	35.55	36.67	36.14	117.87	130.17	123.01
Önemlilik	**	*	**	**	**	**

Tane Verimi

Kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra kalan alandaki tüm ürünün hasat edilerek kuru ağırlıkları tartılıp elde edilen değerlerin dekara çevrilmesi suretiyle hesaplanan tane verimi, yetiştiriciler bakımından toplam üretim miktarını ve buna karşın kazanacakları toplam geliri belirlemekte olup tarla bitkileri türleri içerisinde yürütülen ıslah çalışmaları kapsamında yeni çeşit adaylarının ortaya konulmasında en önemli agronomik öge olarak bilinmektedir. Bu kapsamda tane verimi açısından iki yıl süreyle yürütülen çalışmada kuru fasulye genotipleri incelendiğinde ilk ve ikinci yıllar ile iki yılın ortalaması bakımından çok önemli farklılıklar görülmüştür. Çalışmanın

ilk yılı olan 2022’de kuru fasulye genotiplerinin 80.84 (Şahin-90)-132.81 (K-1084) kg/da, ikinci yılı olan 2023’de 88.11 (Şahin-90)-153.37 (A-27) kg/da ve iki yılın ortalamasına göre 84.47 (Şahin-90)-142.59 (A-27) kg/da arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yürütülen araştırmada belirlenen tane verimi; Bursa koşullarında Azkan ve Yürür (1987) 197.4-311.6 kg/da, Van koşullarında Çiftçi ve Yılmaz (1992) 124-198 kg/da, Samsun koşullarında Bozoğlu (1995) 162.7-237.7 kg/da, Tokat koşullarında Düzdemir (1998) 65.7-244.8 kg/da, Çukurova koşullarında Anlarsal ve ark. (2000) 57.4-119.6 kg/da, Erzincan koşullarında Yılmaz (2008) 200.77-328.06 kg/da, Konya koşullarında Ceyhan ve ark. (2009) 111.2-299.4 kg/da, Yozgat koşullarında Varankaya (2011) 150.42-400.74 kg/da, Giresun koşullarında Atıcı (2013) 82-306 kg/da, Konya koşullarında Kahraman (2014) 104-562.5 kg/da, Van koşullarında Zirek (2015) 201.6-360.4 kg/da, Kırşehir koşullarında Saylam (2017) 69.73-127.46 kg/da, Elazığ koşullarında Karabacak (2018) 141.43-333.1 kg/da, Bingöl koşullarında Serengül (2019) 183.68-326.33 kg/da, Erzincan koşullarında Taşkesen (2019) 238.96-381.22 kg/da, Gümüşhane koşullarında Sirat (2020) 185.07-277.68 kg/da ve Konya koşullarında Konuk ve Uzun (2021) 330.30-428.06 kg/da olarak belirledikleri değerlere yakın veya arasında bulunmuştur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sarıkaya/Yozgat ekolojik şartlarına uygun kuru fasulye genotiplerinin belirlenebilmesi amacıyla 2022 ve 2023 yıllarında yürütülen çalışmada ortaya konulan sonuçlara göre; kuru fasulye genotiplerinin iki yıllık ortalama tane verimleri 84.47-142.59 kg/da aralığında değişim gösterirken tane verimi bakımından A-27 nolu genotipten en yüksek tane verimi sağlanırken, en düşük tane verimi ise Şahin-90 çeşidinde görülmüştür. A-27, K-1084, A-130 ve K-1044 nolu genotipler yerel köy popülasyonları olarak yetiştiriciliği yapılan yerlerden toplanarak seleksiyona tabi tutularak ileri düzeye kadar getirilmiş olup bu genotiplerin tamamı çalışmada yer alan kuru fasulye çeşitlerini başta tane verimi olmak üzere birçok agronomik öge bakımından geçmiştir. Dolayısıyla bu genotiplerin bölgede kuru fasulye yetiştiriciliği yapan yetiştiricilere önerilmesi yönünde tavsiyelerde bulunabileceği ancak bu tür çalışmalarda hedeflenen genotiplerin uygun olup olmadığının anlaşılabilmesi açısından araştırmaların en az bir ya da iki yıl daha denenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Ömer SÖZEN  <http://orcid.org/0000-0001-5528-7887>

Ufuk KARADAVUT  <http://orcid.org/0000-0001-5362-7585>

KAYNAKLAR




- Adams, M. W. 1967. Basis on yield component compensation in crop plant with special reference to the field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Science*, (7): 505-510.
- Adams, M. W., Coyne, D. P., Davis, J. H. C., Graham, P. H. ve Francis, C. A. 1985. "Grain legume crops (*Phaseolus vulgaris* L.)." Edited by: R.J. Summer Field and E.H. Roberts. *Collins Professional and Technical Books*, London, 433-477 p.
- Akçin, A. 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Konya. 8-43 s.
- Akdağ, C. ve Şahin, M. 1994. Tokat şartlarına uygun fasulye çeşitlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11: 101-111.
- Anlarsal, A. E., Yücel, C. ve Özveren, D. 2000. Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. *Turkish Journal Agricultural Forestry*, 24: 19-29 s.
- Atıcı, Ö. F. 2013. *Giresun İlinde Toplanan Yerel Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Bazı Bitkisel Özellikleri ile Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi*. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 78 s.
- Aydoğan, C. 2017. *İleri İspir Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Hatlarında Verim ve Kalite Çalışmaları*. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 96 s.
- Azkan, N. ve Yürür, N. 1987. Bazı fasulye çeşitlerinin Bursa yöresinde ikinci ürün olarak değerlendirilmesi üzerinde araştırmalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6: 155-163 s.

- Barampama, Z. ve Simard, E. R. 1994. "Oligosaccharides. Antinutritional factors and protein digestibility of dry beans as affected by processing". *Journal of Food Science*, 59 (4): 833-838 p.
- Baran, A. 2016. *Kayseri Ekolojik Koşullarında Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Değerlendirilmesi*. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 52 s.
- Baran, İ. 2018. *Bazı Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Çeşitlerinin ve Ahlat Yerel Popülasyonunun Van-Gevaş Ekolojik Koşullarında Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Van, 41 s.
- Bildirici, N. ve Baran, İ. 2018. Determine of yield and yield components of some dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties and Ahlat local population in Van-Gevaş ecological conditions. *International Journal of Research in Agricultural and Food Sciences*, 10 (1): 1-10 p.
- Bozkurt, A. 2020. *Farklı Ekim Sıklıkları ve Ekim Zamanlarının Kuru Fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) Tane Verimi ve Bazı Verim Öğeleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir, 95 s.
- Bozoğlu, H. 1995. *Kuru Fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) Bazı Tarımsal Özelliklerin Genotip x Çevre İnteraksiyonu ve Kalıtım Derecelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Samsun.
- Bozoğlu, H. ve Gülümser, A. 1999. *Kuru Fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) Bazı Tarımsal Özelliklerin Korelasyonları ve Kalıtım Derecelerinin Belirlenmesi*. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt III, Çayır-Mera Yem Bitkileri ve Yemlik Baklagiller, Adana, 360-365 s.
- Bozoğlu, H. ve Gülümser, A. 2000. Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerin genotip çevre interaksiyonları ve stabilitelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Turk J Agric For*, 24: 211-220 p.
- Bozoğlu, H. ve Sözen, Ö. 2007. Some agronomic properties of the population of local common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) collected from Artvin province. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 31: 327-334 p.
- Ceyhan, E., Önder, M. ve Kahraman, A. 2009. Fasulye genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23 (49): 67-73 s.
- Çakır, G. 2019. *Bazı Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Eskişehir Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu İle Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 59 s.
- Çiftçi, V. ve Yılmaz, N. 1992. Van ekolojik koşullarında verimli fasulye çeşitlerinin belirlenmesi ve verim komponentlerinin tane verimine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (2): 135-146 s.
- Çiftçi, V., Şensoy, S. ve Türkmen, Ö. 2009. Van-Gevaş'ta Yaygın Olarak Yetiştirilen Yalancı Dermason Fasulye Popülasyonunun Seleksiyon Yöntemiyle Islahı. *TÜBİTAK TOVAG 106O346 nolu Proje Sonuç Raporu*.
- Demir, S. 2018. *Hakkâri Ekolojik Koşullarında Bazı Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Van, 61 s.
- Düzdemir, O. 1998. *Kuru Fasulye Genotiplerinde Verim ve Diğer Bazı Özellikler Üzerine Bir Araştırma*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Düzdemir, O. ve Akdağ, C. 2001. Türkiye kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gen kaynaklarının karakterizasyonu: II. Verim ve diğer bazı özellikleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 101-105 s.
- Ekincialp, A. ve Şensoy, S. 2013. Van gölü havzası fasulye genotiplerinin bazı bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *J. Agr. Sci.*, 23 (2): 102-111 s.
- Elkoca, E. ve Çınar, T. 2015. The adaptation agronomical and quality characteristics of some dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars and lines under Erzurum ecological conditions. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 30: 141-153 p.
- FAO, 2022. Gıda ve Tarım Örgütü. <http://www.fao.org/statistics>. Son erişim tarihi: 09.02.2024.
- Girgel, Ü., Çokkızgın, A. ve Çölkesen, M. 2018. "Bayburt koşullarında organik olarak yetiştirilen bazı yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı morfolojik ve agronomik özellikleri belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojik Dergisi*, 6 (5): 530-535 s.
- Güneş, Z. 2011. "Van-Gevaş'ta Ümitvar Bulunan Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Hatlarında Verim ve Bazı Verim Öğelerinin Belirlenmesi". Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Gürcan, B. 2022. *Seleksiyon Islahı ile Seçilmiş S₂ Kademesindeki Fasulye Hatlarının Verim ve Verim Öğeleri Yönünden Karşılaştırılması*. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 53 s.
- İyigün T. ve Kayan, N. 2019. Bazı fasulye genotiplerinin Eskişehir koşullarına uyum yetenekleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8 (2): 291-300 s.

- Kacar, B. 1995, Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları*, No: 3, Ankara, 705 s.
- Kahraman, A. 2014. *Ekim zamanlarının kuru fasulye genotiplerinde (Phaseolus vulgaris L.) verim, verim unsurları ve kalite özellikleri üzerine etkileri*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Konya, 235 s.
- Karabacak, T. 2018. *Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Çeşitlerinin Agro-Morfolojik Özelliklerinin Elazığ Koşullarında Araştırılması*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Karadavut, U. 2022. A statistical alternative approach study in measuring the distance of the determinants of inter-species interaction. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9 (1): 9-18 s.
- Konuk, A. ve Uzun, T. 2021. Kuru Fasulye Genotiplerinde Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 10 (2): 161-168 s.
- Kuyucuoğlu, S. 2016. *Farklı Ekim Zamanlarının Bazı Şeker Tipi Fasulye Genotiplerinde Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Öcal, M. 2021. *Aksaray Ekolojik Koşullarında bazı Kuru Fasulye Çeşit/Hatların Morfo-Agronomik özellikleri ile özellikler Arası İlişkilerin Belirlenmesi*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir, 84 s.
- Önder, M., Kahraman, A. ve Ceyhan, E. 2013. Response of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes to water shortage". Book of Abstracts. *First Legume Society Conference*. A Legume Odyssey, Novi Sad, Serbia.
- Özbekmez, Y. 2015. *Ordu Ekolojik Koşullarında Bazı Kuru Fasulye Çeşit ve Genotiplerinin Verim, Verim Öğeleri ile Tohum ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 84 s.
- Özçelik, H. ve Gülümser, A. 1988. Bazı bodur fasulye çeşitlerinde verim ve verim öğeleri üzerinde bir araştırma. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1): 99-108 s.
- Özçelik, H. ve Sözen, Ö. 2009, "Kelkit Vadisi Yerel Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Popülasyonlarının Toplanması, Karakterizasyonu, Morfolojik ve Agronomik Değişkenliklerin Belirlenmesi. *TÜBİTAK TOVAG 1080013 nolu Proje Sonuç Raporu*.
- Pekşen, E. 2005. Samsun koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi ve verimle ilgili özellikler bakımından karşılaştırılması. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (3): 88-95 s.
- Pekşen, E. 2012. Samsun koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi ve verimle ilgili özellikler bakımından karşılaştırılması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (3): 88-95 s.
- Sarıkaya, O. 2020. *Orta Kızılırmak Vadisinden Toplanan Yerel Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Popülasyonları İçinden Teksel Seleksiyon Metodu ile Hat/Çeşit Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir, 86 s.
- Saylam, A. Ç. 2017. *Kırşehir Ekolojik Koşullarına Uygun Bazı Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Çeşit/Hatların Verim ve Verimle İlgili Özelliklerinin Belirlenmesi*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir, 78 s.
- Serengül, S. 2019. *Bazı Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Bingöl Koşullarındaki Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi*. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl, 63 s.
- Singh, A. K. ve Saini, S. S. 1983. Heterosis and combining ability studies in french bean. *SABRAO Journal*, 15 (1): 17-22 p.
- Sirat, A. 2020. Yerel kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi, verim unsurları ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *ADÜ Ziraat Dergisi*, 17 (2): 245-254 s.
- Soydemir, H. E. 2021. *Bazı Kuru Fasulye Çeşit ve Hatlarının Farklı Lokasyonlardaki Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bolu.
- Sözen, Ö. ve Karadavut, U. 2020. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen kuru fasulye genotiplerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (4): 1205-1217 s.
- Sprent, J. L. ve Sprent, P. 1990. Nitrogen fixing organisms. *Pure and Applied Aspects*, Chapman and Hall, London, 34.
- Şehirli, S. 1980. Bodur fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) ekim sıklığının verimle ilgili bazı karakterler üzerine etkisi. *A.U. Ziraat Fakültesi Yayınları*: 738, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 429.
- Şentürk, M. A. 2016. *Çankırı koşullarında bazı kuru fasulye (Phaseolus vulgaris L.) genotiplerinin verim ve bitkisel özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma*. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı, 53 s.

- Taşkesen, S. 2019. *Bazı Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Erzincan Koşullarındaki Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi*. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl, 67 s.
- Tunalı, H. 2019. *Bazı Yerel Fasulye Popülasyonlarının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Seleksiyonu*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 113 s.
- Türkmen, B. 2020. *İleri Düzey Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Agro-Morfolojik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir.
- Ustaoğlu, Y. N. 2008. *Tescilli kuru fasulye (Phaseolus vulgaris L.) çeşitlerinde çeşitli fenolojik dönemler için toplam sıcaklık isteklerinin belirlenmesi*. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Ülker, M. ve Ceyhan E. 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (46): 77-89 s.
- Varankaya, S. 2011. *Yozgat Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinin Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Varankaya, S. ve Ceyhan, E. 2012. Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimler Dergisi*, 26: 27-33 s.
- Vural, H., Salk, A., Özzembak, E. ve Esiyok, D. 1986. Bazı önemli yerli fasulye çeşitlerinin Bornova koşullarında yetiştirilmeye uygunlukları üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (23).
- Wallace, D., Baudoin, J., Beaver, J., Coyne, D., Halseth, D., Masaya, P., Munger, H., Myers, J., Silbernagel, M. ve Yourstone, K. 1993. Improving efficiency of breeding for higher crop yield. *TAG Theoretical and Applied Genetics*, 86 (1): 27-40 p.
- Yıldız, E. 2015. *Doğu Anadolu'nun Güneyinde Yetiştirilen Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Gen Kaynaklarının Toplanması ve Değerlendirilmesi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Van.
- Yılmaz, S. 2008. Erzincan koşullarında kuru fasulye yetiştiriciliği için uygun ekim zamanı ve çeşitlerin belirlenmesi. *Erzincan Bahçe Kültürleri Araştırma Merkezi ile TAGEM ortak projesi*.
- Yılmaz, N., Özkorkmaz, A. F., Açıkgöz, M. A. ve Uyanık, M. 2011. *Ordu İli Akkuş İçesi Ekolojik Koşullarında Bazı Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Çeşit ve Ekotiplerinin Tohum ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, Samsun, 168-174 s.
- Zeytin, A. ve Gülümser, A. 1988. Çarşamba ovasında yetiştirilen fasulye çeşitlerinin fenolojik ve morfolojik karakterlerinin tespiti üzerinde bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (1): 83-98 s.
- Zirek, İ. 2015. *Türkiye'de tescil edilmiş bazı fasulye (Phaseolus vulgaris L.) çeşitlerinin verim ve bazı verim özelliklerinin belirlenmesi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van.

Üretici Gözünden Biyolojik Mücadele

Furkan YALÇIN¹ , Belma ÖZERCAN² , Zühal SAÇTI¹ 

¹Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

²Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

*Sorumlu Yazar: ylcn.furkan@gmail.com

Geliş Tarihi: 05.06.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.07.2024 Kabul Tarihi: 17.07.2024

ÖZ

Biyolojik mücadele, sürdürülebilir tarım için vazgeçilmez bir unsurdur. Son yıllarda kimyasal mücadelenin beraberinde getirdiği çevre kirliliği, insan sağlığına olumsuz etkileri, hedef canlıdaki direnç problemi gibi pek çok dezavantaj, yapılan bilimsel araştırmalar ile kanıtlanmıştır. Bu çalışmaların en önemli çıktılarında biri biyolojik mücadelenin üreticiler tarafından fark edilmesi ya da bilinirliğinin artırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda etkisi daha önceki çalışmalarla kanıtlanmış biyolojik mücadele etmenleri; yumurta parazitoiti *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ve larva parazitoiti *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) kullanılarak Ankara ili Nallıhan ilçesinde Domates güvesi'nin [(*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)] biyolojik mücadelesi üreticiler ile birlikte 2022 yılında yürütülmüştür. Süreç içerisinde yayım organlarından faydalanılarak biyolojik mücadele 24 üreticiyle görsel ve uygulamalı olarak tanıtılmıştır. Çalışmanın başında ve sonunda yine aynı üreticilerle anket çalışmaları yapılmıştır. Bu anket sonuçları değerlendirilmiş ve sonuçlar frekans dağılım tabloları ve grafiklerle verilmiştir. İki haftada bir olmak üzere *T. evanescens* 75 adet böcek/m² ve *H. hebetor* bir adet böcek/m² olacak şekilde salımlar gerçekleştirilmiştir. Üreticilere verilen uygulamalı eğitimler ve biyolojik mücadele tanıtımı sonucunda, biyolojik mücadele açısından çalışma başlangıcında %20.8'lik bir bilinirlik mevcutken bu oran çalışma sonucunda %87.5'e yükselmiştir. Uygulamalı ve görsel olarak üreticilerle birebir yapılan çalışmaların üreticilere biyolojik mücadelenin benimsenmesinde ve farkındalığının oluşmasında etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Biyolojik mücadele, *Habrobracon hebetor*, *Tuta absoluta*, *Trichogramma evanescens*, Anket.

Farmer's Perspective on Biological Control

ABSTRACT

Biological control is an indispensable element for sustainable agriculture. In recent years, many disadvantages brought about by chemical control, such as environmental pollution, negative effects on human health, and resistance problems in the target organism, have been proven by scientific research. One of the most important outcomes of these studies is the awareness or increasing awareness of biological control by producers. For this purpose, biological control agents whose effects have been proven by previous studies; Biological control of Tomato moth [(*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)] in Nallıhan district of Ankara province was carried out together with the producers in 2022, using the egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and the larval parasitoid *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). During the process, biological control was introduced visually and practically with 24 producers. Surveys were conducted with the same producers at the beginning and end of the study. The results of this survey were evaluated and the results were presented with frequency distribution tables and graphs. Releases of 75 insects/m² of *T. evanescens* and 1 insect/m² of *H. hebetor* were carried out every two weeks. As a result of the practical training given to producers and the introduction of biological control, while there was a 20.8% awareness of biological control at the beginning of the study, this rate increased to 87.5% at

the end of the study. Practical and visual one-to-one studies with producers have had an impact on the adoption of innovation by producers and the creation of producer awareness.

Key words: Biological control, *Habrobracon hebetor*, *Tuta absoluta*, *Trichogramma evanescens*, questionnaire.

GİRİŞ

Günümüzde konvansiyonel tarımda sentetik ve kimyasal girdi kullanımı oldukça yoğundur. Türkiye’de 2018’de kullanılan organik besin maddesi (N, P₂O₅,K₂O) 2.164.158 ton olmuştur (Kocagöz, 2022). Pestisit kullanımı açısından Türkiye, dünya sıralamasında 12. sırada yer almakta ve dünya pestisit kullanımının %1,23’ünü oluşturmaktadır. Türkiye’de hektara pestisit kullanımı 2,2 kilogramdır (FAO. 2022, Özercan, 2022). Bu yoğun kullanım nedeniyle çevre kirliliği önemli boyutlara ulaşmıştır. Çevre kirliliği; tüm canlılar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirerek yaşayışlarını etkilemektedir (Öztemiz, 2008). Sürdürülebilir tarımda biyolojik mücadelenin önemi yeşil mutabakat kapsamında hızla ivme kazanmaktadır. Bu kapsamda üreticinin biyolojik mücadele etmenlerinden haberdar edilmesi ve bu mücadele yöntemi ile ilgili olarak üreticide farkındalık oluşturulması, sonuçların uygulamaya aktarılması aşamasında oldukça önemlidir.

Domates üretiminde önemli bir zararlı olan *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) Türkiye’ye ilk defa 2009 yılında giriş yapmış ve hızlıca yayılım göstermiştir (Kılıç, 2010). Domates üretiminde önemli verim kayıplarına sebebiyet veren zararlı, mücadele edilmediği taktirde %80-100 oranında zarara yol açmaktadır (Lo’pez, 1991; Desneux ve ark., 2010). Zararlıya karşı, Türkiye’de hali hazırda mevcut olan yumurta parazitoiti *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym.: Trichogrammatidae), larva parazitoiti *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) ve predatör *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hem.: Miridae) etkin olarak kullanılmaktadır (Li, 1994; Öztemiz ve ark., 2013; Kodan ve ark., 2015; Güven ve ark., 2017; Kodan ve ark., 2022).

Çiftçiler genel olarak biyolojik mücadele çalışmalarına, kimyasal mücadele kadar hızlı ve net sonuç vermediği için uzak durmakta ve temkinli yaklaşmaktadır. Yapılan bu çalışma ile biyolojik mücadele etmenlerin etkinliğinin çiftçiye saha koşullarında uygulamalı gösterilmiştir. Böylelikle farkındalık oluşması sağlanmıştır. Bu kapsamda Ankara ili Nallıhan ilçesinde seçilen bir serada uygulamalı ve görsel çalışmalar gerçekleştirilerek bu çalışmaların verimliliği anket çalışmaları ile ölçülmüştür.

Yapılan çalışma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü liderliğinde yürütülen ve Eğitim ve yayım Dairesi Başkanlığınca desteklenen “Biyolojik Mücadele Etmeni *Trichogramma* sp.’nin Tanıtımı, Yaygınlaştırılması ve Salımı” projesinin bir çıktısıdır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmanın materyalini *Tuta absoluta*, domates bitkisi, *Trichogramma evanescens*, *Ephestia kuehniella*, *Habrobracon hebetor* ve domates üreticileri ile gerçekleştirilen anketler oluşturmaktadır.

Yöntem

Yapılan çalışma ile, 2022 üretim sezonunda, Ankara ili Nallıhan ilçesinde domates bitkisinde zararlı *T. absoluta* ile örtü altı yetiştiricilikte biyolojik mücadele, uygulamalı ve görsel olarak üreticilere tanıtılmıştır. Üretim sezonu başında seçilen pilot bir uygulama serasında *T. absoluta*’ya karşı *T. evanescens* ve *H. hebetor* parazitoitlerinin salımı üretim sezonu boyunca gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte hem faydalıların başarı durumları belirlenmiş hem de üreticiler biyolojik mücadeleyi uygulamalı olarak tanımışlardır. Üreticilere tanıtımlar sırasında; tarla günü, üretici toplantısı, üretici ziyaretleri, basılı yayınlar (lifler ve afişler), demonstrasyon ve anket çalışmaları gibi yayım araçlarından faydalanılmıştır. Bu çalışmalara katılan 24 üretici ile üretim sezonu başında ve üretim sezonu sonunda anket çalışmaları yürütülerek, biyolojik mücadelenin üreticiler tarafından bilinirliğinin artırılması ve üreticide farkındalık oluşturulması açısından bu uygulamalı çalışmanın başarı durumu değerlendirilmiştir.

Un güvesi (*Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.:Pyralidae)’nin Üretimi

Un güvesi üretimi içinde kepek (1), un (1/2), mısır unu (1/4) karışımı kavanozlara alınarak besin oluşturulmuştur. Larvaların fanus içinde pupa olmalarına kadar beklenilmiştir. Çıkış yapan ergin güveler bir tüple alınarak, alt kısmında gözenek genişliği 1–2 mm olan tel kafes bulunan fanuslara alınmıştır. Bu tel kaplar

sayesinde yumurta elde edilebilmiştir. Güve yumurtaları günlük olarak toplanmış, petri içine konularak +4 °C de saklanmıştır (Bulut ve Kılınçer 1987). Bu yumurtaların bir kısmı un güvesi üretiminde bir kısmı da parazitoitlerin üretimlerinde kullanılmıştır.

Yumurta Parazitoidi *Trichogramma evanescens* Üretimi

Parazitoitin üretimi ortalama 25±1 °C sıcaklık, %60-70 orantılı nem ve 12-12 saat ışık koşullarına ayarlanan iklim kabininde, cam tüpler içinde yapılmıştır. Konukçu olarak un güvesi yumurtaları kullanılmıştır. 1-2 günlük taze konukçu yumurtaları, % 5-10'luk arap zankı solusyonu ile beyaz kâğıtlara yapıştırılmış, zank kuruduktan sonra küçük şeritler halinde tüplere yerleştirilmiştir. Daha sonra bu tüplere, yeteri kadar ergin parazitoit verilmiştir. Erginler, cam tüplerin içine ince çizgiler halinde sürülen bal ile beslenmiştir (Bulut ve Kılınçer 1987). Gelişimini tamamlayarak çıkış yapan parazitoitler içinde günlük *E. kuehniella* yumurtası bulunan yeni tüpe aktarılarak kültürün devamlılığı sağlanmıştır.

Larva Parazitoiti *Habrobracon hebetor* Üretimi

Ephestia kuehniealla son dönem larvaları kullanılarak üretim sağlanmıştır. Üretilen larvalar dişi erkek karışık bulunan *H. hebetor*'lu fanuslara alınmıştır. Fanuslara *H. hebetor*'un beslenebilmesi için bal emdirilmiş pamuk parçaları koyulmuştur. Fanuslarda ergin çıkışı görüldüğünde erginler ayrı fanusa alınarak tekrar aynı metotla çoğaltma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yeterli sayıda ergin birey bulunduğu salım için kullanılmıştır.

Salım Çalışmaları

Ankara ili Nallıhan İlçesinde seçilen domates ekili bir dekar büyüklüğündeki uygulama serasına asılan feromon tuzaklarda zararlı böcek *T. absoluta* görülmeye başlandığı andan temmuz başından itibaren m²'de yaklaşık 75 yumurta parazitoiti *T. evanescens* böcek olacak şekilde iki haftada bir salımlar gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık ve nemin zararlı böceğin popülasyonunda artış meydana getirdiği aylarda (haziran-ağustos) salıma m²'de bir larva parazitoiti *H. hebetor* olacak şekilde ekleme yapılarak faydalıların etkinliği artırılmıştır.

Anket Çalışmaları

Gayeli örnekleme ile Ankara ili Nallıhan ilçesinde çalışmalarının başlangıcında ve sonunda olmak üzere aynı 24 üretici ile anket çalışması gerçekleştirilmiş; anket verileri frekans dağılım tabloları, yüzde hesaplamaları ve grafikler halinde verilmiş ve değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmaya katılan 24 üretici ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilebilmiştir. Anket çalışması yapılan üretici sayısı ve bu üreticilerin tarımsal faaliyetlerini gerçekleştirip ikamet ettiği köyler Çizelge 1' de verilmiştir. Çalışmaya katılım en fazla Nallıhan'ın Bozyaka köyünden (%29.2) sağlanmıştır. Bu köyleri sırasıyla Çamalan (%16.7) ve Davutoğlan (%16.7) köyleri takip etmektedir.

Çizelge 1. Ankara ili Nallıhan ilçesi'ne bağlı köylerinde yapılan anket çalışmasına katılım sağlayan üretici sayısı ve oranı

Köyler	Üretici sayısı	Katılım oranı (%)
Bozyaka	7	29.2
Çamalan	4	16.7
Davutoğlan	4	16.7
Osmanköy	3	12.5
Uluköy	2	8.3
Karacasu	1	4.2
Kuzucular	1	4.2
Merkez	1	4.2
Yenice	1	4.2
Toplam	24	100

Ankete katılan üreticilerin arazi varlıkları incelendiğinde, toplam arazi varlığı ortalamalarının 44.8 dekar, sebze arazileri ortalamalarının 11.9 dekar, örtüaltı üretim yaptıkları arazilerin ortalamasının da 3.8 dekar

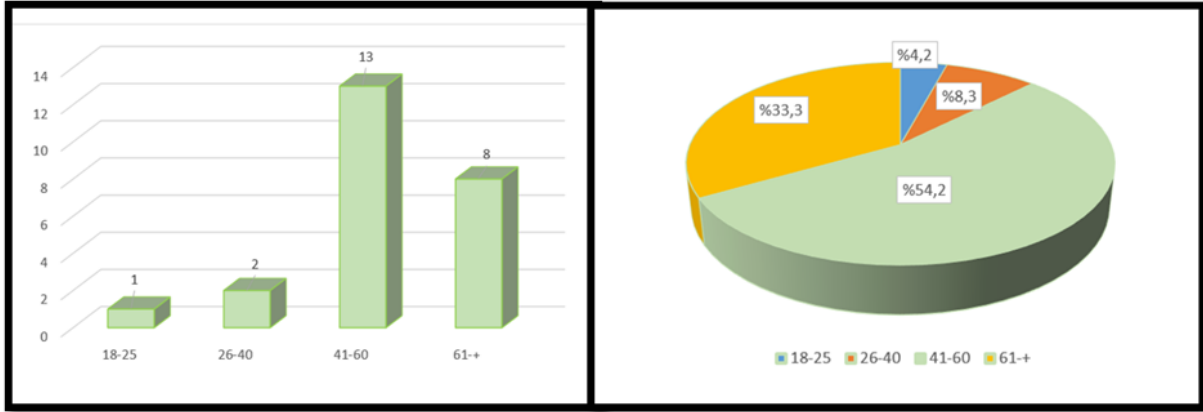
olduğu belirlenmiştir. Sebze alanlarında domates, biber, hıyar ve fasulye üretimi yapılırken; domates ve biber ön plana çıkan ürünlerdir.

Araştırma alanında anket çalışması gerçekleştirilen üreticilerin yaşları 18-25, 26-40, 41-60 ve 61 yaş ve üzeri olarak gruplandırılmıştır. En genç üretici 18-25 yaş grubunda ve tarımsal faaliyetlere yeni başlamış bir üretici olarak karşımıza çıkmaktadır. 61 ve üzeri yaş grubunda 8 üretici bulunurken, 13 üretici 26-40 yaş aralığındadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Araştırma alanında anket yapılan üreticilerin yaş grupları.

Yaş	Üretici sayısı	Yaş gruplarına göre dağılım oranı (%)
18-25	1	4.2
26-40	2	8.3
41-60	13	54.2
61-+	8	33.3
Toplam	24	100

Anket çalışması yapılan üreticilerin % 54.2'si 26-40 yaş aralığındadır. Bunu % 33.3 pay ile 41-60 yaş aralığı takip etmektedir. 40 yaş altında olan üreticiler %12.5'lik kısmı oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanında anket yapılan üreticilerin yaş gruplarına göre dağılımı (%).

Üreticilerin eğitim durumları incelendiğinde, 10 üreticinin ilkokul mezunu (%41.7), 8 üreticinin de ortaokul mezunu olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Lise ve üzeri düzeyde eğitim alan üreticiler %25.1'lik kısmı oluşturmaktadır.

Çizelge 3. Üreticilerin eğitim durumu.

Eğitim Durumu	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
İlkokul	10	41.7
Ortaokul	8	33.3
Lise	4	16.7
Yüksekokul	1	4.2
Üniversite	1	4.2
Toplam	24	100

Çalışma alanında anket yapılan üreticilerin eğitim durumları ve yaş grupları birlikte değerlendirildiğinde, 18-25 yaş grubunda yer alan üreticinin üniversite mezunu olduğu, 26-40 yaş aralığındaki üreticilerin lise mezunu olduğu görülmektedir. 41-60 yaş aralığında yer alan üreticilerin %53.8'inin ortaokul mezunu, %38.5'inin de ilkokul mezunu olduğu görülürken, 61 ve üzeri yaş grubundaki üreticilerin %62.5'inin de ilkokul mezunu olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Üreticilerin eğitim gruplarının yaş gruplarına göre dağılımı.

Yaş Kategorisi	Eğitim durumu						Toplam
		İlkokul	Ortaokul	Lise	Yüksekokul	Üniversite	
18-25	Üretici sayısı	0	0	0	0	1	1
	(%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%
26-40	Üretici sayısı	0	0	2	0	0	2
	(%)	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%
41-60	Üretici sayısı	5	7	1	0	0	13
	(%)	38.50%	53.80%	7.70%	0.00%	0.00%	100.00%
61+	Üretici sayısı	5	1	1	1	0	8
	(%)	62.50%	12.50%	12.50%	12.50%	0.00%	100.00%
Toplam	Üretici sayısı	10	8	4	1	1	24
	(%)	41.70%	33.30%	16.70%	4.20%	4.20%	100.00%

Ankete katılan üreticilerin ailelerindeki birey sayısı incelendiğinde, 5 ve üzeri kişiden oluşan aileye sahip üreticiler % 12.4'ünü oluştururken, 4 ve daha az kişiden oluşan ailesi olan üreticilerin oranı da %87.6'dır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Üreticilerin aile birey sayısı.

Aile birey sayısı	Üretici sayısı	Üretici Yüzdesi(%)
1	1	4.2
2	6	25.0
3	7	29.2
4	7	29.2
5 ve üzeri	3	12.4
Toplam	24	100.0

Üreticilerin tarımsal faaliyetlerdeki tecrübeleri incelendiğinde, üreticilerin %87.5'inin 20 yıl ve üzeri tecrübeye sahip oldukları görülmektedir. Ankete katılan üreticiler içinde 2 üretici 10 yıldan daha az tarımsal tecrübeye sahiptir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Üreticilerin tarım tecrübesi.

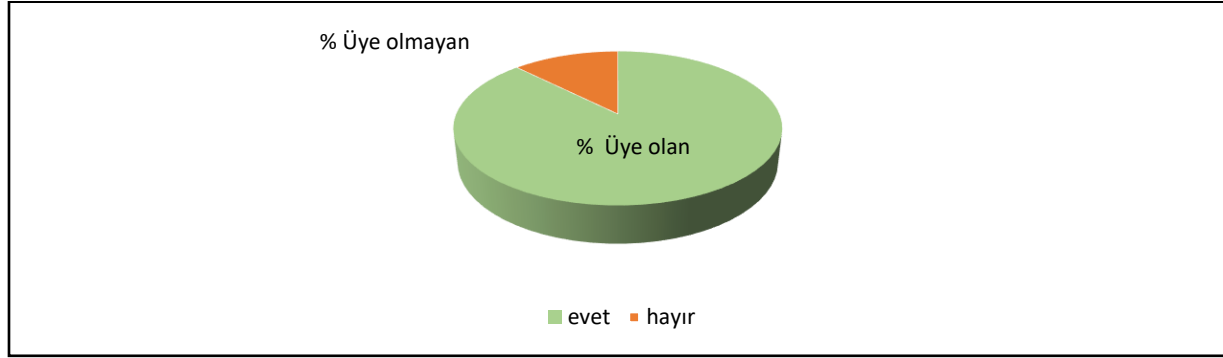
Tarım tecrübesi	Üretici sayısı	Üretici Yüzdesi (%)
1-5 yıl	1	4.2
6-10 yıl	1	4.2
11-15 yıl	-	-
16-20 yıl	1	4.2
20 yıl ve daha fazla	21	87.5
Toplam	24	100

Ankete katılan üreticilere tarımsal faaliyetlerine yönelik desteğe ihtiyaçları olduğunda teknik konularda başvurdukları bilgi kaynakları sorulduğunda; üreticilerin %37.5'i Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlüğü'nden bilgi aldıklarını ifade ederken, %25.0'i de diğer üreticilerle fikir alışverişi yaptığını ifade etmişlerdir. Tarımsal faaliyetlerdeki tecrübelerine güvenerek kendi deneyimlerine göre hareket ettiğini söyleyen üretici sayısı 3'tür (Çizelge 7).

Çizelge 7. Üreticilerin tarımsal konularda bilgi kaynakları.

	Üretici sayısı	Üretici Yüzdesi (%)
Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlükleri	9	37.5
Diğer üreticiler	6	25.0
Ziraat mühendisi	6	25.0
Diğer	3	12.5
Toplam	24	100

Ankete katılan üreticilerin 21'inin (%87.5) bir kooperatif ya da Ziraat Odası'na üyeliği bulunurken 3 üreticinin herhangi bir kooperatif ya da odaya üyeliği bulunmamaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Üreticilerin herhangi bir kooperatife ya da Ziraat Odasına üyelik durumu.

Ankete katılan üreticilerin kooperatif ya da Ziraat Odası gibi tarımsal örgütlere üyeliği olanlar incelendiğinde, üreticilerin tamamına yakınının Ziraat Odası ve Tarım Kredi Kooperatiflerine üye oldukları görülmektedir. Üreticilerin %42.8'i hem Tarım Kredi Kooperatifleri hem de Ziraat Odası'na üyeliğinin bulunduğunu ifade etmişlerdir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Üreticilerin tarımsal örgütlere üyelik durumu ve dağılımı (%).

	Üretici sayısı	Üretici Yüzdesi (%)
Tarım Kredi Kooperatifi	1	4.8
Ziraat odası	11	52.4
Tarım Kredi Kooperatifi ve Ziraat odası	9	42.8
Toplam	21	100

Üreticilere yayımcılarla görüşme sıklıkları sorulduğunda, üreticilerin %37.5'i ayda bir kez, %20.8'i de altı ayda bir kez görüştüklerini ifade etmişlerdir. Üreticiler içinde 6 kişi de yayımcılarla görüşme gereği duymadığını ifade etmişlerdir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Üreticilerin yayımcılarla görüşme sıklığı.

	Üretici Sayısı	Görüşme Sıklığı (%)
Haftada bir kez	1	4.2
Ayda bir kez	9	37.5
Altı ayda bir kez	5	20.8
Yılda bir kez	3	12.5
Hiç görüşmem	6	25.0
Toplam	24	100

Çalışmaya katılan 24 üretici içinde sadece 2 üretici köylerinde bilgilendirme toplantısı yapıldığını ve bu toplantıları yararlı bulduklarını ve uyguladıklarını ifade etmiştir. Üreticilere bilgilendirme toplantıları yapılması

durumunda katılıp katılmayacakları sorulduğunda üreticilerin tamamı köylerinde bir bilgilendirme toplantısı yapıldığı takdirde söz konusu toplantıya katılacaklarını dile getirmişlerdir.

Üreticilerin yayımcılarla görüşme sıklıklarının azlığı ve bilgilendirme toplantılarına katılım düzeyinin düşük oluşu bu konuda yayım faaliyetlerine ağırlık verilmesi ve tarımsal faaliyetlere yönelik bilgilendirme, demonstrasyon, tarla günü gibi çalışmalara önem verilmesi gerekliliğini doğurmaktadır. Özellikle üreticilerin zirai mücadele alanında bilgilendirme çalışmaları yapılması ile ilgili talepleri bulunmaktadır.

Üreticilerin ilaçları kullanma şekilleri ile ilgili davranışlarına yönelik olarak yöneltilen sorularda üreticilerin %87.5'i kullandıkları zirai ilaçların kullanma talimatlarını okuduklarını, %16.7'si de kullandıkları zirai ilacın kaydını tuttuklarını ifade etmişlerdir (Çizelge 10, Çizelge 11).

Çizelge 10. Üreticilerin zirai ilaçların kullanma talimatlarını okuma durumu.

	Üretici sayısı	Okuma oranı (%)
Evet	21	87.5
Hayır	3	12.5
Toplam	24	100

Çizelge 11. Üreticilerin ilaç kaydı tutma durumu.

	Üretici sayısı	Kayıt tutma oranı (%)
Evet	4	16.7
Hayır	20	83.3
Toplam	24	100

Üreticilerin zirai mücadele konusunda bilgi kaynakları sorulduğunda, bilgi kaynağı olarak zirai ilaç bayileri %46.2'lik payla ilk sırada yer almaktadır. Ayrıca üreticilerin %23.1'i zirai mücadele konusunda diğer üreticilerin de uygulamalarından etkilendiklerini dile getirmişlerdir (Çizelge 12).

Çizelge 12. Üreticilerin zirai mücadele konusunda bilgi kaynağı.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi(%)
Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlükleri	1	7.7
Zirai İlaç Bayileri	6	46.2
Komşular (Diğer üreticiler)	3	23.1
Diğer	3	23.1
Toplam	13	100.0

Anket yapılan üreticilerin tamamı zararlılarla mücadele yöntemi olarak kimyasal mücadele uygulamaktadır. Özellikle tarımsal faaliyet tecrübesi fazla olan ve yıllardır aynı tarımsal ürünlerin tarımını yapan üreticilerde söz konusu ürünlerdeki agronomi faaliyetlerine yönelik davranış değişikliği yaratmak kolay değildir. Bu nedenle projenin amacına uygun olarak biyolojik mücadele konusunda farkındalık oluşturmak önem arz etmektedir.

Çizelge 13. Biyolojik mücadeleyi duyma durumu.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Evet	14	58.3
Hayır	10	41.7
Toplam	24	100

Üreticilere biyolojik mücadeleyi duyup duymadıkları sorulduğunda üreticilerin %58.3'ü biyolojik mücadeleyi duyduklarını ifade etmişlerdir (Çizelge 13). Biyolojik mücadeleyi duyduklarını ifade eden üreticilerden biyolojik mücadeleyi tanımlamaları istendiğinde %37.5'inin tam olarak bilmediklerini dile getirdiği görülmüştür.

Çizelge 14. Üreticilerin biyolojik mücadeleyi tanımlama durumu.

Projenin başında			Projenin sonunda		
	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)		Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Tanımladı	5	20.8	Tanımladı	21	87.5
Tanımlayamadı	10	41.7	Tanımlayamadı	3	12.5
Tam Bilmiyor	9	37.5	Tam Bilmiyor	0	0
Toplam	24	100.0	Toplam	24	100.0

Çizelge 14 incelendiğinde proje başlangıcında Biyolojik mücadeleyi tanımlayabilen üretici sayısı 5 iken, proje sonrasında tanımlayabilen üretici sayısı 21 olarak tespit edilmiştir. Proje kapsamında anket yapılan üreticilerin sadece %20.8'i proje başlangıcında biyolojik mücadeleyi tanımlayabilirken, proje sonrasında elde edilen verilere bakıldığında tanımlayabilen üreticilerin oranının %87.5'e yükseldiği görülmektedir.

Üreticilere biyolojik mücadele ile ilgili bir bilgilendirme toplantısına katılma durumları sorulduğunda, % 95.8'i konuyla ilgili herhangi bir bilgilendirme toplantısına katılmadıklarını dile getirmişlerdir. Bu nedenle proje kapsamında yapılan bilgilendirme ve salım çalışmalarının önemi ortaya çıkmaktadır (Çizelge 15).

Çizelge 15. Biyolojik mücadele ile ilgili bir bilgilendirme toplantısına katılma durumu.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Evet	1	4.2
Hayır	23	95.8
Toplam	24	100.0

Projenin başlangıcında üreticilere biyolojik mücadele desteğinden haberdar olma durumu sorulduğunda, üreticilerin %95.8'i haberdar olmadıklarını ifade etmişlerdir (Çizelge 16). Ayrıca üreticilerden hiçbiri destekten yararlanmamaktadır. Proje sonunda ise haberdar olmayan üretici kalmamış olup; proje, üreticilerin desteklerden haberdar olması bakımından etkili olmuştur.

Çizelge 16. Üreticilerin biyolojik mücadele desteğinden haberdar olma durumu.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Evet	1	4.2
Hayır	23	95.8
Toplam	24	100.0

Çalışma sonrasında desteklerden haberdar olan üreticilerin %66.7'si destekten yararlanmayı düşünebileceğini ifade ederken, %12.5'i yararlanmayı düşünmediğini, % 20.8'i de bu konuda kararsız olduğunu ifade etmiştir (Çizelge 17).

Çizelge 17. Üreticilerin proje sonrası desteklerden yararlanma ile ilgili düşünceleri.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Evet	16	66.7
Hayır	3	12.5
Kararsızım	5	20.8
Toplam	24	100

Üreticilere biyolojik mücadele ile ilgili eğitim verildiği takdirde biyolojik mücadeleyi kimyasal mücadeleye tercih edip etmeyecekleri sorulduğunda, %91.7'si tercih edebileceğini, %4.2'si kimyasal mücadeleyi tercih edeceğini, %4,2' si de bu konuda kararsız olduğunu dile getirmişlerdir (Çizelge 18).

Çizelge 18. Eğitim verildiği takdirde biyolojik mücadeleyi kimyasal mücadeleye tercih etme durumu.

	Üretici sayısı	Tercih etme oranı(%)
Evet	22	91.7
Hayır	1	4.2
Kararsızım	1	4.2
Toplam	24	100.0

Proje çalışmaları tamamlandıktan sonra üreticilerin görüşlerinin değerlendirilmesi bakımından Biyolojik mücadelenin önemine yönelik sorularda, üründe kalıntı olmaması açısından biyolojik mücadelenin önemli olduğunu düşünen üreticilerin oranı %83.3 iken bu konuda kararsız olduğunu belirten üreticilerin oranı %16.7'dir (Çizelge 19).

Çizelge 19. Biyolojik mücadelenin üründe kalıntı olmaması açısından önemi.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Kesinlikle katılıyorum	15	62.5
Katılıyorum	5	20.8
Kararsızım	4	16.7
Toplam	24	100.0

Biyolojik mücadelenin kaliteli ürün yetiştirmek açısından da önemli olduğuna dair olumlu görüş bildiren üreticilerin oranı %87.5 iken bu konuda kararsız olduğunu belirten üreticilerin oranı %12.5'tir (Çizelge 20).

Çizelge 20. Biyolojik mücadelenin kaliteli ürün yetiştirmek açısından önemi.

	Üretici sayısı	(%)
Kesinlikle katılıyorum	14	58.3
Katılıyorum	7	29.2
Kararsızım	3	12.5
Toplam	24	100

Domatesin yetişmesi için Türkiye iklim koşullarının çok uygun olması ve domatesi işleyecek sanayinin 1970'li yıllardan buyana hızla kurulmuş bulunması, domatese olan yönelimi de hızlandırmıştır (Engindeniz 2010, Kazak ve ark 2018). Domatesin sağlıklı ve kaliteli olarak üretimi pazar değerinin artmasına neden olmaktadır. Biyolojik mücadelenin sağlıklı ürün elde etme yönünde de olumlu katkıları bulunmaktadır. Bunun sağlanmasında üreticilerin bu noktadaki görüşleri de önem arz etmektedir.

Biyolojik mücadelenin ürünün pazar değeri açısından önemli olduğuna dair olumlu görüş bildiren üreticilerin oranı %91.7 iken bu konuda kararsız olduğunu belirten üreticilerin oranı %8.3'tür (Çizelge 21).

Çizelge 21. Biyolojik mücadelenin pazar değeri açısından önemi.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Kesinlikle katılıyorum	14	58.3
Katılıyorum	8	33.4
Kararsızım	2	8.3
Toplam	24	100.0

Biyolojik mücadelenin ürünün pazar değeri açısından önemli olduğuna dair olumlu görüş bildiren üreticilerin oranı %91.7 iken bu konuda kararsız olduğunu belirten üreticilerin oranı %8.3'tür (Çizelge 22).

Çizelge 22. Biyolojik mücadelenin insan ve çevre sağlığı açısından önemi.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Kesinlikle katılıyorum	18	75.0
Katılıyorum	4	16.7
Kararsızım	2	8.3
Toplam	24	100.0

Biyolojik mücadelenin uygulama kolaylığı açısından önemli olduğuna dair olumlu görüş bildiren üreticilerin oranı %79.2 iken bu konuda kararsız olduğunu belirten üreticilerin oranı %20.8'dir (Çizelge 23).

Çizelge 23. Biyolojik mücadelenin uygulama kolaylığı açısından önemi.

	Üretici sayısı	Üretici yüzdesi (%)
Kesinlikle katılıyorum	13	54.2
Katılıyorum	6	25.0
Kararsızım	5	20.8
Toplam	24	100.0

Üreticilerin tamamı proje çalışmalarının biyolojik mücadelenin zararlı ile mücadelede önemli olduğunun vurgulanması ve biyolojik mücadele konusunda bilgilenmek açısından faydalı olduğunu düşünmektedirler (Çizelge 24).

Bu çalışmadan sonra, biyolojik mücadelenin uygulanabilir bir yöntem olduğu yönünde olumlu görüş bildiren üreticilerin oranı %79.2 iken, bu konuda kararsız olduğunu ifade eden üreticilerin oranı ise %20.8'dir.

Biyolojik mücadeleyi diğer üreticilere tavsiye edebileceğini ifade eden üreticilerin oranı %91.7 iken bu konuda kararsız olan üreticilerin oranı %8.3'tür. Çevre açısından olumlu bir yöntem olduğunu düşünen üreticilerin oranı %95.8'dir (Çizelge 24).

Çizelge 24. Proje kapsamında yapılan salım ve bilgilendirme çalışmalarından sonra üretici görüşleri.

		Evet	Hayır	Kararsız	Toplam
Biyolojik mücadelenin zararlı ile mücadelede önemli olduğunu düşünüyor musunuz?	Üretici sayısı	24	-	-	24
	(%)	100.0	-	-	100.0
Bu çalışmanın, biyolojik mücadele konusunda bilgilenmek açısından faydalı olduğunu düşünüyor musunuz?	Üretici sayısı	24	-	-	24
	(%)	100.0	-	-	100.0
Bu çalışmadan sonra, biyolojik mücadelenin uygulanabilir bir yöntem olduğunu düşünüyor musunuz?	Üretici sayısı	19	-	5	24
	(%)	79.2	-	20.8	100.0
Biyolojik mücadeleyi diğer üreticilere de tavsiye eder misiniz?	Üretici sayısı	22	-	2	24
	(%)	91.7	-	8.3	100.0
Bu çalışma ile biyolojik mücadelenin çevre açısından olumlu bir yöntem olduğunu düşünüyor musunuz?	Üretici sayısı	23	-	1	24
	(%)	95.8	-	4.2	100.0
Bu tarz uygulamalı çalışmaların yapılmasını önemli buluyor musunuz?	Üretici sayısı	24	-	-	24

Tüm anket çalışmaları genel değerlendirildiğinde Kodan ve ark. (2020)'nin 2016 ve 2017 yıllarında Ankara ve Bartın illerinde yürüttüğü benzer bir çalışma ile paralellik göstermektedir. Yaptıkları uygulamalı biyolojik mücadele çalışmalarının çiftçilerin neredeyse tamamında (Ankara ili üreticilerin %100'ü, Bartın ili üreticilerinin ise %97'si) olumlu sonuçlar doğurduğu ve farkındalığın arttığını, tarımsal açıdan bu tip desteklemelerin yoğunlaşmasıyla kendilerinde bu yöntemleri deneyebileceği sonuçlarına ulaşmışlardır.

Sayın ve ark. (2020)'nin üreticilerin biyolojik/biyoteknik mücadele yöntemlerini benimsemesinde ve yaygınlaşmasında, uygulamalı yöntemlerin seçilmesinin teorik bilgilere nazaran daha verimli olduğu vurgulanmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tuta absoluta ile mücadelede sık aralıklarla yapılan yoğun kimyasal kullanımından dolayı bu zararlı ilaçlara karşı direnç kazanmıştır. Bu nedenle zararlının mücadelesinde çevre dostu yöntemlere eğilim artmıştır. Devletin verdiği desteklerde göz önüne alındığında çiftçilerin biyolojik mücadele uygulamalarına ikna olmaları kolaylaşmaktadır. Ancak biyolojik mücadelenin etkisinin kimyasallar kadar çabuk görülmemesi ve biyolojik mücadele konusundaki bilgi eksikliği bu yöntemin daha az tercih edilmesine neden olmaktadır. Yapılan bu çalışma biyolojik mücadelenin çalışma alanında yer alan üreticiler tarafından bilinirliğinin artırılması ve farkındalık oluşmasına katkı sağlamıştır. Yapılan çalışma ile ülkemizde hali hazırda desteklenmekte olan biyolojik ve biyoteknik mücadele desteğinden çiftçiler haberdar olmuş ve bu desteklere başvurmayı düşündürmüştür. Biyolojik mücadelenin ürün kalitesi, pazar değeri, insan ve çevre sağlığı açısından önemli olduğunun üreticiler tarafından görülmesi sağlanmıştır.

Üreticide davranış değişikliği yaratmada bizzat üreticinin de dahil edildiği uygulamalı çalışmaların yapılmasının ne derece önemli olduğu vurgulanmıştır. Gözle görülür uygulamaların yapılmasının, teorik anlatımlardan daha etkili olduğu; üreticiyi yeni karşılaştığı bir yöntem ile ilgili olarak ikna etmek konusunda da önem arz ettiği görülmüştür. Ankara ili Nallıhan ilçesinde yapılan bu uygulamalı çalışmanın diğer bölgelere de yayılması, biyolojik mücadelenin tanıtılması yeşil mutabakat kapsamında da Türk tarımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür: Yapılan çalışma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Zirai mücadele Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü liderliğinde yürütülen ve Eğitim ve yayım Dairesi Başkanlığınca desteklenen "Biyolojik Mücadele Etmeni *Trichogramma* sp.'nin Tanıtımı, Yaygınlaştırılması ve Salımı" projesinin bir çıktısıdır. Bu projeyi destekleyen Eğitim ve yayım Dairesi Başkanlığına teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI



Furkan YALÇIN <https://orcid.org/0000-0003-2183-1009>



Belma ÖZERCAN <https://orcid.org/0000-0003-3492-8192>



Zühal SAÇTI <https://orcid.org/0000-0002-0071-6565>

KAYNAKLAR

Bulut, H. ve Kılınçer, N. 1987. Yumurta Paraziti *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Tricho grammatidae)'nin Un Güvesi (*Ephesia kuehniella* Zell.) (Lep.: Pyralidae) Yumurtalarında Üretimi ve Konukçu-Parazit İlişkileri. Türkiye I. Entomoloji Kong. S. 563-577.

Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., Burgio, G., Arpaia, S. Narváez-Vasquez C. A., González-Cabrera, J., Catalán Ruescas, D., Tabone, E. and Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T., Urbaneja, A. 2010. Biological Invasion of European Tomato Crops by *Tuta absoluta*: Ecology, Geographic Expansion and Prospects for Biological Control *Biomedical And Life Sciences Journal of Pest Science* Volume 83, Number 3, 197-215.

- Engindeniz, S. 2010. İzmir'de Domates Üreticilerinin Sulama ve Kuraklıkla İlgili Tutum ve Davranışlarının Analizi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(3): 321-330.
- FAO (2022). Pesticide indicators. [https://www.fao.org/faostat/en/#data Sustainability indicators/ Pesticide indicators](https://www.fao.org/faostat/en/#data/Sustainability%20indicators/Pesticide%20indicators) (Erişim Tarihi: Temmuz 2024).
- Güven B., Şahin T.C. ve Uysal D. 2017. Ege Bölgesinde *Tuta absoluta* (Meyrick 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*. Control, Year 2017, Volume 8, Issue 1, 59 - 70, 13.06.2017
- Kazak, G., Özşenler, S., Artukoğlu, M. M. ve Yıldız, Ö. 2018. Sanayi Domatesi Üretimi ve Pazarlamasında Karşılaşılan Sorunlar: Torbalı İlçesi Örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(2), 215-223. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.471632>
- Kılıç, T. 2010. First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 243-244.
- Kocagöz, Y.,M. 2022. Organik ve Kimyasal Gübre Kullanımının Karşılaştırılması: Tekirdağ İlinin Muratlı İlçesi Örneği. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kodan, M., Babaroğlu E. N. ve Barış, A. 2015. Domates Günesi (*Tuta absoluta* Lep.:Gelechiidae)'nin Biyolojik Mücadelesi. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. S:25-29 Ağustos 2015
- Kodan, M., Özercan, B., ve Öntepeli, F. 2022. Domates Güvesi [*Tuta absoluta*] ile Mücadelede Biyolojik Mücadele Çalışmalarının Sürdürülebilirliği. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*. Araştırma Makalesi Ziraat Mühendisliği (376), 62-74 DOI: 10.33724/zm.1149418
- Li LY. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops. A survey. In: Wajnberg E, Hassan SA (eds) Biological control with egg parasitoids. CAB International, Wallingford, pp 37–51
- Lo'pez, E. 1991. Polilla del tomate: Problema crítico para la rentabilidad del cultivo de verano. *Empresa y Avance Agrícola* 1:6–7
- Özercan, B. 2022. Türkiye'de Pestisit Kullanımının İller, Bölgeler ve Pestisit Grupları Açısından İncelenmesi. *Ziraat Mühendisliği*. 2022, 375, 75-88
- Öztemiz, S. 2008. Organik Tarımda Biyolojik Mücadele. GOÜ. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2008, 25(2), 19-27
- Öztemiz, S., H. Kutuk H. ve Portakaldalı M. 2013. Adana'da Açık Alan Domates Yetiştiriciliğinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve Doğal Düşmanlarının Popülasyon Takibi, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Year 2013, Volume 27, Issue 2, 45 - 54, 01.08.2013
- Sayın, B. , Bayav, A. , Beşen, T. , Karamürsel, D. , Çelikyurt, M. A. , Emre, M. , Kuzgun, M. , Yılmaz, Ş. G., Arslan, S. (2020). Üreticilerin Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele Uygulamalarına Bakışı ve Çevre Duyarlılıklarının Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (2), 453- 466 . DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.599085

Lasiobelonium lonicerae (Alb. & Schwein.) Raitv. : A Novel Record for Türkiye

İsmail ACAR^{1*} , Halide KARABIYIK² 

¹Van Yüzüncü Yıl University, Başkale Vocational School, Department of Organic Agriculture, Van, Türkiye

²Trakya University, Arda Vocational School, Department of Food Processing, Edirne, Türkiye

* Corresponding Author e-posta : ismailacar@yyu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 18.07.2024 Kabul Tarihi: 22.07.2024

ABSTRACT

In this study, *Lasiobelonium* specimen collected from Genç (Bingöl) district in 2021 is discussed. By the data obtained as a result of field and fungarium studies, it was identified as macro-micromorphological characters and recorded as a new record for *Lasiobelonium* members in Türkiye (*Lasiobelonium lonicerae*). In this text, the micro- and macromorphological characters of *L. lonicerae* are described and illustrated. In addition, the micro characters were illustrated by drawing to make them more distinct and clearer. The *L. lonicerae* studied in this study will contribute to the *Ascomycota* diversity of Türkiye and the distribution of the genus *Lasiobelonium* in the country.

Key words: *Solenopeziceae*, mycobiota, new record, Türkiye.

Lasiobelonium lonicerae (Alb. & Schwein.) Raitv. : Türkiye için Yeni Bir Kayıt

ÖZ

Bu çalışmada, 2021 yılında Genç (Bingöl) ilçesinden toplanan *Lasiobelonium* örneği ele alınmıştır. Saha ve fungaryum çalışmaları neticesinde elde edilen veriler doğrultusunda makro-mikromorfolojik karakterlerle tanımlanmış ve Türkiye'deki *Lasiobelonium* üyeleri için yeni bir kayıt olarak (*Lasiobelonium lonicerae*) kaydedilmiştir. Bu metinde *L. lonicerae*'nin mikro ve makromorfolojik özellikleri betimlenmiş ve resmedilmiştir. Ayrıca mikro karakterler daha belirgin ve net olması açısından çizilerek gösterilmiştir. Çalışmada konu edilen *L. lonicerae*, Türkiye'nin *Ascomycota* çeşitliliğine ve *Lasiobelonium* cinsinin ülkedeki dağılımına katkıda bulunacaktır.

Anahtar kelimeler: *Solenopeziceae*, mikobiyota, yeni kayıt, Türkiye.

INTRODUCTION

Helotiales is one of the apothecial *Ascomycetes* groups with 29 families, usually a few mm in diameter, 3000-4000 taxa, and the highest species diversity (Baral, 2016; Hosoya, 2021). The genera *Geniculospora*, *Graddonia*, *Halenospora*, *Lasiobelonium*, *Mycofalcella*, *Trichopeziza*, *Trichopezizella*, *Tricladium* and *Solenopezia* in these 29 Helotial families were found to form a monophyletic branch close to *Helotiaceae* and *Lachnaceae* by Ekanayaka et al. (2019). Previously, Jaklitsch et al. (2016) suggested that the genera *Trichopeziza*, *Trichopezizella* and *Solenopezia* need a family of their own based on excipulum and plumage characteristics and the absence of an apothecial species. These genera are genetically closely related to each other, form a monophyletic branch and are located far from the family *Lachnaceae* (Guatimosim et al., 2016; Pärtel, 2016). Therefore, taking into account the literature and our phylogenetic analysis results, Ekanayaka et al. (2019) grouped the genera *Geniculospora*, *Graddonia*, *Halenospora*, *Lasiobelonium*, *Mycofalcella*, *Trichopeziza*, *Trichopezizella*, *Tricladium* and *Solenopezia* under the family *Solenopeziceae* (*Helotiales/Leotiomyces*), which they named as a new family. However, Johnston et al. (2019) showed that the genera *Mycofalcella* and *Tricladium* are phylogenetically distant from the genera *Trichopeziza*, *Trichopezizella* and *Lasiobelonium*. Later, Johnston and Baschien (2020)

created a new family for genera with aquatic hypophomycete-like asexual morphs and/or a sexual morph with glabrous apothecia. This family was named *Tricladaceae* and included the genera *Cudoniella*, *Geniculospora*, *Graddonia*, *Halenospora*, *Mycofalcella*, *Spirosphaera* and *Tricladium*. Johnston and Baschien (2020) restricted the family *Solenopezaceae* to the genera *Lasiobelonium*, *Solenopezia*, *Trichopeziza* and *Trichopezizella*, all of which have a sexual morph with apothecia with smooth-walled hairs.

Considering the literature studies, the paraphyses of the genus *Lasiobelonium*, currently included in the family Solenopezaceae, are pointed, cylindrical or distinctly lanceolate. At the same time, the hairs are mostly brown-walled at the base or in the middle, hyaline in the apical parts, rarely completely hyaline (Šandová, 2015). One of the most important characteristic features of the genus is the excipulum structure (Raitviir, 1980).

Two species belonging to the genus; *Lasiobelonium horridulum* var. *capitatum* Dougloud by Kaya et al. (2015) and *Lasiobelonium variegatum* (Fuckel) Raitv. by Uzun et al. (2017) were described based on morphological data. Sesli et al. (2020) and Solak and Türkoğlu (2022) checklists and recent studies (Acar and Quijada, 2022; Acar and Uzun, 2022; Allı, 2022; Dizkirici and Acar, 2022; Acar, 2023; Akata et al, 2023; Akçay et al., 2023; Şahin et al., 2023; Uzun and Kaya, 2023; Acar et al., 2024; Akata et al, 2024; Aslan et al., 2024; Terman et al., 2024), *L. loniceræ* is a new record for Türkiye. The study aims to describe another species of the genus *Lasiobelonium*, *L. loniceræ* (Alb. & Schwein.) Raitv. based on macro- and micromorphological data, to contribute to the country's mycobiota and to determine the distribution of the genus in the country.

Materials and Methods

Macrofungus samples were collected in Genç (Bingöl) district in 2021. After being photographed in the research area, their morphological characteristics were recorded in the field notebook. Then, they were taken to the laboratory, dried and turned into fungarium material. Separate preparations were carefully prepared in water and IKI for microscopic data analyses. The preparations were examined under a Leica DM2500 (Germany) research microscope. Pictures of the microscopic characters (ascus, ascospores, hairs and paraphyses) were taken. They were then measured at least 20 times using the Leica Application Suite (version 4.8) programme. Macro- and micromorphological data obtained from field and laboratory studies were compiled and a description was created. The description of the specimen was carried out following the methods described in the literature (Raitviir, 1980; Baral and Marson, 2005; Ribes and Pancorbo, 2010). Microscopic drawings were prepared using CorelDRAW (64-bit) (Canada). These drawings provided accuracy and clarity in depicting the observed microscopic features of *Lasiobelonium*.

RESULTS and DISCUSSION

Ascomycota Caval.-Sm.

Leotiomyces O.E. Erikss. & Winka

Helotiales Nannf.

Solenopezaceae Ekanayaka & K.D. Hyde

Lasiobelonium Ellis & Everh.

Lasiobelonium loniceræ (Alb. & Schwein.) Raitv.

(Figure 1., 2.)

Apothecia 0.3 – 1 mm, short-stalked or sessile, cup-shaped, whitish to pinkish cream in colour, rim and outer surface covered with tufts of grouped pale brown hairs, often with water droplets on the outer side. **Hymenium** pale coloured. **Asci** 50 – 68 × 5 – 6.8 µm, hyaline, cylindrical-clavate, spores usually biseriate, amyloid, with croziers. **Ascospores** 10 – 16(18) × 2 – 3.5(3.7) µm, smooth, fusoid, cylindrical or allantoid, with 1 – 3 septa, usually with drops. **Hairs** 60 – 180 × 3 – 5 µm, septate, brown at base and hyaline at apex. **Paraphyses** about 10 µm longer than ascus, 1.9 – 2.7 µm wide, septate, cylindrical or slightly lanceolate, sometimes forked at base. **Ectal excipulum** cell 6 – 9 µm diam., textura globulosa, outer brownish.

Specimen examined: Bingöl, Genç, Tarlaşası village, on branch fragment of *Quercus* sp., 38° 41'568"N, 40° 29'205"E, 1156 m, 11.04.2021, Acar 1200.

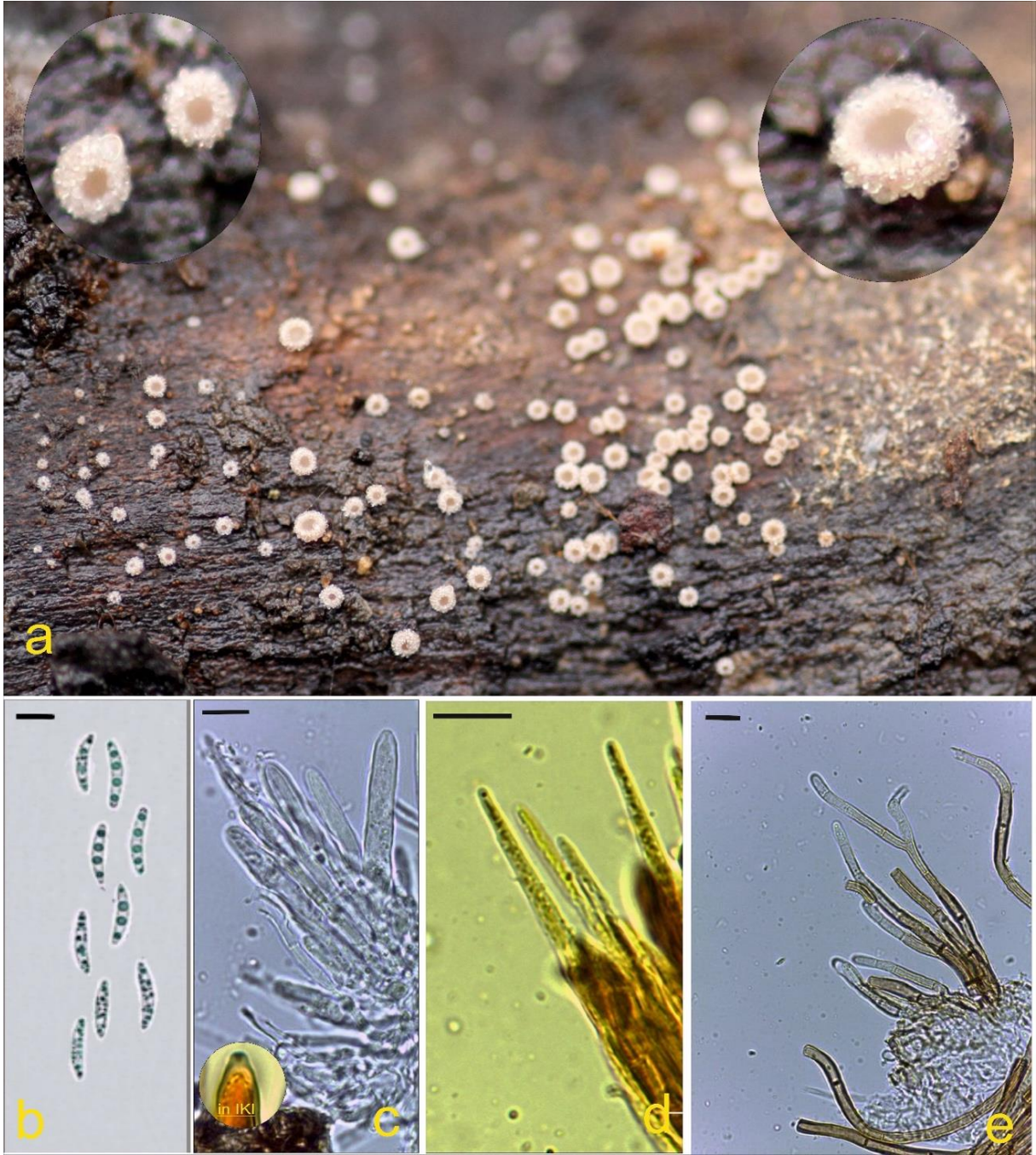


Figure 1. *Lasiobelonium lonicerae* a. Apothecia, b. Ascospores, c. Asci, d. Paraphyses (in IKI), e. Hairs

Scale bar = 10 µm

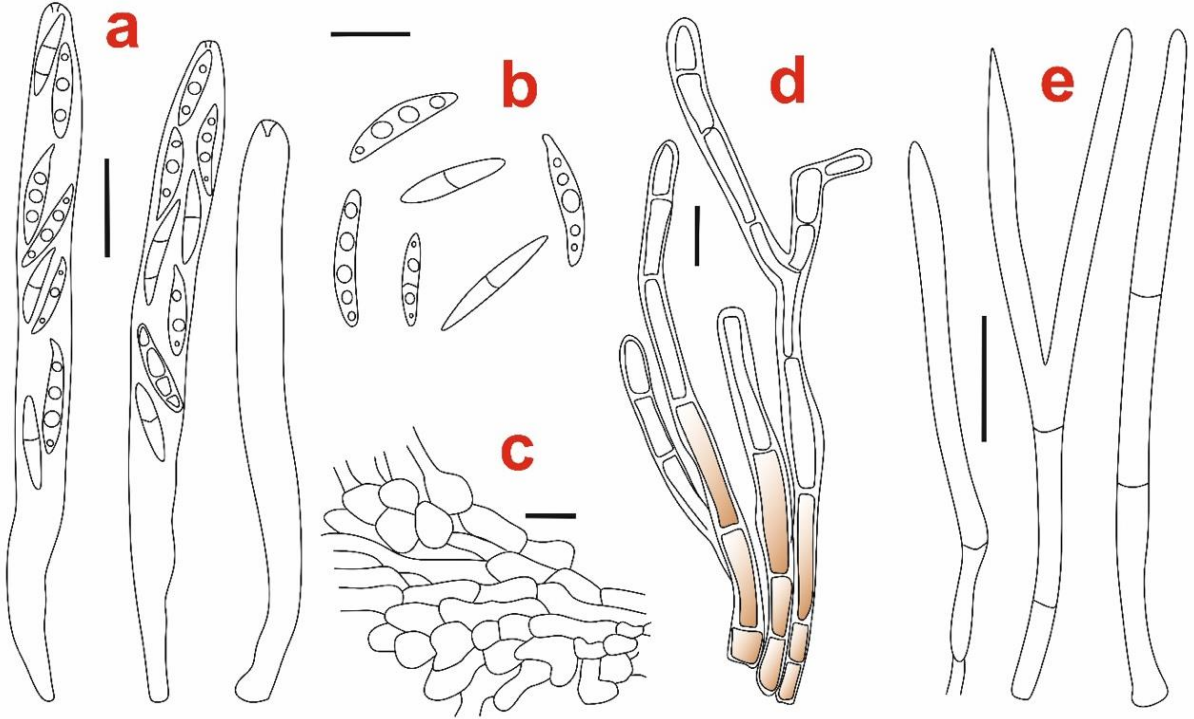


Figure 2. *Lasiobelonium lonicerae* a. Asci, b. Ascospores, c. Ectal excipilium, d. Hairs, e. Paraphyses

Scale bar = 10 μ m

The genus *Lasiobelonium* differs from other genera of the family *Solenopezziaceae* by having pointed, cylindrical or lanceolate paraphyses and hairs mostly brown-walled at the base or in the middle, hyaline at the apical parts, rarely completely hyaline (Šandová, 2015). *L. lonicerae* described with the help of related literature are morphologically similar to *L. variegatum* and *L. corticale* species.

Compared to *L. variegatum*, which was previously described in our country, the spores of *L. variegatum* are septate or non-septate, slightly narrower and have sparse, small oil droplets at the apex. It also has light coloured hymenium and dark brown hairs (Baral and Marson, 2005; Ribes and Pancorbo, 2010; Uzun et al., 2017). Another similar species, *Lachnum corticale* (Pers.) Nannf. has larger and non-septate spores (Öztürk et al., 2010; Ribes and Pancorbo, 2010).


CONCLUSIONS


As a result, the genus *Lasiobelonium* is represented by 22 species in the world (Anonymous, 2024) and *L. variegatum* and *L. horridulum*, which were previously described based on morphological data, were recorded in our country (Sesli et al., 2020). In this study, *Lasiobelonium lonicerae* was defined as a new record for the mycobiota of Türkiye based on morphological data. Thus, the number of species of the genus *Lasiobelonium*, which is represented by two species, has been increased to three and contributed to the mycobiota of the country.

Conflict of Interest Declaration: The authors declare that there is no conflict of interest between them.

Contribution of Authors:

Author Orcid Number

İsmail ACAR^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-6049-4896>

Halide KARABIYIK²  <https://orcid.org/0000-0002-1778-2200>

REFERENCES

- Acar, İ. (2023). A New Locality Record from the Order of Helotiales; *Cistella grevillei*. *Mantar Dergisi*, 14(2): 78-81.
- Acar, İ. and Quijada, L. (2022). A new species record from the order of Pezizales; *Coprotus disculus*. *Mantar Dergisi*, 13(2): 120-123.
- Acar, İ. and Uzun, Y. (2022). *Stictis bengalensis* (Stictidaceae, Ostropales) – A new addition to fungal genera and species for Turkey. *Österr. Z. Pilzk.*, 30: 7-10.
- Acar, İ., Kalmer, A. and Dizkirici, A. (2024). Confirmation of *Hebeloma salicicola* (Basidiomycota) from Türkiye. *Österr. Z. Pilzk.*, 31: 89-97.
- Akata, İ., Kumru, E., Ediş, G., Özbey, B. G. and Sahin, E. (2023). Three New Records For Turkish Agaricales Inhabiting Ankara University Beşevler 10th Year Campus Area. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 23(3): 250-263.
- Akata, İ., Kumru, E., Sahin, E., Acar, İ. and Kaya, E. (2024). *Amanita vidua*: A new record for Turkish Amanita Section Phalloideae based on morphological and molecular data. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 25(1): 97-110.
- Akçay, M.E., Acar, İ. and Uzun, Y. (2023). Three new records of Helotiales for the mycobiota of Türkiye. *Anatolian Journal of Botany*, 7(2): 117-121.
- Allı, H. (2022). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Kampüsünde Yetişen Makromantarlar. *Mantar Dergisi*, 13(2): 96-104.
- Anonymous (2024). <https://www.indexfungorum.org/names/Names.asp>. Date of access: 20.05.2024.
- Aslan, A.M., Uzun, Y. and Kaya, A. (2024). *Agaricus brunneofibrillosus*, A New Record for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 15(1): 12-15.
- Baral, H.O. (2016). Inoperculate discomycetes. In: W. Jaklitsch, H. O. Baral, R. Lücking, & T. Lumbsch (Eds.), *Syllabus of Plant Families: Adolf Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien*. Part 1/2 Ascomycota (13th ed. by W. Frey, pp. 157–205). Stuttgart: Borntraeger.
- Baral, H.O. and Marson, G. (2005). In vivo veritas. Over 10000 Images of fungi and plants (microscopical drawings, water colour plates, photo macro- & micrographs), with materials on vital taxonomy and xerotolerance. DVD, 3rd edition.
- Dizkirici, A. and Acar, İ. (2022). *Hymenoscyphus conscriptus* & *H. fucatus*, newly recorded from Turkey. *Mycotaxon*, 137(3): 555-567.
- Ekanayaka, A.H., Hyde, K.D., Gentekaki, E., McKenzie, E.H.C., Zhao, Q., Bulgakov, T.S. and Camporesi, E. (2019). Preliminary classification of *Leotiomyces*. *Mycosphere*, 10(1): 310-489.
- Guatimosim E, Schwartsburd PB, Crous PW, Barreto RW. (2016). Novel fungi from an ancient niche: lachnoid and chalara-like fungi on ferns. *Mycological Progress* 15: 1239-1267.
- Hosoya, T. (2021). Systematics, ecology, and application of Helotiales: Recent progress and future perspectives for research with special emphasis on activities within Japan. *Mycoscience*, 62(1): 1-9.
- Jaklitsch W, Baral H-O, Lücking R, et al. (eds) (2016). *Syllabus of plant families: A. Engler's syllabus der Pflanzenfamilien part 1/2*. Borntraeger, Stuttgart.
- Johnston PR, Quijada L, Smith CA, et al. (2019). A multigene phylogeny toward a new phylogenetic classification for the Leotiomyces. *IMA Fungus* 10: 1.
- Johnston, P.R. and Baschien, C. (2020). *Tricladiaceae* fam. nov. (Helotiales, Leotiomyces). *Fungal Systematics and Evolution*, 6: 233-242.
- Kaya, A., Karacan, İ. H. and Uzun, Y. (2015). Three *Phragmites* Adans. inhabiting fungi taxa, new for Turkey. *Biological Diversity and Conservation*, 8(1): 143-146.
- Öztürk, Ö., Doğan, H.H. and Yıldırım, Ş. (2010). Macrofungi of Eldivan dağ (Çankırı). *The Herb Journal of Systematic Botany*, 17(2): 141-154.
- Pärtel K. (2016). Application of ultrastructural and molecular data in the taxonomy of helotialean fungi. *Dissertationes Biologicae Universitatis Tartuensıs*.
- Raitviir, A. (1980). The genus *Lasiobelonium*. *Scripta Mycologica*, 9: 99-132.
- Ribes, M.A. and Pancorbo, F. (2010). Contribucion al conocimiento de la micobiota de las Islas Canarias (Espana) II. *Bol. Soc. Micol. Madrid*, 34: 235-256.
- Şahin A, Uzun, Y. and Kaya A (2023). Contribution to the Macrofungal Biodiversity of Yahyalı District. *Mantar Dergisi*, 14(2): 60-68.
- Šandová, M. (2015). Type studies of several species of *Lachnaceae* (Ascomycota, Helotiales). *Acta Mus. Nat. Pragae, Ser. B, Hist. Nat.*, 71(3-4): 399-412.
- Sesli, E., Asan A., Selçuk, F. (eds.) Abacı Günyar, Ö., Akata, İ., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H.,

- Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu. and Yoltaş, A., The Checklist of Fungi of Turkey, (2020). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını, İstanbul, 1177 p.
- Solak, MH. and Türkoğlu, A. (2022). Macrofungi of Turkey (Checklist Volume III), Kanyılmaz Matbaacılık Kâğıt ve Ambalaj San. Tic. Ltd. Şti. Bornova/İzmir.
- Terman, Ş.S., Dizkırıcı, A., Akçay, M.E. and Sadullahoğlu, C. (2024). Morphological and molecular identification of *Dissingia confusa* based on the first record of the species in Türkiye. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 25(1): 65-72.
- Uzun, Y. and Kaya, A. (2023). *Leucoglossum leucosporum*, A New Record for Turkish Mycobiota. *Mantar Dergisi*, 14(2): 92-95.
- Uzun, Y., Kaya, A., Karacan, İ. H. and Yakar, S. (2017). New additions to Turkish *Hyaloscyphaceae*. *Mantar Dergisi*, 8(1): 13-19.

Detection of the *Metcalfa pruinosa* (Hemiptera: Flatidae) pest on the Jujube plant (*Ziziphus jujuba*) using a sequence of YOLOv5 models

Atilla ERDİNÇ¹ , Hilal ERDOĞAN^{2*} 

¹Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Bursa, TÜRKİYE

²Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Bursa, TÜRKİYE

*Corresponding Author: hilal Erdogan@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 30.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 21.06.2024 Kabul Tarihi: 02.07.2024

ABSTRACT

This study aimed to detect the adult of the pest *Metcalfa pruinosa* observed on jujube plants using the YOLOv5 algorithm's v5s, v5m, and v5l models. Thus, it serves as a resource for the devices used to determine the initiation of agricultural pest control and for robotic systems that perform spraying based on pest population density. After obtaining the images to be used for training the models, the datasets were augmented using data augmentation methods and labeled using Roboflow. Subsequently, the models were trained using these datasets, and the performance metrics such as box_loss, obj_loss, precision, recall, mAP_0.5, and mAP_0.5:0.95 of the trained models were analyzed. In the YOLOv5s model, the box_loss and obj_loss performance metrics were found to be the highest, with values of 0.02858 and 0.0055256, respectively. In the YOLOv5m model, the recall performance metric was identified as the highest, with a value of 0.98127. In the YOLOv5l model, precision, mAP_0.5, and mAP_0.5:0.95 performance metrics were identified as the highest, with values of 0.98122, 0.99500, and 0.67864, respectively. Consequently, the YOLOv5l model exhibits higher precision compared to others. It is believed that the YOLOv5l model is sufficient for the detection of the *Metcalfa pruinosa* pest.

Key words: Precision agriculture, image processing, pest detection, convolutional neural network

Hünnap Bitkisinde (*Ziziphus jujuba*) *Metcalfa pruinosa* (Hemiptera: Flatidae) Zararlısının YOLOv5 Model Serisi ile Tespiti

Öz

Bu çalışma, hünnap bitkilerinde gözlemlenen *Metcalfa pruinosa* zararlısının erginlerini tespit etmek amacıyla YOLOv5 algoritmasının v5s, v5m ve v5l modellerini kullanmayı hedeflemiştir. Böylelikle, tarımsal mücadelenin başlama anını belirlemek için kullanılan cihazlar ve zararlı popülasyon yoğunluğuna göre ilaçlama yapan robotik sistemler için bir kaynak teşkil etmektedir. Modellerin eğitimi için kullanılacak görüntüler elde edildikten sonra, veri artırımı yöntemleri kullanılarak veri setleri genişletilmiş ve görüntüler Roboflow kullanılarak etiketlenmiştir. Ardından, bu veriler kullanılarak modeller eğitilmiş ve eğitilen modellerin box_loss, obj_loss, precision, recall, mAP_0.5 ve mAP_0.5:0.95 gibi performans metrikleri analiz edilmiştir. YOLOv5s modelinde, box_loss ve obj_loss performans metriklerinin sırasıyla 0.02858 ve 0.0055256 değerleri ile en yüksek olduğu bulunmuştur. YOLOv5m modelinde, recall performans metriğinin 0.98127 değeri ile en yüksek olduğu tespit edilmiştir. YOLOv5l modelinde ise precision, mAP_0.5 ve mAP_0.5:0.95 performans metriklerinin sırasıyla 0.98122, 0.99500 ve 0.67864 değerleri ile en yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, YOLOv5l modeli diğerlerine göre daha yüksek doğruluk sergilemektedir. YOLOv5l modelinin, *Metcalfa pruinosa* zararlısının tespiti için yeterli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Hassas tarım, görüntü işleme, zararlı tespiti, evrişimli sinir ağları

INTRODUCTION

Ziziphus jujuba, commonly referred to be Jujube and scientifically classified within the Rhamnaceae family, denotes a fruit tree species. Originating primarily in Asian regions such as China, Korea, Japan, and India, it has attained global cultivation (Mengjun, 2003; Ivanišová et al., 2017). *Z. jujuba* trees are typified by their spiny branches and dense green foliage, attaining heights typically ranging from 5 to 12 meters. The fruits they bear are small and oval-shaped, transitioning to a reddish-brown hue upon ripening. Renowned for its sweet-tangy flavor profile, Jujube fruit finds consumption in both dried and fresh forms (Mahajan and Chopda, 2009; Grygorieva et al., 2014; Kavas and Dalkılıç, 2015; Hürkan, 2019)

This plant is extensively utilized in the food industry, incorporated into a variety of products such as confectioneries, preserves, teas, and syrups. Moreover, it holds considerable significance in traditional Chinese medicine. *Z. jujuba* distinguishes itself through its constituent elements, which encompass polysaccharides, flavonoids, triterpenes, and phytochemical compounds (Li et al., 2007; Choi et al., 2011). Consequently, *Z. jujuba* emerges as a vital reservoir catering to both gastronomic and therapeutic requisites (Ji et al., 2021).

In recent years, the Citrus Flatid Planthopper, scientifically recognized as *Metcalfa pruinosa* (Hemiptera: Flatidae), has emerged as a destructive force impacting *Z. jujuba* trees. This species constitutes an invasive pest (Szelényi et al., 2024). Adult Citrus Flatid Planthoppers typically measure 6 to 8 millimeters in length, presenting a light yellow hue. Their bodies are enveloped in a white waxy filament, imparting a cotton-like appearance (Gnezdilov and Sugonyaev, 2009; Kim et al., 2011; Preda and Skolka, 2011; Kim et al., 2020). These deleterious insects sustain themselves by extracting plant sap from their host plants. Their feeding activities on Jujube trees and other susceptible plants can lead to symptoms such as leaf yellowing, browning, and distortion, thereby detrimentally affecting plant growth and productivity (Ciceoi et al., 2017; Stănică, 2019). The proliferation and expansion of Citrus Flatid Planthopper populations can induce significant agricultural losses, particularly in citrus orchards and other agricultural domains. They have the potential to compromise fruit quality, impede plant development, and precipitate yield reductions (Strauss, 2010; Byeon et al., 2018).

Metcalfa pruinosa is a widely polyphagous invasive insect species in Europe known for its ability to transmit phytoplasma (Szelényi et al., 2024). This pest, commonly found on jujube trees, tends to blend into its natural environment in a highly camouflaged manner. *M. pruinosa* constitutes a detrimental insect species posing a significant threat to the agricultural sector. Hence, comprehending the damages inflicted by these pests on afflicted plants, monitoring their dispersal, and investigating efficacious control measures are paramount for upholding sustainability and productivity within the agricultural domain (Preda and Skolka, 2011; Lee et al., 2019; Erdoğan et al., 2023).

Image processing entails the manipulation of digital photographs using computer software for specific purposes. These techniques are commonly applied to images acquired through cameras or scanners, with pertinent features extracted via image preprocessing procedures. Image processing methodologies find diverse applications across fields, such as background removal and object recognition. Among the commonly utilized techniques are color determination, shape analysis, edge manipulation, pattern recognition, and matching. Convolutional Neural Networks (CNNs) present advanced approaches to image analysis, particularly in the realm of diagnosing plant pests (Nguyen et al., 2019; Liu and Wang, 2020). CNN-based models, such as the YOLO (You Only Look Once) algorithms, exhibit superior performance in speed and accuracy. These models are pivotal in efficiently analyzing images to detect plant diseases and pests (Kang et al., 2023). The present study employed a series of YOLOv5 algorithms for these capabilities. The YOLOv5 series is a deep learning-based object detection model designed to address the object detection problem, mainly intended for real-time applications. YOLO represents an approach that processes the image in a single pass using a single deep neural network, classifying objects simultaneously. The YOLOv5 family comprises enhanced versions of the original YOLO architecture and has been introduced in different sizes (small, medium, and large). The fundamental differences between YOLOv5s, YOLOv5m, and YOLOv5l stem from the size and complexity of the model's architectural structure and parameters. YOLOv5s features a smaller architecture, whereas YOLOv5l possesses a larger and more complex structure. These differences may lead to variations in performance metrics such as processing speed, detection accuracy, and computational intensity. Larger models generally have the capability to detect more complex objects at higher resolutions, whereas smaller models can operate faster and require less computational power. However, larger models demand more computational power and memory during both training and inference processes due to their increased number of parameters. Additionally, while larger models may have a greater capacity for learning from data, smaller models often exhibit faster learning and training processes. Therefore, the choice between YOLOv5s, YOLOv5m, and YOLOv5l models may depend on the specific requirements and use cases of a particular application. YOLOv5s might be preferred for real-time applications requiring faster processing, whereas YOLOv5l could be favored for applications demanding higher accuracy. The selection of these models necessitates a balance between factors such as computational power,

memory requirements, and detection performance, typically tailored to best fit the specific requirements of the application.

The advantages and disadvantages of each model can vary depending on the usage scenario. Smaller models typically provide quick solutions, whereas larger models may offer higher precision and better detection performance. The selection should be made based on application requirements and hardware limitations. These models are often chosen to suit different application scenarios. The various sizes of YOLOv5 models are presented in Table 1.

Table 1. Comparison of YOLOv5 models with default parameters (www.github.com/ultralytics/yolov5)

Model	Size (pixels)	mAP ^{val} (50-95)	mAP ^{val} (50)	Speed CPU b1 (ms)	Speed V100 b1 (ms)	Speed V100 b32 (ms)	Parameters (M)	FLOPs @640 (B)
YOLOv5n	640	28.0	45.7	45	6.3	0.6	1.9	4.5
YOLOv5s	640	37.4	56.8	98	6.4	0.9	7.2	16.5
YOLOv5m	640	45.4	64.1	224	8.2	1.7	21.2	49.0
YOLOv5l	640	49.0	67.3	430	10.1	2.7	46.5	109.1
YOLOv5x	640	50.7	68.9	766	12.1	4.8	86.7	205.7

Numerous studies exist on plant disease and pest detection utilizing YOLO. For instance, Omer et al. (2023) conducted a study on disease and pest detection in cucumber plants using the enhanced YOLOv5l model. Xu et al. (2023) tested the invasion level of the *Aphis gossypii* Glover pest on cotton seedlings using three different models (Faster Region-based Convolutional Neural Network (R-CNN), YOLOv5, and single-shot detector (SSD) models). Li et al. (2022) employed the YOLO-JD model for disease and pest detection in Jute (*Corchorus olitorius* L. or *C. capsularis* L.) plants. Wen et al. (2022) conducted studies on almost all versions of the YOLO model for 24 different plant pests and developed a model called Pest-YOLO. Sorbelli et al. (2023) performed detection of *Halyomorpha halys* using a YOLO-based model. YOLO algorithms significantly contribute to the success in plant disease and pest detection. No study has been encountered regarding the detection of the pest *Metcalfa pruinosa* using image processing techniques, thus suggesting the novelty of such investigation. This study aims to detect *M. pruinosa* adult pests using the YOLO-v5 model series algorithm on Jujube plants through field images.

MATERIALS and METHODS

Image Annotation and Dataset Production

This paper uses the Roboflow labeling tool to label the dataset. The text documents containing the coordinates and class information of the objects to be used for training the deep learning model were obtained. The pest images were obtained using an iPhone 7. The images constituting the dataset have a resolution of 768x1024 pixels, 96 dpi, and a color depth of 24 bits. The objects to be labeled are clearly discernible to the human eye. When the images are reduced to the input size of the models, this clarity is not lost. Imaging can be performed at any time of day when there is daylight. Image augmentation techniques (Figure 1) such as horizontal flip, vertical flip, clockwise 90° rotation, counterclockwise 90° rotation, shear ($\pm 10^\circ$ horizontal and vertical), and blur were applied to augment the images. These operations can enhance the model's generalization ability by enabling it to better recognize objects under various conditions. Additionally, increasing the variance in the dataset can reduce overfitting. Consequently, it can lead to improved performance of the model on real-world images. The images were obtained from jujube trees cultivated in Bursa-Türkiye region with coordinates (40°13'20.1"N 28°55'40.1"E).



Figure 1. Augmentation techniques (from left to right for each row; original image, clockwise 90° rotation, counterclockwise 90° rotation, blur, horizontal flip, vertical flip, horizontal shear, vertical shear, respectively)

In this study, the same dataset consisting of training, validation, and test contents was used to create the three mentioned YOLO versions using the parameters listed in Table 2. The dataset used for each deep learning model (YOLOv5s, YOLOv5m, YOLOv5l) was kept consistent to enable an objective evaluation of the models' performance. Since using augmented data during the testing phase would not be an appropriate approach to assess the model's real-world performance accurately, only original photos were used for the test set. In contrast, the training and validation sets were expanded using data augmentation methods.

Table 2. Distribution of the dataset

Dataset	Number of Original Images	Number of Augmented Images
Train	105	735
Validation	30	210
Test	15	-

Model Training

Numerous parameters are provided to the algorithm during the training of YOLO models. These parameters can be adjusted by extending the training duration, modifying the optimization model, and adding or removing augmentation techniques, depending on how well the model can generalize the detected object. While training with more iterations does not always guarantee the creation of a more precise and accurate model capable of better generalization, the 'patience' parameter can halt the training process of a model that is still learning. The utilization of augmentation techniques related to the HSV color space for a model intended to make predictions in the gray channel may adversely affect the training process. In this study, the augmentation techniques depicted in Figure 1 and the training parameters presented in Table 3 were employed. The models were trained using Google Colab, and the parameters mentioned in the table were adjusted in this environment. Regarding the system used, the NVIDIA Tesla T4 GPU is employed in Google Colab, characterized by its capability to efficiently handle deep learning tasks with its CUDA cores and high memory bandwidth. Its specifications include a power consumption of 70W, a maximum memory capacity of 15360MiB, and support for CUDA version 12.2.

Table 3. Training parameters

Training Parameters	Value
Epoch	1000
Batch Size	16
Image Size	640x640
Patience	350

Each trained model is evaluated using the metrics shown in Table 4. These metrics indicate how well the model can generalize the object it is intended to detect.

Table 4. Metrics of performance of the models

Metrics	Formulation	Description
Mean Average Precision (mAP)	$mAP = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^C AP_i$	<p>mAP is a metric that measures the performance of an object detection model, representing the average precision calculated for each class.</p> <p>N: total number of classes <i>AP_i</i>: Represents the area under the Precision-Recall curve for the <i>i</i>-th class.</p>
Recall (Classification Sensitivity)	$R = \frac{TP}{TP + FN}$	<p>It is the ratio of true positive objects to the sum of total true positives and false negatives. High 'Recall' indicates the model's ability not to miss objects.</p> <p>TP: True positive, FN: False negative</p>
Precision	$P = \frac{TP}{TP + FP}$	<p>It is the ratio of true positive objects to the sum of total true positives and false positives.</p> <p>FP: False positive</p>
TP		<p>True positive represents the scenario where the model correctly detects an object.</p>
FP		<p>False positive represents the scenario where the model erroneously detects an object that is not actually present.</p>
TN		<p>True negative represents the scenario where the model correctly does not detect an object that is not actually present.</p>
FN		<p>False negative represents the scenario where the model fails to detect an object that is present.</p>

RESULTS AND DISCUSSIONS

The YOLO-v5 model series has newer release dates and features the ability to automatically stop the training process early, rather than using a manual 'patience' parameter. This prevents the 5s, 5m, and 5l models examined in our study from being trained with the same number of epochs. Therefore, to test whether the YOLO algorithm can generalize the pest adequately, we examined the v5 model series, which takes this parameter manually. The YOLO-v4 algorithm, an older release than YOLOv5, is based on the CSPDarknet53

architecture, making the training process more complex. While YOLO-v4 was developed by Alexey Bochkovskiy, YOLO-v5 was developed by a company named Ultralytics. The developed model architecture is based on Pytorch, making the training process more user-friendly. The training and fine-tuning processes are simpler and more flexible. Artificial intelligence algorithms, surpassing human selectivity, have demonstrated notable success. Among the robotic systems utilized in nearly all agricultural operations, the primary concern is to minimize pesticide usage. Targeted spraying against diseases and pests has become more prevalent, focusing on specific plant parts rather than widespread application (Bütüner et al., 2023; Erdoğan et al., 2023; Şahin et al., 2023a; Şahin et al., 2023b; Bütüner et al., 2024). The concept of big data plays a crucial role in the success of these systems. Data stands as the foremost input for artificial intelligence.

Analysis of Training YOLOv5s, v5m, v5l Results

When comparing the metrics of YOLOv5 models (Table 5), it is evident that the YOLOv5l model exhibits some significant differences compared to the others:

- **Box_loss** value: Box_loss measures how close the predicted bounding box of an object is to the actual bounding box. A low box_loss value indicates that the model is framing objects more accurately. The YOLOv5l model has a 1.93% lower box_loss value than YOLOv5m and %34.67 lower than YOLOv5s.
- **Obj_loss** value: Obj_loss measures the model's ability to correctly classify whether an object is present or not. A low obj_loss value indicates that the model is classifying objects correctly. The YOLOv5l model has a 18,78% lower obj_loss value than YOLOv5m and 19.38% lower than YOLOv5s.
- **Precision**: Precision measures how accurately the model detects truly existing objects. High precision means the model is reducing the number of false positive detections. The YOLOv5l model has a 0.13% higher precision value than YOLOv5m and 1.21% higher than YOLOv5s.
- **Recall**: Recall measures how many of the truly existing objects are correctly detected by the model. High recall means the model is reducing the number of false negative detections. The YOLOv5m model has a 0.20% higher recall value than YOLOv5s and 1.60% higher than YOLOv5s.
- **mAP_0.5** value: mAP (Mean Average Precision) is a commonly used metric in object detection. The 0.5 threshold value indicates the scenario where the object bounding box overlaps by 50%. Each model has a same value.
- **mAP_0.5:0.95** value: This is another type of mAP calculated by averaging precision values with different threshold values during object detection. The 0.5:0.95 range indicates threshold values ranging from 50% to 95%. The YOLOv5l model has a 9.84% higher mAP_0.5:0.95 value than YOLOv5m and 21.18% higher than YOLOv5s.

These differences indicate that the YOLOv5l model generally exhibits better performance. Lower losses and higher precision and accuracy values suggest that this model has better object detection capabilities.

Table 5. Metrics of performance of the models

Metrics	YOLOv5s	YOLOv5m	YOLOv5l
box_loss	0.028758	0.019156	0.018786
obj_loss	0.0055256	0.0054848	0.0044546
cls_loss	-	-	-
precision	0.96949	0.97996	0.98122
recall	0.96582	0.98127	0.97928
mAP_0.5	0.995	0.995	0.99500
mAP_0.5:0.95	0.56	0.6178	0.67864

When examining the training and validation graphs (Figure 2, 3 and 4) of the models, it was observed that the loss functions generally followed a decreasing trend, with training losses and validation losses decreasing in parallel. The continued decrease in validation loss throughout the training process indicates that no overfitting occurred.

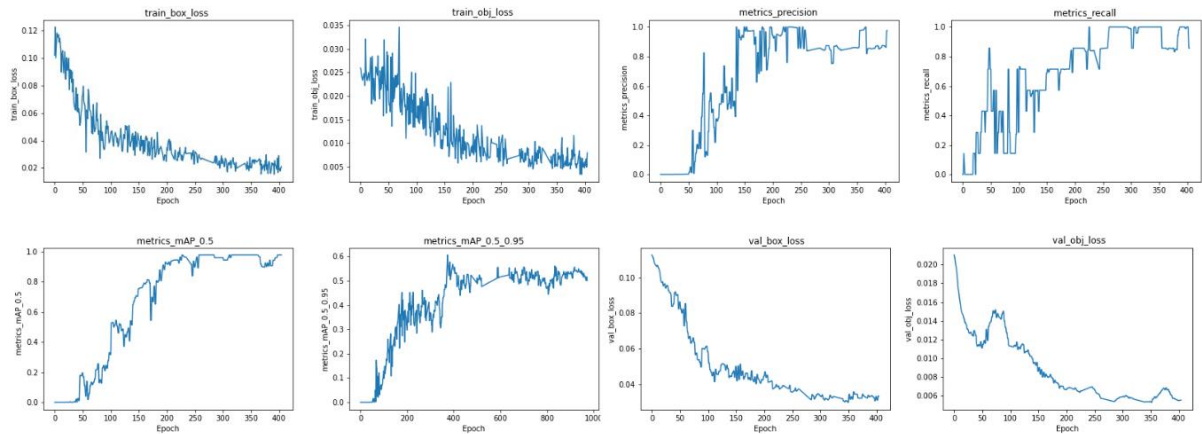


Figure 2. Training results of YOLOv5s

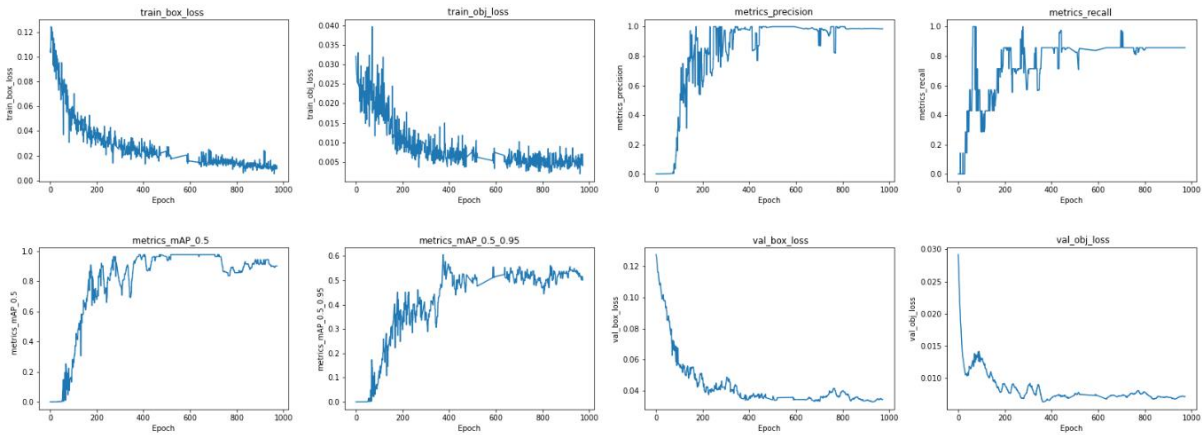


Figure 3. Training results of YOLOv5m

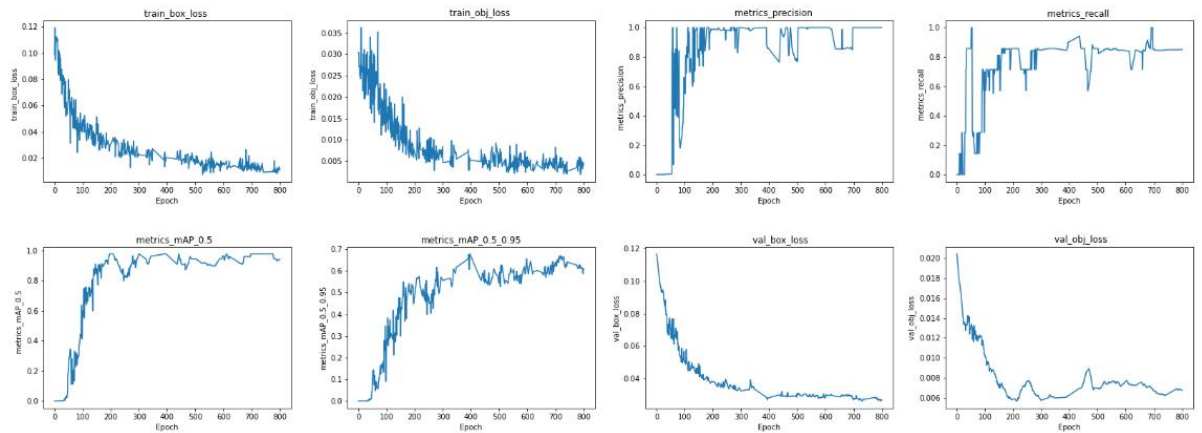


Figure 4. Training results of YOLOv5l

These differences indicate that the YOLOv5l model generally exhibits better performance. Lower losses and higher precision and accuracy values suggest that this model has better object detection capabilities. In plant disease and pest detection, all versions of the YOLO algorithm are effectively utilized. Detailed studies on detecting *Metcalfa pruinosa* pest through image processing are scarce; therefore, this study is deemed to contribute to the literature. Ahmad et al. (2022) conducted a study where they used all versions of YOLOv3, YOLO-Lite, YOLOR, and YOLOv5 to detect 23 different insects. While they did not have any findings related to *Metcalfa pruinosa*, they obtained data on the more precise and faster detection of YOLOv5 compared to other algorithms. Our study yields similar results in this regard. Domingues et al. (2022) detected certain pests (such as *bemisia tabaci*, *helicoverpa armigera*) using sticky traps with YOLOv5, reaching a 94.4% mAP_0.5, with a

precision and recall of 88% and 91%, respectively, using YOLOv5x. In their experiment, Zhang et al. (2023) observed six diverse pests, including *tobacco whiteflies*, *leaf miners*, *aphids*, *fruit flies*, *thrips*, and *houseflies*. They achieved an average recognition accuracy of 96% using the YOLOv5 model. Wang et al. (2023) employed a YOLOv5-based algorithm to detect diseases (*Leaf blight*) and pests (*Apolygus lucorum*) in tea leaves and obtained positive results. Yang et al. (2023) examined nine different diseases and pests in rice plants using a YOLOv5-based algorithm. Their results increased the mAP value to 94.4%

Detection Results on Test Images

In Figure 5, the results of three different test images are presented. Detecting *Metcalfa pruinosa* in RGB imaging is particularly challenging, as depicted in the figure. Despite the difficulty in verifying ground truth, this pest has been successfully detected using YOLOv5s, 5m, and 5l models. However, the success rate with YOLOv5l is slightly higher compared to the others.

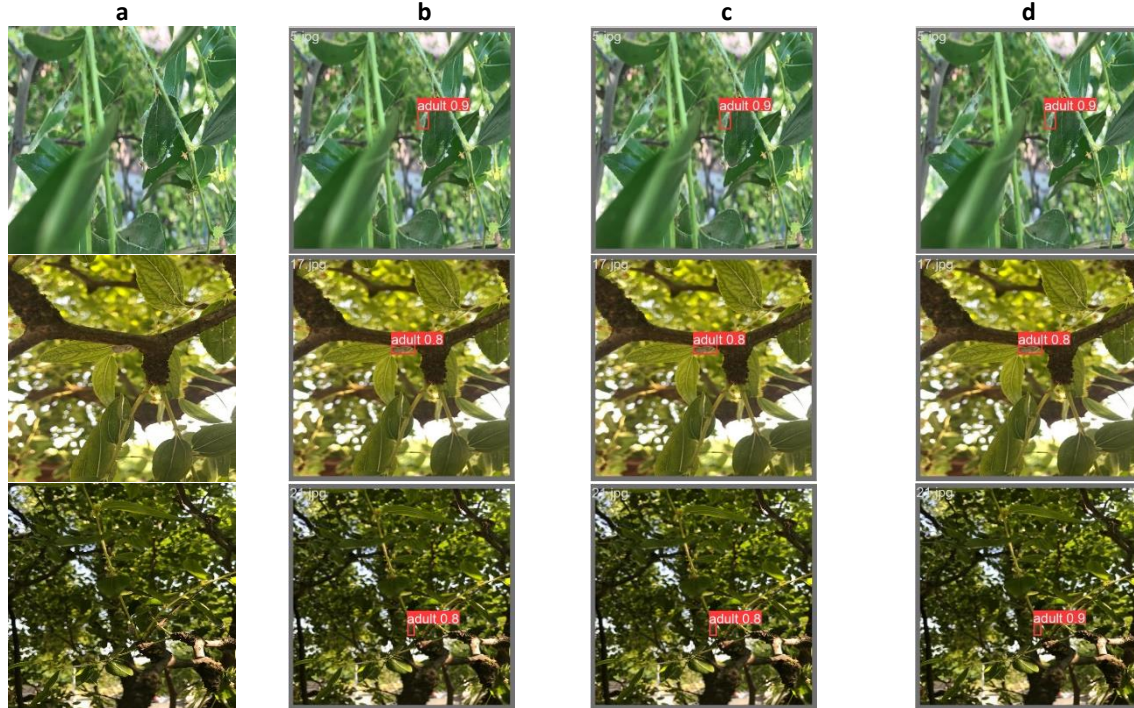


Figure 5. Results of YOLOv5 versions: **a** original test images, **b** YOLOv5s results, **c** YOLOv5m results, **d** YOLOv5l results

CONCLUSION

In conclusion, a study was conducted on the detection of the pest *Metcalfa pruinosa* using different models of the YOLOv5 algorithm. It was observed that the YOLOv5l model outperformed the others in detection. There is potential for improving the algorithm's precision, recall, mAP_0.5, and mAP_0.5:0.95 values. Based on the available data, it has been determined that the YOLOv5 algorithm can be used for the detection of this pest in its adult stage.

Acknowledgments: The authors would like to thank Prof. Dr. Alper Susurluk and Research Assistant Alperen Kaan Bütüner for their technical support in identifying the species of the pest.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that they have no conflict of interest.

Contribution Rate Statement Summary of Researchers: The authors declare equal contributions to the article.

AUTHOR ORCID NUMBERS

Atilla ERDİNÇ  : <https://orcid.org/0000-0002-0907-9443>

Hilal ERDOĞAN  : <https://orcid.org/0000-0002-0387-2600>

REFERENCES

- Ahmad, I., Yang, Y., Yue, Y., Ye, C., Hassan, M., Cheng, Xi., Wu, Y., Zhang, Y. 2022. Deep learning based detector YOLOv5 for identifying insect pests. *Applied Sciences*, 12(19): 10167.
- Bütüner, A. K., Şahin, Y. S., Erdinç, A., Erdoğan, H. 2023. Machine learning-based detection and severity assessment of sunflower powdery mildew: A precision agriculture approach. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2): 387-400.
- Bütüner, A. K., Şahin, Y. S., Erdinç, A., Erdoğan, H., Lewis, E. 2024. Enhancing pest detection: Assessing *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) damage intensity in field images through advanced machine learning. *Journal of Agricultural Sciences*, 30(1): 99-107.
- Byeon, D. H., Jung, J. M., Jung, S., Lee, W. H. 2018. Prediction of global geographic distribution of *Metcalfa pruinosa* using CLIMEX. *Entomological Research*, 48(2): 99-107.
- Choi, S. H., Ahn, J. B., Kozukue, N., Levin, C. E., Friedman, M. 2011. Distribution of free amino acids, flavonoids, total phenolics, and antioxidative activities of jujube (*Ziziphus jujuba*) fruits and seeds harvested from plants grown in Korea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(12): 6594-6604.
- Ciceoi, R., Dobrin, I., Mardare, E. Ş., Dicianu, E. D., Stănică, F. 2017. Emerging pests of *Ziziphus jujuba* crop in Romania. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*, 61: 143-153.
- Domingues, T., Brandão, T., Ribeiro, R., Ferreira, J. C. 2022. Insect detection in sticky trap images of tomato crops using machine learning. *Agriculture*, 12(11): 1967.
- Erdoğan, H., Şahin, Y. S., Bütüner, A. 2023. Detection of cucurbit powdery mildew, *Sphaerotheca fuliginea* (Schlech.) Polacci by thermal imaging in field conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 1(23): 189-192.
- Gnezdilov, V. M., Sugonyaev, E. S. 2009. First record of *Metcalfa pruinosa* (Homoptera: Fulgoroidea: Flatidae) from Russia. *Zoosystematica Rossica*, 18(2): 260-261.
- Grygorieva, O., Abrahamová, V., Karnatovská, M., Bleha, R., Brindza, J. 2014. Morphological characteristics of fruits, drupes and seeds in genotypes of *Ziziphus jujuba* Mill. *Potravinarstvo*, 8(1): 306-314.
- Hürkan, Y. K. 2019. Hünnap (*Ziziphus jujuba* Mill.) meyvesi: Geçmişten günümüze tıbbi önemi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(3): 1271-1281.
- Ivanišová, E., Grygorieva, O., Abrahamova, V., Schubertova, Z., Terentjeva, M., Brindza, J. 2017. Characterization of morphological parameters and biological activity of jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.). *Journal of Berry Research*, 7(4): 249-260.
- Ji, X., Cheng, Y., Tian, J., Zhang, S., Jing, Y., Shi, M. 2021. Structural characterization of polysaccharide from jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8: 1-7.
- Kang, J., Zhao, L., Wang, K., Zhang, K. 2023. Research on an improved YOLOv8 image segmentation model for crop pests. *Advances in Computer, Signals and Systems*, 7(3): 1-8.
- Kavas, İ., Dalkılıç, Z. 2015. Bazı hünnap genotiplerinin morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi ve Memeleleme olanaklarının araştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1): 57-72.
- Kim, M. J., Baek, S., Lee, J. H. 2020. Egg hatching and first instar falling models of *Metcalfa pruinosa* (Hemiptera: Flatidae). *Insects*, 11(6): 345.
- Kim, Y., Kim, M., Hong, K. J., Lee, S. 2011. Outbreak of an exotic flatid, *Metcalfa pruinosa* (Say)(Hemiptera: Flatidae), in the capital region of Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 14(4): 473-478.
- Lee, D. S., Bae, Y. S., Byun, B. K., Lee, S., Park, J. K., Park, Y. S. 2019. Occurrence prediction of the citrus flatid planthopper (*Metcalfa pruinosa* (Say, 1830)) in South Korea using a random forest model. *Forests*, 10(7): 583.
- Li, D., Ahmed, F., Wu, N., Sethi, A. I. 2022. Yolo-JD: A deep learning network for jute diseases and pests detection from images. *Plants*, 11(7): 937.
- Li, J. W., Fan, L. P., Ding, S. D., Ding, X. L. 2007. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. *Food Chemistry*, 103(2): 454-460.
- Liu, J., Wang, X. 2020. Tomato diseases and pests detection based on improved YOLOv3 convolutional neural network. *Frontiers in Plant Science*, 11: 898.
- Mahajan R. T., Chopda M. Z, 2009. PhytoPharmacology of *Ziziphus jujuba* Mill. A plant review. *Pharmacognosy Reviews*, 3(6): 320-329.
- Mengjun L, 2003. Genetic diversity of chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.). *Acta Horticulturae*, 623: 351–355.
- Nguyen, D. T., Nguyen, T. N., Kim, H., Lee, H. J. 2019. A high-throughput and power-efficient FPGA implementation of YOLO CNN for object detection. *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, 27(8): 1861-1873.

- Preda, C., Skolka, M. 2011. Range expansion of *Metcalfa pruinosa* (Homoptera: Fulgoroidea) in Southeastern Europe. *Ecologia Balkanica*, 3(1): 79-87.
- Sorbelli, F. B., Palazzetti, L., Pinotti, C. M. 2023. YOLO-based detection of *Halyomorpha halys* in orchards using RGB cameras and drones. *Computers and Electronics in Agriculture*, 213: 108228.
- Stănică, F. 2019. Twenty years of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) research in Romania. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*, 63: 17-24.
- Strauss, G. 2010. Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. *Journal of Pest Science*, 83: 381-390.
- Szelényi, M. O., Erdei, A. L., Molnár, B. P., Tholt, G. 2024. Antennal olfactory sensitivity and its age-dependence in the hemimetabolous insect *Metcalfa pruinosa*. *Journal of Applied Entomology*. 00: 1-10.
- Şahin, Y. S., Bütüner, A. K., Erdoğan, H. (2023a). Potential for early detection of powdery mildew in okra under field conditions using thermal imaging. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 23(3): 863-870.
- Şahin, Y. S., Erdinç, A., Bütüner, A. K., Erdoğan, H. (2023b). Detection of *Tuta absoluta* larvae and their damages in tomatoes with deep learning-based algorithm. *International Journal of Next-Generation Computing*, 14(3): 555-565.
- Wang, Y., Xu, R., Bai, D., Lin, H. 2023. Integrated learning-based pest and disease detection method for tea leaves. *Forests*, 14(5): 1012.
- Wen, C., Chen, H., Ma, Z., Zhang, T., Yang, C., Su, H., Chen, H. 2022. Pest-YOLO: A model for large-scale multi-class dense and tiny pest detection and counting. *Frontiers in Plant Science*, 13: 973985.
- Xu, X., Shi, J., Chen, Y., He, Q., Liu, L., Sun, T., Ding, R., Lu, Y., Xue, C., Qiao, H. 2023. Research on machine vision and deep learning based recognition of cotton seedling aphid infestation level. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1200901.
- Yang, H., Lin, D., Zhang, G., Zhang, H., Wang, J., Zhang, S. 2023. Research on detection of rice pests and diseases Based on improved YOLOv5 algorithm. *Applied Sciences*, 13(18): 10188.
- Zhang, X., Bu, J., Zhou, X., Wang, X. 2023. Automatic pest identification system in the greenhouse based on deep learning and machine vision. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1255719.

Sıçanlarda Akciğer Doku Yağ Asit Düzeyleri Üzerinde Kobalt Ve Silibinin Etkileri

H.Turan AKKOYUN 

¹Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji ABD, Siirt

*Sorumlu Yazar: turanakkoyun@hotmail.com

Geliş Tarihi: 16.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.06.2024 Kabul Tarihi: 18.07.2024

ÖZ

Çalışmada kobalt ve önemli bir flavonoid olan silibin uygulanan sıçanlarda akciğer dokusunun yağ asit içeriğindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlandı. 250±300 gr ağırlığında Wistar Albino cinsi 24 sıçan Control(0.5 mL,i.pizotonik), Kobalt(150 mg/kg/gün/oral), Silibinin(100 mg/kg/gün/oral), Kobalt+Silibinin(150 mg/kg/gün+100 mg/kg/gün/oral) olarak 4 gruba ayrıldı. Doku yağ asit analizleri GC kullanılarak gerçekleştirildi. Yağ asitleri analiz sonuçları incelendiğinde, Kontrole kıyasla genel olarak bütün gruplarda doymuş yağ asit düzeylerinde azalma gözlenirken ($p>0,05$, $p<0,01$), 16:1 n-7,18:1 n-7,18:1 n-9,18:2 n-6c,18:3 n-3, gibi doymamış yağ asitlerinde kontrole oranla kobalt uygulanan grupta artış, 15:1, 17:1, 22:5 n3, 22:6 n3 ise azalmalar tespit edildi. Silibin uygulanan grupta ise kontrole kıyasla 15:1, 17:1, 18:1 n-9, 20:4 n:6, 22:5 n3, 22:6 n:3, 20:4 n:6 yağ asitlerinde azalmalar belirlenirken bu azalmalardan bazılarının istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü($p<0.01$, $p<0.05$). Kobalt uygulanan gruba kıyasla; Kobalt+Silibinin uygulanan grupta, 24:0 yağ asit'i hariç diğer tüm doymuş yağ asitlerine (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 17:1, 18:0) kısmi artışlar, bütün tekli doymamış yağ asitlerinde(15:1, 16:1 n-7, 18:1 n-7, 18:1, n-9) değişen oranlarda belirgin artışlar ($p<0,01$, $p<0,05$, $p<0,001$) tespit edildi. Çoklu doymamış yağ asitleri kobalta kıyasla yine Kobalt +Silibinin grubunda; 18:2 n-6c yağ asidi dışındaki tüm çoklu doymamış yağ asitlerinde (18:3 n-3, 20:4 n6, 22:5 n3, 22:6 n3) belirgin artışlar tesbit edildi($p<0,05$, $p<0,001$). Sonuç olarak; Kobalt toksisitesine karşı Silibinin uygulanan sıçan akciğer yağ asit profilini belirlemek üzere yapılan çalışmada; doymuş yağ asidi miktarlarının kontrole oranla, kobalt grubunda azalma göstermesinin bir hasar göstergesi olabileceği düşünülmektedir. Yine kobalt grubunda bazı doymamış yağ asitlerinin artış göstermesinin nedeni olduğunu düşündüğümüz yağ asidi sentezi-enzim aktivitesinin, ileri düzeyde çalışmalarla aydınlatılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Kobalt, silibinin, sıçan, yağ asidi

Effects Of Cobalt And Silibin On Lung Tissue Fatty Acid Levels In Rats

ABSTRACT

The study aimed to determine the changes in the fatty acid content of lung tissue in rats administered cobalt and silybin, an important flavonoid. 24 Wistar Albino rats weighing 250±300 g, Control (0.5 mL, i.pisotonic), Cobalt(150mg/kg/day/oral), Silibinin(100mg/kg/day/oral), Cobalt+Silibinin(150mg/kg/day+100 mg/kg/day/oral) were divided into 4 groups. Tissue fatty acid analyzes were performed using GC. When the fatty acid analysis results were examined, a decrease in saturated fatty acid levels was observed in all groups compared to the control ($p>0.05$, $p<0.01$). There was an increase in unsaturated fatty acids such as 16:1 n-7,18:1 n-7,18:1 n-9,18:2 n-6c,18:3 n-3, in the cobalt applied group compared to the control. Decreases were detected in 15:1, 17:1, 22:5 n3, 22:6 n3. In the silybin applied group, decreases were determined in 15:1, 17:1, 18:1 n-9, 20:4 n:6, 22:5 n3, 22:6 n:3, 20:4 n:6 fatty acids compared to the control. Some of these decreases were found to be statistically significant ($p<0.01$, $p<0.05$). Compared to the cobalt applied group; In the Cobalt + Silibinin applied group, partial increases in all saturated fatty acids (14:0, 15:0, 16:0, 17:0, 18:0) except 24:0

fatty acid, all monounsaturated fatty acids were increased. Significant increases in fatty acids (15:1, 16:1 n-7, 18:1 n-7, 18:1, n-9) at varying rates ($p<0.05$, $p<0.001$) detected. Compared to cobalt, polyunsaturated fatty acids are again in the Cobalt + Silibinin group; Significant increases ($p<0.05$, $p<0.001$, $p<0,01$) were detected in all polyunsaturated fatty acids (18:3 n-3, 20:4 n6, 22:5 n3, 22:6 n3) except 18:2 n-6c fatty acid.

In conclusion; In the study conducted to determine the lung fatty acid profile of rats administered Silibinin against cobalt toxicity; It is thought that the decrease in the amount of saturated fatty acids in the cobalt group compared to the control may be an indicator of damage. Again, fatty acid synthesis, which we think is the reason for the increase in some unsaturated fatty acids in the cobalt group.

Key words: Cobalt, silibinin, rat, fatty acid.

GİRİŞ

Bilinen kimyasal elementlerin yaklaşık %75'ini metaller oluşturur. Bunların yüksek konsantrasyonlarda, biyota için toksisiteye neden olabildiği ve tüm çevrenin sağlığını tehlikeye atabildiği bilinmektedir (Zhao ve ark., 2017). Kobalt (Co), B12 vitamininin bir bileşeni olmasının yanı sıra çoğu organizma için gereklidir (Adam ve Garnier-Laplace, 2003). İnsan vücudundaki kobalt birçok enzimin bir bileşenidir ve proteinlerin, folatların, yağ asitlerinin metabolizmasına ve kobalamin – B12 üretimine katılır (Deren ve ark., 2021), Co metali, yüksek dozlarda toksik olarak kabul edilir ve uzun süreli maruz kalınması olumsuz sağlık etkilerine neden olur (Watanabe ve ark., 2017). Ayrıca bu metalin, boya bileşenleri, kesici takım imalatına yönelik alaşımlar, Co mıknatıslar gibi çeşitli endüstriyel kullanımları da söz konusudur. Algler üzerine kobaltın toksisitesinin değerlendirildiği bir çalışmada, kobalta maruz kalmanın lipid sınıflarının bileşiminde değişikliklere yol açtığı rapor edilmiştir (Dos Reis ve ark., 2021). Kobalt-EDTA'nın (Co-EDTA) veya Kobalt-asetat'ın lityum tuzunun ruminal infüzyonlarının, SCD(Steroil CoA desaturaz) ürün/substrat konsantrasyon oranlarındaki azalmalarla karakterize edilen sığırlarda süt yağı bileşimini değiştirdiği bildirilmiştir (Shingfield ve ark., 2008; Taugbøl ve ark., 2008; Karlengen ve ark., 2013). İntravenöz veya intramüsküler enjeksiyon ile veya oral uygulanan Koasetatın'da ineklerden (Taugbøl ve ark., 2010), koyundan (Frutos ve ark., 2014) ve domuzlardan (Karlengen ve ark., 2011) elde edilen sütün yağ asidi bileşiminde yine benzer değişikliklere neden olduğu rapor edilmiştir; Bu sonuçlar meydana gelen lipid değişiminin işkembedeki lipid metabolizmasındaki değişikliklerden kaynaklı olmadığını göstermiştir. Doğal olarak oluşan bir polifenolik flavonoid olan silibinin (SLB) (Yan ve ark., 2005). *Silybum marianum*'un (devedikeni bitkisi) tohum ve meyvelerinden ekstraksiyon yoluyla elde edilen Silymarin ekstraktının bileşenidir (Kiruthiga ve ark., 2010). SLB, assilibinin, isosilibinin, silicristin ve silidianin gibi bir dizi flavonolignan içeren silimarinin aktif bileşenidir (Chhabra ve ark., 2013). Doğal bir antioksidan olan silibininin ($C_{25}H_{22}O_{10}$), fibroblastlar ve akciğer kanseri hücreleri dahil olmak üzere farklı hücre hatlarında antikanserijenik, immün sistemi uyarıcı, hücre döngüsü durdurma ve apoptozu indüklemeye gibi geniş bir farmakolojik etki yelpazesine sahip olduğu belirlenmiştir (Mateen ve ark., 2010; Nejati-Koshki ve ark., 2012; Surai, 2015; Amirsaadat ve ark., 2017). SLB, lipoksijenaz enzimini inhibe ederek çoklu doymamış yağ asitlerinin lökotrienlere dönüşümünü azalttığı bildirilmiştir (Musazadeh ve ark., 2022). Hücre koruyuculuğu, antiinflamatuvar etkinliği ve antikanserijen gibi antioksidan etkileri bilinen SLB'nin, fitoterapötik bir ajan olarak rapor edilmiştir (Křen ve Walterova, 2005). Ayrıca SLB'nin bazı antioksidan enzimlerin düzeylerini arttırarak oksidatif stresin proteinler,kinin redüktaz, lipidler, nükleik asitler, Glutatyon transferaz (GST) ve süperoksit dismutaz (SOD) üzerindeki zararlı etkilerini azalttığı rapor edilmiştir. (Biedermann ve ark., 2014; Kaur ve ark., 2009; Kumar ve ark., 2015). Diğer taraftan; SLB'nin süperoksit radikal salınımını azalttığı buna bağlı olarak lipid peroksidasyon ürünlerinin birikimini düşürdüğü, glutatyon (GSH) seviyesini yükselttiği ve antioksidan enzimlerin aktivitesini arttırdığı bildirilmiştir (De Groot ve Rauen, 1998; Victorrajmohan ve ark., 2005).

Sunulan çalışmada; metal toksisitesi oksidatif stresle ilişkilendirildiği (Jomova ve Valko, 2011) ve daha önceki çalışmalarda kobalt kaynaklı reaktif oksijen türlerinin varlığı (ROS) (Triantafyllou ve ark., 2006) rapor edildiği için, ayrıca silibinin de bildirilen antioksidan özelliklerinden yola çıkılarak sıçanlarada yağ asit profiline etkilerinin değerlendirilmesi amaçlandı.

MATERYAL ve METOT

Deney Hayvanları ve Deneysel Uygulama

Bingöl Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulundan 18.05.2021 tarihinde onay alındıktan sonra çalışmaya başlandı(Toplantı sayısı:2021/02-Karar:02-04). 250 ± 300 gr ağırlığında Wistar Albino cinsi sıçanların Bingöl Üniversitesi Deney Hayvanları Ünitesinde bakımı gerçekleştirildi. Tüm deneyler Laboratuvar Hayvanlarının Bakımı ve Kullanımı Kılavuzuna uygun olarak gerçekleştirildi. Yiyecek ve su temini ad libitum olarak verildi. Aydınlatma normal ışık ve karanlık (12L:12D) olarak ayarlandı. Deney sırasında ortamlarının sıcaklığı ve bağıl

nemi sırasıyla 20 ± 3 °C ve % 40-60 aralığında ayarlandı. Çalışmada 24 adet sıçan kullanıldı ve her bir grupta (n=6) adet olacak şekilde kontrol (0.5 mL i.p izotonik su), Kobalt (150 mg/kg/gün/oral)(Merck, USA)(Salcan ve ark., 2000), Silibinin(100 mg/kg/gün/oral)(Sigma,USA) (Beydilli ve ark., 2015), Kobalt+Silibinin(150 mg/kg/gün+100 mg/kg/gün/oral) olmak üzere 4 gruba ayrıldı. 7.günün sonunda Sıçanlar (60 mg/kg i.p.) ketamin hidroklorür ve 10 mg/kg Xylazine i.p. ile anestezide tutuldu. Akciğer dokusu median laparotomi sonrası çıkarıldı, fosfat tamponlu salina (PBS) ile yıkandı ve yağ asidi analizi yapılmaya kadar muhafaza edildi.

Doku Homejanatlarının Hazırlanması

Tris-HCl tamponu kullanılarak homojenize edilen Akciğer dokuları +4°C'de 9000 rpm'de 15 dak santrifüj edildi. Bu şekilde ayrılan pellet kısmından ise yağ asidi analizi yapıldı (Demir ve Yılmaz, 2014).

Yağ Asitlerinin Metil Ester Formlarının Hazırlanması

Doku yağ asidi düzeylerinin belirlenmesi için hazırlanan doku homojenatının süpernatantlarının üzerine %2 konsantrasyonunda 5 ml metanolik sülfürik asit ilave edilip vorteksenerek örnekler karıştırıldı. Karışım etüvde (55 °C) 15 saat metilleşmeye bırakıldı. Sonrasında etüvden çıkarılıp soğutulan tüplerin üzerine 5 ml % 5'lik sodyum klorür ve hekzan eklenerek karışması sağlandı. Hekzan fazında toplanması için yağ asitleri 3-4 saat bekletildi. Hekzan fazında oluşan yağ asidi metil esterleri ekstrakte edildikten sonra, üst hekzan faz cam pipetle alınarak ayrıldı. Ardından 5 ml % 2'lik KHCO₃ ilave edildi ve faz ayrımı için yine 4 saat bekletildi (Christie, 1990, Christie,1992). Metil esterlerini içeren karışım, etüvde (37°C) bekletildikten sonra kalan kalıntı 1 mL kloroform içinde çözüldü.

Yağ Asidi Metil Esterlerinin Gaz Kromatografisi ile Analizi

Lipit ekstraktının içindeki yağ asitleri, metil esteri formuna dönüştürüldükten sonra SHIMADZU GC 2010 PLUS gaz kromatografisi cihazı kullanılarak analiz yapıldı ve kolon (145-220 °C), enjeksiyon (240 °C) ve dedektör (280 °C) sıcaklıkta ayarlandı. Sıcaklık artışı 180 °C'ye kadar 3 °C/dk ve 200 °C'den 220 °C'ye kadar 4 °C/ dk olarak belirlendi. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanıldı. Ölçümler yapılırken, numunelere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar cihaza enjekte edilerek yağ asidinin referans alıkonma süreleri ayarlandı. Bu işlemin ardından gerekli programlamalar yapılarak örneklerin yağ asidi metil esterlerinin analizleri gerçekleştirildi (Tvrzicka ve ark., 2002).

İstatistiksel Analiz

SPSS 20.00 paket programı kullanılarak istatistik analizler yapıldı. Kontrol ve deneysel gruplar karşılaştırılırken ANOVA (tek yönlü varyans analizi; one-way ANOVA) testi, grupların kendi içinde karşılaştırmada LSD testi uygulandı. Sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak ifade edildi. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ olarak kabul edildi (a: $p > 0,05$, b: $p < 0,05$ ise, c: $p < 0,01$ ise, d: $p < 0,001$).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Akciğer dokusunda gözlenen doymuş yağ asit kompozisyonu Tablo 1'de verildi. Akciğer dokusu yağ asit bileşimi içinde miristik asit (14:0), pentadekanoik asit (15:0), palmitik asit (16:0), Margarik asit (17:0), stearik asit (18:0), Lignoserik asit (24:0) gibi yağ asitlerinin bulunduğu belirlendi. Bu yağ asitleri içinde palmitik asit, stearik asit ve miristik asitin yüksek olduğu belirlendi (Tablo 1). Bu yağ asitlerinin dağılımı gruplar arasında incelendiğinde, 14:0, 15:0, 16:0, 17:0 ve 18:0 miktarlarının kontrol grubuna göre Kobalt grubunda değişen oranlarda istatistik farklılıklar gösterdiği saptandı ($p > 0,05$, $p < 0,05$, $p < 0,01$). Kobalt grubu ile kıyaslandığında miristik asit (14:0), pentadekanoik asit (15:0), palmitik asit (16:0) ve Margarik asit (17:0), asitlerinin miktarının Silibinin uygulanan grupta arttığı; stearik asit ve lignoserik asit miktarlarının azaldığı belirlendi. Kobalt uygulaması yapılan grup Kobalt+silibinin uygulanan grup ile karşılaştırıldığında lignoserik asit dışındaki doymuş yağ asit düzeylerinin arttığı tesbit edildi.

Tablo 1: Doymuş yağ asitleri miktarı (%)

Doymuş yağ asitleri	Kontrol	Kobalt	Silibinin	Kobalt+Silibinin
Miristik asit (14:0)	1,33 \pm 0,09	1,21 \pm 0,22 ^a	1,32 \pm 0,28 ^{a,b}	1,23 \pm 0,18 ^{a,a}
Pentadekanoik asit (15:0)	0,48 \pm 0,03	0,37 \pm 0,04 ^c	0,39 \pm 0,03 ^{b,a}	0,47 \pm 0,12 ^{a,b}
Palmitik asit (16:0)	27,10 \pm 1,82	24,69 \pm 3,13 ^a	25,62 \pm 2,73 ^{a,a}	26,95 \pm 1,85 ^{a,a}
Heptadekanoik asit (17:0)	0,53 \pm 0,03	0,45 \pm 0,06 ^a	0,46 \pm 0,05 ^{a,a}	0,50 \pm 0,07 ^{a,a}
Stearik asit (18:0)	8,32 \pm 1,30	7,12 \pm 0,92 ^b	7,03 \pm 0,54 ^{b,a}	8,37 \pm 0,43 ^{a,b}
Lignoserik asit (24:0)	0,20 \pm 0,02	0,20 \pm 0,02 ^a	0,18 \pm 0,02 ^{a,a}	0,16 \pm 0,01 ^{b,b}

a: $p > 0,05$ ise gruplar arasında farklılık olmadığı, b: $p < 0,05$ ise gruplar arasında istatistiksel farklılık (kısmen) olduğu, c: $p < 0,01$ ise gruplar arasındaki farklılığın önemli düzeyde olduğu, d: $p < 0,001$ ise gruplar arasındaki farklılığın daha belirgin düzeyde olduğu şeklinde ifade edildi.

Tekli doymamış yağ asit kompozisyonu Tablo 2’de verildi. Tekli yağ asit bileşimi içinde pentadekanoik asit (15:1), palmitoleik asit (16:1, n-7), heptadekanoik asit (17:1), oktadekanoik asit (18:1, n-7), oleik asit (18:1, n-9) gibi yağ asitlerinin bulunduğu gözlemlendi. Bu yağ asitleri içinde ise oktadekanoik asit (18:1, n-7) ve oleik asit (18:1, n-9) ‘in yüksek olduğu belirlendi (Tablo 2). Tekli doymamış yağ asitlerinin dağılımını gruplar arasında değerlendirdiğimizde; pentadekanoik asit (15:1) ve heptadekanoik asit (17:1)’in kontrole kıyasla kobalt grubunda düşüş gösterdiği belirlendi ($p>0,05$, $p<0,05$, $p<0,001$). Buna karşın, palmitoleik asit (16:1, n-7) ve oktadekanoik asit (18:1, n-7) yağ asitlerinin ise kontrole kıyasla kobalt grubunda belirgin artış gösterdiği gözlemlendi ($p<0,05$, $p<0,001$). Kobalt grubuyla kıyaslama yapıldığında ise; Silibinin grubunda pentadekanoik asit (15:1) ve heptadekanoik asit (17:1) düzeylerinde artış ; palmitoleik asit (16:1, n-7), oktadekanoik asit (18:1, n-7) ve oleik asit (18:1, n-9) yağ asitleri düzeylerinde azalış belirlendi. Kobalt grubuna kıyasla Kobalt+Silibinin grubunda; tekli doymamış yağ asitlerinin tamamında değişen oranlarda artış ($p>0,05$, $p<0,05$, $p<0,01$, $p<0,001$) tespit edildi.

Tablo 2: Tekli doymamış yağ asitleri (%)

Tekli Doymamış Yağ asitleri	Kontrol	Kobalt	Silibinin	Kobalt+Silibinin
Pentadekanoik asit (15:1)	1,93±0,47	1,31±0,64 ^b	1,34±0,48 ^{a,a}	2,16±0,40 ^{a,d}
Palmitoleik asit (16:1, n-7)	1,60±0,37	2,15±0,29 ^b	2,05±0,37 ^{a,a}	2,65±0,32 ^{d,b}
Heptadekanoik asit (17:1)	1,06±0,24	0,69±0,12 ^d	0,74±0,23 ^{c,a}	1,12±0,14 ^{a,d}
Oktadekanoik asit (18:1, n-7)	2,53±0,34	22,33±1,43 ^d	22,15±1,26 ^{d,a}	22,64±0,16 ^{a,a}
Oleik asit (18:1, n-9)	19,24±1,78	19,77±2,35 ^a	16,08±2,46 ^{b,b}	19,99±2,30 ^{a,a}

a: $p>0,05$ ise gruplar arasında farklılık olmadığı, b: $p<0,05$ ise gruplar arasında istatistiksel farklılık (kısmen) olduğu, c: $p<0,01$ ise gruplar arasındaki farklılığın önemli düzeyde olduğu, d: $p<0,001$ ise gruplar arasındaki farklılığın daha belirgin düzeyde olduğu şeklinde ifade edildi.

Çoklu doymamış yağ asit kompozisyonu Tablo 3’de gösterildi. Çoklu yağ asit bileşimi içinde lineoleik asit (18:2, n-6c), linolenik asit (18:3, n-3 LNA), Araşidonik asit (20:4, n6), dokosapentaenoik asit (22:5, n3) ve dokosaheksaenoik asit (22:6, n3) gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin bulunduğu gözlemlendi. Bu yağ asitleri içinde ise lineoleik asit (18:2, n-6c) ve araşidonik asit (20:4, n6)’in daha yüksek düzeylerde olduğu belirlendi. Çoklu doymamış yağ asitlerinden lineoleik asit (18:2, n-6c) ve linolenik asit (18:3, n-3 LNA) ‘in kontrole kıyasla kobalt grubunda değişen oranlarda artışlar gösterdiği tespit edildi ($p<0,05$, $p>0,05$). Diğerlerinde ise değişen oranlarda tam tersi azalış eğilimi olduğu belirlendi ($p>0,05$, $p<0,05$, $p<0,01$). Kobalt grubuna kıyasla çoklu doymamış yağ asit düzeylerini kıyasladığımızda hem Silibinin hemde Kobalt+Silibinin gruplarında araşidonik asit (20:4, n6), dokosaheksaenoik asit (22:6, n3) yağ asitlerinde değişen oranlarda artış tespit edildi ($p<0,05$, $p<0,01$, $p<0,001$) (Tablo 3).

Tablo 3: Çoklu doymamış yağ asit miktarları (%)

Çoklu Doymamış Yağ asitleri	Kontrol	Kobalt	Silibinin	Kobalt+Silibinin
Lineoleik asit (18:2, n-6c)	18,95±4,09	25,05±5,52 ^b	24,15±4,27 ^{a,a}	19,88±4,08 ^{a,b}
Linolenik asit (18:3, n-3 LNA)	0,62±0,12	0,69±0,17 ^a	0,63±0,14 ^{a,a}	5,81±1,16 ^{d,d}
Araşidonik asit (20:4, n6)	9,02±0,55	6,38±2,32 ^b	6,94±2,21 ^{b,a}	8,50±2,93 ^{a,b}
Dokosapentaenoik asit (22:5, n3)	0,30±0,03	0,29±0,05 ^a	0,28±0,01 ^{a,a}	0,38±0,03 ^{c,d}
Dokosaheksaenoik asit (22:6, n3)	0,68±0,08	0,55±0,06 ^c	0,65±0,05 ^{a,b}	0,77±0,06 ^{b,d}

a: $p>0,05$ ise gruplar arasında farklılık olmadığı, b: $p<0,05$ ise gruplar arasında istatistiksel farklılık (kısmen) olduğu, c: $p<0,01$ ise gruplar arasındaki farklılığın önemli düzeyde olduğu, d: $p<0,001$ ise gruplar arasındaki farklılığın daha belirgin düzeyde olduğu şeklinde ifade edildi.

Silibinin doğal bir antioksidan olarak birçok bilim insanının dikkatini çekmiştir (Li ve ark., 2023). Bu çalışma kapsamında toksik etkileri bilinen kobaltın; ayrıca antioksidan özellikleri kanıtlanan silibinin’in sıçan akciğer doku yağ asit profili üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlandı. Süt deve dikenini (*Silybum marianum*) tohum meyvelerinden izole edilen silimarinin aktif bileşeni olan silibinin veya silybinin tıbbi faydaları ilk kez Eresoslu

Theoprastus (M.Ö. dördüncü yüzyıl), Pedanios Dioscorides (MS 50) ve Yaşlı Plinius (MS 1. yüzyıl) tarafından rapor edilmiştir (Flora ve ark., 1998). Antioksidanlar, kemopreventifler, antikanser ajanlar ve özellikle hepatoprotektanlar olarak kullanılan silibinin ile ilgili son yıllarda çok sayıda makale yayınlanmıştır. Silibininin anti-nosiseptif ve anti-oksidatif etkilere sahip olduğu rapor edilmiştir (Cristofalo ve ark., 2013). Silibininin, primer sıçan hepatositlerinde Okratoksin A aracılı apoptoza karşı koruma sağladığı (Essid ve ark., 2012), steatotik hepatik hücrelerde oksidatif stresi de inhibe ettiği ve son zamanlarda ise antiinflamatuvar etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Giorgi ve ark., 2012). Aynı zamanda silibinin lipitler, nükleik asitler ve proteinler gibi hücresel bileşenler üzerinde oksidatif stresin zararlı etkilerini hafifleterek azalttığı, metabolik düzeyde bu görevi; kinin redüktaz (QR), katalaz (CAT), glutatyon S-transferaz (GST), glutatyon peroksidaz (GPx) ve süperoksit dismutaz (SOD) dahil olmak üzere hücre içi antioksidan enzimlerin artan seviyelerini teşvik ederek yerine getirdiği rapor edilmiştir (Jancova ve ark., 2007; Kumar ve ark., 2015; Singh ve Agarwal, 2005). Son zamanlarda Silibinin kapsülleri (Silibinin-fosfolipit kompleksi)'nin Çin'de akut ve kronik hepatit ve yağlı karaciğer hastalığı olan hastalarda karaciğer fonksiyonunun iyileştirilmesi için kullanıldığı rapor edilmiştir. Yağlı karaciğer hastalığı ise lipogenezin artması, yağ asit'i(FA) oksidasyonunun bozulması, FA, alımının artması ve trigliserit (TG) lipolizisinin azalması ile kendini gösteren, lipit metabolizmasındaki dengesizliğin neden olduğu hepatositlerde yağ birikmesi ile ilişkilendirilmiştir (Huseini ve ark., 2006).Sıçanlarda yapılan çalışmalar, silibininin karaciğer fonksiyonunu düzelterek, serum yağını, bağıl karaciğer ağırlığını ve hepatosit yağ birikimini azaltarak, insülin rezistansını iyileştirerek ve adipoz trigliserit lipaz ekspresyonunu yukarı doğru düzenleyerek lipolizi güçlendirip, yüksek yağlı diyetin neden olduğu yağlı karaciğere karşı önemli ölçüde koruduğu göstermiştir(Grattagliano ve ark., 2013; Haddad ve ark., 2011; Yao ve ark., 2011, 2013). Yapılan bir çalışmada diazinon kaynaklı oluşan karaciğer hasarına karşı silibinin yüklü nanoyapılı lipit taşıyıcıların (Sili-NLC'ler) hepatoprotektif etkinliği araştırılmış ve hepatik MDA seviyesinin yükselmesiyle lipid peroksidasyonu doğrulanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarıyla yüksek miktarda doymamış yağ asitleri nedeniyle karaciğer dokusunda tahribata ve iltihaplanmaya yatkın olabileceğini gösterilmiştir (Salimi-Sabour ve ark., 2023). Öte yandan silibinin ve SiliNLC'lerle tedavinin MDA'nın hepatik seviyesini azaltarak hepatoprotektif etkiler sergilediğini gösteren bu gözlemlere benzer başka çalışmalar da rapor edilmiştir (Song ve ark., 2022; Saxena ve ark., 2022). Başka bir çalışmada ise; Sili-NLC'lerin sıçanlarda kurşunun neden olduğu karaciğer hasarlarına karşı serbest silibininden daha iyi hepatoprotektif etkilere sahip olduğu rapor edilmiştir. Bu durum MDA seviyesinde dikkate değer bir azalma ile gösterilmiştir. (Mohammadi ve ark., 2022). MDA oluşumunun membran lipitleriyle ilişkili olduğu ve hücrelerin membranlarındaki doymamış yağ asitlerinin serbest radikaller ile kolayca reaksiyona girerek lipit peroksidasyonunu başlattığı bilinmektedir. Membranda bulunan çoklu doymamış yağ asitleri; serbest oksijen radikalleri tarafından çeşitli ürünlere (peroksitler, alkoller, aldehitler, hidroksi yağ asitleri, etan ve pentan gibi) yıkılarak lipit peroksidasyonu oluşur. Bu durum ise biyolojik zarların özelliklerinde ciddi hücre hasarlara yol açarak hastalıkların gelişiminde önemli rol oynar (Akkuş, 1995; Gutteridge, 1995). Bu şekilde meydana gelen membran hasarlarının ise geriye dönüşü yoktur (Halliwell, 1996). Literatür ışığında; çalışmamızda kobaltın yağ asit miktarlarına etki etmesinin temelinde kobalt kaynaklı metal toksitesinin lipit peroksidasyonunu başlatması kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamıza benzer bir çalışmada kobalt uygulamasının kan üzerindeki etkisi incelenmiş; bu çalışmada trigliseritlerde, kolesterolde ve serbest yağda bir artış olduğu gösterilmiştir (Taylor ve Marks, 1978). Çalışmamızda palmitoleik (16:1, n-7), oktadekanoik (18:1, n-7), lineoleik (18:2, n-6c) ve linolenik (18:3, n-3 LNA) yağ asitlerinin kontrole kıyasla kobalt grubunda değişen oranlarda artışlar göstermesi bu çalışma ile benzerlik göstermektedir. Canlılarda hücrelerdeki yağ asit sentezi üzerinde yağ asit sentetaz (FAS), Δ^9 desaturaz, elongaz, Δ^{12} desaturaz ve Δ^{15} desaturaz enzimlerinin rol aldığı bilinmektedir (Aydın, 2012)., Silibininin O₂ salınımını ve lipit peroksidasyon ürünlerinin birikimini azalttığı ve ilişkili enzimlerin aktivitesini arttırdığı da rapor edilmiştir (De Groot ve Rauen, 1998; Victorrajmohan ve ark., 2005).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kobalt toksitesine karşı çeşitli antioksidan maddelerin olumlu etkilerinin belirlendiği çok sayıda çalışma olmakla birlikte, silibininin kobaltın zararlı etkisine karşı akciğer dokusunda yağ asit miktarları üzerine etkisine dair bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda doymuş yağ asidi miktarlarının kontrole kıyaslandığında kobalt grubunda azalma göstermesi, yağ asitlerinin enzimler tarafından substrat olarak kullanılmasından kaynaklı olduğunu, buna ek olarak hasarında bir göstergesi olabileceğini düşündürmektedir. Diğer taraftan çalışmamızda kobalt grubunda bazı doymamış yağ asitlerinin kontrole oranla artış göstermesinin nedenini ise yine yağ asit sentezi enzim aktivitesi sonucunda ürün olarak oluşmasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Bununla ilgili ileri düzeyde çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca kobalt+silibinin uygulanan grupta, kobalt uygulanan gruba oranla doymuş ve doymamış yağ asit düzeylerinin genel olarak artması ise silibininin antioksidan özelliğine bağlanabilir. Böylelikle çalışma; kobalt ve silibininin sıçan yağ asit profili üzerine etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışma bundan sonra yapılacak olan farklı çalışmalar içinde bir referans teşkil edecektir.

YAZAR ORCID NUMARASI

H.Turan AKKOYUN <https://orcid.org/0000-0002-4547-8003>

KAYNAKLAR

- Adam, C., Garnier-Laplace, J. 2003. Bioaccumulation of silver-110m, cobalt-60, cesium- 137, and manganese-54 by the freshwater algae *Scenedesmus obliquus* and *Cyclotella meneghiana* and by suspended matter collected during a summer bloom event. *Limnol. Oceanogr.* 48, 2303–2313.
- Akkuş, İ. 1995. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri, Mimoza Yayınları, Konya.
- Amirsaadat, S., Pilehvar-Soltanahmadi, Y., Zarghami, F., Alipour, S., Ebrahimnezhad, Z., & Zarghami, N. (2017). Silibinin-loaded magnetic nanoparticles inhibit hTERT gene expression and proliferation of lung cancer cells. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 45(8), 1649-1656.
- Aydın S. 2012. Antioxidant Capacities Of Mulberry, Cranberry, Cherry And Walnut Fruits That Are Grown In Elazığ Region, And The Examination Of Their Effects On Oxidative Stress In Some Experimental Models, dissertation PHD, Firat University, Turkey.
- Beydilli, H., Yılmaz, N., Cetin, E. S., Topal, Y., Celik, O. I., Sahin, C., Topal, H., Cigerci, I. H., Sozen, H. Evaluation of the protective effect of silibinin against diazinon induced hepatotoxicity and free-radical damage in rat liver. *Iranian Red Crescent medical journal*.2015; 17(4): e25310.
- Biedermann, D., Vavříková, E., Cvak, L., & Křen, V. (2014). Chemistry of silybin. *Natural product reports*, 31(9), 1138-1157.
- Chhabra, N., Buzarbaruah, S., Singh, R., Kaur, J. (2013). Silibinin: A promising anti-neoplastic agent for the future? A critical reappraisal. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 3(3), 206.
- Christie WW (1990) Gas chromatography and lipids, The Oil Pres, Glaskow.
- Christie WW (1992) Preparation of fatty acid methyl esters. *Inform 3*: 1031–1034.
- Cristofalo R., Bannwart-Castro C.F., Magalhaes C.G., Borges V.T., Peracoli J.C., Witkin S.S., et al. (2013). Silibinin attenuates oxidative metabolism and cytokine production by monocytes from preeclamptic women, *Free Radic. Res.* 47, 268e275.
- Demir E, Yılmaz Ö (2014). The effects of bitter almond oil on some biochemical parameters in serum and erythrocytes of streptozotocin-induced Type-1 diabetic rats. *Marmara Pharm J* 18: 13-21.
- Dereń, K., Bienkiewicz, M., Styczyńska, M., Olejnik, P., & Bronkowska, M. (2021). Assessment Of The Content Of Chromium, Nickel And Cobalt In Chocolate Products With Different Cocoa Mass Content Available On The Polish Market. *Journal of Elementology*, 26(3).
- De Groot, H., Rauhen, U., 1998. Tissue injury by reactive oxygen species and the protective effects of flavonoids. *Fundamental and Clinical Pharmacology* 12, 249–255.
- Dos Reis L.L., Alho L.D.O.G., de Abreu C.B., Melao M.D.G.G. Using multiple endpoints to assess the toxicity of cadmium and cobalt for chlorophycean *Raphidocelis subcapitata*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2021;208:111628.
- Essid E., Dernawi Y., Petzinger E. (2012). Apoptosis induction by OTA and TNF-alpha in cultured primary rat hepatocytes and prevention by silibinin, *Toxins* 4 (2012) 1139e1156.
- Flora K., Hahn M., Rosen H., Benner K. (1998). Milk thistle (*Silybum marianum*) for the therapy of liver disease, *Am. J. Gastroenterol.* 93, 139e143
- Frutos P, Toral PG, Ramos-Morales E, Shingfield KJ, Belenguer A, Hervas G. Oral administration of cobalt acetate alters milk fatty acid composition, consistent with an inhibition of stearoyl-coenzyme A desaturase in lactating ewes. *J Dairy Sci* 2014;97:1036–46.
- Giorgi V.S., Peracoli M.T., Peracoli J.C., Witkin S.S., Bannwart-Castro C.F.(2012). Silibinin modulates the NF-kappab pathway and pro-inflammatory cytokine production by mononuclear cells from preeclamptic women, *J. Reprod. Immunol.* 95, 67e72.
- Grattagliano, I., Diogo, C.V., Mastrodonato, M., de Bari, O., Persichella, M., Wang, D.Q., Liquori, A., Ferri, D., Carratu, M.R., Oliveira, P.J., Portincasa, P., 2013. A silybinphospholipids complex counteracts rat fatty liver degeneration and mitochondrial oxidative changes. *World J. Gastroenterol.:* WJG 19, 3007–3017.
- Gutteridge, J.M.C. 1995. Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage, *Clin Chem*, 41, 1819-1828.
- Haddad, Y., Vallerand, D., Brault, A., Haddad, P.S., 2011. Antioxidant and hepatoprotective effects of silibinin in a rat model of nonalcoholic steatohepatitis. *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM* 2011, nep164.

- Halliwell, B. 1996. Oxidative stress, nutrition and health. Experimental strategies for optimization of nutritional antioxidant intake in humans, *Free Radic Res.*, **25**, 57–74.
- Huseini, H.F., Larijani, B., Heshmat, R., Fakhrzadeh, H., Radjabipour, B., Toliat, T., Raza, M., 2006. The efficacy of *Silybum marianum* (L.) Gaertn. (silymarin) in the treatment of type II diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical trial. *Phytother. Res.: PTR* **20**, 1036–1039.
- Jomova, K. ve Valko, M. (2011). Advances in metal-induced oxidative stress and human disease, *Toxicology* **283** (2–3) (2011) 65–87.
- Karlengen IJ, Taugbøl O, Salbu B, Aastveit AH, Harstad OM. Effect of different levels of supplied cobalt on the fatty acid composition of bovine milk. *Br J Nutr* 2013;109:834–43.
- Kaur, M., Deep, G., Agarwal, R. (2009). Silibinin in skin health: efficacy and mechanism of action. *Nutritional Cosmetics*, Elsevier, 2009, pp. 501–528.
- Kiruthiga, P. V., Pandian, S. K., & Devi, K. P. (2010). Silymarin protects PBMC against B (a) P induced toxicity by replenishing redox status and modulating glutathione metabolizing enzymes—an in vitro study. *Toxicology and applied pharmacology*, **247**(2), 116-128.
- Křen, V., & Walterova, D. (2005). Silybin and silymarin-new effects and applications. *Biomedical Papers*, **149**(1), 29-41.
- Karlengen IJ, Harstad OM, Kjos NP, Salbu B, Aastveit AH, Taugbøl O. Cobalt reduces the D9-desaturase index of sow milk. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2011;95:676–84.
- Kumar, R., Deep, G., Agarwal, R. (2015). An overview of ultraviolet B radiation-induced skin cancer chemoprevention by silibinin, *Curr. Pharmacol. Rep.* **1** (3): 206–215.
- Jancova, P., Anzenbacherova, E., Papouskova, B., Lemr, K., Luzna, P., Veinlichova, A., Anzenbacher, P., Simanek, V. (2007). Silybin is metabolized by cytochrome P450 2C8 in vitro. *Drug Metab. Dispos.* **35**, 2035–2039.
- Li Y., Xiong B., , Miao Y., Gao Q. (2023). Silibinin supplementation ameliorates the toxic effects of butyl benzyl phthalate on porcine oocytes by eliminating oxidative stress and autophagy. *Environmental Pollution* **329**, 121734.
- Mateen S, Tyagi A, Agarwal C, Singh RP, Agarwal R. 2010. Silibinin inhibits human nonsmall cell lung cancer cell growth through cell-cycle arrest by modulating expression and function of key cell-cycle regulators. *Mol Carcinog.* **49**:58–247.
- Mohammadi, M., Ariafar, S., Talebi-Ghane, E., Afzali, S., 2022. Comparative efficacy of silibinin and nano-silibinin on lead poisoning in male Wistar rats. *Toxicology.* **475**, 153242 .
- Musazadeh, V., Karimi, A., Jafarzadeh, J., Sanaei, S., Vajdi, M., & Niazkar, H. R. (2022). The favorable impacts of silibinin polyphenols as adjunctive therapy in reducing the complications of COVID-19: A review of research evidence and underlying mechanisms. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 113593.
- Nejati-Koshki K, Zarghami N, Pourhassan-Moghaddam M, Rahmati Yamchi M, Mollazade M, Nasiri M, et al. 2012. Inhibition of leptin gene expression and secretion by silibinin: possible role of estrogen receptors. *Cytotechnology.* **64**:719–726.
- Salcan I, Dilber M, Bayram R, Suleyman E, Erhan E, Karahan Yilmaz S, Yazici G.N, Coban A, Suleyman H. Effect of Taxifolin on Cobalt-induced Ototoxicity in Rats: A Biochemical and Histopathological Study. *International Journal of Pharmacology*,2000; **16**: 522-528.
- Salimi-Sabour E., Tahri R.A., Asgari A., Ghorbani M. (2023). The novel hepatoprotective effects of silibinin-loaded nanostructured lipid carriers against diazinon-induced liver injuries in male mice. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **197** (2023) 105643
- Saxena, N., Dhaked, R.K., Nagar, D.P., 2022. Silibinin ameliorates abrin induced hepatotoxicity by attenuating oxidative stress, inflammation and inhibiting Fas pathway. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* **93**, 103868 .
- Shingfield KJ, Aro A, Ahvenjari S, Vanhatalo A, Toivonen V, Griinari JM, Huhtanen P. Ruminal infusions of cobalt-EDTA reduce mammary D9-desaturase index and alter milk fatty acid composition in lactating cows. *J Nutr* 2008;138:710–7.
- Singh, R.P., Agarwal, R. (2005). Mechanisms and preclinical efficacy of silibinin in preventing skin cancer. *Eur. J. Cancer* **41**, 1969–1979.
- Song, X.Y., Liu, P.C., Liu, W.W., Zhou, J., Hayashi, T., Mizuno, K., Hattori, S., Fujisaki, H., Ikejima, T., 2022. Silibinin inhibits ethanol- or acetaldehyde-induced ferroptosis in liver cell lines. *Toxicol. in Vitro* **82**, 105388.
- Surai PF 2015. Silymarin as a natural antioxidant: an overview of the current evidence and perspectives. *Antioxidants (Basel).* **4**:204–247.
- Taugbøl O, Karlengen IJ, Bolstad T, Aastveit AH, Harstad OM. Cobalt supplied per os reduces the mammary D9-desaturase index of bovine milk. *J Anim Sci* 2008;86:3062–8.

- Taugbøl O, Karlengen IJ, Salbu B, Aastveit AH, Harstad OM. Intravenous injections of cobalt reduce fatty acid desaturation products in milk and blood of lactating cows. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2010;94:635–40.
- Taylor A., Marks V. (1978). Cobalt: A review. *Journal of Human Nutrition*, 32, 165-177.
- Triantafyllou, A., Liakos, P., Tsakalof, A., Georgatsou, E., Simos, G., Bonanou, S. (2006) Cobalt induces hypoxia-inducible factor-1 α (HIF-1 α) in HeLa cells by an iron-independent, but ROS-, PI-3K-and MAPK-dependent mechanism, *Free Radic. Res.* 40 (8) (2006) 847–856.
- Tvrzicka E, Vecka M, Stankova Zak A (2002) Analysis of fatty acids in plasma lipoproteins by gas chromatography flame ionisation detection Quantative aspects. *Anal Chim Acta* 465: 337-350.
- Watanabe, C. H., Monteiro, A. S. C., Gontijo, E. S. J., Lira, V. S., de Castro Bueno, C., Kumar, N. T., Rosa, A. H. (2017). Toxicity assessment of arsenic and cobalt in the presence of aquatic humic substances of different molecular sizes. *Ecotoxicology and environmental safety*, 139, 1-8.
- Victorrajmohan, C., Pradeep, K., Karthikeyan, S., 2005. Influence of silymarin administration on hepatic glutathione-conjugating enzyme system in rats treated with antitubercular drugs. *Drugs in R&D* 6, 395–400.
- Yan, Y., Wang, Y., Tan, Q., Lubet, R. A., You, M. (2005). Efficacy of deguelin and silibinin on benzo (a) pyrene-induced lung tumorigenesis in A/J mice. *Neoplasia*, 7(12), 1053-1057.
- Yao, J., Zhi, M., Minhu, C., 2011. Effect of silybin on high-fat-induced fatty liver in rats. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 44, 652–659.
- Yao, J., Zhi, M., Gao, X., Hu, P., Li, C., Yang, X., 2013. Effect and the probable mechanisms of silibinin in regulating insulin resistance in the liver of rats with nonalcoholic fatty liver. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 46, 270–277.
- Zhao, G., Ye, S., Yuan, H., Ding, X., Wang, J., 2017. Surface sediment properties and heavy metal pollution assessment in the Pearl River Estuary, China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24, 2966–2979.

Yenibahar (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) Sulu Ekstraktı ile Gümüş Nanopartikülü Sentezi ve Biyolojik Aktivitelerinin Araştırılması

İrem AKYOL¹ , Merve DUMAN¹ , Neslihan DEMİR^{2*} 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu Yazar: neslihandemir@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.03.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.04.2024 Kabul Tarihi: 18.07.2024

ÖZ

Nanopartiküller fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler kullanılarak sentezlenebilmektedir. Nanopartikül sentezi için fiziksel ve kimyasal yöntemlerle ilgili yüksek enerji tüketimi, düşük verim, yüksek maliyetler ve çevresel tehlikeler gibi dezavantajlar, yeşil sentezin sunduğu avantajlarla çelişmektedir. Bu yaklaşım, nanopartiküllerin sentezi için uygun maliyetli, daha basit ve çevre dostu bir yöntem sağlayarak algleri, bitkileri, mikroorganizmaları kullanmaktadır. Bu çalışmada, *Pimenta dioica* su ekstraktı kullanılarak yeşil sentez yöntemi ile gümüş nanopartikül sentezlenmiş ve sentezlenen nanopartiküllerin karakterizasyonları Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM), Enerji Dağılım Spektroskopisi (EDS), UV Görünür Alan Spektroskopisi (UV-Vis) ve Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. pBR322 plazmid DNA'sı kullanılarak agaroz jel elektroforezi yöntemi ile gümüş nanopartiküllerinin DNA ile etkileşimi incelenmiştir. DNA kırma aktivitesi sonuçlarına göre gümüş nanopartiküllerinin hem hidrolitik hem de oksidatif olarak kopardığı tespit edilmiştir. Gümüş nanopartiküllerinin antioksidan aktivitesi, DPPH•, ABTS•• ve CUPRAC metotları kullanılarak belirlenmiştir. Antioksidan testlerinin sonuçları sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: *Pimenta dioica*, yeşil sentez, gümüş nanopartikül, biyolojik aktivite.

Synthesis of Silver Nanoparticles with Aqueous Extract of *Pimenta dioica* (L.) Merrill and Investigation of Their Biological Activity

ABSTRACT

Nanoparticles can be synthesized using physical, chemical, and biological methods. The disadvantages associated with physical and chemical nanoparticle synthesis, such as high energy consumption, low yield, high costs, and environmental hazards, contradict the advantages of green synthesis. This approach uses algae, plants, and microorganisms, providing a cost-effective, simpler, and environmentally friendly method for the synthesis of nanoparticles. In this study, silver nanoparticles were synthesized by the green synthesis method using *Pimenta dioica* aqueous extract. Characterization of the synthesized nanoparticles was carried out by Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy Dispersive Spectroscopy (EDS), UV Visible Field Spectroscopy (UV-Vis), and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) methods. The interaction of silver nanoparticles with DNA was examined by agarose gel electrophoresis method using pBR322 plasmid DNA. DNA cleavage activity results showed that silver nanoparticles cleaved DNA both hydrolytically and oxidatively. The antioxidant activity of silver nanoparticles was determined using DPPH•, ABTS••, and CUPRAC methods. According to the results of antioxidant tests, it was determined that the synthesized silver nanoparticles have strong antioxidant activity.

Key words: *Pimenta dioica*, green synthesis, silver nanoparticles, biological activity.

GİRİŞ

Nanoteknoloji 21. yüzyılın başlarında, bilim insanlarının nanometre ölçeğinde oluşturulan atomik ve moleküler toplulukların benzersiz özelliklerinden yararlanma çabalarıyla kritik bir araştırma sahası olarak ortaya çıkmıştır (McNeil 2005). Modern çağda biyoloji, birçok teknolojik gelişmeden faydalanmakta olsa da nanoteknoloji temel araştırmalar, ilaç geliştirme ve klinik tıp alanlarında, bu teknolojik gelişmelerden daha fazla etki yaratma potansiyeline sahiptir. Nanoteknoloji, nano ölçekte ve biyomoleküler düzeyde faaliyet göstererek çeşitli araçlar ve uygulamalar sunmaktadır.

Günümüzde çeşitli metalik nanomalzemeler bakır, çinko, titanyum, magnezyum, altın, aljinat ve gümüş gibi malzemeler kullanılarak üretilmektedir (Hasan 2015). Metal nanopartikül üretiminde, çeşitli kimyasal, fiziksel ve biyolojik sentetik yöntemler kullanılmıştır. Kimyasal sentez yöntemleri, bazı toksik kimyasalların yüzeyde emilmesi nedeniyle olumsuz etkilerle ilişkilendirilmiştir.

Çevre dostu alternatifler arasında mikroorganizmalar, enzimler, mantarlar, bitkiler veya bitki özleri kullanılarak gerçekleştirilen biyolojik sentez yöntemleri bulunmaktadır. Bu çevre dostu yaklaşımlar, nanopartikül sentezi için kimyasal ve fiziksel yöntemlere kıyasla çevresel etkileri azaltabilmektedir (Popescu ve ark., 2010; Li 2011). Özellikle gümüş nanopartiküllerin geniş uygulama alanlarına odaklanan bu biyolojik sentez yöntemleri, nanoteknolojinin ilerlemesine önemli katkılarda bulunmaktadır.

Bitkiler aracılığıyla üretilen metal nanopartiküllerin, diğer organizmalar tarafından üretilenlerle karşılaştırıldığında daha kararlı olduğu gösterilmiştir. Bitkiler, özellikle bitki özleri, metal iyonlarını mantar veya bakterilere göre daha hızlı bir şekilde indirgeyebilir. Ayrıca, iyi dağılmış metal nanopartiküllerin ölçek büyütme ve endüstriyel üretiminde kullanılması için, bitki özleri canlı bitkilerden veya bitki biyokütlesinden elde edilenlere kıyasla daha avantajlıdır ve bu, yeşil ve güvenli bir yöntem olarak kabul edilir. Bitki özleri kullanılarak yapılan çalışmalar, nano metallerin biyosentezi konusunda yeni ve hızlı, aynı zamanda toksik olmayan yöntemlerin kapılarını aralamıştır. Birçok araştırmacı, metal nanopartiküllerin bitki yaprağı ekstraktları ile biyosentezi ve bu nanopartiküllerin potansiyel uygulamaları üzerine araştırmalarını paylaşmıştır (Iravani 2011).

Yenibahar (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), Myrtaceae familyasına ait bir bitkidir. Bu bitki, tarçın, karanfil ve Hindistan cevizi karışımına benzeyen karakteristik bir aromaya ve lezete sahiptir, bu nedenle "yenibahar" adını almıştır. *P. dioica*, Jamaika biberi veya mersin biberi olarak da bilinmektedir ve doğal olarak Jamaika, Küba, Haiti, Brezilya, Orta Amerika, Batı Hint Adaları, Venezuela, Meksika, Honduras, Guatemala ve Grenada'da yetişmektedir. Geleneksel olarak *P. dioica* meyvelerinin sulu ekstraktı şişkinlik ve ishal için kullanılırken, toz haline getirilmiş meyvesi nevalji, romatizma ve nasır için kullanılmaktadır (Rao ve ark., 2012). Geleneksel olarak, yaprakların diş ağrısını ve eklem iltihabını hafiflettiği, öjenol içeriği nedeniyle anestetik ve antiseptik olarak kullanıldığı bilinmektedir (Rajalekshmy ve Manimekhalai 2019).

P. dioica içinde bulunan yaygın bileşik sınıfları, fenoller, seskiterpen hidrokarbonları, monoterpen hidrokarbonları, monoterpenler, oksijenli esterler, steroidler ve yağ asitleri gibi çeşitli gruplardır (Wilson 2016). Çalışmalar, *P. dioica* ekstraktlarının antimikrobiyal (Zabka ve ark., 2009; Lorenzo-Leal ve ark., 2019), antioksidan (Padmakumari ve ark., 2011; Morsy ve Hammad 2018), antiviral (El Gizawy ve ark., 2021), antihipertansif (Suárez ve ark., 1997), antikanser ve anti-inflamatuar (Kim ve ark., 2003) özellikler sergilediğini göstermektedir (Zhang ve Lokeshwar 2012).

P. dioica yapraklarından izole edilen kuersitrin 2-(p-hidroksifenoksi)-6,8-dimetil-5,7-dihidroksikromon, 6,8-dimetil-5,7,40-trihidroksiflavon ve 7-metoksi-6-metil-3,5,40-trihidroksiflavon adlı bileşikler, östrojene duyarlı SEAP raportör gen analizinde test edilmiş ve 7-metoksi-6-metil-3,5,40-trihidroksiflavon'un anti-östrojenik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Doyle ve ark., 2018). *P. dioica* esansiyel yağında analjezik, lokal anestetik, anti-enflamatuar ve antibakteriyel etkiler gösteren bir dizi terapötik özelliğe sahip birçok baharatın vazgeçilmez bir bileşeni olarak bulunan öjenol (%85.33) başlıca bileşen olarak yer almaktadır. Onu sırasıyla β -karyofilen (%4.36) ve sineol (%4.19), linalol (0.83±0.11), α -humulen (0.76±0.12) takip etmektedir (Dharmadasa ve ark., 2015).

P. dioica yaprak ekstraktı ile sentezlenen bakır oksit nanopartiküllerinin güçlü antibakteriyel ve antikanser aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Pillai ve ark., 2022a). Ayrıca Pillai ve ark. (2022b) başka bir çalışmada *P. dioica* yaprak ekstraktı ile biyosentezlenmiş demir oksit nanopartiküllerin apoptozu tetikleme aktivitesini araştırmışlar ve demir oksit nanopartiküllerin konsantrasyona bağlı olarak hücre canlılığını önemli ölçüde azaltarak antikanser etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Başka bir çalışmada, Kharey ve ark. (2020) *P. dioica* yaprak ekstraktı kullanarak altın nanopartikülü sentezlemişler ve sitotoksikite sonuçları nanopartiküllerin hem normal hem de kanserli hücreler için biyoyumlu ve güvenli olduğunu göstermiştir.

Reaktif oksijen türleri (ROT), insan fizyolojik ve patofizyolojik süreçlerinde büyük bir öneme sahiptir. ROT, protein fosforilasyonu, iyon kanalları ve transkripsiyon faktörlerinin redoks düzenlemesi gibi normal fizyolojik süreçlerde kritik roller oynar. Süperoksit anyonları ve hidrojen peroksit dahil olmak üzere tüm ROT,

eşleşmemiş değerlik elektronlarına veya kararsız bağlara sahip olma özelliğine sahiptir (Brieger ve ark., 2012). ROT, genellikle geri dönüşü olmayan fonksiyonel değişikliklere yol açabilen, proteinler, lipidler, karbonhidratlar ve nükleik asitlerle (DNA, RNA) kolayca reaksiyona girebilirler. Aerobik organizmalar, bütünlüğü antioksidan sistemlere sahiptir; bu sistemler, reaktif oksijen türlerinin zararlı etkilerini engellemede etkili olan hem enzimatik hem de enzimatik olmayan antioksidanları içerir. Enzimatik savunma, glutatyon peroksidazları, süperoksit dismutazları ve katalaz gibi enzimleri içeren bir sistem aracılığıyla, zararlı ROS konsantrasyonunu azaltır. Enzimatik olmayan antioksidanlar ise C ve E vitaminleri, β -karoten, ürik asit ve glutatyon gibi düşük moleküler ağırlıklı bileşikler içerir (Ozougwu 2016). İnsanlar, serbest radikalleri nötralize etmek için etkileşimli ve sinerjik olarak işlev gören karmaşık bir antioksidan koruma sistemine sahiptir. Yapılan çalışmalardan elde edilen bilgiler, oksidatif stres ve ilişkili hastalıkların yönetiminde önemli olabilmektedir.

DNA, tüm organizmaların yaşamsal işlevlerini ve biyolojik faaliyetlerini yönlendiren genetik materyali taşıyan bir makromoleküldür. DNA'nın kırılma aktivitelerinin temel hedefleri, fosfodiester bağları, deoksiriboz şekerleri ve nükleobazları içermektedir. DNA kırma aktivitesi testi sonuçlarına göre, DNA'nın kırılması, sentezlenen nanoparçacıkların antimikrobiyal bir mekanizma olarak işlev görmesi olarak düşünülebilir. DNA iplik kırığı oluşumunun, gümüş nanopartiküllerinin (AgNP) boyutuna güçlü bir şekilde bağlı olan gümüş iyonu salınımı ile ilişkili olduğu ve daha küçük nanopartiküllerin, daha büyük partiküllerden daha fazla hasara neden olduğu bulunmuştur (Butler ve ark., 2015). Çalışmada kullanılan pBR322 plazmid DNA, *Escherichia coli* bakterisinden izole edilen bir vektördür ve genellikle test edilmek istenen örneklerin DNA ile etkileşimlerini incelemek amacıyla kullanılmaktadır. Antibiyotik rezistansa karşı yeni ürünler geliştirmede önemli bir ön işlem olarak kullanılabilir.

Literatürde, *P. dioica* ile gümüş nanopartikülü sentezlenerek biyolojik aktivitelerinin araştırılması konusunda eksiklik görülmüştür. Bu çalışmada, yeşil sentez yöntemiyle *P. dioica* meyve ekstraktı kullanılarak gümüş nanopartikülü sentezlenmesi ve biyolojik aktivitelerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Pimenta dioica Sulu Ekstrakt Eldesi

Ticari olarak satın alınan 5 gram *P. dioica* 100 mL distile suda 60 °C'de 1 saat ekstrakte edildi. Oda sıcaklığına gelen ekstrakt Whatmann No. 1 filtre kağıdından geçirildi.

Gümüş Nanopartiküllerinin Sentezi

Elde edilen ekstrakt 1mM AgNO₃ çözeltisine (1:90) damla damla eklendi ve 24 saat yapay ışık altında karışmaya bırakıldı. Oluşan çözelti 8000 rpm'de 1 saat santrifüjlendi ve süpernatant kısmı atıldı. Elde edilen pelet 14000 rpm'de 15 dakika distile su ile 3 tekrarlı olarak yıkandı. Yıkama işlemi sonucunda elde edilen pelet 60 °C'de kurumaya bırakıldı.

Gümüş Nanopartiküllerinin Karakterizasyonu

Sentezlenen nanopartiküllerin şekil, boyut ve morfolojik incelemeleri için Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) (Quanta FEG 250, FEI, ABD) analizi kullanıldı. Nanopartiküllerin element kompozisyonu, Enerji Dağılımı Spektroskopisi (EDS) (EDAX, ABD) analizi kullanılarak belirlendi. Ayrıca, nanopartiküller 250-900 nm dalga boyu aralığında UV Görünür Alan Spektroskopisi (UV-Vis) (T80+UV/VIS Spektrometre, PG Instruments, İngiltere) analizi ile de karakterize edildi. *P. dioica* sulu ekstraktı ve sentezlenen gümüş nanopartiküllerin FT-IR analizleri örneklerin KBr ile pelet formuna getirilerek, 4000-400 cm⁻¹ aralığında, 16 tarama sayısı ve 1 cm⁻¹ tarama çözünürlüğünde (Perkin Elmer BX II FT Spektrometre, ABD) analiz edildi.

Gümüş Nanopartiküllerinin Biyolojik Aktiviteleri

DNA Kırma Aktivitesi

Ekstrakt ve AgNP'nin DNA kırma aktiviteleri agaroz jel elektroforezi yöntemiyle hidrolitik (oksitleyici ajan yokluğunda) ve oksidatif (oksitleyici ajan H₂O₂ varlığında) olarak araştırıldı. Ekstrakt ve AgNP 50, 100, 200, 400 ve 800 µg mL⁻¹ konsantrasyonlarında hazırlandı ve Tris-HCl tamponu (10 mM, pH:7.4) ile işleme tabii tutuldu; ardından pBR322 plazmid DNA'ya eklenerek 37 °C'de 3 saat boyunca inkübe edildi. Hazırlanan örnekler 6X DNA loading dye ile karıştırılarak 1X TAE (40 mM Tris- 20 mM Asetik Asit- 1 mM EDTA, pH:8.0) tamponuyla hazırlanan %0.8'lik agaroz jele yüklendi. Örnekler, 60 V'da 1 saat elektroforez edildi. Ardından elde edilen bantlar (DNR Bio-Imaging System, İsrail) UV ışığı altında görüntülendi.

Antioksidan Aktivitesi

1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) Serbest Radikal Giderme Aktivitesi

Ekstrakt ve sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin DPPH serbest radikal giderme aktivitesi Blois (1958) tarafından geliştirilen yöntem modifiye edilerek 96 kuyucuklu F tabanlı mikroparka ile araştırıldı. Ekstrakt ve AgNP için hazırlanan konsantrasyonlar (10, 20, 40, 60, 80 ve 100 µg mL⁻¹) metanolde çözdürülen 1M DPPH radikaliyle (1:3) karıştırıldı ve 30 dakika karanlık ortamda inkübasyona bırakıldı. Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) standart olarak kullanıldı. Inkübasyon sonrasında 517 nm’de absorbans değerleri alındı. Elde edilen sonuçlar % DPPH serbest radikal giderme inhibisyonu Denklem 1’e göre hesaplandı.

$$\% \text{ Inhibisyon} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

(Denklem 1)

A₀: kontrolün absorbansı, A₁: örnek içeren absorbans

2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) (ABTS^{•+}) Katyon Radikal Giderme Aktivitesi

2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) katyon radikali giderme aktivitesi Re ve ark. (1999) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak araştırıldı. Ekstrakt ve AgNP konsantrasyonları (10, 20, 40, 60, 80 ve 100 µg mL⁻¹), ABTS reaktifi (2.45 mM potasyum persülfat ve 7 mM ABTS^{•+}) ile 1:14 oranında karıştırıldı ve 6 dakika inkübasyona bırakıldı. BHT standart olarak kullanıldı. Inkübasyon sonrasında 734 nm’de absorbans değerleri mikroparka okuyucuda (INNO Microplate reader, Kore) alındı. Elde edilen sonuçlar % ABTS^{•+} katyon radikal giderme inhibisyonu Denklem 1’e göre hesaplandı.

Kuprik İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasitesi (CUPRAC)

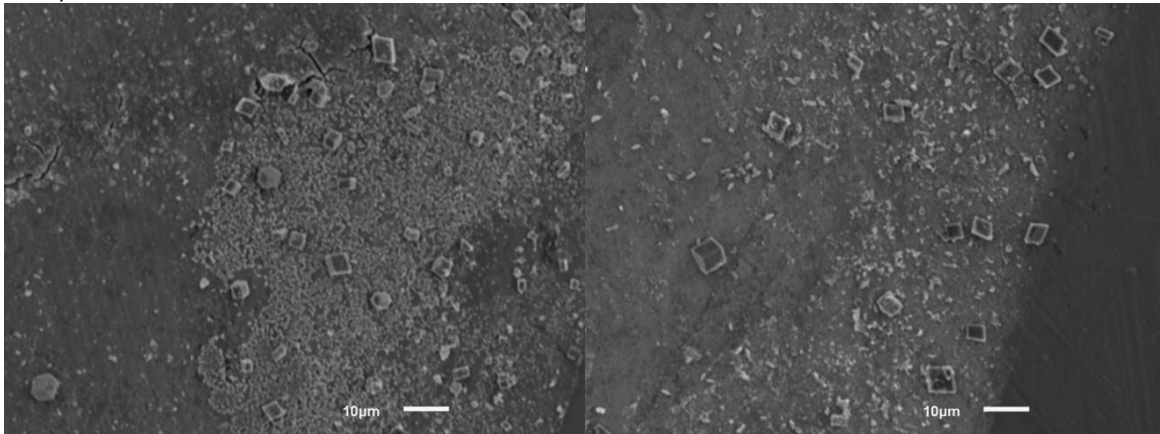
Kuprik iyonu indirgeyici antioksidan kapasitesi Apak ve ark. (2004) tarafından belirtilen yöntemle göre 96 kuyucuklu F tabanlı mikroparka ile belirlendi. 1 M amonyum asetat, 7.5 mM neokuproin ve 10 mM bakır klorür (1:1:1) kuyucuklara eklendi ve 37 °C’de 15 dakika inkübasyona bırakıldı. Ekstrakt ve AgNP konsantrasyonları (10, 20, 40, 60, 80 ve 100 µg mL⁻¹) karışıma (2:1) eklendi ve 30 dakika inkübasyona bırakıldı. BHT standart olarak kullanıldı. Inkübasyon sonrasında 450 nm’de absorbans değerleri alındı.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gümüş Nanopartiküllerinin Karakterizasyonu

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizi

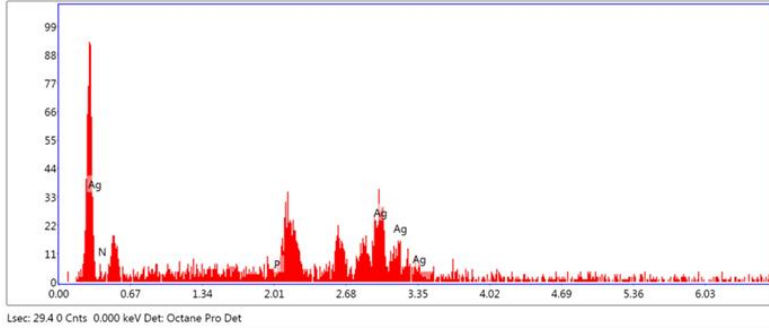
SEM analizi sonuçları sentezlenen nanopartiküllerin kübik şekilde ve ortalama 10 nm boyuta sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Benzer bir sonuç Poinern ve ark. (2013) tarafından *Eucalyptus macrocarpa* sulu ekstraktı ile sentezlenen gümüş nanopartiküllerinde de görülmüştür. *Sesbania grandiflora* yaprak ekstraktı ile sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin de kübik yapıda olduğu tespit edilmiştir (Ghaffari-Moghaddam ve ark., 2014).



Şekil 1. AgNP’lerin SEM görüntüsü.

Enerji Dağılım Spektroskopisi (EDS) Analizi

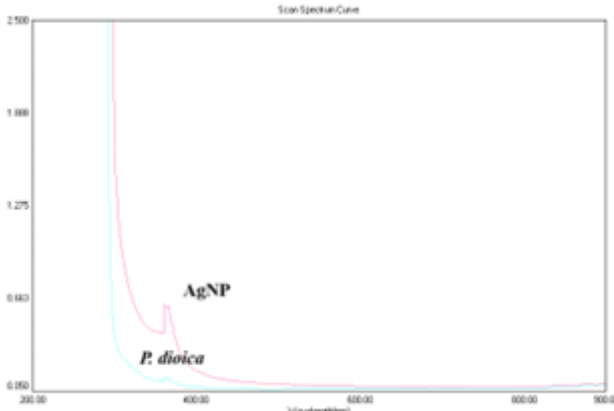
EDS analizindeki gümüş (Ag) pikleri gümüş nanopartiküllerinin başarılı bir şekilde sentezlendiğini göstermiştir (Şekil 2). Azot (N) ve fosfor (P) piklerinin ekstraktan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 2. AgNP'lerin EDS spektrumu.

UV-Görünür Alan Spektroskopisi (UV-Vis) Analizi

Sentezlenen gümüş nanopartiküller ve *P. dioica* su ekstraktı, UV-Vis spektrofotometre analizi ile 200-900 nm dalga boyu aralığında incelenmiştir. UV-Vis spektrumunda 387 nm'de bir pik gözlenmiştir (Şekil 3). Bu pik, gümüş nanopartikülün sentezlendiğini göstermektedir. Banerjee ve Narendhirakannan (2011) *P. dioica* ile aynı familyadan olan *Syzygium cumini* tohum ekstraktı kullanarak gümüş nanopartikül sentezlemişler ve UV-Vis spektrumunda 450 nm'de pik verdiği görülmüştür.

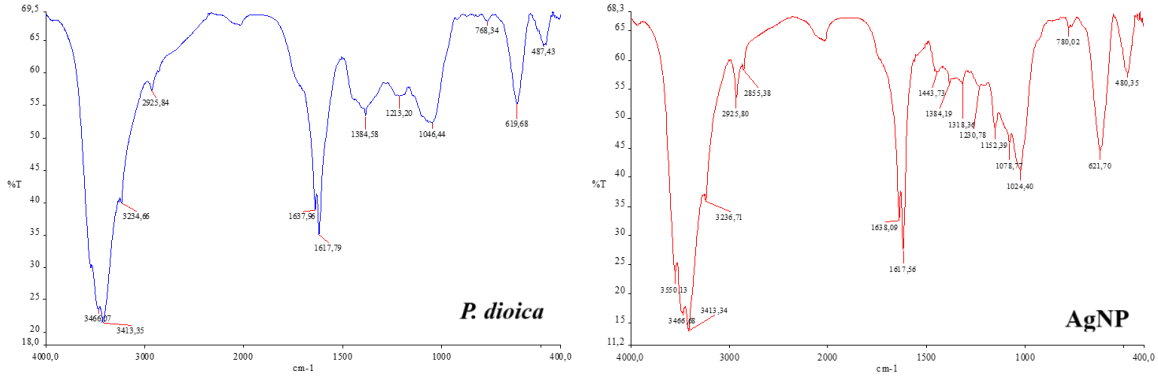


Şekil 3. *P. dioica* ve AgNP'nin UV-Vis spektrumları.

P. dioica yaprağından üretilen gümüş nanopartiküllerin ve farklı çözücülerle elde edilen yaprak ekstraktının sitma, filaryal ve dang vektörlerinin larvalarına karşı biyo-etkinliği incelenmiştir. AgNP'ler 422 nm'de belirgin bir UV-Vis piki göstermiş ve bu da AgNP'lerin sentezini kanıtlamıştır. AgNP'lerin Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM), ortalama 20-40 nm boyutunda üçgen ve küresel bir şekle sahip olduğu belirlenmiştir (Kumar ve ark., 2022).

Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) Analizi

P. dioica meyvelerinin sulu ekstraktının çözücüsü uçurulduktan sonra kalan numunenin fonksiyonel grupları Fourier transform infrared (FT-IR) spektroskopisi ile 4000-400 cm^{-1} de araştırılmıştır. Spektrumda 3466-3413-3234 cm^{-1} de geniş-kuvvetli pikler numunedeki alkol ve karboksilik asit gruplarını ifade etmektedir. Jarquín-Enríquez ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada *P. dioica* ekstraktının %68.06 öjenol ve %9.37 metil öjenol içerdiğini bulmuşlardır; buna bağlı olarak bu bölgede çok şiddetli OH pikleri gözlenmiştir. 2925 cm^{-1} de gözlenen pikler numunedeki alifatik C-H titreşimlerine; 1637 cm^{-1} deki keskin şiddetli pik karboksilik asit COO gruplarına, 1617 cm^{-1} deki pikte C=C; 1384 cm^{-1} deki orta şiddetli pik ise C-O titreşimlerine aittir. Spektrumda 1213-1046 cm^{-1} de gözlenen pikler eterik C-O-C titreşimlerini göstermektedir. *P. dioica* meyveleri ile sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin FT-IR spektrumunda, OH ve COOH titreşimleri 3550-3446-3413-3236 cm^{-1} de gözlenmektedir. Alifatik C-H titreşimleri ise 2925-2855 cm^{-1} de bulunmuştur. Spektrumda COO ve C=C titreşimleri sırasıyla 1638 cm^{-1} ve 1617 cm^{-1} de gözlenmiştir. C-O ve C-O-C titreşimleri 1384 ve 1230-1152-1078-1024 cm^{-1} de bulunmuştur (Şekil 4).

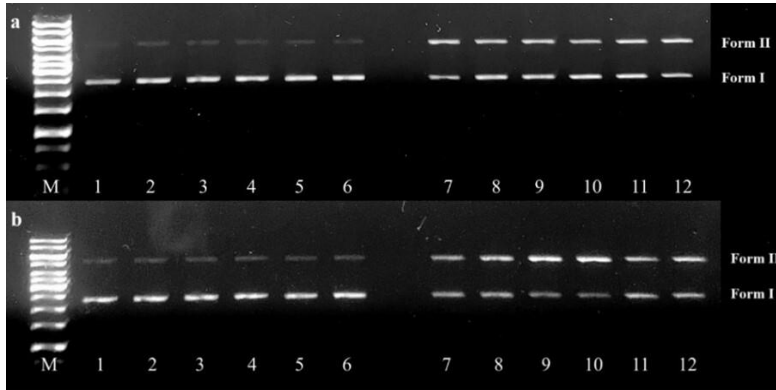
Şekil 4. *P. dioica* ve AgNP'nin FT-IR analizi spektrumları.

Gümüş Nanopartiküllerinin Biyolojik Aktiviteleri

DNA Kırma Aktivitesi

Süpersarmal DNA (Form I) dış bir etkiye maruz kaldığında, ipliklerden biri veya ikisi kırılabilir. Tek bir zincirde kırılma gerçekleştiğinde, jel üzerinde iki bant oluşur (Form I ve Form II). DNA'nın her iki zinciri de kırıldığında, jel üzerinde üç bant gözlenir (Form I, Form II ve Form III). Form II, en yavaş hareket eden yapıdır, Form I ise en uzun mesafeyi kat eden yapıdır. Form III ise yapısı gereği bu iki form arasında yer almaktadır.

Ekstrakt ve sentezlenen AgNP'lerin DNA kırma aktiviteleri oksitleyici ajan yokluğunda ve varlığında incelenmiştir. *P. dioica* ekstraktının hem hidrolitik hem de oksidatif olarak DNA'yı kırıdığı gözlemlendi (Şekil 5a). Sentezlenen AgNP'nin de hem hidrolitik hem de oksidatif olarak DNA'yı konsantrasyona bağlı olarak artarak kırıdığı tespit edildi (Şekil 5b).

Şekil 5. a) *P. dioica* ekstaktının DNA kırma aktivitesi. b) AgNP'lerin DNA kırma aktivitesi.

M: Marker, 1-6. Hidrolitik: 1. DNA kontrol, 2. DNA + 6.25 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 3. DNA + 12.5 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 4. DNA + 25 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 5. DNA + 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$, 6. DNA + 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

M: Marker, 7-12. Oksidatif: 1. DNA + H_2O_2 kontrol, 2. DNA + 6.25 $\mu\text{g mL}^{-1}$ + H_2O_2 , 3. DNA + 12.5 $\mu\text{g mL}^{-1}$ + H_2O_2 , 4. DNA + 25 $\mu\text{g mL}^{-1}$ + H_2O_2 , 5. DNA + 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ + H_2O_2 , 6. DNA + 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ + H_2O_2 .

Önceki çalışmalarda, gümüş nanopartiküllerin (AgNP'ler) boyutuyla güçlü bir şekilde ilişkilendirilen gümüş iyonu salınımının, DNA kırığı oluşumunu muhtemelen etkilediği ve daha küçük NP'lerin daha büyük partiküllerden daha fazla hasara neden olduğu bulunmuştur (Mousavi-Khattat ve ark 2018). *Rosa canina* meyve ekstraktı kullanarak gümüş nanopartikülü sentezleyen Gulbagca ve ark. (2019) AgNP'lerin 200 $\mu\text{g L}^{-1}$ konsantrasyonda kimyasal nükleazlar olarak hareket ederek DNA'nın Form I'ini Form III'e kırıdığını göstermişlerdir.

Begum ve ark. (2021) *Ficus carica* yaprak özütü kullanarak gümüş nanopartikülü sentezlemişler ve bu gümüş nanopartiküllerinin etkili hücresel membran geçirgenliği nedeniyle, *S. aureus*'un DNA'sını kırıdığını ve bu durumun etkili bir antimikrobiyal etkiye yol açtığı, ayrıca ilacın çıkış akışını azalttığını bulmuşlardır.

Antioksidan Aktivitesi

Sentezlenen AgNP ve *P. dioica* sulu ekstraktının antioksidan aktiviteleri DPPH serbest radikal giderme, ABTS katyon radikali giderme ve kuprik iyonu indirgeyici antioksidan kapasitesi (CUPRAC) ile belirlenmiştir. DPPH

radikali giderme sonuçları incelendiğinde sentezlenen AgNP'nin konsantrasyona bağlı olarak artış gösterdiği ve 3.28 $\mu\text{g mL}^{-1}$ IC₅₀ değeri ile BHT'nin 2.62 $\mu\text{g mL}^{-1}$ IC₅₀ değerine yakın olduğu görülmüştür. ABTS katyon radikali giderme aktivitesinin de konsantrasyona bağlı artış göstermiş ve BHT'nin IC₅₀ değeri olan 2.62 $\mu\text{g mL}^{-1}$ 'ye yaklaştığı (5.97 $\mu\text{g mL}^{-1}$) belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *P. dioica*, AgNP ve BHT'nin % DPPH ve % ABTS inhibisyon aktiviteleri.

	Konsantrasyonlar ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	DPPH (% inhibisyon)	IC ₅₀ değeri ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	ABTS (% inhibisyon)	IC ₅₀ değeri ($\mu\text{g mL}^{-1}$)
<i>P. dioica</i>	10	7.83±0.18	9.44	7.45±1.79	17.96
	20	10.47±0.14		9.14±1.21	
	40	16.21±0.14		10.78±2.00	
	60	24.63±0.14		12.62±1.31	
	80	27.86±0.11		16.04±0.27	
	100	31.38±0.11		20.94±0.36	
AgNP	10	28.50±2.78	3.28	11.93±0.28	5.97
	20	40.85±4.20		26.76±1.86	
	40	48.83±2.91		34.48±1.16	
	60	57.25±0.14		39.95±0.28	
	80	64.61±0.14		43.41±1.53	
	100	70.70± 0.14		46.55±1.99	
BHT	10	32.39±0.88	2.62	32.39±0.88	2.62
	20	44.25±0.78		44.25±0.78	
	40	53.23±0.91		53.23±0.91	
	60	64.88±0.74		64.88±0.74	
	80	75.36±0.12		75.36±0.12	
	100	85.39± 0.12		85.39± 0.12	

P. dioica baharat tozu, antioksidan özellikleri bakımından DPPH ve ABTS testleri ile araştırılmış ve test sonuçları sırasıyla 95.8±2.5 ve 76.1±1.9 $\mu\text{g mL}^{-1}$ IC₅₀ değerlerini vermiştir (Loizzo ve ark. 2016). Başka bir çalışmada Sánchez-Zarate ve ark. (2020), *P. dioica* ekstraktlarının radikal giderme özelliğini belirgin bir şekilde etkileyen ekstraksiyon çözücüsünü göstermişler ve en yüksek DPPH aktivitesine aseton ekstraktı (52.26± 11.74 $\mu\text{g mL}^{-1}$); ABTS aktivitesine ise etanol ekstraktının (123.79 ± 16.36 $\mu\text{g mL}^{-1}$) sahip olduğunu belirlemişlerdir.

P. dioica yapraklarından elde edilen bir bileşik olan pedunculagin, yapay radikaller DPPH, ROO•, OH• gibi fizyolojik radikallere karşı kuvvetli bir antioksidan etkinlik sergilemiş ve NO üretimini etkili bir şekilde engellemiştir (Marzouk ve ark., 2007). Son yıllarda yapılan bir çalışmada su, metanol, aseton ve etil asetat ekstraksiyonu ile antioksidan aktiviteleri incelenen *P. dioica* yapraklarının DPPH radikal süpürme aktivitesi IC₅₀ değeri 1.05 ile 3.021 $\mu\text{g mL}^{-1}$ arasında değişiklik gösterirken, en yüksek IC₅₀ değeri metanolik ekstrakttan elde edilmiştir (Resha Haneefa ve ark., 2022). Ayrıca, *P. dioica* yaprak etanol, dietil eter ve sulu ekstraktlarının antioksidan içeriği değerlendirilmiş ve ekstraktların antioksidan aktiviteleri, %92.4 kapasite ile etanolde en yüksek seviyede bulunurken, sulu ekstrakt %81.3 oranında inhibisyon göstermiştir (Murali ve ark., 2021).

Yenibahar yapraklarının alkol ekstresinin indirgeme gücü, potasyum ferrisiyanür indirgeme yöntemi ile ölçülerek askorbik asit ile kıyaslanmıştır. Alkol ekstresinin 6 mg'ı, 0.865 indirgeme gücü göstermiştir ki bu miktar, 2 mg askorbik aside eşdeğerdir. Yenibahar yaprağı ekstresi, DPPH radikal süpürme aktivitesinde kademe kademe artış sergilemiştir. Bu aktivite, sentetik antioksidan BHT (IC₅₀ = 11 $\mu\text{g mL}^{-1}$) ile eşit seviyede olan 70 $\mu\text{g mL}^{-1}$ IC₅₀ değerini göstermiştir (Nayak ve ark., 2008).

P. dioica ile aynı familyadan olan *Psidium guajava* özütlerinden elde edilen gümüş nanopartikülleri morfolojik stabilite sergilemiş ve karşılaştırıldığında, bu nanopartiküller orta düzeyde (%68.1) antioksidan aktivite göstermiştir (Bar ve ark., 2021). Başka bir çalışmada yine *P. dioica* ile aynı familyadan olan *Callistemon lanceolatus* yaprakları kullanılarak sentezlenen gümüş oksit nanopartiküllerinin sulu süspansiyonu, doza bağlı DPPH radikal süpürme aktivitesi göstererek IC₅₀ değeri 62.12 $\mu\text{g mL}^{-1}$ olarak ortaya konmuştur (Ravichandran ve ark. (2016). *P. dioica* uçucu yağının, kitosan ve kitosan/k-karragenan mikroküreleri içinde enkapsülasyonunun antioksidan aktiviteleri inceleyen Dima ve ark. (2014) *P. dioica* uçucu yağı için IC₅₀ değeri (2.36±0.18 $\mu\text{g mL}^{-1}$), kitosan ve *P. dioica* uçucu yağı karışımı için IC₅₀ değeri (1.87±0.13 $\mu\text{g mL}^{-1}$), BHT için IC₅₀ değeri (4.47±0.11 $\mu\text{g mL}^{-1}$) ve askorbik asit için IC₅₀ değeri (4.20±0.17 $\mu\text{g mL}^{-1}$) belirlenmiştir.

Kuprik iyonu indirgeyici antioksidan kapasitesi sonuçları incelendiğinde *P. dioica* ve AgNP'nin aktivitelerinde konsantrasyona bağlı artış görülmüştür. AgNP'nin *P. dioica*'ya kıyasla daha yüksek CUPRAC aktivitesine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. *P. dioica*, AgNP ve BHT'nin CUPRAC aktiviteleri.

	Konsantrasyonlar ($\mu\text{g mL}^{-1}$)					
	10	20	40	60	80	100
<i>P. dioica</i>	0.075±0.0015	0.086±0.0021	0.098±0.0056	0.107±0.0015	0.114±0.0032	0.126±0.0025
AgNP	0.131±0.30	0.233±0.57	0.332±0.80	0.371±0.99	0.413±1.18	0.471±1.35
BHT	0.30±1.82	0.57±1.85	0.80±1.44	0.99±1.07	1.18±2.01	1.35±1.78

İçlerinde *P. dioica*'nın da bulunduğu otuz dokuz baharatın toplam antioksidan kapasiteleri, DPPH, ABTS ve CUPRAC deneyleri kullanılarak araştırılmıştır. Araştırılan baharatların ABTS süpürme aktiviteleri (askorbik asit eşdeğerine (AAE) göre), acı biberden ($1.42 \text{ mg AAE g}^{-1}$) karanfile ($112.94 \text{ mg AAE g}^{-1}$) kadar değişmektedir ve bu, yaklaşık 79 katlık bir farklılık göstermektedir. Yenibahar ($38.89 \text{ mg AAE g}^{-1}$) da güçlü ABTS süpürme kapasitesi sergilemiştir. CUPRAC deneyi sonuçlarına göre (Troloks eşdeğerine (TE) göre), en yüksek değerler karanfil için ($54.47 \text{ mg TE g}^{-1}$) ve tarçın için ($53.65 \text{ mg TE g}^{-1}$) elde edilmiştir, bunu ise yenibahar ($26.97 \text{ mg TE g}^{-1}$) takip etmiştir (Assefa ve ark., 2018).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yeşil sentez, nanopartikül üretiminde çevre dostu, ekonomik ve fizibilite açısından avantajlı olması nedeniyle, nano tıp, kataliz tıbbı, nano optoelektronik gibi geniş uygulama alanlarında büyük ilgi çekmektedir. Bu alan, bilim dünyasında hızla gelişen ve her geçen gün daha parlak bir geleceğe işaret eden yeni bir araştırma sahasıdır. Aromatik bir bitki olan *P. dioica*, güçlü antioksidan, antimikrobiyal ve antikanser gibi birçok biyolojik aktivitelere sahiptir. Yeşil sentez, karboksilik asitler, alkol, fenol, esterler, eterler, aldehitler, alkanlar ve proteinler gibi aktif bileşenlerin modifikasyonu ile farklı morfolojik özelliklere sahip nanopartiküller oluşturabilir. Yapılan bu çalışmada, *P. dioica* ile sentezlenen gümüş nanopartiküllerinin antioksidan aktiviteleri DPPH, ABTS ve CUPRAC testleri ile incelendiğinde *P. dioica* sulu ekstraktına kıyasla güçlü artış görülmüştür. Bu nanopartiküllerin biyolojik aktiviteleri üzerine bakteri suşları, hücre hatları ve hayvan modelleri üzerinde yapılan araştırmalar devam edecektir. Bu çalışmalar, sentezlenen nanopartiküllerin farmakolojik aktivitelerindeki farklılıkları anlamaya ve potansiyel biyomedikal uygulamalarını değerlendirmeye yardımcı olabileceğine sahiptir. *P. dioica* ile sentezlenen gümüş nanopartiküllerin biyolojik sistemlerle etkileşimleri üzerine yapılacak araştırmalar, nanoteknoloji tabanlı çözümlerin geliştirilmesi ve ilaç tasarımında yeni fırsatların keşfi için önemli bir temel oluşturabilir.

Teşekkür: Bu çalışmanın karakterizasyon analizlerine katkılarından dolayı Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi (MERLAB)'a ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Kimya Bölümünden Prof. Dr. Mustafa YILDIZ'a teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

İrem AKYOL  <http://orcid.org/0000-0005-7295-1555>

Merve DUMAN  <http://orcid.org/0000-0002-1178-5806>

Neslihan DEMİR  <http://orcid.org/0000-0002-2347-8344>

KAYNAKLAR

- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S. E. 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26), 7970-7981.
- Assefa, A. D., Keum, Y. S., Saini, R. K. 2018. A comprehensive study of polyphenols contents and antioxidant potential of 39 widely used spices and food condiments. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1548-1555.
- Banerjee, J. ve Narendhirakannan, R. T. 2011. Biosynthesis of silver nanoparticles from *Syzygium cumini* (L.) seed extract and evaluation of their in vitro antioxidant activities. *Dig J Nanomater Biostruct*, 6 (3), 961-968.
- Bar, F. M. A., Habib, M. M. A., El-Senduny, F. F., Badria, F. A. 2021. Cytotoxic activity of silver nanoparticles prepared from *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) and *Lawsonia inermis* L. (Lythraceae) extracts. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 20 (9), 1791-1799.
- Begum, M. Y., Alhamhoom, Y., Roy, A. 2021. Study of antimicrobial and DNA cleavage property of biocompatible silver nanoparticles prepared by using *Ficus carica* L. *Materials Research Innovations*, 25 (3), 147-154.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181 (4617), 1199-1200.
- Brieger, K., Schiavone, S., Miller Jr, F. J., Krause, K. H. 2012. Reactive oxygen species: from health to disease. *Swiss Medical Weekly*, 142 (3334), w13659-w13659.
- Butler, K. S., Peeler, D. J., Casey, B. J., Dair, B. J., Elespuru, R. K. 2015. Silver nanoparticles: correlating nanoparticle size and cellular uptake with genotoxicity. *Mutagenesis*, 30 (4), 577-591.
- Dharmadasa, R. M., Abeysinghe, D. C., Dissanayake, D. M. N., Abeywardhane, K. W., Fernando, N. S. 2015. Leaf essential oil composition, antioxidant activity, total phenolic content and total flavonoid content of *Pimenta dioica* (L.) Merr (Myrtaceae): A superior quality spice grown in Sri Lanka. *Universal Journal of Agricultural Research*, 3 (2), 49-52.
- Dima, C., Cotârlet, M., Alexe, P., Dima, S. 2014. Microencapsulation of essential oil of pimento [*Pimenta dioica* (L) Merr.] by chitosan/k-carrageenan complex coacervation method. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 22, 203-211.
- Doyle, B. J., Lawal, T. O., Locklear, T. D., Hernandez, L., Perez, A. L., Patel, U., Mahady, G. B. 2018. Isolation and identification of three new chromones from the leaves of *Pimenta dioica* with cytotoxic, oestrogenic, and anti-oestrogenic effects. *Pharmaceutical Biology*, 56 (1), 235-244.
- El Gizawy, H. A., Boshra, S. A., Mostafa, A., Mahmoud, S. H., Ismail, M. I., Alsouk, A. A., Al-Karmalawy, A. A. 2021. *Pimenta dioica* (L.) Merr. bioactive constituents exert anti-SARS-CoV-2 and anti-inflammatory activities: molecular docking and dynamics, in vitro, and in vivo studies. *Molecules*, 26 (19), 5844.
- Ghaffari-Moghaddam, M., Hadi-Dabanlou, R., Khajeh, M., Rakhshanipour, M., Shamel, K. 2014. Green synthesis of silver nanoparticles using plant extracts. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 31, 548-557.
- Gulbagca, F., Ozdemir, S., Gulcan, M., Sen, F. 2019. Synthesis and characterization of *Rosa canina*-mediated biogenic silver nanoparticles for anti-oxidant, antibacterial, antifungal, and DNA cleavage activities. *Heliyon*, 5 (12).
- Hasan, S. 2015. A review on nanoparticles: their synthesis and types. *Res. J. Recent Sci*, 2277, 2502.
- Iravani, S. 2011. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. *Green Chemistry*, 13 (10), 2638-2650.
- Jarquín-Enríquez, L., Ibarra-Torres, P., Jiménez-Islas, H., Flores-Martínez, N. L. 2021. *Pimenta dioica*: a review on its composition, phytochemistry, and applications in food technology. *International Food Research Journal*, 28 (5).
- Kharey, P., Dutta, S. B., Gorey, A., Manikandan, M., Kumari, A., Vasudevan, S., Gupta, S. 2020. *Pimenta dioica* mediated biosynthesis of gold nanoparticles and evaluation of its potential for theranostic applications. *Chemistry Select*, 5 (26), 7901-7908.
- Kim, S. S., Oh, O. J., Min, H. Y., Park, E. J., Kim, Y., Park, H. J., Lee, S. K. 2003. Eugenol suppresses cyclooxygenase-2 expression in lipopolysaccharide-stimulated mouse macrophage RAW264. 7 cells. *Life Sciences*, 73 (3), 337-348.
- Kumar, D., Kumar, P., Vikram, K., Singh, H. 2022. Fabrication and characterization of noble crystalline silver nanoparticles from *Pimenta dioica* leave extract and analysis of chemical constituents for larvicidal applications. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29 (2), 1134-1146.
- Li, X., Xu, H., Chen, Z. S., Chen, G. 2011. Biosynthesis of nanoparticles by microorganisms and their applications. *Journal of Nanomaterials*, 2011, 1-16.
- Loizzo, M. R., Sicari, V., Tenuta, M. C., Leporini, M. R., Falco, T., Pellicanò, T. M., Tundis, R. 2016. Phytochemicals content, antioxidant and hypoglycaemic activities of commercial nutmeg mace (*Myristica fragrans* L.) and pimento (*Pimenta dioica* (L.) Merr.). *International Journal of Food Science & Technology*, 51 (9), 2057-2063.

- Lorenzo-Leal, A. C., Palou, E., López-Malo, A. 2019. Evaluation of the efficiency of allspice, thyme and rosemary essential oils on two foodborne pathogens in in-vitro and on alfalfa seeds, and their effect on sensory characteristics of the sprouts. *International Journal of Food Microbiology*, 295, 19-24.
- Marzouk, M. S., Moharram, F. A., Mohamed, M. A., Gamal-Eldeen, A. M., Aboutabl, E. A. 2007. Anticancer and antioxidant tannins from *Pimenta dioica* leaves. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 62 (7-8), 526-536.
- McNeil, S. E. 2005. Nanotechnology for the biologist. *Journal of Leukocyte Biology*, 78 (3), 585-594.
- Morsy, N. F., Hammad, K. S. 2018. Volatile constituents, radical scavenging and cytotoxic activities of Mexican allspice (*Pimenta dioica* L. Merrill) berries essential oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21 (4), 859-868.
- Mousavi-Khattat, M., Keyhanfar, M., Razmjou, A. 2018. A comparative study of stability, antioxidant, DNA cleavage and antibacterial activities of green and chemically synthesized silver nanoparticles. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*, 46 (sup3), 1022-1031.
- Murali, V. S., Devi, V. M., Parvathy, P., Murugan, M. 2021. Phytochemical screening, FTIR spectral analysis, antioxidant and antibacterial activity of leaf extract of *Pimenta dioica* Linn. *Materials Today: Proceedings*, 45, 2166-2170.
- Nayak, Y., Abhilash, D., Vijaynarayana, K., Fernandes, J. 2008. Antioxidant and hepatoprotective activity of *Pimenta dioica* leaves extract. *Journal of Cell and Tissue Research*, 8 (3), 1571.
- Ozougwu, J. C. 2016. The role of reactive oxygen species and antioxidants in oxidative stress. *International Journal of Research*, 1 (8), 1-8.
- Padmakumari, K. P., Sasidharan, I., Sreekumar, M. M. 2011. Composition and antioxidant activity of essential oil of pimento (*Pimenta dioica* (L) Merr.) from Jamaica. *Natural Product Research*, 25 (2), 152-160.
- Pillai, R. R., Sreelekshmi, P. B., Meera, A. P. 2022a. Enhanced biological performance of green synthesized copper oxide nanoparticles using *Pimenta dioica* leaf extract. *Materials Today: Proceedings*, 50, 163-172.
- Pillai, R. R., Sreelekshmi, P. B., Meera, A. P., Thomas, S. 2022b. Biosynthesized iron oxide nanoparticles: cytotoxic evaluation against human colorectal cancer cell lines. *Materials Today: Proceedings*, 50, 187-195.
- Poinern, G. E. J., Chapman, P., Shah, M., Fawcett, D. 2013. Green biosynthesis of silver nanocubes using the leaf extracts from *Eucalyptus macrocarpa*. *Nano Bulletin*, 2 (1).
- Popescu, M., Velea, A., Lőrinczi, A. 2010. Biogenic production of nanoparticles. *Digest Journal of Nanomaterials & Biostructures (DJNB)*, 5 (4).
- Rajalekshmy, V. S., Manimekalai, V. 2019. Comparative phytochemical analysis of the leaves of two Myrtaceae members-*Pimenta dioica* (L.) Merril and *Syzygium aromaticum* (L.) Merril and Perry. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8 (3), 3043-3045.
- Rao, P. S., Navinchandra, S., Jayaveera, K. N. 2012. An important spice, *Pimenta dioica* (Linn.) Merrill: A review. *International Current Pharmaceutical Journal*, 1 (8), 221-225.
- Ravichandran, S., Paluri, V., Kumar, G., Loganathan, K., Kokati Venkata, B. R. 2016. A novel approach for the biosynthesis of silver oxide nanoparticles using aqueous leaf extract of *Callistemon lanceolatus* (Myrtaceae) and their therapeutic potential. *Journal of Experimental Nanoscience*, 11 (6), 445-458.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26 (9-10), 1231-1237.
- Resha Haneefa, K., Nafila, P. P., Servin Wesley, P., Akhila, P. K. 2022. Phytochemical Analysis of Leaf Extracts of *Pimenta dioica* (L.) and their in vitro Antioxidant and Cytotoxic Activity. *Research Journal of Biotechnology*, 17, 8.
- Sánchez-Zarate, A., Hernández-Gallegos, M. A., Carrera-Lanestosa, A., López-Martínez, S., Chay-Canul, A. J., Esparza-Rivera, J. R., Velázquez-Martínez, J. R. 2020. Antioxidant and antibacterial activity of aqueous, ethanolic, and acetonetic extracts of *Pimenta dioica* L. leaves. *International Food Research Journal*, 27 (5).
- Suárez, A., Ulate, G., Ciccio, J. 1997. Cardiovascular effects of ethanolic and aqueous extracts of *Pimenta dioica* in Sprague-Dawley rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 55 (2), 107-111.
- Wilson, L. 2016. Spices and flavoring crops: fruits and seeds.
- Zabka, M., Pavela, R., Slezakova, L. 2009. Antifungal effect of *Pimenta dioica* essential oil against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi. *Industrial Crops and Products*, 30 (2), 250-253.
- Zhang, L., L Lokeshwar, B. 2012. Medicinal properties of the Jamaican pepper plant *Pimenta dioica* and Allspice. *Current Drug Targets*, 13 (14), 1900-1906.

Detection of Cucumber Mosaic Virus (CMV) in Cucurbits by TaqMan Real-Time RT-PCR in Hakkari Province, Türkiye

Ayşenur BİLTEKİN¹ , Nevin AKDURA^{2*} 

¹Hakkari University, Department of Biology, Institute for Graduate Studies, Hakkari, Türkiye

²Hakkari University, Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Hakkari, Türkiye

* Corresponding Author: nevinakdura@hakkari.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.04.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 19.05.2024 Kabul Tarihi: 18.07.2024

ABSTRACT

Cucumber mosaic virus (CMV) is among the important viruses that can infect many crops. In 2022, this study was conducted in the Kırıkdağ, Otluca, and Merzan areas of the Hakkari province of Türkiye to investigate the presence of CMV in cucurbits exhibiting viral disease symptoms (yellowing, necrosis, mosaic, and deformity). A total of 50 samples; 7 watermelons (*Citrullus lanatus*), 3 melons (*Cucumis melo* L.), 17 cucumbers (*Cucumis sativus* L.), 8 zucchinis (*Cucurbita pepo* L.), 9 pumpkins (*Cucurbita moschata*), 2 gourds (*Lagenaria siceraria*) and 4 gherkins (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) were collected. The presence of CMV in the samples was investigated by TaqMan real-time RT-PCR using probes and primers specific to the 105 bp region of partial the coat protein gene of the virus. CMV-specific viral RNA was detected in 6 (12%) of the 50 samples analyzed. CMV was detected most commonly in the Otluca area and melon (33.3%) among cucurbit varieties. CMV agent was not detected in the samples collected from the Merzan area. The TaqMan real-time RT-PCR assay used in this study demonstrated that the method can be widely used for the general detection of CMV in a wide range of hosts. This is the first report on the detection of CMV in cucurbits in the Hakkari province of Türkiye.

Key words: Cucumber mosaic virus; cucurbits; TaqMan real-time RT-PCR; Hakkari

Hakkari İlinde Kabakgillerde TaqMan Real-Time RT-PCR ile Hıyar Mozaik Virüsü (CMV)'nün Tespiti

ÖZ

Hıyar mozaik virüsü (Cucumber mosaic virus; CMV) birçok ürünü enfekte edebilen önemli virüsler arasındadır. Bu çalışma, 2022 yılında Hakkari ili Kırıkdağ, Otluca ve Merzan alanlarında viral hastalık belirtileri (sararma, nekroz, mozaik ve şekil bozukluğu) gösteren kabakgillerde CMV varlığının araştırılması amacı ile yapılmıştır. Toplam 50 örnek; 7 karpuz (*Citrullus lanatus*), 3 kavun (*Cucumis melo* L.), 17 hıyar (*Cucumis sativus* L.), 8 kabak (*Cucurbita pepo*), 9 kabak (*Cucurbita moschata*), 2 su kabağı (*Lagenaria siceraria*) ve 4 acur (*Cucumis melo* var. *flexuosus*) toplanmıştır. Örneklerde CMV varlığı, virüsün kısmi kılıf protein geninin 105 bç bölgesine spesifik probalar ve primerler kullanılarak TaqMan real-time RT-PCR ile araştırılmıştır. Analizi yapılan 50 örneğin 6'sında (%12) CMV spesifik viral RNA tespit edilmiştir. CMV en sık Otluca alanında ve kabakgil çeşitleri arasında da kavunda (%33.3) tespit edilmiştir. Merzan'dan toplanan örneklerde CMV etmenine rastlanmamıştır. Bu çalışmada kullanılan TaqMan real-time RT-PCR testi, CMV'nin genel tespiti için bu yöntemin çok çeşitli konukçularda yaygın olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bu çalışma Türkiye'nin Hakkari ilinde kabakgillerde CMV'nin tespitine ilişkin ilk rapordur.

Anahtar kelimeler: Hıyar mozaik virüsü; kabakgiller; TaqMan real-time RT-PCR; Hakkari

INTRODUCTION

The Cucurbitaceae family includes most of the plant species used as human food (Lira Saade and Montes Hernández, 1994). Among the cucurbits in this family, watermelon (*Citrullus lanatus* L.), melon (*Cucumis melo* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.), and squash (*Cucurbita moschata* Duch., *Cucurbita pepo* L., and *Cucurbita maxima* Duch. ex Lam) are the most widely known crops worldwide (Andres, 2004; Simson, 2006). Cucurbits originated in the New World and Asia about 11.000 years ago and have recently been cultivated in Africa (Chomicki et al., 2020). There are about 125 genera and 960 species belonging to this family in tropical and temperate climatic regions of the world (Jeffrey, 2005). Various diseases that limit the production of cucurbit crops are caused by bacteria, fungi, viruses, and virus-like organisms. Approximately 60 viruses and virus-like disease agents have been identified. These include cucumber mosaic virus (CMV), squash mosaic virus (SqMV), zucchini yellow mosaic (ZYMV), watermelon mosaic 1 (WMV-1), watermelon mosaic 2 (WMV-2), cucurbit aphid-borne yellows (CABYV), tobacco mosaic virus (TMV) and papaya ringspot virus (PRSV) are among the major viruses damaging cucurbits (Kaya and Erkan, 2011; Lecoq and Desbiez, 2012; Karanfil, 2022).

CMV is a spherical virus belonging to the genus *Cucumovirus* in the family *Bromoviridae* and is a positive sense single-strand RNA (ssRNA) virus. The viral genome consists of three segments. The RNA1, RNA2, and RNA3 segments of the viral genome consist of approximately 3350, 3050, and 2200 nucleotides, respectively. RNA3 can also contain a fourth RNA (RNA4; ~1030 nucleotides). Another RNA structure related to CMV is RNA5, which is called satellite RNA (Kaper and Waterworth, 1981; Martelli and Quacquarelli, 1988). CMV isolates are divided into two subgroups (I and II) according to the genetic structure and nucleotide sequence similarity of their RNAs (Gallitelli, 2000; Hsu et al., 2000). According to the classification made in recent years, CMV isolates are classified as IA and IB in subgroup I (Roossinck, 2001). CMV is a virus with a wide host range that can infect 1200 plant species in more than 100 families (Zitter and Murphy, 2009; Jacquemond, 2012). Among its natural hosts, cucurbits, legumes (Fabaceae), and eggplants (Solanaceae) have been reported (Brunt et al., 1996). CMV has the largest host range in the world after tobacco mosaic virus (TMV) (Zitter and Murphy, 2009). CMV is non-persistently transmitted by more than 80 aphid species (Insecta: Hemiptera: *Aphidoidea*) (Francki et al., 1979; Racciah et al., 1985; Kaper and Waterworth, 1981; Palukaitis et al., 1992). *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, and *Acyrtosiphon pisum* are the most important aphids (Palukaitis et al., 1992; Grube et al., 2000). In addition to aphid transmission, CMV can also be transmitted from plant to plant by mechanical inoculation, grafting, and seeds of different plant species (Tomlinson and Carter, 1970; Neergaard, 1977; Zitter and Murphy, 2009). In cucurbits, CMV is one of the most important viral agents causing severe mosaic and deformities and causing economic losses (Harth et al., 2017). In plants infected with CMV, plant mortality can occur as a result of symptoms such as mosaic, fruit, and leaf deformities.

In this study, molecular detection of CMV agent in Hakkari province, where cucurbit crops are cultivated, was carried out by TaqMan real-time RT-PCR test. The prevalence and disease rate of CMV were determined in Kırıkdağ, Merzan, and Otluca areas where the samples were collected.

MATERIAL and METHODS

Field studies and sample collection

In 2022, in August-September, a survey was conducted in the Kırıkdağ, Otluca, and Merzan areas of Hakkari where cucurbit crops are cultivated and leaf samples were collected from cucumber, zucchini, watermelon, melon, pumpkin, gourd, and gherkin exhibiting symptoms such as yellowing, mosaic, deformity, and stunting. The samples were labelled with field information in polyethylene bags and transported to the laboratory in cool conditions and stored at 4°C until tested.

Total nucleic acid extraction

Total nucleic acid extraction was performed from leaf samples collected during the field study using a High Pure Viral Nucleic Acid Kit as specified in the manufacturer's (Roche, Germany) protocol.

Detection of CMV by TaqMan real-time RT-PCR

Probe and primers targeting the partial coat protein of the virus were used for CMV detection (Xu et al., 2022). Primer and probe sequences are given in Table 1. The reaction mixture for real-time RT-PCR analysis was performed using AgPath-ID™ One-Step RT-PCR kit (Thermo, USA). In the study, a 20 µl reaction mixture was prepared for each sample for real-time RT-PCR analysis. 2X RT-PCR buffer 10 µl, forward primer: 5'-GACAGTCCGTAAAGTTC-3' (20 µM) 0.4 µl, reverse primer: 5'-GATGCAGCGTACTGATAA-3' (20 µM) 0.4 µl, TaqMan probe: Texas Red-5'-TATCCGTTGCCGCATCTCT-3'-BHQ2 (20 µM) 0.4 µl, 25X RT-PCR enzyme mix 0.8 µl, RNA 3 µl and nuclease-free water 5 µl were used. Real-time RT-PCR analysis was performed using BIORAD CFX96

Real-Time System C1000 Touch. Amplification conditions were reverse transcription at 45°C for 10 minutes, and initial denaturation at 95°C for 10 minutes. The amplification step consisted of 40 cycles in total; 95°C for 15 seconds and 58.4°C for 45 seconds. In PCR optimization studies, CMV isolates previously found to have high absorption values in serological tests were used as positive control, and sterile nuclease-free water was used as negative control.

RESULTS and DISCUSSION

Field observation

General disease symptoms such as yellowing, mosaic, deformity, curling, and shrinking of leaves and necrotic spots were observed during surveys conducted in cucurbit growing areas in Merzan, Otluca, and Kırıkdağ of Hakkari province (Fig. 1).

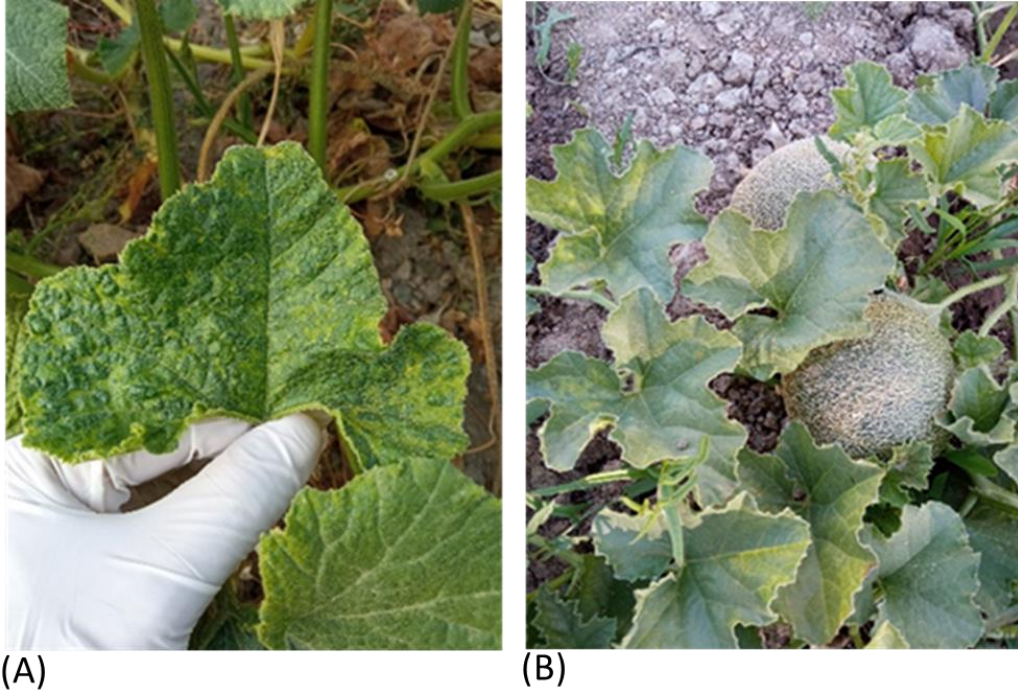


Figure 1. Symptomatic plants collected in the field survey from Hakkari province; (A) Cucumber, (B) Melon

In the survey study, 50 samples were collected from 15 fields shown in Table 1 from the cucurbit production areas of Hakkari Province. The distribution of cucurbits according to areas and varieties is given in Table 2.

Table 1. List of cucurbit samples collected from Hakkari province for TaqMan real-time RT-PCR

Number	Host	Location
1	Pumpkin	Kırıkdağ
2	Melon	Kırıkdağ
3	Gherkin	Kırıkdağ
4	Gourd	Kırıkdağ
5	Zucchini	Kırıkdağ
6	Cucumber	Kırıkdağ
7	Zucchini	Kırıkdağ
8	Cucumber	Kırıkdağ
9	Gourd	Kırıkdağ
10	Watermelon	Kırıkdağ
11	Watermelon	Kırıkdağ
12	Watermelon	Kırıkdağ
13	Pumpkin	Kırıkdağ
14	Watermelon	Kırıkdağ

15	Cucumber	Kırıkdağ
16	Watermelon	Kırıkdağ
17	Pumpkin	Kırıkdağ
18	Cucumber	Kırıkdağ
19	Pumpkin	Kırıkdağ
20	Cucumber	Kırıkdağ
21	Zucchini	Kırıkdağ
22	Zucchini	Kırıkdağ
23	Pumpkin	Kırıkdağ
24	Cucumber	Kırıkdağ
25	Gherkin	Kırıkdağ
26	Watermelon	Kırıkdağ
27	Cucumber	Kırıkdağ
28	Gherkin	Kırıkdağ
29	Watermelon	Kırıkdağ
30	Cucumber	Kırıkdağ
31	Cucumber	Kırıkdağ
32	Cucumber	Kırıkdağ
33	Pumpkin	Merzan
34	Melon	Merzan
35	Zucchini	Merzan
36	Zucchini	Merzan
37	Cucumber	Merzan
38	Cucumber	Merzan
39	Cucumber	Merzan
40	Pumpkin	Merzan
41	Zucchini	Merzan
42	Cucumber	Otluca
43	Cucumber	Otluca
44	Pumpkin	Otluca
45	Pumpkin	Otluca
46	Cucumber	Otluca
47	Gherkin	Otluca
48	Melon	Otluca
49	Cucumber	Otluca
50	Gherkin	Otluca

Table 2. Distribution of cucurbits collected from Hakkari province according to areas and hosts

Area	Watermelon	Melon	Cucumber	Zucchini	Pumpkin	Gherkin	Gourd	Total
Kırıkdağ	7	1	10	5	5	2	2	32
Merzan	-	1	3	3	2	-	-	9
Otluca	-	1	4	-	2	2	-	9
Total	7	3	17	8	9	4	2	50

Molecular detection

The presence of CMV-specific RNA was detected in 6 (12%) of the 50 cucurbit samples (samples numbered 15, 18, 20, 47, 48, 49) (Fig. 2). When the infected sample types were examined, it was determined that samples 15, 18, and 20 were cucumber varieties and collected from the Kırıkdağ, and samples 47, 48, and 49 were collected from the Otluca and were determined to be gherkin, melon and cucumber varieties, respectively. CMV was not detected in the samples collected from the Merzan area. The samples in which CMV was detected and Cq (Cycle quantification) values are given in Table 3.

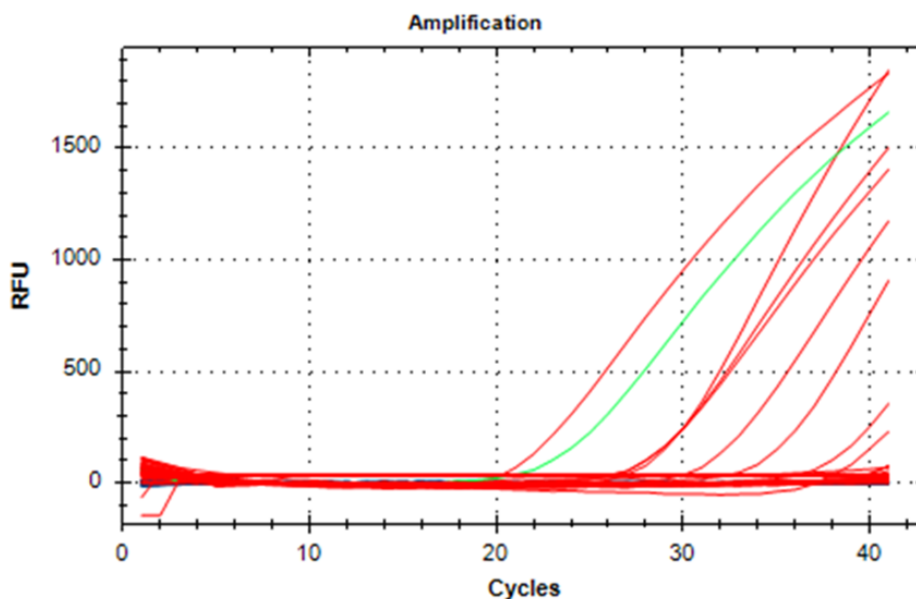


Figure 2. Result of TaqMan real-time RT-PCR analysis. Red: Amplification curves of samples 15, 18, 20, 47, 48, 49; Green: Positive control; Black: Negative control

Table 3. Cq values obtained from TaqMan real-time RT-PCR analyses of different plant samples collected from Hakkari province

No	Host	The collected field	Cq Value
15	Cucumber	Kırıkdağ	29.66
18	Cucumber	Kırıkdağ	26.62
20	Cucumber	Kırıkdağ	32.06
47	Gherkin	Otluca	25.63
48	Melon	Otluca	20.11
49	Cucumber	Otluca	25.88

In this study, the presence of CMV was detected in different hosts. Samples with a Cq value ≤ 32.06 were considered to be infected with CMV. The Cq value of the positive control was 17.53, but the Cq values of other samples considered positive could be higher. Three of the 32 samples tested from the Kırıkdağ and 3 of the 6 samples tested from the Otluca area were found to be infected with CMV. CMV infection was not detected in the Merzan (Table 4). According to the cucurbit plant varieties tested, CMV prevalence was found to be 25% in 4 gherkin plants, 21.4% in 14 cucumber plants, and 33.3% in 3 melon plants. It is worth noting that CMV infected regions are rare. CMV infected cucurbits are generally concentrated in Otluca. The CMV infection rate was generally low in cucurbit samples collected during this survey in Hakkari province.

Table 4. CMV infection rate in cucurbit samples collected from Hakkari province

Region	Samples tested	CMV infected samples	Infection rate (%)
Kırıkdağ	32	3	9,3
Merzan	12	-	-
Otluca	6	3	50
TOTAL	50	6	12

The CMV is one of the important plant viruses that can infect different host varieties. After being reported by Doolittle on cucumber plant in the USA in 1916, it has been reported in China, Iran, Tunisia, Brazil, Serbia, Syria, India, Nigeria, and Egypt (Francki et al., 1979; Brunt et al., 1996; Li et al., 2004; Bashir et al., 2006; Mnari-Hattab et al., 2008; Silveira et al., 2009; Vučurović et al., 2012; Mando et al., 2011; Jacquemond, 2012; Suresh et al., 2013; Ayo-John et al., 2014; Shehata et al., 2023).

Plant viruses have long been diagnosed by serological methods. The enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) method is preferred as a very useful method when the number of samples is large (Abdalla et al., 1991), but the ELISA method is not sensitive enough and it is necessary to produce antiserum for viruses in this test. In recent years, molecular techniques have been more widely used in the diagnosis of plant virus diseases. Using molecular methods, it is possible to detect viral DNA and RNA present directly in samples (Clementi et al., 1993). Since the majority of plant viruses have a single-stranded RNA genome, the reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) method has been used to identify a large number of viruses (Henson and French, 1993). However, real-time RT-PCR has the advantage over conventional PCR in that it is faster, more sensitive, and minimizes the risk of contamination in its application (Mackay, 2004).

CMV has been detected in various regions of Türkiye by serological and molecular detection methods. In many studies conducted in Türkiye, the presence of CMV has been detected in different hosts other than bulbous ornamental plants, greenhouse peppers, tobacco, spinach, tomatoes, and different cucurbits (Soylu, 2014; Can, 2019; Kurtoglu and Korkmaz, 2018; Daş, 2020; Günay and Usta, 2020; Papan, 2022; Sharma, 2023). The methods used in these studies are generally DAS-ELISA and RT-PCR methods. Among the studies conducted in cucurbits; cucurbit plants were collected from the Marmara region and tested serologically. CMV was detected at a rate of 52% in cucumber. It has been reported that CMV causes local and systemic infections in cucumber, squash, melon, and watermelon (Nogay and Yorgancı, 1984; 1985). It is seen that geographical location may affect the results in the investigation of CMV prevalence in our country. The CMV detection rate is quite high at 52%. Arlı-Sökmen and Şevik (2004) detected the region containing the coat protein gene of the CMV agent isolated from samples collected from cucumber production areas in Samsun province using the RT-PCR method. Yeşil (2013) collected 652 cucurbits, 92 seed, and 85 weed samples from cucurbit production areas of Konya, Karaman, and Aksaray provinces in 2009 and 2010. Using DAS-ELISA and RT PCR tests, viral infection was detected in 83.4% of the plant samples, 50.6% of the weed samples, and 8.7% of the seed samples. CMV was detected in 21.3% of the cucurbit plant samples and 1.1% of the seed samples tested. In this study, CMV was detected serologically and molecularly and CMV was detected at a higher rate than in our study. It is thought that this situation may be affected by geographical location. Hakkari province is isolated from nearby provinces due to its geographical location. CMV was detected in the cucumber plant in Diyarbakır province, which is geographically close to Hakkari province (Güller et al., 2024). In Antalya province and its districts, the presence of CMV was detected by serological and biological methods in 455 samples collected from greenhouse cucumber and zucchini production areas between 2014 and 2015. CMV was detected at 3.9% in cucumber samples and 6.35% in zucchini samples (Çat et al., 2016). In our study, CMV was detected at a higher rate of 21.4% in cucumber samples collected, while CMV was not detected in zucchini samples. Cucumber cultivation is more common in Hakkari province and the necessary measures to increase production are insufficient. Due to this situation, CMV rates have shown variability. Güller and Usta (2020) took samples from melon plants showing deformation, mosaic pattern, and vein banding on leaves in field studies conducted in Bingöl province in 2019 and tested by RT-PCR method and CMV was detected. Bingöl CMV isolates were grouped with CMV-IB subgroup isolates. Karanfil and Korkmaz (2021) collected 72 plant samples from cucurbit production areas for the detection of CMV infection in Çanakkale, Balıkesir, and Bursa provinces of the South Marmara Region and determined CMV infection in 10 samples by DAS-ELISA method. To perform molecular characterization of the CMV isolates obtained, 3 of the samples were selected according to their geographical origin, and all coat protein genes were amplified, cloned, and sequenced by RT-PCR. As a result of the phylogenetic analysis, it was determined that two of the CMV isolates were in subgroup IA and one was in subgroup IB. In this study, the molecular detection rate of CMV was 1.4%. The low rate of samples collected from different provinces suggests that there is crop production based on integrated pest management principles. In our country, studies on the detection of CMV by real-time RT-PCR are also very limited. Uzunoğulları and Gümüş (2015) collected a total of 235 tomato, pepper, cucumber, zucchini and gladiolus leaf samples from Çanakkale, Bursa, Yalova, İstanbul, Bilecik and Sakarya in June and July 2013. The samples were first analyzed by the DAS-ELISA method. 69% of the pepper samples, 87% of the tomato samples, 75% of the squash samples, 58% of the cucumber samples, and 69% of the gladiolus samples were found to be infected with CMV. They then compared the results of real-time RT-PCR, conventional RT-PCR analysis, and DAS-ELISA. In real-time RT-PCR analysis, they reported that CMV-positive gladiolus, pepper, tomato, zucchini, and cucumber samples gave a melting peak between 84.0-88.7°C while the negative control gave a melting peak at 76.0°C. In their study, real-time RT-PCR analysis was performed with the dye called Syber Green. In our study, the TaqMan probe was used.

Apart from our country, the CMV agent has also been detected in other countries, and precautions are being taken. Nagendran et al. (2017) conducted surveys in the southern Indian state of Tamil Nadu between 2012 and 2014 to determine the virus diseases infecting cucurbits. The collected plant samples were tested by classical PCR, RT-PCR, and DIBA (Dot Immuno Binding Assay) methods to detect CMV, PRSV, ZYMV, CGMMV, and

begomoviruses. CMV was detected at a rate of 5%. This rate is low compared to the rate of 12% in our study. Omar and Fadel (2022) found that the most common symptoms in naturally infected plants in Libya were severe mosaic, and mild mosaic in cucumbers, peppers, tomatoes, and eggplants, and tested samples with RT-PCR, suspecting that CMV caused these symptoms. One tomato and one cucumber sample were detected as CMV positive. As a result of phylogenetic analysis, a comparison of the CP sequences of two Libyan isolates obtained from tomato and cucumber plants with other isolates reported in the gene bank revealed that these isolates were clustered together in the same branch, but there was a higher genetic difference between the two Libyan isolates. Xu et al. (2022) developed a fast, effective, and sensitive detection method for the simultaneous detection and specific quantification of these viruses to prevent the emergence and spread of 5 viruses, including CMV, which are of worldwide importance in lilies (*Lilium* spp.). For the simultaneous detection of these viruses in Chinese lily samples, primers and probes for multiplex TaqMan real-time RT-PCR analyses designed from conserved regions of the coat protein sequence of each virus were used. In our study, Cq values increased as virus density decreased in cucurbits. This may be due to the evaluation of different hosts. Borah et al. (2023), squash plants showing symptoms such as chlorotic spots, mosaic, mottling, and leaf deformation were collected and analyzed for the presence of viruses using RT-PCR. Sequence similarity analysis and phylogenetic studies revealed that the isolated virus belonged to subgroup IB of CMV. Ali et al. (2023) in their study in Iraq, detected CMV isolates in cucumber and cowpea plants exhibiting mosaic, mottling, and leaf disorders in local fields in Baghdad province. CMV was characterized by RT-PCR. Phylogenetic analysis based on the CMV CP gene sequence clustered the Iraqi CMV isolate with members of subgroup IB. Nowadays, PCR is one of the most reliable and accurate methods for the diagnosis of plant virus diseases. Although the ELISA method is still used in the diagnosis of diseases, negative results in the ELISA test can turn into positive results with PCR. The studies are based on molecular detection of CMV and phylogenetic analysis of selected isolates.

CONCLUSION

CMV infection rate was generally low in cucurbit samples collected during this survey in Hakkari province. It is noteworthy that local seed use was common in the observed areas. Although there have been several attempts to detect the presence of CMV in Türkiye, this is the first report on the molecular detection of CMV in different hosts by TaqMan real-time RT-PCR in Hakkari. In conclusion, the TaqMan real-time RT-PCR assay demonstrated that the method can be widely used for the general detection of CMV in a wide range of hosts.

Acknowledgments: This study is Ayşenur BİLTEKİN's master's thesis and we would like to thank Hakkari University Graduate Education Institute and Scientific Research Projects Coordination Office. This study was financially supported by Hakkari University, Scientific Research Projects Coordination Office, with project number FM22LTP15.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author's Contributions: A.B. investigation, writing; N.A. investigation, writing, review, and editing.

AUTHOR ORCHID NUMBERS

Ayşenur BİLTEKİN  <http://orcid.org/0000-0003-3076-2463>

Nevin AKDURA  <http://orcid.org/0000-0001-6162-0500>

REFERENCES

- Abdalla, O. A., Desjardins, P. R., Dodds, J. A. 1991. Identification, disease incidence and distribution of viruses infecting peppers in California. *Plant Disease*, 75: 1019-1023.
- Ali, A. K., Ahmed, I. A., Al-Kuwaiti, N. A. 2023. Molecular of Cucumber Mosaic Virus Subgroup IB in Iraq. *Plant Protection*, 7(2), 289-294.
- Andres, T.C. 2004. The Cucurbit Network. <http://www.cucurbit.org>. <http://www.cucurbit.org/family.html>.
- Arlı-Sökmen, M., Şevik, M. A. 2004. Reverse transkriptaz-polimeraz zincir reaksiyon (RT-PCR) yöntemi kullanılarak hıyar mozayik virüsü enfeksiyonunun belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(3): 14-18. <https://doi/full/10.5555/20043205625>
- Ayo-John, E.I., Olorunmaiye, P. M., Odedara, O.O., Dada, O. B., Abiola, K. O., Oladokun, J. O. 2014. Assessment of field-grown cucurbit crops and weeds within farms in South West Nigeria for viral diseases. *Academic*

- Pres, Cluj-Napoca, Romania, *Notulae Scientia Biologicae*, 6(3): 321-325. <https://doi.org/10.15835/nsb639315>
- Bashir, N. S., Kalhor, M. R., Zarghani, S. N. 2006. Detection, differentiation and phylogenetic analysis of cucumber mosaic virus isolates from cucurbits in the northwest region of Iran. *Virus Genes*, 32(3): 277-288. <https://doi.org/10.1007/s11262-005-6912-2>
- Borah, M., Gowtham, K. R., Rupsanatan, M., Palash, D. N. 2023. Molecular characterization and Efficacy Study of Different Treatments Against Cucumber mosaic virus in Pumpkin (*Cucurbita moschata*). *Biological Forum-An International Journal*, 15(2): 1053-1063.
- Brunt, A. A., Crabtree, K., Dallwitz, M. J., Gibbs, A. J., Watson, L., Zurcher, E. 1996. Plant Virus Online. Descriptions and Lists from the Vide Database. <http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/>.
- Can, S. 2019. Akdeniz bölgesinde örtü altı biber üretim alanlarında hıyar mozaik virüsü (Cucumber Mosaic Virus, CMV)'nün saptanması ve karakterizasyonu, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Chomicki, G., Kiers, E. T., Renner, S. S. 2020. The evolution of mutualistic dependence. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 51, 409-432. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110218-024629>
- Clementi, M., Menzo, S., Bagnarelli, P., Manzin, A., Valenza, A., Varaldo, P.E. 1993. Quantitative PCR and RT-PCR in virology. *PCR methods and applications*, 2, 191-191.
- Çat, A., Yardımcı, N., Çulal Kılıç, H. 2016. Antalya İli ve İlçelerindeki Örtüaltı Hıyar (*Cucumis sativus* L.) ve Kabak (*Cucurbita pepo* L.) Üretim Alanlarında Viral Etmenlerin Saptanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1): 129-132. DOI: 10.19113/sdufbed.53635
- Daş, F. 2020. Adana ve Mersin illeri domates alanlarında hıyar mozaik virüsü (Cucumber mosaic virus, CMV) nün karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Doolittle, S. P. 1916. A new infectious mosaic disease of cucumber. *Phytopathology*, 6(2), 145-147.
- Francki, R. I. B., Mossop D. W., Hatta, T. 1979. Cucumber mosaic virus. CMI/AAB Description Viruses No. 213: 6p.
- Gallitelli, D. 2000. The ecology of Cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. *Virus Research*, 71: 9-21. [https://doi.org/10.1016/S0168-1702\(00\)00184-2](https://doi.org/10.1016/S0168-1702(00)00184-2)
- Grube, R. C., Zhang, Y., Murphy, J. F., Loayza-Figueara, F., Lackney, V. K., Providenti, R., Jahn, M. K. 2000. New Source of Resistance to Cucumber mosaic virus in *Capsicum frutescens*. *Plant Disease*, 84: 885-891. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.8.885>
- Güller, A., Usta, M. 2020. Occurrence of Cucumber mosaic cucumovirus and Watermelon mosaic potyvirus on Melon exhibiting viral symptoms in Bingöl province of Turkey and Their Phylogenetic Affinities. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4): 948-958. <https://doi.org/10.30910/turkjans.740195>
- Güller, A., Demirel, S., Usta, M., Korkmaz, G. 2024. Genetic Diversity of Cucumber mosaic virus in Cucumber Plants Grown in Diyarbakır. *Turkish Journal of Nature and Science*, 13(1):1-6.
- Günay, A., Usta, M. 2020. First Investigation of Five Tobacco Viruses using Pcr Based Methods In Tobacco Plants Grown In Adıyaman Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29, 11624–11632.
- Henson, J. M., French, R. 1993. The polymerase chain reaction and plant disease diagnosis. *Annual Rev. Phytopathology*, 31: 81-109.
- Harth, J. E., Simmons, H. E., Stephenson, A. G. 2017. Vertical infection of Zucchini yellow mosaic virus via pollen transmission occurs at a lower frequency than ovule transmission. *European Journal of Plant Pathology*, 147(3): 717-720. <https://doi.org/10.1007/s10658-016-1024-5>
- Hsu, H. T., Barzuna, L., Hsu, Y. H., Bliss, W., Perry, K. L. 2000. Identification and Subgrouping of Cucumber Mosaic Virus with Mouse Monoclonal Antibodies. *Phytopathology*, 90, 615- 620. <https://doi.org/10.1094/PHTO.2000.90.6.615>
- Jacquemond, M. 2012. Cucumber Mosaic Virus, *Advances in Virus Research*, 84, 439–504. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394314-9.00013-0>
- Jeffrey, C. 2005. A new system of Cucurbitaceae. *Botanicheskii Zhurnal*, 90: 332-335.
- Kaper J. M., Waterworth H. M. 1981. Cucumoviruses. *Hand Book of Plant Virus Infections*, 257-263.
- Karanfil, A., Korkmaz, S. 2021. Güney Marmara Bölgesi kabakgil üretim alanlarında cucumber virus enfeksiyonunun tespiti ve kılıf protein gen diziliminin filogenetik analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(2), 239-246. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.682293>
- Karanfil, A. 2022. Marmara Bölgesi Kabak Üretim Alanlarında Tobacco Mosaic Virus İzolatlarının Yaygınlığı ve Moleküler Karakterizasyonu. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(2), 163-170. <https://doi.org/10.28979/jarnas.981619>
- Kaya, A., Erkan, S. 2011. İzmir, Aydın, Manisa ve Balıkesir İllerinde üretilen kabakgillerdeki viral etmenlerin tanılanması ve yaygınlıklarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 51(4): 387-405.

- Kurtoğlu, A., Korkmaz, S. 2018. Çanakkale İli Ispanak Üretim Alanlarındaki Hıyar Mozaik Virüsü (Cucumber Mosaic Virus; CMV) Enfeksiyonunun Belirlenmesi ve Moleküler Karakterizasyonu. *J. Turk. Phytopath.*, 47(2): 43-51.
- Lecoq, H., Desbiez, C. 2012. Virus of cucurbit crops in the Mediterranean Region: an ever-changing picture. In: Loebenstein, G., Lecoq, H. (Eds.), *Viruses and Virus Diseases of Vegetables in the Mediterranean Basin. Adv. Virus Res.*, 84. Elsevier, USA, 67-126. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394314-9.00003-8>
- Li, S., Wang, H. Huo, Z. Pang, J. 2004. Detection of main casual virus in cucumber by RT-PCR. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 19(3): 100-102.
- Lira-Saade, R., Montes-Hernandez, M. 1994. Cucurbits (Cucurbita spp.). In J. Hernando Bermejo, J. Leon (Eds.), *Neglected crops: 1492 from a different perspective, plant production and protection 26* (pp. 63–77). Rome, Italy: FAO.
- Mackay, I. M. 2004. Real-time PCR in the microbiology laboratory. *Clinical microbiology and infection*, 10(3): 190-212.
- Mando, M. J., Kasem, A. A. H., Al-Chaab, S., Kumari, S. G., Turina, M. 2011. Survey of some mosaic viruses on cucurbits in Syria and molecular detection of Zucchini yellow mosaic virus. *Arab Journal of Plant Protection*, 29(1): 14-20.
- Martelli, G. P., Quacquarelli, A. 1988. The Present Status of Tomato and Pepper Viruses. *ACTA Horticulture*, 127: 39-64. DOI: 10.17660/ActaHortic.1983.127.3
- Mnari-Hattab, M., Jebari, H., Zouba, A. 2008. Identification and distribution of viruses responsible for mosaic diseases affecting cucurbits in Tunisia. *Bulletin OEPP/EPPO*, 38(3): 497-506. DOI: 10.1111/j.1365-2338.2008.01269.x
- Nagendran, K., Mohankumar, S., Aravintharaj, R., Balaji, C. G., Manorenjitham, S. K., Singh, A. K., Rai, A. B., Singh, B., Karthikeyan, G. 2017. The occurrence and distribution of major viruses infecting cucurbits in Tamil Nadu State, India. *Crop Protection*, 99, 10-16.
- Neergaard, P. 1977. Seed-borne viruses. Chapter 3 in "seed Pathology, vol. I." Macmillan Press, London, and Madras, 839 p. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.006>
- Nogay, A., Yorgancı, Ü. 1984. Investigations on the identification, seed transmission and host range of viruses infecting the culture plants in the Cucurbitaceae in Marmara region. 1. The identification of viruses infecting cucurbits in Marmara region. *Journal of Turkish Phytopathology*, 13(1): 9-27.
- Nogay, A., Yorgancı, Ü. 1985. Investigations on the identification, seed transmission, and host range of viruses infecting the culture plants in the Cucurbitaceae in Marmara region. 2- The seed transmissibilities and cucurbit hosts of CMV and WMV-2 isolated from the culture plants in the Cucurbitaceae. *Journal of Turkish Phytopathology*, 14(1): 9-16.
- Papan, A. N. 2022. Bandırma yöresinde salçalık domates yetiştirilen alanlarda Hıyar mozaik virüsü (Cucumber mosaic virus, CMV)' nün saptanması ve karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96s, Adana.
- Omar, S. M., Fadel, S. F. 2022. Molecular Characterization of Cucumber mosaic virus (CMV) local isolates in Libya. *Libyan Journal of Basic Sciences (LJBS)*, 18: 93-105.
- Palukaitis, P., Rossinck, M. J., Dietzgen, R. G., Francki, R. I. B. 1992. Cucumber mosaic virus. *Advances in Virus Research*, 41: 281-348. DOI: 10.1016/s0065-3527(08)60039-1
- Raccah, B., Galon, A., Eastop, V. F. 1985. The role of flying aphid vectors in the transmission of cucumber mosaic virus and potato virus to peppers in Israel. *Ann. Appl. Biol.*, 106: 451-460. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1985.tb03135.x>
- Roossinck, M. J. 2001. Cucumber mosaic virus, a model for RNA virus evolution. *Molecular Plant Pathology*, 22: 59-63. <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2001.00058.x>
- Sharma, S. 2023. Domateste Cucumber mosaic virus (CMV)'un Biyolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Shehata, W. F., Iqbal, Z., Abdelbaset, T. E., Saker, K. I., El Shorbagy, A. E., Soliman, A. M., Sattar, M. N., El-Ganainy, S. M. 2023. Identification of a Cucumber Mosaic Virus from Cucurbita pepo on New Reclamation Land in Egypt and the Changes Induced in Pumpkin Plants. *Sustainability*, 15(12): 9751. <https://doi.org/10.3390/su15129751>
- Silveira, L. M., Queiroz, M. A., Lima, J. A. A., Nascimento, A. K. Q., Lima Neto, I. S. 2009. Serological survey of virus in cucurbit species in the Lower Middle São Francisco River Basin, Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 34(2): 123-126. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762009000200008>
- Simson, M. G. 2006. Plant Systematics. Elsevier Academic Pres., ISBN: 978-0-12-644460-9, 599. California, USA.

- Soylu, B. 2014. Çanakkale ili Ev Bahçelerinde Yetiştirilen Soğanlı Süs Bitkilerinde Hıyar Mozaik Virüsü'nün Serolojik ve Moleküler teşhisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Suresh, L. M., Malathi, V. G., Shivanna, M. B. 2013. Serological diagnosis and host range studies of important viral diseases of a few cucurbitaceous crops in Maharashtra, India. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46(16): 1919-1930. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.780841>
- Tomlinson, J. A., Carter, A. L. 1970. Studies on the seed transmission of cucumber mosaic virus in chickweed (*Stelaria media*) in relation to the ecology of the virus. *Annals of Applied Biology*, 73: 293-298. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1970.tb04617.x>
- Uzunoğulları, N., Gümüş, M. 2015. Marmara Bölgesi'nde bazı kültür bitkilerinde doğal enfeksiyona neden olan Hıyar mozaik virüsü (Cucumber mosaic virus, CMV)'nün tespiti. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16(1): 9-15.
- Vučurović, A., Bulajic, A., Stankovic, I., Ristic, D., Berenji, J., Jovic, J., Krstic, B. 2012. Nonpersistently aphid-borne viruses infecting pumpkin and squash in Serbia and partial characterization of Zucchini yellow mosaic virus isolates. *European Journal of Plant Pathology*, 133(4): 935-947. <https://doi.org/10.1007/s10658-012-9964-x>
- Yeşil, S. 2013. Konya, Karaman ve Aksaray illeri kabakgil ekim alanlarında görülen virüs hastalıklarının serolojik ve moleküler yöntemlerle tespiti ve enfeksiyon kaynaklarının belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- Xu, L., Song, M., Ming, J. 2022. Application of Multiplex TaqMan Real-Time PCR Assay in Survey of Five Lily Viruses Infecting *Lilium* spp. *Agronomy*, 12, 47. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010047>
- Zitter, T. A., Murphy, J. F. 2009. Cucumber mosaic. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0518-01.

Türkiye’de Uygulanan Basınçlı Sulama Yöntemleri Destek Programının Ankara İli İçin Etki Değerlendirmesi

Belgin YILMAZ¹ , Ramazan TOPAK^{2*} 

¹Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Ankara

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

*Sorumlu Yazar: rtopak@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.03.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 18.04.2024 Kabul Tarihi: 23.05.2024

ÖZ

Bu çalışma, ülkemizde 2006 yılında başlatılan ve halen devam eden basınçlı sulama yöntemleri mali destek programının Ankara ilindeki etkisini değerlendirmek için yürütülmüştür. Bu kapsamda, devletçe sağlanan hibe ve sübvansiyonlu kredi destekleri ile ilgili veriler ilgili kurumlardan temin edilmiştir. Basınçlı sulama desteklerinin amacına ne denli hizmet ettiğini değerlendirmek için Ankara ilinde çiftçi görüşleri alınmıştır. Bu amaçla, Ankara’da sulu tarımın yoğun olarak yapıldığı 10 ilçe pilot alan olarak seçilmiş ve bu alanda basınçlı sulama yapan 250 çiftçi ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması ile destek uygulamasının basınçlı sulama yönteminin yaygınlaşmasına, su tasarrufuna, gübre kullanımına, ürün verimine ve çiftçi gelirine etkisi ile çiftçilerin programa ilişkin izlenimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, uygulamanın başlangıcı ve günümüze kadarki döneme ilişkin basınçlı sulama sistemi sayıları ve ürün verim değerleri ilgili kurumlardan temin edilerek, anket sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, basınçlı sulamaya sağlanan hibe ve düşük faizli kredi destekleri toplamı olarak Ankara ili genelinde 8603 çiftçiye yaklaşık 241 milyon TL kaynak sağlanmıştır. Programın uygulamada olduğu 2006-2021 döneminde, basınçlı sulama sistemleri Ankara ili genelinde %61.44 oranında artış göstermiştir. Ayrıca, Ankara bölgesinde bu desteği alan çiftçilerin %15’inin ilk kez basınçlı sulamaya geçiş yaptığı belirlenmiştir. Söz konusu 2006-2021 döneminde, Ankara bölgesinde bazı ürünlerin verimlerinde artış olduğu hem çiftçi görüşleri ve hem de kurum verileri ile ortaya konarken, çiftçilerin büyük çoğunluğu basınçlı sulama yöntemi ile önemli ölçüde su tasarrufu sağlandığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, görüşü sorulan çiftçilerin hemen hemen tamamı basınçlı sulama destek programının devam etmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Anahtar kelimeler: Ankara, Basınçlı sulama destekleri, Hibe desteği, Sübvansiyonlu kredi

Impact Evaluation for Ankara Province of Pressurized Irrigation Methods Support Program Implemented in Turkey

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the impacts of financial support program supplied for pressurized irrigation methods implemented since 2006 on Ankara region of Türkiye. In this context, data regarding grants and subsidized credit supports provided by the state were obtained from relevant institutions. In order to evaluate how well pressurized irrigation supports serve their purpose, farmers' opinions were taken in Ankara. For this purpose, 10 districts in Ankara where irrigated agriculture is intensively practiced were selected as pilot areas and a face-to-face survey was conducted with 250

farmers who use pressurized irrigation in this area. In this survey, it was tried to determine the effect of the support program on the widespread use of pressurized irrigation method, water saving, fertilizer use, product yield and farmer income, and farmers' impressions about the program. In addition, for the 2006-2021 period, the numbers of pressurized irrigation systems and crop yield values were obtained from relevant institutions and evaluated together with the survey results. According to the research results, a total of 241 million TL was provided to 8603 farmers throughout Ankara province with the support program. During the 2006-2021 period, pressurized irrigation systems increased by 61.44% throughout Ankara province. Additionally, it was determined that 15% of the farmers receiving this support in the Ankara region switched to pressurized irrigation for the first time. During the said period, in the Ankara region, both official records and farmers' opinions showed that there was an increase in the yield of some plants. Furthermore, the majority of farmers reported that significant water savings were achieved with the pressurized irrigation method. As a result, farmers want the pressurized irrigation support program to continue.

Keywords: Ankara, Pressured-irrigation systems supports, Government grant, Subsidized credit.

GİRİŞ

Türkiye’de ilk defa 2006 yılında tarım kanunu çıkarılmış ve bu kanunla tarımın desteklenmesi yasal bir çerçeveye kavuşmuştur. Ülkemizde, özellikle bu tarihten sonra tarımsal desteklere önem verilmiş olup; kırsal alanların kalkınması, tarım sektörünün geliştirilmesi ve desteklenmesi için politikalar üretilmiştir. Bu tarihten günümüze kadar geçen süreçte; dokuzuncu (2007-2013) ve onuncu (2014-2018) kalkınma planlarında tarımsal desteklere yönelik politikalar uygulamıştır (Gürçam ve Aydın, 2019). Benzer şekilde on birinci (2019-2023) kalkınma planında da destekleme politikaları yer almış ve destek uygulaması farklı araçlar yardımıyla sürdürülmüştür.

Tarımın desteklenmesi kapsamında; sulamada basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımını yaygınlaştırarak, sulama suyu, enerji ve gübre gibi üretim girdilerinin aşırı kullanımını önlemek, toprak ve su kaynaklarımızın kalite ve miktar açısından korunmasına yardımcı olmak, üretimde kalite ve verimin arttırılmasına katkıda bulunmak ve işgücü ihtiyacının azaltılması amacıyla basınçlı sulama sistemleri destekleme kapsamına alınmıştır. Su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması kapsamında devlet 2004 yılında düşük faizli kredi ve 2006 yılında hibe desteklerini başlatmış ve uygulama günümüzde de devam etmektedir. Sübvansiyonlu krediler Ziraat Bankası A.Ş. ve Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri aracılığı ile yürütülmektedir. Basınçlı sulamaya sübvansiyonlu kredi uygulaması, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen ve yayımlanan Ziraat Bankası A.Ş. ve Tarım Kredi Kooperatiflerince “Tarımsal Üretime Dair Düşük Faizli Yatırım ve İşletme Kredisi Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esasları Tebliği” kapsamında yürütülmektedir. Basınçlı sulama sistemlerine %50 hibe desteği Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Basınçlı sulamaya hibe desteği uygulaması, “Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı” kapsamında gerçekleştirilmektedir.

Su kaynaklarının verimli kullanımı açısından, tarımsal sulamada basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımı büyük önem arz etmektedir. Basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımı konusunda, ICID (2019)’de bildirildiğine göre, İsrail ve Birleşik Krallık’da sulanan tarım alanlarının hemen hemen tamamına yakını, Ukrayna’da %87’si, Rusya’da %56’sı, Brezilya’da %77’si, İspanya’da %74’ü, İtalya %57’si, ABD’de %57’si ve Türkiye’de ise %38’i basınçlı sulama yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda Çevik ve ark (2000), dünyadaki gelişmiş ülkelerdeki su uygulama randımanı değerlerinin yüksek olduğunu, yüzey sulamada en az %60-70, yağmurlamada en az %70-75 ve damla sulamada ise en az %80-90’lara ulaştığına dikkat çekmiştir. Ülkemizin topografik yapısı, tarım alanları varlığı ve su kaynakları potansiyeli dikkate alındığında, tarım alanlarımızın sulanmasında basınçlı sulama sistemlerinin uygulanmasının daha uygun olduğu bilinmektedir. Basınçlı sulama sistemleri, suyun tasarruflu kullanımını sağlayarak hem su kaynaklarının korunmasına ve hem de sulama kaynaklı çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Türkiye’de tarım, su kullanıcı sektörler içerisinde, 2022 yılı verilerine göre yaklaşık %77’lik payı ile en büyük su kullanıcısıdır ve ülkemiz geneli için sulama randımanı %50 seviyesindedir (Anonim, 2023). Ülkemiz için yakın bir gelecekte tarımın payının %64’e azaltılması hedeflenmiş durumdadır. Ülkemizin tarımsal alan büyüklüğü ve nispeten kısıtlı su kaynakları potansiyeli ve düşük sulama randımanı göz önüne alındığında; tarımsal sulamada verimliliği ve etkinliği sağlayıcı araçlar ile teknolojinin kullanımı ülkemizin öncelikli hedefleri arasında yer almış durumdadır. Bu bağlamda;

mevcuttaki sulama şebekelerinin borulu şebekeye dönüştürülmesi ve yenilerinin borulu şebeke yapılmasına hız verilmiş olup, günümüzde DSİ'ce sulamaya açılan alanların %33'ü borulu sulama şebekesine kavuşmuş durumdadır (Anonim, 2024b). Yine benzer şekilde basınçlı sulama yöntemlerinin yaygınlaşması devletin destek programı kapsamına alınmış olup, 2022 yılı sonu itibari ile DSİ'ce sulamaya açılan alanların %41'i basınçlı sulama yöntemleriyle sulanır hale gelmiştir (Anonim, 2024b). Bu çalışmalara ilave olarak; çiftçi bazında basit ve uygulanabilir bitki sulama programlarının devreye alınması vazgeçilmezdir. Ancak bu şartlarda sulama suyu kayıpları azaltılarak sulama randımanı artırılabilir. Bu da, sektörel su kullanımında tarımın payını azaltacaktır.

Türkiye'de tarımın desteklenmesi kapsamında basınçlı sulamaya devletçe 2006 yılında hibe ve 2004 yılında da düşük faizli kredi şeklinde destekler başlatılmış ve halen devam etmekte olan bu programın amaca ne ölçüde hizmet ettiği izlenmeye ve değerlendirilmeye ihtiyacı vardır. Bu güne kadar söz konusu destek programının sonuçlarının kısmi olarak ele alındığı birkaç araştırma (Çetin ve ark, 2010; Demircioğlu ve Çakmak, 2016; Çakmak ve Avcı, 2017; Yolal ve Değirmenci, 2020) yapıldığı görülmekte ve bu çalışmalarda da; bu destek programı uygulamasından çiftçilerin her yönüyle memnun oldukları görülmekte, ancak destek sistemine sadece finans temini olarak bakılması ve çiftçilere teknik destek ve eğitim hizmeti verilemiyor olması nedenleriyle, uygulamanın temel felsefesine tam manasıyla hizmet edilemediği bildirilmektedir. Sulama sistemi tesis edildikten sonra tarımsal açıdan teknik elemanlar tarafından sistemin işletimi izlenmemektedir. Bu durumda özellikle tarla düzeyinde görülen bazı sorunlar tespit edilememekte ve dolayısıyla da çözüme kavuşturulamamaktadır. 2006 yılından beri destek sistemi faaliyette olmasına rağmen, kaç hektar alana hizmet edildiği, bu alanlarda hangi ürünlerin yetiştirilmiş olduğu, birim alandan ne kadar verim alındığı, basınçlı sulama sisteminin su kullanımına ve verime etkisinin ne kadar olduğu gibi sorulara cevap bulunamamaktadır (Demircioğlu ve Çakmak, 2016). Çünkü devletçe mali açıdan bir izleme yapılmakta, ancak uygulamanın temel nedeni olan çevresel etkilerin azaltılması ile bitkisel üretime katkısı konularında izleme ve değerlendirme sistemi uygulanmamaktadır. Bu çalışmada devletçe basınçlı sulama sistemlerine uygulanan hibe ve sübvansiyonlu kredi destek programının Ankara ilinde oluşturduğu etkinin analizi yapılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Ankara, İç Anadolu Bölgesinin kuzey kısmında yer almaktadır. Yaklaşık 2 563 200 hektarlık bir yüz ölçüme (Anonim, 2022a) sahip olan Ankara'nın deniz seviyesinden yüksekliği 890 m'dir. Ankara ili konum olarak 38° 40' ve 40° 45' kuzey enlemleriyle, 30° 50' ve 33° 53' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ankara ili, geniş bir alana sahip olduğu için, iklim olarak yer yer farklılıklar görülür. Güney kesimde step iklimi, kuzey kesimde ise yağışlı ve ılıman Karadeniz iklimi hakimdir. Ankara ilinin yazları sıcak, kışları ise soğuktur. Ankara ilinde, uzun yıllar (1927-2022) ortalaması olarak yıllık toplam yağış 391.1 mm, sıcaklık 12 °C ve günlük güneşlenme süresi 6.7 saattir. Yıllık yağışın miktarının 120 mm'si kış, 132 mm'si bahar, 63 mm'si yaz ve 76 mm'si sonbahar mevsiminde düşmektedir (Anonim, 2024a). Yıllık yağış miktarı ve mevsimsel dağılışına bakıldığında, Ankara bölgesinde tarımsal üretim için sulamanın nedeni önemli olduğu görülmektedir.

Ankara ili yüzölçümü bakımından, Konya ve Sivas illerinden sonra Türkiye'nin üçüncü büyük ilidir (Anonim, 2022b). Tarım alanı büyüklüğü bakımından ise Konya'dan sonra Türkiye'nin ikinci büyük ilidir ve il yüzölçümünün yaklaşık olarak %45'ini tarım alanları oluşturmaktadır (Anonim, 2022c). Ankara ilinde ova grubunda olup, koruma altında olan toplam 207447 hektar büyüklüğünde 12 önemli ova bulunmaktadır (Anonim, 2022a). İlin sulama suyu kaynaklarını yerüstü ve yeraltı su kaynakları oluşturmaktadır. Yerüstü sulama suyu kaynakları, Kızılırmak ve Sakarya nehirleri ile Çubuk Çayı, Ova, Kirmir, İncesu ve İnözü çayları ile diğer irili ufaklı çok sayıdaki dere ve çaylardan oluşmaktadır. Ankara ilinin su potansiyeli kaynağına göre Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 verilerine göre, Ankara'nın 5.43 milyar m³'ü yerüstü, 286 milyon m³'ü yeraltı olmak üzere, toplamda 5.72 milyar m³/yıl su potansiyeli mevcuttur. Bu verilere göre, su kaynakları potansiyelinin çok büyük bir bölümü (%94.7) yerüstü kaynaklardan oluşmaktadır. Toplam su kaynakları potansiyelin yaklaşık olarak 500 milyon m³'ünün tarımda kullanıldığı, bu miktarın ise 434.5 milyon m³'ünün yerüstü su kaynaklarından ve 65.5 milyon m³'ünün de yeraltı su kaynaklarından temin edildiği bilinmektedir. Bu durumda, toplam su potansiyelinin %9'unun tarımda kullanıldığı anlaşılmaktadır (Anonim, 2015).

Çizelge 1. Ankara ilinin su kaynakları potansiyeli ve tarımsal kullanımı

Su kaynağı	Su potansiyeli (milyar m ³ /yıl)	Sulamada kullanılan miktar (milyon m ³ /yıl)	Sulamada kullanım oranı (%)
Yerüstü	5.43	434.5	8
Yeraltı	0.29	65.5	23
Toplam	5.72	500	9

Anonim (2022d)'den alınan verilere göre Ankara ilinde 14 341 ruhsatlı çiftçi kuyusu ile tahmini olarak 142 680 hektar tarım alanı sulanmaktadır. Ankara ili sulaması ile ilgili bir değerlendirme yapmak gerekirse, Ankara ilinde 33242 hektarı sulama örgütleri, 505 hektarı Polatlı Tarım İşletmesi Müdürlüğü ve 142680 hektarı ruhsatlı kuyulardan yapılan halk sulamaları olmak üzere toplam 176 427 hektar tarım arazisi sulanmaktadır.

Çalışma için gerekli olan verilerin bir kısmı, ilgili kamu kurumları, özel kurumlar ve üretici örgütlerinden resmi yazı, kurum e-postası yoluyla ya da kurum/kuruluş internet sitelerinden, bir bölümü de çiftçilerden temin edilmiş olup, çiftçi bilgileri bilgi toplama formu aracılığı ile temin edilmiştir. Basınçlı sulama hibe destekleri ile yararlanan çiftçi verileri, Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nden e-posta yoluyla temin edilmiştir. Çiftçilerin kullandığı basınçlı sulama kredi destekleri ile faydalanan çiftçi sayılarına ilişkin bilgiler, Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri Ankara Bölge Birliği ile Ziraat Bankası Genel Müdürlüğü'nden e-posta yoluyla sağlanmıştır. Bu verilerden, hem Türkiye geneli hem de Ankara için yıllar bazında destek tutarının, yararlanan çiftçi sayısına bölümüyle, çiftçi başına ortalama destek tutarı hesaplanmıştır.

Türkiye'de 2006 yılından beri devam eden basınçlı sulama hibe ve düşük faizli kredi destekleri kapsamında Ankara bölgesi çiftçilerinin genel görüşleri ile özel de ise basınçlı sulama desteklerinin bölgede oluşturduğu etki analizinin değerlendirilmesi amacıyla, kurum/kuruluşların resmi verilerine ek olarak, bölge çiftçileriyle yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması, Ankara'da sulu tarımın yoğun olarak yapıldığı, buna bağlı olarak da, sulama desteklerinden faydalanan çiftçi sayısının fazla olduğu Ayaş, Beypazarı, Çankaya, Evren, Gölbaşı, Gündül, Haymana, Polatlı, Sincan ve Şereflikoçhisar ilçeleri'nden oluşan pilot alanda yürütülmüştür. Bu alanda basınçlı sulama yapan 250 çiftçi ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Çiftçiler, Kartopu Yöntemiyle belirlenmiştir. Kartopu örnekleme, popülasyon içerisinden bir birleriyle iletişim içerisinde olan deneklerin bir birlerine yönlendirilmesi ile örneklem oluşturma işlemidir (Kılıç, 2013). Ankete katılan çiftçilerin ilçelere göre dağılımı Çizelge 2'de, bu çiftçilerden basınçlı sulama desteği alanlara ilişkin sayısal değerler ise Çizelge 3'de verildiği gibidir.

Çizelge 2. İlçeler bazında ankete katılan çiftçi sayısı

İlçe	Polatlı	Haymana	Ş.koçhisar	Beypazarı	Ayaş	Sincan	Evren	Gölbaşı	Gündül	Çankaya	Toplam
Çiftçi sayısı	48	46	35	30	25	21	19	10	10	6	250
Oranı (%)	19	18	14	12	10	9	8	4	4	2	100

Bu anket çalışması ile basınçlı sulamanın gelişim seyri, su kaynaklarına etkisi, gübre kullanımına etkisi, ürün verimi ve çiftçi gelirine etkisi gibi konular belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca çiftçi görüşlerine ilave olarak; 2006 yılı sonrası dönemde Ankara ili basınçlı sulama sistem sayıları ve bitkisel ürün verim değerlerine ilişkin veriler Anonim (2022c)'den temin edilerek, çiftçi görüşleri ile uyumlulukları değerlendirilmiştir. Ankara bölgesinde suluda tarımı yapılan bitkilerin ürün verimlerine ilişkin resmi veriler TÜİK internet sitesinde ilgili menülerden derlenerek temin edilmiştir. Bu konuya ilişkin veriler 2006-2021 dönemi için yıllar bazında hazırlanmıştır. Basınçlı sulamanın gelişimi ile ürün verimi arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çizelge 3. Ankete katılan ve basınçlı sulama desteği alan çiftçilerin ve suladıkları alanın destek türüne göre dağılımı

Destek türü	Çiftçi sayısı (adet)	Oranı (%)	Sulanan Alan (da)	Oranı (%)
%50 hibe	62	67.4	2821	41.5
Sübvansiyonlu Kredi	17	18.5	1919	28.3
%50 hibe + Sübvansiyonlu Kredi	13	14.1	2053	30.2
Toplam	92	100	6793	100

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ankara İline Sağlanan Basınçlı Sulama Destekleri

Ankara ilinde, 2006-2021 döneminde, basınçlı sulamaya devletçe sağlanan mali destekler, destek türüne ve yıllara göre Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelge 4’e göre; söz konusu 2006-2021 döneminde, Ankaralı çiftçiler hem hibe ve hem de sübvansiyonlu kredilerden yararlanmışlardır. Ankara ilinde, 2007-2021 döneminde, 2020 yılı hariç 14 yıl boyunca basınçlı sulamaya hibe desteği verilmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı’nca 14 yıllık süreçte Ankara ilinde 944 çiftçiye toplam 21 149 246 TL basınçlı sistem sulama hibe desteği verilmiştir. Bu verilere göre, Ankara iline yıllık ortalama olarak 1 510 660 TL hibe desteği sağlanmıştır. Ankara ilinde basınçlı sulama hibesi alan çiftçi sayısı yıldan yıla farklılık göstermiş olup, 4 (2011 yılı) ile 216 çiftçi (2018 yılı) arasında değişmiştir. Bu rakamlar, ortalama olarak yılda 67.4 çiftçinin basınçlı sulama hibesi aldığını göstermektedir. 2007-2021 döneminin 2018, 2019 ve 2021 yıllarında 543 çiftçiye basınçlı sulama sistemi hibe desteği verilmiştir. Diğer bir ifade ile bakanlık, 2021 yılı sonuna kadar basınçlı sulama sistemlerine hibe desteği sağlamış olduğu toplam çiftçi sayısının yaklaşık %58’ine, bahsi geçen bu 3 yılda hibe desteği sağlamıştır. Çizelge 4’den görüleceği gibi, ilde 2007-2021 dönemi için ortalama olarak çiftçi başına verilen hibe tutarları yıldan yıla farklılık göstermiş olup, 4 909 TL (2007 yılı) ile 41 437 TL (2021 yılı) arasında gerçekleşmiştir. 14 yılın ortalaması olarak çiftçi başına düşen ortalama hibe miktarı 22 404 TL olarak belirlenmiştir. 2007-2011 döneminde, hibe alan çiftçi başına ortalama 4 909 TL ile 8779 TL arasında değişen miktarlarda hibe ödemesi yapılmış, bu dönemde toplam 214 çiftçiye hibe desteği verilmiştir. 2012 ve 2013 yıllarında, yararlanıcı çiftçi başına ortalama yaklaşık 13 000 TL hibe verilmiştir. 2014-2019 dönemini kapsayan altı yıllık süreçte ise hibe verilen çiftçi başına ortalama destek miktarı 20131 TL(2016 yılı) ile 26 739 TL (2015 yılı) arasında değişim göstermiştir. 2021 yılında ise 126 çiftçi basınçlı sulama hibe desteği almaya hak kazanmış ve çiftçi başına ortalama 41 437 TL hibe desteği verilmiştir.

2006-2021 döneminde, Ziraat Bankası ve TTK tarafından sübvansiyonlu kredi kapsamında Ankara ili çiftçilerine verilen basınçlı sulama mali destekleri yıllara göre Çizelge 4’de verildiği gibidir. Çizelge 4’den görülebileceği gibi, sözkonusu dönemi kapsayan 16 yılda, Ziraat Bankası’nca Ankara ilinde toplam 2485 çiftçiye toplamda 196 481 826 TL kredi sağlanmıştır. Kredi miktarı ve yararlanan çiftçi sayısı yıldan yıla farklılık göstermiş olup, 33 çiftçi ile 489 çiftçi arasında değişmiştir. Krediden faydalanan çiftçi sayısı 2008, 2009 ve 2010 yıllarında en fazla olup, bu yıllarda sırasıyla 489, 405 ve 386 çiftçi sübvansiyonlu krediden faydalanmıştır. 2008-2010 dönemi çiftçi sayısı, 2006-2021 dönemine ait toplam çiftçi sayısının %51.5’ini oluşturmuştur. Yine Çizelge 3’den görüleceği gibi, Ankara’da 2006-2021 dönemi için çiftçi başına ortalama banka kredisi miktarları yıldan yıla farklılık göstermiş olup, 28 592 TL (2010 yılı) ile 269 138 TL (2021 yılı) arasında değişmiştir. 2006-2021 dönemini kapsayan 16 yılın ortalaması olarak Ziraat Bankası’na sağlanan kredi miktarı, çiftçi başına ortalama 79 067 TL olarak hesaplanmıştır.

Basınçlı sulama destekleri kapsamında, TTK’nın Ankara çiftçisine yıllar bazında sağlamış olduğu kredi miktarları Çizelge 4’de verildiği gibidir. Söz konusu 2006-2021 dönemini kapsayan 16 yılda, TTK toplam 5174 çiftçiye 23 282 139 TL sübvansiyonlu kredi sağlamıştır. Yararlanan çiftçi sayısı ve toplam kredi tutarı yıldan yıla farklı olmuş, çiftçi sayısı 5 ile 1620 arasında, yıllık kredi tutarı da 14 442 TL (2008 yılı) ile 2 523 414 (2014 yılı) arasında değişmiştir.

Çizelge 4. Ankara iline sağlanan desteklerin yıllara göre dağılımı

Yıllar	Destek türü								
	%50 Hibe -Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB)*			Kredi -Ziraat Bankası (ZB)**			Kredi-Tarım Kredi Kooperatifleri (TKK)***		
	Yıllık tutar (TL)	Çiftçi sayısı (adet)	Çiftçi başına tutar (TL/kişi)	Yıllık tutar (TL)	Çiftçi sayısı (adet)	Çiftçi başına tutar (TL/kişi)	Yıllık tutar (TL)	Çiftçi sayısı (adet)	Çiftçi başına tutar (TL/kişi)
2006	-----	-----	-----	2307721	33	69931	250467	82	3054
2007	245458	50	4909	5019631	163	30795	486223	65	7480
2008	265768	50	5315	14174831	489	28987	14412	5	2882
2009	478629	84	5698	19973261	405	49317	1596703	194	8230
2010	165018	26	6347	11036466	386	28592	1699143	92	18469
2011	35116	4	8779	6463684	112	57711	5674982	1620	3503
2012	195956	15	13064	4498809	75	59984	1563378	260	6013
2013	312174	24	13007	3478136	50	69563	1261178	254	4965
2014	310082	13	23852	7421485	99	74964	2523414	633	3986
2015	588260	22	26739	9876538	69	143138	1980246	657	3014
2016	1066966	53	20131	8106870	64	126670	1766723	560	3155
2017	1596301	60	26605	11099716	112	99105	983708	232	4240
2018	5317815	216	24620	9854199	68	144915	548117	163	3363
2019	5350631	201	26620	11001570	66	166690	233224	63	3702
2020	-----	-----	-----	18610392	95	195899	1232619	138	8932
2021	5221073	126	41437	53558516	199	269138	1467602	156	9408
Toplam	21149246	944	22404	196481826	2485	79067	23282139	5174	4500

*:Anonim (2022e); **:Anonim (2022f); ***Anonim (2022g)

Ülkemiz geneli ve Ankara ili özelinde devletin basınçlı sulama sistemlerine sağladığı mali destekler, 2006-2021 dönemi toplamı olarak, destek türüne göre Çizelge 5’de verilmiştir. Çizelge 5 verilerine göre, Türkiye genelinde 2021 yılı sonuna kadar geçen 16 yılda 469 335 çiftçiye kredi ve hibe toplamı olarak 7.68 milyar TL mali destek verilmiştir. Bu miktarın 881 milyon TL’si (%11.5’i) hibe desteği olup, yaklaşık 42 140 çiftçi hibe desteğinden faydalanmıştır. Geri kalan 6.8 milyar TL tutarın tamamı (%88.5’i) sübvansiyonlu kredi olup, 427 195 çiftçi faydalanmıştır. Kredi tutarının 5.96 milyar TL gibi çok büyük kısmı Ziraat Bankası tarafından sağlanmış ve 178 671 çiftçi istifade etmiştir. Çizelge 5’den görülebileceği gibi, ülke geneli için toplam destek miktarı ve yararlanan çiftçi sayısı dikkate alındığında, çiftçi başına ortalama 16 372 TL basınçlı sulama sistemi desteği sağlandığı hesaplanmıştır. Benzer şekilde, hibe desteği kapsamında çiftçi başına ortalama 20 913 TL basınçlı sulama sistem destek miktarı verildiği belirlenmiştir. Basınçlı sulamaya kredi kapsamında sağlanan desteklerde; Ziraat Bankası çiftçi başına ortalama 33 356 TL ve TKK ise ortalama 3 391 TL destek verdiği hesaplanmıştır.

Çizelge 5. 2006-2021 döneminde Türkiye geneli ve Ankara iline sağlanan toplam basınçlı sulama destekleri

Destek Türü	Kurum	Türkiye Geneli			Ankara		
		Mali Destek Miktarı(TL)	Yararlanan Çiftçi Sayısı(adet)	Yararlanıcı Başına Ort. Tutar (TL)	Mali Destek Miktarı (TL)	Yararlanan Çiftçi Sayısı(adet)	Yararlanıcı Başına Ort. Tutar (TL)
Hibe	TOB	881280552	42140	20913	21 149 246	944	22404
Kredi	ZB	5959791670	178671	33356	196481826	2485	79067
	TKK	842849675	248524	3391	23282139	5174	4500
Toplam		7683921897	469335	16372	240913211	8603	28003

Çizelge 5’de verilen destek tutarları ile yararlanıcı çiftçi sayıları dikkate alınarak, Türkiye geneli ile Ankara ili kıyaslandığında, Ankara ili toplam çiftçi sayısının %1.83’ünü oluşturmuş ve toplam mali destek tutarının ise %3.14’üne sahip olmuştur. Destek türlerine göre aynı değerlendirmeyi yaptığımızda; hibe desteğinde çiftçilerin %2.24’ünü oluşturmuş ve toplam hibe tutarının %2.4’ünü almıştır. Sübvansiyonlu kredi uygulamasında ise, yararlanan çiftçilerin %1.79’una ve kredi tutarının ise %3.23’üne sahip olmuştur.

Mali Destek Programının Etki Analizi

Basınçlı sulamanın yaygınlaşmasına etkisi

Ankara ili sulanan tarım alanlarının %87’sinde yağmurlama yöntemi ve %10’unda damla yöntemi olmak üzere toplam %97’si basınçlı yöntemlerle sulanmaktadır (Anonim,2021). Bu verilerden anlaşılacağı üzere, Ankara sulamasında basınçlı sulama yöntemleri çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Basınçlı sulamaya sağlanan mali desteklerin Ankara ilinde basınçlı sulama ile etkileşim durumu TÜİK verileri ve çiftçi görüşleri bağlamında ele alınmıştır. Bu kapsamda Ankara ilinde 2005-2021 dönemine ait basınçlı sulama sistemi sayıları TÜİK internet sayfasındaki kayıtlardan derlenmiş ve Çizelge 6’da verilmiştir. Çizelge 6’ya göre, Ankara ili için 2005 yılında 5863 adedi yağmurlama sistemi (YSS) ve 717 adedi damla sulama sistemi (DSS) olan toplam 6580 adet basınçlı sulama sistemi bulunduğu anlaşılmaktadır. Yine Ankara ilinde, 2021 yılı sonu itibari ile basınçlı sulama sistem sayısı; 8159’u YSS ve 2464 adedi ise DSS olmak üzere toplam 10623 adede ulaşmış olduğu görülmektedir. Desteklerin başladığı 2006 yılından 2021 yılı dahil geçen 16 yılda, Ankara ilindeki basınçlı sulama sistem sayısı 4043 adet artış göstermiştir. Bu artışın 2296’sı YSS ve 1647 adedi DSS’dir. Çizelge 6’dan görülebileceği gibi, söz konusu 16 yılda, Ankara ilinin basınçlı sulama sistem sayısı, 2005 yılına göre %61.44 oranında artış göstermiştir. Ankara ilinin 2021 yılı sonu itibari ile sahip olduğu DSS sayısı 2005 yılına göre, %243.65 ve YSS sayısı ise %39.16 artış göstermiştir. Basınçlı sulama sistemlerindeki bu artışa, devletçe sağlanan desteklerin çok büyük katkı sağladığı düşünülmektedir.

Çizelge 6. Ankara ilinde 2005-2022 yılı arası dönemine ait yeni basınçlı sulama sistemleri

Sulama tesisi	Yıllar					2005-2021 artış oranı (%)
	2005	2015	2018	2020	2021	
YSS (adet)	5863	6980	7308	7967	8159	39.16
DSS (adet)	717	1755	2102	2269	2464	243.65
Toplam	6580	8735	9410	10236	10623	61.44

Ankara ilinde 2006-2021 dönemini kapsayan 16 yılda, desteklerden yararlanmış gözükten toplam 8603 çiftçiden (Çizelge 5) bazılarının daha önceden basınçlı sulama yapan çiftçiler olduğu ve sistemlerini yenilediği, bazılarının ilk kez basınçlı sulamaya geçiş yapan çiftçiler olduğu ve bunların da yine bir kısmının sistemlerini ilerleyen yıllarda tekrar destekle yenilemiş olabilecekleri gözden kaçırılmamalıdır. Dolayısıyla 16 yıllık dönemde, TÜİK kayıtlarına giren basınçlı sulama sistemleri, bu dönemde ilk kez basınçlı sulamaya geçiş yapan çiftçilere ait olsa gerektir. Bu bağlamda değerlendirdiğimizde, desteklerden yararlanan çiftçilerin ekseriyetinin bu dönemde yeni kayda giren 4043 basınçlı sulama sisteminin sahibi oldukları aşikardır. Dolayısıyla kısaca ifade etmek gerekirse, hibe ve düşük faizli kredi uygulaması Ankara bölgesinde basınçlı sulamanın yaygınlaşmasına, yenileşmesine ve sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlamıştır.

Mali desteklerin basınçlı sulamanın yaygınlaşmasına etkisi konusunda anketle belirlenen çiftçi görüşleri analiz edilerek, sonuçlar aşağıda verilmiştir. Anket yapılan çiftçilerin %75.2’si (188 çiftçi) devletin basınçlı sulama desteklerinden haberdar olduklarını, yaklaşık %24.8’i (62 çiftçi) ise bilgi sahibi olmadığını bildirmiştir. Basınçlı sulama desteklerinden bilgisi ve ilgisi olan çiftçilerin, desteklerden faydalanma durumlarına ilişkin soruya, verilen cevaplar Çizelge 7’de verildiği gibi özetlenmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, çiftçilerin %51’i (96 çiftçi) basınçlı sulama desteklerinden faydalanmadığını, %49’u (92 çiftçi) ise desteklerden faydalandığını bildirmiştir. Basınçlı sulama desteklerinden yararlanmayan çiftçilerin %63.5’i bu desteğe ihtiyacı olmadığı için, %16.7’si nasıl müracaat edeceğini bilemediği için ve %19.8’i ise müracaatının uygun bulunmadığı için devlet desteklerinden yararlanmadığını bildirmişlerdir. Yine aynı çizelgeden görülebileceği gibi, desteklemeden yararlanan çiftçilerin %72.8’i bir kez destek aldığını, %23.9’u iki kez destek aldığını ve %3.3’ü ise en az üç kez destek aldığını beyan etmiştir.

Çizelge 7. Çiftçilerin sulama desteklemelerinden faydalanma durumu

Faydalanmayan Çiftçiler					
Görüş Bildiren Çiftçi	Yararlanmadım	Yararlanmama Nedenleri			Toplam
		İhtiyacım yok	Müracaat etmesini bilemedim	Müracaat ettim, uygun bulunmadı	
Sayısı(adet)	96	61	16	19	96
Oranı (%)	51	63.5	16.7	19.8	100
Destek Alan Çiftçiler					
Görüş Bildiren Çiftçi	Destek Aldım	Destekten Yararlanma Sayısı			Toplam
		Bir kez	İki kez	Üç kez	
Sayısı(adet)	92	67	22	3	92
Oranı (%)	49	72.8	23.9	3.3	100

Basınçlı sulama desteği alan çiftçilerin, basınçlı sulama yöntemini destek almadan önce kullanıp kullanmadıklarına ilişkin soruya verdikleri cevapları Çizelge 8’de verildiği gibidir. Çizelge 8’den görüldüğü gibi, çiftçilerin %85’i basınçlı sulama desteği almadan önce de basınçlı sulama yöntemini kullandığını, %15’i ise basınçlı sulamaya devlet desteği ile geçiş yaptığını ifade etmiştir. Bu veriler, devletin sağladığı basınçlı sulama desteklerinin, Ankara bölgesinde bazı çiftçilerin basınçlı sulamaya geçiş yapmasına ve basınçlı sulama uygulayan bazı çiftçilerin ise sistemlerini yenilemesine ve dolayısıyla da sürdürülebilirliğe katkı sağladığını göstermektedir. Kısacası, çiftçi görüşleri devlet desteklerinin amacına önemli ölçüde katkı sağladığının göstergesidir.

Çizelge 8. Sulama desteği almadan önce basınçlı sulama sistemlerini kullanma durumu

Görüş Bildiren Çiftçi	Daha Önceden Basınçlı Sulama Yöntemini Kullanıyorum	Destekle Basınçlı Sulamaya Geçiş Yaptım	Toplam
Sayısı (adet)	78	14	92
Oran (%)	85	15	100

Su kaynaklarına etkisi

Basınçlı sulama yöntemlerinin su kaynaklarına etkisi kapsamında; basınçlı sulama yöntemlerinin geleneksel sulama yöntemine göre, sudan tasarruf sağlayıp sağlamadığı ve ne oranda tasarruf sağlandığı konusunda sorulan sorulara, çiftçilerin verdiği cevaplar Çizelge 9’da verilmiştir. Çizelgeye göre, çiftçilerin %95’i basınçlı sulama yöntemlerinin su tasarrufu sağladığını, %5’i ise tasarruf sağlamadığını beyan etmiştir. Aynı çizelgede, basınçlı yöntemlerin su tasarrufu ile ilgili olarak; yağmurlama yöntemi hakkında 238 çiftçi ve damla sulama yöntemi hakkında 102 çiftçi rakamsal olarak sağlanan su tasarruflarını beyan etmişlerdir. Bu bağlamda Çizelge 9’dan görülebileceği gibi, yağmurlama yöntemi için çiftçilerin %82’si %11-30 arası ve %17’si ise %5-10 arası su tasarrufu sağladığını beyan etmişlerdir. Yine aynı çizelgede, damla sulama yöntemi için görüş bildiren çiftçilerin %65’i % 31-40 arası ve %21’i ise %21-30 arasında su tasarrufu sağlandığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 9. Basınçlı sulama yöntemlerinin su kaynaklarına etkisi

Su Tasarrufu Sağlanıp- Sağlanmadığı							
Ankete Katılan Çiftçi	Tasarruf Sağlıyor		Sağlamıyor		Toplam		
Sayısı(adet)	238		12		250		
Oran (%)	95		5		100		
Yağmurlama ve Damla Yönteminde Sağlanan Su Tasarrufları							
Sulama Yöntemi	Cevap Veren Çiftçi	%5-10	%11-20	%21-30	%31-40	%40’tan Fazla	Toplam
Yağmurlama	Sayısı (adet)	41	66	129	1	1	238
	Oran(%)	17	28	54	0.5	0.5	100
Damla	Sayısı (adet)	5	8	22	66	1	102
	Oran(%)	5	8	21	65	1	100

Bu sonuçlara göre, basınçlı sulamanın salma sulamaya göre su tasarrufu konusundaki üstünlüğü çiftçi görüşleriyle de ortaya konulmuş durumdadır. Ankara bölgesinde sulanan tarım alanlarının hemen hemen tamamına yakınında (%97) basınçlı sulama yöntemlerinin uygulanıyor olması, sulama suyunu önemli ölçüde azaltarak, hem su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına ve hem de sulama kaynaklı karbon salımının azalmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Kısacası, çiftçilerin büyük çoğunluğunun (%95) su tasarrufu bildiriminde bulunması, hem su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve hem de çevresel etkinin azaltımı açısından oldukça önemlidir. Dolayısıyla basınçlı sulama destek uygulamasının ne denli önemli olduğu açıkça görülmektedir.

Gübre tüketimine etkisi

Ankara ilinde, gübre kullanımına basınçlı sulamanın olumlu bir etkisinin olup olmadığı ve dolayısıyla gübre kullanımı kaynaklı çevresel etkilerin azalmasına katkı sağlayıp sağlamadığı konusu çiftçi görüşleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, ankete katılan çiftçilere, basınçlı sulama yöntemi ile birlikte gübreleme gübre tasarrufu sağlıyor mu, sağlıyor ise ne oranda tasarruf sağlıyor sorusuna, cevap veren çiftçilerin görüşleri Çizelge 10'da özetlenmiştir. Çizelge 10'dan görüleceği gibi gübre tasarrufu ile ilgili 162 çiftçi görüşünü beyan etmiş olup, bu çiftçilerin %64'ü basınçlı sulama (fertilizasyon) uygulaması ile gübrede tasarruf sağladığını, %36'sı ise tasarruf olmadığını bildirmiştir. Çiftçilerin büyük çoğunluğunun tasarruf bildirmesi, çevresel etkinin azaltımı açısından oldukça kıymetlidir. Bu bağlamda, çiftçilerin beyan ettikleri gübre tasarruflarına ilişkin rakamsal değerler bitki çeşidine göre aynı çizelgede verilmiştir. Çizelge 10'dan görülebileceği gibi, çiftçiler 8 bitki için ve 4 farklı gübre çeşidinde tasarruf beyan etmişlerdir. Bu bitkilerin tamamı için üre gübresinden değişik miktarlarda olmak üzere önemli seviyede azaltım yapıldığı anlaşılmaktadır. Özellikle mısır ve şekerpancarı ile birlikte sebze grubunda da taban gübresinden (TSP ve Potasyum sülfat) de yine tasarruf yapıldığı dikkat çekmektedir.

Çizelge 10. Basınçlı sulamanın gübre kullanımına etkisi

Basınçlı Sulama Yöntemleri Gübreden Tasarruf Sağlıyor mu?					
Katılan Çiftçi	Tasarruf Sağlıyor	Sağlamıyor	Toplam		
Sayısı(Adet)	104	58	162		
Oran(%)	64	36	100		
Çiftçilerin Ortalama Gübre Azaltım Miktarları (kg/da)					
Bitkiler	Çiftçi Sayısı	Üre Gübre	Amonyum Sülfat	Potasyum Sülfat	TSP
Buğday	27	9.9	7.4	-	-
Arpa	11	7.3	-	-	-
Mısır	17	10	4	4	-
Şekerpancarı	14	7.3	4	5	5
Soğan	15	7.3	-	7	5
Domates	11	6.6	-	2.6	3
İspanak	13	6.0	-	-	8
Havuç	21	7.3	-	-	7.5

Bu veriler, gübrelemenin basınçlı sulama yöntemiyle birlikte uygulanması halinde, gübre tasarrufu sağlandığını güçlü bir şekilde ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çizelge verileri, Ankara bölgesinde basınçlı sulamalı üretim yapan çiftçinin 2/3'ünün gübreden önemli ölçüde tasarruf etmekte olduğunu göstermektedir. Çiftçilerin büyük çoğunluğunun gübreden tasarruf bildirmesi, çevresel etkinin azaltımı açısından oldukça kıymetlidir. Dolayısıyla basınçlı sulama destek uygulamasının ne denli önemli olduğu açıkça görülmektedir.

Ürün verimine etkisi

Basınçlı sulamanın ürün verimine ne denli bir etkisinin olduğu çiftçi görüşleri ve TÜİK'in resmi istatistik verileri bağlamında ayrı ayrı değerlendirmeye alınmıştır. Bu bağlamda, basınçlı sulama yöntemiyle suladıkları bitkilerde verim artışı oluyormu, oluyor ise hangi üründe ne kadar verim artışı oluyor sorularına, çiftçilerin verdikleri cevaplar Çizelge 11'de verildiği gibidir. Çizelge 11'e göre, basınçlı sulamanın ürün verimine etkisi konusunda görüş bildiren çiftçilerin %94'ü, verim artışı sağladığını ifade etmişken, %6'sı gibi küçük bir bölümü üründe verim artışı olmadığını bildirmiştir.

Çizelge 11. Basınçlı sulamanın ürün verime etkisine ilişkin çiftçi görüşleri

Basınçlı Sulama Yöntemi-Ürün Verim İlişkisi							
Görüş Bildiren Çiftçi	Ürün Verimi Arttı	Ürün Veriminde Artış Olmadı				Toplam	
Sayısı(adet)	205	14				219	
Oranı(%)	94	6				100	
Ürün Veriminde Sağlanan Artış Oranları (%)							
Ürünler	Görüş Bildiren Çiftçi	2-4	5-10	11-15	16-30	30'dan fazla	Toplam
Buğday	Sayısı (adet)	15	23	48	1	3	90
	Oranı(%)	17	26	53	1	3	100
Arpa	Sayısı (adet)	10	16	25	-	2	53
	Oranı(%)	19	30	47	-	4	100
Şekerpancarı	Sayısı (adet)	2	7	29	-	1	39
	Oranı(%)	5	18	74	-	3	100
Mısır	Sayısı (adet)	2	8	23	1	5	39
	Oranı(%)	5	20	59	3	13	100
Soğan	Sayısı (adet)	6	8	28	-	-	42
	Oranı(%)	14	19	67	-	-	100
Domates	Sayısı (adet)	1	5	10	-	1	17
	Oranı(%)	6	29	59	-	6	100
Ispanak	Sayısı (adet)	1	-	14	-	-	15
	Oranı(%)	7	-	93	-	-	100
Marul	Sayısı (adet)	1	1	10	-	-	12
	Oranı(%)	8	8	84	-	-	100
Ayçiçeği	Sayısı (adet)	6	4	4	-	2	16
	Oranı(%)	37	25	25	-	13	100
Havuç	Sayısı (adet)	-	2	23	-	-	25
	Oranı(%)	-	8	92	-	-	100

Çiftçilerin, ürün veriminde artış bildirdiği 10 bitki, bitkilere göre görüş bildiren çiftçi sayıları ve ortaya çıkan farklı artış oranları yine Çizelge 11'de görüldüğü gibidir. Söz konusu çizelgeye göre; önemli tarla bitkileri olan buğday, arpa, şekerpancarı ve mısır için görüş bildiren çiftçilerin sırasıyla %53'ü, %47'si, %74'ü, ve %59'u %11-15 arasında verim artışı sağlandığını beyan etmişlerdir. Aynı bitkiler için görüş bildiren çiftçilerin yine sırasıyla %26'sı, %30'u, %18'i ve %20'si ise verim artışını %5-10 arasında bildirmiştir. Yine Ankara'da yetiştirilen önemli sebzelerden olan; soğan, havuç, domates, marul ve ıspanak için ayrı ayrı görüş belirten çiftçilerin sırasıyla, %67'si, %92'si, %59'u, %84'ü ve %93'ü %11-15 arasında verim artışı sağlandığını ifade etmişlerdir. Bu verileri dikkate alarak, kısaca ifade etmek gerekirse çiftçilerin ekseriyeti basınçlı sulamanın ürün verimini %11-15 artırdığı yönündedir.

Basınçlı sulama desteklerinin başlatıldığı 2006 yılı sonrasında Ankara ili için, 2007-2021 döneminde suluda yetiştirilen bazı önemli tarla bitkilerinin yıllara göre ürün verimi değerleri, TÜİK internet sayfasından derlenerek, Çizelge 12'de verilmiştir. Çizelge 12'den görüleceği gibi; buğday, arpa ve ayçiçeği için 2012-

2021 dönemi, şekerpancarı, patates ve mısır bitkileri için 2007-2021 dönemi ve yonca için ise 2010-2021 dönemi verim değerleri elde edilmiştir. Çizelgeye göre, buğdayda özellikle 2015 sonrasında nispi bir verim artışı sağlandığı, arpada özellikle 2016-2020 döneminde önemli seviyede verim artışı olduğu görülmektedir. Ayçiçeğinde verim, 2012 -2017 dönemi için 280-320 kg/da aralığında iken 2018-2021 döneminde ise 350-380 kg/da aralığında değiştiği görülmektedir. Bu da ayçiçeğinde verimin son dönemde önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Aynı çizelgeden görüleceği üzere; şekerpancarı, patates ve mısır (dane, slaj) bitkilerinde 2007-2021 döneminde kademeli şekilde verimde sürekli artış sağlandığı bariz şekilde görülmektedir. Yine Çizelge 12'den görülebileceği gibi, yonca bitkisi kuru ot verimi 2010-2017 döneminde, ekseriyetle 1600 kg/da değerleri ile 2017 yılı sonrasına göre daha düşük seyretmiştir. 2018-2021 döneminde yonca kuru ot verimleri ise 1940-2520 kg aralığında gerçekleşmiştir. Son dönemde yoncada ot verimi önemli seviyede artış göstermiştir.

Çizelge 12. Ankara yöresinde suluda yetiştirilen bazı tarla bitkilerinin yıllara göre ürün verimi değerleri (kg/da) (TÜİK, 2022)

Yıllar	Buğday	Arpa	Şekerpancarı	Patates	Mısır (D)	Mısır (S)	Ayçiçeği	Yonca
2007	-	-	4214	1405	732	4784	-	-
2008	-	-	4635	1462	765	4831	-	-
2009	-	-	5622	2255	640	5086	-	-
2010	-	-	5936	3078	737	4689	-	1825
2011	-	-	5961	3164	717	4692	-	1904
2012	368	359	5850	2679	558	4631	284	1655
2013	397	453	5826	2448	782	4876	319	1831
2014	300	325	5873	2940	778	4799	313	1545
2015	410	414	5955	3515	820	4727	322	1692
2016	406	501	6481	3468	851	5116	293	1658
2017	391	475	6286	3706	769	5495	286	1651
2018	409	528	6308	3261	847	5794	357	1944
2019	411	533	6280	3485	1181	6202	382	1937
2020	385	525	6425	3557	1066	6161	381	2163
2021	343	394	5791	3514	955	5660	352	2519

D: Dane; S: Slajlık

Sonuç olarak kısaca belirtmek gerekirse, Ankara bölgesinde tarımı yapılan önemli bazı tarla bitkilerinin 2007-2021 dönemi için TÜİK'den temin edilen ürün verim değerleri, çiftçilerin basınçlı sulama yöntemleriyle ürün verimlerinde artış sağladığını ve artışın da ortalama olarak %15-20 oranında olduğu görüşlerini desteklemektedir.

Çiftçi gelirine etkisi

Ankara ilinde, basınçlı sulama yöntemi uygulaması ile çiftçi geliri ilişkisi anketle belirlenen çiftçi görüşleri doğrultusunda değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda basınçlı sulamanın gelir artışı sağlayıp sağlamadığı ve gelirden artış oluyor ise ne oranda artış sağlandığına ilişkin elde edilen çiftçi görüşleri Çizelge 13'de özetlenmiştir. Çizelge 13'e göre, bu bağlamdaki soruya cevap veren 214 çiftçinin %81'i bitkilerin sulanmasında basınçlı sulama yöntemi uygulamasının gelir artışı sağladığını belirtirken, %19'u ise gelirinde değişme olmadığını beyan etmiştir. Yine aynı çizelgede, önemli tarla bitkileri olan buğday, arpa, şekerpancarı, mısır ve ayçiçeği için görüş bildiren çiftçilerin sırasıyla; %43'ü, %38'i, %67'si, %59'u ve %25'i gelirinde %11-15 arasında artış sağlandığını beyan etmişlerdir. Aynı bitkiler için görüş bildiren çiftçilerin yine sırasıyla %34'ü, %36'sı, %22'si, %13'ü ve %19'u ise gelir artışını %6-10 arasında bildirmişlerdir. Yine Ankara'da yetiştirilen önemli sebzelerden olan; domates, ıspanak, marul, soğan ve havuç için ayrı ayrı görüş belirten çiftçilerin sırasıyla, %75'i, %80'i, %90'ı, %65'i ve %83'ü gelir artışlarını %11-15 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu verileri dikkate alarak, kısaca ifade etmek gerekirse, Ankaralı çiftçilerin ekseriyetinin görüşü, basınçlı sulamanın gelirlerini %6-15 arası artırdığı yönündedir. Çiftçilerin büyük bir çoğunluğunun basınçlı sulama yöntemiyle gelirlerinde artış olduğunu beyan etmeleri, basınçlı sulamaya sağlanan devlet desteklerinin amacına nedenli hizmet ettiğinin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 13. Basınçlı sulama yönteminin gelire etkisi

Basınçlı Sulama Yöntemi-Gelir İlişkisi							
Görüş Bildiren Çiftçi		Geliri Arttırıyor	Gelirim Değişmedi			Toplam	
Sayısı(adet)		173	41			214	
Oranı(%)		81	19			100	
Gelirdeki Artış Oranları (%)							
Ürünler	Görüş Bildiren Çiftçi	2-5	6-10	11-15	16-30	30'dan fazla	Toplam
Buğday	Sayısı (adet)	16	27	34	1	2	80
	Oranı(%)	20	34	43	1	2	100
Arpa	Sayısı (adet)	10	16	17	1	1	45
	Oranı(%)	22	36	38	2	2	100
Şekerpancarı	Sayısı (adet)	3	10	31	-	2	46
	Oranı(%)	7	22	67	-	4	100
Mısır	Sayısı (adet)	6	5	23	-	5	39
	Oranı(%)	15	13	59	-	13	100
Ayçiçeği	Sayısı (adet)	7	3	4	-	2	16
	Oranı(%)	44	19	25	-	12	100
Domates	Sayısı (adet)	2	-	9	-	1	12
	Oranı(%)	17	-	75	-	8	100
Ispanak	Sayısı (adet)	1	2	12	-	-	15
	Oranı(%)	7	13	80	-	-	100
Marul	Sayısı (adet)	1	-	9	-	-	10
	Oranı(%)	10	-	90	-	-	100
Soğan (K)	Sayısı (adet)	9	6	29	-	1	45
	Oranı(%)	20	13	65	-	2	100
Havuç	Sayısı (adet)	1	3	19	-	-	23
	Oranı(%)	4	13	83	-	-	100

Programın Devamına İlişkin Çiftçi Görüşleri

Ankara ilinde ankete katılan çiftçilere, devletin sağladığı basınçlı sulama destek programının devam etmesi konusundaki görüşleri Çizelge 14'de verildiği gibidir. Çizelge 14'de, ankete katılan 250 çiftçinin, 248'i destek programının devam etmesi gerektiğini beyan etmiştir. Bu çiftçilere, programın devamını gerektiren en önemli gerekçeleri sorulduğunda, cevapları yine Çizelge 14'de verildiği gibidir. Bu çizelgeye göre, devam etmesini isteyen, 248 çiftçinin %77'si alım gücümüzü arttırdığı için, %15'i verimi artırdığı için ve %8'i su tasarrufu sağladığı için desteklemenin devam etmesi gerektiği cevabını vermiştir. Ankara bölgesi çiftçilerinin sulama desteklerinin devam etmesi konusundaki gerekçeleri, devlet destek programının amacı ile örtüşmektedir. Dolayısıyla mali destek programının devamına önemli ölçüde ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Çizelge 14. Basınçlı sulama destek programının devamlılığına ilişkin çiftçi görüşleri

Ankete Katılan Çiftçi	Mali Destek Devam Etmeli	Devam Etmemeli	Toplam	
Sayısı (adet)	248	2	250	
Oran (%)	99.2	0.8	100	
Programın Devamı Yönündeki Çiftçi Gerekçeleri				
Görüş Bildiren Çiftçi	Mali Gücümüz artıyor	Su Tasarrufu Var	Verimi Arttırıyor	Toplam
Sayısı (adet)	190	21	37	248
Oran (%)	76.6	8.5	14.9	100

SONUÇ ve ÖNERİLER

Ankara bölgesinde, basınçlı sulama yöntemi uygulayan çiftçiler arasından 250'si ile yapılan anket çalışması sonuçlarına göre; basınçlı sulama yöntemlerinin su ve gübre tasarrufu sağladığı, sulama ve gübrelemenin etkinliğini artırdığı, ürün verimi ve gelir artışı sağladığı çiftçilerin büyük bir çoğunluğu

tarafından belirtilmiştir. Benzer şekilde, basınçlı sulama destek programının devam etmesi gerektiği hemen hemen çiftçilerin tamamının ortak görüşü olmuştur. Yine TÜİK'ten elde edilen resmi veriler, mali desteklerin, Ankara ilinde basınçlı sulama sistemlerinin yenilenmesine, bazı çiftçilerin basınçlı sulamaya geçiş yapmasına, dolayısıyla basınçlı sulama sistemi sayısının artmasına ve basınçlı sulamanın sürdürülebilirliğine katkı sağladığını göstermektedir. Benzer şekilde resmi veriler, son yıllarda önemli bazı ürünlerin veriminde önemli artışların olduğunu ve çiftçilerin bu konudaki görüşlerini doğrulamaktadır. Sonuç olarak kısaca ifade etmek gerekirse, basınçlı sulama destek programının amacına yönelik kazanımlar sağladığı belirlenmiş olup, uygulamanın devam ettirilmesi yararlı olacaktır.

Hibe olarak uygulanan basınçlı sulama yöntemi desteği, başlatıldığı 2006 yılından itibaren her yönüyle kayıt altına alınmış durumdadır. 2006-2021 döneminde; ilçe, il ve ülkemiz düzeyinde hibe desteği sağlanan çiftçi sayısı, sulama sistemi sayısı, çiftçi ve sulama sistemi başına verilen hibe miktarları, hibe desteği ile sulanan alan bilgileri mevcut olup, desteğin amacına yönelik katkısını bazı yönleriyle değerlendirmek mümkündür. Ancak sübvansiyonlu kredi desteklerinde bu teknik verilere ulaşılması mümkün olamamıştır. Günümüze kadar sağlanmış olan toplam destek miktarının; Türkiye geneli için %88.5'ini ve Ankara ili için ise %91.2'sini oluşturan sübvansiyonlu kredi destek türünde, temel verilerin kayıt altına alınmıyor olması, programın bazı yönleriyle değerlendirilmesini imkansız kılmaktadır. Bu nedenle sübvansiyonlu kredi sağlayan her iki kurumda da, sağlanan kredi miktarı ve yararlanan çiftçi sayısına ilave olarak; her çiftçi için kredi miktarının ne kadarının sulama tesisi ve ne kadarının sulama tesisi harici olduğu, basınçlı yöntemin türü, istenen sulama sisteminin yenileme veya ilk kez uygulanacağı, sistemin sulayacağı alan miktarı gibi temin edilecek basınçlı sulama sistemi bilgileri kayıtlara geçirilmelidir. Bu kapsamda; bu destek programı belirttiğimiz tüm yönleriyle kayıt altına alınmalı, programın amaçlarına ne ölçüde katkı sağladığının izleme ve değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bunun için Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde izleme ve değerlendirme birimi oluşturulabilir.


Teşekkür: Çalışma kapsamında ihtiyaç duyulan verilerin temin edildiği Ankara Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'ne, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'ne, Ziraat Bankası Genel Müdürlüğü'ne, Tarım Kredi Kooperatifleri Merkez Birliği'ne, DSİ 5. Bölge Müdürlüğü'ne ve Anket çalışmasına katılarak değerli görüşlerini paylaşan Ankara'lı çiftçilerimize katkıları ve gösterdikleri ilgi için teşekkür ediyoruz.


Not: Bu makale, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Belgin YILMAZ tarafından Prof. Dr. Ramazan TOPAK danışmanlığında hazırlanan ve kabul edilen doktora tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Belgin YILMAZ  <http://orcid.org/0000-0002-4231-9517>

Ramazan TOPAK  <http://orcid.org/0000-0003-3748-2720>

KAYNAKLAR

Anonim, 2015. DSİ 5. Bölge Müdürlüğü Kayıtları.

Anonim, 2022a. Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Kayıtları.

Anonim, 2022b. HGK: Harita Genel Komutanlığı Kayıtları, <https://www.harita.gov.tr/>.

Anonim, 2022c. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.

Anonim, 2022d. DSİ V. Bölge Müdürlüğü Kayıtları.

Anonim, 2022f. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Kayıtları.


Anonim, 2022g. Ziraat Bankası Genel Müdürlüğü kayıtları.

Anonim, 2022h. Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri Kayıtları.

Anonim, 2023. Tarım ve orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü web sitesi. Değişen İklim Uyum Çerçevesinde Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023-2033).

- Anonim, 2024a. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Resmi İstatistikler. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A>
- Anonim, 2024b. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Web sitesi. Resmi İstatistikler, 2022 Yılı Resmi Su Kaynakları İstatistikleri.
- Çakmak, B. Avcı, S. 2017. Supports Provided to Irrigation Systems in Turkey, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji dergisi*, Cilt 6, 172-177.
- Çetin, Ö. Eylene, M. Sönmez, F.K. 2010. Basınçlı Sulama Sistemlerinin Su Kaynaklarının Etkin Kullanımındaki Rolü ve Mali Desteklerin Bu Sistemlerin Yaygınlaşmasındaki Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (2): 53-57.
- Çevik, B. Kırdı, C. Sayın, S. 2000. Sulama Araç Yöntem ve Organizasyonu. V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı (1. Cilt, s. 959). Ankara. https://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/58be1f9f7a7efac_ek.pdf?tipi=14&sube=
- Demircioğlu, M. Çakmak, B. 2016. Ziraat Bankasının Basınçlı Sulama Destek Sisteminin Değerlendirilmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (3), 181-188.
- Gürçam, Ö.S. Aydın, Ö.F. 2019. Cumhuriyetin kuruluşundan günümüze Türkiye'nin tarımsal destekleme politikaları. *Route Educational and Social Science Journal*, 6(8):56-70.
- ICID, 2024. International Commission on Irrigation And Drainage (ICID). Publications, Annual Report (2018-2019). www.icid.org
- Kılıç, S. 2013. Örneklem yöntemleri. *Journal of Mood Disorders* 2013;3(1):44-46.
- Yolal, A.K. Değirmenci, H. 2020. Basınçlı Sulama Sistemleri Hibe Destek Uygulamalarının Değerlendirilmesi: Yozgat İli Örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg*, 23 (5): 1175-1183

Mera Arazilerinde Yer Alan Toprakların SMAF Modeli Yardımıyla Toprak Kalite Durumlarının Değerlendirilmesi (Ulaş-Acıyurt Örneği)

Fikret SAYGIN^{1*} , Orhan DENGİZ² , Sena PACCİ² 

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sivas

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Geliş Tarihi: 30.05.2024 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.06.2024 Kabul Tarihi: 03.07.2024

ÖZ

Toprak kalitesi toprağın içerdiği fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerinin bir arada değerlendirildiği bütüncül bir yaklaşımı esas almaktadır. Sivas İli Ulaş İlçesi Acıyurt kötü mera alanlarında yapılan bu çalışmada fiziksel (4 adet), kimyasal (7 adet) ve biyolojik (2 adet) olmak üzere 13 toprak karakteristik özelliği dikkate alınarak, SMAF (Toprak Yönetimi Değerlendirme Çerçevesi) modeli yardımıyla toprak kalite durumları belirlenmiştir. Çalışma alanının fiziksel toprak kalite özelliği 65 kalite skoru ile "orta", kimyasal toprak kalite özelliği 74 kalite skoru ile "yüksek", biyolojik toprak kalite özelliği ise 54 kalite skoru ile "düşük" olarak belirlenmiştir. Genel toprak karakteristik özelliği ise, ortalama 64 kalite skoru ile "orta" kalitede değerlendirilmiştir. Toprakların genel kalite durumları üzerinde organik madde içeriği olumlu etki yaparken, biyolojik kalite indikatörleri azaltıcı yönde etki etmiştir. Dağılım haritaları araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilen çok değişkenli enterpolasyon yöntemi olan IDW metodu ile üretilmiştir. Yapılan genel toprak kalite dağılım haritasına göre, çalışma alanının batısında yer alan mera toprakların kalite durumlarının doğusuna göre daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sivas, mera, toprak kalitesi, SMAF, coğrafi bilgi sistemleri

Evaluation of Soil Quality Status of Soils in Pasture Lands with the Help of SMAF Model (Ulaş-Acıyurt Case)

ABSTRACT

Soil quality is based on a holistic approach in which the physical, chemical and biological characteristics of the soil are evaluated together. In this study conducted in the poor pasture areas of Acıyurt, Ulaş District of Sivas Province, soil quality status was determined with the help of the SMAF (Soil Management Assessment Framework) model, taking into account 13 soil characteristics, including physical (4), chemical (7) and biological (2). The physical soil quality feature of the study area was determined as "medium" with a quality score of 65, the chemical soil quality feature was determined as "high" with a quality score of 74, and the biological soil quality feature was determined as "low" with a quality score of 54. The general soil characteristic was evaluated as "medium" quality with an average quality score of 64. While organic matter content had a positive effect on the general quality status of soils, biological quality indicators had a decreasing effect. Scatter maps were produced with the IDW method, which is a multivariate interpolation method frequently preferred by researchers. According to the general soil quality distribution map, it was determined that the quality of the pasture soils in the west of the study area was at a higher level than in the east.

Key words: Sivas, pasture, soil quality, SMAF, geographic information systems

GİRİŞ

Son yıllarda artan nüfusa bağlı olarak, arazi kullanım dinamiklerinde meydana gelen değişiklikler ekosistem içerisinde yer alan yapıların; hizmetlerini ve işlevlerini önemli ölçüde etkilemektedir (Adeel et al., 2005; Paz-Kagan et al., 2014). Yaşanan bozulum süreci; biyolojik çeşitliliği, üretkenliği ve toprak kalitesini düşürerek ekosistemin yapısını bozmaktadır (Vitousek et al., 1997; Metzger et al., 2006; Paz-Kagan et al., 2014).

Toprak sağlığının korunması ya da iyileştirilmesi amacıyla tarımsal yönetim uygulamalarına ait bilgileri detaylı olarak ele almak ve çiftçilerin üretilen bilgi ve araçlara erişim kolaylığı sağlanmalıdır (Page et al, 2020). Modern tarım teknolojilerinde toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini içeren modeller yardımıyla toprak sağlığının değerlendirilmesi gerekmektedir (Bünemann et al., 2018; Williams et al., 2020).

Geçmişten günümüze toprak kalite indeks kavramı, toprakların kalitesini belirlemek amacıyla bilimsel bir araca duyulan ihtiyaçtan ileri gelmiştir (Armenise et al., 2013; Sargın ve Karaca., 2023). Toprak kalitesi kavramı, topraklara yönelik arazi kullanımı ve ekosistem içerisinde biyolojik üretkenliği ve çevre kalitesini sürdürmenin yanı sıra bitki, hayvan ve insan sağlığını geliştirme kapasitesi olarak ifade edilmektedir (Doran ve Parkin, 1994). Bitkiler için yetiştirme, insanlar ve hayvanlar için ise gıdanın temini açısından büyük öneme sahip toprakların, kalitesine yönelik yapılan çalışmalar birçok bileşkeyi içerisine almaktadır. Herhangi bir toprak özelliğinin toprak kalite göstergesi olarak kabul edilmesinin temel şartı, toprak fonksiyonunda meydana gelebilecek değişikliklere karşı gösterdiği tepkiye bağlıdır (Armenise et al., 2013).

Son yıllarda toprak kalitesinin izlenmesi amacıyla çeşitli modeller önerilmektedir (Black, 1965, Andrews et al., 2004, Stevenson, 2005, Viscarra Rossel et al., 2006). Bu modellerin birçoğu toprağın işleyişi açısından fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin birlikte değerlendirildiği minimum veri kümesinin (MDS) seçim işlemi esas almaktadır (Rezaei et al., 2006).

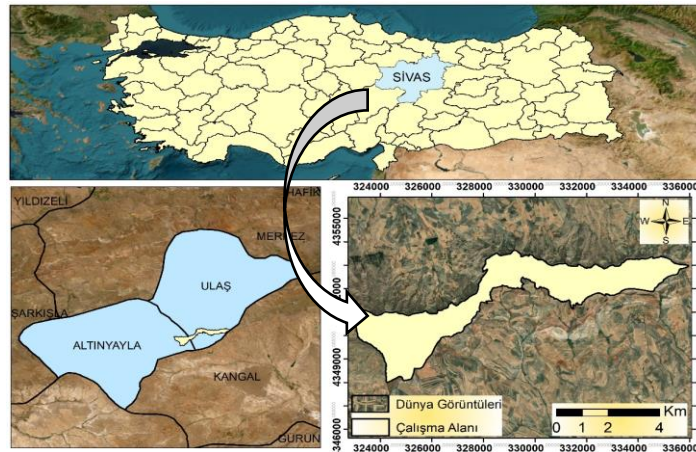
Arazi kullanımı ve tarımsal uygulamalar nedeniyle toprak sağlığında meydana gelen değişiklikleri ölçmek ve değerlendirmek amacıyla Toprak Yönetimi Değerlendirme Çerçevesi (SMAF) (Cherubin et al., 2017), birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir (Nunes et al., 2020; Alaboz et al., 2022; Pacci et al., 2022; Jimenez et al., 2022; Gyawali et al., 2023; de Andrade Bonetti et al., 2023). SMAF modelinde arazi yönetimi ve ekosistem hizmetleriyle ilgili toprak sağlığını değerlendirmek amacıyla birden fazla dinamik fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özelliğini sahaya özgü bilgilerle entegre etmek için doğrusal olmayan puanlama eğrileri ele alınmaktadır (Karlen et al., 2019).

Bu çalışmanın amacı, Sivas ili Ulaş İlçesi Acıyurt köyüne ait mera alanlarından alınan 152 adet toprak örneklerini inceleyerek SMAF modeli yardımıyla alan içerisindeki toprak kalitesindeki değişikliği değerlendirmektir. Çalışmada Toprak kalite göstergesi fiziksel, kimyasal, biyolojik olarak toplam 13 parametre ele alınmıştır. Parametreler SMAF eğrileri kullanılarak ayrı ayrı puanlandırılmış ve kimyasal, fiziksel ve biyolojik sektörlere odaklanan genel bir Toprak Kalitesi İndeksine entegre edilmiştir. Bu sayede, mera kullanımı ve yönetiminde yaşanan hatalar nedeniyle toprak kalitesinde yaşanan değişikliklerin ortaya konması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışma Alanının Genel Özellikleri

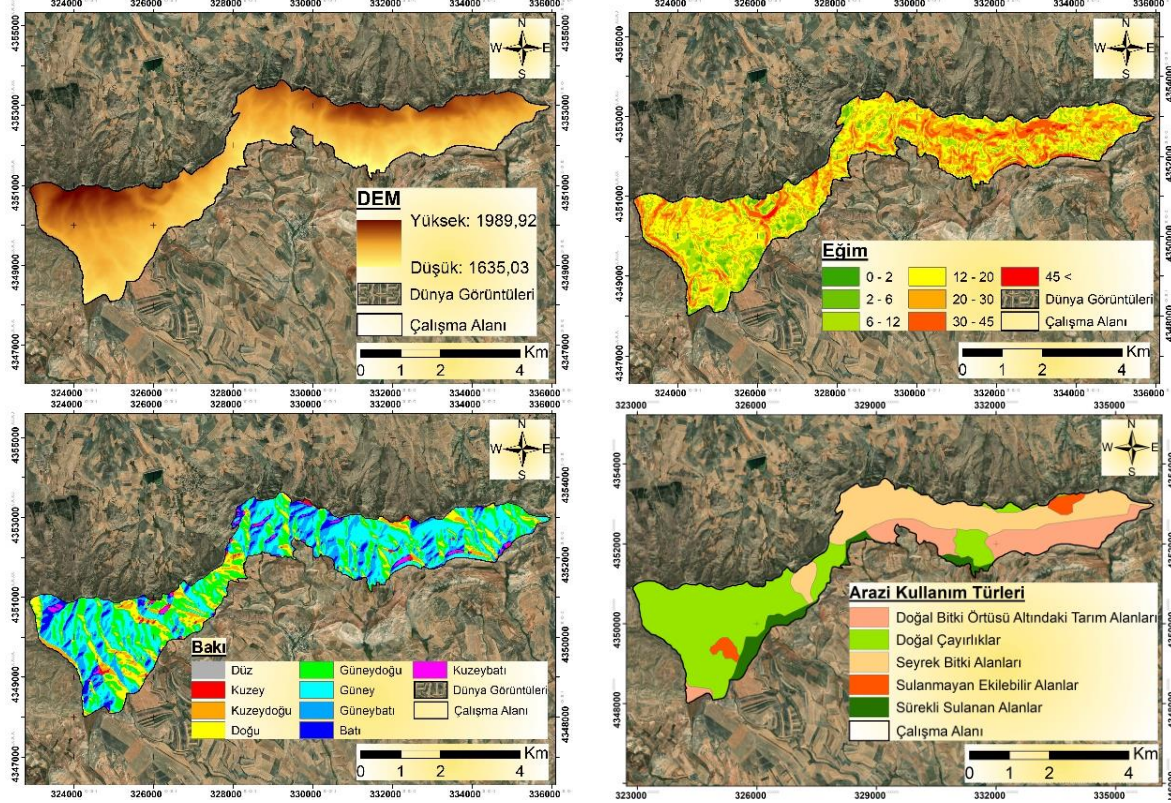
Sivas ili Ulaş ve Altınyayla ilçe sınırları içerisinde yer alan çalışma alanının, çoğunluğu Ulaş ilçesinde bağlı Acıyurt köyü merası olup, 323000-336000 B-D ve 4348000-4353800 G-K (WGS84, Zone 37, UTM m) koordinatları arasında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

Büyük bir kısmı İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Sivas İli, aynı zamanda Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde de topraklara sahiptir. Topraklarının çoğunluğu ise Kızılırmak, bir kısmı da Fırat ve Yeşilirmak havzalarında yer almaktadır. Yüz ölçümü olarak ise Konya'dan sonra Türkiye'nin 2. büyük ilidir. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1000 metrenin üzerinde olan Sivas'ta, dağlar, dağlar arasında uzanan vadiler, çukur alanlardaki ovalar ve yüksek kesimlerdeki platolar şehrin yeryüzü şekillerini meydana getirmektedir.

Çalışma alanı yaklaşık olarak 1849,21 ha olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1635 m ile 1938 m arasında değişmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanına ait sayısal yükselti modeli, yükselti, bakı ve eğim haritaları

Sert bir karasal iklim yapısına sahip olan Sivas ilinde, kışları soğuk ve sert geçmesinin yanında bol kar yağışlıdır. Yaz ayları ise kısa süreli sıcak ve kuraktır. Bunun yanında ilkbahar ve sonbahar aylarında ise yağmurlar etkili olmaktadır. Uzun yıllık iklim verileri incelendiğinde en soğuk ay -34.6°C ile Ocak ayıdır. En sıcak ay ise 38.3°C ile Temmuz ayı olarak gözlemlenmiştir. Aylık yağış ortalamasının en yüksek olduğu ay Mayıs, en düşük olduğu ay ise Ağustos olarak kaydedilmiştir. Ayrıca yıllık ortalama yağış miktarı 460-470 mm arasında değişirken, yıllık ortalama sıcaklık değeri ise $8-12^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir (Anonim, 2024). Arazi örtüsü/arazi kullanım türünü belirlemek üzere Corine (2018) verisinden yararlanılarak elde edilen haritada, alan içerisinde en fazla yayılım gösteren kullanım biçimini doğal çayırliklar ve seyrek bitki alanları oluşturmaktadır. Alana ait sayısal yükselti modeli, eğim, bakı ve arazi kullanım türlerine ait haritalar sırasıyla Şekil 2 'de gösterilmiştir.

SMAF (Soil Management Assessment Framework) Modeli

Sürdürülebilir tarım ve çevre koruma alanında, toprakların sürdürülebilir yönetimi temel ve önemli bir unsurdur. Karmaşık ve dinamik bir sisteme sahip olan toprak, biyoçeşitlilik ve ekolojik dengiyi korumada kritik bir role sahiptir. Ancak, artan çevresel baskılar arasında yükselen gıda talepleri, toprak kalitesini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek ve yönetmek için toprak kalite modellerine olan ihtiyacı vurgular. Toprak Yönetimi Değerlendirme Çerçevesi (SMAF), toprak kalitesini ve verimliliğini değerlendirmek, izlemek ve artırmak için önemli bir modeldir (Smith ve Jones, 2023). En iyi bilimsel prensipleri, veri odaklı metodolojileri ve uygulamaları birleştirerek, paydaşların toprak yönetimi uygulamaları hakkında bilinçli kararlar vermelerini sağlar.

SMAF, sadece bir tarımsal araç değildir. Çevre koruma, arazi kullanım planlaması ve politika geliştirmede önemli düzeyde etki potansiyeline sahiptir. Toprak sağlığı ve performansının göstergelerini entegre ederek, uzun vadeli sürdürülebilirliği teşvik eden, olumsuz çevresel etkileri azaltan uygulamaların benimsenmesini kolaylaştırır (Garcia ve Patel, 2021; Brown ve White, 2022). Ayrıca yenilik ve disiplinler arası yaklaşımları benimseyerek, yeni

zorluklara uyum sağlar; hassas tarım, uzaktan algılama ve dijital toprak haritalama gibi alanlarda da kullanılabilir (Pacci ve Dengiz, 2023).

SMAF modeli toprak kalitesini belirlerken şu adımları izler (Pacci ve ark, 2021);

a) Gösterge Seçimi: SMAF, toprak kalitesini belirlemek amacıyla uygun parametreleri seçer. Bu parametreler, agregat stabilitesi, su tutma kapasitesi, organik madde içeriği, pH değeri, besin elementleri, mikrobiyal aktivite gibi özellikleri içerebilir.

b) Değerlendirme: Seçilen parametreler, arazi çalışmaları veya laboratuvar analizleri yapılarak toprak örnekleri kullanılarak belirlenir. Bu değerlendirme, her parametre için belirli bir değer aralığını belirlemeye yardımcı olur.

c) Skorlama: Analiz sonuçlarına dayanarak, her parametre için bir kalite skoru belirlenir. Skorlar, toprağın o özelliği için kalitesini gösterir. Örneğin, yüksek organik madde içeriği daha yüksek bir skora sahip olabilirken, toprak asitliği yüksekse daha düşük bir kalite skoruna sahip olabilir (Karlen ve Stott, 1994).

d) Toplam Puanın Hesaplanması: Her parametre için belirlenen kalite skorları kullanılarak, toplam bir toprak kalite puanı hesaplanır. Bu puan, toprağın genel sağlığını ve kalitesini yansıtır ve belirli bir zaman dilimindeki değişiklikleri izlemeye yardımcı olur.

e) Yorumlama: Elde edilen toprak kalite puanı, toprağın mevcut durumu hakkında bilgi verir. Bu bilgi, toprak yönetimi stratejileri belirlemede ve toprak ıslah çalışmalarında kullanılabilir.

Toprağın genel kalitesini ortaya koyma amacı ile indikatörlerin aldığı değerlerin tek bir indekse dâhil edilmesi amacıyla SMAF modeli, eklemeli indeks yöntemini kullanmaktadır. Eklemeli indeks hesabında söz konusu indikatörlerin tümünden ayrı ayrı gelen değer toplanmakta ve indikatör sayısına bölünerek ortalaması belirlenmekte, elde edilen sonuç 100 ile çarpılarak toprağın toprak kalitesi yüzde olarak ifade edilmektedir. Toprak kalite indeksi aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$TKI = \left[\frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} \right] \times 100$$

Toprak kalite skorlamasına yönelik sınıflarda elde edilen değerler 40'ın altında ise söz konusu toprakların kalitesi çok düşük, 40-55 arasında ise düşük, 55-70 arasında ise orta, 70-85 arasında yüksek ve > 85 ise çok yüksek olarak değerlendirilmektedir (Gugino ve ark., 2009).

Dağılım Haritalarının Oluşturulması

Dağılım haritaları ArcGIS 10.8.2 programı kullanılarak üretilmiştir. Haritalama öncesi toprak kalite verileri üzerinde normal dağılım göstermeyen parametrelere uygun dönüşümler yapılmış ve haritalama aşamasında Ters Mesafe Ağırlıklandırma (Inverse Distance Weighting /IDW) metodu kullanılmıştır.

En fazla kullanılan çok değişkenli enterpolasyon metotlarından biri olan IDW'nin esası değeri bilinen örneklem noktayı kullanarak, değeri bilinmeyen alanların ağırlıklı ortalama değerlerinin tahmin edilmesine dayanır; bunu yaparken ise uzaklıkların ters mesafe fonksiyonlarından yararlanılmaktadır.

$$\lambda = \frac{1/d_i^p}{\sum 1/d_i^p}$$

Buradaki varsayım değeri bilinen noktadan hedeflenen noktaya olan uzaklık arttıkça benzerliklerin azaldığı mantığıdır (Li & Heap, 2008).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Sentinal 2A uydu görüntüsünün 2021 yılının Nisan ve Mayıs aylarına ait görüntülerinin incelenmesi sonucunda farklı vejetasyon yoğunluğuna toplam 152 noktadan alınan toprak örneğinde kimyasal, fiziksel ve biyolojik olmak üzere on üç toprak kalite parametresi incelenmiş olup Çizelge 1' de tanımlayıcı istatistikleri ortaya koyulmuştur. Toprakların pH içerikleri 6.93-8.34 arasında değişkenlik göstermekle birlikte, ortalama 7.80 ile hafif-orta alkalın reaksiyonlu sınıf içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanı toprak örneklerinde kum, silt ve kil içeriklerine göre killi, killi tın, tın, kumlu killi tın, kumlu kil, kumlu tın olmak üzere 6 çeşit tekstür sınıfı belirlenmiştir. Toprakların organik madde içerikleri ise en düşük %0.36 ve en yüksek %17.22 değerleri arasında olmak üzere %7,76 ile Olsen ve Dean (1965)'a göre >%4 ile yüksek sınıfta olarak belirlenmiştir.

toprakların verimlilik parametreleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olan organik madde; topraklarda agregatların oluşumu ve dayanıklılığına önemli düzeyde katkı sağlamaktadır (Saygın vd., 2019). Çalışmada toprakların agregat stabiliteyi de organik madde ve içeriğindeki durumlara göre %9.51 ve %87.25 arasında değişiklik göstermek üzere ortalama %58.26 olarak belirlenmiştir. Wagner ve ark. (2000) tarafından gerçekleştirilen çalışmada agregat stabilitesi ile kil içeriği arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya konmuştur, çalışmaya göre toprak içerisinde kil içeriği arttıkça özgül yüzey alanı da artmakta ve bu durum beraberinde agregat stabilitesini de artırmaktadır (Gümüş ve ark., 2016).

Çalışma alanı MBC içerikleri en düşük 5.88 ve en yüksek 72.99 arasında değişiklik göstererek ortalama 38.19 olarak, β -glukozidaz enzim aktiviteleri ise en düşük 4.09 ve en yüksek 132.21 olmak üzere ortalama 60.94 olarak belirlenmiştir. Toprak içerisindeki mikrobiyal popülasyon ve faaliyetlerdeki farklılıkların toprak sağlığı ve kalitesindeki değişikliklerin iyi bir göstergesi olarak görev aldığı daha önce yapılan çalışmalarla da ortaya konmuştur (Kennedy ve Papendick 1995, Pankhurst ve ark. 1995).

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarına ait tanımlayıcı istatistik değerleri

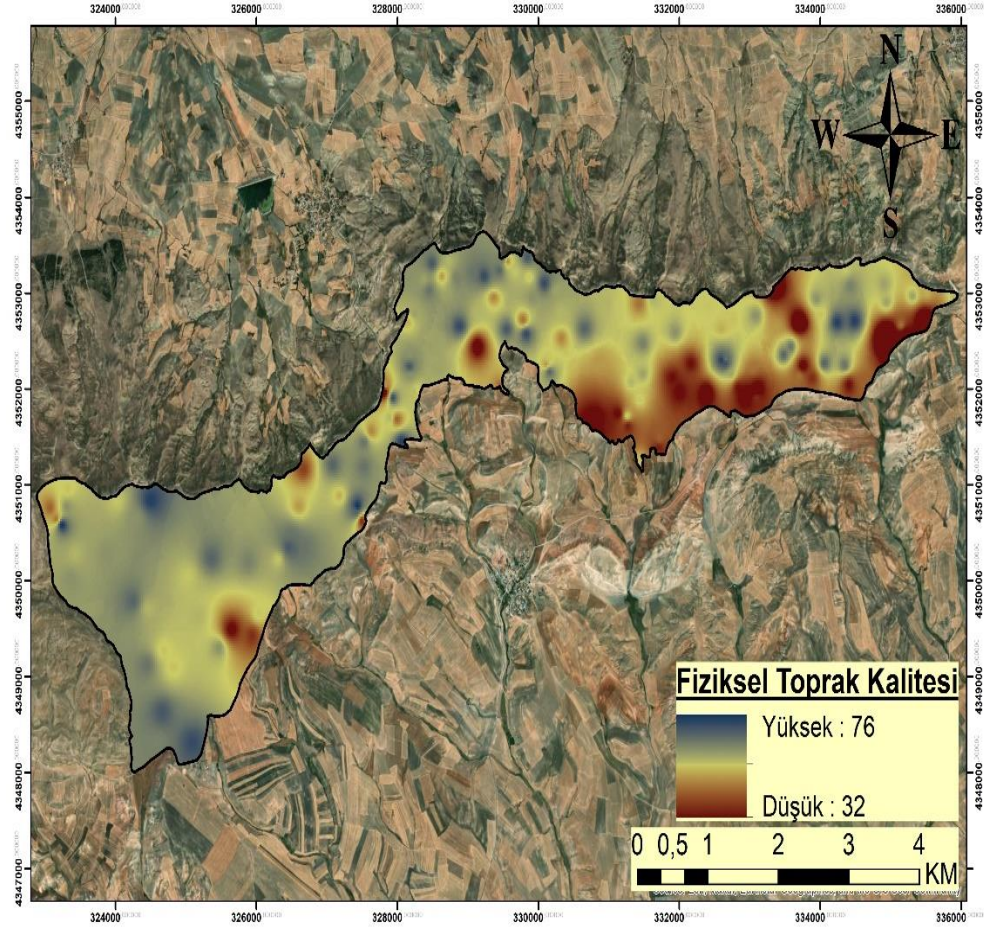
Toprak Özellikleri	Ort.	SS	DK	Varyans	EDD	EYD	Çar.	Bas
%Kum	41.80	9.87	23.61	97.54	14.74	81.86	0.10	1.41
%Silt	23.90	5.84	24.43	34.22	3.64	43.29	-0.18	1.64
%Kil	34.28	9.29	27.10	86.42	10.48	67.83	0.47	0.80
%OM	7.76	3.63	46.77	13.17	0.36	17.22	0.32	-0.32
HA	1.26	0.09	7.142	0.00	1.06	1.56	0.26	0.16
%AS	58.26	19.35	33.21	374.46	9.51	87.25	-0.53	-0.83
pH	7.80	0.28	3.58	0.08	6.93	8.34	-0.85	0.75
EC(ds/m)	0.54	0.16	29.62	0.02	0.13	1.00	0.004	-0.22
MBC	38.19	12.95	33.90	167.80	5.88	72.99	-0.19	-0.62
β -glukozidaz	60.94	35.95	58.99	1292.64	4.09	132.21	0.24	-1.22
K mek/100g	0.66	0.45	68.18	0.21	0.09	1.89	0.87	-0.33
P mg/k g	3.55	3.91	110.14	15.36	0.01	24.28	2.60	8.74
SAR	0.83	0.16	19.27	0.02	0.57	1.89	2.23	10.91

Ort.: Ortalama, SS.: Standart sapma, DK.: Değişkenlik katsayısı, EDD: En Düşük Değer, EYD: En Yüksek Değer, Çar: Çarpıklık, Bas: Basıklık, OM: Organik madde, HA: Hacim ağırlığı, AS: Agregat stabilitesi, MBC: Mikrobiyal biyokütle karbonu, SAR: Sodyum adsorbsiyon oranı.

Wilding (1985) varyasyon katsayısını (değişkenlik katsayısı); düşük (<%15), orta (%15-35) ve yüksek (> %35) olarak sınıflandırmıştır. Sınıflandırma sonuçları dikkate alındığında, çalışma alanının toprak özelliklerinden toprak hacim ağırlığı ve pH ortalamaya göre <%15 değişkenlik ile “düşük” varyasyon sergilerken kum, silt, kil, AS, EC, MBC ve SAR ortalamaya göre %15-35 değişkenlik ile “orta” varyasyon sergilemiş; OM, β -glukozidaz, K ve P ise ortalamaya göre >%35 değişkenlik ile “yüksek” varyasyon sergilemiştir. Silt, AS, pH ve MBC değerleri normal dağılıma göre sola çarpık (-) diğer özellikler ise sağa çarpık (+) bir dağılım göstermektedir. Sağa çarpık bir dağılımda özellikler ortalamadan daha düşük seviyelerde dağılım sıklığına sahip iken sola çarpık durumda bunun tam tersi bir durum hakimdir. Çarpıklık katsayısı en yüksek normalden en uzak dağılım gösteren özellik P olarak belirlenmiştir. P değerinin sağa çarpık sola yığılımlı bir dağılım göstermesi toprakların fosfor içeriklerinin büyük bir kısmının ortalamadan (3.55 mg/kg) daha düşük seviyede olmasının bir sonucudur. Toprak özelliklerinden OM, AS, EC, MBC, β -glukozidaz ve K değerlerinin eğrileri normal dağılıma göre daha basık (-) bir dağılım gösterirken, diğer parametreler ise daha dik (+) bir dağılım göstermektedir.

Doğal ekosistemdeki değişim ve insan etkisinden dolayı; toprakların, bitkilerin yetişebilmesi için gerekli olan tüm fonksiyonları sağlayabilmesi gün geçtikçe daha da imkânsız bir hal almaktadır (Govaerts ve ark., 2006). Bu durum sonucunda hali hazırda doğal fonksiyonlarını sağlayabilme potansiyeli düşük olan mera arazilerinde de arazi bozulması ve biyolojik üretkenliğin geri dönüşü olmayacak bir hal alarak çölleşmeye maruz kalması kaçınılmaz bir hal almaktadır (Acar, 2023). Bu durumu kontrol altına almak amacıyla toprak kalitesinin izlenmesi ve meydana gelen değişimin takip edilmesi, toprakların sürdürülebilir kullanılmasına ve üretkenliğinin korunarak iyileştirilmesine olanak sağlamaktadır.

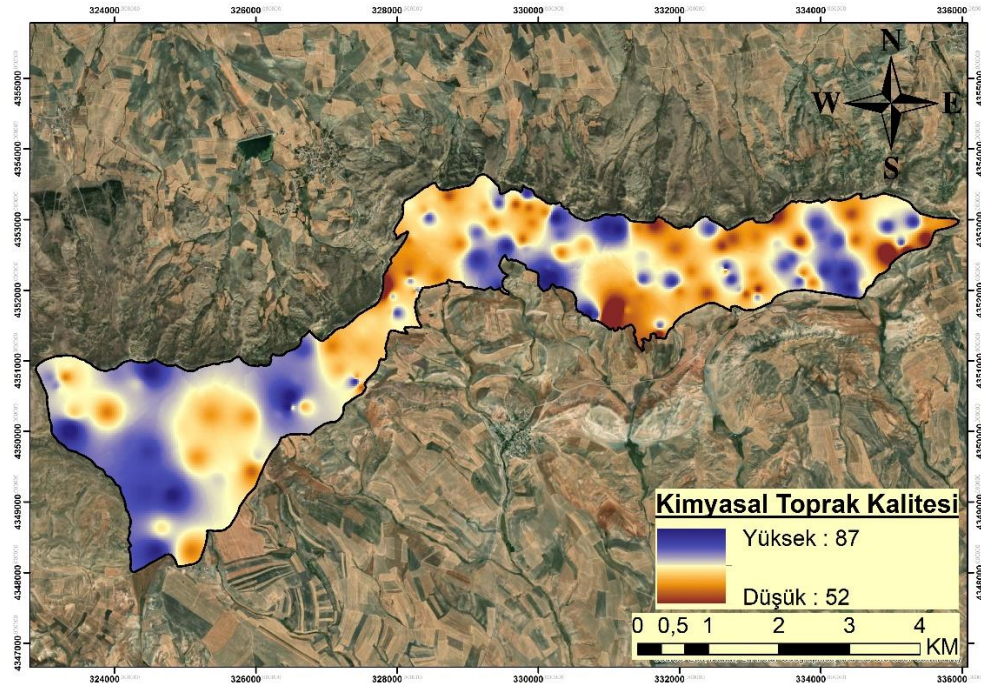
Çalışma alanına ait fiziksel toprak kalitesi haritası Şekil 3’ te verilmiştir. Alanın toprak kalitesi 32-76 arasında değişiklik göstermekle beraber ortalama 65 kalite skoru ile, 55-70 kalite skorları arasında olmasından dolayı ‘orta kalite’ olarak belirlenmiştir. Alanın güneydoğusunun toprak kalite durumunun alanın diğer kısımlarına göre daha düşük olduğu gözlemlenmektedir. Alanın batısında da yine yer yer düşük kaliteye sahip alanlar olmakla beraber genel olarak ‘orta’ ve ‘yüksek’ kaliteye sahip olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 3. Fiziksel toprak kalitesi dağılım haritası

Söz konusu alanlarda kalite skorunun düşük olma sebebi tekstürde meydana gelen değişikliklere bağlı olarak, kum ve kil içeriğinin yüksek olmasından dolayı; toprakta kum içeriğinin yüksek olduğu kısımlarda agregat yapısının iyi gelişim gösterememesi ve yarayışlı su içeriğinin az olması, kil içeriğinin yüksek olduğu kısımlarda ise hidrolik iletkenliğin düşük olmasıdır. Agregatlaşma; tohum ve toprak arasındaki ilişki, bitkinin kök geliştirmesi ve solunumu, hidrolik iletkenlik ve sonuç olarak bitkinin gelişimini devam ettirebilmesi açısından önemli role sahiptir (Dinel ve ark., 1991). Toprakların geçirgenlik özelliklerini, dolayısıyla topraklarda tuz ve kimyasalların taşınma ve yıkanmasını kontrol eden önemli fiziksel bir özellik olan hidrolik iletkenlik, topraklar içinde büyük farklılık göstermektedir (Kırda ve Sariyev 2002, Sariyev ve ark., 2020). Ayrıca suya dayanıklı agregatların oranının yüksek olması, toprakların bozulmasındaki ana sebeplerden birisi olarak bilinen toprak erozyonunu engellemektedir (Dinel ve ark., 1991).

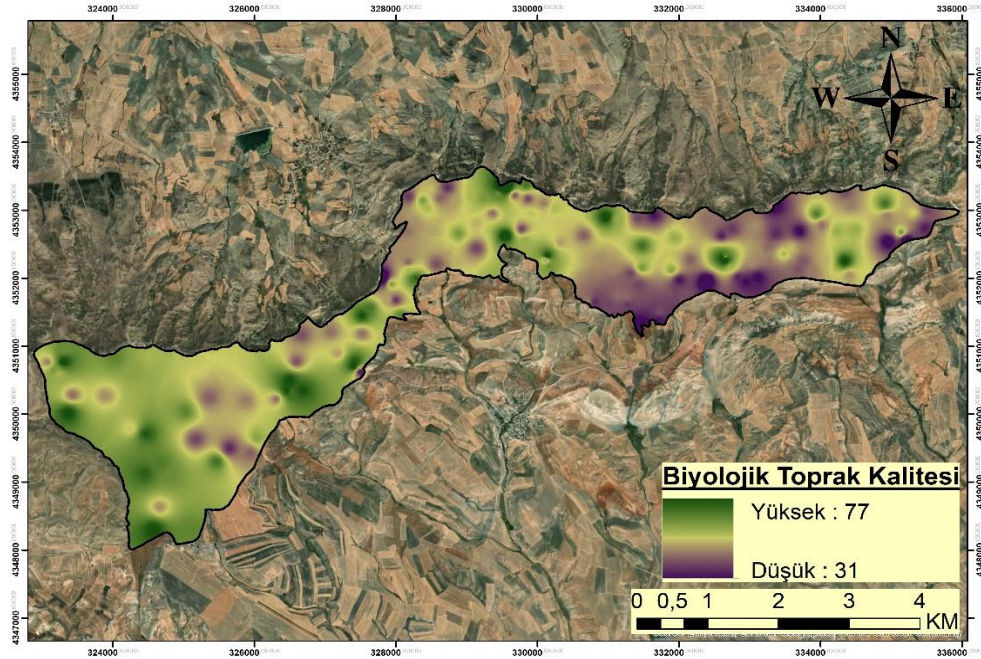
Çalışma alanına ait kimyasal toprak kalitesi haritası Şekil 4' te verilmiştir. Alanın kimyasal toprak kalitesi 52-87 arasında değişiklik göstermekle beraber ortalama 74 kalite skoru sonucu ile 70-85 kalite skorları arasında olması nedeni ile kimyasal toprak kalitesi 'yüksek kalite' olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Kimyasal toprak kalitesi dağılım haritası.

Alanın geneli yüksek ve orta kaliteye sahipken alanın doğusunun kalite durumu batısına göre nispeten daha düşük olarak belirlenmiştir. Bu alanlarda kaliteyi düşüren en önemli parametrenin ise yarıyıllık fosfor içeriği olarak gözlemlenmiştir. Fosforun çok zor ve geç çözünmesi, onu diğer besin elementlerinden ayıran özelliktir (Bircikligil ve ark., 2016). Toprakta fosfor önemli işlevlere sahip olan fosfor; bitkide iyi bir kök gelişimi, çiçeklenmeyi, meyve tutumu ve olgunlaşması, ürün kalitesinin artması ve bunlara bağlı olarak verimliliğin artmaktadır. Pacci ve ark. (2022), Bafra Ovasında yer alan topraklarda çeltik yetiştirilen alanların toprak kalite durumunun SMAF (Soil Management Assessment Framework) modeli ile değerlendirdikleri çalışmada toprakların fiziksel kalite indikatörlerinin düşük (% 50.38) ve yüksek (% 82.12), kimyasal kalite indikatörlerinin ise çok düşük (% 36.50) ve orta (% 66.69) sınıfları arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir.

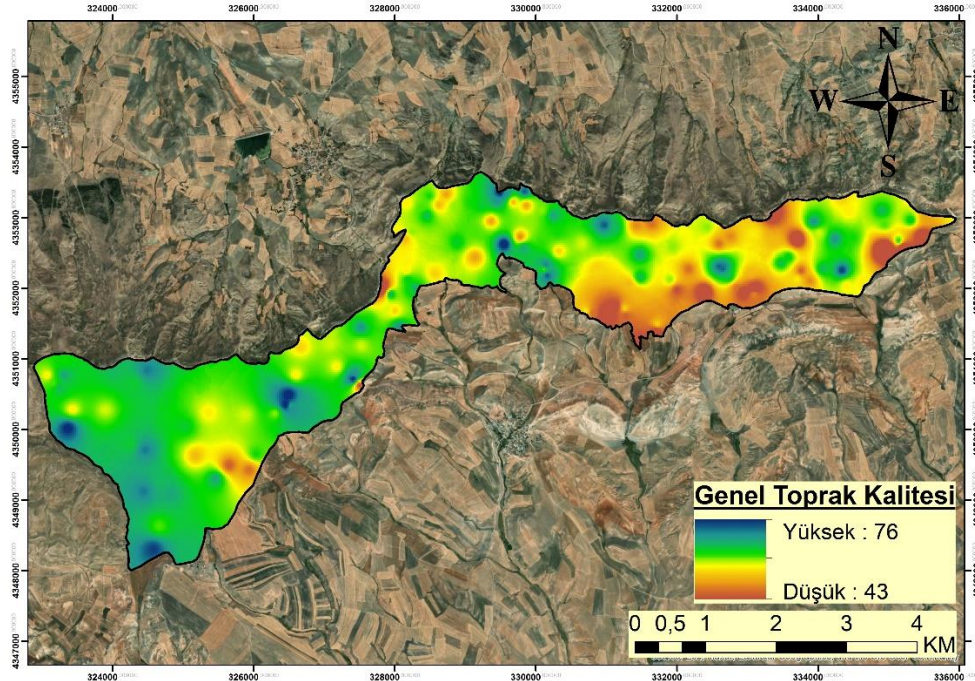
Çalışma alanına ait biyolojik toprak kalitesi haritası Şekil 5' te verilmiştir. Alanın biyolojik toprak kalitesi 31-77 arasında değişiklik göstermekle beraber, ortalama 54 kalite skoru ile 40-55 kalite skorları arasında olduğu için 'düşük kalite' olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Biyolojik toprak kalitesi dağılım haritası.

Harita incelendiğinde çalışma alanının batısının güneyine göre daha yüksek kaliteye sahip olduğu, ancak genel olarak çalışma alanının biyolojik kalitesinin düşük-orta sınıflarda olduğu gözlemlenmektedir. Bunun nedeninin, çalışma alanının biyolojik kalite durumunu SMAF modeli ile ortaya koymada kullanılan iki biyolojik toprak parametresinden biri olan β -glukozidaz enzim aktivitesinin aldığı düşük kalite skorları olduğu belirlenmiştir. β -glukozidaz enzimi topraklarda β -glukosidlerin hidrolizini katalize eden bir enzimdir. Söz konusu bu enzimin aktivitesi, organik maddenin ayrışması hakkında fikir vermektedir ve organik maddenin hidrolizini kapsamaması sebebi ile toprak kalitesi üzerinde önemli bir role sahiptir (Ndiaye ve ark., 2000). Alaboz ve ark. (2022), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi kampüsü içerisinde yer alan çalışma alanında, SMAF modelinden yararlanarak toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve genel kalite durumlarını belirledikleri çalışma kalite skorlarındaki düşüklüğün en önemli etkeninin biyolojik kalite indikatörlerinden kaynaklandığını, bunun yanında organik atıkların toprakların kalite durumları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Çalışma alanına ait genel toprak kalitesi haritası Şekil 6' da verilmiştir. Alanın toprak kalitesi 43-76 arasında değişiklik göstermekle beraber ortalama 64 kalite skoru ile 55-70 kalite skorları arasında olduğu için 'orta kalite' olarak belirlenmiştir.



Şekil 6. Genel toprak kalitesi dağılım haritası.

Alanın batısının toprak kalite durumunun alanın doğusuna göre daha iyi olduğu ancak genel olarak tüm alanın orta kaliteye sahip olduğu haritada da gözlemlenmektedir. Bu durum çalışma alanının doğusundaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak parametrelerinin, meraların sürdürülebilirliğini devam ettirebilmesi için gerekli toprak şartlarını sağlayamayacak; fonksiyonlarını yerine getiremeyecek oluşundan kaynaklanmaktadır. Pacci ve Dengiz (2023), SMAF modelinden yararlanarak toprak kalite özelliklerini belirledikleri çalışmada inceledikleri alana ait toprakların ayçiçeği tarımı için kimyasal kalite indeksinin düşük, fiziksel toprak kalite orta, biyolojik kalite indeksinin ise yüksek, toplam kalite indeks değerlerinin ise yüksek düzeyde olduğunu belirlemişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sivas İli Ulaş İlçesi Acıyurt köyüne ait mera alanlarının toprak kalite durumlarını ortaya koyma amacıyla çalışmada, toprak kalitesinin en iyi şekilde belirlenmesi için toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik fonksiyonlarını birbirine entegre ederek kullanmak amacı ile oluşturulan SMAF modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar; çalışma alanı olan meranın genel toprak istek özellikleri dikkate alınarak hesaplanan fiziksel kalite skorunun orta, kimyasal kalite skorunun yüksek, biyolojik kalite skorunun düşük ve sonuç olarak genel kalite skorunun da orta olduğunu ortaya koymuştur. Fiziksel toprak parametreleri içerisinde yüksek kum içeriği, kimyasal toprak kalitesi üzerinde yarıyıllı fosfor içeriği, biyolojik toprak kalitesi üzerinde β -glukozidaz enzim aktivitesi olumsuz etki yaptığı ortaya konulmuştur. Genel kalite değerlendirmesine göre orta kalite sınıfında değerlendirilen topraklar, mera alanlarının sürdürülebilir olarak kullanımının sağlanması açısından kalitesinin

yıllar içerisinde değişimini izlenmesi, kalitesinin yükseltilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından teşvik edecek uygulamalar yapılması gerekmektedir. Kalite içeriğinin düşük olarak tanımlandığı alanlarda mera kullanımının belirli bir planlamaya tabi tutulması, kontrollü otlatma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ile mümkündür. Aksi takdirde yapılacak bilinçsiz ve kontrolsüz olarak aşırı otlatılması, meraların orta ve zayıf olan özelliklerinin çok daha kötüye gitmesine neden olacaktır.

Pilot alan olarak seçilmiş alanda yapılan bu çalışma, SMAF modelinin toprak kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir araç olarak kullanılabileceği ve böylelikle çiftçilerin, arazi yöneticilerinin ve politikacıların sürdürülebilir arazi kullanımı ve yönetim uygulamalarına dair daha iyi ve etkin kararlar alması açısından yardımcı bir kaynak olarak değerlendirilebilecek niteliktedir.

Teşekkür: Bu çalışma, Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından “2022-GENL-TBT-0006” proje numarası ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

YAZAR ORCID NUMARALARI

Fikret SAYGIN  <http://orcid.org/0000-0001-7771-806X>

Orhan DENGİZ  <http://orcid.org/0000-0002-0458-6016>

Sena PACCİ  <http://orcid.org/0000-0001-6661-4927>

KAYNAKLAR

- Acar, M. 2023. Aşağı seyhan ovasında toprak kalitesinin değerlendirilmesi ve izlenmesinde amenajmana hassas indikatörlerin belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Adana.
- Adeel, Z., Safriel, U., Niemeijer, D. ve White, R., 2005. Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Alaboz, P., Dengiz, O., Pacci, S., Demir, S. ve Türkay, C. 2022. Determination of the effect of different organic fertilizers applications on soil quality using the SMAF model. Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 32(1), 21-32.
- Andrews, S. S., Karlen, D. L. ve Cambardella, C. A. 2004. The soil management assessment framework: a quantitative soil quality evaluation method. Soil Science Society of America Journal, 68(6), 1945-1962.
- Anonim, 2024. Sivas İli iklim ve Bitki örtüsü, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sivas> Erişim Tarihi: 02.05.2024
- Armenise, E., Redmile-Gordon, M. A., Stellacci, A. M., Ciccarese, A. ve Rubino, P. 2013. Developing a soil quality index to compare soil fitness for agricultural use under different managements in the Mediterranean environment. Soil and Tillage Research, 130, 91-98.
- Birecikligil, M. S., Ok, D. ve Öcal, O. 2016. Nevşehir ilinde alternatif mücadele yöntemleri ile organik tarımının yaygınlaştırılması.
- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis: Part I Physical And Mineralogical Properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Brown, A. R. ve White, L. E. 2022. Enhancing Soil Quality Through Effective Management: Insights from the Soil Management Assessment Framework. Journal of Environmental Management, 35(3), 567-580.
- Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R.E., De Deyn, G., de Goede, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T.W., Mader, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J.W., Brussaard, L. 2018. Soil quality – a critical review. Soil biology and biochemistry. 120, 105–125. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030>.
- Cherubin, M. R., Tormena, C. A. ve Karlen, D. L. 2017. Soil quality evaluation using the Soil Management Assessment Framework (SMAF) in Brazilian Oxisols with contrasting texture. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 41, e0160148.
- de Andrade Bonetti, J., Nunes, M. R., Fink, J. R., Tretto, T. ve Tormena, C. A. 2023. Agricultural practices to improve near-surface soil health and crop yield in subtropical soils. Soil and Tillage Research, 234, 105835.
- Dinel, H., Mehuys, G. R. ve Levesque, M. 1991. Influence of humic and fibric materials on the aggregation and aggregate stability of a lacustrine silty clay. Soil Science, 151(2), 146-158.

- Doran, J.W., Parkin, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F., Stewart, B.A. (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. SSSA Special Publication no. 35. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 3–21.
- Garcia, M. C. ve Patel, S. 2021. Soil Health Assessment for Sustainable Agriculture: Integrating the Soil Management Assessment Framework with Agroecological Practices. *Sustainability*, 13(2), 345-358.
- Govaerts, B., Sayre, K. D., ve Deckers, J. 2006. A minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize in the highlands of Mexico. *Soil and Tillage Research*, 87: 163–174.
- Gugino B K, Abawi G S, Idowu O J, Schindelbeck R R, Smith L L, Thies J E, Wolfe D W, ve Van Es H M, 2009. Cornell soil health assessment training manual. Cornell University College of Agriculture and Life Sciences.
- Gümüş, İ., Şeker, C., Negiş, H., Özaytekin, H. H., Karaarslan, E. ve Çetin, Ü. 2016. Buğday ekili alanlarda agregat stabilitesine etki eden faktörlerin belirlenmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 236-242.
- Gyawali, A. J., Neely, H. L., Foster, J. L., Neely, C. B., Lewis, K. L., Bodine, G., ... ve Smith, A. P. 2023. Assessing soil health in a thermic region of the southern great plains, using the soil management assessment framework (SMAF). *Soil Security*, 13, 100115.
- Jimenez, L. C. Z., Queiroz, H. M., Cherubin, M. R. ve Ferreira, T. O. 2022. Applying the soil management assessment framework (SMAF) to assess mangrove soil quality. *Sustainability*, 14(5), 3085.
- Karlen, D. L., ve Stott, D. E. 1994. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. *Defining soil quality for a sustainable environment*, 35, 53-72.
- Karlen, D. L., Veum, K. S., Sudduth, K. A., Obrycki, J. F. ve Nunes, M. R.(2019). Soil health assessment: Past accomplishments, current activities, and future opportunities. *Soil and Tillage Research*, 195, 104365.
- Kennedy, A. C. ve Papendick, R. I. 1995. Microbial characteristics of soil quality. *Journal of soil and water conservation*, 50(3), 243-248.
- Kırda, C. ve Sarıyev, A. 2002. Toprak Fiziği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel yayın No: 245, Ders Kitapları Yayın No: A-79, Adana.
- Metzger, M.J., Rounsevell, M.D.A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R., Schroter, D., 2006. The vulnerability of ecosystem services to land-use change. *Agric. Ecosyst. Environ.* 114, 69-85.
- Ndiaye, E. L., Sandeno, J. M., McGrath, D. ve Dick, R. P. 2000. Integrative biological indicators for detecting change in soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture*, 15(1), 26-36.
- Nunes, M. R., Karlen, D. L., Veum, K. S. ve Moorman, T. B. 2020. A SMAF assessment of US tillage and crop management strategies. *Environmental and Sustainability Indicators*, 8, 100072.
- Pacci, S., Kaya, N. S., Dengiz, O. ve Turan, İ. D. 2021. Van havzası içerisinde smaf modeli kullanılarak toprak kalitesinin değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(2), 301-316.
- Pacci, S., Dengiz, O., Saygın, F. ve Alaboz, P. 2022. Soil quality assessment of paddy cultivation lands in the bafra plain based on the SMAF model. *Turk J Agric Res.* 9(2):164–174. doi:10.19159/tutad.1067105.
- Pacci, S. ve Dengiz, O. 2023. Ayçiçeği tarımı yapılan toprakların SMAF modeli ile toprak kalite indislerinin belirlenmesi: Tokat Zile İlçesi örneği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 11(1), 54-66.
- Page, K.L., Dang, Y.P. ve Dalal, R.C., 2020. The ability of conservation agriculture to conserve soil organic carbon and the subsequent impact on soil physical, chemical, and biological properties and yield. *Front. Sustain. Food Syst.* 4, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00031>.
- Pankhurst, C. E., Hawke, B. G., McDonald, H. J., Kirkby, C. A., Buckerfield, J. C., Michelsen, P., ... ve Doube, B. M. 1995. Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Australian journal of experimental Agriculture*, 35(7), 1015-1028.
- Paz-Kagan, T., Shachak, M., Zaady, E. ve Karnieli, A. 2014. A spectral soil quality index (SSQI) for characterizing soil function in areas of changed land use. *Geoderma*, 230, 171-184.
- Rezaei, S.A., Gilkes, R.J. ve Andrews, S.S. 2006. A minimum data set for assessing soil quality in rangelands. *Geoderma* 136 (1–2), 229–234.
- Saygın, F., Dengiz, O., İç, S., İmamoğlu, A. 2019. Bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri ile bazı erodibilite parametreleri arasındaki ilişkilerin mikro havza ölçeğinde değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 82-91.
- Sarğın, B., & Karaca, S. (2023). Land suitability assessment for wheat-barley cultivation in a semi-arid region of Eastern Anatolia in Turkey. *PeerJ*, 11, e16396.
- Sarıyev, A., Sesveren, S., Tülün, Y., Kaman, H., ve Acar, M. 2020. Determination of unsaturated hydraulic conductivity at field conditions and mathematical modeling.
- Smith, J. D., & Jones, K. L. (2023). Assessing Soil Management Practices: A Comprehensive Review of the Soil Management Assessment Framework. *Environmental Science and Technology*, 47(5), 1234-1256.
- Stevenson, F.J. 2005. Nitrogen-Organic Forms. In *Methods of Soil Analysis, Part 3; Chemical Methods*, 4th edn. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

- Viscarra Rossel, R.A., Walvoort, D.J.J., McBratney, A.B., Janik, L.J. ve Skjemstad, J.O. 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma* 131 (1–2), 59–75.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. ve Melillo, J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277, 494–499.
- Wagner, S., Cattle, S.R., Scholten, T. ve Felix-Henningsen, P. 2000. Observing the Evolution of Soil Aggregates From Mixtures of Sand, Clay and Organic Matter In Soil. *New Zealand Society of Soil Science*. 3: 217-218.
- Williams, H., Colombi, T. ve Keller, T. 2020. The influence of soil management on soil health: An on-farm study in southern Sweden. *Geoderma* 360. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114010>.