

ZİRAAT, ORMAN *ve* SU ÜRÜNLERİ

Alanında Uluslararası Çalışmalar

EDİTÖR

PROF. DR. KORAY ÖZRENK

5202
Horizon 2025

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Haziran 2025

ISBN • 978-625-5897-54-1

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 42488

ZİRAAT, ORMAN *ve* SU ÜRÜNLERİ

ALANINDA ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

EDİTÖR

PROF. DR. KORAY ÖZRENK

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

BREZİLYA VE TÜRKİYE TARIM SEKTÖRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TÜRKİYE TARIMI İÇİN ÖNERİLER

Gül BİNBOĞA¹ , Nevin DEMİRBAŞ²—1

Bölüm 2

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER ÜRETİMİ VE TİCARETİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Derya Nermin DERELİ¹, M.Metin ARTUKOĞLU²—25

Bölüm 3

KADMIYUMUN BİTKİLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Ayşegül DALDAL¹, Hanife MUT²—51

Bölüm 4

KESME ÇİÇEKLERDE VAZO ÖMRÜ VE KALİTE YÖNETİMİ ÜZERİNE ETKİLİ HASAT ÖNCESİ VE SONRASI UYGULAMALAR

Fatih KEBELİ¹, Ömer SARI²—65

Bölüm 5

RUMİNANT BESLEMEDE DOĞAL ANTİBİYOTİK ALTERNATİFLERİ: YENİ NESİL YAKLAŞIMLAR

Yaşar Deray SAYGII—85

Bölüm 6

TARIMSAL ÜRETİCİLERİN SABİT SERMAYE YATIRIM KARARLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Gözde SEVİLMİŞ SABUNCU1, Ferruh IŞIN2—111

Bölüm 7

BİYOLOJİK İZLEMEDE GÖSTERGE ALGLER VE BAZI ÖZELLİKLERİ

Nezire Lerzan ÇİÇEK1—135

Bölüm 1

BREZİLYA VE TÜRKİYE TARIM SEKTÖRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TÜRKİYE TARIMI İÇİN ÖNERİLER

Gül BİNBOĞA¹, Nevin DEMİRBAŞ²

1 Zir. Müh. Gül BİNBOĞA, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi ABD, 35040 Bornova/İZMİR, e-mail: gulbinboa@gmail.com; ORCID NO: 0009-0006-2366-1858.

2 Prof. Dr. Nevin DEMİRBAŞ, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35040 Bornova/İZMİR, e-mail: nevin.demirbas@ege.edu.tr; ORCID NO: 0000-0002-0541-1437.

1.GİRİŞ

Brezilya, 1960'lı yıllara kadar sistematik olarak dış kaynaklı gıda bağımlılığına bağımlı bir ülke konumundayken, özellikle 1990'lı yıllardan itibaren tarım sektöründe önemli yapısal dönüşümler yaşamıştır. Bu dönüşüm sonucunda Brezilya, tarımsal üretim ve ihracatta dünya liderlerinden biri olmayı başarmıştır (Pereira et al., 2012; MAPA, 2020). Brezilya'nın ekonomik büyümesinde tarım sektörü, temel dinamiklerden biri olmuş ve ülke, kırk yıl içinde net gıda ithalatçısı konumundan çıkarak, Avrupa Birliği (AB) ve Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) ardından dünyanın üçüncü büyük tarımsal ihracatçısı haline gelmiştir (Palermo, 2020). Nitekim, Brezilya'nın tarımsal üretimi son kırk yılda %385 oranında artış göstermiştir. Bununla birlikte, bu üretim artışı, tarıma ayrılan arazi alanında sadece %32'lik bir genişleme ile sağlanmıştır. Bu durum, Brezilya'nın tarımsal üretimde verimlilik artışına odaklanan politikalarının etkinliğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bu başarı, Brezilya'nın küresel gıda güvencesi açısından stratejik bir aktör haline gelmesini sağlamıştır (MAPA, 2020).

2023 yılı itibarıyla, dünya tarımsal üretiminin brüt değeri açısından Brezilya, 281.740.915 bin ABD doları ile dördüncü sırada (%5.5) yer alırken, Türkiye, 89.467.801 bin ABD doları ile yedinci (%1.8) sıradadır. Benzer şekilde, dünya tarımsal ürün ihracatında Brezilya, 146.665.453.7 bin ABD doları ile ikinci sırada (%7.7) iken; Türkiye, 29.578.746.7 bin ABD doları ile 18.sırada (%1.6) yer almaktadır. Öte yandan, toplam tarımsal ürün ithalatı açısından Türkiye, 25.420.341.2 bin ABD doları ile 19. sıradayken (%1.3), Brezilya, 12.747.714 bin ABD doları ile 40. (%0.06) sıradadır. Türkiye'nin Brezilya'ya kıyasla daha düşük üretim ve ihracat hacmine sahip olmasının yanı sıra ithalata olan yüksek bağımlılığı, tarımsal sürdürülebilirliği olumsuz yönde etkileyen bir unsur olarak değerlendirilebilir. Gerçekleştirdiği tarımsal reformlar sayesinde küresel tarımda önemli bir konuma yükselen Brezilya'nın deneyimleri, Türkiye için önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

Özellikle, Brezilya'da 1990 yılı öncesinde yüksek enflasyon nedeniyle ekonomik istikrar sağlanamamış, bu durum yatırım ve modernleşme süreçlerini olumsuz etkilemiştir. Benzer şekilde, Türkiye de yüksek enflasyon ve ekonomik istikrarsızlık ile mücadele eden bir ülke olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda, Brezilya'nın tarım sektöründe gerçekleştirdiği dönüşümün ve bu süreci etkileyen unsurların belirlenmesi, Türkiye açısından önemli çıkarımlar sağlayabilir. Brezilya ve Türkiye, kişi başına düşen Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) açısından Dünya Bankası tarafından tanımlanan “üst-orta gelirli” (4.516-14.005 ABD doları) ekonomi sınıfında yer almaktadır (World Bank, 2025). Dolayısıyla, iki ülkenin

ekonomik yapılarının belirli ölçüde benzerlik gösterdiği belirtilebilir. Ayrıca, yine, 2023 yılı itibarıyla Brezilya'da tarımın Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) içindeki payı %6.24, Türkiye'de ise %6.16'dır ve bu oranlar birbirine oldukça yakındır (World Bank Group, 2025a).

Bu çalışma, Brezilya ve Türkiye tarım sektörlerini karşılaştırarak Brezilya'nın tarımsal dönüşümünde etkili olan unsurları belirlemeyi ve bu doğrultuda Türkiye için politika ve strateji önerileri sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmada iki ülkenin genel ekonomik durumu ile tarımsal üretim ve dış ticaret verilerinin karşılaştırılmasında 2021-2023 yılları temel alınmıştır. Veriler çizelgeler halinde sunulmuş, yüzde hesapları ve basit indekslerden yararlanılarak yorumlanmıştır.

2.BREZİLYA VE TÜRKİYE'NİN GENEL EKONOMİK GÖRÜNÜMÜ

Brezilya, geniş toprak, su, mineral ve biyolojik çeşitlilik kaynaklarına sahiptir. Küresel ölçekte hem biyolojik çeşitlilik hem de iklim değişikliğiyle mücadele açısından büyük bir öneme sahip olan Amazon yağmur ormanlarının %60'ından fazlası Brezilya sınırları içinde yer almaktadır (Reed, 2015). 2023 yılı itibarıyla Brezilya, 2.173.666 milyon ABD doları tutarındaki GSYİH ile dünyanın dokuzuncu büyük ekonomisi konumundayken, Türkiye 1.118.253 milyon ABD doları GSYİH ile 18. sırada yer almaktadır (World Bank Group, 2025a ve 2025b). 2023 yılı itibarıyla Brezilya'da kişi başına GSYİH ve İnsani Gelişme Endeksi (İGE) değerleri Türkiye'ye kıyasla daha düşük olmakla birlikte, enflasyon oranı oldukça düşük düzeydedir. Her iki ülkede de 2023 yılında tarım sektörünün GSYİH içindeki payı aynı seviyede gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, Brezilya'da gelir dağılımı Türkiye'ye göre daha çarpık ve kamu borçlanma oranı yüksek seviyelerde seyretmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Ülkelerin Temel Ekonomik Göstergelere Göre Karşılaştırılması

	Brezilya			Türkiye			Brezilya'nın Türkiye'ye Göre Durumu
Yıl	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2023
GSYİH (Milyon US\$)	1.670.647.4	1.951.923.9	2.173.665.7	819.865.2	907.118.4	1.118.253.0	Yüksek-1.9 kat
GSYİH Yıllık Büyüme (%)	4.8	3.0	2.9	11.4	5.5	5.1	Düşük
Kişi Başına GSYİH (US\$)	7.973	9.281	10.295	9.743	10.675	13.106	Düşük
Gini endeksi	52.9	52.0	..	44.4	..	..	Yüksek Eşitsizlik
-Enflasyon, Tüketici Fiyatlarıyla (yıllık %)	8.3	9.3	4.6	19.6	72.3	53.9	Düşük
Devlet Borçlanması (%GSYİH)	85.0	79.1	83.7	42.6	35.2	..	Yüksek
İşsizlik Oranı (%)	13.2	9.2	7.9	12.0	10.5	9.4	Düşük
Cari işlemler Dengesi (Milyon US\$)	-40.409.0	-40.884.3	-21.745.0	-6.433.0	-46.638.0	-40.503.0	Yüksek
Mal ve hizmet ihracatı (Milyon US\$)	315.446.4	380.492.4	389.215.3	287.318.0	346.210.0	357.025.0	Yüksek
Mal ve hizmet ithalatı (Milyon US\$)	300.091.3	368.588.3	337.039.6	284.019.0	383.700.0	386.666.0	Düşük
Mal ve Hizmet Net ticaret dengesi (US\$)	42.312.1	51.521.8	92.275.4	-29.321.0	-89.586.0	-86.344.0	Pozitif
Dış Borç Stoku (US\$)	571.530.9	579.468.1	607.115.5	436.370.1	457.917.1	499.842.5	Yüksek
Tarım Sek. Katma Değeri (%GSYİH)	6.6	5.8	6.2	5.5	6.5	6.2	Yüksek
Sanayi Sek. Katma Değeri (%GSYİH)	22.1	22.8	22.3	31.1	31.3	28.4	Düşük
Hizmet Sek. Katma Değeri (%GSYİH)	56.9	58.1	58.9	52.8	51.7	54.1	Yüksek
Nüfus	209.550.294	210.306.415	211.140.729	84.147.318	84.979.913	85.325.965	Yüksek
İnsani Gelişim Endeksi-Sırası	0.756- 84. sıra	0.760- 89. sıra	..	0.841- 48. sıra	0.855-45. sıra	..	Düşük

.. Veri yok.

*Kaynak: World Bank Group, 2025a ve UNDP, 2025 verilerinden yararlanılarak
hazırlanmıştır.*

3. BREZİLYA VE TÜRKİYE TARIMININ KARŞILAŞTIRILMASI

3.1.Ülkelerin Tarımsal Yapıları

Dünyanın yüzölçümü açısından beşinci büyük ülkesi olan Brezilya, tarım arazisi büyüklüğü bakımından Türkiye'ye kıyasla oldukça geniş bir alana sahiptir. Ancak, Türkiye toplam yüzölçümüne oranla daha fazla tarım arazisini kullanmakta ve sulama altyapısı açısından Brezilya'dan daha iyi bir konumda bulunmaktadır. Brezilya'nın ekilebilir arazi miktarı Türkiye'den fazla olmakla birlikte, ekilebilir arazinin toplam yüzölçümüne oranı açısından iki ülke benzer bir seviyededir. Organik tarım alanı bakımından Brezilya, Türkiye'ye göre daha geniş bir alana sahip olmasına karşın, Türkiye'nin toplam tarım arazisi içindeki organik tarım oranı daha yüksektir. Ayrıca, sulama kapasitesi açısından değerlendirildiğinde Türkiye, tarım arazilerini daha etkin bir şekilde sulamakta olup; sulanan tarım alanının toplam tarım arazisine oranı Brezilya'dan daha yüksektir (Tablo 2).

Tablo 2. Brezilya ve Türkiye'nin Tarımsal Yapısının Karşılaştırılması

	Brezilya			Türkiye			Brezilya'nın Türkiye'ye Göre Durumu
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2022
Ülke Alanı (1000 ha)	851.577	851.577	851.577	78.535	78.535	78.535	Yüksek-10.8 kat
Tarım Arazisi (1000 ha)	228.488.7	225.692.1	222.895.4	37.762.0	38.089.0	38.482.0	Yüksek-5.9 kat
Tarım Arazisinin Ülke Alanına Oranı (%)	26.8	26.5	26.2	48.1	48.5	48.5	Düşük
Ekilebilir Arazi (1000 ha)	55.690.0	55.690.0	55.642.1	19.586.0	19.881.0	20.194.0	Yüksek-2.8 kat
Ekilebilir Arazinin Ülke Alanına Oranı (%)	24.4	24.7	25.0	24.9	24.9	24.9	Eşit
Organik Tarım Yapılan Arazi (1000 ha)	1.319.5	1.482.4	996.4	383.0	352.0	311.0	Yüksek-4.2 kat
Organik Arazinin Tarım Arazisine Oranı (%)	0.6	0.7	0.4	1.0	1.0	1.0	Düşük
Fiilen Sulanan Tarım Arazisi (1000 ha)	8.444.6	8.777.7	9.183.3	5.215	5.215	5.215	Yüksek-1.7 kat
Fiilen Sulanan Arazinin Tarım Arazisine Oranı (%)	3.7	3.9	4.1	13.8	13.7	13.6	Düşük

Kaynak: FAOSTAT, 2025 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Brezilya'nın, toplam tarımsal üretim değeri ve katma değeri Türkiye'den daha yüksektir. 2023 yılı itibarıyla Brezilya'nın toplam tarımsal üretim değeri 281.74 milyar ABD doları, Türkiye'nin ise 89.47 milyar ABD dolarıdır. Brezilya'nın tarımsal üretim değeri Türkiye'nin yaklaşık 3.15 katıdır. 2021 yılına göre, Türkiye'nin tarımsal üretim değeri %53.0 Brezilya'nın ise %49.7 oranında artmıştır. 2023 yılında tarım sektörünün GSYİH içindeki payı Brezilya ve Türkiye'de %6.2'dir. Türkiye'de tarım sektörünün GSYİH içindeki payı 2021-2023 döneminde %5.5'ten %6.2'ye yükselmiştir. Brezilya'da ise aynı dönemde %6.6'dan %6.2'ye düşmüştür. Türkiye'de tarım istihdam oranı, Brezilya'dan yaklaşık 1.8 kat daha yüksektir. Her iki ülkede de tarım sektöründe istihdam edilen nüfusun oranı azalmaktadır. 2021-2023 arasında Brezilya'da tarımsal istihdam oranı %9.5'ten %8.2'ye düşerken; Türkiye'de ise %17.2'den %14.6'ya gerilemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Tarım Sektörünün Brezilya ve Türkiye Ekonomilerindeki Yeri

	Brezilya			Türkiye			Brezilya'nın Türkiye'ye göre durumu
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	
Toplam Tarımsal Üretim Değeri (1000 US\$)	188.197.002	220.152.268	281.740.915	58.462.446	75.195.018	89.467.801	Yüksek
Tarım Sektörü Katma Değer (1000 US\$)	109.573.797	112.576.724	135.666.835	45.369.319	58.753.388	68.878.573	Yüksek
Tarım Sektörü Katma Değer Oranı (% GSYİH)	6.6	5.8	6.2	5.5	6.5	6.2	Eşit
Tarımda İstihdam Oranı (%)	9.5	8.7	8.2	17.2	15.7	14.6	Düşük

Kaynak: FAOSTAT, 2025 ve World Bank Group, 2025a verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

3.2 Ülkelerin Tarımsal Dış Ticaretleri

2023 yılında Brezilya'nın toplam ihracatı 339.7 milyar ABD doları,

Türkiye'nin ise 255.4 milyar ABD dolarıdır. Brezilya'nın toplam ithalatı 2023 yılında 240.8 milyar ABD doları, Türkiye'nin ise 361.8 milyar ABD dolarıdır. Veriler, Brezilya'nın net ihracatçı bir ülke olduğunu, Türkiye'nin ise dış ticaret açığı verdiğini göstermektedir. Özellikle tarım sektörü, Brezilya'nın dış ticaret fazlası vermesinde önemli bir rol oynamaktadır. Brezilya'nın tarımsal ürün ihracatı 2023 yılında 146.67 milyar ABD doları, Türkiye'nin ise 29.58 milyar ABD dolarıdır. 2021-2023 döneminde Brezilya'nın tarımsal ihracatı %44.4, Türkiye'nin ise %24.4 oranında artış göstermiştir. Türkiye'nin tarımsal ürün ithalatı 2021-2023 arasında %25.4 artarken; Brezilya'nın tarımsal ürün ithalatı sadece %2.7 artmıştır. Brezilya'da toplam ihracat içinde tarımsal ürünlerin payı 2021 yılında %36.2 iken; 2023'te %43.2'ye yükselmiştir. Türkiye'de ise 2021 yılında %10.6 düzeyinde olan bu oran 2023 yılında %11.6'ya çıkmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Tarım Sektörünün Brezilya ve Türkiye Dış Ticaretindeki Yeri

	Brezilya				Türkiye			
	2021	2022	2023	2021 =100	2021	2022	2023	2021 =100
Toplam İhracat (1000 US\$)	280.814.577	334.463.079	339.695.766	121.0	225.264.314	254.171.899	255.412.194	113.4
Toplam İthalat (1000 US\$)	219.408.049	272.701.734	240.792.839	109.7	271.422.758	363.710.987	361.763.873	133.3
Tarımsal Ürünler (TÜ) İhracatı (1000 US\$)	101.562.656.5	136.405.508.4	146.665.453.7	144.4	23.775.157.6	28.376.740.3	29.578.746.7	124.4
Tarımsal Ürünler (TÜ) İthalatı (1000 US\$)	12.412.544.7	13.826.273.6	12.747.714.0	102.7	20.271.575.9	26.452.840.9	25.420.341.2	125.4
Toplam İhracattaki TÜ payı (%)	36.2	40.8	43.2	-	10.6	11.2	11.6	-
Toplam İthalattaki TÜ payı (%)	5.7	5.1	5.3	-	7.5	7.3	7.0	-
TÜ İhracat: Brezilya/ Türkiye Oranı	4.3	4.8	5.0	-	-	-	-	-
TÜ İthalat: Brezilya/ Türkiye Oranı	0.6	0.5	0.5	-	-	-	-	-

Kaynak: FAOSTAT, 2025 ve ITC Trade Map, 2025 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

3.3 Ülkelerin Tarımsal İşletme ve Üretim Yapıları

Tarımsal yapı bakımından Brezilya ve Türkiye, ağırlıklı olarak küçük ve orta ölçekli aile işletmelerinin yoğun olduğu bir yapıya sahip olmakla birlikte, büyük ölçekli endüstriyel tarım işletmeleri de sektörde önemli bir paya sahiptir. Her iki ülkede de işletme büyüklükleri bölgesel olarak farklılık göstermektedir (Buainain and Garcia, 2018; TÜİK, 2025). Yine, her iki ülkede bitkisel üretim hayvansal üretime göre daha büyük bir paya sahiptir. Brezilya’da bitkisel üretim tarımsal üretimin %76’sını oluştururken, Türkiye’de bu oran %63.4’tür (Tablo 5).

Tablo 5. Brezilya ve Türkiye’nin Tarımsal Üretim Dağılımı (2021-2023)

		Brezilya		Türkiye	
		Değer (1000 US \$)	%	Değer (1000 US \$)	%
2021	Bitkisel Üretim Değeri	137.755.222	73.2	35247821	60.3
	Hayvansal Üretim Değeri	50.441.779	26.8	23214625	39.7
	Toplam Tarımsal Üretim Değeri	188.197.001	100.0	58.462.446	100.0
2022	Bitkisel Üretim Değeri	161.561.308	73.4	49996546	66.5
	Hayvansal Üretim Değeri	58.590.960	26.6	25198473	33.5
	Toplam Tarımsal Üretim Değeri	220.152.268	100.0	75.195.019	100.0
2023	Bitkisel Üretim Değeri	214.022.153	76.0	56709044	63.4
	Hayvansal Üretim Değeri	67.718.762	24.0	32758756	36.6
	Toplam Tarımsal Üretim Değeri	281.740.915	100.0	89.467.800	100.0

Kaynak: FAOSTAT, 2025.

Brezilya, bitkisel üretimde küresel ölçekte önemli bir aktördür ve bazı tarımsal ürünlerde dünya liderleri arasında yer almaktadır. Brezilya 2023 yılı verileriyle dünya şeker kamışı üretiminin %41’ini ve soya fasulyesi üretiminin %38.6’sını karşılayarak ilk sırada yer almaktadır. Kahve üretiminde ise %30.8’lik pay ile küresel pazarın en büyük tedarikçilerindendir. Portakal üretiminde %25.2 ile dünyada önemli bir yere sahiptir ve turuncuğil ihracatında lider ülkelerden biridir. Mısır (%10.6), pamuk (%10.1) ve kuru fasulye (%10.2) üretiminde de dünyadaki başlıca üreticiler arasındadır. Brezilya, ayrıca kaju elması üretiminde %80.5’lik pay ile dünya üretiminin büyük bir bölümünü karşılamaktadır (FAOSTAT, 2025).

Türkiye de özellikle meyve üretiminde küresel liderler arasındadır. 2023 yılı verileriyle Dünya kabuklu fındık üretiminin %57.8’ini karşılayarak dünya lideri konumundadır. Yine dünya incir (%27.3), kiraz (%24.9) ve kayısı üretiminde (%20.1) en yüksek paya sahiptir. Ayrıca, şeker pancarı (%9), limon (%9.8) ve kırmızı biber (%8), buğday (%2.8) ve arpa (%6.3) üretiminde de güçlü bir konumdadır (FAOSTAT, 2025).

Brezilya ve Türkiye, hayvansal üretimde farklı alanlarda öne çıkmaktadır. Brezilya, özellikle büyükbaş hayvancılık ve kanatlı eti üretiminde (Daysal ve Demirbaş, 2017) dünya çapında güçlü bir aktördür. Brezilya, 2023 yılı itibarıyla dünya tavuk eti üretiminde %11.7'lik ve sığır eti üretiminde %16.1'lik pay ile dünya liderlerindendir. İnek sütü üretiminde ise %4.7'lik pay ile güçlü bir konumdadır. Türkiye ise küçükbaş hayvancılık, süt ürünleri ve bal üretiminde öne çıkmaktadır. Türkiye, 2023 yılında koyun sütü üretiminde %9.3'lük pay ile üçüncü sıradadır. Türkiye, bal üretiminde %6.1'lik, koyun eti üretiminde %4.9'luk pay ile önemli bir konumda yer almaktadır (FAOSTAT, 2025).

Tarımsal üretimde verimlilik hem üretimin sürdürülebilirliği hem de uluslararası rekabet gücü açısından belirleyici olduğundan ülkelerin Toplam Faktör Verimliliği (TFV) incelenmiştir. TFV, üretim sürecinde kullanılan girdilerin etkinliğini ölçen ve verimlilik artışlarının analizinde sıkça başvurulan temel bir göstergedir (Vidali, 2025). 2015 yılı temel yıl alınarak hazırlanan 1961-2022 dönemine ilişkin verilere göre; Brezilya'nın 1961 yılında 33 olan TFV indeksi, 1990'lı yıllardan itibaren artmaya başlamış; 2010 yılında 89 ve 2017 yılında 102 puana ulaşmıştır. Ancak bu artış eğilimi, 2021 yılında kırılmış ve indeks 96 puana gerilemiştir. Buna karşılık Türkiye'nin TFV indeksi 1961 yılında 86 iken; 2021 yılında 114 ve 2022 yılında ise 122 puana yükselmiştir. Bununla birlikte, 1961–2022 döneminde TFV artış oranı Türkiye için 36 puan iken; Brezilya için 64 puan olmuştur. Bu durum, TFV artış hızı bakımından Brezilya'nın performansının daha yüksek olduğunu göstermektedir (USDA, 2025a).

4.BREZİLYA'DA UYGULANAN TARIM POLİTİKALARI

Brezilya'da 1970'lere kadar hakim olan geleneksel tarım, sonraki yıllarda giderek bilime dayalı, modern ve oldukça rekabetçi bir tarıma dönüşmüştür (Pereira et al., 2012). Brezilya'nın tarım politikaları, tarihsel süreçte korumacı ve müdahaleci yapıdan serbest piyasa ve ihracat odaklı bir yapıya evrilerek, ülkenin tarım ürünlerinde küresel bir güç olmasını sağlamıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Brezilya Tarım Politikalarındaki Tarihsel Değişim

Dönem	Genel Ekonomik Çerçeve	Brezilya Tarım Politikalarındaki Değişiklikler
1990'lardan önce	-İthal ikamesi sanayileşme modeli -Kapalı ekonomi	- Sabit döviz kurları - Yüksek tarımsal gümrük tarifeleri - Tarımsal ürünlerin üretim ve pazarlama kontrolü (CFP adlı devlet kurumu tarafından) - Üreticiler için tarımsal taban fiyat uygulamaları (CFP adlı devlet kurumu tarafından) - Tüketiciler için tarımsal ürün fiyatlarının sübvansile edilmesi (SUNAB adlı devlet kurumu tarafından) - Brezilya Tarımsal Araştırmalar Kurumu'nun (EMBRAPA) kurulması - Şeker kamışı etanolü tüketiminin, benzine etanol karıştırılmasının zorunlu hâle getirilmesi yoluyla teşvik edilmesi
1990-2005	Ticaretin serbestleştirilmesi reformları	- Dalgalı döviz kuru sistemine geçiş - Tarımsal fiyat ve üretim kontrollerinin kaldırılması - Tarımsal ürünler ve girdiler üzerindeki gümrük vergilerinin azaltılması - Buğday, şeker ve kahve için pazarlama kurullarının kaldırılması - SUNAB ve CFP adlı devlet kurumlarının tasfiye edilmesi - Dünya Ticaret Örgütü (WTO) anlaşmasının ve Mercosur'un imzalanması - Temel ürünler için taban fiyat uygulamasının sürdürülmesi, ancak fiyat seviyelerinin düşürülmesi - Finansal krizin çiftçileri etkilemesiyle birlikte sübvansiyonlu kredilerin (işletme sermayesi ve pazarlama kredileri) artırılması - Buğday, kahve ve şeker sektörlerinde serbestleşmeye gidilmesi - Kırsal Kalkınma ve Aile Tarımı Bakanlığı'nın (MDA) kurulması - Şeker kamışı etanolü tüketiminin, esnek yakıtlı araç filosundaki büyümeyle teşvik edilmesi. (2000'li yılların sonlarından bu yana Brezilya'daki yeni araç satışlarının %85'inden fazlasını flex fuel araçlar oluşturmaktadır.)
2005-2015	Devam eden reformlar	- Ana tarım politikası olarak sübvansiyonlu tarımsal kredi ve tarım sigortası destekleri, 11076/2004 sayılı Tarımsal İşletme Tahvilleri Yasası ile desteklenmektedir. - Temel tarım ürünleri için asgari fiyatlar; devlet küçük ölçekli üreticileri desteklemek amacıyla kamu alım mekanizmaları yoluyla temel ürünler için taban fiyatlar belirlenmektedir - Şeker kamışı etanol oranı politikasının uygulanmasına devam edilmektedir. - Yoksul nüfusa gıda temini sağlamak amacıyla temel ürünlerin devlet tarafından alımına devam edilmektedir. - Ulusal Biyodizel Üretim ve Kullanım Programı kurumsallaştırılmıştır.
2015'ten bu yana	Kurumsal değişiklikler	- Kırsal Kalkınma ve Aile Tarımı Bakanlığı'nın (MDA) yapısı, 2019 yılında Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na (MAPA) entegre edilmiş; ancak 2023 yılında yeniden bağımsız bir bakanlık olarak yapılandırılmıştır. - Göreceli olarak düşük destek sağlanmakta olup, sübvansiyonlu kredi uygulaması hâlen temel tarım politikası aracı olarak kullanılmaktadır. 2023 yılında yeniden kurulan MDA'nın yeni yetki alanları arasında aile çiftçiliği, toprak reformu ve CONAB (ulusal tedarik), CEASA-Minas (toptancı hali – Minas), CEAGESP (depolama şirketi), ANATER (yayım hizmetleri) ve INCRA (toprak reformu) gibi çeşitli kamu kurumlarının sorumluluğu yer almaktadır. 2023 yılında MAPA bünyesinde, Ağaçlandırma ve Bozulmuş Alanların Rehabilitasyonu Dairesi oluşturulmuştur.

Kaynak: OECD, 2023.

Günümüzde Brezilya tarım politikasının ana amaçları:

- Verimliliğin artırılması
- Sera gazı emisyonlarının azaltılması
- Tarımsal üretimde kayıpların önlenmesi
- Doğal kaynakların ve girdilerin kullanımının rasyonelleştirilmesi
- Toprağın iyileştirilmesi ve korunması
- Tarımsal üretim kalitesinin ve güvenliğinin iyileştirilmesi
- Gübre ve tarım artıklarının işlenmesi ve
- Ağaçlandırmadır (Vieira, 2023).

Brezilya, tarım politikalarını küçük ve büyük ölçekli işletmelere yönelik ayrı ayrı belirlediğinden, ikili bir politika benimsemektedir. Tarım, Hayvancılık ve Gıda Tedarik Bakanlığı (MAPA-Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply) ticari tarımla ilgilenirken, Tarımsal Kalkınma Bakanlığı (MDA-Ministry of Agrarian Development) küçük ölçekli aile işletmeleriyle ilgilenmektedir (Cervantes-Godoy, 2015). Tarım, Hayvancılık ve Gıda Tedarik Bakanlığı, genel olarak sürdürülebilir tarım ve hayvancılığı teşvik etmeye yönelik kamu politikalarından ve sektörle bağlantılı hizmetlerin düzenlenmesinden ve standartlaştırılmasından sorumludur. Tarımsal Kalkınma Bakanlığı'nda (MDA) Ocak 2023'te yeni bir kurumsal düzenleme yapılmıştır. MDA, toprak reformu, yerel ve geleneksel topluluklara yönelik sürdürülebilir kırsal kalkınma, yerel gıda tedarik sistemlerinin geliştirilmesi ve aile çiftliklerinin sürdürülebilir tarımsal büyümesini destekleme görevlerini üstlenmektedir (OECD, 2023). Brezilya'daki tarımsal işletmelerin %84'ünü oluşturan aile işletmelerinin ortalama büyüklüğü 18.4 hektardır. Buna karşılık büyük ölçekli işletmeler ortalama 309 ha'dır. Ticari büyük ölçekli çiftlikler ağırlıklı olarak ihracata yönelik üretim yaparken, aile çiftlikleri Brezilya'da tüketilen gıdanın %70'ini sağlamaktadır. Brezilya, anayasal güvence altına alınmış arazi mülkiyeti hakkı ve çeşitli destekleyici mevzuatlarla düzenlenen, görece işlevsel bir arazi piyasası sistemine sahiptir. Söz konusu yasal çerçeve, nispeten iyi işleyen bir arazi piyasası sistemini geliştirilmesine yardımcı olmuştur (Cervantes-Godoy, 2015).

Brezilya'daki küçük çiftçilere yönelik politikalar; küçük çiftçilerin kısıtlarını ele almaya ve tarımsal üretimi teşvik etmeye yönelik politikalar ve küçük aile çiftlikleri arasındaki üretkenlik, geniş tabanlı sosyal politikalarla yakından bütünleşmiştir. Sosyal koruma eylemlerini aileyi teşvik

eden politikalarla ilişkilendiren 19 bakanlık genelinde tarımsal üretim, gelir eşitliği, istihdam ve beslenme konularında çalışmalar yapılmaktadır.

Brezilya, tarım sektörüne düşük düzeyde destek ve koruma sağlayan rekabetçi bir tarım ihracatçısıdır. Üretici Destek Tahmini (Producer Support Estimate- PSE), 2000 yılında brüt çiftlik gelirlerinin %9.08'ini oluştururken; 2023 yılı itibarıyla %3.09'a gerilemiştir. Hem PSE hem de Toplam Destek Tahmini (Total Support Estimate-TSE) oranları, Türkiye'nin yanı sıra AB ve OECD ortalamalarının altında kalmaktadır. En yüksek pozitif Tek Ürün Transferleri (Single Commodity Transfers-SCT) oranları ise pamuk, mısır ve pirinç için uygulanmaktadır. Üreticilere sağlanan destekler, özellikle tercihli kredi oranları ve ürün sigortası kapsamında olmak üzere girdi ödemeleri yoluyla gerçekleştirilmektedir. Pazarlama, işletme sermayesi ve sabit sermaye yatırımları için imtiyazlı kredi imkanları sunulmaktadır. 2000'li yılların sonlarından itibaren, girdi kullanımına dayalı tüm destekler (özellikle kredi ve sigorta), belirli çevresel kriterler ve spesifik tarımsal uygulamalar ile ilişkilendirilmiştir. Genel olarak, Brezilya'nın tarım politikalarında sübvansiyonlu krediler temel destek aracı olmaya devam etmektedir (OECD, 2023).

Günümüzde Türkiye'de tarımsal desteklemeler; alan bazlı tarımsal destek ödemeleri, fark ödemesi destekleri, hayvancılık destek ödemeleri, tarımsal sigorta hizmetleri, diğer tarımsal amaçlı desteklemeler, telafi edici ödemeler ve kırsal kalkınma amaçlı ödemeler şeklinde sınıflandırılmaktadır (Oğul, 2022). 1995 yılında brüt çiftçi gelirlerinin %28.01'ine karşılık gelen PSE, 2010 yılında %40.79 ile en yüksek seviyeye ulaşmış; ancak 2023 yılı itibarıyla %12.29'a gerilemiştir. Benzer şekilde TSE'nin GSYİH içindeki payı da yıllar içerisinde azalmış olup, 2000 yılında %4.95 ile en yüksek seviyeye ulaştıktan sonra 2023 yılı itibarıyla %1.09'a gerilemiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Ülkelerin Üretici Destek Tahminleri (PSE) ve Toplam Destek Tahminlerinin (TSE) Karşılaştırması

Yıl	Brezilya		Türkiye		AB		OECD	
	PSE (BÇG %)	TSE (GSYİH %)	PSE (BÇG %)	TSE (GSYİH %)	PSE (BÇG %)	TSE (GSYİH %)	PSE (BÇG %)	TSE (GSYİH %)
1986	..	..	15.04	2.87	38.25	2.64	36.23	2.09
1990	..	..	21.83	3.8	31.99	2.01	30.22	1.59
1995	-16.87	-0.62	28.01	4.48	33.40	1.46	29.23	1.29
2000	9.08	0.74	31.21	4.95	30.33	1.07	28.52	1.06
2005	8.77	0.90	25.68	2.96	28.58	0.94	25.67	0.87
2010	6.41	0.72	40.79	4.71	19.34	0.69	19.80	0.76
2015	2.4	0.37	18.91	1.8	18.57	0.64	16.96	0.64
2020	1.18	0.31	19.97	1.83	18.15	0.62	16.95	0.64
2021	3.23	0.55	13.81	1.21	16.03	0.61	15.39	0.61
2022	3.63	0.54	7.24	0.79	15.02	0.61	12.24	0.55
2023	3.09	0.47	12.29	1.09	16.86	0.65	13.63	0.54

.. Veri yok.

Kaynak: OECD, 2025.

Sürdürülebilirliği tehdit eden en önemli küresel sorunlardan biri olan iklim değişikliği konusunda Brezilya, tarım sektörünü bu değişime uyarlamak için iyi geliştirilmiş bir yasal çerçeveye ve yönergelere sahiptir. Ülkenin “İklim Uyum ve Düşük Karbon Emisyonu Tarım Politikası (ABC+)”, tarımda iklim değişikliğiyle mücadeleyle yönelik ulusal düzeyde bir sektörel strateji sunmaktadır. Nitekim, Brezilya Tarım Bakanlığı, 2021-2022 Yıllık Üretim Planı kapsamında toplam 341 milyar BRL (yaklaşık 66 milyar ABD doları) kredi tahsis etmiştir. Bu miktar, bir önceki üretim planına kıyasla %36’lık bir artış göstermektedir. Program, biyo-girdiler, biyogübreler ve bozulmuş alanların iyileştirilmesi gibi sürdürülebilir üretimi teşvik eden faaliyetler için finansman sağlamaktadır. 2021 yılında 30 farklı ürün ve üretim sistemi analiz edildikten sonra, Tarımsal İklim-Risk Bölgeleme (ZARC) kapsamında yeni düzenlemeler getirilmiş ve 2022’de yürürlüğe girmiştir. Bu yeni kurallar, toprakların su mevcudiyetine göre sınıflandırılmasını içermektedir. Soya fasulyesi, 2023-2024 hasat döneminde bu yeni kuralları uygulayan ilk ürün olmuştur. Diğer mahsuller için de çalışmalar güncellenmeye devam etmektedir. Ayrıca, tarımsal iklim, yönetim, topraktaki su aktivitesi ve verimlilik kaybı göstergeleri gibi çeşitli teknik risk verilerini entegre eden ZARC 4.0 programı uygulanmaktadır (OECD, 2023). Türkiye, iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum kapsamında; kuraklığa dayanıklı tarım uygulamaları (damla sulama gibi su tasarrufu sağlayan sistemlerin yaygınlaştırılması), tarım sigortaları, organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının teşviki, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımının artırılması

gibi çeşitli yapısal önlemler geliştirmiştir. Ancak, bu önlemler büyük ölçüde kapasite geliştirme düzeyinde kalmakta ve sahada yeterli ölçüde somut dönüşüm sağlanamamaktadır. Brezilya ile karşılaştırıldığında, Türkiye'nin iklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkilerini azaltmaya yönelik uygulamaları daha sınırlıdır. Brezilya, iklim değişikliğine yönelik kapsamlı tarım politikalarını ve uygulamalarını sahada etkili bir şekilde hayata geçirirken, Türkiye'de bu tür uygulamalar henüz yeterince yaygınlaşmamış ve çiftçilere yönelik destek mekanizmaları tam anlamıyla gelişmemiştir (TOB, 2021; ÇŞİDB, 2024).

5. BREZİLYA'NIN TARIMSAL DÖNÜŞÜMÜNDE ETKİLİ OLAN UNSURLAR

Brezilya, tarım sektöründeki kaynaklarını özellikle 1990'lı yıllardan itibaren daha verimli bir şekilde kullanmaya başlamıştır. Bu dönemde Brezilya ekonomisi, önemli bir yeniden yapılanma sürecine girmiştir. Ticaret serbestleştirilmiş, devlete ait işletmeler özelleştirilmiş ve diğer Güney Amerika ülkeleriyle (Mercosur) bir gümrük birliği kurulmuştur. Yapılan reformlar oldukça kapsamlıdır. Örneğin, 1980'lerin sonlarında ortalama endüstriyel tarifeler %100 iken, 1994-1997 döneminde bu oran %13'e düşürülmüştür (OECD, 2015). Brezilya ekonomisi, 1994 yılında başlatılan Stabilizasyon Programı olan Real Plan öncesi uygulanan maliye ve para politikalarının sonucu kronik enflasyon süreci geçirmiştir. Real Planı'nın uygulanmasıyla Brezilya, yaklaşık yirmi yıl süren kontrolsüz yüksek enflasyonu etkili bir şekilde sona erdirerek ekonomi istikrara kavuşturulmuştur (Da Fonseca, 1998; Ferreira et al., 2024).

Brezilya'nın tarımsal dönüşümünde etkili olan başlıca unsurlar:

Ekonomik ve Politik Reformlar: Brezilya'nın 1990'ların başı ve ortasında gerçekleştirdiği ekonomik ve politik reformlar, tarımsal üretimdeki büyük artışın temelini oluşturmuştur. Bu reformlar, daha piyasa odaklı bir yaklaşımın benimsenmesine ve yatırım ile karar alma süreçleri için daha istikrarlı bir makroekonomik ortamın oluşturulmasına katkıda bulunmuştur (USDA, 2025b).

Zengin Doğal Kaynaklar ve İklim: Brezilya, verimli topraklar, geniş araziler, düz toğrafya ve bol su kaynakları ve farklı bölgelerdeki elverişli iklim de dahil olmak üzere, çeşitli tarımsal faaliyetleri destekleyen zengin doğal kaynaklara sahiptir (OECD, 2015; Simm Global, 2025; SLC Agricola, 2025).

Tarımsal-Ekolojik Çeşitlilik: Brezilya, hem yabani hem de tarımsal açısından dünyadaki biyolojik çeşitlilik bakımından en zengin ülkelerden biridir. Brezilya'nın değişken iklimi, hem ılıman hem de tropik ürünlerin

tarımında çeşitlilik sağlanmasına yol açmaktadır. Ülkenin Güney ve Orta-Batı bölgeleri daha fazla yağışa, daha iyi topraklara ve daha gelişmiş altyapıya sahiptir (Barbieri et al., 2014; OECD and FAO, 2015). Farklı bölgeler, Orta Batı'da soya fasulyesi, Güneydoğu'da kahve ve Kuzeydoğu'da şeker kamışı gibi belirli tarım ürünlerinde uzmanlaşmıştır (SLC Agricola, 2025).

Araştırma ve Geliştirmeye Yatırım: Brezilya, son 50 yılda tarımsal araştırma ve geliştirmeye önemli yatırımlar yapmıştır. Bu politika önceliği, ülkenin özellikle son 20 yılda yüksek düzeyde TFV artışı elde etmesine olanak sağlamıştır (de Lima et al., 2022). 1973 yılında kurulan Brezilya'nın tarımsal araştırma kurumu olan EMBRAPA'nın (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) amacı, Brezilya'nın gıda güvencesini sağlamak ve uluslararası gıda, lif ve enerji pazarında lider bir konumda olmasını sağlamaktır (EMBRAPA, 2025). Kurum, Brezilya'nın tarım sektörünü modernize etmek, verimliliği artırmak ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etmek amacıyla önemli araştırmalar yürütmüştür. EMBRAPA, 9.000'den fazla teknolojiyi Brezilyalı çiftçilere aktarmıştır. Kurumda çalışan araştırmacılar 350'den fazla çeşit oluşturmuş ve 200'den fazla uluslararası patent almıştır (Correa and Schmidt, 2014). EMBRAPA, Brezilya'nın geniş coğrafyası ve farklı tarımsal ihtiyaçlarına uygun olarak oluşturulmuş, ülke genelinde yayılmış bir araştırma ağıdır. Bu yapı, üç ana gruba ayrılan merkezlerden oluşur:

Bölgesel merkezler: Savanlar, nemli tropikler ve kurak bölgeler gibi farklı iklim ve ekosistemlere odaklanmaktadır.

Ürün bazlı merkezler: Mısır, soya, pirinç, sığır eti ve süt gibi tarımsal ürünler üzerine uzmanlaşmıştır.

Tematik merkezler: Genetik araştırmalar ve uzaktan algılama gibi özel konulara yönelik çalışmalar yürütmektedir.

EMBRAPA, kuruluşundan bu yana üniversiteler, kamu kurumları, özel sektör ve uluslararası kuruluşlarla iş birliği yaparak tarımsal araştırma ve yenilikleri geliştirmeyi hedeflemiştir (Mueller and Mueller, 2016).

Tarım Alanlarının Genişletilmesi: Brezilya'da tarımsal sınırın Cerado'ya (savan özellikli alan 1960'larda başlanmış ancak son 20 yılda temizlenerek tarım alanı çevrilmiş) kadar genişletilmesi Brezilya tarım tarihinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bunun sonucunda soya fasulyesi, pamuk, mısır ve fasulye için yarı endüstriyel ölçekte sistemlere sahip büyük üreticiler ortaya çıkmıştır. 1960 yılında ihraç edilen dört önemli tarım ürünü var iken, 1990'ların başında sayı on dokuza çıkmıştır (SLC Agricola, 2024). Brezilya'nın ulusal araştırma ağı EMBRAPA,

ılıman iklim bitki çeşitlerini (özellikle soya fasulyesini) ülkenin geniş iç savanlarının tropikal koşullarına başarıyla uyarlarken, yüksek verim potansiyelini korumayı başarmıştır. Daha önce, asidik topraklar ve nemli tropikal iklim, Brezilya'nın iç kesimlerinde ticari tarımın gelişmesi için ciddi engeller oluştuyordu (USDA, 2025b). EMBRAPA tarafından yapılan araştırma ve geliştirme çabaları, hem ekim alanlarının hem de otlatma alanlarının Cerrado'ya doğru genişlemesini sağlayan, devlet öncülüğündeki bir yenilik olmuştur. EMBRAPA tarafından geliştirilen yeni teknolojiler, toprağın kimyasının iyileştirilmesini ve böylece toprağın ekilebilir araziye dönüştürülmesini mümkün kılmıştır (Hopewell, 2016).

Altyapı Geliştirme: Brezilya'daki ekonomik ve politik reformlar ile iyileştirilmiş ulaşım ve pazarlama altyapıları, üretim ve pazarlama maliyetlerini düşürmüş ve küresel piyasa göstergelerinin iletimini güçlendirmiştir (USDA, 2025b). Ulaşım ağları ve liman tesisleri de dahil olmak üzere gelişmiş altyapı, tarım ürünlerinin uzak bölgelerden ihracat pazarlarına taşınmasını kolaylaştırmıştır (Pereira et al., 2012).

Tarımda Makineleşmenin Teşvik Edilmesi: Son yıllarda Brezilya tarımsal üretiminde makineleşme yoğunlaşmıştır. Günümüzde tarımda kullanılan makinelerin en az %30'unun 5 yaşın altında olduğu tahmin edilmektedir. Çiftçilerin üretimde makineleşmeye erişimini artıran iki önemli etken, düşük faiz oranlarında emtia fiyatlarının ve sübvansiyonlu kredilerin verilmesidir. Ülkede kullanılan tarım makinelerinin %90'ı yurt içinden satın alınmaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2025).

Tarımsal Enerjiye Yatırım: Brezilya, tarımı enerji sektörüyle entegre ederek biyoyakıt üretiminde önemli bir oyuncu haline gelmiştir. Tarımsal üretimden elde edilen biyokütle ve diğer yenilenebilir kaynaklar, ülkenin enerji matrisine giderek daha fazla entegre edilmektedir. Brezilya Federal Hükümeti, tarımsal enerjiyi teşvik etmek amacıyla Tarımsal Enerji Geliştirme Programını oluşturmuştur. Program, biyoyakıt üretimi için hammaddelelerin sürdürülebilir şekilde tedarik edilmesini sağlamayı ve tarım sektörünü enerji piyasasında daha güçlü bir aktör haline getirmeyi hedeflemektedir (CNA, 2021).

Tarımsal Eğitimin Geliştirilmesi: Brezilya'da tarım sektörünün gelişiminde hem araştırma-geliştirme kurumlarında çalışanların eğitimi hem de çiftçilerin eğitimi önemli bir rol oynamaktadır (Özer, 2019). Brezilya'nın Ulusal Kırsal Öğrenme Hizmeti (SENAR), üreticilere mesleki eğitim, teknik ve yönetsel destek ile sosyal kalkınma faaliyetleri sunmaktadır. Brezilyalı çiftçiler için; gıda kalitesini sürekli olarak iyileştirmeye ve korumaya odaklanan kapsamlı bir eğitim programı geliştirmekte ve yürütmektedir. 1991 yılında kurulan SENAR, her yıl binlerce Brezil-

yahya ücretsiz olarak hizmet vererek kırsal alanda eğitim ve gelir artışını teşvik etmektedir. Tarım ve hayvancılıkla ilgili yaklaşık 300 meslek dalında yüz yüze, uzaktan ve hibrit eğitimler sağlamaktadır (CNA, 2025).

Tarımsal Kredi ve Destekler: Brezilya'da yapılan tarım reformu öncesinde uygulanan sübvansiyonlu tarımsal kredi ve fiyat destek politikalarının hem yönetimi hem de maliyeti sürdürülemez hale gelmiştir. 1990'lı yıllarda uygulamaya konan makroekonomik reformlar ve liberalleşme politikalarıyla, devletin Ulusal Tarımsal Kredi Sistemi (NSAC) aracılığıyla para arzı oluşturarak tarımı finanse etme kapasitesini ciddi biçimde sınırlamıştır. NSAC kapsamında verilen kamu kredileri azaltılmış ve büyük ölçüde küçük aile çiftçilerine yöneltilmiştir. Ticari tarım ise, girdi sağlayıcı firmalar ve tarım ürünlerini henüz ekim öncesinde satın alan ticaret şirketlerinden alınan krediler gibi NSAC dışı özel kaynaklara dayalı finansman biçimlerine yönelmiştir. Yine, bu dönemde ticari tarımın ihtiyaç duyduğu esnek finansman kaynaklarını sağlamak amacıyla banka dışı kredi kaynaklarını çekmeye yönelik **Cédulas de Produto Rural (CPR)** gibi yenilikçi finansal araçlar geliştirilmiştir. Bununla birlikte Brezilya devleti, tarım makineleri, altyapı ve dayanıklı ekipman yatırımlarını modern tarımın sürekli gelişmesi için belirleyici görmüş ve bu yatırımları desteklemek üzere uzun vadeli kredi sağlama mekanizmasını uygulamaya koymuştur. Bu kredi yapısı, temel olarak çeşitli kaynaklardan gelen resmi fonların federal yatırım bankası olan Ulusal Ekonomik ve Sosyal Kalkınma Bankasına (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES) aktarılması yoluyla sağlanmıştır. BNDES, daha sonra tarımsal yatırımlar için uzun vadeli kredi sağlayan bir sistemi yönetmiştir. Bu sistemle sunulan uzun vadeli krediler hızla büyümüş ve tarımın performansında önemli bir faktör haline gelmiştir. Bu krediler, çok düşük faiz oranlarıyla (çoğunlukla negatif faiz) üreticilere verilmiş ve ortaya çıkan görev zararları ise devlet tarafından sübvansiyon edilmiştir. BNDES ile birlikte Banco do Brasil ve diğer kamu bankaları da bu yeni sistemin uygulayıcıları olmuştur. Brezilya'da tarımsal kredi sistemi, tarım finansmanında son birkaç yılda zayıflamasına rağmen çiftçilere sağlanan temel destek aracı olmaya devam etmektedir (Mueller and Mueller, 2014). Tarımsal kredi sisteminin yanı sıra Brezilya tarım politikasında üreticileri desteklemeye yönelik piyasa destekleri ve tarım sigortası mekanizmaları da etkin biçimde kullanılmaktadır. Bunlar;

Piyasa Destekleri: Piyasa fiyatı destek politikası araçları bölgesel ve piyasa odaklı bir yaklaşım izlemektedir. Bu politika araçları fiyat istikrarsızlığını azaltmak ve çiftçilerin ekim ve ticaret kararlarına katkıda bulunmak olmak üzere ikili bir amaçla tasarlanmıştır.

Kırsal Sigorta: Brezilya'da kırsal sigorta değerinin %70'ine kadar hükümet sübvansiyonla desteklenmektedir. Bu sübvansiyon; bitkisel üretim, hayvancılık, orman ve balıkçılık faaliyetlerini kapsamaktadır (de Moraes, 2014).

Tarıma Dayalı Sanayiinin ve Sözleşmeli Üretimin Teşvik Edilmesi: Brezilya'nın tarım sektörünün gelişmesi, ülkedeki tarıma dayalı sanayiinin genişlemesini tetiklemiştir. Brezilya, modern tropikal tarım teknolojisinin üretilmesi ve uygulanmasında dünya lideri olarak kabul edilmektedir ve güçlü bir tarımsal sanayiye sahiptir (CNA, 2021). Yıllık satışları bir milyar ABD dolarından fazla olan yaklaşık 20 Brezilyalı tarım şirketi vardır. Brezilya, çok uluslu şirketlerin küresel pazarlarda güçlenmesi ve genişlemesini desteklemek amacıyla doğrudan gıda endüstrisinin büyümesine katkıda bulunmuştur. Özellikle Brezilya'da, Ulusal Ekonomik ve Sosyal Kalkınma Bankası (BNDES), 2009 yılında iflas riskiyle karşı karşıya kalan işleme firması Sadia ile rakibi Perdigão'nun birleşmesi sonucu oluşan dev agro-endüstriyel Brasil Foods (BRF)'nin kurulmasını sağlamıştır (Yeros et al., 2022). Sektördeki bir diğer dev şirket olan JBS'de BNDES desteğinden önemli ölçüde faydalanmıştır. Brezilya'nın önde gelen birçok şirketi, kısmen agresif yabancı yatırımlar ve şirket satın alımları yoluyla faaliyetlerini küreselleştirmiş ve böylece dünyanın önde gelen tarımsal ticaret odaklı çok uluslu şirketleri arasındaki yerini almıştır.

Brezilya'da, sebze, meyve ve endüstriyel işleme yönelik hayvansal üretimin önemli bir bölümü sözleşmeli tarım yoluyla gerçekleştirilmektedir. Özellikle, kümes hayvancılığı ve domuz tedarik zincirinin önemli ölçüde büyümesi ve artan önemi, sözleşmeli tarım yoluyla yenilikçi üretim sistemlerinin benimsenmesine dayanmaktadır. Gıda sektörünün yanı sıra, sözleşmeli tarım biyodizel üretim sisteminde de kullanılmaktadır. Devletin müdahalesiyle, aile tarım işletmeleri tarafından üretilen hammaddenin satın alınması zorunlu hale getirilmiştir. Ancak, birçok ülkede olduğu gibi, Brezilya'da da sözleşmeli tarıma ilişkin özel bir yasa bulunmamaktadır (Watanabe et al., 2017).

Doğrudan Yabancı Yatırımlardaki Artış: Brezilya ekonomisi, 1980'lerde yaşanan dış borç krizi nedeniyle ekonomik büyümede dalgalanmalara maruz kalmış ve kronik enflasyonla mücadele etmek zorunda kalmıştır. Bu süreç, doğrudan yabancı yatırımların (DYY) girişinde belirgin bir durgunluğa neden olmuştur. Ancak, 1990'lı yıllarda uygulanan liberalizasyon, özelleştirme ve makroekonomik istikrar politikaları, DYY girişlerinde yeniden artış sağlamıştır. Bu yatırımların etkisi, tarımsal girdilerin arzındaki artışta ve modern teknolojiyle tarımsal ürünleri işleyen, paketleyen ve hem iç hem de dış pazarlara sunan tarımsal işleme sanayilerinin gelişiminde açıkça gözlemlenmektedir (Nascimento, 2011).

6. BREZİLYA TARIM SEKTÖRÜNDEN TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER VE SONUÇ

Brezilya, tarımının gösterdiği ilerlemenin temelinde ekonomik istikrarın sağlanması yatmaktadır. Türkiye’de son yıllarda artan enflasyon oranı tarım sektörünü olumsuz etkilemekte ve yatırımları azaltmaktadır. Bu kapsamda, Brezilya’nın uyguladığı Real Plan gibi ekonomik istikrar sağlayıcı programların Türkiye’de de daha etkin bir şekilde uygulanması önerilmektedir.

Türkiye’de mevcut Tarım ve Orman Bakanlığı yapılanması revize edilerek, tarım alanında daha fazla uzmanlaşmayı sağlayacak bir kurumsal yapı oluşturulabilir. Bu kapsamda, Brezilya’da olduğu gibi; ticari tarıma odaklanan Tarım, Hayvancılık ve Gıda Tedarik Bakanlığı ile küçük ölçekli aile işletmelerine yönelik politikalar geliştiren Tarımsal Kalkınma Bakanlığına benzer ikili bir yapılanma modeli oluşturulabilir.

Türkiye’de küçük ölçekli aile işletmeleri fazladır ve Tarımsal Kalkınma bakanlığı gibi uzmanlaşmaya yönelik bir yapılanmanın kurulması kırsal kalkınmanın sağlanarak kırsal alandan göçün engellenmesi ve gençlerin tarıma yönelmesi için çalışmalar geliştirilebilir. Orman faaliyetleri Brezilya’da Çevre ve İklim Değişikliği Bakanlığı’na (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima) bağlıdır. Türkiye’de mevcut örgütsel yapıda yer alan orman faaliyetlerinin Bakanlık bünyesinden ayrılarak daha etkin ve uzmanlaşmış bir yapıya getirilmesi sağlanabilir.

Brezilya’daki gibi küçük çiftçilere tarımsal üretim, gelir eşitliği, istihdam ve beslenme konularında ilgili bakanlıklarla koordineli çalışmalar yapılabilir. Türkiye’de kırsal kalkınmaya yönelik çalışmalar yapılmakla birlikte Brezilya’nın uyguladığı Aile Çiftçiliğinin Güçlendirilmesi Ulusal Programı gibi uygulamalar Türkiye’de de etkin bir şekilde uygulanabilir.

Diğer önemli bir alan Tarımsal Araştırma-Geliştirmeye yapılan yatırımlardır. EMBRAPA gibi özerkliği de olan patent geliştirilebilen kurum veya kuruluşlar oluşturulabilir. Türkiye’de önemli tarımsal araştırma enstitüleri olmakla birlikte etkinliklerinin artırılması ve reorganizasyonlarının yapılması sağlanabilir. Tarımsal araştırmaya ve teknolojiye olan yatırımların ve teşviklerin artırılması gereklidir.

Brezilya’da nispeten düşük destek ile sübvansiyonlu krediler temel tarım politikası araçları olarak kullanılmaktadır (OECD, 2023). Ayrıca 2000’li yılların sonlarından bu yana, girdi kullanımına dayalı tüm destekler (başta kredi ve sigorta) çevresel kriterlere ve spesifik tarım uygulamalarına bağlıdır. Bu kapsamda, Türkiye’de tarıma birçok destek ve teşvik verilmekle birlikte desteklerin benzer şekilde girdi kullanımında çevresel kriterlere göre verilmesi sürdürülebilir güvenilir gıda üretimi ve

bozulmuş alanların onarımı açısından önemlidir.

Brezilya'da tarım makinelerine, altyapıya ve dayanıklı ekipmanlara yapılan yatırımlar, modern tarımın sürekli gelişmesi için belirleyici olarak görülerek federal yatırım bankasında oluşturan finansman kaynağının uzun vadeli düşük faizli krediler/sübvansiyonlu krediler şeklinde verilmesi gibi bir sisteminin Türkiye'de oluşturulması önerilebilir.

Brezilya'da kırsal sigorta uygulamasında sigorta değerinin %70'ine kadar hükümet sübvansiyon etmektedir. Türkiye'de TARSİM kapsamında 2022 yılı itibarıyla bitkisel ürünlerini, seralarını, büyük ve küçükbaş hayvanlarını, kümes hayvanlarını, su ürünlerini ve kovanlarını sigortalayan üreticilerin ödemesi gereken sigorta priminin %50'si (don teminatında 2/3'ü), Köy Bazlı Kuraklık Verim Sigortası ve Gelir Koruma Sigortasında ise %60'ı devlet tarafından karşılıksız destek olarak verilmektedir (TARSİM, 2023). İklim değişikliğinin getirdiği olumsuzluklar da göz önüne alınarak Türkiye'deki tarım sigorta oranlarının artırılması önerilebilir.

Türkiye'nin bölgesel olarak gelişmişlik farklılıklarının giderilerek Brezilya'daki altyapı geliştirme çalışmaları gibi tarımsal ulaşım ve iletişim ağlarının etkin bir şekilde yapılması sağlanmalıdır. Türkiye'nin önemli bir girdi sorunu olan enerji darboğazının aşılması için rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılması ve fosil yakıtlardan yenilebilir enerji dönüşümünün sağlanması önemlidir.

Türkiye'de çiftçi/üretici eğitime önem verilmeyle birlikte tarımda çalışanları da kapsayan Brezilya'daki gibi bir eğitim sisteminin kurulması ve tarımsal girişimciliği arttırmaya yönelik etkin politikaların uygulanması önerilebilir. Ayrıca, Ulusal Kırsal Öğrenme Hizmeti (SENAR), gibi bir sistemle gıda kalitesi standartlarını sürekli olarak iyileştirmeye ve korumaya odaklanan kapsamlı bir eğitim programı da geliştirilebilir.

Tarımsal üretimde güçlü bir tarımsal ticari piyasa oluşturulması önemlidir. Brezilya'daki gibi Türkiye'de de sözleşmeli üretimin daha etkin uygulanmasını sağlamaya yönelik politikaların desteklenmesi sağlanmalıdır.

Zengin doğal kaynaklara ve uygun iklim koşullarına sahip Brezilya'nın tarımsal dönüşümü, başta ekonomik istikrarın sağlanması olmak üzere araştırma ve geliştirme yatırımları, tarımsal verimliliğin artırılması, altyapının güçlendirilmesi, çiftçi eğitime verilen önemin artırılması gibi çok boyutlu bir stratejiye dayanmaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu tarımsal potansiyel göz önüne alındığında, Brezilya gibi benzer bir dönüşüm sürecini benimseyerek tarımsal üretimini artırabilir, küresel rekabet gücünü yükseltebilir ve gıda güvencesi açısından daha sürdürülebilir bir yapıya ulaşabilir.

KAYNAKLAR

- Barbieri, R. L., Costa Gomes, J. C., Alercia, A. ve Padulosi, S. (2014). Agricultural biodiversity in Southern Brazil: Integrating efforts for conservation and use of neglected and underutilized species. *Sustainability*: 6(2), 741-757.
- Buainain, M. ve Garcia J.R. (2018). Roles and challenges of Brazilian small holding agriculture. *Agroalimentaria*: 24(46), 71-87.
- Cervantes-Godoy, D. (2015). Strategies for addressing smallholder agriculture and facilitating structural transformation. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, No. 90, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jrs8sv4jt6k-en>.
- ÇŞİDB. (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı). (2024). *İklim değişikliğine uyum stratejisi ve eylem planı (2024-2030)*. Erişim adresi: https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/İklim%20Değişikliğine%20Uyum%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan_%202024-2030.pdf.
- CNA. (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil). (2021). Brazil and the future of agriculture. Erişim adresi: <https://cnabrazil.org.br/storage/arquivos/pdf/Folder-COP-27-ajustado.pdf>.
- CNA. (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil). (2025, 8 March). Institucional Senar. Erişim adresi: <https://www.cnabrazil.org.br/senar/institucional-senar>.
- Correa, P. ve Schmidt, C. (2014). Public research organizations and agricultural development in Brazil: How did Embrapa get it right? Brezilya: The World Bank Economic Premise, Erişim adresi: https://agbiz.co.za/uploads/AgbizNews16/160714_EMBRAPA.pdf.
- Da Fonseca, M.A.R. (1998). Brazil's Real Plan. *Journal of Latin American Studies*: 30(3), 619-639.
- Daysal, H. ve Demirbaş, N. (2017). Türkiye'nin tavuk eti ihracat performansının Brezilya örneğinde değerlendirilmesi, 4. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, 26-30 Nisan 2017, Antalya, ss.636-640.
- de Lima, C.Z., Martha, G.B., Barioni, L.G., Baldos, U.C. ve Haertel, T.W. (2022). Agricultural R&D investments in Brazil: Global responses and local spillovers. Erişim adresi: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1150660/1/PC-Agricultural-rd-2022.pdf>.
- de Moraes, A.L.M. (2014). Brazil's agricultural policy developments. *Revista de Política Agrícola*: 23(3), 55-64.
- EMBRAPA. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (2025, 7 March). About Embrapa. Erişim adresi: <https://www.embrapa.br/en/sobre-a-embrapa>.
- FAOSTAT. (2025, 21 February). Data. Erişim adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>.
- Ferreira, F.C.M., Biazzin, C. ve Hong, P.C. (2024). Transition paths of Brazil from an agricultural economy to a regional powerhouse: A global supply chain perspective. *Sustainability*: 16, 2872.
- Hopewell, K. (2016). The accidental agro-power: Constructing comparative

- advantage in Brazil. *New Political Economy*: 21(6), 536–554.
- ITC Trade Map (2025, 24 February). Trade statistics. Erişim adresi: <https://www.trademap.org/Index.aspx?nvpm>.
- MAPA. (Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply). (2020). Guidelines for the sustainable development of Brazilian agriculture. Erişim adresi: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/semana-verde-na-alemanha/Agendaestrategicaingls2.pdf>.
- Mueller, B. ve Mueller, C. (2014). The economics of the Brazilian model of agricultural development. IRIWA Working Paper, 01. Erişim adresi: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a089eded915d3cfd0004c4/IRIWA-working-paper-01-The-Economics-of-the-Brazilian-Model-of-Agricultural-Development.pdf>.
- Mueller, B. ve Mueller, C. (2016). The political economy of the Brazilian model of agricultural development: Institutions versus sectoral policy. *The Quarterly Review of Economics and Finance*: 62, 12-20.
- Nascimento, J.R. (2011). Analysis of international investments in the agricultural sector of Brazil. Erişim adresi: https://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/InternationalInvestment/Brazil/BR_Report_generalRev2011_oct.pdf.
- OECD. (2015). Brazil: Highlights. Erişim adresi: www.oecd.org/environment/country-reviews/OECD-EPR-Highlights-inEnglish-light.pdf.
- OECD., FAO. (2015). OECD-FAO Agricultural Outlook. Erişim adresi: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/220d2b69-4990-47fe-8998-e8ab6e1eef89/content>.
- OECD. (2023). Agricultural policy monitoring and evaluation 2023: Adapting agriculture to climate change, Erişim adresi: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/5f1b8b6e-en/index.html?itemId=/content/component/5f1b8b6e-en>.
- OECD. (2025, 1 March). Agricultural policy monitoring. Erişim adresi: <https://data-explorer.oecd.org/>.
- Oğul, B. (2022). Tarımsal destekler ve tarımsal üretim ilişkisi: Türkiye ekonomisi üzerine ampirik bulgular. *TEAD*: 8(1), 44-56.
- Özer, G. (2019). *Türkiye'nin tarımdaki yapısal dönüşümü: Brezilya ve Hollanda örnekleri ile karşılaştırma* (Doktora tezi). İstanbul Gedik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 209s. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Palermo, T.L. (2020). Scenarios for Brazil's agricultural boom. Erişim adresi: <https://www.gisreportsonline.com/r/brazil-agricultural-boom/>.
- Pereira, P.A.A., Martha Jr., G.B., Santana, C.A.M. ve Alves, E. (2012). The development of Brazilian agriculture: Future technological challenges and opportunities. *Agriculture & Food Security*: 1(4),1-12.
- Reed, D. (2015). In pursuit of prosperity: Brazil chapter summary. Erişim adresi: <https://www.worldwildlife.org/publications/in-pursuit-of-prosperity-brazil-chapter-summary>.

- Simm Global. (2025, 7 March). Brazil: A global food representative nourishing the world, Erişim adresi: https://www.linkedin.com/posts/simm-global-a74123244_brazilianagriculture-globalfoodsecurity-sustainablefarming-activity-7079375044107210752-SMpJ.
- SLC Agricola. (2025, 7 March). The importance of agriculture, Erişim adresi: <https://ri.slcagricola.com.br/en/the-company/our-challenge/>.
- TARSİM. (2023). Temel bilgiler ve kurumsal yapı. Erişim adresi: <https://www.tarsim.gov.tr/staticweb/krm-web/dergi/sunumlar/temel-sunum-2023.pdf>.
- TOB. (Tarım ve Orman Bak.). (2021). *İklim değişikliği ve tarım değerlendirme raporu*. Erişim adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/IKLIM%20DEGISIKLIGI%20VE%20TARIM%20DEGERLENDIRME%20RAPORU.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- Ticaret Bakanlığı. (2025, 7 Mart). Brezilya ülke rehberi. Erişim adresi: https://ticaret.gov.tr/data/5b8a43345c7495406a226f96/Uzak_Ülkeler_Stratejisi_Brezilya_Ülke_Rehberi.pdf
- TÜİK. (2025, 24 Şubat). Tarımsal işletme yapı araştırması, 2016. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/>.
- UNDP. (2025, 22 February). Human development index. Erişim adresi: <https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/>.
- USDA. (2025a, 24 February). International agricultural productivity. Erişim adresi: <https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/>.
- USDA. (2025b, 01 March). Agriculture in Brazil and Argentina. Erişim adresi: https://ers.usda.gov/sites/default/files/_laserfiche/outlooks/40339/15071_wrs013b_1_.pdf?v=81257.
- Vidali, M.E. (2025). Measuring productivity and convergence across countries and sectors. *Bulletin of Economic Research*: 00,1-17. <https://doi.org/10.1111/boer.12492>.
- Vieira, J.N.D.S. (2023). Subsidies and environmental sustainability of Brazilian agriculture some drivers, indicators and results: Trade and environmental sustainability structured discussions (TESSD) Erişim adresi: https://www.wto.org/english/tratop_e/tesd_e/04_subsidies_3_brazil_presentation.pdf.
- Watanabe, K., Paiva, N.S. ve Lourenzani, A.E.B.S. (2017). Contract farming in Brazil: An approach to law and economics. *Revista Direito GV*:3(1), 95-122.
- World Bank. (2025, 22 February). World Bank Country and Lending Groups. Erişim adresi: https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519#Low_income.
- World Bank Group. (2025a, 22 February). World Development Indicators. Erişim adresi: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.
- World Bank Group. (2025b, 22 February). GDP Ranking. Erişim adresi: <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0038130>.

Yeros, P., Baca, A.S., Lima, T. ve Costantino, A. (2022). Contract farming in South America: The evolution of agro-industries in Argentina and Brazil. 190-209 pp. In book: Farming and Working under Contract: Peasants and Workers in Global Agricultural Value Systems. Tulika Books.

Bölüm 2

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER ÜRETİMİ VE TİCARETİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME ¹

Derya Nermin DERELİ² M.Metin ARTUKOĞLU³

1 Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalında, Derya Nermin Dereli tarafından yürütülen “Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Sürdürülebilir Üretimi ve Ekonomisi Üzerine Bir Araştırma: Denizli İli Örneği” adlı doktora tezinin bir bölümüdür.

2 Dr., T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Uluslararası Tarımsal Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Ankara/TÜRKİYE, e-posta: deryanermin@gmail.com, ORCID NO: 0000-0002-0192-0306

3 Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35040 Bornova/İZMİR, e-posta: metin.artukoglu@ege.edu.tr; ORCID NO: 0000-0003-4800-5209

1. GİRİŞ

Tarımın ortaya çıkışıyla birlikte insanlar, bitkilerle daha yakından ilgilenmeye başlamışlardır. Erken dönem insan toplulukları, çevrelerindeki bitkileri yiyecek, tedavi veya diğer ihtiyaçları için kullanmayı deneyerek faydalı ve zararlı türler arasında ayırım yapmıştır. Bu süreçte, bitkilerin çeşitli rahatsızlıklar üzerindeki etkileri ampirik olarak tespit edilmiştir. Tıbbi ve aromatik özellikleri olan bitkiler tarımsal üretime dahil edilmiş, bu da onların sistematik olarak incelenmesini sağlamıştır. Tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB), insan sağlığını koruma, hastalıkları tedavi etme, gıda ve kozmetik gibi çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılan bitki türleri olarak insan yaşamında yerini almıştır. TAB, “bitkisel ilaç, işlenmemiş ya da işlenerek bir veya daha fazla bitkiden oluşturulan bileşim maddesi içeren tedavi edici özelliği olan veya diğer insanların sağlığına yararı olan bitkilerden türetilen maddeler veya ürünler” şeklinde tanımlanır (Bayram vd., 2010). Son yıllarda TAB’ların kültürel üretimine yönelik çalışmaların yoğunlaştığı Türkiye’de, özellikle tarım politikalarındaki değişime paralel olarak, üretim alanlarında daralma yaşanan bütün bitkisinin yerine alternatif olarak kekik gibi TAB’ların yetiştirilmeye başlandığı ifade edilmektedir (Kaplukan, 2013). TAB’lar üretim değeri bakımından ülke ekonomisi için önemli bir gelir kaynağı hâlini almıştır.

TAB, kaynakların verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanımı açısından çevre dostu ürünler olarak kabul görmektedir. Başka bir deyişle TAB yetiştiriciliği insanların ihtiyaçlarını karşılarken, doğal ve sosyal sistemlerin bozulmadan gelecek nesillerin ihtiyaçlarının da karşılanacak şekilde korunmasını sağlayan çevre dostu ve sürdürülebilir tarım modellerini benimser. Bu bağlamda TAB insanların doğaya verdiği zararı en aza indirerek daha az kaynakla daha fazla üretimin yapılabilirdiği alternatif arayışa cevap olabilen potansiyeli ile geleceğin sektörü olarak görülmektedir. Diğer bir yandan azalan su kaynaklarına uyum sağlayarak iklim değişikliğine dayanıklı tarım stratejileri geliştirilmesine katkıda bulunur. Eğimli veya erozyona açık arazilerde TAB’lar kök yapıları sayesinde toprağı stabilize eder, bu da çevresel bir fayda sağlar. TAB yetiştiriciliğinde az su tüketilmesine karşın ekonomik değeri yüksektir ve büyük tarım alanları gerektiren geleneksel ürünlerin aksine daha küçük parçalar halindeki topraklarda bile yapılabilir. Kuraklık ve tuzlu topraklara dayanıklılıkları nedeniyle çoğu şifalı bitkinin yetişebildiği düşük yağış alan bölgelerde üreticiler bu yolla ciddi kazançlar elde edebilirler. Su kaynaklarının sınırlılığı göz önünde bulundurulduğunda, suya aşırı ihtiyaç duyan tarım ürünleri yerine yerel şifalı bitkiler daha avantajlı bir seçenektir (Alipour, et. al., 2021). TAB’lar geleneksel tarım bitkilerine göre üretimin daha az girdiyle yapıldığı ürün çeşitleridir. Yani TAB üretim sürecinde kimyasal gübre ve pestisit kullanımı ya yoktur ya da

çok azdır. Bu durum çevresel sürdürülebilirlik açısından avantaj sağlar. TAB'ın ekolojik esnekliği, düşük su ihtiyacı ve yüksek ekonomik değeri bu bitkilerin, özellikle sulama imkânı kısıtlı alanlarda yetiştirilmesinin rasyonel bir tarım stratejisi olduğunun ve olacağının bir göstergesidir. Düşük su gereksinimi, yüksek ekonomik değeri ve kurak koşullara uyum sağlama yetenekleri, TAB'ların, sulamanın yapılamadığı alanlarda ideal bir tarımsal faaliyet

.haline gelmesini sağlar. Su kıtlığı yaşanan bölgelerde sürdürülebilir ve kârlı bir tarım modeli için TAB yetiştiriciliği güçlü bir alternatiftir. Azalan sulama kaynakları ve kuraklaşan iklim koşulları göz önüne alındığında, suyun ekonomik kullanımı giderek daha kritik hâle gelmektedir. TAB'ların iklim değişikliğine dayanıklı türlerden oluşması, bu bitkilerin stratejik bir tarım ürünü olarak önemini artırır.

Türkiye'de iç ve dış ticarete yerini alan TAB'ların bir kısmı kültüre alınmıştır fakat bir kısmı da dünyanın birçok yerinde olduğu gibi, doğadan toplama yoluyla temin edilmektedir (Mert ve Dağıstan,2016) fakat bu durum bitkilerin çeşitliliğini azaltmakta ve sürdürülebilir olmalarının önüne geçmektedir. TAB'ların doğadan zamansız ve bilinçsiz toplanmasının engellenmesi ve genişleyen pazar ihtiyacını karşılayabilmek adına bu bitkilerin kültüre alınması önem arz etmektedir (Mert ve Dağıstan,2016). TAB, yerel ve uluslararası düzeyde ihracat gelirlerinin yanı sıra ekonomik büyüme için de büyük bir potansiyel sunmaktadır. Bu nedenle yerel ve global pazarlarda TAB'ın yetiştirilmesi, keşfi, korunması ile hasat, sınıflandırma, taşıma, işleme, paketleme yoluyla katma değerli ürüne dönüştürülmesi ve pazarlaması üzerine yapılacak olan teknik çalışmalara yüksek talep vardır (Parvin, et.al., 2023). Türkiye, benzersiz coğrafi konumu, iklimi ve bitki çeşitliliği sayesinde TAB sektörü için büyük bir potansiyele sahiptir. Ülkemiz, bitkisel ilaçlar, bitki bazlı kimyasallar, gıda ve gıda katkı maddeleri ile kozmetik ve parfümeri sektörlerinde kullanılan birçok bitkisel ürünü üretmektedir. Bu tür bitkiler genellikle Ege, Marmara, Akdeniz, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yetişmektedir. Bu pazarın tam potansiyelinden faydalanabilmek için bu ürünlerin uygun miktarlarda toplanması ve kalite standartlarına uygun olması önemlidir. Ayrıca kültür türlerinin iyileştirilmesi de tüketicilerin ve endüstrinin taleplerini karşılayacak kaliteli ürünleri elde etmek için gereklidir (Pakdemirli,2020).

Bu çalışmada tıbbi ve aromatik bitkilerin Dünya ve Türkiye'de üretim ve ticaretine ilişkin bir değerlendirme yapılarak, Türkiye'nin yeri ve önemi ortaya konulmuş, bazı önerilerde bulunulmuştur.

2. DÜNYA TIBBİ BİTKİLER ÜRETİMİ VE EKONOMİSİ

2.1 Dünya Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretim Alanı ve Üretim Miktarları

Bitkiler, doğal kaynakların bir parçasıdır ve nesiller boyu insanın en önemli besin, kozmetik ve ilaç kaynakları olmuşlardır. M.Ö. 5000-3000 döneminde Sümerler tarafından yazılan mevcut en eski tıbbi kayıtlar, insanların sağlıklarını korumak iyileştirmek tıbbi bitkileri kullandıklarını gösterir (Inoue, et.al.,2019). Tıbbi bitkiler ilaç sanayinde; aromatik bitkilerin ise kozmetik ve parfümeri sektöründe koku amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Tür sayısı açısından bakıldığında TAB'lar, dünya üzerinde insan tüketiminin kayda değer temsil gruplarını oluşturmaktadır ve dolayısıyla bu bitkilerin insanların geçimindeki değeri ve faydası büyüktür (Riaz, et.al.,2021)

Günümüzde çevre bilincinin artması, sağlıklı yaşam tarzının çoğu kişi tarafından benimsenmesi doğal yaşama doğru hızlı bir gidişi de beraberinde getirmiş ve gelişmiş ülkelerde tıp, kozmetik, boya ve gıda sektörlerinde kullanılmak üzere, bitkisel ürünlere olan talep artmıştır ve artmaya devam etmektedir (Doğan, vd., 2019). Bu nedenle TAB sektörü, gerek ihracat gelirleri bakımından gerekse yerel bölgeye sunduğu refah bakımından geniş çapta bir ekonomik katkı potansiyeli sunmaktadır. TAB'ın ülke ekonomisine doğrudan yaptıkları katkıların, finansal gelire, kültürel kimliğe, sağlık ve geçim güvenliği gibi birçok açıdan sunduğu katkılar aracılığıyla olduğu düşünülmektedir (Hamilton, 2004). Son birkaç yılda yerli tıbbi bitkiler ile bitki bazlı ilaçlara yönelim, tıbbi bitkilerin uluslararası ticaretinin artışına katkı sağlamıştır (Hamilton, 2013). TAB üretimi, kırsal ekonominin çeşitlendirilmesi, ekonomik kalkınmayı çeşitli düzeylerde hızlandıracak bir araç olarak değerlendirilmektedir ve bu yaklaşım, kırsal yerleşimlerin kalkınması ve ekonomik sürdürülebilirliği için en önemli stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir (Alipour, et.al., 2021). Gelişmekte olan ülkelerin uluslararası ticaretlerinde kayda değer bir kısım tıbbi bitkilere dayanmaktadır (Mander and Le Breton, 2006). Lange ve Mladenova, 1997, tıbbi bitkilere olan bu yönelim ile birlikte, bu bitkilerin 2050 yılına kadar ticaretin de belirgin şekilde artmasının olası olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 1. Başka yerde sınıflandırılmamış diğer uyarıcı, baharat ve aromatik ürünlerin üretim alanları ve miktarları (2013-2022)

Yıl	Üretim Alanları (ha)	İndeks (2013=100)	Üretim Miktarları (ton)	İndeks (2013=100)
2013	1.373.711	100,00	2.801.755	100,00
2014	1.334.955	97,18	2.803.654	100,07
2015	1.413.076	102,87	2.536.719	90,54
2016	1.428.136	103,96	2.790.081	99,58
2017	1.191.929	86,77	2.862.978	102,19
2018	1.563.838	113,84	2.782.898	99,33
2019	1.524.633	110,99	2.938.735	104,89
2020	1.524.440	110,97	3.194.224	114,01
2021	1.456.576	106,03	3.209.495	114,55
2022	1.451.235	105,64	3.172.095	113,22

Kaynak: FAO, 2024

Başka yerde sınıflandırılmamış diğer uyarıcı, baharat ve aromatik bitkilerin dünya genelinde söz konusu dönem sonunda dönem başına göre üretim alanları %5,64 artarken, üretim miktarları ise %13,22 artmıştır (Çizelge 1). Söz konusu dönemde, Hindistan, Etiyopya ve Yemen üretim alanları bakımından sırası ile ilk üçtedir, hatta Hindistan'ın dünya toplamının yaklaşık yarısını kapsadığını söylemek yanlış olmayacaktır. Ele alınan dönemde, Türkiye'nin sıralamada 4 ya da 5. gelerek dünya genelinde ilk beşte yerini edinmiş olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 2). Çizelgede yer alan diğer önemli ülkeler; Suriye Arap Cumhuriyeti, Myanmar, Bolivya, Endonezya, Nijerya, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Afganistan gibi gelişmekte olan ülkeler olduklarını söylemek mümkündür. Dünya genelinde 2013-2022 döneminde TAB üretim miktarları incelendiğinde, dönem boyunca üretim alanlarındaki genişliğine paralel olarak ilk ülke Hindistan olmuştur (Çizelge 3). Söz konusu dönemde, Hindistan'ın dünya çapındaki üretimin yarısını karşıladığını söylemek mümkündür. 2013-2022 yılları arasında, 2016 yılı hariç üretim miktarı olarak dünya çapında ikinci sırada, Etiyopya yer almıştır. 2016 yılında dünya çapında üretim miktarı ağırlığı bakımından ikinci sırada yer alan ülke Türkiye olmuştur. Dönem boyunca 2016 ve 2020 yılları dışında Türkiye dünya çapında tıbbi ve aromatik bitkiler üretim miktarı açısından 3. sıradaki yerini korumuştur (Çizelge 3). Dünya çapında 2013-

Çizelge 3. Ülkelere göre başka yerde sınıflandırılmamış diğer uyarıcı, baharat ve aromatik üretim miktarları (2013-2022).

Ülke Yıllar	Hindistan	Etiyopya	Türkiye	Yemen	Bangladeş	Endonezya	Çin	Pakistan	Nepal	Kolombiya	Myanmar	Diğerleri	Dünya Toplamı
2013	Sıra 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.		101.058	2.801.755
Üretim Miktarı(ton)	1.500.488	290.720	224.718	202.480	157.000	120.726	97.500	72.042	21.500	13.523			
2014	Sıra 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.		101.899	2.803.654
Üretim Miktarı(ton)	1.504.000	300.699	213.753	202.280	155.000	112.088	99.191	74.737	21.798	18.208			
2015	Sıra 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	10.	9.		109.969	2.536.719
Üretim Miktarı(ton)	1.292.000	238.753	219.626	191.921	151.000	110.087	106.421	73.654	21.469	21.819			
2016	Sıra 1.	3.	2.	4.	5.	6.	7.	8.	10.	9.		109.269	2.790.081
Üretim Miktarı(ton)	1.528.000	220.186	247.665	193.151	162.000	104.855	101.037	79.743	21.651	22.524			
2017	Sıra 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	10.	9.		121.097	2.862.978
Üretim Miktarı(ton)	1.592.000	235.454	199.018	192.431	168.000	125.223	104.460	78.749	22.046		24.500		
2018	Sıra 1.	2.	3.	5.	6.	4.	7.	8.	9.	10.		109.190	2.782.898
Üretim Miktarı(ton)	1.364.000	274.777	245.601	192.709	173.079	200.310	106.169	77.548	22.516		17.000		
2019	Sıra 1.	2.	3.	4.	6.	5.	7.	8.	10.	9.		116.143	2.938.735
Üretim Miktarı(ton)	1.434.000	261.983	260.575	244.229	173.851	220.190	103.889	76.082	22.792		25.000		
2020	Sıra 1.	2.	4.	5.	3.	6.	7.	8.	10.	9.		121.265	3.194.224
Üretim Miktarı(ton)	1.522.805	311.400	267.006	231.431	309.523	191.812	104.839	79.533	22.451	32.159			
2021	Sıra 1.	2.	3.	5.	4.	6.	8.	7.	9.	10.		127.545	3.209.495
Üretim Miktarı(ton)	1.579.305	319.493	288.791	214.101	225.835	190.535	104.966	114.332	22.587	22.007			
2022	Sıra 1.	2.	3.	5.	4.	6.	8.	7.	10.	9.		129.011	3.172.095
Üretim Miktarı(ton)	1.549.559	302.516	283.615	215.263	234.429	193.168	104.565	114.015	22.610		23.345		

Kaynak: FAO, 2024

2.2 Dünya tıbbi ve aromatik bitkiler dış ticareti

TAB dünya genelindeki ihracatı incelendiğinde, ihracat miktarlarında genel bir artış olduğu ifade edilebilir. 2020 yılında en yüksek ihracat rakamında ulaşan TAB'a olan talebin Covid-19 pandemisi etkisinden kaynaklandığı şeklinde de yorumlayabilmek mümkündür. 2013-2022 döneminde dünya ihracat miktarı %36,13 artmıştır (Çizelge 4).

Çizelge.4. Dünya başka yerde sınıflandırılmamış diğer uyarıcı, baharat ve aromatik bitkiler ihracat miktarları (2013-2022)

Yıl	İhracat Miktarları (ton)	İndeks (2013=100)
2013	493.790	100,00
2014	455.896	92,33
2015	534.629	108,27
2016	488.796	98,99
2017	535.239	108,39
2018	533.224	107,99
2019	598.456	121,20
2020	705.128	142,80
2021	683.171	138,35
2022	672.209	136,13

Kaynak: FAO, 2024

Dünya TAB ihracatında 2013-2022 dönemde her yıl için ilk sırada Hindistan bulunmaktadır. İkinci sırada ise 2013 ve 2022 yılları dışında Türkiye yer almaktadır. Türkiye 2014 yılından başlayarak 2021 yılına kadar istikrarlı bir şekilde TAB ihracatında ikinci sıradaki yerini korumuş, 2022 yılında Hollanda'ya bırakmıştır (Çizelge 5). Dünya genelinde 2013-2022 yılları TAB ihracatında önde gelen diğer ülkeler; Güney Afrika, Malezya, Çin, Pakistan, İspanya, Almanya, Myanmar, Birleşik Arap Emirlikleri olarak ifade edilebilir. Bu ülkelerin TAB ihracatı dalgalı bir seyir izlemektedir. Dünya çapında 1996'da 2.4 milyar dolar olan TAB ithalat-ihracat hacminin %5.4'lük yıllık büyüme oranıyla 2013'te 6.2 milyar dolara çıktığını bildiren Parvin et al. (2023), TAB'ların en büyük ihracatçılarının Çin, Hindistan, Hong Kong, ABD, Almanya ve Kore gibi ülkeler olduğunu belirtmiştir.

Çizelge.5. Dünya başka yerde sınıflandırılmamış diğer uyarıcı, baharat ve aromatik bitkiler ihracat miktarları (Ton-2013-2022).

Ülke	Sıra	Hindistan	Pakistan	Türkiye	Hollanda	Almanya	İspanya	Çinney Afrika	Myanmar	Malezya	Vietnam	BAE	Endonezya	Çin	ABD	İran	Süney	Tanzanya	Nijerya	BB ve KIBK	Diğerleri	Dünya Toplamı
2013	İhracat Miktarı(Ton)	237.610	11.862	28.152	23.548	9.430	9.767	16.597						7.	2.	10.				6.943	110.739	493.790
2014	İhracat Miktarı(Ton)	200.230	13.877	30.864	20.568	10.037	10.684	18.337	14.025			10.		8.								
2015	İhracat Miktarı(Ton)	233.603	14.213	31.505	19.739	10.491	11.997	17.653	12.655				9.	10.052				3.			118.236	455.896
2016	İhracat Miktarı(Ton)	211.707	13.632	34.717	21.081	11.382	10.891	21.466	13.366			10.	7.					30.034			140.911	534.629
2017	İhracat Miktarı(Ton)	227.663	15.569	36.047	24.995	12.908	12.711	17.646	23.067			10.	9.								128.933	488.796
2018	İhracat Miktarı(Ton)	216.422	16.004	38.505	26.615	13.089		19.060	15.128		18.020	12.341	11.897								141.520	535.239
2019	İhracat Miktarı(Ton)	233.184	16.107	39.019	25.896	13.516		20.456	22.987	4.	8.			9.							146.142	533.224
2020	İhracat Miktarı(Ton)	316.045	17.581	46.108	24.749	14.845	14.368	20.665	17.682		15.946			15.525							171.291	598.456
2021	İhracat Miktarı(Ton)	271.417	20.691	46.614	23.966	15.197	15.106	20.709	16.842					3.		10.					191.733	705.128
2022	İhracat Miktarı(Ton)	280.424	19.757	40.920	42.465	13.969	13.863	22.454	30.122					4.					8.		214.993	683.171
												7.							18.464		170.917	672.209

Kaynak: FAO, 2024

Dünyada başka yerde sınıflandırılmamış diğer uyarıcı, baharat ve aromatik bitkilerin dünya genelinde söz konusu dönem sonunda dönem başına göre ithalat miktarları %70,33 artmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Dünya başka yerde sınıflandırılmamış diğer uyarıcı, baharat ve aromatik ithalat miktarları (2013-2022)

Yıl	İthalat Miktarları (ton)	İndeks (2013=100)
2013	380.157	100,00
2014	412.333	108,46
2015	489.373	128,73
2016	485.305	127,66
2017	511.487	134,55
2018	523.446	137,69
2019	586.803	154,36
2020	695.785	183,03
2021	664.582	174,82
2022	647.515	170,33

Kaynak: FAO, 2024

2013-2022 döneminde ithalat rakamlarının 2021-2022 yıllarındaki hafif düşüş dışında, artış eğiliminde olduğunu söylemek doğru olur. Bu artışın tıbbi ve aromatik bitki üreticisi olmayan ülkelerin bu bitkilere olan taleplerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. 2020 yılında, son 10 yıllık döneminin en yüksek ithalat rakamlarının görülmesi de, Covid-19 pandemisine bağlanabilir. Pandeminin toplumun sağlık kaygısını aşırı derecede arttırdığı çevresel ve sosyal olarak gözlemlenebilen bir gerçektir ve bu doğrultuda sağlıkları için alternatif yöntem arayışında olan insanların tıbbi ve aromatik bitkilere yöneldikleri düşünülebilir.

Dünya genelinde 2013-2022 döneminde tıbbi ve aromatik bitkiler ithalatları ülkeler bazında değerlendirildiğinde 2020 yılı dışında ABD'nin ilk sırada yer aldığı gözlemlenmiştir. ABD'nin yıllar içinde de ithalatı genel olarak artış gösterirken, ithalatta yer alan diğer ülkelerin taleplerinde dalgalanmalar görülmektedir (Çizelge 7). ABD ve Bangladeş haricinde, tıbbi ve aromatik bitkiler ithalatında önde gelen ülkeler Suudi Arabistan, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı (BB ve KİBK), Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), Hollanda, İran, Malezya, Belçika, Almanya, Hindistan, Çin olarak ifade edilebilir (Çizelge 7). Parvin et al. (2023) yaptıkları çalışmada TAB'ların en büyük alıcısının başta Amerika olduğunu ve Asya'daki bazı ülkeler olduklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 7. Ülkelere göre başka yerde sınıflandırılmamış diğer uyarıcı, baharat ve aromatik ithalat miktarları (2013-2022).

Ülke	Sıra	ABD	Suudi Arabistan	BB ve KIBK	BAE	Almanya	Hollanda	Iran	Malezya	Belçika	Hindistan	Çin	Mısır	Kenya	Bangladeş	Fransa	Diğerleri	Dünya Toplamı
2013	İthalat Miktarı(Ton)	1. 29.897	2. 28.799	3. 20.330	4. 18.812	5. 16.428	6. 15.715	7. 13.121	8. 13.087	9. 9.468			10. 9.130				205.350	380.157
2014	İthalat Miktarı(Ton)	1. 33.685	2. 28.691	3. 20.510	4. 18.516	5. 18.131	6. 15.138	7. 12.434	8. 15.175	9. 9.735	10. 14.474						225.844	412.333
2015	İthalat Miktarı(Ton)	1. 34.036	2. 30.674	3. 26.580	4. 19.536	5. 19.126	6. 14.952	7. 13.979	8. 14.445	9. 10.445	10. 22.769			2. 31.109	5. 26.577		249.569	489.373
2016	İthalat Miktarı(Ton)	1. 39.535	2. 36.788	3. 26.847	4. 21.643	5. 21.337	6. 17.562	7. 13.979	8. 14.156	9. 12.349	10. 25.524						255.584	485.305
2017	İthalat Miktarı(Ton)	1. 44.238	2. 37.803	3. 28.299	4. 25.156	5. 24.248	6. 23.297	7. 17.764	8. 13.307	9. 13.522	10. 21.015						262.838	511.487
2018	İthalat Miktarı(Ton)	1. 40.642	2. 33.048	3. 27.325	4. 22.803	5. 24.764	6. 24.899	7. 19.750	8. 14.114	9. 37.831	10. 3.7831					10. 12.179	266.091	523.446
2019	İthalat Miktarı(Ton)	2. 37.557	1. 38.110	3. 28.424	4. 25.361	5. 25.765	6. 23.191	7. 22.666	8. 21.480	9. 33.712	10. 19.207				10. 18.370		315.627	586.803
2020	İthalat Miktarı(Ton)	2. 48.647	1. 43.235	3. 32.748	4. 24.926	5. 29.373	6. 22.666	7. 29.200	8. 29.200	9. 30.926	10. 18.932				1. 55.513		359.617	695.785
2021	İthalat Miktarı(Ton)	1. 53.845	2. 36.865	3. 27.643	4. 26.703	5. 29.237	6. 26.196	7. 29.146	8. 29.146	9. 40.857	10. 21.688				4. 33.999		338.403	664.582
2022	İthalat Miktarı(Ton)	1. 49.438	2. 22.716	3. 21.256	4. 28.475	5. 27.323	6. 29.984	7. 21.155	8. 21.155	9. 40.323	10. 38.853				4. 32.109		335.884	647.515

Kaynak: FAO, 2024

3. TÜRKİYE TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER ÜRETİMİ VE EKONOMİSİ

TAB yetiştirilmesi için uygun iklim ve toprak koşullarının sağlanması önemlidir. TAB, hasat edilmesi ve işlenmesi gibi üretim süreçleri, bitkinin türüne, yetiştirildiği bölgeye ve kullanım amacına bağlı olarak değişiklik gösterir. Doğru tarım tekniklerinin kullanılması kaliteli ürün elde edebilmek adına önem arz etmektedir. Çünkü kalite ve pazar koşullarına bağlı olarak ürünlerin ekonomik değeri değişmektedir. TAB üretimi ve ekonomisi uluslararası düzeyde olduğu gibi ulusal ve bölgesel düzeyde de çeşitli faktörlerin etkileşimiyle şekillenir. Karık ve Öztürk (2009), Türkiye'nin, ekolojik koşulları gereği bitki türlerinin çeşitliliği ve gen merkezi olması sebebiyle TAB konusunda dünyanın en zengin ülkeleri arasında yer aldığını, Türkiye'de TAB ihracatının büyük kısmını kekik, defne yaprağı ve kimyonun oluşturduğunu, ithalatta ise en çok kekik, adaçayı, çörek otu, keçiboynuzu ve ıhlamurun öne çıktığını belirtmişlerdir. Türkiye'nin sahip olduğu coğrafi konum, zengin bitki çeşitliliği, iklim ve ekolojik yapı, TAB ticaretinde önemli bir ülke haline gelmesini sağlamıştır. Bu çerçevede TAB ticaret hacmi de genişlemektedir.

Türkiye'de üretimi yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler içinde çoğunlukla kekik, adaçayı ve lavanta üretimi ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle, çalışmada bu bitkilerin üretim ve ekonomileri üzerinde daha çok durulmuştur. Küresel olarak bu bitkilere ait spesifik veriler mevcut olmasa da özellikle kekik bitkisi için Türkiye'ye ait bazı spesifik veriler TÜİK'in resmi kayıtlarında mevcuttur. Buradan yola çıkarak çalışmanın bu bölümü içinde bahsi geçen üç bitkinin ayrı ayrı değerlendirmeleri yapılacaktır.

3.1 Türkiye tıbbi ve aromatik bitkiler üretim alanları ve üretim miktarları

TAB küresel ve yerel taleplerindeki artışın etkisi doğrudan bu bitkilerin üretim alanları ve üretim miktarlarına da etki etmiştir. Türkiye'de 2013- 2022 yılları arasındaki TAB üretim alanları, çalışmaya konu olan kekik, adaçayı ve lavanta özelinde incelenmiştir.

3.1.1 Kekik üretim alanları ve üretim miktarları

Türkiye'de yetiştirilen veya yetişen aromatik bitkiden antioksidan gücü yüksek olan kekiğin Origanum, Thymus, Thymbra ve Satureja ait türlerinden ihraç edilen kekiğin büyük bir kısmının Origanum türü olduğu ve bu türün de ihracata konu olan alt türünün İzmir kekiği (Origanum onites) olduğu bildirilmektedir (Gül vd.,2014). İzmir kekiği olarak bilinen bu alt tür çok yıllık yarı gür bir Akdeniz bitkisidir. Türkiye'de kültür

kekiği yoğun olarak üretildiği il Denizli'dir ve kekik Denizli ekonomisi için önemlidir.

Türkiye'deki toplam kekik üretim alanlarında 2013-2022 döneminde her yıl kayda değer artışlar olduğu görülmektedir. Ele alınan dönemde kekik üretim alanları %144,94 oranında artmıştır (Çizelge 8). Saha gözlemlerimize göre; bu durum da kekik üreticiliğinin bu üretimi kazanç getiren bir üretim olarak görmelerine bağlanabilir. Söz konusu döneme ait kekik üretim miktarları incelendiğinde 2013-2022 yılları arasında kekik üretim miktarları istikrarlı bir artış göstermiştir. Ele alınan dönemde üretim miktarı %147,83 oranında artmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Türkiye'de kekik üretim alanları ve üretim miktarları (2013-2022)

Yıllar	Üretim Alanı (Da)	İndeks (2013=100)	Üretim Miktarı (Ton)	İndeks (2013=100)
2013	89.137	100,00	13.658	100,00
2014	92.959	104,29	11.752	86,04
2015	104.863	117,64	12.992	95,12
2016	121.127	135,89	14.724	107,80
2017	121.472	136,28	14.477	106,00
2018	139.061	156,01	15.895	116,38
2019	157.074	176,22	17.965	131,53
2020	184.711	207,22	23.866	174,74
2021	199.573	223,89	21.174	155,03
2022	218.330	244,94	33.849	247,83

Kaynak: TÜİK, 2024.

Kekik üretim alanı ve miktarı açısından Denizli ilinin önemi birçok çalışmada vurgulanmıştır. Örneğin; Aslan ve Gül (2017), Türkiye'deki toplam kekiğin %89.2'sini üreten ve toplam ekili alanların %93.6'sının Denizli ilinde olduğunu, Dalgıç vd. (2020), Denizli'nin, Türkiye'deki toplam kekik üretim alanının %92.49'unu ve toplam üretim miktarının %87.55'ini oluşturan bir bölge olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer yandan; Karlı vd. (2021), Denizli ilinde kekik üretiminin ekonomik analizini yaptıkları araştırmalarında dekar başına ortalama verimin 144,48 kg olduğunu, yine, Karlı vd. (2021), Denizli ili kekik üretim alanının 2004-2008 yıllarında 55407.60 da olduğunu ve bu alanın %162.20 oranında artarak 2019 yılında 145280 dekarla ulaştığını; üretim miktarlarının ise 2004-2008 yıllarında 5843.80 ton iken, %169.16 oranında bir artış ile 2019 yılında 15729 tona yükseldiğini bildirmişlerdir.

3.1.2 Adaçayı üretim alanları ve üretim miktarları

Türkiye'nin hemen her bölgesinde adaçayının değişik türlerine rastlanılmaktadır. Akdeniz, Ege, Güney ve Batı Anadolu (1300-1500 m. yüksekliklerde dâhil olmak üzere)'da bu yoğunluk fazladır (Davis, 1982). Ballıbabagiller familyasından olan adaçayı, 30-75 cm' ye kadar boylanabilen çok yıllık bir bitkidir. Yarı çalimsı bir formda olan adaçayı bitkisi saçak köklüdür ve toprak üstü sapları çok dallanır. Ülkemizde adaçayı ihracatının neredeyse tamamına yakını Salvia fruticosa ve Salvia tomentosa türleri oluşturmaktadır (Baydar, 2001). Türkiye'deki adaçayı üretim alanlarına ve üretim miktarlarına ait veriler Çizelge 4.9'da verilmiştir. Bu verilere göre adaçayı üretim alanlarında 2013-2022 yılları arasında her yıl yükselme eğilimi göstermiştir. 2013 yılında 30 da alan ile başlayan adaçayı üretim alanları 2022 yılına gelindiğinde 426 kat artışla 12.781 da yükselmiştir. Benzer şekilde üretim miktarları da söz konusu dönemde 589 kat artmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Türkiye'de adaçayı üretim alanları ve üretim miktarları (2013-2022)

Yıllar	Üretim Alanı (Da)	İndeks (2013=100)	Üretim Miktarı (Ton)	İndeks (2013=100)
2013	30	100,00	4	100,00
2014	130	433,33	19	475,00
2015	536	1.786,67	80	2.000,00
2016	3.681	12.270,00	411	10.275,00
2017	4.123	13.743,33	557	13.925,00
2018	3.951	13.170,00	428	10.700,00
2019	5.602	18.673,33	1.233	30.825,00
2020	6.655	22.183,33	1.271	31.775,00
2021	9.326	31.086,67	1.848	46.200,00
2022	12.781	42.603,33	2.356	58.900,00

Kaynak: TÜİK, 2024.

Temel vd. (2018), 2000 yılında 341 ton olan adaçayı üretim miktarının 2015 yılında %69'luk değişim oranı ile 578 tona yükseldiğini bildirmişlerdir. Acıbuca ve Budak (2018), 2016 yılında Türkiye'de adaçayı ekilişinin 3.681 da, üretim miktarının ise 411 ton olduğunu belirtmişlerdir.

3.1.3 Lavanta üretim alanları ve üretim miktarları

Ballıbabagiller familyasından Lavandula cinsini oluşturan çok yıllık bir bitki olan lavanta, Akdeniz kökenlidir (Giovannini et al., 2016). Koku, ilaç, gıda ve aroma endüstrilerinde çok değerli olan lavanta bitkisi aromatik ve tıbbi özelliklere sahiptir (Upson, et.al. 2004). Lavantalar aynı

zamanda popüler süs bitkisi olarak da ün kazanmışlardır (Touati et al., 2011). Bunun yanında yangından zarar görmüş alanların yeniden ağaçlandırılmasına da yardımcı olma potansiyeline sahiptirler (González-Coloma, et al., 2011).

Çizelge 10. Türkiye’de lavanta üretim alanları ve üretim miktarları (2013-2022)

Yıllar	Üretim Alanı(Da)	İndeks (2013=100)	Üretim Miktar(Ton)	İndeks (2013=100)
2013	709	100,00	105	100,00
2014	2.189	308,74	297	282,86
2015	3.218	453,88	400	380,95
2016	5.700	803,95	747	711,43
2017	6.606	931,73	845	804,76
2018	8.684	1.224,82	1.040	990,48
2019	11.903	1.678,84	1.462	1.392,38
2020	22.188	3.129,48	3.499	3.332,38
2021	35.810	5.050,78	6.108	5.817,14
2022	47.176	6.653,88	7.722	7.354,29

Kaynak: TÜİK, 2024

Tıbbi ve aromatik bitki olarak kullanımlarında ekonomik açıdan önemli olan lavanta türünün *Lavandula angustifolia* olduğu bilinmektedir (Doğan vd., 2019).

Türkiye’de 2013-2022 yılları arasında toplam lavanta üretim alanları ve üretim miktarlarında kayda değer artışlar olduğu görülmektedir. 2013 yılında 709 da alan ile başlayan lavanta üretim alanları 2022 yılına gelindiğinde yaklaşık 67 kat artışla 47.176 da’a ulaşmıştır. Benzer şekilde lavanta üretim miktarı söz konusu dönemde 105 tondan 7.722 tona ulaşarak yaklaşık 74 kat artmıştır (Çizelge 10).

Yukarıda sıralanan bulgulara benzer sonuçlar literatürde de görülmektedir. Örneğin; Acıbuca ve Budak (2018), 2016 yılında Türkiye’de lavanta ekilişinin 5.700 da, üretim miktarının ise 747 ton olduğunu, Temel vd. (2018), Türkiye’de lavanta üretim alanlarının 2012 yılında 509 da olduğunu 2015 yılında %532’lik artışla 3.218 da yükseldiğini, üretim miktarının ise 2012 yılında 123 ton olduğunu, 2015 yılında %225’lik artışla 400 tona yükseldiğini bildirmişlerdir.

3.2 Türkiye tıbbi ve aromatik bitkiler dış ticareti

Türkiye TAB dış pazarında son yıllarda giderek rekabet gücünü artırmaktadır. Üretim ile ilgili önceki bölümde değinildiği gibi burada da üç önemli bitki üzerinden dış ticaret analizi yürütülecektir.

3.2.1 Kekik ihracatı

TÜİK istatistiklerinde kekik bitkisi için dış ticaret verileri GTIP göstergelerine göre üç farklı kategoride incelenmektedir. GTIP göstergeleri ve H12 adları kekik bitkisi için 91099330000 kodu ile “Diğer kekikler; ezilmemiş ve öğütülmemiş”, 91099390000 kodu ile “Kekik; ezilmiş veya öğütülmüş”, 330129419011 kodu ile “Kekikten elde edilen uçucu yağlar (terpeni alınmamış)” başlıkları ile ayrı ayrı istatistiğe alınmış ve sonrasında yıl toplamı olarak toplam değerler şeklinde incelenmiştir.

Çizelge 11. Türkiye’de kekik ihracat miktarları ve değerleri (2013-2022)

Yıllar	İhracat Miktarı (kg)	İndeks (2013=100)	İhracat Değeri (\$)	İndeks (2013=100)
2013	14.743.244	100,00	58.537.737	100,00
2014	15.521.624	105,28	62.828.522	107,33
2015	15.188.382	103,02	59.161.406	101,07
2016	17.084.687	115,88	63.351.358	108,22
2017	17.761.880	120,47	61.274.835	104,68
2018	17.467.609	118,48	61.765.687	105,51
2019	16.830.615	114,16	57.247.431	97,80
2020	19.879.918	134,84	69.026.517	117,92
2021	21.492.931	145,78	66.963.743	114,39
2022	17.387.294	117,93	58.877.673	100,58

Kaynak: TÜİK, 2024.

Çizelge 11’e göre Türkiye’nin 2013-2022 yılları arası kekik ihracat miktarları %17,93 artarken, ihracat değeri ise %0,58 artmıştır.

Temel vd. (2018) yaptıkları araştırmada Türkiye’nin dünya kekik ticaretinin yaklaşık %80’ine hâkim olduğunu ve kekiğin ihracatta ilk sırada yer alarak toplam drog ihracatının %25’ini oluşturduğunu ve kekik ihracatının 2002 yılında 8.256 ton karşılığı 13,3 milyon dolar iken 2015 yılında bu değişim fiziksel olarak %84 değer olarak %320 artarak 15.225 ton karşılığı 55,9 milyon dolara yükselmiş olduğunu bildirmişlerdir.

3.2.2 Adaçayı ihracatı

TÜİK istatistiklerinde adaçayı dış ticaret verileri GTIP göstergesine ve H12 adına göre tek kategoride incelenmiştir. Buna göre adaçayı bitkisi için dış ticaret GTIP kodu 330129419014, H12 adı ise “Adaçayıdan elde edilen uçucu yağlar (terpeni alınmamış)” başlığı şeklinde ele alınmıştır. Adaçayı bitkisine ait dış ticaret verileri TÜİK raporlarında 2016 yılı ile başlayıp 2021 yılı ile son bulmaktadır.

Çizelge 12. Türkiye’de adaçayı ihracat miktarları ve değerleri (2016-2021)

Yıl	İhracat Miktar (kg)	İndeks (2013=100)	İhracat Değeri (\$)	İndeks (2013=100)
2016	472	100,00	95.264	100,00
2017	417	88,35	3.020	3,17
2018	9.539	2.020,97	8.783	9,22
2019	18.429	3.904,45	15.555	16,33
2020	4.187	887,08	173.726	182,36
2021	245	51,91	11.090	11,64

Kaynak: TÜİK, 2024.

Yani adaçayına ait TÜİK raporlarındaki dış ticaret verileri 2016-2021 yılları aralığı olarak mevcuttur. Bu sebeple adaçayına ait ihracat miktarlarına ve değerlerine ait veriler, sadece 2016-2021 yılları aralığı olarak sunulabilmektedir. Söz konusu dönemde ihracat miktarı %48,09 ihracat değeri ise %88,36 azalmıştır (Çizelge 12).

Temel vd. (2018) yaptıkları araştırmada 2015 yılında adaçayının ihracat miktarının 2.070 ton, ihracat değerinin ise 8 milyon dolar olarak gerçekleşerek ihracat payının %3,67 olduğunu bildirmişlerdir.

3.2.3 Lavanta ihracatı

TÜİK istatistiklerinde adaçayı dış ticaret verileri GTIP göstergesine ve H12 adına göre tek kategoride incelenmiştir. Buna göre lavanta bitkisi için dış ticaret GTIP kodu 330129790000, H12 adı ise “Lavanta veya lavandinden (melez lavanta) elde edilen uçucu yağlar (terpeni alınmış)” başlığı şeklinde ele alınmıştır. Lavanta bitkisine ait 2013-2022 dönemi ihracat verileri Çizelge 4.13 de verilmiştir. Bu verilere bakıldığında lavanta bitkisinin 2018 yılında hem ihracat miktarı hem de ihracat değeri olarak sıçrama yaptığı dikkat çekse de değer değer/miktar oranı bir önce-

ki seneye göre değişmemiştir. Fakat 2019 yılı ihracat miktarı bakımından düşük olsa da değer/miktar oranı bakımından bir önceki seneye göre artış göstermiştir. 2020 ve 2021 yıllarında artı yönlü trend yakalayan lavanta bitkisi ihracat miktarı, 2022 yılında düşüşe geçmiştir. Lavanta bitkisinin yıllar içinde hem ihracat miktarı hem de ihracat değeri olarak dalgalı bir seyir izlediğini söylemek doğru olacaktır. Söz konusu dönem sonunda dönem başına göre ihracat miktarı % 782, 28 artarken, ihracat değeri de %973,65 (yaklaşık 10 kat) artmıştır (Çizelge 13).

Çizelge 13. Türkiye’de lavanta ihracat miktarları ve değerleri (2013-2022)

Yıl	İhracat Miktar (kg)	İndeks (2013=100)	İhracat Değeri (\$)	İndeks (2013=100)
2013	378	100,00	9.756	100,00
2014	733	193,92	18.562	190,26
2015	450	119,05	25.231	258,62
2016	194	51,32	19.551	200,40
2017	443	117,20	16.198	166,03
2018	4.061	1.074,34	143.086	1.466,65
2019	1.267	335,19	105.824	1.084,71
2020	5.635	1.490,74	144.585	1.482,01
2021	9.388	2.483,60	184.152	1.887,58
2022	3.335	882,28	104.745	1.073,65

Kaynak: TÜİK, 2024.

Pakdemirli (2020) yaptığı araştırmasında lavanta bitkisinin 2018 yılında 420 milyar dolar olarak gerçekleşen küresel gelirlerinin 2025 yılına kadar 716 milyar doları aşacağı tahmin edildiğini ifade etmiştir. Ayrıca lavanta bitkisinin ekonomik değerinin uçucu yağları elde etmek için kullanılan çiçekleri olduğunu ve 2017 yılında dünya çapında 5,44 milyar dolar değerinde uçucu yağlar ihraç edildiğini ve esansiyel yağ pazarındaki en büyük ihracatçıların Amerika Birleşik Devletleri (697 milyon dolar), Hindistan (665 milyon dolar), Çin (522 milyon dolar), Fransa (466 milyon dolar) ve Brezilya (409 milyon dolar) olduğunu ilave etmiştir.

Öte yandan Türkiye’nin söz konusu üç bitkiye ait ithalat değerleri ele alındığında aşağıdaki bilgilere ulaşılabacaktır.

3.2.4 Kekik ithalatı

TÜİK istatistiklerinde kekik bitkisi için dış ticaret verileri GTIP göstergelerine göre üç farklı kategoride incelenmektedir. GTIP göstergeleri ve H12 adları kekik bitkisi için 91099330000 kodu ile “Diğer kekikler; ezilmemiş ve öğütülmemiş”, 91099390000 kodu ile “Kekik; ezilmiş veya öğütülmüş”, 330129419011 kodu ile “Kekikten elde edilen uçucu yağlar (terpeni alınmamış)” başlıkları ile ayrı ayrı istatistiğe alınmış ve sonrasında yıl toplamı olarak toplam değerler şeklinde incelenmiştir. Bu veriler hem ithalat miktarları hem de ithalat değerleri açısından geçerlidir. Türkiye’nin 2013-2022 yılları arası kekik ithalat miktarları %85,11 artarken, ithalat değeri de %80,50 artmıştır (Çizelge 14).

Çizelge 14. Türkiye kekik ithalat miktarları ve değerleri (2013-2022)

Yıl	İthalat Miktarları (kg)	İndeks (2013=100)	İthalat Değerleri (\$)	İndeks (2013=100)
2013	1.696.276	100,00	4.324.554	100,00
2014	1.361.475	80,26	3.683.057	85,17
2015	1.350.109	79,59	3.936.680	91,03
2016	1.660.344	97,88	4.855.228	112,27
2017	1.519.424	89,57	4.053.266	93,73
2018	1.790.898	105,58	4.864.492	112,49
2019	2.165.846	127,68	6.230.386	144,07
2020	1.832.837	108,05	4.777.954	110,48
2021	2.892.317	170,51	6.988.298	161,60
2022	3.140.016	185,11	7.805.736	180,50

Kaynak: TÜİK, 2024.

Temel vd. (2018) yaptıkları araştırmada Türkiye’nin kekik ithalatının 2002 yılında 1.048 ton karşılığı 11,51 milyon dolar iken 2015 yılında bu değişim fiziksel olarak %28,63 değer olarak %236,66 artarak 1.348 ton karşılığı 38,75 milyon dolara yükselmiş olduğunu bildirmişlerdir.

3.2.5 Adaçayı ithalatı

TÜİK istatistiklerinde adaçayı dış ticaret verileri GTIP göstergesine ve H12 adına göre tek kategoride incelenmiştir. Buna göre adaçayı bitkisi için dış ticaret GTIP kodu 330129419014, H12 adı ise “Adaçayından elde edilen uçucu yağlar (terpeni alınmamış)” başlığı şeklinde ele alınmıştır. Adaçayı

bitkisine ait dış ticaret verileri TÜİK raporlarında 2016 yılı ile başlayıp 2021 yılı ile son bulmaktadır. Söz konusu dönemde adaçayı ithalat miktarları %44, 49 artarken, ithalat değeri %8,45 azalmıştır (Çizelge 15).

Çizelge 15. Türkiye adaçayı ithalat miktarları ve değerleri (2016-2021)

Yıl	İthalat Miktar (kg)	İndeks (2013=100)	İthalat Değeri (\$)	İndeks (2013=100)
2016	263	100,00	64.175	100,00
2017	539	204,94	136.061	212,02
2018	980	372,62	86.346	134,55
2019	561	213,31	42.523	66,26
2020	892	339,16	72.823	113,48
2021	643	244,49	58.753	91,55

Kaynak: TÜİK, 2024.

Temel vd. (2018) yaptıkları araştırmada Türkiye’de adaçayının 2015 yılında 19 tonun tarla üretiminden, 838 tonu ithalattan, geriye kalanının ise doğadan toplamayla elde edildiğini ve iç tüketime ne kadar harcandığının bilinmediğini belirtmişlerdir.

3.2.6 Lavanta ithalatı

TÜİK istatistiklerinde adaçayı dış ticaret verileri GTIP göstergesine ve H12 adına göre tek kategoride incelenmiştir.

Çizelge 16. Türkiye’de lavanta ithalat miktarları ve değerleri (2013-2022)

Yıl	İthalat Miktar (kg)	İndeks (2013=100)	İthalat Değeri (\$)	İndeks (2013=100)
2013	2.890	100,00	142.888	100,00
2014	4.449	153,94	210.884	147,59
2015	5.386	186,37	195.967	137,15
2016	5.575	192,91	192.229	134,53
2017	4.512	156,12	220.601	154,39
2018	5.062	175,16	289.972	202,94
2019	5.537	191,59	541.383	378,89
2020	5.968	206,51	316.713	221,65

2021	5.928	205,12	214.981	150,45
2022	7.941	274,78	332.777	232,89

Kaynak: TÜİK, 2024.

Buna göre lavanta bitkisi için dış ticaret GTIP kodu 330129790000, H12 adı ise “Lavanta veya lavandinden (melez lavanta) elde edilen uçucu yağlar (terpeni alınmış)” başlığı şeklinde ele alınmıştır. 2013-2022 döneminde lavanta ithalat miktarı %174,78 artarken, ithalat değeri de %132,89 artmıştır (Çizelge 16). Pakdemirli (2020) yaptığı araştırmasında lavanta bitkisinin esansiyel yağ pazarındaki en büyük ithalatçıların Amerika Birleşik Devletleri (1.27 milyar dolar), Fransa (444 milyon dolar), Almanya (353 milyon dolar), Birleşik Krallık (341 milyon dolar) ve Hindistan (258 milyon dolar) olduğunu bildirmiştir.

Yukarıda verilen sayısal bilgiler ışığında Türkiye’nin öne çıkan ve çalışmamızda da ele alınan TAB ihracat ve ithalatında ele alınan dönemde önemli artışlar olduğu dikkati çekmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya genelinde 2013 ve 2022 yılları arasında TAB üretim alanları ülkeler bazında ele alındığında ilk üçte yer alan ülkelerin değişiklik göstermediği görülmektedir. Söz konusu dönemde, üretim alanları büyüklüğü bakımından, sırası ile ilk üç ülke; Hindistan, Etiyopya ve Yemen’dir. Ele alınan dönemde, Türkiye’nin sıralamada 4 ya da 5. gelerek dünya genelinde ilk beşte yer aldığı görülmektedir. Diğer yandan 2013-2022 döneminde Dünyadaki TAB üretim miktarları incelendiğinde, dönem boyunca, Hindistan’ın dünya çapındaki üretimin, yarısını karşıladığını söylemek mümkündür. Söz konusu dönemde, 2016 yılı hariç ikinci sırada, Etiyopya yer almıştır. 2016 yılında dünya çapında üretim miktarı ağırlığı bakımından ikinci sırada yer alan ülke Türkiye, 2016 ve 2020 yılları dışında 3. sıradaki yerini korumuştur. Dünya TAB ihracatında 2013-2022 dönemde her yıl için ilk sırada Hindistan bulunmaktadır. İkinci sırada ise 2013 ve 2022 yılları dışında Türkiye yer almaktadır. Türkiye 2014 yılından başlayarak 2021 yılına kadar istikrarlı bir şekilde TAB ihracatında ikinci sıradaki yerini korumuş, 2022 yılında Hollanda’ya bırakmıştır. Dünya genelinde 2013-2022 döneminde TAB ithalatları ülkeler bazında değerlendirildiğinde 2020 yılı dışında ABD’nin ilk sırada yer aldığı gözlemlenmiştir.

Türkiye, çalışmada ele alınan kekikte ihracata nazaran çok düşük bir ithalat yaparken, adaçayında 2021 yılı dışında ihracata göre düşük bir ithalat yapmıştır. Kekik ve adaçayında üretim, önemli ölçüde talebi karşı-

larken, lavanta da ise ithalat oldukça fazladır. Burada üretimin sanayinin talebini karşılayamayışının etken olduğu düşünülmektedir.

Türkiye’de bitkisel üretimi desteklemek adına çeşitli kurumlar tarafından sunulan destek politikaları ve tedbirler bulunmaktadır. Bu desteklemeler kapsamında TAB’de bulunmaktadır. Bitkisel üretime verilen devlet destekleri arasında organik tarım desteği, iyi tarım uygulamaları desteği, küçük aile işletmeleri desteği, ORKÖY destekleri, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen yatırımlar, KOSGEB destekleri, devlet destekli bitkisel ürün sigortası, doğal afet ödemeleri, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın Ar-Ge projelerine sağladığı destekler, Kalkınma Ajansları tarafından oluşturulan teşvik programları ve Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu (TKDK) tarafından sağlanan destekler yer almaktadır. Bu destekler, tarım sektöründe verimliliği artırmak, çevreye duyarlı tarım tekniklerini teşvik etmek ve ekonomik kalkınmayı sağlamak amacıyla çeşitli kurumlar tarafından sunulmaktadır. Ayrıca bu destekler tarım sektöründeki aktörlerin daha rekabetçi olmalarını sağlamak ve sektörün sürdürülebilirliğini desteklemek için önemli bir rol oynamaktadır. Bu durum TAB yetiştiriciliği için de geçerlidir.

Üretimin artarak devam ettirilmesini ve kazancın sürekliliğini sağlayacak yenilikleri getirecek görevleri üstlenecek bir yapılanmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yapılanma için TAB üretimine devlet ve/veya çeşitli kurumlardan tarafından destek verilmesi üreticiler için pek çok ekonomik, teknik ve sosyal avantaj sağlar. Bu destekler, üretimin sürdürülebilirliğini artırmak, ürün kalitesini iyileştirmek ve üreticinin gelir seviyesini yükseltmek açısından kritik öneme sahiptir. Kurumlar tarafından sunulacak destekler üretimin yanında, tedarik, finansman, işleme, pazarlama işlemleri gibi birçok alanda TAB yetiştiriciliğinin çok daha kolaylıkla yapılabilmesini sağlayacaktır. Yurt içi ve yurt dışında ticareti yapılan TAB’ların detaylı bir listesi, aracısı, toplayıcısı, ticareti yapan firma vb. bilgiler derlenerek bir veri tabanı oluşturulmalıdır. Ayrıca tıbbi ve aromatik bitkiler konusunda öncelikler ve standartlar belirlenerek dünya pazarındaki arz-talep durumu ile fiyatlar konusunda bilgilerin alınabileceği disiplinler arası bir komitenin kurulması önemli görülmektedir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Türkiye’nin TAB yetiştiriciliği için uygun olan coğrafi ve iklimsel potansiyelini daha iyi değerlendirebilmesi için üreticilere yönelik üretimle ilgili bilgilendirmeler yanında, bilişsiz toplamadan uzaklaşılması, fiyat istikrarının sağlanması konuları öncelik taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Acıbuca, V. ve Bostan Budak, D.,** 2018, Dünya'da ve Türkiye'de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1), 37-44.
- Alipour, M., Jafari, H. and Alizadeh, K.,** 2021, The effect of cultivation of medicinal plants on the economic development of rural settlements Case study: Villages of Kalat city. Propósitos y Representaciones, 9 (SPE2), e957. Doi: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2021.v9nSPE2.957>
- Aslan, O. and Gül, M.,** 2017, Economic Structure and the Problems of Thyme Producer Farms in Denizli. Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi International Journal of Social and Economic Sciences E-ISSN: 2146-0078, 7 (1): 64-69.
- Baydar, H.,** 2001, Isparta'nın tıbbi ve aromatik bitkiler çeşitliliği ve kültüre alma olanakları, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2001,5(1):35-44.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Kızıl, O. A. S. ve Telci, İ.,** 2010, Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11, 15.
- Dalgıç, A., Demir, Z. ve Karlı, B.,** 2020, Denizli İlinde Kekik Üretimi Yapan İşletmelerin Sosyo - Ekonomik Yapısı ve Sorunları, Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2), 151-160.
- Davis, P.H.,** 1982, Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol:7, Edinburg University Pres. Edinburg, S.297-313(1982).
- Doğan, H. M., Kaplan, E., Buhan, E. and Doğan, Ç. N.,** 2019, Researching the Potential of Economically Important Medicinal and Aromatic Plants of Tokat Province. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 36(2), 153-162.
- FAO,** 2024, FAOSTAT veri tabanı, (Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division), <http://fao.org/faostat/en/home>, Erişim Tarihi: (15 Mart 2024).
- Faydaoğlu, E. ve Sürücüoğlu, M.S.,** 2011, Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 11(1):52-62.
- Giovannini, D., Gismondi, A., Basso, A., Canuti, L., Braglia, R., Canini, A., Mariani, F. and Cappelli, G.,** 2016, Lavandula angustifolia Mill. Essential Oil Exerts Antibacterial and Anti-Inflammatory Effect in Macrophage Mediated Immune Response to Staphylococcus aureus. Immunological investigations, 45(1), 11-28 pp.
- González-Coloma, A., Delgado, F., Rodilla, J. M., Silva, L., Sanz, J. and Burillo, J.,** 2011, Chemical and biological profiles of Lavandula luisieri essential oils from western Iberia Peninsula populations, Biochem Syst Ecol 2011;39:1-8.

- Gül, M., Aslan, O. and Sırıkçı, B. S.,** 2014, Determining the Costs, Production Inputs and Profit of Thyme Production Enterprises in Denizli province of Turkey. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17 (4): 562 – 569.
- Hamilton, A. C.,** 2004, Medicinal plants, conservation and livelihoods. *Biodivers Conserv*, 13(8): 1477-517. <https://doi.org/10.1023/B:BOC.0000021333.23413.42>
- Hamilton, A.,** 2013, Plant conservation: An ecosystem approach. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849772181>
- Inoue, M., Hayashi, S. and Craker, L. E.,** 2019, Role of medicinal and aromatic plants: Past, present, and future. In *Pharmacognosy-Medicinal Plants*; Perveen, S., Al-Taweel, A., Eds.; IntechOpen: London, UK, 2019; 1–13 pp.
- Kapluhan, E.,** 2013, Bekilli’de (Denizli) Alternatif Ziraat Faaliyetlerine Bir Örnek: Kekik Yetiştiriciliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 28, s.194-210.
- Karık, Ü. ve Öztürk, M.,** 2009, Türkiye Dış Ticaretinde Tıbbi ve Aromatik Bitkiler. *Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, Bahçe* 38 (2):21-31
- Karli, B., Demir, Z., Gul, M. and Kadakoglu B.,** 2021, Economic Analysis of Thyme Production: A Case Study of Denizli Province, Turkey. *Int. J. Agric. For. Life Sci.*, 5(1): 59-64.
- Mander, M. and Breton, G. L.,** 2006, Overview of the medicinal plant industry in southern Africa, Commercializing medicinal plants: A southern African guide. 1-9 pp.
- Mert, A. ve Dağıstan, E.,** 2016, Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Ekonomik Önemi, XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Mayıs 2016 Isparta, 1525-1532 s.
- Pakdemirli, B.,** 2020, Economic importance of medicinal and aromatic plants in Turkey: The examples of thyme and lavender, *Bahçe*, 49(1), 51-58.
- Parvin, S., Reza, A., Das, S., Main, M., Miah, U. and Karim, S.,** 2023, Potential Role and International Trade of Medicinal and Aromatic Plants in the World, *Eur. J. Agric. Food Sci.* 2023,5, 89–99.
- Riaz, U., Iqbal, S., Sohail, M. I., Samreen, T., Ashraf, M., Akmal, F. and Akhter, R. M.,** 2021, A comprehensive review on emerging importance and economical potential of medicinal and aromatic plants (MAPs) in current scenario, *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 34(2): 381-392.
- Temel, M., Tınmaz A. B., Öztürk, M. ve Gündüz, O.,** 2018, Dünyada ve Türkiye’de tıbbi-aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *Tarım ve Doğa Dergisi*.
- Touati, B., Chograni, H., Hassen, I., Boussaïd, M., Toumi, L. and Brahim, N. B.,** 2011, Chemical composition of the leaf and flower essential oils of Tunisian *Lavandula dentata* L.(Lamiaceae), *Chemistry & Biodiversity*, 8(8), 1560-1569.

- TÜİK**, 2024, “Türkiye İstatistik Kurumu İstatistikleri”, <https://data.tuik.gov.tr/>
(Erişim tarihi: 8 Aralık 2024)
- Upson, T., Andrews, S. and Harriott, G.**, 2004, The genus lavandula Portland:
Timber press, 442 p.

Bölüm 3

KADMIYUMUN BİTKİLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Ayşegül DALDAL¹, Hanife MUT²

1 Yüksek Lisans Öğrencisi Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü,
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, BİLECİK. ORCID: 0009-0008-7523-019X

2 Prof. Dr. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü, BİLECİK. ORCID: 0000-0002-5814-5275

GİRİŞ

Sanayileşmenin artması ve teknolojiadaki ilerlemeler, yaşamı kolaylaştırmakla birlikte çevresel kirlilik sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Bu kirliliğe neden olan birçok unsur bulunmakla birlikte, ağır metaller bu unsurlar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde toprak, su ve hava gibi doğal ortamlarda giderek birikim gösteren ağır metaller, canlıların yaşamı üzerinde tehdit oluşturan ciddi çevresel problemlerden biri haline gelmiştir. Endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtların egzoz gazları, madencilik faaliyetleri, volkanik olaylar, tarımda kullanılan kimyasallar ve şehir atıkları gibi birçok kaynak, bu metallerin çevreye yayılmasına yol açmaktadır (Stresty ve Madhava Rao, 1999; Öktüren Asri ve Sönmez, 2006). Ağır metaller, atom numarası 20'den büyük olan, yoğunluğu 5 g/cm³'den fazla olan ve düşük yoğunluklarda bile toksik etki gösterebilen elementler olarak tanımlanır. Kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), cıva (Hg) ve çinko (Zn) elementleri bu grupta yer alır (Özkan, 2009). İnsan eliyle üretilemeyen ve yok edilemeyen bu elementler; toprak, su ve hava gibi doğal kaynaklarda birikmeye eğilimlidir. Atmosfere farklı yollarla salınan bu metaller, yağışlar ve toz taşınımı yoluyla toprağa ve suya ulaşarak ekosistem üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir. Ağır metallerin tümünün biyolojik olarak parçalanamadığı bilinmektedir. Bazıları bulunduğu ortamda hareketsiz kalarak çevresel olarak uzaklaştırılmaz iken, bazıları hareketli yapıları sayesinde bitki kökleri tarafından taşınabilir. Bu metaller, bitkiler açısından gerekli olup olmamalarına göre sınıflandırılabilir. Örneğin bakır, çinko, kobalt, mangan ve nikel enzim sistemleri için gerekli olup düşük yoğunluk düzeylerinde faydalı olabilirken; alüminyum, arsenik, kadmiyum, krom ve kurşun gibi elementler düşük yoğunluklarda dahi bitkiler için zararlıdır. Kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve cıva (Hg) toksik etkileri en yüksek olan ağır metaller arasında yer almaktadır. Bitkilerin gelişim sürecinde ister gerekli ister gereksiz olsun bu metallerin dokularda birikmesi hem vejetatif hem de generatif gelişim üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Gür ve ark., 2004). Her metalin bitkide etkili olduğu bölge farklı olabileceğinden, gösterdikleri toksik etki de metale bağlı olarak değişkenlik gösterir. Toksisite derecesi; metalin yoğunluğu, kimyasal formu (iyon, kompleks vs.), maruz kalan bitki türü, uygulama süresi ve maruz kalınan çevresel koşullara göre farklılık gösterir. Bitkiler genellikle bu metaller nedeniyle geçici veya uzun süreli stres altında kalabilir. Bu stresin etkileri; bitki boyunda, çimlenme oranında, kök ve gövde uzunluğunda ya da biyokütle miktarında azalma olarak gözlemlenir (Phalsson, 1989). Bu nedenle, her bitki türü için ağır metale karşı tolerans sınırlarının bilinmesi oldukça önemlidir. Bu derleme çalışmada, ağır metallerden biri olan kadmiyumun bitkiler üzerindeki etkilerine değinilecektir.

KADMIYUMUN TANIMI

Kadmiyum (Cd), yumuşak yapılı, gümüş renginde, toksik ve kanserojen bir ağır metal olup genellikle elektrikli cihazlarda, seramik üretiminde, pillerde ve akülerde kullanılmaktadır. Alman bilim insanı Stromeyer tarafından 1817 yılında keşfedilen bu element, periyodik cetvelin II-B grubunda ve 48. sırada yer almaktadır. Doğada tek başına bulunmayan kadmiyuma, çoğunlukla çinko bileşikleriyle birlikte kadmiyum sülfür (CdS) formunda rastlanır. Endüstride ise çinko, kurşun ve bakır üretiminin yan ürünü olarak elde edilmektedir. Yer kabuğundaki varlığı oldukça sınırlıdır ve genellikle 1 mg/kg düzeyindedir (Özkan, 2009). Kadmiyumun çevre için tehlikeli olmasının başlıca nedeni, çok düşük miktarlarda bile zehirleyici etki göstermesi ve biyolojik sistemlerde uzun süre kalabilmesidir. Toprakta 3 mg/kg ve bitkilerin kuru maddelerinde 1 mg/kg düzeyini aşan miktarlarda toksisite göstermektedir (Özbek ve ark., 1995). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından en toksik 20 metal arasında 7. sırada, ayrıca birinci kategori kanserojenler arasında sınıflandırılmaktadır. Diğer ağır metallere kıyasla 2 ila 20 kat daha fazla toksik etkiye sahiptir. Kadmiyum çevreye hem doğal yollarla hem de insan faaliyetleriyle yayılmaktadır. Bitki ve topraklara kadmiyumun en yaygın ulaşım yolu atmosferde bulunan kadmiyum parçacıklarının çökerek toprağa girmesidir. Fosfatlı gübreler, kanalizasyon atıkları ve hava yoluyla taşınan kadmiyum, tarım topraklarının başlıca kirlenme kaynaklarını oluşturmaktadır (Haktanır, 1987). Topraktaki kadmiyumun %90'ı bitkiler tarafından kök yoluyla alınırken, kalan %10'luk kısım atmosferden emilmektedir. Özellikle sanayi tesislerinin ya da yoğun trafiğin bulunduğu bölgelerde yetişen bitkilerde, havadan alınan kadmiyum oranı %40'ı aşabilmektedir. Kadmiyum toprak-bitki sistemindeki yüksek mobilitesi nedeniyle kolaylıkla besin zincirine dâhil olabilmekte böylece bitki, hayvan ve insan sağlığı açısından tehlikeli olabilmektedir (Ötüken Asri ve ark., 2007).

KADMIYUMUN BİTKİLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Kadmiyum, çözünürlüğü yüksek olan bir metal olduğu için çevrede kolayca yayılır. Bu özelliği sayesinde Cd^{2+} iyonları şeklinde bitki kökleri ve deniz organizmaları tarafından kolayca emilir ve bünyede birikir. Ayrıca, gübre ve pestisitlerin içerisinde bulunması nedeniyle topraklara geçişi oldukça kolaydır. Bitki dokularında kadmiyum birikimi, azot ve karbonhidrat metabolizmasında önemli değişikliklere yol açarak fizyolojik süreçleri olumsuz etkiler. Bu ağır metal, protein yapılarında yer alan -SH gruplarına bağlanarak enzimlerin işlevini engeller, bu da bitkilerde fotosentez, su dengesi ve büyüme gibi temel süreçlerin bozulmasına neden olur (Sheoran ve ark., 1990). Kadmiyum ayrıca stomaların kapanmasına yol açar, bu durum da terleme yoluyla su kaybını azaltır ve gaz alışverişini

ni sınırlar. Aynı zamanda klorofil sentezini de baskılayarak yapraklarda sararma (kloroz) gibi görsel belirtiler oluşturur.

Yüksek kadmiyum düzeyine sahip topraklarda yetişen bitkilerde kök gelişimi belirgin şekilde yavaşlar; bu da su ve besin elementlerinin alınmasını sınırlar. Bitkilerde kök ve gövde büyümesi duraklar, yaprak gelişimi azalır ve ileri düzeyde stres durumlarında solgunluk ya da ölüm görülebilir (Sanita di Toppi ve Gabbrielli, 1999; Guo ve ark., 2008). Kadmiyum bitkilerin demir (Fe) alımını da engelleyerek demir eksikliğine sebep olur, bu da klorofil üretiminin azalmasına ve fotosentezin aksamasına yol açar (Alcantara ve ark., 1994). Ayrıca, bu toksik etki nitrat asimilasyon sürecini de etkiler; nitrat redüktaz, nitrit redüktaz gibi enzimlerin aktiviteleri kadmiyum varlığında düşer ve bu durum azot metabolizmasının verimliliğini azaltır (Gouia ve ark., 2000). Kadmiyum stresi altında kalan bitkilerde, kök gelişiminin engellenmesi iyon ve su alımını doğrudan etkiler. Aynı zamanda stomaların kapanması hem su kaybını azaltmakta hem de kadmiyumun bitki içinde taşınmasını sınırlamaktadır (Salt ve ark., 1995). Bu etkiler nedeniyle kadmiyum bitkilerde büyüme ve verim kaybına neden olan en tehlikeli ağır metallerden biri olarak kabul edilir.

Wu ve ark. (2011) süs bitkisi olan *Osmanthus fragrans* var. *thunbergii* üzerine farklı dozlarda (0, 25, 50, 100, 200 mg Cd kg⁻¹) kadmiyum uygulayarak yürüttükleri bir tarla çalışmasında; uygulanan kadmiyum miktarı arttıkça bitki biyokütlesinde düşüş gözlemlendiğini belirlemişlerdir. Artan kadmiyum seviyelerine bağlı olarak bitki bünyesindeki Cd ve Pb miktarlarında artış yaşanırken, Zn ve Cu elementlerinin konsantrasyonlarında azalma tespit edilmiştir. En fazla kadmiyum birikimi 25 mg kg⁻¹ dozunda gerçekleşmiştir. Bitki bu süreçte yüksek oranda Cd ve Pb taşıırken, Zn ve Cu transferi sınırlı kalmıştır. Bu sonuçlar, *Osmanthus* türünün kirli alanlarda kullanıma uygun olabileceğini göstermektedir.

Goswami ve Das (2015), kadmiyumun *Brassica juncea* (Hint hardalı) üzerindeki etkilerini inceleyerek, bitkinin bu metalin topraktan uzaklaştırılmasında kullanılabilirliğini değerlendirmiştir. Çalışmada 25'ten 400 mg kg⁻¹'e kadar kadmiyum klorür uygulanmıştır. Bitkiler yüksek doza kadar kadmiyuma tolerans gösterse de kök ve gövde uzunluğunda, biyokütlede ve pigment miktarlarında düşüş meydana gelmiştir. Bitkiler en yüksek toleransı 25 mg/kg dozda göstermiş, daha yüksek dozlarda tolerans seviyesi azalmıştır. Kök ve sürgünlerde 200 mg/kg seviyesinde en yüksek kadmiyum birikimi, 100 mg/kg'da ise yapraklarda maksimum birikim kaydedilmiştir. Bu bulgular, Hint hardalının fitoremediasyon için uygun bir tür olduğunu desteklemektedir.

Chitra ve arkadaşları (2011), sera koşullarında mısır, buğday ve tütün bitkilerine farklı kadmiyum dozları (10, 30 ve 50 mg/kg) uygulamışlardır. Bulgular, uygulanan doz arttıkça köklerde kadmiyum birikiminin daha fazla olduğunu göstermiştir. Özellikle tütün bitkisinin gövdesi dışındaki tüm örneklerde, kök dokularındaki kadmiyum düzeyi, sürgünlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Ayçiçek ve arkadaşları (2008), pamuk bitkisine farklı kadmiyum konsantrasyonlarında sulama suyu uygulayarak, kadmiyumun çimlenme, fide gelişimi ve metal birikimi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. İlk iki hafta boyunca kök kuru ağırlığında düşüş görülmüş, ancak ilerleyen haftalarda artan kadmiyum dozları köklerde ağırlık artışına neden olmuştur.

Abusalih (2019) tarafından yürütülen çalışmada, kadmiyum ile kirlenmiş topraklarda yetiştirilen Cubana Kordes gül çeşidine farklı oranlarda leonardit uygulanarak, leonarditin bitki gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, leonarditin Cd toksisitesini azaltma potansiyeli ve bitkinin Cd'yi absorbe etme düzeyi değerlendirilmiştir. Denemede, Cubana Kordes gülü kullanılarak, toprağa üç farklı dozda (%0, %3, %6) leonardit ve beş farklı dozda (0, 25, 50, 100, 200 mg Cd kg⁻¹) Cd (Cd-SO₄·8H₂O formunda) eklenmiştir. Uygulama sonrası 30 gün boyunca Cd ile kirlenilen ortamda bekletilen topraklara gül fidanları dikilmiş ve dört ay süresince bitki gelişimleri takip edilmiştir. Yaprak, çiçek, gövde ve kök dokularındaki Cd birikimi, uygulanan Cd miktarı arttıkça artış göstermiştir. Ancak çiçeklerde 50 mg Cd kg⁻¹ seviyesinin üzerindeki dozlarda, Cd alımı belirgin şekilde azalmıştır. Yapraklar 0.09–3.00 µg kg⁻¹, gövdeler 1.42–255.76 µg kg⁻¹ ve çiçekler 12.34 µg kg⁻¹ kadar Cd absorbe etmiştir. Kök dokularındaki Cd birikimi ise 7.15–2593.49 µg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Sonuç olarak, 200 mg Cd kg⁻¹ düzeyine kadar Cd uygulamasına rağmen bitkilerde belirgin toksik etki görülmemiştir. Görsel olarak herhangi bir bozulma ya da stres belirtisi tespit edilmemiştir. Bu durum, Cubana Kordes gülünün fitoremediasyon çalışmalarında kullanılabileceğini göstermektedir.

Ayhan ve arkadaşlarının 2007 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, mısır bitkisinin (*Zea mays* L.) farklı genetik çeşitleri (DK626, DK743, Doge, Luce, Vero, 31G98, 3223 ve 32D99), sekiz gün süreyle çeşitli kadmiyum (Cd: 0, 0.1, 0.2, 0.3 ve 0.4 mM) ve kurşun (Pb: 0, 1, 2, 4 ve 6 mM) konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Araştırma sonuçları, uygulanan ağır metal streslerine rağmen çimlenme oranlarında kayda değer bir azalma olmadığını göstermiştir. Ancak, koleoptil ve kök uzunluklarında belirgin düşüşler gözlemlenmiştir. Özellikle Pb konsantrasyonu arttıkça tüm çeşitlerde köklerin nispi büyüme hızında azalma tespit edilmiştir.

Buna karşılık Cd etkisi sadece Doge çeşidinde anlamlı bulunmuştur. Cd ve Pb'un farklı düzeylerde uygulanması, genel olarak kök ve koleoptil dokularının su içeriklerinde önemli bir değişiklik yaratmamıştır. Ancak 6 mM Pb uygulaması, DK626 ve Vero çeşitlerinin köklerinde; 32D99 ve Vero'nun koleoptillerinde su içeriğinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı düşüslere yol açmıştır. Kök uzunluklarındaki azalma oranları dikkate alınarak yapılan değerlendirmede, Cd'ye karşı en yüksek dayanıklılığı 32D99 çeşidi gösterirken, Pb stresine en dayanıklı çeşit Vero olarak belirlenmiştir. Her iki metal stresine karşı en duyarlı çeşidin ise 3223 olduğu sonucuna varılmıştır.

Çılgın (2022) tarafından yapılan çalışmada, Kırgızistan'da yaygın olarak yetiştirilen buğday (*Triticum aestivum* L. var. *intensivnaya*) ve arpa (*Hordeum vulgare* L. var. *alta*) varyeteleri kullanılarak, kadmiyumun farklı konsantrasyonlardaki uygulamalarının bitkiler üzerindeki genotoksik etkileri in vitro koşullarda araştırılmıştır. Bitkiler kontrol ve 50, 100, 200, 400 µM Cd içeren deney gruplarına ayrılmış; uygulamalar CdCl₂ içeren Hoagland çözeltisiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, artan Cd konsantrasyonlarının hem fizyolojik hem de genetik düzeyde zararlı etkilere neden olduğu belirlenmiştir.

Demirbaş ve Çoşkan (2019) tarafından yapılan bir başka çalışmada, farklı oranlarda biyokömür (BC) ve kadmiyum (Cd) uygulamalarının mısır bitkisinin verimi ve besin elementi alımı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlara göre, en yüksek kuru madde verimi (27,52 g/saksı), %2 BC ve 4 mg/kg Cd kombinasyonunda elde edilmiştir. BC kontrol uygulamasında artan Cd dozları kuru madde üretimini azaltırken, %2 BC uygulaması tüm Cd düzeylerinde verimi artırmıştır. En yüksek azot içeriği %2 BC ve 0 mg/kg Cd uygulamasında (%2,23 N), en yüksek fosfor ve potasyum içerikleri ise sırasıyla %0 BC + 2 mg/kg Cd (%0,39 P) ve %2 BC + 0 mg/kg Cd (%2,54 K) uygulamalarında saptanmıştır.

Karataş (2019) tarafından yapılan çalışmada, farklı kadmiyum dozlarının (0, 50, 100, 200, 400 mg/L) üç çeltik (*Oryza sativa* L.) çeşidinde (Osmancık-97, Halilbey ve Kızıltan), çimlenme, fide gelişimi ve Cd birikimi üzerindeki etkilerini; aynı zamanda farklı priming (ön işlem) uygulamalarının (hidropriming, salisilik asit (SA) ve potasyum nitrat (KNO₃) bu etkiler üzerindeki düzenleyici rolünü araştırmak amacıyla yürütülen çalışma sonucunda, artan Cd dozlarının tüm çeşitlerde çimlenme oranını ve fide gelişimini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Kök dokularındaki Cd birikimi, fidelerin diğer kısımlarındaki Cd birikiminden daha yüksek bulunmuştur. Salisilik asit ile yapılan priming uygulaması, kök ve sürgün dokularında Cd birikimini azaltmış ve Cd stresine karşı çeltik

bitkilerinde koruyucu bir etki göstermiştir. Bu bulgular, salisilik asidin Cd toksisitesine karşı çeltikte kullanılabilecek potansiyel bir ön işlem olduğunu göstermektedir.

Yem bitkilerinin çimlenme sürecine bazı ağır metallerin etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, yaygın fiğın ağır metallere karşı en yüksek toleransa sahip tür olduğu, buna karşılık sorgumun en duyarlı tür olduğu belirlenmiştir. Metal toksisitesi bakımından genel sıralama “Hg> Cd> Pb> Cr> Ni” şeklinde belirlenmiştir. Özellikle 400 ve 800 mg L⁻¹ dozlarında uygulanan cıva ve kadmiyum, diğer metallerin aynı konsantrasyonlarına kıyasla daha belirgin toksik etki göstermiştir (Ertekin, 2018).

Kadmiyum ile kirlenmiş topraklarda farklı klorür tuzları (NaCl, KCl ve CaCl₂) uygulamalarının makarnalık buğday bitkisinin Cd alımı üzerindeki etkilerini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada, hem Cd içermeyen hem de Cd ile kontamine olmuş koşullarda, Cl⁻’un Na⁺, K⁺ ve Ca²⁺ formlarında uygulanmasının, bitki kuru madde veriminde genel bir azalma eğilimi yarattığı gözlemlenmiştir. Bu azalma, özellikle 4.0 g/kg dozunda uygulanan NaCl ve KCl ile belirginleşmiştir. En yüksek Cd dozunda kontrol bitkilerinde kuru madde verimi 649 mg/bitki iken, aynı koşullarda 4.0 g/kg NaCl uygulaması bu verimi yaklaşık %58 azaltarak 276 mg/bitki düzeyine düşürmüştü, KCl uygulamasında ise verim yaklaşık %46 azalarak 352 mg/bitki olarak kaydedilmiştir. Yeşil aksam Cd konsantrasyonlarına bakıldığında, Cl⁻ içeren tuz uygulamaları Cd birikimini anlamlı düzeyde artırmıştır. 1 mg/kg Cd uygulaması altında, tuz ilavesiz kontrol bitkisinde Cd konsantrasyonu 8.31 mg/kg iken; aynı Cd dozuna ek olarak 4.0 g/kg dozunda sırasıyla NaCl, KCl ve CaCl₂ uygulamaları bu değeri sırasıyla 26.4, 20.2 ve 13.5 mg/kg düzeylerine çıkarmıştır. Elde edilen bulgular, klorür tuzlarının Cd alımını artırıcı etkisinin bulunduğu ve bu etkinin şiddetinin tuza eşlik eden katyona bağlı olduğunu ortaya koymuştur (Özkutlu, 2020).

Zengin ve Munzuroğlu (2004) tarafından gerçekleştirilen bu araştırmada, cıva (HgCl₂) ve kadmiyumun (CdCl₂·H₂O) fasulye (*Phaseolus vulgaris*) fidelerinin kök, gövde ve yaprak gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, bir haftalık fideler 10 gün süreyle farklı konsantrasyonlardaki cıva ve kadmiyum çözeltilerine maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, hem cıva hem de kadmiyum uygulamaları fidelerin kök, gövde ve yaprak gelişimini anlamlı düzeyde baskılamıştır. Ağır metal konsantrasyonlarındaki artış, bitki gelişimindeki inhibisyon oranında da artışa neden olmuş; benzer şekilde, maruz kalma süresinin uzaması büyüme geriliğini daha da şiddetlendirmiştir. Bitkinin farklı organları arasında kök gelişiminin ağır metal stresine kar-

şı en duyarlı doku olduğu, bunu sırasıyla gövde ve yaprakların izlediği tespit edilmiştir. Ayrıca, karşılaştırmalı olarak cıva uygulamasının kadmiyuma kıyasla daha yüksek toksik etki gösterdiği belirlenmiştir.

Farklı kadmiyum dozlarının çemen bitkisinin bazı morfolojik ve kimyasal özelliklerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kadmiyum dozunda artışla beraber bitki boyu, kök uzunluğu, kök ve gövde yaş ağırlığı, yaprak ağırlığı ve yaprak sayısı değerlerinin azaldığı, lipit peroksidasyon ve askorbat peroksidaz aktivitesinin ise arttığı belirlenmiştir. Yine artan Cd dozlarının Ca, K, Mg ve Na içeriklerini kontrole kıyasla arttırdığı, Zn ve Mn birikimini ise azalttığı bildirilmiştir. Kadmiyum stresi altında en fazla Ca, Mg ve Mn birikiminin yapraklarda, K ve Na birikiminin gövde, Fe, Zn ve Mn, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Se birikiminin ise kök aksamında olduğu belirlenmiştir (Tunçtürk ve ark., 2020).

Cd, Cr, Hg, Ni ve Pb ağır metallerinin farklı dozlarının at dişi mısırdada çimlenme ve erken fide evresindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, en yüksek sürgün kuru ağırlık değerinin kadmiyum uygulamasından elde edildiği, Hg ve Cd ağır metallerinin 400 ve 800 mg L⁻¹ dozlarının diğer ağır metallerin aynı dozlarından daha fazla toksik etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Ertekin ve Bilgen, 2021).

Ying Chen ve arkadaşları tarafından 2024 yılında yapılan çalışmada, Cd ve asit toleransına göre seçilen ve 16S rRNA dizileme yöntemiyle tanımlanan üç Cd-tolerant bakteri (*Bacillus velezensis* QZG6, *Enterobacter cloacae* QZS3 ve *Bacillus cereus* QZS8) belirlenmiştir. Hidroponik koşullarda yapılan uygulamalarda, bu bakterilerle aşıl原因anan *Sorghum bicolor* bitkilerinde sırasıyla %31,52, %50,20 ve %26,93 oranlarında biyokütle artışı gözlenmiştir. Özellikle QZS3 ile aşıl原因anan bitkilerde, Cd stresine bağlı olarak süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POD) enzim aktiviteleri ile malondialdehit (MDA) içeriğinde sırasıyla %65,74, %31,52 ve %80,91 oranında azalma tespit edilmiştir. Seçilen Cd-tolerant bakterilerin *S. bicolor* ile birlikte kullanıldığında Cd ile kirlenmiş toprakların biyoremediasyonunda etkili olabileceğini göstermektedir. Bakterilerin hem Cd detoksifikasyon mekanizmaları hem de besin elementi desteği ve hormon üretimi yoluyla bitki gelişimini teşvik ettiği sonucuna varılmıştır. Çalışma, mikrobiyal ve bitkisel uygulamaların entegre edilerek Cd kirliliğine karşı sürdürülebilir çözümler sunabileceğine dair önemli kanıtlar ortaya koymaktadır.

KADMIYUMUN TOPRAKTAN UZAKLAŞTIRILMASI

Ağır metallerin topraktan uzaklaştırılmasında çevre dostu ve sürdürülebilir bir yöntem olan fitoremediasyon, bitkilerin bu metallerin absorpsiyonunu, birikimini ve zararsız hâle getirilmesini sağlayan doğal

bir arıtım tekniğidir. Bu yöntemde, özellikle hiperakümülatör olarak adlandırılan ve yüksek metal toleransına sahip bitkiler tercih edilmektedir. Hiperakümülatör bitkiler, yüksek düzeyde ağır metal içeren ortamlarda gelişim gösterebilen, topraktan aldıkları metalleri gövde ve yapraklarında biriktirerek çevreden uzaklaştırılmasını mümkün kılan özel bitkilerdir. Bu bitkilerin kökleri, metallerin topraktan yüksek oranda alımını sağlarken, bunları hızlı bir şekilde bitkinin üst kısımlarına taşır ve burada depolar. Bu özelliği sayesinde fitoremediasyon yöntemi hem ekonomik hem de görsel açıdan cazip bir alternatif hâline gelmektedir (Glass, 1999). Geleneksel arıtma tekniklerine göre daha az maliyetli olması, kolay uygulanabilirliği ve doğaya zarar vermemesi, bu yöntemin önemini artırmaktadır. Hiperakümülatör bitkilerin yetiştirildiği alanlarda ağır metaller ya toprakta sabit hâle getirilerek zararsız biçime dönüştürülür ya da doğrudan bitkiler vasıtasıyla ortamdan uzaklaştırılır. *Thlapsi* sp., *Urtica* sp., *Taraxacum officinale*, *Chenopodium* sp., *Polygonum sachalase* ve *Allyssim* sp. gibi türlerin kadmiyum, bakır, kurşun, nikel ve çinko gibi metaller karşısında birikim yetenekleri oldukça yüksektir. Bu nedenle bu türler, kirlenmiş sahaların temizlenmesinde dolaylı yöntemlerle kullanılabilir (EPA, 1995). Dünya genelinde yaklaşık 400 hiperakümülatör bitki türü tespit edilmiştir. Türkiye’de ise bu gruba giren bazı bitkiler arasında *Viola arvensis* (tarla menekşesi), *Brassica napus* (kanola), *Helianthus annuus* (ayçiçeği) ve *Hypericum perforatum* (sarı kantaron) sayılabilir. Ülkemizde hiperakümülatör özellik taşıyan 18 farklı familyaya ait 38 tür bulunmakta olup, tür çeşitliliği açısından *Poaceae* (buğdaygiller) familyası 13 tür ile başı çekmektedir. Ancak bu bitkilerin bir kısmı aynı zamanda insanlar ve hayvanlar tarafından gıda olarak tüketilebilecek türlerdir. Bu da besin zinciri yoluyla ağır metallerin insan bünyesine geçme riskini doğurmaktadır. Özellikle kadmiyum gibi toksik metallerin et, süt ve diğer gıda ürünleri aracılığıyla vücuda girmesi, uzun vadede sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle, hiperakümülatör bitkiler sadece toprak temizliği veya metal geri kazanımı açısından değil, aynı zamanda gıda güvenliği bakımından da dikkatle değerlendirilmelidir.

SONUÇ

Günümüzde sanayi faaliyetlerinin artması, kontrolsüz kimyasal gübre ve pestisit kullanımı ile atık suların tarımda sulama amaçlı değerlendirilmesi, toprak ve su kaynaklarında kadmiyum kirliliğini ciddi şekilde artırmaktadır. Bu durum, su canlılarından toprağın verimliliğine kadar pek çok ekosistem bileşeni üzerinde olumsuz etkilere yol açarken, kadmiyumun bitki dokularına geçişi; fotosentez, solunum, büyüme ve gelişme gibi temel fizyolojik süreçleri bozmakta ve ürün verimini azaltmaktadır. Böylece hem bitkisel üretim düşmekte hem de elde edilen ürünlerin güvenliği tehlikeye girmektedir. Kadmiyum ve diğer ağır metaller, çevrede doğal yollarla parçalanamayan toksik elementler olmaları nedeniyle bitkiler üzerinde ciddi fizyolojik ve biyokimyasal bozulmalara yol açmaktadır. Bitkilerin kök, gövde ve yaprak gibi organlarında birikerek su ve besin maddesi alımını engellemekte; klorofil sentezi, fotosentez, enzim aktiviteleri ve azot metabolizması gibi hayati işlevleri sekteye uğratmaktadır. Bu durum, bitki gelişiminin durmasına, verimin azalmasına ve hatta bitkinin ölümüne kadar varan sonuçlar doğurabilmektedir. Özellikle tarımsal üretimde, ağır metal kirliliği bitki kalitesini ve gıda güvenliğini tehdit eden önemli bir sorundur. Bu nedenle, kadmiyum gibi ağır metallerin bitkisel sistemler üzerindeki etkilerinin iyi anlaşılması hem sürdürülebilir tarım uygulamaları hem de çevre sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, hiperakümülatör bitkilerin kullanıldığı fitoremediasyon gibi biyolojik temizleme yöntemleri, kirlenmiş alanların rehabilitasyonunda etkili ve çevre dostu çözümler sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alcantara, E., Romera, F. J., Canete, M., & De La Guardia, M. D. (1994). Effects of heavy metals on both induction and function of root Fe (III) reductase in Fe-deficient cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants. *Journal of Experimental Botany*, 45(12), 1893–1898.
- Ayçiçek, M., İnce, M., & Yaman, M. (2008). Kadmiyum'un pamuk bitkisinin çimlenme, erken fide gelişimi ve metal içeriği üzerine etkileri. *International Journal of Science & Technology*, 3(1): 1-11.
- Ayhan, B., Ekmekçi, Y., & Tanyolaç, D. (2007). Erken fide evresindeki bazı mısır çeşitlerinin ağır metal (kadmiyum ve kurşun) stresine karşı dayanıklılığının araştırılması. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(8): 411 – 422.
- Chen, Y., Wu, X., Lin, Z., Teng, D., Zhao, Y., Chen, S., & Hu, X. (2024). Screening of cadmium resistant bacteria and their growth promotion of *Sorghum bicolor* (L.) Moench under cadmium stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 272, 116012. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116012>
- Chitra, R., Rao, G. M., & Subramanian, S. (2011). Comparative study on accumulation of cadmium in maize, tobacco and wheat. *Environmental Science Journal*. (Cilt/sayı yok).
- Demirbaş, A., & Coşkan, A. (2019). Biyokömür ve kadmiyum uygulamalarının mısır bitkisinin verimi ve besin maddesi alımına etkileri. *Türk Tarım Dergisi – Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 7(Special Issue 2), 109–114. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.109-114.3169>
- Doğaroğlu, Z. G. (2018). Kadmiyum, kurşun ve çinko metallerinin marul (*Lactuca sativa*) tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 23(2), 299–308. <https://doi.org/10.17482/uumfd.417228>
- Ertekin, E. N. (2018). Yaygın olarak tarımı yapılan yem bitkilerinde bazı ağır metallerin çimlenme üzerine etkisi. [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Ertekin, E. N., & Bilgen, M. (2021). Bazı ağır metallerin at dişi mısır (*Zea mays* L.)'da çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Biological Diversity and Conservation*, 14(2), 198–207. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.889901>
- EPA. (1995). *Contaminants and remedial options at select metals-contaminated sites* (EPA/540/R-95/512.6). U.S. Environmental Protection Agency.
- Glass, D. J. (1999). Economic potential of phytoremediation. In I. Raskin & B. D. Ensley (Eds.), *Phytoremediation of toxic metals: Using plants to clean up the environment* (pp. 15–31). John Wiley & Sons.
- Gouia, H., Gorbil, M. H., & Meyer, C. (2000). Effects of cadmium on activity of nitrate reductase and on other enzymes of the nitrate assimilation pathway in bean. *Plant Physiology and Biochemistry*, 38(6), 629–638.
- Guo, T. R., Zhang, G. P., & Zhang, Y. H. (2008). Physiological changes in barley plants under combined toxicity of aluminum, cadmium and copper.

Journal of Environmental Sciences, 20(5), 540–544.

- Haktanır, K., & Arcak, S. (1998). *Çevre kirliliği* (Yayın No. 1503). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü.
- Karataş, S., & Konuşkan, Ö. (2022). Improvement of rice (*Oryza sativa*) germination and seedling growth under cadmium stress conditions using different seed priming agents. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 119–128. <https://doi.org/10.54975/isubuzfd.1171385>
- Kırbağ Zengin, F., & Munzuroğlu, Ö. (2004). Fasulye fidelerindeki (*Phaseolus vulgaris* cv. Strike) sitokinin içeriği üzerine bazı ağır metallerin (Hg⁺⁺, Cd⁺⁺, Cu⁺⁺ ve Pb⁺⁺) etkileri. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 48–54.
- Mohamnpuria, N., Rana, N. K., & Yadav, S. K. (2007). Cadmium stress responses in plants. *Journal of Plant Science*, 2(1), 10–17.
- Öktüren Asri, F., & Sönmez, S. (2006). Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim*, 23(2), 36–45.
- Öktüren Asri, F., Sönmez, S., & Çıtak, S. (2007). Kadmiyumun çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Derim*, 24(1), 32–39.
- Özkan, G. (2009). Endüstriyel bölge komşuluğunda kıyıs alandaki hava kalitesi; Muallimköy’de partikül maddede ve topraktaki ağır metal kirliliği [Yüksek lisans tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü].
- Özkutlu, F. (2020). Makarnalık (*Triticum turgidum* L. durum) buğday Cd konsantrasyonu üzerine değişik (NaCl, KCl ve CaCl₂) tuz uygulamalarının etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1), 145–150. <https://doi.org/10.29278/azd.719313>
- Paschke, M. W., Valdecantos, A., & Redente, E. F. (2005). Manganese toxicity thresholds for restoration grass species. *Environmental Pollution*, 135(2), 313–322.
- Phalsson, A. M. B. (1989). Toxicity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants. *Water, Air, and Soil Pollution*, 47(3–4), 287–319.
- Rascio, N., & Navari-Izzo, F. (2011). Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? *Plant Science*, 180(2), 169–181.
- Salt, D. E., Price, R. C., Pickering, I. J., & Raskin, I. (1995). Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in Indian mustard. *Plant Physiology*, 109(4), 1427–1433.
- Sanita di Toppi, L., & Gabbrielli, R. (1999). Response to cadmium in higher plants. *Environmental and Experimental Botany*, 41(2), 105–130.
- Sheoran, I. S., Singal, H. R., & Singh, R. (1990). Effect of cadmium and nickel on photosynthesis and enzymes of the photosynthetic carbon reduction cycle in pigeon pea (*Cajanus cajan* L.). *Photosynthesis Research*, 23(3), 345–351.
- Sönmez, O., & Kılıç, F. N. (2021). Toprakta ağır metal kirliliği ve giderim yöntemleri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 2(2), 493–507.

- Stresty, T. V. S. & Madhava Rao, K. V. (1999). Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea. *Environmental and Experimental Botany*, 41(1), 3–13.
- Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., & Nohutçu, L. (2020). Kadmiyum stresi altında yetiştirilen *Trigonella foenum-graecum* L. bitkisinin bazı büyüme ve fizyolojik parametrelerinin incelenmesi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg.*, 8 (2): 455–464.
- Türkmen, M., Akyurt, İ., Duran, K., & Türkmen, A. (2016). Giresun yöresinden bazı yenilebilir bitkilerde metal birikimlerinin değerlendirilmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 6(14), 99–105.

Bölüm 4

KESME ÇİÇEKLERDE VAZO ÖMRÜ VE KALİTE YÖNETİMİ ÜZERİNE ETKİLİ HASAT ÖNCESİ VE SONRASI UYGULAMALAR

Fatih KEBELİ¹, Ömer SARI²

1 Dr. <https://orcid.org/0000-0001-8658-8447> Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü fatihkebeli@gmail.com

2 Dr. <https://orcid.org/0000-0001-9120-2182> Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü omer.sari@tarimorman.gov.tr

1. GİRİŞ

Asırlardır estetiğin, zarafetin, özlemin, güzellik olgusunun ve duyguların sesiz sembolleri olarak değer gören çiçekler gerek sanatın, gerek insan ilişkilerinin gerekse de inanç sistemlerinin hem evrensel bir parçası hem de esin kaynağı olmuştur. Doğanın uyanışının, yeniden hayat buluşunun habercisi olan çiçekler bulundukları ortamları güzelleştirmelerinin yanında renkleri, kokuları ve formları ile doğanın önemli bir parçası olan insanların ruhsal durumları üzerine de önemli etkiye bulundurlar. Toplumsal yaşama uyum sağlamış ve kent olgusu içerisinde doğadan uzak bir biçimde hayatını devam ettiren insanoğlu fırsat buldukça doğa ile yeniden bir araya gelme ayrıca günlerinin çoğunu geçirdikleri ev, iş yeri ve ofis gibi alanlarda yetiştirdikleri bitkiler ile doğaya ve yeşile olan özlemlerini gidermek eğilimindedirler. Büyük kentlerde yaşayan insan topluluklarının %80 gibi yüksek bir oranının kapalı alanlarda yaşamalarını sürdürdükleri ve bu yaşam şeklinin insan sağlığı üzerine birtakım etkilerinin olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Yazıcı, 2020). Bu bakımdan çiçekleri, doğa ve insan arasındaki ilişki bakımından önemli bir unsur olmalarının yanında kullanıldıkları ortamlardaki fonksiyonellikleri ile birlikte insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinin de bulunduğu göz ardı edilmeden değerlendirmek önemlidir (Liu vd, 2007; Yazıcı ve Gülgün, 2017; Akça ve Yazıcı, 2017). İnsanların yakın çevrelerini güzelleştirmek gayesiyle özellikle iç mekânlarda dekoratif birer unsur olarak kullanılan iç mekân süs bitkilerinin insanın doğa ile olan bağını kuvvetlendirdiği gibi yetiştirildikleri ortamların özellikle hava kalitesinin iyileştirilmesi üzerine de olumlu etkileri bulunmaktadır (Yazıcı, 2020). Ulrich vd, (1991), gürültünün ve stresin yoğun olduğu kapalı alanlarda çalışmak zorunda olan bireylerin bulundukları alanlardan uzaklaşarak içerisinde süs bitkilerinin konumlandırıldığı ortamlara geçtiklerinde bireylerin kan basıncı seviyelerinde önemli değişikliklerin meydana geldiği ve fizyolojik aktivite seviyelerinin olumlu yönde etkilendiği ölçülmüştür.

Çiçeklerin insanının ruhsal dengesi üzerinde önemli etkiye sahip olmalarının temelinde canlılıklarının bir göstergesi olarak sürekli bir değişim ve gelişim içinde olmaları yatmaktadır. Çiçeklerin yıl içinde hacimsel olarak ortaya koydukları morfolojik değişimler ayrıca doğaları gereği yılın farklı zamanlarında gözlemlenen fenolojik gelişim evrelerinin (tomurcukanma, çiçeklenme vs) takibi şehir yaşamı içindeki insanın çok fazla gerçekleştiremediği doğa ile olan ilişkisini kurmasını sağlamaktadır (Sezen vd., 2017). Şehirlerde oluşturulan rekreasyon alanları ile insanın doğayı yaşam alanlarına taşıma istediği ihtiyacı karşılayamadığı noktalarda doğanın yeşilini, çiçeğini iç ortamlara entegre etme eğilimi ortaya çıkmış ve böylece önceleri lüks tüketim unsuru olarak görülen süs bitkileri zaman içinde insan yaşamında daha da önemli bir noktaya gel-

miştir (Uludağ ve Ertürk, 2012; Gülçür, 2015). Bu yönü ile değerlendirildiğinde dünyada canlı süs bitkilerinin ticaret hacminde son on beş yıllık süreç içerisinde %60 oranında bir artış gerçekleşmiştir (Anonim, 2024)

İnsan yaşamında ve dünya ticaretinde önemli yere sahip olan süs bitkileri kavram olarak; formları, yaprakları, çiçekleri, renkleri ve kokuları gibi özellikleri ile görsel bakımdan etkili olan ve bu özellikleri ile öne çıkan bitki grupları olarak tanımlanmaktadır. Süs bitkileri kullanım amaçları bakımından iç mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri, kesme çiçekler ve doğal çiçek soğanları olmak üzere kendi içinde 4 farklı gruba ayrılmaktadır (Ay, 2009; Kazaz, 2012a; Gülçür, 2015).

Bitkisel üretim olarak adlandırılan sebze, meyve ve süs bitkileri gibi üretim konuları arasında süs bitkileri yüksek oranda katma değer üreten ayrıca yüksek ihracat potansiyeli olan önemli bir tarım sektörüdür. Süs bitkileri, hayatın birçok alanında (özel günler, toplantılar, etkinlikler) sıklıkla kullanılmakta ve popüleriteleri her geçen yıl daha da artmaktadır. Süs bitkileri üretimine olan eğilim dünyada özellikle 20. yüzyılın başlarında artış göstermeye başlamıştır. Günümüzde aralarında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yer aldığı 145 ülkede toplamda 735.500 ha alanda süs bitkileri üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2021; Anonim, 2023).

Süs bitkileri grupları içerisinde özellikle kesme çiçekler önemli bir yer tutmaktadır. Kesme çiçekler; kurutulmuş, taze, ağartılmış ya da boyanmış olarak buket, çelenk, sepet, aranjman gibi çiçek düzenlemelerinde değerlendirilen, dal, gonca, çiçek veya yaprak gibi bitki kısımlarını ifade etmek için kullanılan bir tanımdır (Kazaz, 2012b). 2023 yılı sektör raporları doğrultusunda dünya süs bitkileri pazarı içerisinde kesme çiçekler 8.7 milyar \$ ihracat ve 9.9 milyar \$ ithalat değerleri ile toplamda 18.6 milyar \$ değerinde bir ticaret hacmine ulaşmıştır (Anonim, 2023).

Kesme çiçek üretimi yılın farklı zamanlarında piyasaya ürün arzını sağlayabilmek adına ileri zirai tekniklerin uygulanmasını gerektirmesi bakımından uzmanlık isteyen bir alandır. Bunun yanında zirai faaliyetler içinde işgücüne en çok ihtiyaç duyulan üretim kollarından bir tanesidir (Şenol ve Şahin, 2023). Üretim süresi boyunca fazlaca iş gücü ve kaynak kullanılan bu üretim alanında elde edilen nihai ürünün sağlıklı ve kaliteli bir biçimde en az kayıp ile tüketicilere ulaştırılması büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple hasat ve hasat sonrası süreçlerin iyi yönetilerek işletmenin kazancının maksimuma ulaştırılması temel hedef olmalıdır.

2. HASAT

Kesme çiçekler birçok üretici tarafından gerek ihracat gerekse de dekorasyon, peyzaj ya da çiçek pazarlarına sunulmak üzere emek yoğun

olarak üretimleri gerçekleştirilen ürün gruplarıdır (Vijayakumar vd., 2021). Bu sebeple ticari üretimlerde hedef pazara ulaşıncaya kadarki süreçte ürünün tazeliğini ve kalitesini muhafaza etmesi ne kadar önemli ise tüketicilere ulaştırıldıktan sonraki süreçte de tazeliklerini, görselliklerini maksimum süre devam ettirebilmeleri büyük önem taşımaktadır. Kesme çiçek pazarı küresel ölçekli bir pazar olması nedeni ile üretilen ürünler yıl içinde farklı zamanlarda sürekli olarak farklı uzaklıklara taşınmaktadır. Bu sebeple ürün kalitesi tüketiciye ulaşıncaya kadarki süreçte gerek taşıma koşullarından kaynaklı gerekse de hasat sonrası yapılan uygulamaların bir sonucu olarak farklı şekillerde etkilenmektedir (van Meeteren, 2009). Dünya genelinde pazara sunulması planlanan kesme çiçeklerin %25'i üretim alanından tüketiciye ulaşıncaya kadarki olan süreçte çiçek sapı, çiçek yaprağı ya da çiçeğin diğer organları farklı şekillerde zarar görerek pazar değerlerini kaybetmekte yada kalite kayıplarına sebep olmaktadır (Kazaz, 2015). Kesme çiçeklerde aranan en önemli kalite unsuru vazo ömrüdür. Vazo ömrü üzerine hasat öncesi yapılan uygulamaların etkisi 2/3, hasat sonrası uygulamaların etkisi ise 1/3 olarak ifade edilmektedir (Çelikel, 2020). Kesme çiçeklerin toplam 4 günlük bir nakliyesi süresi sonrasında vazo ömürleri ortalama olarak %32 seviyesinde azalmaktadır (Kazaz, 2015). Ayrıca kesme çiçeklerde hasat sonrasında işletmelerin, alt yapı tesislerinin yetersizliği, depolama şartlarındaki yüksek sıcaklıklar, hasat sonrası bakım ile ilgili bilgi eksilikleri ve hatalı paketleme ve paket seçimi gibi nedenler ile kesme çiçeklerde yaşanan kayıpların %20-40 arasında olduğu öngörülmektedir (Kumar vd., 2022).

Kesme çiçekler hasat sonrasında da canlılıklarını ve dolayısı ile metabolik aktivitelerini devam ettirirler bu durum hasat edilmiş ürünlerde; karbonhidrat rezervlerinin tükenmesine, sıcaklık ve solunum oranlarında artışa, su stresine ve yaşlanma üzerine etkili olan etilen oluşumuna sebep olur (Sahu ve Konsam, 2023).

Kesme çiçeklerin kaliteleri üzerine etkili olan hasat öncesi ve sonrasındaki faktörler her türün kendine özgü genetik ve morfolojik özellikleri ile birlikte ürünlerin hasattan sonraki ömürleri üzerine belirleyici rol oynar ve bu süreçlerin yönetilme durumlarına bağlı olarak gerek çiçek gerekse de çiçek saplarının kalite durumları bu işlemlerden doğrudan etkilenir. Hasat öncesi faktörler olarak; hasat zamanı (günün hangi zaman diliminde hasat edildiği), hasat aşaması (çiçek ve tomurcukların açılma durumları) ve hasat şekli, yetiştiriciliğin yapıldığı alandaki iklim koşulları (Işık, sıcaklık, nem), bitkinin turgor durumu ve hasat sırasında hijyene ve ürün temizliğine gösterilen önem gösterilebilir. Hasat sonrası işlemler ise; nakliye, su çekirme, depolama ve paketleme gibi süreçleri kapsar (Menegaes vd., 2019).

Kesme çiçeklerde kalite ölçütleri olarak; tomurcuk ve çiçeklerin boyutları ve açılma durumları, çiçeklerde renklerin yoğunluğu ve keskinliği, çiçek ve yaprak renklerinde gözlemlenen renk uniformitesi, çiçek saplarının kalınlığı, direnci ve uzunluğu, vazo ömrü ayrıca yaprak, gövde ya da çiçek petalleri üzerinde herhangi bir hastalık zararı veya kimyasal kullanımı kaynaklı zararın olup olmaması, su kaybı ve su alım kapasitesi gibi unsurlar değerlendirilir (Chalak, 2022). Hasat öncesi faktörlerin genel olarak çiçek kalitesi üzerine %30-70 arasında etkide bulunduğu ön görülmektedir (Vijayakumar vd., 2021; Yılmaz, 2023).

2.1. Kesme Çiçeklerin Hasat Öncesi Kalitelerini Etkileyen Faktörler

Süs bitkilerinin kalitesi öncelikle yetiştirilecek olan türün genetik yapısından sonrasında ise yetiştirme ortamlarından ve bu koşullarda uygulanan kültürel işlemlerden doğrudan etkilenmektedir (Çelikel, 2020). Bu amaçla ilk olarak üretime ismine doğru, hastalık ve zararlılardan arı, tohum ya da tohumluk kullanımı ile başlanmalıdır. Doku kültürü ile yapılacak olan üretimlerde de benzer konular göz önünde bulundurulmalıdır. Yetiştiriciliğin yapılacağı alan ışıktanma yönünden türün isteklerine göre uygun biçimde dizayn edilmelidir. Uygun ışıktanma şartları (dalga boyu ve lux değeri) ve sürelerinin sağlanması asimilasyon verimliliği üzerinde olumlu etki yapacaktır. Yetiştiriciliğin yapıldığı alandaki gece ve gündüz sıcaklıklarının türler düzeyinde bitki isteklerine uygun olacak şekilde ayarlanması büyüme ve gelişme üzerine oldukça önemlidir. Bu konuda düşük gece sıcaklıkları solunum hızını yavaşlatacağı için şeker kullanım oranı düşecek bunun neticesinde bitkide karbondhidrat birikimi artacaktır. Yüksek sıcaklıklar ise sıcaklığın derecesine bağlı olarak solunum hızında artışa neden olacak bunun sonucunda da karbondhidrat rezervleri tükenerek erken yaşlanma meydana gelecektir. Yetiştirme ortamlarına ait bir diğer çevresel veri ise nem durumudur. Nemin %60-65 seviyelerinde olması optimum değerleri karşılayacaktır. Bunun dışında nemli ortam şartları özellikle fungal hasatlık etmenlerinin artmasına olanak sağlar. Düşük nem şartlarında ise yapraklarda kurumalar meydana gelir (Chalack, 2022).

Kesme çiçeklerin yetiştiriciliklerin yapıldığı alanlarda türün botanik özellikleri göz önünde bulundurularak uygun sıra arası ve sıra üzeri mesafeler belirlenmelidir. Yapılacak olan sık dikim ürün miktarını arttıracak ancak kalitesinde düşmelere neden olacaktır ayrıca su, besin maddesi ve ışık için bitkiler arasında rekabet oluşturacaktır. Seyrek yapılacak olan dikimlerde ise dekara alınacak ürün miktarı düşecektir. Ayrıca düzenli gübreleme ve ilaçlama yapılması sağlıklı bitki gelişimi bakımından önemle üzerinde durulması gereken konulardır (Chalack, 2022).

2.2. Kesme Çiçeklerin Hasat Zamanında Kalitelerini Etkileyen Faktörler

Yetiştirilmiş olan ürünlerin kaliteleri üzerine en önemli faktörlerden bir tanesi hasat zamanıdır. Hasadın zamanının doğru belirlenmesi hasat sonrasında tedarik zincirleri içindeki kalite kayıplarını azaltmak adına oldukça önemlidir. Ürün grupları özelinde hasat zamanı kadar hasadın ne şekilde yapılacağı da kalite korunumu bakımından üzerinde önemle durulması gereken bir konudur (Kazaz vd., 2003). Kesme çiçeklerde hasat sırasında kesilen sürgünlerde meydana gelecek su kayıplarını azaltmak için özellikle sıcaklık değerlerinin yüksek olduğu öğlen saatleri yerine sıcaklığın ve nispi nemin düşük olduğu, hasat edilecek ürünlerin üzerlerindeki nispi nemin kalktığı sabahın erken saatleri öğleden sonra sıcaklık değerlerinin düşmeye başladığı zaman dilimleri hasat için belirlenmesi muhtemel ürün kayıplarını azaltacaktır. Hasat edilen ürünler yüksek sıcaklıklara maruz kalmaları için hızlı bir biçimde sıcaklık değerlerinin daha düşük olduğu ortamlara taşınmalıdır ((Kazaz vd., 2003; Menegaes, 2019). Hasadı takip edecek olan günün geri kalan sıcak saatleri hasat edilen ürünlerin temizlenip hazırlanması ve paketlenmesi gibi işlemler için ayrılmalıdır (Dole ve Schnelle, 2002). Bunlarla birlikte hasat işlemleri için kullanılacak kesici ekipmanların düzenli olarak dezenfekte edilmeleri ve kesim sonrası sürgünlere hastalık bulaşmasını engellemek için toprak yüzeyine bırakılmaması hasat anında dikkat edilmesi gereken konulardır (Kazaz vd., 2003).

Kesme çiçeklerde hasat zamanında dikkate alınması gereken bir başka konu ise yetiştirilen ürünün hangi gelişim evresinde hasadının yapılacağına karar verilmesidir. Genel olarak bu evrenin belirlenmesinde tür ve çeşit özelliklerinin yanında hedef pazarlara olan uzaklık, pazarlamada seçilen yöntem ve nihai tüketicinin tercihleri belirleyici olmaktadır. Pazara uzaklıkları fazla olmayan alanlarda yapılacak satışlarda çiçekler daha ileri gelişim evrelerinde hasat edilirken uzak pazarlara nakledilecek olan çiçekler henüz tomurcuk aşamasında iken hasat edilir daha sonra çeşitli kimyasal solüsyonla kullanılarak tomurcukların açmaları sağlanır (Kazaz, 2003).

Kesme çiçeklerde hasat işlemi ile her ne kadar hasat edilen sürgünler ana gövdeden uzaklaştırılmış olsalar da yaşamsal fizyolojik aktiviteleri (su alma, solunum) devam etmektedir. Bu sebeple gerek ürün kayıplarının gerekse de kalite kayıplarının azaltılabilmesi amacıyla hasat sonrası sürecin uygun yöntemler ile doğru bir biçimde yönetilmesi büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte kesme çiçeklerde hasat sonrasındaki süreçlerde ürün kayıplarına sebep olan faktörler başlıca: 1- kesim sonrası çiçek saplarının tıkanması nedeni ile bitki su ve besin maddelerinin sap

içerisine alamaması (kirli kesim aleti kullanımı, kesim sırasında düzgün yapılmamış kesim yüzeyinde iletim demetlerinin zarar görmesi, kesilen sürgünlerin kirli vazo suyu içinde bekletilmesi sonucu iletim demetlerinin tıkanması, vazo suyu içinde oluşan mantari etmenler nedeni ile meydana gelen tıkanmalar, iletim demetlerine hava girmesi nedeni ile oluşan tıkanmalar (emboli) ve kesim noktasında gelişen kallus dokusu sebebi ile oluşan tıkanmalar), 2- mantari ve ya bakteriyel kökenli hasatlık etmenlerinin bulaşması, 3- sürgünlerdeki depo besin maddelerinin zaman içinde tükenmesi, 4- kesilen çiçeklerde fazlaca su kaybı sonrası turgorite düzeyindeki değişime bağlı solma, 5- yaşlanma ve olgunlaşma süreçleri, 6-çeşitli sebeplerle solunum düzeylerinde meydana gelen artış, (sıcaklık, yaralanma, çürüme), 7- depo ve taşıma şartlarındaki hatalı iklimlendirme süreçleri (yüksek sıcaklık) olarak sıralanabilir (Kazaz, 2008; Menegae, 2019).

2.3. Kesme Çiçeklerin Hasat Sonrası Kalitelerini Etkileyen Faktörler

Kesme çiçeklerin hasat sonrasındaki canlılıklarını devam ettirecekleri süreyi mümkün oranda arttırabilmek amacıyla kalitelerinin muhafaza etmeye yönelik çeşitli uygulamalar ile görsellikleri korunabilmektedir. Kesme çiçeklerde genel olarak hasat sonrasında: Boylama-sınıflama, yaprak temizliği (koparma), hasat sonrası sap diplerinin yeniden kesilmesi, demetleme işlemleri, sürgünlere su çektirilmesi, paketlenme, ambalajlama, ön soğutma işlemi, soğukta muhafaza, çiçek koruyucularının uygulanması ve nakliye işlemleri yapılmaktadır (Kazaz 2003; Reid, 2009; Acharya ve Acharya, 2021).

2.3.1.Boylama/ Sınıflama

Sınıflama, kesme çiçeklerin pazarlama öncesinde kalite durumlarına göre kategorize edilmeleri süreçleridir. Hazırlanacak olan her bir çiçek demetinin kalite yönünden değer kaybı yaşamaması için aynı boyutta, ağırlıkta ve kalitede olması gerekmektedir (Priya vd., 2023). Kesme çiçekler hasat sonrasında farklı özellikleri göz önünde bulundurularak gruplara ayrılırlar. Kesme çiçeklerde sınıflama aşamasında; Pazar istekleri, çiçeklerin sap uzunluğu, sap kalınlığı, çiçek veya sapın sahip olduğu form, çiçek ve yaprak renkleri, olgunluk durumu, çeşide ait özellikleri taşıma durumu, hastalık-zararlı durumu, sürgün ağırlığı gibi kriterler sınıflamada dikkate alınmaktadır (Kazaz 2003; Reid, 2009).

2.3.2.Yaprak Temizliği

Kesme çiçekler hasat sonrasında ihtiyaçları olan su ve besini alabilmeleri için yerleştirilecekleri vazo içindeki sıvının temizliği, sürgünlerin

canlılıklarını devam ettirebilmeleri için önemlidir. Bu sebeple sürgünlerin vazo suyu içinde kalacak olan dal ve yaprakları kopartılarak bakteri ve mantarların ortama girmesi önlenmeye ve böylece iletim demetlerinin tıkanmasının önüne geçilerek sürgünde su akışının devam etmesi sağlanmaya çalışılır (Kazaz, 2008).

2.3.3. Sürgün Dip Kısımlarının Kesilmesi

Sürgünler hasat edildikten sonra vazo içerisine yerleştirilmeden önce sürgünler dip kısımlarından ikincil kesimler yapılır. Yapılan bu işlem sürgün içerisinde su ve suda çözünen besin maddelerinin iletiminden sorumlu olan ksilem yapısı içerisine muhtemel hava girişi nedeni ile oluşabilecek tıkanıklıkları önlemek amacı ile yapılmaktadır. Kesim sürgünün dip kısmından itibaren 1-2,5 cm yukarısından ve eğimli olacak şekilde su içerisinde yapılmalıdır (Kazaz, 2003). Su içinde kesim yapılacak ise kullanılacak olan suyun işlem sürecinde ve sonrasında temiz tutulması birincil önceliktir (Çelikel, 2002).

2.3.4. Demetleme İşlemi

Anthurium, orkide ve diğer bazı özel süs bitkileri dışında kalan çiçeklerde demetleme yapılır. Oluşturulacak olan demetlerdeki çiçek sayıları yetiştiriciliğin yapıldığı bölgeye, hedef pazarın taleplerine ve ürünün türüne göre değişkenlik gösterebilmektedir. Tek dallı sürgünlerde 10-12-25 arasında sürgün içerecek şekilde demetler hazırlanır. Dallanma görülen spray tipi sürgünlerde ise demetleme açık çiçek sayısına, demet ağırlığına veya demet büyüklüğüne göre yapılır (Reid, 2009). Gül ve standart karanfillerden oluşturulacak demetler 20'li, spray karanfiller, krizantemler, lilliumlar ise 5'li olacak şekilde demetlenirler (Kazaz, 2008). Hazırlanacak olan çiçek demetlerinde çiçek sürgünlerinin kalınlıklarının ve tomurcukların açma düzeylerinin aynı aşamada olması gerekmektedir (Bhandari ve Budha, 2022). Demetler oluşturulurken fazla sıkı bir biçimde hazırlanması kurşuni küf gelişimine ve depo şartlarında yapılacak soğutma işleminin gecikmesine neden olacaktır.

2.3.5. Su Çektirme İşlemi (Rehidrasyon)

Hasat sonrasında çiçeklerde kaybolan turgoritelerini yeniden sağlamak amacı ile yapılan bir uygulamadır. Bu amaçla sürgünler içerisinde germisit bulunan deiyonize su içerisine yerleştirilirler. Bu işlem 4°C sıcaklıktaki soğuk hava depolarında gerçekleştirilir. Sürgünlerin yerleştirileceği deiyonize suyun kap içindeki yüksekliği 7-10cm arasında ve düşük pH seviyesinde (pH: 3,5-5) arasında olmalıdır. Suyun pH seviyesinin değiştirmek amacı ile sitrik asit, alüminyum sülfat gibi kimyasallar kullanılabilir. Su çektirme işlemi depo şartlarında 6-12 saat süresince devam

ettirilmelidir (Kazaz, 2003; Kazaz, 2008; Reid, 2009).

2.3.6. Ambalajlama

Hazırlanmış olan çiçek demetlerinin ambalajlanmasında ince kağıt malzemeleri plastik kılıflar, içerisine gaz girişine olanak sağlayacak delikli film malzemeler kullanılır. Tercih edilecek olan malzeme türün belirlenmesi üzerine başta çiçek türü olmak üzere nakliye şekli, hedef pazara olan uzaklık ve tüketicilerin tercihleri etkili olmaktadır (Kazaz, 2008).

2.3.7. Çiçek Koruyucuları

Çiçek koruyucuları emek yoğun olarak üretilmiş olan süs kesme çiçeklerin kalitelerinin muhafaza edilmesi üzerine oldukça etkili olan kimyasallardır. Çiçekler, yapraklar ve gövde arasındaki etkileşim içine yerleştirildikleri suyun dengesini ve buna bağlı olarak hasat sonrası kalitelerinin etkilenmesine neden olur (Acharya ve Acharya, 2021). Kesme çiçeklerde hasat sonrasında kalitenin muhafazası amacıyla farklı amaçlar için kullanılan birçok kimyasal mevcuttur. Bu kimyasallar; Yaprak sararmasının geciktirilmesi, vazo suyu içinde mikrobial gelişimin önlenmesi, büyümenin düzenlenmesi, sürgünlere su alımının arttırılması, petallerde görülen yaşlanmanın ertelenmesi ve etilen oluşumu nedeni ile oluşan yaşlanmanın geciktirilmesi gibi farklı amaçlar için kullanılmaktadırlar (Kazaz, 2003). Çiçek koruyucuları içerik bakımından genel olarak gerimisit, asit ve asit tuzları, su ve şeker gibi maddeleri içerirler. Bunun dışında; TDZ (thiadizuron), yapraklarda sararmasının geciktirilmesi amacıyla kullanılırken GTS (gümüş tyiyosülfat), 1-MCP (methyl siklopropan), AOA (aminooksiasetik asit) ve AVG (Aminoetoksivinilglisin) kimyasalları etilen kaynaklı yaşlanmanın önlenmesi için etilen engelleyici olarak, sitokin ve giberallinler büyüme düzenleyicileri olarak kullanılır. Ayrıca mikroorganizmalara karşı 8- hidroksikinolin tuzları, sodyum hipoklorid (NaOCl), gümüş nitrat, bakır sülfat, halamid, esansiyel yağlar ve son dönemlerde gümüş nano partiküller kullanılmaktadır. Bunların dışında sürgün yüzeylerindeki su geriliminin azaltılması ve kimyasalların daha geniş bir yüzey alanında etkili olabilmesi adına Tween 20 gibi yayıcı yapıştırıcı kimyasallar kullanılır (Kazaz, 2008; Acharya ve Acharya, 2021). Çiçek koruyucuları vazo solüsyonu olarak kullanımları dışında pulsing ve tomurcuk açtırıcı olarak da kullanılırlar.

2.3.7.1. Pulsing

Bu işlem taze olarak hasatları yapılmış olan çiçeklerin depolama ve vazo ömürlerini uzatmak amacıyla birkaç saniyeden birkaç saate kadar değişen sürelerde özel olarak formüle edilmiş solüsyonlar içinde tutulmaları işlemidir. Pulsing solüsyonları ürün bazında özel olarak formüle

edilmiş solüsyonlardır (Reid, 2009). Bu solüsyonların şeker içerikleri genellikle yüksek (%2-20) olup germisit içeren solüsyonlardır. Uygulama yapılacak olan çiçeğin türü ve kullanılacak olan solüsyonun şeker içeriğine bağlı olarak uygulama süreleri 2 ila 24 saat arasında değişmektedir (Kazaz, 2008).

2.3.7.2. Tomurcuk Açtırma

Tomurcuk olarak hasat edilmiş olan kesme çiçekler tüketicilere sunulmadan önce tomurcukları açtırılmış olmalıdır. Benzer şekilde bu solüsyonlarda şeker ve germisit ihtiva ederler. Formülasyonda şeker düzeyinin iyi belirlenmesi önem taşımaktadır çünkü gül gibi türlerde yüksek şeker konsantrasyonları yeşil yapraklarda bozulmalara sebep olur. Bu işlem; 21-27°C sıcaklık, %60-80 arasında oransal nem, 15-30 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{sec}^{-1}$ PAR seviyesinde aydınlatma gibi çevre şartları ile %1,5-10 şeker, 200ppm germisit ve 75-100 ppm asit içeren solüsyon karışımları içinde gerçekleştirilir (Kazaz, 2003; Reid, 2009).

2.3.8. Ön Soğutma İşlemi

Kesme çiçekler hasat edildikten sonraki sıcaklıklarının depolama öncesinde depo sıcaklığına düşürülmesi önem taşımaktadır. Optimum koşullarda gerçekleştirilecek olan ön soğutma işlemi sıcaklığın düşürülmesi yanında sürgünler üzerinde yoğunlaşmış olan nemde uzaklaştırılmasını sağlayacaktır böylece ürünlerde botrytis kaynaklı bozulma riski azaltılmış olacaktır (Bhandari ve Budha, 2022).

Ön soğutma işlemi pasif ön soğutma ve zorlanmış hava akımlı soğutma olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. Pasif soğutma işleminde çiçekler soğutulmuş bir odaya yerleştirilerek soğuk havanın çiçeklerin etrafını sarması sağlanır. Zorlanmış hava akımlı soğutma işleminde ise soğuk hava fanlar yardımı ile kutulu olan çiçeklerin üzerlerine yönlendirilir. Kutular üzerindeki deliklerden soğuk havanın giriş yaparak çiçekleri soğutması sağlanır. Bu şekilde yapılacak olan soğutmada kutularda karşılıklı olarak açılmış deliklerin olması ve istif şekillerinin kutular arasında hava akışına izin verecek şekilde olması gerekmektedir (Kazaz, 2003).

2.3.9. Soğukta Muhafaza

Kesme çiçekler son derece hızlı bozulabilen kompleks bitki organları olmaları nedeni ile hasat ve depolama işlemlerinin değer ve kalite kayıplarının önüne geçilebilmesi için düzgün ve planlı bir biçimde yapılması gerekmektedir (Ahmad vd., 2012). Depolamadaki temel amaç sıcaklıkların düşürülerek hasat edilmiş olan sürgünlerde solunumu ve diğer meta-

bolik faaliyetleri yavaşlatmaktır. Bu şekilde hasat sonrası çiçeklerin daha uzun süre canlılıklarının korunmaları hedeflenmektedir (Kazaz, 2008). Depolama işlemleri ıslak depolama ve kuru depolama olarak sınıflandırılabilir (Priya vd., 2023).

Kuru depolama işlemi ürünlerin uzun vadeli depolanmaları için kullanılan bir yöntemdir. Çiçekler 0-20°C sıcaklıkta ve 10-60 mm Hg basıncında depolanabilirler (Thakur, 2020; Yılmaz, 2023). Daha kısa süreli (1-4 hafta) depolamalarda ise çiçekler ıslak depolama şartlarında su ya da koruyucu bir solüsyon içinde depolanabilirler. Kuru depolama daha fazla çiçek sürgününün daha küçük bir alanda muhafazasını sağladığı için alandan tasarruf sağlar ancak paketleme işlemi ve depolama sonrası sürgün diplerinin yeniden kesilmesi gerekliliği nedeni ile yoğun iş gücü gerektirmekte ve maliyetleri arttırmaktadır. Bununla birlikte her tür (örn: dahlia, gypsophila, gerbera, freesia vs.) kuru depolama için uygun değildir (Ahmad vd, 2012).

Islak depolama işlemi ise geniş olarak kullanım alanı bulmuş bir uygulamadır. Bu depolama şeklinde sürgünlerin paketlenmesine gerek duyulmamaktadır ayrıca sürgünler depolama süresince turgoritelerini muhafaza ederler. Ancak bu depolama işleminin de kendi açısından bazı dezavantajları bulunmaktadır. Islak depolamada uygulamasında hazırlanmış çiçek demetlerinin depolamak için daha fazla alana ihtiyaç duyulur, solüsyonda bulunana besin rezervleri hızlı bir biçimde tüketilir ve tomurcuklarda açma meydana gelebilir ayrıca patojen gelişimi için daha elverişli bir ortam sağlar (Ahmad vd, 2012).

Bu depolama şekillerinin haricinde atmosferik depolama (CAS), modifiye atmosferik depolama (MAS), hipobarik depolama ve düşük basınçlı depolama olmak üzere çiçeklerin muhafaza edilmelerine yönelik daha gelişmiş depolama sistemleri de kullanılabilir (Yılmaz, 2023; Rashed vd., 2024).

2.3.10. Paketleme

Kesme çiçeklerde hasat sonrası yapılan uygulamalar ve nakliye süreçlerinde bitkilerin respirasyon ve transpirasyon seviyelerindeki artış bitkilerde fizyolojik stresin oluşmasına ve ilerleyen süreçlerde kalite kayıplarına neden olmaktadır. Paketleme İşlemlerinin doğru yapılması çiçeklerin depolama ve nakliye sürecinde kalitelerini korumalarını sağlar. Süs bitkileri endüstrisindeki ürün kayıplarının yaklaşık olarak %20-40 arasındaki bir oranda hasat sonrası süreçteki hatalı paketleme ve depolama süreçlerinden kaynaklanmaktadır (Rashed vd., 2024). Çiçeklerde muhtemel fiziksel zararların engellenebilmesi amacıyla seçilecek olan paketleme malzemeleri fazla derin olmayacak şekilde tasarlanmalıdır

ayrıca yapısal olarak düz ve uzun, her iki uç kısmında da hava girişine imkân sağlayacak delikleri olan kutu tasarımları tercih edilmelidir.

2.3.11. Nakliye

Kesme çiçeklerde hava, kara ve deniz yolu taşımacılık sistemleri kullanılarak nakliye işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Yapılacak olan taşımacılığın şeklinin belirlenmesinde imkanlar ve pazara olan uzaklık etkili olmaktadır. Uzun mesafeli pazarlara taşınacak olan ürünlerin kısa sürede nakillerini sağlamak amacı ile hava yolu taşımacılığı tercih edilirken kısa mesafeli pazarlara ürünler soğutmalı kamyonlar kullanılarak kara yolu ile taşınmaktadır. Çieklerde taşıma sıcaklığı genel olarak 2-4 °C arasında değişmektedir (Kazaz, 2008). Bunun dışında gemiler ile konteynır taşımacılığı da ürün sevkiyatı için kullanılan nakliye yöntemleri arasında yer almaktadır (Çelikel, 2020).

3. HASAT SONRASI DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN DEPO KOŞULLARI

3.1. Sıcaklık

Hasat sonrasında kesme çiçeklerin zarar görmemesi için sıcaklık değerlerinin depo şartlarında en uygun biçimde ayarlanması, ürünlerin donma veya üşümelerine neden olmayacak en düşük değerlerin ortam sıcaklığı olarak belirlenmesi önemlidir. Bu sebeple hasat sonrası en dikkat edilmesi konuların başında sıcaklık etmeni gelmektedir. Sıcaklık artışı ile artış gösteren metabolik olaylardan en önemlisi solunumdur. Depolama sıcaklıkları ürünün türüne ve depolama şekline (ıslak - kuru) göre değişiklik göstermektedir. (Kazaz, 2008). Tropikal türler düşük sıcaklık koşullarına oldukça hassastırlar bu sebeple depolama sırasında kullanılacak olan sıcaklıklar 8-15 °C arasında olmalıdır (Priya vd., 2023).

3.2. Nem

Depolama şartlarındaki nem oranının yüksek olması hasat edilmiş olan kesme çiçeklerde terleme miktarını düşürecektir bu durum vazo ömrü artışı üzerine olumlu etki edecektir. Kesme çiçeklerin %90 seviyesindeki nem şartlarında muhafaza edilmeleri turgorite kayıplarının önüne geçecektir (Yılmaz, 2023). Ortam nemi yükseltirken çiçekler ve yaprakların üzerinde damlacık oluşmamasına dikkat edilmelidir.

3.3. Hava Akışı / Hava Değişimi

Çiçeklerin hasat sonrasındaki kaliteleri üzerine etkili olan gerek fizyolojik gerekse de biyokimyasal değişiklikler içinde bulundukları ortamın O₂ ve CO₂ seviyelerinden etkilenir. Bu nedenle bu iki atmosferik

unsurun dengeli bir biçimde ortamda değişiminin sağlanması çiçeklerin vazo ömrü üzerine olumlu etki edecektir (Thakur, 2020). Ortamdaki hava sirkülasyonu sağlanırken çiçeklerin doğrudan hava akımına maruz bırakılmamaları önem taşımaktadır (Kazaz, 2008).

3.4. Işık

Depolama süresince genellikle birçok tür için ışığın varlığı ya da yokluğu büyük bir önem taşımamaktadır. Buna karşın yapraklarının sararması gibi sorunların meydana geldiği türlerde (Krizantem, alstromeria gibi) ışığın varlığı önemlidir (Yılmaz, 2023).

3.5. Etilen

Etilen, klimakterik özellikli çiçeklerin yaşlanmaları üzerine etki eden önemli bir fitohormondur. Etilen hormonu miktarı genç çiçeklerde ve çiçek tomurcuklarında az miktarda ve sabit olmasına karşın etilen salgısı miktarı çiçeklerin açılmasında, olgunlaşmasında ve yaşlanmasındaki süreçlerde oldukça fazladır. Sonraki süreçlerde etilen hormonu azalır ve sabit kalır. Etilen; çiçeklerde ve taç yapraklarda sararma, solma, kıvrılma, dökülme ve nekroz oluşumları gibi farklı semptomlar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Etilen sentezini bloklamak ya da yavaşlatmak amacı ile depo ortamlarına sıcaklıkların düşürülmesi, oksijen miktarının ortamda düşürülmesi, hipobarik koşulların oluşturulması veya kimyasal uygulamalar ile sürecin kontrol altında tutulması şeklinde uygulamalar yapılabilir (Çelikel, 2020; Priya vd., 2023). Bunların dışında; hasat sonrasında çiçeklerin hızlı bir şekilde soğutulmaları, hasat sonrası işlemler sırasında bitkilerin mekanik olarak zarar görmelerinin engellenmesi ve hasadın uygun olgunluk döneminde yapılması, etilen üretimi yapan sebze ve meyveler ile bitkilerin aynı ortamda depolanmaması, hastalıklı ya da zarar görmüş veya yaşlı olan bitkilerin aynı ortamda bulundurulmaması gibi konular üzerinde hassasiyetle durulmalarıdır (Kazaz, 2003).

3.6. Geotropizm

Kesme çiçeklerde yerçekimine aksi yönde meydana gelen büyüme hareketi geotropizm olarak isimlendirilmektedir. Bu durum özellikle bazı kesme çiçeklerde (lale, glayöl) depolama veya taşıma sürecinde ürünlerin içinde bulundukları kutuların yatay olarak konumlandırılması sonrasında gerçekleşen bitkisel bir tepkidir. Lale, glayöl gibi başak tipi çiçeklerde bu durum çiçeklerin sap kısımlarında itibaren yukarı yönlü kıvrılmaları şeklinde oraya çıkmaktadır. Bu sebeple bu tür ürünlerin depolama ve taşınmalarında taşıma kutularının mutlaka dikey olarak istiflenmesi gerekmektedir (Kazaz, 2008).

4. TAŞIMA SİSTEMLERİ

Kesme çiçekler dayanıksız tüketim malları arasında yer almaktadır bu nedenle taşıma sürecinin iyi yönetilmesi gerekmektedir. Özellikle paketlerin taşıma sırasında zarar görmemesi, su içinde taşınan çiçeklere bu süre içinde suyun dökülmemesi, çiçeklere kalite kayıplarının yaşanmaması bakımından önemlidir. Kesme çiçeklerin nakliyesinde son yıllarda kuru kartonlarda hidratlı taşıma ve procona kullanılarak yapılan taşıma yöntemleri popülerlik kazanmıştır.

Kuru karton içerisinde hidratlı taşıma olarak adlandırılan sistemler özellikle çiçek çaplar büyük olan ürünlerin taşınmasında oldukça avantaj sağlamaktadır. Bu sistem kesme çiçeklerde suyun dışarı akmasını engelleyerek yatay baş aşağı yada dikey yönlü yapılacak taşımalara imkân sağlamaktadır. Procona sistemi ise; katlı olarak yapılacak taşımacılığa imkân vermesi, işgücü yönünden avantajlı olması, ürünlerin kalitelerini koruması yönünden avantajlara sahiptir (Aslansoy vd., 2025).

5. VAZO ÖMRÜ

Vazo ömrü kesme çiçekler ve kesme yeşillikler gibi ürün grupları için hasat sonrasında vazo içerisinde taze olarak görselliklerini kaybetmeden geçirdikleri süre olarak tanımlanabilir. Vazo ömrü genel olarak çiçek rengindeki değişiklikler, yaprak renklerindeki değişiklikler (sarmarma, solma, dökülme, katlanma vs), taze ağırlığındaki değişimler gibi unsurlar göz önüne alınarak belirlenir. Kesme çiçekler ya da kesme yeşilliklerde vazo ömrünü belirleyen gerek hasat öncesi gerekse de hasat sonrası olmak üzere bir çok faktör bulunmaktadır. Hasat öncesi etmenler olarak: yetiştirilen ürün grubunun genetik (kalıtsal) özellikleri, ürünün yetiştirildiği çevre koşulları (nem, sıcaklık, ışık şiddeti ve ışıklanma süresi, su durumu, yetiştiriciliğin yapıldığı ortamın besin içeriği ve harici olarak yapılan bitki besleme uygulamaları, ortamda hastalık ve zararlıların varlığı ve bitkinin bu etmenler ile olan bulaşıklık durumu gibi konular sıralanabilir. Hasat zamanının belirlenmesi ise ürün grupları arasında farklı olmakla birlikte pazara sunulmadan önce depoda geçireceği sürelerde dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu nedenle; hasat zamanının, hangi olgunluk döneminde hasat yapılacağı ve hasat metodunun iyi belirlenmesi vazo ömrü üzerine etkili önemli süreçlerdir. Ürünler hasat edildikten sonra kalitelerini mümkün olan en uzun süre muhafaza edebilmeleri için fizyolojik olarak dengeli olmaları gerekmektedir. Bu sebeple depolanacak ürünlerde, depo sıcaklığı, depo nemi, depo içi aydınlatma durumu, havalandırma, depo iç etilen gazının varlığı ve miktarı, depo ortamında su içinde muhafaza edilecekler ise içine konulacakları suyun kalitesi, depo içi hastalık ve zararlı varlığı ve paketli olarak depolan

ürünlerde paketleme şekli ürün kalitesinin muhafazası yönünden önem taşımaktadır (Sahu, 2023).

KAYNAKÇA

- Anonim, 2021. Süs bitkileri sektör politika belgesi 2020-2024. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM). 88s.
- Anonim, 2023. Dünya süs bitkileri sektörü raporu. Orta Anadolu Süs Bitkileri ve Mamülleri İhracatçıları Birliği. 21s.
- Anonim, 2024. <https://www.susbir.org.tr/belgeler/raporlar/sus-bitkileri-sektor-raporu-2024.pdf> 09.04.2025, 11:00
- Aslansoy, B., Kırbay, E., Kazaz, S., Kılıç, T. (2025). Kesme çiçek sektöründe teknolojik yenilikler. *Bahçe Dergisi*. 54 (Özel sayı 1). 574-585.
- Acharya, N. ve Acharya, A.K. (2021). Postharvest management of cut flowers: using chemicals and preservatives. Researchgate. Nepalese Floriculture, 25-37. https://www.researchgate.net/publication/353761000_Postharvest_Management_of_Cut_Flowers_Using_Chemicals_and_Preservatives
- Ahmad, I., Dole, J.M., Amjad, A., Ahmad, S. (2012). Dry storage effects of postharvest performance of selected cut flowers. *Horttechnology*, 22(4), 463-469. https://www.researchgate.net/publication/285538791_Dry_Storage_Effects_on_Postharvest_Performance_of_Selected_Cut_Flowers
- Akça, S.B, Yazıcı K (2017). Çaycuma (Zonguldak) Kentinin Kentsel Açık-Yeşil Alan Yeterliliği ve Geliştirme Olanakları. VI. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu, 1, 318-326.
- Ay, .Ö. (2009). Süs bitkileri ihracatı, sorunları ve çözüm önerileri: Yalova İlçeğinde Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 423-443.
- Bhandari, U. ve Budha, Y. (2022). A brief report on post harvest handling of cut, loose and pot flowers. Researchgate. 4s. https://www.researchgate.net/publication/358890233_A_brief_report_on_post-harvest_handling_of_cut_loose_and_pot_flowers
- Chalack, S. (2022). Effect of pre-harvest factors on post-harvest quality of cut flowers. Researchgate. https://www.researchgate.net/publication/357764960_Effect_of_pre-harvest_factors_on_post-harvest_quality_of_cut_flowers 10.04.2025 14:00
- Dole, J.M ve Schnelle, M.A. (2002). The care and handling of cut flowers.

- Oklahoma cooperative extension service HLA 6426. 4s.
<https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/hla/the-care-and-handling-of-cut-flowers-hla-6426.pdf>
- Çelikel, F. G. (2002). Çiçeklerde kesimden sonra uygulanan ürün ve tekniklerde son gelişmeler. II. Ulusal bahçe bitkileri kongresi, 22-24 Ekim 2002, Antalya, 121-126.
- Çelikel, F. G. (2020). Kesme çiçekler ve süs bitkilerinin hasat sonrası kaliteleri ve teknolojileri. *Black Sea Journal of Agriculture*. 3(3), 225-232.
- Gülçür, B. (2015). Dünyada, AB’de ve Türkiye’de Süs Bitkileri Sektöründeki gelişmeler ile bu alandaki uluslararası fuarlar. AB Uzmanlık Tezi. Avrupa Birliği Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü. 110s.
- Kazaz, S., Aşkın, M.A., Tekintaş, F.E. (2003). Kesme çiçeklerde hasat sonrası ömrü arttıran uygulamalar. Researchgate. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Hasad Yayıncılık.519-522, Antalya. https://www.researchgate.net/publication/344646724_Kesme_Ciceklerde_Hasat_Sonrasi_Omru_Arttiran_Uygulamalar
- Kazaz, S. (2008). Kesme çiçeklerde hasat sonrası işlemler. *Standart Dergisi*. 47 (555), 67-73 https://www.sonerkazaz.com/wp-content/uploads/15_Kesme-Ciceklerde-Hasat-Sonrasi-Islemler-Standard-Dergisi.pdf
- Kazaz, S. (2012a). Tasarım bitkileri yetiştiriciliği dersi notları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=164> 09.04.2025 10:00
- Kazaz, S. (2012b). Süs bitkileri yetiştiriciliği dersi notları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=164> 09.04.2025 14:00
- Kazaz, S. (2015). Kesme çiçeklerde hasat sonrası ömrü etkileyen faktörler. *Türkiye tohumcular birliği dergisi*. 14, 42-45.
- Kumar, N., Bahadur, V., Prasad, V.M. (2022). Biochemistry of post harvest management in cut flowers. *The Pharma Innovation Journal*. 11(4), 1966-1971.
- Liu Y-J, Mu Y-J, Zhu Y-G, Ding H, Arens NC. (2007). Which Ornamental Plant Species Effectively Remove Benzene From Indoor Air. *Atmospheric Environment*. 41:650–54.

- Menegaes, J.F., Nunes, U.R., Belle, R.A., Backes, F.A.A.L. (2019). Post-harvesting of cut flowers and ornamental plants. *Scientia Agraria Paranaensis*. 18(4), 313-323.
- Priya, M., Jha, A.K., Lalduhsanga, Meena, S. (2023). Post-harvest handling of ornamental crops. *Modern Concepts in Ornamental Crops*. Integrated Publications New Delhi. 2(1), Chapter: 15,249-266. https://www.researchgate.net/publication/372240345_Post_Harvest_Handling_of_Ornamental_Crops
- Rashed, N.M., Memon, S.A., Turki, S.M.A., Shalaby, T.A., El-Mogy, M.M. (2024). An analysis of conventional and modern packaging approaches for cut flowers: a review article. *Frontiers in Plant Science*. 15s. DOI: 10.3389/fpls.2024.1371100
- Reid, M. S. (2009). Handling of cut flowers for export. *Proflora bulletin*. 26 s. https://my.ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/files/231308.pdf 15.04.2025 15:08
- Sahu, J.K. ve Konsam, S. (2023). Postharvest management in cut flowers. *Advances in horticulture crops and their challenges*. 202, 51-56.
- Sezen, İ., Aytatlı, B., Ağrılı, R. A., Patan, E. (2017). İç mekân tasarımında bitki kullanımının birey ve mekân üzerine etkileri. *ATA Planlama ve Tasarım Dergisi*, 1(1), 25-34.
- Şenol, C. ve Şahin, G. (2023). Türkiye zirai hayatında kesme çiçek yetiştiriciliğinin yeri ve geleceği. *Erciyes Akademi*, 37(2), 522-551.
- Thakur, N. (2020). A review on the effect of storage methods and packaging material on the post-harvest longevity of cut flowers. *International Journal of Chemical Studies*, 8(3), 2375-2379.
- Ulrich, R.S., Simons, R.F., Losito, B.D., Fiorito, E., Miles, M.A., Zelson, M. (1991). Stress Recovery During Exposure To Natural And Urban Environments. 11:201-30.
- Uludağ, A. ve Ertürk, Y.E. (2012). İthal ev hayvanları ve süs bitkilerinin çevreye etkileri. *Tarih Kültür Ve Sanat Araştırmaları Dergisi, Tüketim Toplumu ve Çevre Özel Sayısı*. 1(4), ISSN: 2147-06261, DOI: 10.7596/taksad.vli4,

Karabük Üniversitesi.

- Van Meeteren, U. (2009). Cause of quality loss of cut flowers – A critical analysis of postharvest treatments. *Acta Horticulture*. 847, 27-36. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.847.2
- Vijayakumar, S., Shivani, S., Pandiyaraj, P., Sujayasree, O.J. (2021). Postharvest Handling Of Cut Flowers. *Researchgate. Trends & Prospects in Post Harvest Management of Horticultural Crops* 419-446
- Yazıcı K, Gülgün Aslan B (2017). Açık-Yeşil Alanlarda Dış Mekân Süs Bitkilerinin Önemi ve Yaşam Kalitesine Etkisi Tokat Kenti Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3), 275-284.
- Yazıcı, K. (2020). İç Mekân Süs Bitkilerinin Önemi ve Tüketici Eğilimlerinin Belirlenmesi: Tokat Kenti Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (3): 738-747
- Yılmaz, N. (2023). Kesme çiçeklerin hasat sonrası fizyolojisi. *Researchgate. Tarımsal Bitki Biliminin Dinamikleri (Kitap bölümü)*. 111-126.

Bölüm 5

RUMİNANT BESLEMEDE DOĞAL ANTİBİYOTİK ALTERNATİFLERİ: YENİ NESİL YAKLAŞIMLAR

Yaşar Deray SAYGI¹

¹ Öğr. Gör. Dr. , Kayseri Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu MYO Bitkisel ve Hayvasal Üretim Bölümü Bahçe Tarımı Programı ORCID No:0009 0003 7993 7671

Giriş

Hayvan beslemede büyüme uyarıcısı olarak antibiyotiklerin kullanımı, özellikle son yıllarda halk sağlığını tehdit eden “antibiyotik direnci” gibi ciddi sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Buğdaycı, 2008; Çetin, 2008). Yirminci yüzyılın sonlarından itibaren antibiyotiklere karşı dirençli bakteri türlerinin artması, geleneksel antibiyotiklerin etkinliğini azaltmış ve bu durum, alternatif tedavi yaklaşımlarına olan ilgiyi artırmıştır (Haldorai ve Shim, 2013). Aynı zamanda, antibiyotiklerin geniş çaplı kullanımı sonucu oluşan kalıntılar, hayvansal ürünlerin güvenliğini tehdit etmeye başlamıştır (Uyanga vd., 2023). Bu bağlamda, sürdürülebilir gıda üretimi için doğal, ucuz ve etkili yem katkı maddelerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), antibiyotiklerin hatalı ve yaygın kullanımı sonucu mikroorganizmaların bu maddelere karşı zamanla direnç geliştirdiğini ve bunun da hem insan hem hayvan sağlığı açısından önemli riskler doğurduğunu bildirmiştir. Bu nedenle Avrupa Birliği (AB), 2006 yılı itibarıyla hayvansal üretimde antibiyotik kullanımını sınırlandırmış, sadece avilamisin, salinomisin, monensin ve flavofosfolipol gibi sınırlı sayıda antibiyotiğe geçici olarak izin vermiştir (Adıyaman ve Ayhan, 2010; Güler ve Dalkılıç, 2005a).

Antibiyotiklerin yasaklanması sonrası, bilim insanları hayvansal üretimde performans ve sağlığı artırabilecek doğal alternatifler üzerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle tıbbi ve aromatik bitkiler ile bunlardan elde edilen esansiyel yağlar, yem katkı maddesi olarak dikkat çekmiştir. Yem ve içme suyuna katılan bitki ekstraktlarının yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve karkas kalitesi üzerinde olumlu etkiler sağladığı birçok çalışmayla gösterilmiştir (Adıyaman ve Ayhan, 2010; Güler ve Dalkılıç, 2005a). Organik bitkisel üretimin artmasıyla birlikte, gelişmiş ülkelerde organik hayvancılık sistemleri de yaygınlaşmıştır. Bu sistemler; kontrollü, sertifikalı ve sürdürülebilir üretim esaslarına dayanmaktadır. Ancak, entansif hayvancılık uygulamalarında yüksek performans beklentisi nedeniyle, rasyonlara büyümeyi destekleyici katkıların eklenmesi ihtiyacı devam etmektedir.

Organik asitler, enzimler, probiyotikler, prebiyotikler ve bitki ekstraktları bu amaçla sıkça incelenen katkı maddeleri arasında yer almaktadır (Soycan Önenç ve Açıkgöz, 2005). Bunlara ek olarak, doğal olarak oluşan bir polisakkarit olan kitosan, son yıllarda hayvan beslemede potansiyel bir katkı maddesi olarak öne çıkmaktadır. Kitinin alkali deasetilasyonu ile elde edilen kitosan; biyoyuymumluluğu, biyobozunurluğu, antimikrobiyal etkisi, düşük toksisitesi ve kimyasal modifikasyonlara uygunluğu sayesinde ilaç, tarım, çevre mühendisliği ve hayvancılık gibi birçok alanda kullanım bulmaktadır (Anggraeni vd., 2022; Uyanga vd.,

2023). Kitosan ve kitosan oligosakkaritlerinin, hem monogastrik hem de ruminant hayvanlarda yem katkı maddesi olarak etkili olduğu gösterilmiştir (Chang vd., 2020; Dias vd., 2017; Goiri vd., 2009).

Ruminant hayvanlarda özellikle genç dönemde sindirim sistemi tam gelişmediğinden, besin maddelerinden optimum düzeyde yararlanılamamakta; bu da büyüme performansı ve sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Buzağuların ilk haftalarında rumen gelişimi yavaş seyrederken, rumen mikroorganizmalarının çeşitliliği ve işlevselliği de sınırlıdır (Tufan vd., 2015). Sindirim sisteminde zararlı mikroorganizmaların baskınlığı, ishal gibi ekonomik kayıplara neden olan sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Griggs ve Jacobi, 2005). Bu durum, antibiyotiklerin yerini alabilecek probiyotik, prebiyotik, enzim ve bitki ekstraktı gibi doğal ürünlerin kullanımını teşvik etmiştir (McIntosh vd., 2003; Patra, 2011). Son yıllarda özellikle uçucu yağlar, antibiyotiklere alternatif olarak büyük ilgi görmektedir. Bitkisel kökenli bu bileşiklerin rumen mikroflorası üzerinde seçici antimikrobiyal etkiler gösterdiği, immün sistemi uyardığı ve protein by-pass oranını artırdığı belirtilmektedir (Wallace, 2004; Yang vd., 2010a). Örneğin, tarçın uçucu yağı, güçlü in vitro antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle araştırmalarda öne çıkmıştır (Yang vd., 2010a, 2010b).

Tüm bu gelişmeler ışığında, doğal katkı maddeleri kullanılarak ruminant hayvanların verimliliğini artırmak, sağlıklarını korumak ve hayvansal ürünlerin kalitesini güvence altına almak mümkün görünmektedir. Bu derlemede, antibiyotiklerin yerine geçebilecek doğal bileşiklerin, ruminant beslemede yem katkı maddesi olarak kullanılabilirliği, etki mekanizmaları ve güncel bilimsel bulgular ışığında değerlendirilecektir.

Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Son yıllarda hayvan besleme alanında antibiyotik büyütme faktörlerinin yasaklanmasıyla birlikte, doğal ve güvenli alternatiflere yönelik ilgi artmıştır. Bu kapsamda, fitobiyotikler olarak adlandırılan bitkisel kökenli bileşikler öne çıkmaktadır. Fitobiyotikler; çeşitli aromatik bitki ve baharatların tohum, meyve, kök, kabuk, yaprak, esansiyel yağ ve reçine gibi kısımlarından elde edilen bitki özütlerini ifade etmektedir (Koçbeker vd., 2010). Ruminant beslemede henüz kanatlı hayvanlar kadar yaygın olmasa da, fitobiyotiklerin yemden yararlanmayı artırıcı, bağışıklık sistemini destekleyici, antimikrobiyel ve antioksidan özellikleriyle performansa katkı sağladığı bilinmektedir (Kutlu ve Erdoğan, 2010).

Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların bileşenlerinin antimikrobiyel, antioksidan, antilipidemik, antifungal ve sindirim sistemi düzenleyici etkileri bulunmaktadır (Adıyaman ve Ayhan, 2010). Bu bitkisel bileşiklerin hayvan yemine ya da içme suyuna ilave edilme-

siyle, ürün kalitesinde iyileşme ve patojen yükün azaltılması sağlanmaktadır. Özellikle antibiyotik içermeyen ürünlere olan tüketici talebinin artması bu uygulamaları daha da cazip hale getirmiştir (Griggs ve Jacobi, 2005).

Ruminantlarda fitobiyotik kullanımı ile ilgili doğrudan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, kanatlı hayvanlarda yapılan çalışmalar önemli ipuçları sunmaktadır. Örneğin, kişniş tohumu (*Coriandrum sativum*), çörek otu (*Nigella sativa*), rezene (*Foeniculum vulgare*), kekik (*Origanum vulgare*), anason (*Pimpinella anisum*) ve tarçın (*Cinnamomum spp.*) gibi aromatik bitkilerin tohum ve yağlarının yem tüketimi, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma ve karkas kalitesi üzerine olumlu etkileri rapor edilmiştir (Güler vd., 2005b; Mohammed ve Abbas, 2009; Taşkın ve Camcı, 2010). Bu bileşiklerin sindirim sistemi üzerine uyarıcı etkileri, rumen mikrobiyal popülasyonlarını dengeleme potansiyeliyle ruminantlar için de değerli olabilir. Özellikle kekik, adaçayı, defne, mersin ve turuncgil yağlarından oluşan karışımların esansiyel yağ formunda yemlere katılmasıyla sindirim sistemi aktivitesinde iyileşme, yemden yararlanma artışı ve büyüme performansında iyileşme gözlenmiştir (Alçiçek vd., 2003; Çiftçi vd., 2005; Ertaş vd., 2005; Essa vd., 2011; Şimşek vd., 2005).

Ayrıca, esansiyel yağlar koksidiyoz gibi gastrointestinal enfeksiyonlara karşı da doğal antimikrobiyel potansiyel sunmaktadır. Kekik ve anason yağlarının bakteriyel yük üzerinde azaltıcı etkileri rapor edilmiş ve bu yağların sekum koliform bakteri sayısını düşürdüğü gözlemlenmiştir (Güler vd., 2005c). Alp ve diğerleri (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise kekik esansiyel yağının antikoksidyal etki gösterdiği, ancak gelecekte antikoksidyal ajanlara göre etkisinin sınırlı kaldığı bildirilmiştir. Bu bulgular, ruminantlarda rumen fermentasyonu üzerindeki etkilerin detaylı olarak incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Bitkisel ekstraktlar da antibiyotiklere alternatif olarak değerlendirilen bir diğer doğal katkı grubu olup, kurutulmuş bitkilerin özel ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen yoğunlaştırılmış formlarıdır. Kekik, tarçın, pul biber gibi bitkilerden elde edilen ekstraktlar, yem sindirimi ve büyüme performansı üzerine olumlu etkiler göstermiştir (Hernandez vd., 2004). Benzer şekilde, nane (*Mentha piperita*) ve kekik yapraklarının yem rasyonlarına katılmasıyla ruminantların gelişme performanslarında iyileşmeler beklenmektedir (Ocak vd., 2008). Antibiyotiklere alternatif bu doğal bileşiklerin kullanımı, sadece büyümeyi teşvik etmekle kalmayıp aynı zamanda ruminal mikrofloranın dengesini koruyarak, patojen bakterilere karşı direnç gelişiminin önlenmesine de katkı sağlamaktadır. Buchanan ve diğerleri (2008), ruminant rasyonlarında esansiyel yağlar, organik asitler ve fitojenik bileşiklerin kullanımıyla gastrik salgıların

uyarıldığını, kan dolaşımının arttığını ve patojen yükünün azaldığını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen fitobiyotikler ve esansiyel yağlar, ruminant beslemede doğal antibiyotik alternatifleri olarak umut vadeden katkılar arasında yer almaktadır. Ancak, bu bileşiklerin etki mekanizmalarının ruminant fizyolojisi ve rumen mikrobiyolojisi açısından detaylı olarak araştırılması büyük önem arz etmektedir.

Kitosan ve Kitosan oligosakkaritler

Artan hayvansal protein talebine karşılık sürdürülebilir ve güvenilir üretimin sağlanması için doğal, ekonomik ve alternatif yem katkı maddelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, hastalıklara karşı direnç kazandırabilecek, verimi artıracak ve hayvan sağlığını destekleyebilecek doğal katkılar öne çıkmaktadır (Uyanga vd., 2023). Günümüzde yem katkısı olarak kullanılan maddeler arasında organik asitler, enzimler, prebiyotikler ve bitki ekstraktları yaygın olmakla birlikte, kitosan gibi yenilikçi bileşikler daha az kullanılmakta ancak giderek önem kazanmaktadır (Soycan Önenç ve Açıkgöz, 2005; Shah vd., 2022).

Kitosan; kitinden elde edilen, doğal kökenli, biyobozunur ve biyouyumlu bir polisakkarittir. Glukozamin ve N-asetil glukozamin birimlerinden oluşur ve çözünürlüğü pH'a bağlı olarak değişebilir. Antibakteriyel, immünojenik, toksik olmayan ve kimyasal olarak modifiye edilebilir özellikleri sayesinde tıp, tarım, çevre mühendisliği ve gıda endüstrisi dahil olmak üzere çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Anggraeni vd., 2022; Uyanga vd., 2023). Ayrıca, organik antimikrobiyal maddelerin kararlılığını artırmak amacıyla kitosan, inorganik metal oksitlerle kombine edilerek etkinliği daha da artırılabilir (Haldorai ve Shim, 2013).

Hayvancılıkta kitosan ve kitosan bazlı bileşikler, özellikle prebiyotik etkileri nedeniyle dikkat çekmektedir (Tufan vd., 2015). Bu bileşiklerin yem katkısı olarak etkilerini değerlendirmek amacıyla hem tek mideli hayvanlarda (Chang vd., 2020; Tufan vd., 2015) hem de ruminantlarda (Dias vd., 2017; Goiri vd., 2009; Uyanga vd., 2023) çeşitli çalışmalar yürütülmüştür.

Kitin, selüloza benzer şekilde -N-asetil-D-glukozamin birimlerinden oluşan yapısal bir homopolisakkarittir (Anggraeni vd., 2022). Dünya genelinde yıllık üretimi 10^{10} – 10^{12} ton civarında olup, kitinin yüksek moleküler ağırlığı, düşük çözünürlüğü ve allerjenik yapısı hayvan beslemede doğrudan kullanımını sınırlandırmaktadır (Shah vd., 2022; Tufan vd., 2015). Bu nedenle, en yaygın kitin türeviden olan ve serbest amino grubuna sahip kitosan, daha işlevsel bir alternatiftir. Selülozdan temel farkı, kito-

sanın C-2 pozisyonunda bir amin grubuna (NH_2), selülozun ise hidroksil ($-\text{OH}$) grubuna sahip olmasıdır (Anggraeni vd., 2022).

Kitosan, ruminant rasyonlarında yem katkı maddesi olarak kullanıldığında yem tüketimi, yemden yararlanma, besin maddelerinin sindirimi ve emilimi üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Ayrıca rumen fermentasyonu ve enterik metan üretimini düzenleyici etkilere sahiptir (Henry vd., 2015; Harahap vd., 2020). Kitosan, ince bağırsakta kalsiyum ve fosfor sindirilebilirliğini artırırken, bağırsak mikrobiyal dengesini de olumlu yönde etkilemektedir. Bu sayede antibiyotik kullanımının sınırlandırılması ve antimikrobiyal direnç riskinin azaltılması mümkün hale gelmektedir (Uyanga vd., 2023). Orta laktasyondaki süt ineklerine kitosan ilavesi, kuru madde (KM) ve ham protein sindirilebilirliğini artırmış, azot ve enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlamış, ayrıca sütte çoklu doymamış yağ asitlerinin oranını yükseltmiştir (Del Valle vd., 2017). Kaba yem oranı yüksek rasyonla beslenen düvelerde yapılan bir çalışmada, kitosan ilavesiyle nötr ve asit deterjan lif (NDF, ADF) ile KM sindirilebilirliği artmıştır (Henry vd., 2015). Benzer şekilde koyunlarda %50 kaba ve %50 yoğun yem içeren rasyona 136 mg/kg CA düzeyinde kitosan ilavesi, rumen fermentasyonunu iyileştirmiş ve organik madde sindirimini olumsuz etkilemeden enerji kullanımını artırmıştır (Goiri vd., 2009).

Ancak her çalışmada olumlu etkiler gözlenmemiştir. Soysal (2019), oğlaklara farklı düzeylerde (100 ve 200 mg/kg) kitosan ilavesinin besi performansı, rumen ve kan parametreleri üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığını bildirmiştir. Keçilerde yapılan başka bir çalışmada ise KOS ilavesi; canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma, total protein ve lenfosit sayısında yükselme, trigliserit ve lökosit düzeylerinde ise azalma ile sonuçlanmıştır. Araştırmacılar, KOS'un sindirim sistemi mikrobiyal dengesini olumlu yönde etkilediğini vurgulamıştır (Nakthong vd., 2012).

Araújo ve diğerleri (2015), ineklere farklı düzeylerde (50, 100, 150 mg/kg) kitosan ilavesiyle yürüttükleri çalışmada, besin maddesi sindirimi, kuru madde tüketimi ve rumendeki sindirilebilirliğinin anlamlı şekilde arttığını; asetat/propiyonat oranının azaldığını; toplam uçucu yağ asitleri (UYA) düzeyinde ise değişiklik olmadığını bildirmiştir. Ayrıca, kitosan uygulamasıyla plazma glikoz düzeyi yükselmiş; fakat toplam protein ve üre düzeyleri etkilenmemiştir.

Mingoti ve diğerleri (2016), orta laktasyondaki Holstein ineklerde 0, 50, 100 ve 150 mg/kg düzeylerinde kitosan uygulayarak, kitosanın süt verimi, besin madde sindirimi ve kan parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bulgular, kitosanın ineklerde fizyolojik ve üretim parametrelerini iyileştirme potansiyelini desteklemektedir. Çalışma so-

nuçlarına göre kitosan, kuru madde (KM) tüketimini etkilememiş; ancak KM, organik madde, ham protein ve nötr deterjan lif (NDF) sindirilebilirliğini anlamlı düzeyde artırmıştır. Bununla birlikte süt verimi, süt yağı ve genel süt kompozisyonu üzerinde anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir. Bu durum, kitosanın verim performansı ve süt yağ asidi profilini değiştirmeden sindirim etkinliğini artırabileceğini göstermektedir. En etkili dozun ise 100–150 mg/kg canlı ağırlık aralığında olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, kitosan ilavesiyle kan üre azotu (BUN) ve süt üre azotu (MUN) düzeylerinde artış kaydedilmiş; mikrobiyal protein sentezinde değişiklik olmamasına rağmen, dışkı ile azot atımında azalma gözlenmiştir. Bu sonuçlar, protein sindirilebilirliğindeki artışla birlikte karaciğer metabolizmasındaki değişimlere ve amino asit emilimindeki iyileşmeye bağlanmıştır. Özellikle rumen fermentasyonunun değişmesi ve ince bağırsaklardan amino asit azotunun daha etkin emilimi, protein sindirim etkinliğini artırmış olabilir. Ruminantlarda, yem kaynaklı proteinin sindirilebilirliği mikrobiyal proteininkinden yüksek olduğunda, amino asit emilimi daha da artmaktadır (Ruiz vd., 2001).

De Paiva ve diğerleri (2016), kitosanın süt verimini artırdığını ve bu etkinin, ruminal fermentasyonun iyileşmesiyle özellikle propiyonat üretimindeki artıştan kaynaklandığını bildirmiştir. Zeng ve diğerleri (2021), ise kitosan ilavesiyle süt ve süt proteini veriminde artış ile birlikte kan üre azotunun yükseldiğini, bu sonuçların artan KM tüketimi ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Süt verimi ile ilgili çalışmalar da farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Zanferari ve diğerleri (2018), doymamış yağ asitleri zengin rasyonlarda kitosanın süt üretimini düşürdüğünü bildirirken, Zheng ve diğerleri (2021,) kitosanın süt verimi ve düzeltilmiş süt yağın artırdığını raporlamıştır. Bu değişikliklerin, artan yem tüketimi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Diğer araştırmalar ise kitosanın süt verimi ve kompozisyonu üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını belirtmektedir (Del Valle vd., 2017; Rey vd., 2023; Seankamsorn vd., 2021). Sonuç olarak, süt ineklerinde süt veriminin temel olarak enerji ve protein gibi sınırlayıcı besin maddelerine bağlı olduğu ve kitosanın bu parametrelerle ilişkili etkilerinin dikkatle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Hayvan beslemede, hayvan sağlığı ve verimliliğinin artırılmasına yönelik olarak yem katkı maddeleri yaygın şekilde kullanılmaktadır. Kitosan ise, bu alanda henüz sınırlı ölçüde kullanılan yeni bir yem katkı maddesidir. Ülkemizin denizlerle çevrili coğrafi konumu, kitosan ve kitosan bazlı yem katkı maddelerinin üretimi için gerekli hammaddenin temininde önemli bir avantaj sunmaktadır. Bu nedenle, kitosanın hayvan beslemedeki potansiyel etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde ortaya ko-

nulabilmesi için hem in vitro hem de in vivo çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir.

Probiyotikler

Hayvan beslemesinde büyüme faktörü olarak uzun yıllar kullanılan antibiyotikler, özellikle oral yolla uygulandıklarında, sindirim sistemi mikrobiyotasının dengesini bozmakta ve patojen mikroorganizmaların antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesine neden olmaktadır. Bu tür olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla, sindirim kanalındaki mikrobiyal dengenin korunması ve yemden yararlanmanın artırılması hedeflenerek probiyotiklerin kullanımı önem kazanmıştır (Alçiçek ve Erkek, 1995; Kahraman, 1993).

“Probiyotik” terimi, Yunanca kökenli olup “yaşam için” anlamına gelmektedir. Fuller (1989), probiyotikleri “konakçının bağırsak mikrobiyal dengesini geliştirerek olumlu etkiler oluşturan canlı mikrobiyal yem katkı maddeleri” olarak tanımlamıştır. Bu tanım, probiyotik etkinin canlı mikroorganizmalar tarafından sağlandığını açıkça vurgulamaktadır. Genellikle sindirim sisteminde doğal olarak bulunan bakterilerden elde edilen bu mikroorganizmalar, belirli durumlarda maya ve mantar türlerini de içerebilmektedir (Işık vd., 2004). Probiyotik preparatlar; toz, granül, sıvı, kapsül ve pelet gibi çeşitli formlarda bulunmakta olup yemlere veya içme suyuna katılarak uygulanabilmektedir. Bu biyolojik ürünler yalnızca sindirim süreçlerine değil, aynı zamanda hayvan sağlığının genel düzeyine de olumlu katkılar sağlamaktadır (Metin ve Yanar, 2003). Ancak bu mikroorganizmaların etkinliğini sürdürebilmesi, uygulama ve saklama koşullarına doğrudan bağlıdır. Özellikle *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Streptococcus* türleri gibi termolabile bakteriler 22–25°C’de ve kuru ortamlarda muhafaza edilmelidir; 30°C’nin üzerindeki sıcaklıklarda canlılıklarında ciddi kayıplar meydana gelmektedir. Buna karşın, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Bacillus* türleri gibi bazı probiyotik ajanlar, peletleme sırasında maruz kalınan yüksek sıcaklıklara daha dayanıklıdır. Son yıllarda geliştirilen mikrokapsülasyon teknolojisi sayesinde, bazı bakteriyel probiyotiklerin 90–95°C’ye kadar olan sıcaklıklarda bile canlılıklarını koruyabildikleri bildirilmiştir (Öztürk, 2008a; Sarıca, 1999; Teller ve Focant, 1999).

Süt sığırlarının beslenmesinde probiyotik kullanımı ile rumen mikrobiyal popülasyonunda faydalı değişiklikler gözlenmiştir. Probiyotikler; selülitik bakteri popülasyonunun artışı teşvik ederek selüloz sindirimini iyileştirmekte, laktik asit ve amonyak kullanımını optimize etmekte ve rumen pH’sını nötral düzeyde sabit tutarak ruminal stabiliteyi desteklemektedir (Karaayvaz ve Alçiçek, 1999; Uygur, 1999). Bu

fizyolojik etkiler, özellikle maya kaynaklı probiyotiklerle daha belirgin hale gelmektedir. Bu kapsamda yapılan araştırmalarda, probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmaların etkinliği belirlenmiş ve bazı türler üzerine yoğunlaşmıştır. Ruminantlar için geliştirilen probiyotik ürünlerde yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalar arasında *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* ve *Bacillus* türü bakteriler ile *Aspergillus* türü mantarlar ve *Saccharomyces cerevisiae* mayası öne çıkmaktadır (Erasmus vd.,1992; Krehbiel vd., 2003). Probiyotik maya ve mantarlar özellikle metabolik ürün içerikleri bakımından önemlidir. Bu mikroorganizmalar, yüksek sindirilebilirlik oranlarının yanı sıra protein, B grubu vitaminleri, enzimler ve iz elementler yönünden zengin içerikleriyle dikkat çekerler (Nursoy ve Baytok, 2003. Öztürk, 2008a). Ancak ticari kullanıma uygun maya türlerinin sayısı sınırlıdır. *Saccharomyces cerevisiae*, “ekmek mayası” olarak bilinen ve en yaygın ticarileştirilmiş maya türlerinden biridir (Teller ve Focant, 1990). Söz konusu maya ve kültürleri, sindirim kanalında yaklaşık 30 saat süreyle canlılıklarını sürdürebildikleri dönemde probiyotik etki gösterirken, aynı zamanda içerdiği %40–60 oranındaki ham protein (HP) sayesinde rasyonda protein kaynağı olarak da değerlendirilebilmektedir (Nursoy ve Baytok, 2003). *Saccharomyces cerevisiae*’nin yem katkı maddesi olarak kullanımı, ABD’de 1980’li yıllardan bu yana yaygın bir uygulamadır (Karaayvaz, 2004). Yapılan çeşitli çalışmalarda, bu mayanın rasyona ilavesiyle kuru madde tüketiminde artış, vücut ağırlığı kayıplarında azalma ve laktasyonun başlangıcında süt veriminde hızlı artışlar kaydedilmiştir. Bununla birlikte, süt verimi ve süt kompozisyonu üzerine uzun dönemli etkiler bazı araştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Metin ve Yanar, 2003). *Saccharomyces cerevisiae* kullanımına ilişkin bazı çalışmalar, süt veriminde günlük 1.4 kg’a kadar artış sağlandığını göstermektedir (Bakal, 1999; Karaayvaz ve Alçiçek, 1999). Farklı doz ve uygulama protokolleri ile gerçekleştirilen araştırmalarda, süt verimi ve bileşiminde çeşitli değişiklikler gözlenmiş ve bu sonuçlar tablolarla rapor edilmiştir (Alçiçek ve Erkek, 1995; Alçiçek vd., 1998).

Probiyotik mayalar rumende doğrudan sindirime katılmamakla birlikte, rumen mikrobiyotasının işlevsel aktivitesini destekleyerek faydalı bir ortam oluştururlar. Bu etkiler, mayaların malik asit, amino asitler, kısa zincirli peptitler, vitaminler, lipid türevleri ve karbonik asit gibi metabolitler üretmeleriyle; ayrıca rumendeki oksijeni tüketerek anaerobik koşulların sürdürülebilirliğine katkı sağlamalarıyla ilişkilidir (Öztürk, 2008a; Sutton vd., 2003). Bu durum, özellikle selülitik, hemiselülitik, pektinolitik ve amilolitik mikroorganizmaların aktivitesinin artmasına zemin hazırlamaktadır.

Genç ruminantlarda sindirim sisteminin yapısal ve mikrobiyal olgunlaşması, rumen mikrobiyal yükü ile doğrudan ilişkilidir. Rumen geliş-

minin en önemli morfolojik göstergesi villus uzunluğu olup, bu yapıların gelişimi büyük oranda uçucu yağ asitlerinin (UYA) üretimiyle desteklenmektedir (Sarıpınar ve Sulu, 2005; Wallace ve Newbold, 2007). Probiyotik özellik gösteren *Aspergillus oryzae* ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi aerobik maya ve mantar türleri, rumendeki oksijenin tüketilmesi yoluyla anaerobik mikrobiyal flora lehine bir ortam oluşturarak, sindirim enzim aktivitesini ve UYA üretimini artırmaktadır. Bu süreç, asetik ve propiyonik asit düzeylerinin yükselmesine ve böylece rumen flora-faunasının dengelenmesine katkı sağlamakta; özellikle erken süten kesim dönemindeki buzağılarda geçişi kolaylaştırmaktadır (Beharka vd., 1991; Beharka ve Nagaraja, 1998; Krehbiel vd., 2003; Wallace ve Newbold, 2007). Ayrıca, laktik asit üreten *Streptococcus bovis* ve *Lactobacillus* türlerinin, laktat tüketebilen *Propionibacterium acnes* ya da *Aspergillus oryzae* ile kombine kullanımı, rumende papilla gelişimini ve UYA sentezini olumlu yönde etkileyebilmektedir (Sarıpınar ve Sulu, 2005).

Buzağı yetiştiriciliğinde, özellikle yaşamın ilk haftalarında karşılaşılan ishal vakalarının kontrol altına alınmasında probiyotik preparatlarının potansiyeli öne çıkmaktadır. Bu amaçla yapılan çeşitli çalışmalarda, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium* ve *Bacillus* türlerinin uygulamalarının ishal insidansını azaltmada daha etkili olduğu belirlenmiştir (Işık ve Ekimler, 2004; Wallace ve Newbold, 2007).

Çevresel stres faktörlerinden biri olan yüksek ortam sıcaklıkları, özellikle süt sığırlarında yem tüketimi ve verim üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Isı stresinin fizyolojik etkilerini azaltmak amacıyla, *Saccharomyces cerevisiae* kültürü (56 veya 60 g/gün) ve *Aspergillus oryzae* ekstraktının (3 g/gün) yemlere ilavesiyle yürütülen çalışmalarda, rektal sıcaklıkta düşüş ve yemden yararlanma oranında yaklaşık %7'lik artış sağlandığı rapor edilmiştir (Higginbotham, 1994; Schingoethe vd., 2004). Ancak bu bulgular tüm çalışmalar tarafından desteklenmemektedir. Örneğin, Bertrand ve Grimes tarafından yürütülen bir araştırmada, ısı stresi altındaki süt ineklerine *Aspergillus oryzae* ekstraktı ilavesinin rektal sıcaklık üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Bertrand ve Grimes, 1997). Benzer şekilde, *Aspergillus oryzae* fermentasyon ürünlerinin süt verimi, selüloz sindirilebilirliği, yem tüketimi, rumen amonyak düzeyleri ve selüloz parçalayıcı bakteriler (*Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio spp.*) üzerindeki etkilerinin sınırlı olduğu ya da istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı bazı çalışmalarla ortaya konmuştur (Bertrand ve Grimes, 1997; Varel ve Kreikemeier, 1994;). Bu durum, probiyotik etkilerin hayvanın fizyolojik durumu, çevresel koşullar, rasyon bileşimi ve kullanılan preparatın özelliklerine göre değişebileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, probiyotikler ruminantların beslenmesinde başarıyla uygulanmakta ve sindirim sistemi mikrobiyotasını dengeleyerek hem süt miktarı hem de süt kalitesinde iyileşme sağlamaktadır. Ayrıca, hastalık, stres, ilaç tedavisi sonrası ya da ani yem değişiklikleri gibi durumlarda ortaya çıkan mikrobiyal dengesizliklerin önlenmesinde de etkin rol oynamaktadırlar. Bununla birlikte, probiyotiklerin etkinliği; kullanılan mikroorganizmanın türü, canlılık durumu, uygulama şekli, dozu ve saklama koşulları gibi birçok faktöre bağlıdır. Etkili bir kullanım için, preparatların canlı ve aktif mikroorganizmalar içermesi, uygun koşullarda muhafaza edilmesi ve uygulama sırasında canlılığını koruyacak yapıda olması gerekmektedir.

Prebiyotikler

Prebiyotikler, sindirilmeyen bağırsaklara ulaşabilen ve burada yaşayan yararlı mikroorganizmaların (özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri) gelişimini destekleyen, karbonhidrat yapılı yem katkı maddeleridir (Filya vd., 2011). Bu maddeler, doğrudan enerji sağlamaz; ancak konakçı hayvanın sindirim sağlığı ve bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler oluşturur. En yaygın prebiyotikler arasında mannan-oligosakkaritler (MOS), frukto-oligosakkaritler (FOS), galakto-oligosakkaritler (GOS) ve inulin yer almaktadır (Aşan ve Özcan, 2006; Öztürk, 2008b).

MOS, özellikle *Saccharomyces cerevisiae* (ekmek mayası) hücre duvarından elde edilen doğal bir prebiyotiktir. Yapısında bulunan mannoz üniteleri sayesinde patojen bakterilerin bağırsağa tutunmasını engelleyerek, hastalık oluşumunun önüne geçmektedir. Aynı zamanda bağışıklık sistemini uyarak antikor üretimini ve fagositik hücrelerin aktivitesini artırmaktadır. Bu özelliğiyle özellikle buzağılarda sık görülen ishal vakalarının azaltılmasında antibiyotiklere alternatif olarak başarıyla kullanılmaktadır (Türkmen vd., 2011). FOS ve inulin gibi diğer prebiyotikler ise çoğunlukla yer elması, hindiba, sarımsak, soğan ve muz gibi bitkisel kaynaklardan elde edilmektedir. Bu bileşikler bağırsakta fermente edilerek kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA) üretimini artırır, pH'yı düşürerek patojenlerin çoğalmasını sınırlar ve yararlı bakterilerin çoğalmasına zemin hazırlar. Aynı zamanda FOS'ların kolesterol düzeylerini düşürdüğü ve mineral emilimini (özellikle Ca, Mg, Zn gibi) artırdığı bildirilmektedir (Costello, 2005).

Prebiyotiklerin en büyük avantajlarından biri, patojen mikroorganizmalar tarafından kullanılamamalarıdır. Bu özellik, bağırsaklarda zararlı bakterilerle yararlı bakteriler arasında rekabetin önüne geçerek mikrobiyal dengenin korunmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, bazı prebiyotiklerin yemlerdeki mikotoksinleri (özellikle aflatoksin) bağlayarak, bu

toksinlerin bağırsaklardan emilimini önlediği ve hayvan sağlığı ile ürün güvenliğini olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir (Blezinger, 2006). Quigley ve diğerleri (1997), *Aspergillus oryzae* kaynaklı oligosakkaritlerin süt ikame yemine eklenmesiyle ishal sıklığı ve şiddetinde azalma sağlandığını, bunun da bağırsak sağlığının iyileşmesine, yemden yararlanmanın ve günlük canlı ağırlık artışının %58 oranında artmasına katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Heinrichs ve diğerleri (2003), süt ikame yemine günlük 4 g mannanoligosakkarit (MOS) ilavesinin dışkı kıvamını yoğunlaştırarak ishal şiddetini azalttığını, başlangıç yemi tüketimini artırdığını, ancak bu artışın canlı ağırlık üzerine anlamlı bir etki yapmadığını ifade etmişlerdir. Çalışmada ayrıca vücut ölçüleri ve serum protein-nitrojen düzeyleri bakımından gruplar arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Donovan ve diğerleri (2002), süt ikame yemlerine oligosakkarit, antibiyotik (alisin) ve fruktoz bazlı bakteriyel karışım içeren katkı maddeleri ilave ederek bu katkıların performans, ishal şiddeti ve serum protein düzeyleri üzerine etkilerini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, bu katkıların arasında istatistiksel bir fark bulunmamış ve antibiyotik yerine prebiyotik ve probiyotik kullanımının benzer performans sonuçları sağlayabileceği vurgulanmıştır. Kılıç ve diğerleri (2007), tam yağlı süte günlük 4 g MOS ilavesinin siyah alaca buzağılarda yem tüketimi, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma, vücut ölçüleri ve dışkı kıvamı açısından anlamlı bir farklılık yaratmadığını bildirmiştir. Ancak, 26–46 günlük yaş döneminde pelet yem tüketimi ve canlı ağırlık artışında artış eğilimi gözlemlenmiştir. Roodposhti ve Dabiri (2012), *Saccharomyces cerevisiae* hücre duvarından elde edilen MOS'un tam yağlı süte 4 g/gün düzeyinde ilavesinin 6., 7. ve 8. haftalarda buzağılarda canlı ağırlık artışını anlamlı düzeyde artırdığını ve dışkıda *E. coli* sayısını azalttığını belirtmiştir.

Prebiyotiklerin yalnızca buzağılarda değil, gebelik döneminde ineklere uygulanmasıyla da yeni doğan yavrular üzerinde olumlu etkiler gösterdiği bildirilmektedir. Sırakaya (2008), kuru dönemdeki inek rasyonlarına mannanoligosakkarit (MOS) ilavesinin, bu ineklerden doğan buzağılarda immün yanıtı artırdığını belirtmiştir. Prebiyotiklerden biri olan frukto-oligosakkaritler (FOS), bağırsak sağlığını destekleyerek sindirimin düzenlenmesine katkı sağlamakta, aynı zamanda kan kolesterol düzeyini düşürmekte ve bağışıklık sistemini güçlendirmektedir (Türkmen vd., 2011). Bununla birlikte, fruktooligosakkaritlerin doğal kaynaklarından biri olan inulin, başta hindiba, yer elması, yıldız çiçeği ve enginar olmak üzere çeşitli kök ve yumru bitkilerde bol miktarda bulunan, iyi bir fruktoz kaynağıdır. Ergün (2007), inulini tatlılık derecesi yüksek, suda kolay çözünebilen bir karbonhidrat olarak tanımlamış ve özellikle prebiyotik etkileri nedeniyle hayvan beslemesinde dikkat çeken bir bileşik olduğunu vurgulamıştır.

Sonuç olarak, prebiyotikler ruminant beslemesinde antibiyotiklere doğal ve güvenilir alternatifler olarak öne çıkmaktadır. Sindirim sistemi sağlığını desteklemesi, bağışıklığı güçlendirmesi ve hayvan performansını potansiyel olarak iyileştirmesi nedeniyle, özellikle antibiyotik kullanımının sınırlandığı günümüz hayvancılık uygulamalarında önemli bir yer tutmaktadır.

Enzimler

Enzimler, sindirim sisteminin doğal enzim salgılama kapasitesini desteklemek amacıyla yemlere ilave edilen biyokatalizörlerdir. Özellikle karmaşık yapıları karbonhidratların sindirilebilirliğini artırmak, yemden yararlanmayı iyileştirmek ve bazı antinutrientlerin etkisini azaltmak amacıyla kullanılırlar. Bu enzimler genellikle *Bacillus spp.*, *Streptococcus faecium*, *Trichoderma reesei*, *Aspergillus oryzae* ve *Saccharomyces cerevisiae* gibi mikroorganizmalardan elde edilmektedir (Diler, 2007; McAllister vd., 2001).

Enzimlerin aktivitesi; sindirim kanalının pH'sı, sıcaklık, yem kompozisyonu ve hayvanın yaşı gibi faktörlere bağlıdır. Ruminantların rumen mikrobiyotasının oldukça gelişmiş olması nedeniyle uzun süre boyunca bu tür hayvanlarda ekzojen enzim katkılarının etkili olamayacağı düşünülmüşse de, son çalışmalar bu düşüncenin geçerliliğini yitirdiğini ortaya koymuştur (Rode vd., 1999; McAllister vd., 2001; Yang vd., 1999). Özellikle rumende mikrobiyal sindirimi destekleyen fibrolitik enzimler (selüloz, hemiselüloz, ksilanaz) üzerinde yapılan araştırmalar, bu katkıların yem sindirimi ve performans üzerine olumlu etkiler gösterebildiğini göstermektedir (Eun ve Beauchemin, 2005; Zheng vd., 2000). Ekzojen enzimlerin yem tüketiminden hemen önce sprey şeklinde uygulanmasının, toz ya da sıvı uygulamalara göre daha etkili olduğu bildirilmektedir (Beauchemin vd., 2000). Bu uygulama, rumen mikroorganizmalarının tam olarak parçalayamadığı hücre duvarı unsurlarının sindirimini başlatarak mikrobiyal sindirime katkı sağlayabilmektedir. Ayrıca, rumende aktif kalan enzimlerin sinerjik şekilde çalışarak endojen enzim aktivitesini artırdığı, bunun da özellikle ksilanaz ve selüloz gibi enzimlerde gözlemlendiği bildirilmektedir (McAllister vd., 2001).

Genç ruminantlarda yapılan araştırmalarda, ekzojen enzim ilavesinin kuru madde (KM), ham selüloz (HS), nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) sindirilebilirliği ile birlikte büyüme performansı ve yemden yararlanmayı artırdığı belirlenmiştir (Cruywagen ve Van-Zyl, 2008). Buzağı ve kuzularda rumen gelişiminin en önemli göstergeleri arasında rumen papillalarının uzunluğu ve mikrobiyal çeşitlilik yer almakta olup, bu gelişim uçucu yağ asitleri (UYA) üretimiyle yakından ilişkilidir (Sarıpınar ve

Sulu, 2005). Yetişkin ruminantlarda da benzer bulgular mevcuttur. Örneğin, yapılan bir çalışmada, kuzulara doğrudan rumene veya tükettikleri kaba yeme fibrolitik enzim ilavesiyle KM, organik madde (OM), ham protein (HP) ve hemiselüloz sindirilebilirliğinin yanı sıra rumen UYA düzeyi ve azot dengesinde artış tespit edilmiştir (Balcı vd., 2007). Besi sığırları ile yapılan başka bir çalışmada ise *Trichoderma longibrachiatum* kaynaklı enzim katkısının samanın sindirilebilirliğini, canlı ağırlık artışını ve yemden yararlanmayı anlamlı şekilde artırdığı gözlenmiştir (Pinos-Rodriguez vd., 2002) Bununla birlikte bazı çalışmalarda ekzojen enzim katkılarının etkisiz olduğu ya da sınırlı etkiler gösterdiği de belirtilmiştir. Örneğin, süttan kesilmiş kuzularla yapılan bir çalışmada, konsantre yem ağırlıklı rasyona eklenen enzimlerin performans üzerine etkisi tespit edilememiştir (Muwalla vd., 2007). Benzer şekilde, başka bir çalışmada, enzim katkılı buğday samanı kullanımının sindirilebilirlik ve verim üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Jafari vd., 2005). Bu tutarsızlıkların, yemin yapısı, enzimin tipi, stabilitesi, uygulama şekli ve miktarı gibi birçok faktöre bağlı olabileceği düşünülmektedir (Yang vd., 1999). Süt ineklerinde yapılan çalışmalar, özellikle laktasyonun başında verilen yoğun konsantre yemle birlikte kullanılan ekzojen fibrolitik enzimlerin KM, HS, NDF ve ADF sindirimini artırabildiğini, ayrıca süt verimi ve kompozisyonuna da katkı sağladığını göstermektedir (Yang vd., 1999; 2000).

Sonuç olarak, ruminant rasyonlarına eklenen ekzojen enzimlerin etkisi birçok faktöre bağlı olarak değişmekle birlikte, özellikle genç hayvanlarda rumen gelişimi, sindirilebilirlik, yemden yararlanma ve performans üzerine olumlu etkiler sağladığı genel olarak kabul edilmektedir.

Organik Asitler

Organik asitler, karbon sayısı C1 ile C7 arasında değişen ve hem bitki hem de hayvan dokularında doğal olarak bulunan bileşiklerdir. Aynı zamanda mikrobiyal fermentasyonun son ürünü olarak da oluşurlar (Doyle, 2001). Formik, laktik, propiyonik, asetik, fumarik ve sitrik asitler gibi organik asitler ile bunların sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları yem katkı maddesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Partanen ve Mroz, 1999). Gıda endüstrisinde bu asitler koruyucu ve tatlandırıcı olarak; yem endüstrisinde ise sindirim sistemindeki asitliği artırarak enzim etkinliğini iyileştirmek, mikrobiyal dengeyi düzenlemek, yemlerin bozulmasını önlemek ve sindirimi artırmak amacıyla tercih edilmektedir (Verstegen ve Williams, 2002). Antibakteriyel özellikleri sayesinde, özellikle bağırsak ortamında bakteriyostatik (bakteri çoğalmasını engelleyen) ve bakterisidal (bakteri öldürücü) etkiler göstererek patojen mikroorganizmaların yaşama şansını azaltırlar. Aynı zamanda yararlı mikrofloranın baskın

hale gelmesine destek sağlarlar (Van Dam, 2006).

Organik asitler, sadece yem katkı maddesi olarak değil, aynı zamanda çiftlik koşullarında fazla kolostrum veya sütün ekşitilerek muhafaza edilmesinde de kullanılmaktadır. Özellikle buzağı mamalarında hem koruyucu hem de tatlandırıcı olarak yer almaktadırlar (Foley ve Otterby, 1978; Jaster vd., 1990). Buzağılara verilecek fazla kolostrum veya tam yağlı süt, formik ya da propiyonik asit gibi organik asitler ile pH'sı 4.2-5.7 aralığına düşürüldüğünde, özellikle soğuk hava koşullarında uzun süre bozulmadan saklanabilir ve doğrudan hayvana sunulabilmektedir (Stolpmann, 1983). Ayrıca süt veya ikame yemlerde pH'nın 4.0-4.5 seviyelerine çekilmesi, sindirim kanalında asidik ortam oluşturarak koliform ve salmonella gibi patojen bakterilerin çoğalmasını engeller ve böylece ishallerin önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır (Berner, 1983).

Jaster ve diğerleri (1990), pH'sı 5.3'e sitrik asit ile ayarlanmış süt ikame yemleri ile kontrol grubunu (pH 6.2) karşılaştırmış; canlı ağırlık artışı ve vücut ölçüleri bakımından anlamlı bir fark bulmamıştır. Asitlendirilen grupta kuru madde tüketimi biraz daha yüksek olmasına rağmen bu fark da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak, 3-28 günlük dönemde dışkı puanı asitli grupta daha düşük saptanmış (1.4'e karşı 1.6); araştırmacılar % 10 organik asit ilaveli süt ikame yemlerinin ishalin azaltılmasında etkili olabileceğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Kaya ve diğerleri (2000), Siyah Alaca buzağılarda formik asit ile pH'sı 4.8'e düşürülen tam yağlı sütün; başlangıç yemi, kuru ot ve toplam kuru madde tüketimi ile yemden yararlanma, canlı ağırlık artışı ve süttten kesim ağırlığı gibi performans kriterleri üzerine etkili olmadığını bildirmiştir. Ancak, 5-25 günler arasında ishal görülme sıklığı ve ishal nedeniyle tedavi oranı asitli grupta anlamlı derecede düşük bulunmuştur.

Organik asitlerin yemlerin asitliğini artırarak bozulmalarını önledikleri, sindirim kanalında mikrobiyal dengeyi sağlayarak besin maddelerinin sindirimini ve emilimini iyileştirdikleri, dolayısıyla büyüme performansını ve genel hayvan sağlığını olumlu etkiledikleri bildirilmektedir (Garipoğlu, 2005). Bu maddeler ayrıca ruminantlarda rumen laktik asit düzeyinin kontrolünde de rol oynayabilmektedirler (Castillo vd., 2004). Ruminant beslemesinde sıklıkla kullanılan organik asitler arasında malik, fumarik, formik, asetik, sitrik, okzalik, malonik, suksinik, aspartik ve piruvik asit gibi bileşikler ve bunların tuzları yer almaktadır (Garipoğlu, 2005). Malik asit, ruminant beslemede öne çıkan organik asitlerden biridir. Castillo ve diğerleri (2005), bu asidin buzağılarda günlük canlı ağırlık artışını ve yemden yararlanmayı artırdığını bildirmiştir. Carro ve Ranilla (2003) ise kuzularda malik asit ilavesinin yem tüketimini ve büyüme performansını olumlu etkilediğini belirtmiştir. Öte yandan, Carro

ve diğerleri (2006), yüksek yoğunluklu konsantre yem içeren kuzu rasyonlarında malik asidin sindirilebilirlik üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığını saptamışlardır.

Süt sığırlarında yapılan çalışmalar, malik asidin ADF ve NDF sindirilebilirliğini ve mikrobiyal protein sentezini artırabildiğini göstermektedir (Sniffen vd., 2006). Ancak, kuru madde tüketimi ve süt kompozisyonu üzerine belirgin bir etkisi olmadığı da belirtilmiştir (Kung vd., 1982). Rumene doğrudan malat verilmesi ise süt verimini artırabilmekte ancak sindirilebilirlik üzerine anlamlı bir etki oluşturmamaktadır (Sniffen vd., 2006).

Sonuç

Son yıllarda artan antibiyotik direnci ve hayvansal ürünlerde kalıntı riski nedeniyle, ruminant beslemede antibiyotiklerin yerini alabilecek doğal alternatiflerin araştırılması büyük önem kazanmıştır. Antibiyotiklerin hayvansal ürünlerde kalıntı bırakma riski ve antibiyotik direncini artırma potansiyeli, probiyotikler, prebiyotikler ve enzimler gibi doğal kaynaklı katkı maddelerinin tercih edilmesini teşvik etmiştir. Bu doğal katkılar, yalnızca hayvan sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturmakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğe de katkıda bulunmaktadır. Özellikle ruminantların sindirim süreci sonucu atmosfere salınan metan gazı, belirli probiyotiklerin yemlere ilavesiyle azaltılabilmektedir. Bu durum, doğal katkı maddelerinin sadece üretim verimliliği açısından değil, iklim değişikliğiyle mücadele açısından da değerli olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, ruminant beslemede doğal antibiyotik alternatiflerinin etkinliği konusunda umut verici gelişmeler yaşansa da, bu maddelerin kullanımının bilimsel temellere dayandırılması, uzun dönemli etkilerinin değerlendirilmesi ve rasyon formülasyonuna entegre edilmesi gerekmektedir. Gelecekte daha sağlıklı, verimli ve çevre dostu hayvansal üretim sistemleri için doğal katkı maddeleri üzerine yapılan çalışmaların artırılması büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Adıyaman, E., Ayhan, V. 2010. Etlik Piliçlerin Beslenmesinde Aromatik Bitkilerin Kullanımı. Derleme. Hayvansal Üretim, 51(1): 57-63.
- Alçıçek, A., ve R. Erkek. 1995. Hayvan Beslemede Probiyotik Kullanımı, Ege Ü. Z. F. Dergisi, 32 (1): 269-276.
- Alçıçek, A., Y. ayan, ve H. Özkul. 1998. Ruminantların Beslenmesinde Probiyotik Kullanımında Yeni Gelimler, Hayvansal Üretim, 38: 3238.
- Alçıçek, A., Bozkurt, M., Çabuk, M. 2003. The Effect of An Essential Oil Combination Derived from Selected Herbs Growing Wild in Turkey on Broiler Performance. South African Journal of Animal Science, 33 (2): 89-94.
- Alp, M., Midilli, M., Kocabağlı, N., Yılmaz, H., Turan, N., Gargılı, A., Acar, N. 2010. Broyler Rasyonlarına Katılan Kekik Esansiyel Yağının Büyüme Performansı, Karkas Randımanı, Serum IgG Konsantrasyonu ve Oosist Sayısı Üzerine Etkisi. Kümes Hayvanları Kongresi, 07-09 Ekim 2010, Kayseri
- Anggraeni A S, Jayanegara A , Laconi E B, Kumalasari NR, Sofyan A. 2022. Marine by-products and insects as a potential chitosan source for ruminant feed additives. Czech Journal of Animal Science 67(8): 295-317.
- Araújo APC, Venturelli BC, Santos MCB, Gardinal R, Cônsolo NRB, Calomeni GB, Freitas JE, Barletta RV, Gandra JR, Paiva PG. 2015. Chitosan affects total nutrient digestion and ruminal fermentation in Nellore steers. Animal Feed Science Technology 206:114-118.
- Aşan M, Özcan N, 2006. Kanatlı beslemede inulinin prebiyotik olarak önemi. Hayvansal Üretim, 47(2): 48-53.
- Bakal, A. 1999. Ruminantların Beslenmesinde Probiyotik Kullanımı, Bitirme Tezi, Ege Ü. Z. F. Zootekni Bölümü, İzmir, 26 s.
- Balcı F, Dikmen S, Gencoglu H, Orman A, Turkmen I, Biricik H, 2007. The effect of fibrolytic exogenous enzyme on fattening performance of steers. Bulg J Vet Med, 10(2): 113-118.
- Beauchemin KA, Rode LM, Maekawa M, 2000. Evaluation of a nonstarch polysaccharidase feed enzyme in dairy cow diets. J Dairy Sci, 83(3): 543-553.
- Beharka AA, Nagaraja TG, Morrill JL, 1991. Performance and ruminal function development of young calves fed diets with *Aspergillus oryzae* fermentation extract. J Dairy Sci, 74(12): 4326-4336.
- Beharka AA, Nagaraja TG, 1998. Effect of *Aspergillus oryzae* extract alone or in combination with antimicrobial compounds on ruminal bacteria. J Dairy Sci, 81(6): 1591-1598.
- Berner, D. 1983. Milk replacer for acid feeding and the problems involved modern feeding methods for rearing calves, Roche Information Service, Animal Nutrition Department, Switzerland, p: 27-41.
- Bertrand JA, Grimes LW, 1997. Influence of tallow and *Aspergillus oryzae*

- fermentation extract in dairy cattle rations. *J Dairy Sci*, 80 (6): 1179-1184.
- Blezinger SB, 2006. Yeast products can have positive effects on cattle performance. *Cattle Today Online*. <http://www.cattletoday.com/archive/2006/june/CT489.shtml>. Erişim Tarihi: 06/06/2009.
- Buchanan, N.P., Hott J.M., Cutlip, S.E., Rack, A.L., Asamer, A., Moritz, J.S. 2008. The Effects of a Natural Antibiotic Alternative and a Natural Growth Promoter Feed Additive on Broiler Performance and Carcass Quality. *J. Appl. Poult. Res.* 17:202–210.
- Buğdaycı, K. E. 2008. Esansiyel Yağ ve Probiyotik'in Broilerlerde Performans, İmmün Sistem ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. AÜ. Sağlık Bil. Ens. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD. Doktora Tezi, 89 s.
- Carro MD., Ranilla MJ., 2003. Effect of the addition of malate on in vitro rumen fermentation of cereal grains. *British Journal of Nutrition*, 89, 181-188. Carro MD., Ranilla MJ., Giraldez FJ., Mantecon AR., 2006. Effects of malate on diet digestibility, microbial protein synthesis, plasma metabolites, and performance of growing lambs fed a high concentrate diet. *Journal of Animal Science*, 84, 405-410.
- Carro MD., Ranilla MJ., Giraldez FJ., Mantecon AR., 2006. Effects of malate on diet digestibility, microbial protein synthesis, plasma metabolites, and performance of growing lambs fed a high concentrate diet. *Journal of Animal Science*, 84, 405-410.
- Castillo C., Benedito JL., Mendez J., Pereira V., Lopez Alonso M., Miranda M., Hernandez J., 2004. Organic acids as a substitute for monensin in diets for beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 115, 101-116.
- Castillo C., Benedito JL., Pereira V., Mendez J., Vazquez P., Lopez Alonso M., Hernandez J., 2005. Effects of malate supplementation on acid-base balance and productive performance in growing/finishing bull calves fed a high-grain diet. *Archives of Animal Nutrition*, 62, 70-81.
- Chang Q, Lu Y, Lan R. 2020. Chitosan oligosaccharide as an effective feed additive to maintain growth performance, meat quality, muscle glycolytic metabolism, and oxidative status in yellow-feather broilers under heat stress. *Poultry Science* 99:4824-4831.
- Costello, R. 2005. Causative agents of calfhood diarrhea. A Division of Merrick Animal Nutrition, Inc. www.merricks.com.
- Cruywagen CW, Van-Zyl WH, 2008. Effects of a fungal enzyme cocktail treatment of high and low forage diets on lamb growth. *Anim Feed Sci Tech*, 145(4): 151-158.
- Çetin, T. 2008. Eterik Yağların Broilerde Besi Performansı, Bazı Kan Parametreleri ile Newcastle Hastalığı ve Enfeksiyöz Bronşitis Antikor Seviyeleri Üzerine Etkisi. AÜ. Sağlık Bil.
- Çiftçi, M., Güler, T., Dalkılıç, B., Ertas, O.N. 2005. The Effect of Anise Oil (*Pimpinella anisum* L.) on Broiler Performance. *International Journal of Poultry Science*, 4 (11): 851-855. Ens. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları ABD. Doktora Tezi, 86 s.

- de Paiva PG, Jesus EF, Del Valle TA, Almeida GF, Costa AGBVB. Consentini CE, Zanferari F, Takiya CS, Bueno ICS, Rennó FP. 2016. Effects of chitosan on ruminal fermentation, nutrient digestibility, and milk yield and composition of dairy cows. *Animal Production Science* 57:301.
- Del Valle TA, de Paiva PG, de Jesus EF, de Almeida GF, Zanferari F, Costa AGBVB, Bueno ICS, Rennó FP. 2017. Dietary chitosan improves nitrogen use and feed conversion in diets for mid-lactation dairy cows. *Livestock Science* 201: 22-29.
- Dias A O C, Goes R H T B, Gandra J R, Takiya C S, Branco A F, Jacaúna A G, Oliveira RT, Souza C J S, Vaz M S M. 2017. Increasing doses of chitosan to grazing beef steers: Nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation, and nitrogen utilization. *Animal Feed Science Technology* 225:73-80.
- Diler A, 2007. Probiyotik + Enzim Kombinas yonunun Esmer Irkı Buzağılarda Yemden Ya rarlanma ve Büyüme Performansı Üzerine Etkileri. Yüksek Linans Tezi. Atatürk Üniv Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Programı. Erzurum.
- Donovan, D.C., Franklin, S.T., Chase, C.C.L., Hippen, A.R. 2002. Growth and health of holstein calves fed milk replacers supplemented with antibiotics or enteroguard. *Journal of Dairy Science* 85(4): 947 950.
- Doyle, M.E. 2001. Alternatives to antibiotic use for growth promotion in animal husbandry, Food Research Institute, University of Wisconsin Madison, WI 53706.
- Erasmus LJ, Botha PM, Kisther A, 1992. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J Anim Sci*, 75 (11): 3056-3065.
- Ergün A., 2007. Yem Katkı Maddeleri. Alınmıştır: Ergün, A., Tuncer, ŞD., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Şehu, A.Yem Hijyeni ve Teknolojisi, Pozitif Matbaacılık. Ankara, 230-259.
- Essa, H. Al-Mashhadani., Farah, K. Al-Jaff., Sunbul J.H., Hanan E. Al-Mashhadani. 2011. Effect of Different Levels of Coriander Oil on Broiler Performance and Some Physiological Traits under Summer Condition. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(1):10-14.
- Ertaş, O.N., Güler, T., Çiftçi, M., Dalkılıç, B., Şimşek, Ü.G. 2005. The Effect of an Essential Oil Mix Derived from Oregano, Clove and Anise on Broiler Performance. *International Journal of Poultry Science*, 4(11): 879-884.
- Eun JS, Beauchemin KA, 2005. Effects of a proteolytic feed enzymes on intake, digestion, ruminal fermentation and milk production. *J Dairy Sci*, 88(6): 2140-2153.
- Filya İ., Canbolat Ö., Ak İ., Alçiçek A., Kırpınar F., 2011. Hayvan Besleme. 1. Baskı, no: 2244, 60-81, Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir.
- Foley, J. A., Otterby, D.E. 1978. Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: a review. *Journal of Dairy Science* 61(8) :1033-1060.

- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *J. Apply. Bacteriology* 66 (5): 365:378.
- Garipoğlu AV., 2005. Ruminant beslemede organik asitlerin kullanımı, III. Ulusal HayvanBesleme Kongresi, Bildiriler Kitabı, 408- 412, Adana.
- Goiri I, Oregui L M, Garcia-Rodriguez A. 2009. Dose-response effects of chitosans on in vitro rumen digestion and fermentation of mixtures differing in forage to concentrate ratios. *Animal Feed Science Technology* 151:215-227.
- Griggs, J. P., Jacobi, J. P. 2005. Alternatives to Antibiotics for Organic Poultry Production. *J. Appl. Poult. Res.*, 14:750–756.
- Güler, T., Dalkılıç, B. 2005a. Aromatik Bitkilerin Organik (Ekolojik) Hayvancılıkta Kullanım İmkânı (Derleme). DAUM, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırma ve Uygulama Merkezi, 3(2) : 13-20.
- Güler, T., Ertaş, O.N., Çiftçi, M., Dalkılıç, B. 2005b. The Effect of Coriander Seed (*Coriandrum Sativum* L.) as Diet Ingredient on The Performance of Japanese Quail. *South African Journal of Animal Science*, 35(4): 260-266.
- Güler, T., Dalkılıç, B., Çiftçi, M., Ertaş, O.N., Dikici, A., Özdemir, P., Ö.P. Bozkurt. 2005c. Broiler Rasyonuna Katılan Kekik ve Anason Yağları İle Antibiyotikğin Toplam Sekal Koliform Bakteri Sayısı Üzerine Etkisi. DAUM, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırma ve Uygulama Merkezi, 3(3) : 47-52.
- Haldorai Y, Shim JJ. 2013. Chitosan-zinc oxide hybrid composite for enhanced dye degradation and antibacterial activity. *Composite Interfaces*, 20(5):365-377.
- Harahap RP, Setiawan D, Nahrowi, Suharti S, Obitsu T, Jayanegara A. 2020. Enteric methane emissions and rumen fermentation profile treated by dietary chitosan: A meta-analysis of in vitro experiments. *Tropical Animal Science Journal* 43:233-239.
- Heinrichs AJ, Jones CM, Heinrichs BS, 2003. Effects of mannan oligosaccharide or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves. *J Dairy Sci*, 86(12): 4064-4069.
- Henry DD, Ruiz-Moreno M, Ciriaco FM, Kohmann M, Mercadante VR, Lamb GC, Dilenzo N. 2015. Effects of chitosan on nutrient digestibility, methane emissions, and in vitro fermentation in beef cattle. *Journal of Animal Science* 93:3539-3550.
- Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J., Megias, M.D. 2004. Influence of Two Plant Extracts on Broilers Performance, Digestibility, and Digestive Organ Size. *Poultry Science* 83:169–174.
- Higginbotham GE, Collar CA, Aseltine MS, Bath DL, 1994. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* extract on milk yield in a commercial dairy herd. *J Dairy Sci*, 77(1): 343 348.
- Işık M, Ekimler F, 2004. Probiyotik kullanma nın buzağı büyüme performansı ve sağlığı üzerine etkileri. *Turk J Vet Anim Sci*, 28(1): 63-69.
- Işık, M., F. Ekimler, N. Özen ve M. Z. Fırat. 2004. Probiyotiklerin Broiler

- Rasyonlarında Kullanılma Olanakları, Akdeniz Ü. Z. F. Dergisi, 10: 8194.
- Jafari A, Edriss MA, Alikhani M, Emtiazi G, 2005. Effects of treated wheat straw with exogenous fibre-degrading enzymes on wool characteristics of ewe lambs. *Pak J Nutr*, 4(5): 321-326.
- Jaster, E.H., McCoy, G.C., Tomkins, T., Davis, C.L. 1990. Feeding acidified or sweet milk replacer to dairy calves. *Journal of Dairy Science* 73: 3563-3566.
- Kahraman, R. 1993. Probiyotiklerin Buzağların Büyümesi Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, 67s.
- Karaayvaz, B. K. ve A. Alçiçek. 1999. Süt İneklerinin Beslenmesinde Probiyotik Kullanımı, Uluslararası Hayvancılık Kongresi, İzmir, 233236.
- Karaayvaz, B. K. 2004. Probiyotiklerin Kuzu Besisinde İnVivo ve İnVitro Etkilerinin Ara tırılması, Ege Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir, 149 s.
- Kaya, A., Uzmay, C., Alçiçek, A., Kaya, İ. 2000. Buzağların ekşitilmiş süt ile büyütülmesi üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences* 24: 413-421.
- Kılıç Ü, Boğa M, Görgülü M, 2007. Ruminantların beslenmesinde kullanılan yem katkı maddeleri. *Yem Magazin*, 48: 25-32.
- Koçbeker, V.D., Kara, M.A., Bahtiyar Y. 2010. Fitojenik Bileşiklerin Yumurta Tavuk Rasyonlarında Kullanım Potansiyeli. Kümes Hayvanları Kongresi, 07-09 Ekim 2010, Kayseri.
- Krehbiel CR, Rust SR, Zhang G, Gilliland SE, 2003. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. *J Anim Sci*, 81(14): 120-132.
- Kung L., Huber JT., Krummmrey JD., Allison L., Cook RM., 1982. Influence of adding malic acid to dairy cattle rations on milk production, rumen volatile acids, digestibility and nitrogen utilization. *Journal of Dairy Science*, 65, 1170-1174.
- Kutlu, T., Erdoğan, Z. 2010. Kanatlı Beslemede Fitobiyotik Yem Katkı Maddeleri. Kümes Hayvanları Kongresi, 07-09 Ekim 2010, Kayseri.
- McAllister TA, Hristov AN, Beauchemin KA, Rode LM, Cheng KJ, 2001. Enzymes in Ruminant Diets. Bedford MR, Partridge GG. *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. UK: Bowman CABI Publishing. pp. 273-298.
- McIntosh, M., Williams, P., Losa, R., Wallace, R. J., Beever, D. A., Newbold, C. J. 2003. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. *Appl. and Environ. Microbiol.* 69(8): 5011-5014.
- Metin, J. ve M. Yanar. 2003. Probiyotikler ve sığır yeti tiriciliğinde kullanımı, *Yem Magazin dergisi*, 34: 4750.
- Mingoti RD, Freitas JE, Gandra JR, Gardinal R, Calomeni GD, Barletta RV, Vendramini THA, Paiva PG, Renno FP. 2016. Dose response of chitosan on nutrient digestibility, blood metabolites and lactation performance in Holstein dairy cows. *Livestock Science* 187:35-39.

- Mohammed, A. A., Abbas, R. J. 2009. The Effect of Using Fennel Seeds (*Foeniculum vulgare* L.) on Productive Performance of Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science* 8 (7): 642-644
- Muwalla MM, Haddad SG, Hijazeen MA, 2007. Effect of fibrolytic enzyme inclusion in high concentrate fattening diets on nutrient digestibility and growth performance of Awassi lambs. *Livest Sci*, 111(3): 255-258
- Nakthong C, Taksinoros S, Wongsawaong W. 2012. Effects of feeding chitoooligosaccharide on growth performance, immunity and serum composition in goats. *Journal of Applied Animal Science* 5(2):27-33.
- Nursoy H, Baytok E, 2003. Ekmek mayasının süt ineği rasyonlarında kullanılmasının süt verimi, bazı rumen sıvısı parametreleri ve kan metabolitleri üzerine etkisi. *Turk J Vet Anim Sci*, 27: 7-13.
- Ocak, N., Erener, G., Burak, F. B. Ak., Sungu, M., Altop, A., Ozmen, A. 2008. Performance of Broilers Fed Diets Supplemented with Dry Peppermint (*Mentha piperita* L.) or Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Leaves as Growth Promoter Source. *Czech J. Anim. Sci.*, 53(4): 169–175.
- Öztürk H, 2008a. Effects of inulin on rumen metabolism in vitro. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 55: 79-82
- Öztürk H, 2008b. Ruminant beslemesinde probiyotik mayalar. *Vet Hek Der Derg*, 79(3): 37-42.
- Partanen, K. H., Mroz, Z. 1999. Organic acids for performance enhancement in pig diets, *Nutrition Research Reviews* 12: 117-145.
- Patra, A. K. 2011. Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. *Asian J. Anim. and Veterinary Advances* 6(5): 416-428.
- Pinos-Rodriguez JM, Gonzalez SS, Mendoza GD, Barcena R, Cobos MA, Hernández A, Ortega ME, 2002. Effect of exogenous fibrolytic enzyme on ruminal fermentation and digestibility of alfalfa and rye-grass hay fed to lambs. *J Dairy Sci*, 80(11): 3016-3020.
- Quigley JD, Drewry JJ, Murray LM, Ivey SJ, 1997. Body weight gain, feed efficiency and fecal scores of dairy calves in response to galactosyl-lactose or antibiotics in milk replacers. *J Dairy Sci*, 80(8): 1751-1754.
- Rey J, Díaz de Otálora X, Atxaerandio R, Mandaluniz N, García-Rodríguez A, González-Recio O, López-García A, Ruiz R, Goiri I. 2023. Effect of chitosan on ruminal fermentation and microbial communities, methane emissions, and productive performance of dairy cattle. *Animals* 13:2861.
- Rode LM, Yang WZ, Beauchemin KA, 1999. Fibrolytic enzyme supplements for dairy cows in early lactation. *J Dairy Sci*, 82(10): 2121-2126
- Roodposhti, P., M., Dabiri, N. 2012. Effects of probiotic and prebiotic on average daily gain, fecal shedding of *Escherichia coli*, and immune system status in newborn female calves. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 25(9):1255 – 1261.
- Ruiz R, Albrecht GL, Tedeschi LO, Jarvis G, Russell JB, Fox DG. 2001. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. *Journal Dairy Science* 84:1717-1727.

- Sarıca Ş, 1999. Kanatlı hayvan beslemede probiyotik kullanımı. Hayvansal Üretim, 39: 105-112.
- Sarıpınar D, Sulu N, 2005. Ruminantlarda probiyotiklerin kullanımı ve rumene etkileri. Kafkas Üniv Vet Fak Derg, 11(1): 93-98.
- Schingoethe DJ, Linke KN, Kalscheur KF, Hippen AR, 2004. Feed efficiency of mid lactation dairy cows fed yeast culture during summer. J Dairy Sci, 87(12): 4178-4180.
- Seankamsorn A, Cherdthong A, So S, Wanapat M. 2021. Influence of chitosan sources on intake, digestibility, rumen fermentation, and milk production in tropical lactating dairy cows. Tropical Animal Health Production 53:241.
- Shah AM, Qazi IH, Matra M, Wanapat, M. 2022. Role of chitin and chitosan in ruminant diets and their impact on digestibility, microbiota and performance of ruminants. Fermentation 8, 549.
- Sırakaya S., 2008. Süte katılan manan-oligosakkarit ve kromun buzağılarda performansına etkisi. Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Sniffen CJ, Ballard CS., Carter MP., Cotanch KW., Dann HM., Grant RJ., Mandebvu P., Suekawa M., Martin SA., 2006. Effects of malic acid on microbial efficiency and metabolism in continuous culture of rumen contents and on performance of mid-lactation dairy cows. Animal Feed Science and Technology, 127, 13-31.
- Soycan Önenç, S., Açıkgöz, Z. 2005. Aromatik bitkilerin hayvansal ürünlerde antioksidan etkileri. Hayvansal Üretim 46 (1): 50-55.
- Soysal Z. 2019. Oğlak rasyonlarına kitosan ilave edilmesinin besi performansı, kan ve rumen parametrelerine etkisi. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Burdur.
- Stolpmann, V. 1983. Theory and practice of rearing calves on cold milk. In: modern feeding methods for rearing calves, Roche Information Service. Animal Nutrition Department, Switzerland. p: 7-15.
- Sutton JD, Phippe RH, Beever DE, Humphries DJ, Hatnell GF, Vicini JL, Hard DL, 2003. Effect of method of application of a fibrolytic enzyme product on digestive processes and milk production in holstein-friesian cows. J Dairy Sci, 86(2): 546-556.
- Şimşek, Ü.G., Dalkılıç, B., Ertaş, O. N., Güler, T., Çiftçi, M. 2005. Rasyona İlave Edilen Antibiyotik ve Kekik Yağının Etlik Piliçlerde Canlı Ağırlık, Karkas ve Etlerin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Hayvancılık Araştırma Dergisi, 15(1): 9-15.
- Taşkın, A., Camcı, Ö. 2010. Broyler Eti Organoleptik Kalitesi ve TBARS Değeri Üzerine Aromatik Bitkilerin Etkisi. Kümes Hayvanları Kongresi, 07-09 Ekim 2010, Kayseri.
- Teller E, Focant M, 1990. Probiotics in animal nutrition. Archiv Anim Nutr, 40: 543-567.

- Tufan T, Arslan C, Sarı M, Önk K, Deprem T, Çelik E. 2015. Effects of chitosan oligosaccharides addition to japanese quail's diets on growth, carcass traits, liver and intestinal histology, and intestinal microflora. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 21 (5):661-665.
- Türkmen İL, Biricik H., Deniz G., Gezen ŞŞ., Tuncer ŞD., Çolpan İ., Küçükersan MK., Küçükersan S., Yalçın S., Şehu A., Saçaklı P., Ergün A., Yıldız G., 2011. Temel Yem Bilgisi ve Hayvan Besleme. Anadolu Üniversitesi yayını, 70-88. 1. baskı, Eskişehir.
- Uyanga VA, Onome E, Lambo MT, Alowakennu M, Alli YA, Ere-Richard A A, Min L, Zhao J, Wang X, Jiao H, Onagbesan OM, Lin H. 2023. Chitosan and chitosan-based composites as beneficial compounds for animal health: impact on gastrointestinal functions and biocarrier application. *Journal of Functional Foods* 104:105520.
- Uygur, A. M. 1999. Hayvan besleme ve yem endüstrisinde biyoteknolojiden yararlanma olanakları, E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 126 s.
- van Dam, H. 2006. Organic acids and their salts. *Pig Progress* 22(8): 26-28.
- Varel VH, Kreikemeier KK, 1994. Response to various amounts of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal metabolism in cattle. *J Dairy Sci*, 77(10): 3081-3086.
- Verstegen, M.W.A., Williamsa, B.A. 2002. Animal Biotechnology, ISSN: 1532-2378, Alternatives to the use of antibiotics as growth promoters for monogastric animals, Department of Animal Sciences, Animal Nutrition Group, Wageningen University 13(1): 113-127.
- Wallace RJ, Newbold CJ, 2007. Microbial feed additives for ruminants. Wallace RJ, Chesson A. *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. Published Online, pp. 101-125.
- Wallace, R. J. 2004. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proc. Nutr. Soc.* 63: 621-629.
- Yang WZ, Beauchemin KA, Rode LM, 1999. Effect of an enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 82(2): 391-403.
- Yang WZ, Beauchemin KA, Rode LM, 2000. A comparison of methods of adding fibrolytic enzymes to lactating cow diets. *J Dairy Sci*, 83 (11): 2512-2520.
- Yang, W. Z., Ametaj, B. N., Benchaar, C., Beauchemin, K. A. 2010a. Dose response to cinnamaldehyde supplementation in growing beef heifers: ruminal and intestinal digestion. *J. Anim. Sci.* 88: 680-688.
- Yang, W. Z., Ametaj, B. N., Benchaar, C., He, M. L., Beauchemin, K. A. 2010b. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *J. Anim. Sci.* 88: 1082-1092.
- Zanferari F, Vendramini THA, Rentas MF, Gardinal R, Calomeni GD, Mesquita LG, Takiya CS, Rennó FP. 2018. Effects of chitosan and whole raw soybeans on ruminal fermentation and bacterial populations, and milk

- fatty acid profile in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101:10939-10952.
- Zheng W, Schingoethe DJ, Stegeman GA, Hippen AR, Treachert RJ, 2000. Determination of when during the lactation cycle to start feeding a cellulose and xylanase enzymes mixture to dairy cows. *J Dairy Sci*, 83: 2319-2325
- Zheng Y G, Zhang B Q, Qi J Y, Zhao Y L, Guo X Y, Shi B L, Yan S.M. 2021. Dietary supplementation of chitosan affects milk performance, markers of inflammatory response and antioxidant status in dairy cows. *Animal Feed Science Technology* 277:114952.

Bölüm 6

TARIMSAL ÜRETİCİLERİN SABİT SERMAYE YATIRIM KARARLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME¹

Gözde SEVİLMİŞ SABUNCU², Ferruh IŞIN³

1 Bu çalışma Prof. Dr. Ferruh IŞIN danışmanlığında Gözde SEVİLMİŞ SABUNCU tarafından hazırlanan “Tarımsal üreticilerin yatırım kararları üzerine bir araştırma: Manisa İli örneği” başlıklı doktora tezinin teorik değerlendirmeleri ve bazı sonuçlarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

2 Dr., Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Manisa İl Koordinatörlüğü, 0000-0002-5506-0882

3 Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 0000-0003-4152-0558

1. Giriş

Genel anlamda yatırım, belirli bir dönemde ekonomik birimdeki sermaye malları ve teçhizat varlığında meydana gelen net artışları ifade eder. Bu artışlar, ekonomideki tasarrufların, özellikle yatırıma hazır fonların yatırım harcamalarına dönüştürülmesiyle gerçekleşir (Dinler, 2011). Tasarruf miktarı, sermaye birikimi ile doğru orantılı olarak artar. Gelirin tüketilmeyen kısmının yatırıma yönlendirilmesiyle sermaye birikimi sağlanabilir. Gelirin tasarruf edilen kısmı, gelir düzeyi arttıkça büyür. Dolayısıyla, gelir düzeyi ne kadar yüksekse, sermaye birikimi de o kadar fazla olur. Bir ekonomide sermaye birikimini artırmak için tasarrufların reel yatırımlara yönlendirilmesi gereklidir.

Gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde, tarım sektörüne yapılan yatırımlar, sektörün ekonomik ağırlığı nedeniyle diğer sektörlerden daha fazla önem taşımaktadır. Tarımın ekonomik büyümeye olan katkısı, hızlı ve sürekli gelişimine bağlıdır ve bu durum tarıma yapılan toplam sermaye yatırımlarıyla ilişkilidir. Son yıllarda, teknolojik gelişmelerin etkisiyle tarımsal üretim emek yoğun bir yapıdan, sermaye yoğun bir üretim alanına dönüşmektedir. Bu dönüşüm, ekonomik kalkınma ve büyüme süreçlerinde tarıma yönelik sabit sermaye yatırımlarının önemini artırmıştır. Ülke tarımının gelişimi için kamu sektörüne ek olarak özel sektörün yapacağı sabit sermaye yatırımları büyük önem taşır. Tarımsal üretimde üreticilerin gerçekleştirdiği yatırımlar; üretim alanlarının genişletilmesi, arazi, bina, alet ve ekipman edinimi ile tesis iyileştirme gibi alanlarda yoğunlaşmaktadır.

Tarımsal yatırımlar için gerekli sermaye birikiminin sağlanması, tarımın aile tabanlı yapısı ve sınırlı tasarruf imkanları nedeniyle diğer sektörlerle göre daha zordur. Küçük ölçekli tarım işletmelerinde gelirin büyük bir kısmı tüketim harcamalarına ayrıldığından tasarruf oranı oldukça düşüktür. Ayrıca, tarım sektöründe geçimlik düzeyde gelir elde edenlerin fazlalığı, tasarruf oluşturma kapasitesini daha da sınırlandırmaktadır. Tarımsal yatırımların finansmanında banka kredileri önemli olsa da kredi olanakları genellikle maddi teminatlara bağlıdır. Maddi varlıkları sınırlı olan geçimlik kesim, krediye erişimde zorluk yaşamaktadır (Erdost, 1988; Kazgan, 2000). Bu kısıtlar, modern tarımsal ekipman ve arazi yatırımlarını olumsuz etkileyerek tarım işletmelerinin gelirlerini azaltmakta, tarımsal üretimi cazip olmaktan çıkarmakta ve çiftçilerin kırsaldan göç etmesine yol açmaktadır. Yatırımlarının hemen her ülkedeki stratejik önemi göz önünde bulundurulduğunda, üretimin artırılmasına yönelik yatırımların kritik bir rol oynadığı açıktır. Tarımsal işletmelerin sürdürülebilirliğini ve verimliliğini artıran yatırımlar hem tarım sektörünün gelişimini destekler hem de genel ekonomik büyümeye olumlu katkılar sağlar.

Tarımsal yatırımlarda karar vericileri etkileyen faktörlerin anlaşılması, kaynakların etkin dağılımını ve doğru yatırım politikalarının oluşturulmasını sağlar. Bu, finansal başarısızlık riskini azaltır. Politika yapımcıların tarımsal üreticilerin yatırım davranışlarını anlaması, yatırım desteklerine verilen tepkileri öngörmelerine ve etkili politika araçları geliştirmelerine olanak tanır (Dixit and Pindyck, 1994).

2. Yatırım Kavramı ve Teorileri

Ekonomik büyüme, mal ve hizmet üretimindeki artışın tüketim ve toplum refahını yükseltmesiyle gerçekleşir. Nüfus, istihdam, verimlilik artışı ve teknolojik ilerlemeler büyümeyi destekler. Tasarrufların artışıyla sağlanan yatırımlar, sermaye stokunu ve üretim kapasitesini artırarak ekonomik büyüme, istihdam ve istikrar süreçlerinde kritik bir rol oynar (Eğilmez, 2016; Eğilmez ve Kumcu, 2016; Olgun vd., 2018). Makroekonomik yatırımlar, milli gelirden ayrılan sermaye ile üretim gücünü artırmayı hedeflerken, mikroekonomik yatırımlar kıt kaynakların yeni üretim birimleri kurma veya mevcut tesislerin iyileştirilmesine odaklanır. Makro yatırımlar altyapı projelerine yönelirken, bu projeler olmadan üstyapı ve işletme düzeyinde yatırımlar hem sınırlı hem de daha maliyetli hale gelir.

Yatırım kavramı, literatürde geniş bir içeriğe sahip olup çeşitli sınıflandırmalarla ele alınmaktadır. Bu sınıflandırmalar arasında kamu ve özel sektör yatırımları, otonom ve uyarılmış yatırımlar, brüt ve net yatırımlar ile mali ve reel yatırımlar yer alır. Her bir kategori, yatırımın farklı boyutlarını ve etkilerini açıklamaya yönelik bir yaklaşım sunmaktadır.

Kamu yatırımları, milli gelir ve faiz seviyelerinden bağımsızdır. Kamu, otonom bir yatırım kararı aldığında mevcut koşullara bakmaksızın bu yatırımı gerçekleştirir. Özel yatırımlar ise kâr amacı güder ve milli gelir ile faiz oranlarına bağlıdır (Bocutoğlu, 2011). Özel sektör yatırımları sabit sermaye yatırımları, konut yatırımları ve stok yatırımları olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Sabit sermaye yatırımları, Makine ve teçhizat gibi kalıcı üretim mallarına yapılan yatırımlardır. Konut yatırımları, Tüketicilerin yeni konut alımı için yaptıkları ve kira geliri sağlama potansiyeline sahip uzun vadeli yatırımlardır. Stok yatırımları, Hammadde, ara mal ve nihai ürün stoklarına yapılan ilavelerdir (Paya, 1997; Uluatam, 1998; Yetkiner, 2010; Bocutoğlu, 2011). Bu ayrım, özel sektör yatırımlarının çeşitliliğini ve ekonomik rolleri üzerindeki etkilerini ortaya koyar.

Yatırımlar, milli gelire bağımlılıklarına göre otonom yatırımlar ve uyarılmış yatırımlar olmak üzere iki gruba ayrılır. Otonom yatırımlar, tüketim ve satış miktarlarından veya milli gelirdeki değişimlerin yol açtığı talep farklılıklarından etkilenmeden yapılan ve üretimin süreklili-

ğini sağlamak için gerekli olan zorunlu yatırımlardır. Çoğunlukla kamu hizmetleri için devlet tarafından gerçekleştirilir (Dinler, 2011; Eğilmez, 2016). Uyarılmış yatırımlar, milli gelir artışının tüketim ve satışlarda artışa yol açmasıyla yatırımcıların teşvik edilmesi sonucu yapılan yatırımlardır. Özellikle maliyetlerin azaldığı, talebin arttığı ve gelirlerin yükseldiği dönemlerde kar oranlarındaki artış, yatırımcıları mali sermayelerini reel sermayeye dönüştürmeye yöneltir (Bahşi, 2005; Rehber ve Erkuş, 2007; Dinler, 2011).

Diğer bir ayırım olarak yatırımlar, brüt ve net olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Brüt yatırımlar, belirli bir dönemdeki toplam yatırım değerini temsil ederken, amortismanı uğrayan sermaye dikkate alındığında, net yatırımlar brüt yatırımlardan amortisman değerinin çıkarılmasıyla elde edilir. Bu ayırım, yatırımların ekonomik değerliliğini daha net anlamaya olanak tanır (Uluatam, 1998; Yetkiner, 2010).

Yatırımlar ayrıca, mali yatırımlar ve reel yatırımlar olarak da sınıflandırılır. Mali yatırımlar, hisse senedi ve tahvil gibi hukuki sermaye artışlarını içerir ve menkul kıymetlerin alım-satımı birey veya firmalar arasında gerçekleşse de toplam ekonomi üzerinde net bir etkisi bulunmaz. Reel yatırımlar ise, teçhizat ve stoklar gibi üretim araçlarına yapılan net eklemeleri ifade eder ve ekonominin büyümesi ve gelişimi açısından mali yatırımlara kıyasla daha güçlü bir etkiye sahiptir (Özgüven, 1997; Uluatam, 1998).

Ekonomi literatüründe yatırım teorileri arasında fikir birliği bulunmamaktadır. Klasik teori, yatırımların kaynağı olarak tasarrufları görür ve tasarruf miktarını faiz oranının belirlediğini savunur. Faiz oranı arttığında tasarruflar yükselir, çünkü bireyler ve işletmeler için tasarruf yapmak daha cazip hale gelir; yüksek faiz oranları, tasarruflardan elde edilecek getiriyi artırır. Ancak, yatırımlar azalır, çünkü yüksek faiz oranları borçlanma maliyetlerini artırır ve yatırım projelerinin kârlılığını düşürerek yatırımcıları caydırır. Bu dinamik, faiz oranlarının tasarrufları teşvik ederken yatırımları sınırladığı bir denge mekanizmasını ifade eder. Faiz oranındaki bir düşüş, sermaye, emek ve toprak gibi üretim faktörlerinin fiyatlarını sermaye lehine değiştirerek, sermaye talebinde artışa yol açmaktadır. Bu durum, sermayenin diğer üretim faktörlerine göre daha avantajlı hale gelmesine neden olur ve sermaye kullanımını teşvik eder. Klasik teorisinin devamı olarak neoklasik teoride ise faiz oranları yanında sermayenin marjinal verimliliği de önemlidir. Teori firmaların kâr maksimizasyonunu esas alır. Sermayenin fiyatının düşük olduğu durumlarda sermayeye talep ve yatırımlar artar. Yatırım kararı, net sabit sermaye getirisi maliyetinden büyük olduğunda alınır. Bu teorilerde, yatırım-tasarruf eşitliği faiz oranına dayandırılmıştır. Keynesyen teori ise yatırımı belirleyen ana unsurun

gelir olduğunu vurgular. Faiz oranları artsa bile gelir artmadıkça tasarrufların artmayacağını savunur. Keynesyen anlayışta, tasarrufların harcanabilir gelir düzeyine bağlı olduğu belirtilir. Yatırım kararları, sermayenin marjinal etkinliği ile piyasa faiz oranının karşılaştırılmasına dayanır. Sermayenin marjinal etkinlik oranı, bir yatırımın beklenen net getirilerinin bugünkü değeri ile maliyetini eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanır. Eğer bu oran piyasa faiz oranından büyükse, yatırımcı borçlanarak yatırım yapmaya devam eder. Ancak, yatırımlar arttıkça sermayenin marjinal etkinlik oranı azalır ve sonunda piyasa faiz oranına eşitlenir. Bu noktadan sonra, yatırımların devam etmesi durumunda marjinal etkinlik oranı piyasa faiz oranının altına düşebilir, bu da yatırımı kârsız hale getirebilir (Paya, 1997; Ünsal, 2013; Bulmuş, 2014).

Hızlandıran modeli, sermaye stoku ile üretim miktarı arasındaki ilişkiye odaklanarak firmaların yatırım kararlarını açıklayan bir teoremdir. Firmaların belirli bir sermaye-hasıla oranına sahip olduğu kabul edilir ve bu oran, bir birim çıktı üretmek için gerekli sermaye miktarını ifade eder. Model, basit hızlandıran ve esnek hızlandıran olarak ikiye ayrılır. Basit hızlandıran modelinde, yatırım kararları hasıla düzeyindeki değişikliklere bağlıdır ve yatırımın bir dönemde tamamlandığı varsayılır. Ancak firmalar sermaye stoklarını ani şekilde yükseltmediğinden uyum maliyetleri ortaya çıkabilir. Esnek hızlandıran modeli ise uyum maliyetlerini dikkate alarak sermaye stokunun kademeli olarak hedeflenen seviyeye ulaşacağını öngörmektedir (Paya, 1997; Uluatam, 1998; Yıldırım vd., 2012; Ünsal, 2013).

Neoklasik yatırım teorisi, esnek hızlandıran modelde sermaye maliyetinin açıklayıcı değişken olarak dikkate alınmamasına yönelik eleştirileri gidermek amacıyla geliştirilmiştir. Teori, firmaların kâr maksimizasyonu ilkesine dayanır ve yatırım kararlarının sermaye stokunun piyasa fiyatı ile sermaye kullanım maliyeti tarafından belirlendiğini savunur. Sermayenin fiyatı diğer üretim faktörlerine göre düşük olduğunda, yatırım talebi artar. Firmalar, net sabit sermaye yatırımının getirisi maliyetini aştığında yatırım yapma kararı alırken, bu koşul sağlanmadığında yatırımdan kaçınmaktadır (Bocutoğlu, 2011; Ünsal, 2013).

Yatırımın q teorisi, net sabit sermaye yatırımları ile hisse senedi fiyatları arasındaki fonksiyonel ilişkiyi açıklar. Tobin tarafından geliştirilen bu teoriye göre, q değeri, firmanın net sabit sermaye yatırımları ve hisse senetlerinden oluşan piyasa değeri ile sermaye stokunun yenileme maliyeti arasındaki oranı ifade eder. Q değeri yüksek olduğunda, firma daha fazla hisse senedi ihraç ederek sermaye yaratabilir ve bu sermayeyi yeni yatırımların finansmanında kullanarak yatırım düzeyini artırabilir (Bocutoğlu, 2011; Yıldırım vd., 2012; Ünsal, 2013).

3. Tarımsal Sabit Sermaye Yatırımlarında Üretici Kararlarını Etkileyen Faktörler

Sabit sermaye yatırımları, ekonomik büyümenin temel belirleyicilerinden biri olup mal ve hizmet üretim kapasitesini doğrudan etkiler. Yatırım artışı, üretim, istihdam ve gelir düzeyini yükseltirken sermaye birikimi, fiyat istikrarı, ödemeler dengesi ve teknoloji transferi gibi makroekonomik unsurlara da olumlu katkı sağlar. Bu yatırımlar; imalat, ulaşım, enerji, konut, tarım, turizm, sağlık, madencilik ve eğitim gibi geniş bir sektörel yelpazeye yayılmaktadır (Bahşi, 2005; Bayraktutan ve Arslan, 2008; Susam ve Bakkal, 2008; Terin vd., 2013; Teyyare, 2018).

Artan küresel talep ve teknolojik gelişmeler, tarım sektörünü cazip bir yatırım alanı haline getirmektedir. Türkiye’de tarımın rekabetçi yapıya kavuşması, sabit sermaye yatırımlarıyla doğrudan ilişkilidir. Tarımsal yatırımlar, işletmelerin sermaye stokuna yaptığı net ilaveleri kapsar ve arazi, bina, makine gibi unsurlara yöneliktir. Bu yatırımlar, işletmelerin gelirlerini artırarak rekabet gücünü yükseltir ve çevresel değişimlere karşı dayanıklılık kazandırır.

Yatırım teorileri, ekonomik aktörlerin karar alma süreçlerinde rasyonel beklentiler doğrultusunda hareket ettiklerini varsayar. Yatırımlara ilişkin çalışmalar genellikle kâr maksimizasyonu kriterine dayanır. Ancak araştırmalar, ekonomistlerin teorik modelleri ile piyasa aktörlerinin gerçek yatırım davranışlarının örtüşmediğini göstermektedir. Bu durum, yatırım kararlarının geleneksel ekonomik modellerle tam olarak açıklanamayacağını ve öngörülebilirliğin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır (Gasson et al., 1988; Schiller, 1990; Elhorst, 1993; Jacobsen, 1996; Olsen, 2011; Olsen and Lund, 2011; Viaggi et al., 2011). Tarım ekonomisi literatürü, karar vericilerin farklı ekonomik, sosyal ve stratejik hedefler izleyebileceğini kabul etmektedir. Bu kapsamda, ekonometrik teknikler kullanılarak açıklayıcı değişkenlerin tarımsal üreticilerin yatırım kararları üzerindeki etkileri analiz edilmektedir. Bu yöntemler, yatırım davranışlarını daha kapsamlı ve objektif şekilde değerlendirmeye olanak tanır (Romero and Rehman, 2003; Gallerani et al., 2008; Wang et al., 2020).

Yatırım davranışı üzerine yapılan araştırmaların çoğu makroekonomik modellere odaklanmaktadır. Ancak bu modeller, veri toplama düzeyi nedeniyle bireysel yatırım kararlarını doğrudan ele almaz. Bunun yerine, ekonominin genel işleyişini veya tarım sektörünü bütünsel bir perspektiften incelemektedir (Dixit and Pindyck, 1994). Bu durum, bireysel yatırım motivasyonlarını ve karar alma süreçlerini anlamada sınırlılıklar yaratabilir. Makro model kullanan araştırmacılar, tarımsal yatırımları sınırlı sayıda ekonomik değişken üzerinden analiz etmeye odaklanmıştır. Bu

yaklaşım, geniş ölçekli ekonomik eğilimleri incelemekle birlikte, bireysel yatırım kararlarının ve mikro düzeydeki faktörlerin detaylı şekilde ele alınmasını sınırlandırabilir (Brase and LaDue, 1989). Mikro düzeyde yapılan çalışmalar, makro seviyedeki araştırmalara kıyasla yatırım kararlarını daha ayrıntılı şekilde açıklayabilmekte ve çok sayıda faktörün bu süreçte etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Tarımsal üreticilerin yatırım davranışları, literatürde geniş kapsamda incelenen bir konudur. Çalışmalar hem genel perspektifte hem de belirli tarımsal faaliyetlere odaklanarak yatırım kararlarını etkileyen faktörleri analiz etmektedir. Tarımsal destekleme politikaları, tarım dışı gelir kaynakları ve çiftçinin halefinin varlığı gibi unsurlar yatırım kararlarını şekillendiren önemli değişkenler olarak öne çıkmaktadır. Tarımsal yatırım kararlarına ilişkin yapılan araştırmalar geniş bir literatüre sahip olmakla birlikte, yatırım davranışlarının tam olarak açıklanması halen yeterli düzeye ulaşmamıştır. Üreticilerin yatırım kararlarını etkileyen sosyoekonomik faktörlerin önemi ve bu etkilerin yatırım türleri arasındaki farklılıkları netleştirilememiştir. Tarımsal üreticiler, yatırım kararlarını verirken birden fazla hedefi göz önünde bulundurur ve ekonomik, sosyal, psikolojik etmenler bu süreci şekillendirir. Literatürde, yatırım kararlarını belirleyen sosyoekonomik faktörlere yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak karar alma süreçlerinin daha kapsamlı şekilde anlaşılması önemlidir (Brase and LaDue, 1989; LaDue et al., 1991; Oude Lansink et al., 2001; Hennessy and O'Brien, 2008; Huijps, 2009).

Olsen ve Lund (2009), klasik yatırım teorisinin tarımsal üreticilerin yatırım davranışlarını doğru şekilde tahmin edemediğinin uzun süredir bilindiğini vurgulamaktadır. Neoklasik yatırım teorisi ise, net sabit sermaye yatırımının getirisi maliyetini aştığında üreticilerin yatırım yapma kararı alacağını kabul eder. Ancak bu yaklaşım, tarımsal üreticilerin yatırım süreçlerindeki karmaşık dinamikleri tam olarak açıklamakta yetersiz kalabilir. Cuyper ve diğerleri (2013), kredi piyasasında asimetrik bilgi ve finansal kaynak yetersizliğinin yatırım kararlarını olumsuz etkilediğini vurgulamaktadır. Bu faktörlerin, yatırımcıların optimal yatırım fırsatlarını değerlendirmelerini engelleyerek kâr maksimizasyonunu zorlaştırdığına dikkat çekmişlerdir. Özellikle finansmana erişimde yaşanan kısıtlar, yatırım süreçlerinin etkinliğini azaltabilir. Gasson ve diğerleri (1988), tarımsal üreticilerin yatırım kararlarında kâr maksimizasyonunun tek ve mutlak hedef olmayabileceğini öne sürmektedir. Üreticiler, ekonomik getirilerin yanı sıra sosyal, kültürel ve kişisel faktörleri de dikkate alarak karar verebilirler. Bu yaklaşım, yatırım davranışlarının yalnızca rasyonel ekonomik modellerle tam olarak açıklanamayabileceğini göstermektedir. Jacobsen (1994, 1996), rasyonel insan varsayımını sorgulayarak, neoklasik yatırım ve hızlandıran modellerinin tarımsal işletmelerin

gerçek yatırım davranışlarını açıklamada yetersiz kaldığını belirtmiştir. Nitekim Jacobsen (1990), Danimarkalı çiftçilerin düşük veya negatif net bugünkü değer koşullarında dahi büyük ölçekli arazi yatırımları yaptığını belirlemiştir. Bu durum, üreticilerin ekonomik getirilerin ötesinde tarımsal arazilerini koruma, işletmelerinin sürekliliğini sağlama ve gelecek nesillere aktarma gibi uzun vadeli hedeflere de önem verdiğini ortaya koymaktadır. Yatırım davranışı, ekonomik ve sosyo-kültürel faktörlerin etkileşimiyle şekillenmektedir (Basarir and Gillespie, 2003). Gasson ve diğerleri (1988), tarımsal üreticiler için servet maksimizasyonunun en öncelikli hedef olmayabileceğini, bağımsızlık sağlama ve iflas riskini azaltmanın daha kritik olduğunu öne sürmüştür. Jacobsen (1990), yatırım kararlarının yalnızca ekonomik faktörlere dayanmadığını, üreticilerin yaşam kalitesini artırma, tatmin edici gelir seviyesine ulaşma ve işletme sürekliliğini sağlama gibi hedefleri gözettiğini belirtmiştir.

Tarımda üreticilerin yatırım kararlarını etkileyen faktörlerin ele alındığı literatür değerlendirildiğinde, tarımsal yatırım davranışını belirleyen temel değişkenler; üretici ve hanehalkı özellikleri, üreticinin riske ilişkin tutumu, tarımsal işletmenin özellikleri ve ekonomik etkenler başlıkları altında toplanabilmektedir. Yatırım davranışlarına ilişkin literatüründeki çelişiklere rağmen, bu değişkenlerin tümü genel olarak önemli görünmektedir.

Üreticilerin sosyo-demografik özellikleri

Tarımsal yatırım kararlarını şekillendiren yaş, eğitim seviyesi, varis durumu ve tecrübe gibi faktörler, literatürde tutarlı değişkenler olarak görülmektedir. Özellikle yaş ve eğitim, yatırım davranışları üzerinde en belirgin etkiye sahip kritik unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Üreticinin yaşı, yatırım kararlarını doğrudan etkileyen bir faktördür. Araştırmalara göre, daha yaşlı üreticiler çiftçilik faaliyetlerini genişletme konusunda daha az istekli olabilir ve yatırım seviyeleri daha düşük olabilir (Gallerani et al., 2008; Weiss, 1998). Buna karşılık, genç üreticiler büyüme ve genişleme eğiliminde olsa da, deneyimsizlik ve finansal kısıtlamalar yatırım yapmalarını sınırlayabilir (Greiner, 1972; Olsen and Lund, 2009). Bu durum, yaş faktörünün yatırım davranışı üzerindeki karmaşık etkisini göstermektedir. Yaş-yatırım ilişkisi genellikle doğrusal olmayan bir yapı sergilemektedir (Gardebroek and Oude Lansink, 2004; Oude Lansink et al., 2001). Yaşam döngüsü etkisi, genç üreticilerin işlerini büyütme aşamasında yatırım eğilimlerinin arttığını, ancak emekliliğe yaklaşan yaşlı üreticilerde yatırım ihtimalinin azaldığını göstermektedir (O'Brien and Hennessy, 2005). Yaşam döngüsü hipotezi kapsamında, genç üreticiler gelir seviyelerini yükseltmek için yatırım yaparken, yaşlı üreticiler işletmeleri olgunlaştıkça yatırım düzeylerini azaltmakta ve emeklilik yaşına geldiklerinde

negatif yatırım eğilimi gösterebilmektedir (LaDue et al., 1991).

Eğitim seviyesinin yükselmesi genellikle tarımsal yatırımları teşvik edici bir faktör olarak görülmektedir (Gallerani et al., 2008; Gardebroke and Oude Lansink, 2004). Tarımsal bilgi ve tecrübenin de üreticinin tarımsal yatırım davranışlarını etkileyen temel etmenler arasında olduğuna dikkat çekilmektedir (Adimassu et al., 2012). Ancak Kwanmuang (2014), Tayland'da yaptığı çalışmada, yaş ve eğitim düzeyinin tarımsal yatırım planları üzerinde olumsuz bir etkisi olabileceğini belirlemiştir. Eğitim düzeyi yüksek çiftçilerin tarım dışı iş arama eğilimlerinin daha fazla olması, bu durumun olası nedenlerinden biri olarak yorumlanmaktadır. Çalışma ayrıca, çiftçilerin tarım politikalarına olumlu tutumu, genç kuşaktan destek alması ve tarım eğitimine yatırım yapmasının yatırım kararlarını pozitif yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, tarımsal teknolojiler ve eğitim desteği, tarımın sürdürülebilirliğini ve yatırım getirisini artırmada önemli görülmektedir.

Avrupa Birliği çiftçilerinin Ortak Tarım Politikası Programı (2014-2020) kapsamında yatırım yapma niyetlerini ve planlanmış davranış teorisine dayanarak yatırım kararlarının itici güçlerinin analiz edildiği bir çalışmada, eğitim düzeyi yüksek çiftçilerin yatırım yapma olasılığı daha yüksek bulunurken, yaşlı çiftçilerde yatırım eğilimi düşük tespit edilmiştir. Ayrıca, ekonomik büyümesi yüksek ülkelerdeki çiftçilerin yatırım yapmaya daha fazla niyetli olduğu belirlenmiştir (Lefebvre et al. 2015).

Arnavutluk'un Korça bölgesindeki küçük ölçekli elma çiftliklerinin yatırım yapma istekliliğini ve etkileyen faktörlerini inceleyen bir araştırmada, danışmanlık hizmetleri, finansal kaynaklara erişim, iş birliği yapma eğilimi, fon kullanma istekliliği ve yüksek tarımsal gelir yatırım yapma isteğini artırırken, zorlu rekabet koşulları bu eğilimi azaltmaktadır. Yaş, deneyim ve eğitim gibi sosyodemografik faktörlerin yatırım istekliliği üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Osmani and Kambo, 2019). Kanada'nın Saskatchewan eyaletindeki üreticilerin tarımsal mekanizasyon yatırımlarının karar alma sürecini inceleyen çalışmada, arazi varlığı, makine envanterinin değeri, çiftçinin yaşı ve eğitim düzeyinin yatırım kararlarında önemli faktörler olduğu tespit edilmiştir (Johnson et al., 1985). Nijeryalı çiftçilerin tasarruf ve yatırım kararlarında tarımsal gelir, tarım dışı gelir, yaş, eğitim, hanehalkı büyüklüğü, tarımsal arazi büyüklüğü ve tarımsal tecrübenin tasarruf üzerinde; tarımsal arazi büyüklüğü, krediye erişim, gelir seviyeleri, çiftçinin yaşı ve tarımsal tecrübesi gibi faktörlerin ise yatırımlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkileri olduğu tespit edilmiştir (Osaka, 2006). Burundi'deki sürdürülebilir arazi yönetimi kapsamında çiftçilerin yatırım kararlarını etkileyen faktörlerin incelendiği çalışmada toprak erozyonu, krediye eri-

şim, eğitim seviyesi, aile reisinin tarımsal uğraşı ve yaşının, sürdürülebilir arazi yönetimi yatırımları üzerinde önemli etkileri olduğu ortaya konmuştur (Ndagijimana et al., 2019). Güney Doğu Nijerya'daki tarımsal yatırımcıların sosyoekonomik özelliklerinin yatırım kararları üzerindeki etkisini inceleyen çalışmada belirleyici faktörler arasında tecrübe, sermaye kaynağı, yıllık gelir ve hanehalkı girişimcilik geçmişi gibi unsurların bulunduğu tespit edilmiştir. Araştırma, yatırım kararlarını şekillendiren ek faktörler olarak yetersiz başlangıç sermayesi, iş yeri durumu, hükümetin girişimcilik politikası, serbest meslek tecrübesi, yüksek enflasyon oranı ve pazar büyüklüğünü öne çıkarmaktadır. Bu bulgular, yatırım kararlarının yalnızca bireysel ve finansal koşullardan değil, aynı zamanda makroekonomik ve politik faktörlerden de etkilendiğini göstermektedir (Nwibo and Alimba, 2013).

Üreticinin tarımsal faaliyetleri sürdürecektir bir varisinin olması, yatırım kararlarını şekillendiren önemli bir faktördür. Varisi olmayan üreticiler yaşlandıkça yatırımlarını azaltırken, işletmeyi devralacak bir halefin varlığı yatırımları teşvik etmektedir (Elhorst, 1993; Oude Lansink et al., 2001; Calus et al., 2008; Aramyan et al., 2005).

Üreticilerin riske ilişkin tutumu

Risk, gelecekte ortaya çıkabilecek beklenmeyen durumların veya zarar ihtimallerinin olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Aydın, 2015). Tarım sektöründe riskler farklı şekillerde sınıflandırılmakla birlikte yaygın bir sınıflandırmaya göre; üretim, teknoloji, iklim koşulları, pazarlama, finansman, politika ve insan kaynaklı riskler olarak gruplandırılmaktadır (Akçaöz vd., 2006; Bal, 2018; Kahan, 2008; Karahan, 2002; Şahin and Miran, 2007; Şahin, 2008). Bu faktörler, tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği ve ekonomik verimliliği üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir. Risk ve belirsizlik, tarım sektöründe verimlilik ve fiyat dalgalanmalarına yol açarak tarımsal gelirin değişkenlik göstermesine neden olmaktadır (Nalinci, 2018).

Tarımsal üreticilerin risk algıları ve riske yönelik tutumları, yatırım kararlarını şekillendiren kritik faktörler arasındadır (Ullah et al., 2015). Literatürde, riskin yatırım davranışları üzerindeki etkisi önemli görülmekte olup, karar süreçlerinin belirsizlik ve risk toleransına bağlı olarak değişebileceği vurgulanmaktadır (Gallerani et al., 2008). Bu durum, üreticilerin yatırım stratejilerini oluştururken risk yönetimini dikkate almalarını gerektirmektedir. Üreticilerin riske yönelik tutumları üç ana gruba ayrılmaktadır; risk sevmeyen üreticiler, riskten kaçınarak güvenli seçenekleri tercih edenler, risk seven üreticiler, yüksek getiri potansiyeline sahip riskli yatırımlara açık olanlar ve riske karşı tarafsız üreticiler,

risk alma ve kaçınma arasında dengeli bir yaklaşım sergileyenler (Kahan, 2008). Bu sınıflandırma, yatırım kararlarının risk algısına bağlı olarak şekillendiğini göstermektedir. Risk sevmeyen üreticiler, getiri potansiyeli daha yüksek olan fakat beraberinde başarısızlık riski de taşıyan yatırımlardan uzak durma eğilimindedirler (Ullah et al., 2015). Bu sebeple bu kişiler, daha az riskli yatırımları tercih ederek, gelirlerinden bir miktar feragat etmeyi göze alabilirler. Diğer yandan risk seven üreticiler, olası kayıplardan kaçınmaktansa, potansiyel kazanç elde etme fırsatlarını değerlendirmeyi tercih ederler. Son olarak riske karşı tepkisiz üreticiler ise ne aşırı risk alma eğilimindedirler ne de riskten tamamen kaçınırlar; risk ve getiri arasında dengeli bir yaklaşım benimserler (Kahan, 2008; Van Song et al., 2020). Risk alma isteği, kişilik özellikleri, özgüven, yatırım deneyimi, finansal güvenlik, bağımsız düşünme ve esneklik gibi unsurlara bağlıdır (Osmani and Kambo, 2019). Çiftçiler, herhangi bir yatırım kararında riskleri, ekonomik, sosyal ve çevresel faydalara karşı değerlendirilerek optimal bir denge kurmaya çalışmaktadır. Bu süreç, yatırımın getiri potansiyelini ve risk toleransını belirleyen kritik bir karar mekanizması olarak görülmektedir.

Tarımsal işletmenin özellikleri

Tarımsal işletmenin özellikleri tanımlanırken göz önünde bulundurulması gereken bazı unsurlar bulunmaktadır. Bunlar; işletmenin arazi büyüklüğü, yürütülen tarımsal faaliyetlerin alanı, mevcut işgücü durumu ve işletmede çalışan hanehalkı üye sayısıdır.

Büyük ölçekli tarımsal işletmeler, refah, istikrar ve sermaye birikimi açısından avantajlı olup yatırım yapma eğilimleri daha yüksek olabilir (Elhorst, 1993). Ölçek ekonomileri çerçevesinde, büyük çiftliklerde yatırımlar daha kârlıdır ve işletme büyüklüğü ile yatırım düzeyi arasında doğrudan bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir (Feder et al., 1992). Büyük çiftlikler, sermaye mallarından daha yüksek net getiri sağlayabildiği için yatırım sıklıkları daha yüksektir (Gallerani et al., 2008; Lefebvre et al., 2015). Ancak, bu ilişkinin sürdürülebilir olması için girdi tedarikinde veya kredi erişiminde kısıtların bulunmaması gerekmektedir. Tarımsal ölçek büyüdükçe, finansal ve teknolojik yatırımların etkinliği artmakta ve verimlilik avantajı sağlamaktadır. Daha büyük ölçekli tarımsal işletmeler, inovasyon istekliliği ve riskli yatırım tutumlarını destekleyen daha iyi yönetim kapasitelerine sahip olma avantajını taşımaktadır (Gallerani et al., 2008). Bu bağlamda, geniş ölçekli işletmelerin daha kapsamlı yatırım portföylerine sahip olmaları beklenmektedir (Bergevoet et al., 2004).

Ancak, ölçek büyüdükçe azalan marjinal kazanç, çok büyük ölçekli işletmelerin tarımsal arazi veya tarım amaçlı binalara yatırım yapma eği-

limini azaltabilmektedir (Olsen and Lund, 2009; Lefebvre et al., 2015). Bu durum, ölçek ekonomilerinin sınırlarını ve büyük işletmelerin yatırım stratejilerini şekillendiren kritik unsurları ortaya koymaktadır. Tarımsal yatırım kararları, faaliyet alanına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Oude Lansink et al., 2001). Sermaye gereksinimleri ve üretim teknikleri, sektörler arası değişkenlik gösterdiği için yatırım fırsatları ve kârlılık düzeyi de farklılaşmaktadır. Tarımsal faaliyet alanı, elde edilen gelir miktarını ve yatırımın potansiyel geri dönüşünü şekillendiren kritik bir faktördür. Örneğin, hayvancılık işletmeleri genellikle tarımsal amaçlı binalara yatırım yapma eğilimindeyken, bitkisel üretim yapan işletmeler tarımsal araziye yönelmektedir (LaDue et al., 1991; Lefebvre et al., 2015). Bu farklılık, tarımsal faaliyetlerin ekonomik sürdürülebilirliği açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. İşgücü ve yatırım arasındaki ilişki genellikle pozitif korelasyon göstermektedir ve sermaye ile tamamlayıcılık karakteri taşıdığı düşünülmektedir (Gallerani et al., 2008). Ancak, işgücünün yatırım üzerindeki etkisi yatırımın yapısına bağlı olarak değişmektedir. Sermaye yoğun tarım sistemlerinde (örneğin tarla bitkileri veya yoğun hayvancılık), tarımsal makine yatırımları işgücünü azaltabilir. Buna karşılık, küçük ölçekli işletmeler ve emek yoğun üretim sistemleri (örneğin çok yıllık ürünler) işgücü ile makine arasında bu tür bir ikame ilişkisine izin vermemektedir (Gardebroeck and Oude Lansink, 2004). Bu farklılıklar, tarımsal yatırımların işgücü dinamikleriyle olan etkileşimini göstermektedir.

Tarımsal işletmede çalışan hanehalkı üye sayısı, işgücünü artırarak sabit maliyetlerin azalmasına katkıda bulunmakta ve yatırım kararları üzerinde pozitif bir etki yaratmaktadır (Oude Lansink et al., 2001). Ayrıca, hanehalkı üyelerinin tarım dışı işlerde çalışması, hane bütçesine ek gelir sağlama imkânı sunarak finansal esnekliği artırmaktadır (Oude Lansink et al., 2001). Bu durum, kredi alma kapasitesini güçlendirebilir, çünkü daha fazla kaynak, çiftçilerin tarımsal yatırım süreçlerinde finansman erişimini kolaylaştırabilir (Feder et al., 1992). Sonuç olarak, işgücü kapasitesi, finansal sürdürülebilirlik ve kredi erişimi arasındaki bu dinamikler, tarımsal yatırım stratejilerinin şekillenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Ekonomik etkenler

Ekonomik faktörler, tarımsal yatırım kararlarını doğrudan şekillendiren unsurlardır. Tarımsal ve tarım dışı gelir düzeyi, çiftçinin yatırım kapasitesini belirlerken, mevcut sermaye stoku işletmenin yatırım gücünü artırmaktadır. Kârlılık, yatırımın getiri potansiyelini gösterirken, faiz oranları, destek ödemeleri ve krediler finansman erişimini ve yatırım maliyetlerini etkileyen önemli değişkenlerdir. Bu faktörler, üreticilerin

yatırım yapma istekliliğini ve finansal sürdürülebilirliği belirleyen kritik unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

Yatırım kararlarını belirleyen en önemli ekonomik faktörlerden biri, yatırımlardan elde edilecek gelirlerdir. Tarımsal faaliyetlerden ve diğer kazanç kaynaklarından sağlanan gelirler, kamunun destekleme ödemeleri ile birleşerek işletmenin toplam finansal kapasitesini belirlemektedir (OECD, 2003). Daha yüksek gelir düzeyine sahip işletmelerin, yatırımları için daha kolay finansman bulmaları, bu işletmelerin yatırım yapma olasılığını artırmaktadır (LaDue et al., 1991). Yapılan çalışmalarda, tarımsal yatırımlar ile tarımsal veya tarım dışı gelir kaynaklarının ilişkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu, ancak ilişki yönünde mutlak bir tutarlılığın olmadığını göstermektedir. Çeşitli çalışmalar, tarım işletmesinin büyümesi ile tarım dışı gelir arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Tarım dışı gelir düzeyi yüksek olan işletmeler, yatırımlar aracılığıyla büyüme eğilimindedir ve istikrarlı tarım dışı gelir, sermaye yatırımlarının mali kısıtlarını hafifletebilmektedir (Upton & Haworth, 1987; Harris et al., 2010; Lefebvre et al., 2015). Ancak, tarım dışı gelir ile tarımsal yatırımlar arasındaki ilişki konusunda literatürde çelişkili teoriler bulunmaktadır (Weiss, 1997; Hennessy & O'Brien, 2008; Hertz, 2009). Tarım dışı faaliyetler, tarımsal işletmeye ayrılan süreyi azaltarak tarımsal faaliyetlerin genişlemesini sınırlandırabilir. Ayrıca, tarım dışı gelirdeki artış, tarım dışı varlıklara yapılan yatırımları, tarımsal varlıklara kıyasla daha fazla artırma eğilimindedir (Anderson et al., 2005; Lefebvre et al., 2015). Bu karşıt görüşler, tarım dışı gelirlerin yatırım kararları üzerindeki etkisinin işletme koşulları ve sektörel dinamiklere göre değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Mevcut sermaye stoku, geçmiş yatırımların birikimiyle şekillenmekte olup, yakın zamanda yatırım yapmış tarımsal işletmeler yeni varlıklara yatırım yapma zorunluluğu hissetmeyebilir veya finansal kısıtlar nedeniyle bunu gerçekleştiremeyebilir. Öte yandan, mevcut varlıklar bankalar için teminat oluşturabilir, ancak sermaye piyasalarındaki asimetrik bilgiler, bankaların borç verme kararlarını öngörülen kârlılıktan ziyade teminat güvencesine dayandırmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, büyük bir varlık tabanına sahip olmak yatırımları destekleyici bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, geçmiş yatırımlar gelecekteki yatırım kararlarının ölçeğini belirleyerek yatırım sürecini doğrudan etkileyebilir (Olsen and Lund, 2011; Lefebvre et al., 2015). Bu durum, yatırım devamlılığı ve finansal erişim açısından kritik bir etken olarak değerlendirilmektedir.

Tarımsal işletmenin kârlılığı, yatırım kararlarını doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Daha yüksek kârlılık seviyeleri, çiftçilerin yatırım yapma olasılığını artırarak, işletmelerin sürdürülebilir büyümesine kat-

kıda bulunur (Boehlje and Eidman, 1984; Aramyan et al., 2005; Gallerani et al., 2008). Kârlılığın yatırım üzerindeki etkisi, gelir istikrarı, finansal erişim ve risk toleransı gibi faktörlerle de şekillenmektedir. Bu durum, tarımsal yatırım süreçlerinin ekonomik yapı ile nasıl bütünleştiğini ortaya koymaktadır.

Yatırım kararlarını belirleyen kritik faktörlerden biri yatırım maliyetidir. Özellikle ödünç fonlar kullanılarak finansman sağlandığında, faiz oranları yatırım kararlarında belirleyici bir rol oynamaktadır. Faiz oranları, tarihsel olarak yatırım davranışları üzerinde önemli bir etkisi olan finansal değişkenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Daha düşük faiz oranları, sermaye maliyetini düşürerek yatırım yapılabilirliği artırmakta ve daha fazla yatırımı teşvik etmektedir (LaDue et al., 1991). Bu ilişki, özellikle sermaye yoğun sektörlerde yatırım kararlarının finansal koşullara duyarlılığını ortaya koymaktadır. Yatırım projeleri, yalnızca beklenen getiri oranı finansman maliyetinden yüksekse hayata geçirilir. Faiz oranlarının artması, projelerin kârlılığını azaltarak yatırım harcamalarını düşürmektedir. İşletmeler yatırım finansmanını borçlanma veya dağıtılmamış kârlar ile sağlasa da, piyasa faiz oranındaki artış, yatırımları daha az cazip hale getirmektedir. Öte yandan, faiz oranlarının düşmesi, daha önce kârlı olmayan projeleri yatırım açısından daha avantajlı hale getirebilir ve finansman erişimi kolaylaşarak yeni projelerin gerçekleşme olasılığı artabilir. Sonuç olarak, faiz oranları ile planlanan yatırım harcamaları arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Krugman and Wells, 2011). Bu dinamik, yatırım davranışlarının makroekonomik koşullara duyarlılığını gösteren önemli bir faktördür.

Kamunun tarımsal desteklemeleri, tarımsal yatırımlar üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Kamu destek ödemeleri, birçok çiftçi için ek gelir kaynağı olup, tarım dışı yatırımları caydırıcı bir faktör olarak görülmektedir (Gallerani et al., 2008; Cuyper et al., 2013). Öte yandan, tarımsal ürün destekleri, tarımsal verimliliği artırıcı etki gösterirken, destekleme ödemesi alan işletmeler, ödeme almayan veya daha az destek alan küçük işletmelerin arazilerini satın alarak büyüme eğilimi göstermektedir. Bu süreç, büyük ölçekli tarımsal işletmelerin sektördeki payını artırırken, küçük ölçekli işletmelerin tarımdaki varlığını azaltabilmektedir (Ahearn et al., 2005). Bu dinamik, destekleme politikalarının işletme büyüklüğü üzerindeki uzun vadeli etkilerini göz önünde bulundurmaya gerektirmektedir. Büyük ölçekli tarımsal işletmeler, daha yüksek kredi elde etme kapasitesine sahip olup, bu durum yatırım düzeylerini artırabilmektedir (Feder et al., 1992). Mevcut varlıkların teminat olarak kullanılması, bankaların finansman kararlarını destekleyerek yatırım yapılabilirliği güçlendirmektedir. Bu ilişki, ölçek ekonomileri kapsamında değerlendirilmekte olup, işletme büyüklüğünün finansmana erişimi kolaylaştırarak

yatırım dinamiklerini şekillendirdiğini göstermektedir. Ancak, kredi erişiminin faiz oranları, risk faktörleri ve sermaye piyasalarındaki koşullar ile birlikte ele alınması gerekmektedir.

4. Sonuç ve Değerlendirme

Yatırımlar hem makro hem de mikro ölçekte işletme seviyesinde mevcut sermaye stokuna yapılan ilavelerdir. Türkiye’de tarıma yönelik makro ölçekli yatırımlar genellikle devlet tarafından gerçekleştirilen altyapı yatırımlarıdır. Altyapı yatırımları içerisinde ise sulama altyapısının geliştirilmesine ilişkin yatırımların ağırlığı daha fazladır. Ülke tarımının gelişimi için sadece kamu sektörü tarafından yapılacak sabit sermaye yatırımlarının yeterli olmayacağı özel sektör tarafından da yapılacak sabit sermaye yatırımlarının büyük önem taşıdığı bilinmektedir. Tarımsal üretimde üreticilerin gerçekleştirdikleri yatırımlar, üretim alanlarını ve üretimi genişletmek amacıyla arazi yatırımı, bina yatırımı, alet ekipman yatırımı ve tesis iyileştirme yatırımları olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’de 2019- 2023 yılları arasındaki beş yıllık süreç değerlendirildiğinde, Özel sektör sabit sermaye yatırımları içinde tarıma yapılan yatırımların ortalama %1, kamu sektörü sabit sermaye yatırımları içinde tarıma yapılan yatırımların ise ortalama %7,6 seviyesinde kaldığı anlaşılmaktadır. 2024 yılı gerçekleşme tahmini olarak, özel sektör sabit sermaye yatırımları içinde tarımın payı %0,8, kamu sektörü sabit sermaye yatırımları içinde tarımın payı %10,6 düzeyindedir. Diğer sektörlerle kıyasla özel sektör yatırımları içinde tarımsal yatırımların payı oldukça düşüktür (SBB, 2024).

Türkiye’de tarım işletmelerinin çok büyük bir kısmı küçük işletme niteliğinde olup bu işletmelerde kararlar, tarımsal işletmenin hem sahibi hem de çalışanı konumunda olan işletmeciler tarafından verilmektedir. Tarımsal yatırımlarda karar vericiyi etkileyen etmenlerin daha iyi anlaşılması, kaynakların daha doğru tahsis edilmesine katkıda bulunmakta ve finansal başarısızlık riskini azaltarak doğru yatırım politikalarının uygulanmasını sağlamaktadır. Politika yapımcıların tarımsal üreticilerin yatırım davranışlarına ilişkin bilgiye sahip olmaları, farklı yatırım desteklerine ilişkin üreticilerin tepkilerini tahmin etmelerine ve yatırımlara yönelik kullanılacak politika araçlarının geliştirilmesine de olanak vermektedir (Dixit and Pindyck, 1994). Bu açıdan tarımsal yatırım kararlarına etki eden faktörlerin tespiti büyük önem taşımaktadır.

Sabuncu (2021), tarafından hazırlanan doktora tezinde, Manisa ilindeki tarımsal üreticilerin tarıma yönelik yatırım kararlarını üzerinde etkili olan üretici özellikleri, tarımsal işletme ile ilgili faktörler ve ekonomik etkenler araştırılmıştır. Alaşehir, Akhisar, Salihli ve Saruhanlı ilçelerine

bağlı 19 köyde toplam 172 üretici ile yüz yüze görüşmeler yapılarak, son beş yılda (2016-2020) tarımsal sabit sermaye yatırımı yapan (117 işletme) ve yapmayan (55 İşletme) üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir (Sabuncu, 2012).

Çalışma sonuçlarına göre, yatırım yapan ve yatırım yapmayan üreticilerin yaş, hanedeki birey sayısı, eğitim durumu ve tarımsal tecrübelerine ilişkin ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmamakla birlikte yatırım yapan üreticilerin yapmayanlara göre daha genç, tecrübesi az, ailesindeki birey sayısı fazla ve eğitimi yüksek üreticiler olduğu saptanmıştır. Ayrıca tarımsal üretimi devam ettirecek halefi olan üreticilerin yatırım yapan üreticiler olduğu ise istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. Herhangi bir sosyal güvenceye sahip olan üreticilerin yatırım yapan üreticiler olduğu da istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tarımsal yatırım yapma durumu ve üreticilerin riske yönelik tutumları arasında bir ilişki olup olmadığının da incelediği çalışmada istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Ancak riske karşı tepkisiz ve riski seven 60 üreticinin 46'sının yatırım yapan, 14'ünün ise yatırım yapmayan üretici olduğu da saptanmıştır.

Üreticilerin toplam tarımsal arazi, parsel sayısı ve sulanan arazi ortalamaları açısından yatırım yapanlar ile yapmayanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. Yatırım yapan işletmelerde toplam arazi, sulanan arazi ve parsel sayısının fazla olduğu saptanmıştır. Tarımsal arazi büyüklükleri arttıkça tarımsal yatırım oranının yükselmektedir. Tarımsal yatırım yapanların mülk arazi alanı ortalaması ve sahip olduğu tarımsal mekanizasyon değeri ortalaması yatırım yapmayanlara kıyasla daha fazla bulunmuştur. Bu açılardan yatırım yapan ve yapmayan işletmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. İşletmede çalışan aile işgücü varlığı ortalaması açısından da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu tespit edilmiştir. Yatırım yapan işletmelerde ailedeki birey sayısı daha fazladır.

Beyana esas yıllık net gelirleri ve net tarımsal gelirleri kıyaslandığında, yatırımı yapanların gelirlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tarım dışı gelir açısından incelendiğinde ise yatırım yapanlar ile yapmayanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Fakat yatırımı bulunanların ortalama tarım dışı gelirinin yatırımı bulunmayanlara kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tasarruf edebilme durumu ve tarımsal yatırım durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Öte yandan yatırımı bulunanların hem ortalama tasarruf miktarının hem de dekar başına ortalama toplam tasarruf de-

ğerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Üreticilerin %59,88'i borçlu olduklarını beyan etmişlerdir. Borçluluk durumu ve tarımsal yatırım durumu arasında khi kare bağımsızlık testinde istatistiksel olarak anlamlı bir bağımlılık bulunmamıştır. Ancak İşletmelerin borç değeri ortalamaları karşılaştırıldığında, tarımsal yatırımı bulunanların borçluluk düzeyinin yatırımı olmayanlara kıyasla çok daha fazla olduğu saptanmıştır. Kâr beklentisi doğal olarak tüm işletmeler için önemlidir. Kâr beklentisi karşılaştırıldığına yatırım yapan 117 işletmenin % 47,9'unun, yatırım yapmayan 55 işletmenin ise % 38,18'inin kâr beklentisi enflasyonun % 16 ve daha fazlası şeklindedir.

Tarımsal yatırım durumuna göre değerlendirildiğinde desteklere ilişkin hem bilgi sahibi olma hem de faydalanma durumu açısından mazot ve gübre desteği ilk sırada yer almaktadır. Üreticilerin yatırım destekleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları gözlemlenmiştir. Tarımsal destekler ve kredi gibi araçların kullanılması şeklinde önlemlerin alınması da tarımsal faaliyetlerde çeşitliliğin sağlanmasını destekleyici niteliktedir. Bu açıdan kırsal ekonomik faaliyetlerin çeşitlendirilmesine ve geliştirilmesine yönelik TKDK'nın IPARD Programı kapsamında yaptığı desteklemeler önemlidir. Program kapsamında yeni tarımsal ürünlerinin yetiştirilmesi teşvik edilmekle birlikte kırsal turizm ve yenilenebilir enerji gibi farklı alt sektörler de desteklenmektedir (Olgun ve Sevilmiş, 2017). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ulusal bütçe ile hayata geçirilen Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı kapsamında uygulanan Tarıma Dayalı Ekonomik Yatırımların Desteklenmesi Programı ile de kırsalda ekonomik faaliyetin çeşitlendirilmesi teşvik edilmektedir (TKKDK, 2024). IPARD Programı kapsamında hayata geçirilen ve yerel aktörlerin kendi bölgelerinde uygulanacak projeler, gerçekleştirilecek strateji ile ilgili olarak karar alma ve uygulama süreçlerine katılmaları anlamına gelen LEADER yaklaşımı da, tarımsal faaliyetlerde çeşitliliğin sağlanmasını destekleyici bir diğer araçtır (Olgun ve Sevilmiş, 2018). Bunların yanı sıra KOSGEB ve kalkınma ajansları gibi kuruluşların da tarımsal girişimciliği desteklemeye yönelik faaliyetleri bulunmaktadır. Tüm bu tarımsal desteklemelere ilişkin bilgilendirme faaliyetlerinin yanı sıra özellikle teşvikler ile hayata geçirilen başarılı örneklerin tanıtımının yapılmasının desteklemelerin etkinliğini daha da arttıracakı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adimassu, Z., Kessler, A. and Hengsdijk, H. (2012). Exploring determinants of farmers' investments in land management in the Central Rift Valley of Ethiopia, *Applied Geography*, 35:191-198 pp.
- Ahearn, M.C., Yee, J. and Korb, P. (2005). Effects of differing farm policies on farm structure and dynamics, *American Journal of Agricultural Economics*, 87(5):1182-1189 pp.
- Akçaöz, H., Özkan, B., Karadeniz, F. ve Fert, C. (2006). Tarımsal üretimde risk kaynakları ve risk stratejileri: Antalya ili örneği, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1):89-97 s.
- Aramyan, L.H, Oude Lansink, A. and Verstegen, J. (2005). Investments in Energy-Saving Systems in Dutch Horticultural Farms, IFMA - International Facility Management Association 15th Congress-Developing Entrepreneurship Abilities to Feed the World in a Sustainable Way, Brazil, 39-47pp.
- Aydın, C. (2015). Makroekonomik Belirsizlik ve Risk Altında Yatırım Kararları: BRICS Ülkeleri ve Türkiye Örneği, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Erzurum, 229s.
- Bahşi, N. (2005). Tarımda Kamu Yatırımlarının Tarımsal Büyüme Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Adana, 140s.
- Bal, D.Ç. (2018). Trakya Bölgesinde Bitkisel Üretim Yapan Tarım İşletmelerinin Risk Kaynakları ve Risk Yönetim Stratejilerinin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tekirdağ, 160s.
- Basarir, A. and Gillespie M.J. (2003). Goals of beef cattle and dairy producers: A comparison of the fuzzy pair-wise method and simple ranking procedure, Selected Paper Prepared for Presentation at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Mobile, AL February 1-5.
- Bayraktutan, Y. ve Arslan, İ. (2008). Türkiye'de sabit sermaye yatırımlarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: ko-entegrasyon analizi (1980-2006), *KMU İİBF Dergisi*, 10(14):1-12 s.
- Bergevoet, R., Ondersteijn, C., Saatkamp, H.W., Woerkum, C.V. and Huirne, R. (2004). Entrepreneurial behaviour of Dutch dairy farmers under a milk quota system: goals, objectives and attitudes, *Agricultural Systems*, 80(1):1-21 pp.
- Bocutoğlu, E. (2011). Makro İktisat Teoriler ve Politikalar, Murathan Yayınevi, 8. Baskı, Ankara, 595s.
- Boehlje, M.D. and Eidman, V.R. (1984). Farm Management, New York, 806p.
- Brase, B.T. and LaDue, E.L. (1989). Farmer Investment Behavior: A Review of Literature, Research Bulletins 183306, Cornell University, Department of Applied Economics and Management, New York, 73p.
- Bulmuş, İ. (2014). Mikroiktisat, Dumat Ofset, Ankara, 536s.

- Calus, M., Van Huylenbroeck, G. and Van Lierde, D. (2008). The relationship between farm succession and farm assets on Belgian farms, *Sociologia Ruralis*, 48(1): 38-56 pp.
- Cuyper, K.D., Gomez y Paloma, S., Lefebvre, M. and Loix, E. (2013). EU farmers' intentions to invest in 2014-2020: The role of attitudes towards risk, the environment and innovation, 7th JRRS, 12-13 December.
- Dinler, Z. (2011). İktisada Giriş, Ekin Kitabevi, 17. Baskı, Bursa, 636s.
- Dixit, A.K. and Pindyck, R.S. (1994). Investment Under Uncertainty, Princeton University Press, 488p.
- Eğilmez, M. (2016). Makroekonomi Türkiye'den Örneklerle, Remzi Kitabevi, İstanbul, 319s.
- Eğilmez, M. ve Kumcu, E. (2016). Ekonomi Politikası Teori ve Türkiye Uygulaması, Remzi Kitabevi, İstanbul, 344s.
- Elhorst, J. P. (1993). The estimation of investment equations at the farm level, *European Review of Agricultural Economics*, 20:167-182 pp.
- Erdost, M.İ. (1988). Kapitalizm ve Tarım, Onur Yayınları, Ankara, 207s.
- Feder, G., Lawrence, J.L., Lin, J. and Luo, X. (1992). The Determinants of Farm Investment and Residential Construction in Post-Reform China, *Economic Development and Cultural Change*, 41(1):1-26 pp.
- Gallerani V., Gomez y Paloma S., Raggi M. and Viaggi D. (2008). Investment Behaviour in Conventional and Emerging Farming Systems Under Different Policy Scenarios, Joint Research Centre Scientific and Technical Reports Institute for Prospective Technological Studies, 187p.
- Gardebroek, C. and Oude Lansink, A. G. J. M. (2004). Farm-specific adjustment costs in Dutch pig farming, *Journal of Agricultural Economics*, 55(1):3-24 pp.
- Gasson, R., Crow G., Errinton A., Hutson J., Marsden T. and Winther, D.M. (1988). The farm as a family business: a review, *Journal of Agricultural Economics*, 39(1):1-41 pp.
- Greiner, L. E. (1972). Evolution and revolution as organizations grow, *Harvard Business Review*, 50:37-46 pp.
- Harris, J.M., Blank, S.C., Erickson, K. and Hallahan, C. (2010). Off-farm Income and Investment in Farm Assets: A Double-Hurdle Approach, AAEA, CAES and WAEA Joint Annual Meeting, Denver, Colorado, July 25-27.
- Hennessy, T. and O'Brien, M. (2008). Is off-farm income driving on-farm investment?, *Journal of Farm Management*, 13(4):235-246 pp.
- Hertz, T. (2009). The effect of nonfarm income on investment in Bulgarian family farming, *Agricultural Economics*, 40:161-176 pp.
- Huijps, K. (2009). Economic Decisions in Mastitis Management, PhD Thesis, Utrecht University Department of Farm Animal Health of the Faculty of Veterinary Medicine, 155p.
- Jacobsen, B.H. (1990). Managing Long-Term Developments of the Farm Firm, Proceedings of the 23rd Symposium of the European Association of

- Agricultural Economists, November 6-8, Copenhagen, 83-91 pp.
- Jacobsen, B.H. (1994). Farmers' Decision Making: A Descriptive Approach, Proceedings from the 38th EAAE Seminar of the European Association of Agricultural Economists, October 3-5, Copenhagen, 438p.
- Jacobsen, B.H. (1996). Farmers' Machinery Investments, Farmers in Small-Scale and Large-Scale Farming in a New Perspective: Objectives, Decision Making and Information Requirements, The Hague: Agricultural Economics Research Institute (LEI-DLO), 261-275 pp.
- Johnson, T.G., Brown, W.J. and O'Grady, K., 1985, A multivariate analysis of factors influencing farm machinery purchase decisions, *Western Journal of Agricultural Economics*, 10(2):294-306 pp.
- Kahan, D. (2008). "Farm Management Extension Guide: Managing Risk in Farming", Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/uploads/media/3-ManagingRiskInternLores.pdf> (Erişim: 6 Nisan 2020)
- Karahan, Ö. (2002). Tarımda Üreticilerin Risk Karşısındaki Davranışları Üzerine Bir Araştırma: Ege Bölgesinden Bir Örnek Olay, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, İzmir, 163s.
- Kazgan, G. (2000). İktisadi Düşünce veya Politik İktisadın Evrimi, Remzi Kitabevi, 443s.
- Krugman, P. and Wells, R (2011). Makro İktisat, Princeton Üniversitesi, Palme Yayıncılık, Ankara, 524s.
- Kwanmuang, K. (2014). Factors influencing farm investment planning – a case study in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand, *Journal of Developments in Sustainable Agriculture*, 9:51-55 pp.
- LaDue, E.L., Miller, L.H. and Kwaitkowski, J.H. (1991). Investment behavior and farm business expansion, *Review of Agricultural Economics*, 13(1):73-84 pp.
- Lefebvre, M., Gomez-y-Paloma S. and Viaggi, D. (2015). EU Farmers' Intentions to Invest in 2014-2020: Complementarity Between Asset Classes, International Conference of Agricultural Economists, 29th Degli Studi Di Milano, Agriculture in an Interconnected World, Milan.
- Nalinci, S. (2018). Amasya İlindeki Üreticilerin Riske Karşı Tutumları ve Tarım Sigortası Karar Sürecinde Etkili Olan Faktörlerin Analizi, Doktora Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 283s.
- Ndagijimana, M., Kessler, A. and Van Asseldonk, M. (2019). Understanding farmers' investments in sustainable land management in Burundi: a case-study in the provinces of Gitega and Muyinga, *Land Degrad Dev.*, 30:417-425 pp.
- Nwibo, S. U. and Alimba, J. O. (2013). Determinants of investment decisions among agribusiness investors in South-East, Nigeria, *IOSR Journal of Business and Management*, 8(6): 60-67 pp.
- O'Brien, M.O. and Hennessy, T. (2005). An Examination of the Contribution of Off-farm Income to the Viability and Sustainability of Farm Households

- and the Productivity of Farm Businesses, Rural Economy Research Center, Teagasc, Athenry, Co Galway, Ireland.
- OECD (2003). Farm Household Income Issues and Policy Responses, OECD Publications Service, Paris, 83p.
- Olgun, F.A., Işın, Ş. ve Işın, F. (2018). Türkiye’de tarımsal GSYH ile tarımsal yatırımlar arasında nedensellik ilişkisi, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(1): 63-75 s.
- Olgun, F. A. ve Sevilmiş, G. (2017). AB katılım öncesi yardım aracı kırsal kalkınma programı (IPARD) ve Türkiye açısından değerlendirilmesi, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(1): 25-36 s.
- Olgun, F.A. ve Sevilmiş, G. (2018). AB’de LEADER yaklaşımı ve Türkiye açısından değerlendirilmesi, *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(1):99-108s.
- Olsen, J.V. (2011). Essays on the Investment Behaviour of Danish Farmers, PhD thesis, University of Copenhagen Institute of Food and Resource Economics, 125p.
- Olsen, J.V. and Lund, M. (2009). Incentives and Socioeconomic Factors Influencing Investment Behavior in Agriculture, 17th International Farm Management Congress, Bloomington/Normal, Illinois, USA.
- Olsen, J.V. and Lund, M. (2011). The impact of socio-economic factors and incentives on farmers’ investment behavior, *Food Economics - Acta Agriculturae Scandinavica*, 8(3):173-185 pp.
- Osaka, J.I. (2006). An Analysis of Savings and Investment Behaviour of Farmers in Giwa and Sabon-Gari Local Government Areas of Kaduna State, MSc Thesis, Ahmadu Bello University, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, Faculty of Agriculture, 76p.
- Osmani, M. and Kambo, A. (2019). Small-scale apple farmers’ willingness to invest – the case of Korça region farmers in Albania, *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(1):309–323 pp.
- Oude Lansink, A. G. J. M., Verstegen J. A. A. M. and Van Den Hengel, J. J (2001). Investment decision making in Dutch greenhouse horticulture, *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 49(4): 357-368 pp.
- Özgüven, A. (1997). İktisat Bilimine Giriş, Filiz Kitabevi, İstanbul, 534s.
- Paya, M. (1997). Makro İktisat, Filiz Kitabevi, İstanbul, 446s.
- Rehber, E. ve Erkuş, A. (2007). Tarımda Proje Hazırlama Tekniği, Uludağ Üniversitesi Yayınları, 114s.
- Romero, C. and Rehman, T. (2003). Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions, Elsevier Science B.V., Hungary, 186p.
- Sabuncu, S. G. (2021). Tarımsal Üreticilerin Yatırım Kararları Üzerine Bir Araştırma: Manisa İli Örneği, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, İzmir, 154 s.
- SBB, (2024). “*Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Temel Ekonomik Göstergeler Sabit Sermaye Yatırımları*”, <https://www.sbb.gov.tr/temel-ekonomik-gostergeler/#1594716589132->

[d3a64e97-2238](#) (Erişim tarihi: 25 Haziran 2024)

- Schiller, R.J. (1990). Speculative Prices and Popular Models. *Journal of Economic Perspectives*, 55-65 pp.
- Susam, N. ve Bakkal, U. (2008). Türkiye’de tarım politikalarındaki dönüşümün kamu bütçesi ve ekonomi üzerindeki etkileri, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 327-357 s.
- Şahin, A. (2008). Risk Koşullarında Tarım İşletmelerinin Planlanması: Oyun Teorisi Yaklaşımı, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, İzmir, 220s.
- Şahin, A. ve Miran, B. (2007). Çiftçi algılarına göre bitkisel ürünlerin risk haritası: Bayındır ilçesi örneği, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(3):59-74 s.
- Terin, M., Aksoy, A. ve Güler, İ.O. (2013). Tarımsal büyümeye etki eden faktörlerin belirlenmesi üzerine bir çalışma, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(3):41-50 s.
- Teyyare, E. (2018). Sektörel bazda sabit sermaye yatırımlarının ekonomik büyüme üzerinde etkisi: Türkiye örneği, *Maliye Araştırmaları Dergisi*, 4(2):115-129s.
- TKKDK (Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu). (2024) “IPARD I ve II Dönemlerinde İmzalanan Sözleşmeler Listeleri”, <https://www.tkdkgov.tr/ProjeIslemleri/ImzalananSozlesmeler> (Erişim tarihi: 4 Ekim 2024)
- Ullah, R., Shivakoti, G. P. and Ali, G. (2015). Factors effecting farmers’ risk attitude and risk perceptions: The case of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13:151–157 pp.
- Uluatam, Ö. (1998). Makro İktisat, Savaş Yayınları, Ankara, 439s.
- Upton, M. and Haworth, S. (1987). The growth of farms, *European Review of Agricultural Economics*, 14:351-366 pp.
- Ünsal, E.M. (2013). Makro İktisat, İmaj Yayıncılık, Ankara, 759s.
- Van Song, N., Ngoc Cuong, H., Van Tien, D., Van Ha, T. and Ngoc Huyen, V. (2020). Farmers’ risk preferences and the determinants of risk preferences in upland areas of Vietnam, *Revista Argentina de Clínica Psicológica*, 29(3):91-98 pp.
- Viaggi D., Bartolini F., Raggi M., Sardonini L., Sammeth F. and Gomez y Paloma S. (2011). Farm Investment Behaviour under the CAP Reform Process, JRC Scientific and Technical Report Institute for Prospective and Technological Studies.
- Yetkiner, H. İ. (2010). Sorularla Makro İktisat, Efil Yayınevi, Ankara, 306s.
- Yıldırım, K., Karaman, D. ve Taşdemir, M. (2012). Makroekonomi, Seçkin Yayıncılık, Ekonomi Kitapları Dizisi: 26, Ankara, 656s.
- Wang, S., Tian, Y., Liu, X. And Foley, M. (2020). How farmers make investment decisions: evidence from a farmer survey in China, *Sustainability*, 12(1):247-266 pp.
- Weiss, C.R. (1997). Do they come back again? The symmetry and reversibility

of off-farm employment, *European Review of Agricultural Economics*, 24:65-84 pp.

Weiss, C. R. (1998). Size, growth, and survival in the upper Austrian farm sector, *Small Business Economics*, 10:305–312 pp.

Bölüm 7

BİYOLOJİK İZLEMEDE GÖSTERGE ALGLER VE BAZI ÖZELLİKLERİ

Nezire Lerzan ÇİÇEK¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5511-0464>

Giriş

Dünya nüfusunun yaklaşık 1,5 milyarı içme suyuna erişmekte sıkıntı yaşamakta, kullanılabilen su kaynaklarında ise artan su kirliliğine nede niyle her geçen gün hijyen ve kullanılabilirlik sorunu oluşmaktadır. Bu nedenle tüm dünyada sürdürülebilir su planlaması yapılmaktadır. Ekosistem sağlığının korunması ve devamlılığı su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması ile mümkündür(Çiçek ve Birecikligil 2015; Jorgensen et al., 2005).Sucul ekosistem içerisinde tatlı su kaynakları yaşam için vazgeçilmezdir. Yaşamın devamlılığında en önemli bileşen su olup, canlılar metabolik olaylarını gerçekleştirmede suya ihtiyaç duyarlar. Küresel ölçekte su kirliliği ekosistemi tehdit eden en büyük sorunlardan birisidir. Gelişen uygarlığın olumlu etkilerine karşın özellikle insan yaşam kalitesini arttıran teknolojik gelişmeler çevre kirliliğine de neden olmaktadır.

Özellikle nüfus artışına bağlı olarak oluşan plansız kentleşme, gıda ihtiyacının artışı ile tarım ilaçlarının, kimyasal gübrelerin bilinçsizce kullanımı, evsel ve endüstriyel atıkların doğrudan su sistemlerine boşaltılması ya da yüzey akışıyla karışması kirlilik artışına ve sonuçta canlı yaşamının olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır.(Gönülol ve Obalı, 1986; Yaramaz 1992; Tanyolaç 2011).

Yenilenemeyen doğal kaynaklardan olan tatlısu kaynaklarının su kalitesindeki bozulmalar geri dönüşü olmayan zararların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Kazancı ve ark., 1997) Su kirliliği insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve suyun kullanımını kısıtlayan ya da tamamen engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan su kalite değişimleri olarak tanımlanabilir (Kocataş, 2006). Su kalitesi su kirliliğinin bir sonucu olup, suyun kullanım amacına bağlı olarak kullanılabilirliğinin bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Kirlilik ile birlikte su kalitesindeki olumsuz değişimler, kullanılabilir su miktarını azaltmakta dolayısıyla sucul canlılar ile birlikte diğer tüm canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Tüm bu gelişmeler ise ekolojik dengeyi bozmakta ve yaşanabilir bir çevrenin devamlılığına bir tehdit oluşturmaktadır. Su kaynağının kullanımını su miktarından daha çok su kalitesi etkilemektedir. Bu nedenle tatlısu kaynaklarının sürdürülebilirliği ve kullanımı için yüzey suyu su kalitesi ve kirlilik açısından izlenmesi ve yönetimi en önemli konulardan birisidir (Verap ve ark., 2017; Gümüş, 2021; Ayaz ve Erdoğan 2021). Kirli suların kullanımının insan da ciddi sağlık sorunlarına yol açabileceği ve sucul canlıların yaşamını tehdit etmesi gerçeğinin anlaşılmasıyla birçok su kalite değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir (Padisac 1993). Fizikokimyasal parametrelere göre su kalitesinin saptanması yaklaşımı tek başına yeterli olmamaktadır. Su kalitesinin belirlenmesi ve izlenmesine, su kaynaklarının korunması ve kullanılmasına yönelik planlamaların yapılabilmesi için bütüncül

bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla sucul ortamın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi sucul sistemlerin sürdürülebilirliği açısından büyük öneme sahiptir (Güler 2003; Kazancı ve ark., 1997, Round, 1991). Bu amaçla tatlısu sistemlerinin su kalitesini belirlemeye yönelik çalışmalarda ve biyolojik izlemede su kalite göstergesi olarak sucul canlılar (fitoplankton, fitobetos, makroomurgasızlar, balık ve makrofitler) kullanılmaktadır. Bu çalışmada tatlısu kütlelerindeki bu gösterge canlılardan bazı fitoplankton ve fitobentoz türlerinin biyoekolojik özellikleri ve daha çok hangi kalite sınıflarında buldukları açıklanmaya çalışılacaktır.

1. Biyolojik İzleme

Sucul ekosistemde ve çevresinde oluşan değişimler sucul canlıların dağılımı, konsantrasyonu ve çeşitliliği üzerine etki etmektedir. Bu nedenle sucul canlıların bu özelliklerinden yararlanılarak biyolojik izleme ve su kalite sınıflandırılması yapılabilmektedir (Sladeczek 1973, Lange-Bertalot 1978, 1980, Descy & Coste 1990, Kalyoncu 2006). Biyolojik izleme su kütlelerinin genel durumunun özellikle kalitesinin belirlenmesi amacıyla suda yaşayan canlıların belirli zaman aralıklarında örneklenerek incelenmesi ve nitel/nicel verilerin elde edilmesidir. Biyolojik izlemede incelenmesi gereken canlı gruplarının her biri ise (Fitoplankton, fitobentoz, bentik makroomurgasız, sucul makrofit, balık) biyobelirteç (biyolojik kalite bileşenleri)'dir (Anonim 2019). Bir su kütleğinde fizikokimyasal parametrelerle o andaki zararlı madde ve besleyici maddelerin yoğunluğu hakkındaki bilgiler edinilebilir. Biyolojik elementlerin kullanılması ile ise orta ve uzun vadede sucul habitatı etkileyen faktörler, dolayısıyla su kirliliği hakkında bilgi edinilebilir. Bu nedenle sucul organizmaların yardımı ile su kalitesinin değerlendirilmesi, fizikokimyasal su analiz sonuçlarını her zaman tam olarak örtüşmeyebilir. Bir sucul ekosistemin durumunu belirlemede biyolojik kalite bileşenlerinin kullanımının en önemli avantajı, canlıların o su kütleindeki stres kaynaklarının tarihsel durumunu çok iyi bir şekilde yansıtmalarıdır. Su kütleğinde belirli organizma veya organizma kümelerinin bulunması haftalık veya aylık su kalitesi hakkında bize bilgi verebilmektedir. Bu organizma kümelerinin bulunmaması ise rutin kimyasal örneklemelerde gözden kaçabilen kesikli bir atık boşaltım veya kirleticilerinin varlığına işaret edebilir. Birçok organizma yaşadıkları ortamdaki değişikliklere oldukça duyarlıdır. Farklı organizmalar bu değişimlere farklı yanıtlar verirler, bazıları tamamen yok olur, bazıları çevreyi terk ederler bazılarının ise üreme olayları engellendiği için ortadan kalkar (Güler 2003; Kalyoncu 2006; Çiçek ve Birecikligil 2015).

1.1 Biyolojik izlemenin olumlu yönleri

Sucul ekosistemdeki değişimlerin biyolojik indikatör kullanılarak uzun vadede değerlendirilebilmesi ve çevresel değişkenlerle (insan etkili ya da doğal) canlı türleri arasındaki etkileşimin ortaya konarak su kalitesinin biyolojik yönden belirlenmesi su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için oldukça önemlidir. Zira bir sucul ekosistemde canlı ve yaşamış olduğu çevre bir bütün olup karşılıklı etkileşim halindedir. Bu nedenle sadece suyun fizikokimyasal değişkenleri ile bir değerlendirme yapmak bütünsel bir yaklaşım oluşturmamaktadır. Fizikokimyasal değişkenlere ek olarak biyolojik izleme yapılmasının önemini şöyle sıralayabiliriz; 1. Bir su kütleğinde fizikokimyasal analizler suyun kalite parametreleri hakkında bilgi verebilir, ancak bu parametrelerin biyolojik etkileri hakkında bir bilgi vermez.

2. Kimyasal bir madde nitel/nicel olarak düşük konsantrasyonda tespit edilmesine rağmen en düşük konsantrasyonu dahi biyolojik tepkilere yol açabilmektedir.

3. Aralıklı olarak yapılan ve anlık sonuç veren kimyasal analizle kaçırılabilir su kalitesindeki değişimler, canlılar yaşadıkları çevrelerine bütünsel bir tepkiye sahip oldukları için kaydedilebilir.

4. Ekosistem sağlığının devamlılığının sağlanabilmesi için bütünsel bir yaklaşımla fizikokimyasal değişkenlerle birlikte sucul canlıların da izlenmesi, sucul ekosistemin mevcut durumunun ortaya konması ve yönetiminin planlanması için daha doğru bir yaklaşımdır (Padisak 1993).

2. Gösterge Canlı (Bioindikatör)

Gösterge canlılar (Biyogösterge, bioindikatör) bir su kütlelerinin mevcut durumunu belirlemek için temsili olarak gözlemlenen ve su kütlelerinin genel durumu hakkında bilgi edinilmesinin sağlayan canlı ya da canlı topluluklarıdır. Gösterge canlıların bilinen bir dizi fiziksel ya da kimyasal değişkenlerle ilgili bazı özel gereksinimleri bulunmaktadır. Söz konusu canlıların varlığı ya da yokluğu, sayıları, morfolojisi, fizyolojisi veya davranışındaki değişiklikler, fizikokimyasal değişkenlerin ihtiyaç duydukları sınırların dışında olduğunu göstermektedir. Gösterge canlı kavramı çoğunlukla çevreye insan kaynaklı etkenlere tepki veren türler olarak tanımlanmakta, doğal çevresel etkenler ve değişimler göz ardı edilmektedir. Oysa ki ortamda bulunan canlı türleri hem insan kaynaklı hem de doğal etkenlerden kaynaklı olarak değişime uğramaktadır. Bu bağlamda daha kapsamlı bir tanımın yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Günümüzde gösterge canlı (biyoindikatör) tanımını bu dar kapsamdan çıkarılarak daha geniş anlamıyla; bir çevrenin biyotik ya da

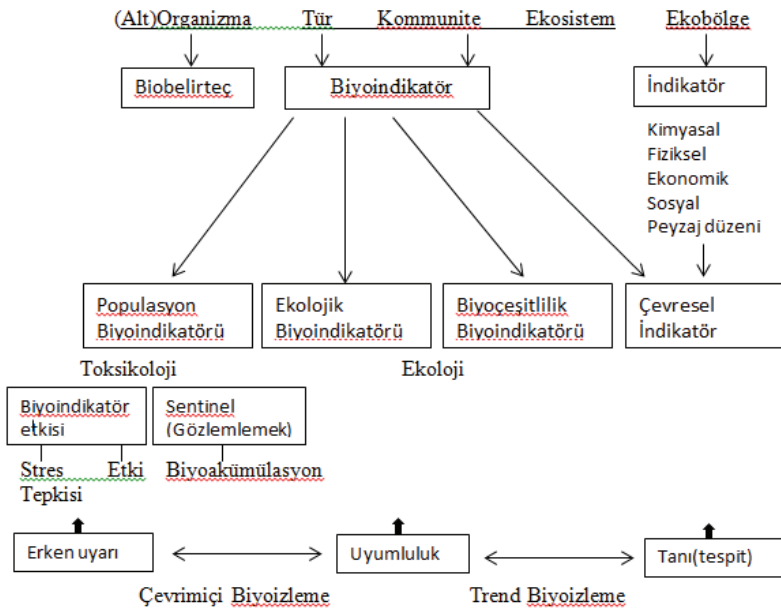
abiyotik durumunu yansıtan, bir habitat, kommunité ya da ekosisteme çevresel bir değişkenin etkisini ortaya koyan, bir alandaki tüm tür ya da bir taksonun bazı türlerin çeşitliliğini gösteren tür ya da türler topluluğu şeklinde tanımlanmaktadır. Aşağıda maddeler halinde belirtilen durumlarda gösterge canlıların kullanılması yararlı olmaktadır:

1. Çevresel faktörlerin ölçülemediği durumlarda; örneğin iklim değişikliği, geçmiş biyolojik izleme çalışmaları gibi, geçmiş çevresel değişkenlerin yeniden yapılandırılması gibi durumlarda

2. Bazı çevresel faktörlerin ölçülmesinin zor olduğu durumlarda; pestisitler ve atıkları, birden fazla etkileşimli kimyasal bileşenler içeren toksik atıkların tespitinde

3. Bir çevresel faktörün kolaylıkla ölçülmesine karşın yorumlanmasının zor olduğu durumlarda; ekolojik öneme sahip gözlemlenebilen değişimlerin önemli olup olmadığının belirlenmesinde.

Farklı yaklaşımlara göre farklı gösterge canlı türleri tanımlanmakta ve kullanılabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Biyolojik izlemede kullanımına göre biyoindikatör (gösterge) tipleri (Gerhardt 2002)

Ekolojide biyoindikatörler üç farklı kategoride toplanmaktadır:

1. Çevresel indikatör: Çevresel olumlu ya da olumsuz değişikliklere öngörülebilir şekilde yanıt veren tür ya da tür topluluklarıdır. Bu çevresel gösterge sistemi çevrenin durumunu tespit etmeyi amaçlamaktadır.

2. Ekolojik biyoindikatör (gösterge): Kirliliğe, habitat değişimine ya da diğer stres etkenlerine karşı duyarlı olduğu bilinen bir türdür. Gösterge türün verdiği cevap kümmünite için temsil niteliğindedir.

3. Biyolojik çeşitlilik biyoindikatörü (göstergesi): Gösterge bir taksonun zenginliği bir topluluğun tür zenginliği için gösterge olarak kullanılabilir. Bu tanım tür zenginliği, endemizm, genetik parametreler, popülasyona özgü değişkenler dahil olarak 'biyolojik çeşitliliğin ölçülebilir parametreleri' olarak genişletilebilir (Gerhardt 2002).

3. Algler ve Biyolojik İzlemede Kullanılmasının Önemi

3.1 Algler ve yayılış alanları

Algler sucul ortamda organik madde üretimini gerçekleştiren, enerji akışında oldukça önemli role sahip birincil üreticiler olup sucul yaşam doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedirler (Fogg 1963). Planktonik ya da bentik olarak gelişen algler sucul ekosistemde tatlısulardan, tuzlusu ve acısulara kadar oldukça geniş bir yayılışa sahiptirler (Round 1981). Algler %70'i su ile örtülü olan Dünya'nın birincil üreticileri olarak kar ve buz ile kaplı alanlardan, çöl bölgelerine kadar geniş bir yayılıma sahiptir. Alglerin bulunduğu habitatlar (Round, 1973);

1. Kar ve Buz Florası (Kryoflora) : Algler belirli bir zaman süresince bu habitatların yüzeyinde kararlı bir şekilde, Kutupta buz tepeleri üzerinde ve dağlarda sürekli karla kaplı alanlarda bulunmaktadır. Buradaki flora 'Karyoflora' olarak isimlendirilir. Bu flora da genellikle Chlorophyta'nın *Chlamydomonas*, *Ankistrodesmus*, *Rhaphidonema*, *Stichococcus*, *Scotiella* ve *Hormidium* cinslerinden oluşmaktadır. *Chlamydomonas nivalis* bu florada en sık görülen tür olup, stoplazmasında ve devam sporlarında karatinoid bulundurmasından dolayı karın kırmızı renkte görülmesine neden olur.

2. Toprak Florası: Toprak yüzeyi zengin bir alg florasına sahiptir. Özellikle nemli olan toprak yüzeyinde 1 mm'lik derinliğe kadar yayılış gösterebilmektedirler. Bu habitatada ya hareketli *Euglena*, *Chlamydomonas*, *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Phormidium* ve çok sayıda diyatom özellikle *Caloneis*, *Stauroneis*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Hantzschia* ve *Nitzschia*, ya da harketsiz *Stichococcus*, *Hormidium*, *Anabeana* ve *Chroococcus* cinsine ait bazı türler bulunmaktadır. Özellikle *Nostoc* cinsi çıplak gözle

görülebilen koloniler halinde gelişim göstermektedir. Turba topraklarda ise desmidlerin baskın olması dikkat çekicidir. Cyanophyta'dan özellikle *Chroococcus turgidis* ve *Gleocapsa*, diatomlardan *Frustula* baskın olmaktadır. Genellikle zengin tınlı topraklarda bu alglerin yerini Chlorophyta'dan *Ulothrix*, Cyanophyta'dan *Oscillatoria*, *Nostoc* ve diatomlardan *Caloneis* ve *Amphora* almaktadır.

3. Kaynak, Akarsu ve Nehir Florası: Yüzeye doğru sıkışmış olan yeraltı suyu fiziksel ve kimyasal özellikleri oldukça sabit olmaya yönelir. Soğuk kaynak sularında sıcaklık genellikle 9 C° iken, sıcak kaynak sularında 18 C° ve 90 C° arasında değişmektedir. Doğal kaynakların soğuk ve sıcak oluşlarına göre bitki ve havan türleri çeşitli farklılıklar göstermektedir (Round, 1973). Soğuk kaynaklarda geliştiği bilinen dünyaca tanınmış tek makroskobik alg *Batrachospermum*'dur. *Batrachospermum*'ün üzerinde *Achnanthes lanceolata*, *Denticula tenuis* gibi diatomlar gözlemlenebilmektedir. İplikli yapıda koloni oluşturmuş mikroskobik olan *Fragilaria pinnata*, *F. construens*, *F. pinnata* ve *Meridion circulare* ya da tek hücreli *Achnanthes minutissima* ve *A. lanceolata* gibi türler de bulunmaktadır (Round, 1973). Litosferin derinliklerinden gelen doğal kaynak sularının ikincisi olan sıcak kaynaklar volkanik veya tektonik kökenlidir. Yüksek sıcaklığa sahip olmalarının yanı sıra genellikle yüksek konsantrasyonlu çözülmüş tuzlara sahiptir. Bütün dünya üzerindeki termal kaynaklarda Cyanophyta'lar çok sık olarak bulunmaktadır. Bunların çoğu 85 C° gibi yüksek sıcaklıklarda gelişme imkanı bulabilmektedir. 60 C° üzerindeki sıcaklıklarda gelişen *Synhrocystis aquatilis*, *Phormidium tenue* türleri bulunmuştur (Round, 1973). Mavi-yeşil alglerin böyle yüksek ısıda gelişebilmeleri onların bazı yapı özelliklerine sahip olmaları ile ilgilidir. Yapılan araştırmalarda 70 °C'deki kaynaklarda bazı Cyanophyceae (mavi-yeşil alg)'lerin çok kolay üreyip çoğaldıkları görülmüştür (Güner, 1985). Akarsu ve nehirlerin akışı anında derinliği, su miktarı, coğrafik durumları, akıntı süratleri, tuz yoğunlukları ve daha bir çok özellikleri daima değişime maruz kalmakta dolayısıyla kaynak sularından çok daha farklı habitatları barındırmaktadır. Akarsularda algler kaya ve taş yüzeyinde (epilitik), bitkiler (epifitik), Sedimet (epipelik) üzerinde gelişim gösterebilmektedir (Round, 1973). Epilitik olarak çoğunlukla Bacillariophyta (Diatomaceae), Chlorophyta, Cyanophyta ve Rhodophyta bölümü algler sıklıkla görülmektedir. Özellikle *Cocconeis placentula*, *Diatoma vulgare*, *Navicula viridula*, *Navicula* spp., *Melosira varians*, *Meridion circulare*, *Achnanthes minutissima*, *Gomphonema parvulum*, *Gomphonema* spp., *Synedra* spp. en sık gözlemlenen taksonlardır. Bunlardan *Achnanthes*/*Gomphonema*/*Synedra* grubu asidik, nütrientce fakir ve hızlı akan akarsu sistemlerinde sıklıkla görülebilmektedir. Daha geniş ve yavaş akan akarsularda ise *Fragilaria* spp. ya da *Tabellaria floccu-*

losa baskınlık gösterebilmektedir. *Diatoma/Melosira varians/Meridion circulare* grubu ise yüksek pH'lı nurientçe zengin akarsularda bulunmakta bunlara ek olarak *Achnanthes minutissima*, *A. lanceolata* ve *Gomphonema intricatum* ve varyeteleri de gözlemlenebilmektedir. Özellikle *Achnanthes lanceolata* alkali suların bir gösterge türüdür. Gözle görülebilen ipliksi formda geniş bir yayılış alanına sahip diğer bir grup alg ise *Cladophora glomerata/Ulothrix/Drapanaldia /Vaucheria*'dır. Soğuk ve hızlı akan akarsularda ise ipliksi alglerden *Spirogyra*, *Zygnema*, *Mougeotia*, *oedogonium* türleri gözlemlenmektedir. Epifitik olarak özellikle *Cladophra glomerata* ipliksi alg yüzeyinde *Cocconeis* spp. ve *Epithemia* spp., dallanan saplar hasinde ise *Gomphonema* spp ve *Cymbella* spp. taksonları bulunmaktadır. akarsuda gelişim gösteren makrofitler üzerinde de sözü edilen türlerle birlikte desmidlerden özellikle *Cosmarium*, *Cyanophyta*'da *Oscillatoria* ve özellikle *Nostoc* taksonları sıklıkla gözlemlenmektedir. Epipelik olarak gelişen alg türleri çoğunlukla diyatomlardan oluşmakta tür artışına bağlı olarak koyu kahverengi bir renk oluşumuna sebep olmaktadır. Özellikle *Diatoma*, *Cymbella*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Stauroneis*, *Diploneis*, *Cymatopleura*, *Surirella*, *Caloneis*, *Neisdium*, *Amphora*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Nitzschia* cinsine ait türler yoğun olarak bulunmaktadır (Round 1973).

4. Göletler ve Göller: Göletler ve göllerin florasını arasında bir ayırım yapmak oldukça zordur. Ancak küçük su kütlelerindeki flora dolaylı olarak da olsa bu sistemlerin boyutlarından etkilenmekte, özellikle kıyı şeridinde rüzgar kaynaklı dalgalanmaların olmaması, sığ derinlik, küçük hacimden kaynaklı suyun bileşenlerindeki hızlı değişimler (sıcaklık, pH, oksijen, CO₂) florayı etkilemektedir. Bu etkiler göllerde de görülmekle birlikte göletlerde dağılım gösteren alg toplulukları daha çok epipelik olma eğilimindedir. Çok küçük göletler ve su birikintilerinde iyi gelişmiş bir epipelik flora bulunmakta taban yapısında kaya ve taş oluşumu yoğun olduğunda da epilitik flora yoğun olarak görülmektedir. Göllerde ise epipelik, epifitik ve epilitik flora ile birlikte özellikle derinlik artışı ile birlikte kıyıdan merkeze doğru spesifik fitoplankton toplulukları gözlemlenmektedir. Daha geniş büyük boyutlu olan göllerde flora kıyı kesim ile derinliğin arttığı orta kesimde keskin olarak farklılık göstermekte, kıyı bölgede daha çok bentik alg grupları (epilitik, epifitik, Epipelik) orta kesimde ise fitoplanktonik alg grupları bulunmaktadır. Göllerde *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, *Euglenophyta*, *Chrysophyta*, *Dinoflagellata*, *Charophyta*, *Bacillariophyta* grubu fitoplanktonik algler bulunmaktadır. bunlardan özellikle *Peridinium*, *Ceratium*, *Coscinodiscus*, *Rhizosolenia*, *Melosira*, *Ankistrodesmus*, *Staurastrum*, *Synedra*, *Anabaena*, *Navicula*, *Fragilaria*, *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Cosmarium*, *Volvox*, *Pediastrum*, *Scenedesmus* cinslerine ait türle çoğunlukla planktonik olarak gözlem-

lenmektedir. Göllerin fitoplankton dağılımına suyun fiziko kimyasal yapısı etkili olmaktadır. Bu nedenle oligotrofik, ötrofik, distrofik göl sularının florası da özelleşmektedir.

3.2 Biyolojik izlemede alglerin kullanılmasının önemi

Algler sucul ekosistemlerde biricil üretiminde baskın organizmalar olup, su kütlesindeki üretim, nutrient ışık ve akış hızı ile doğrudan ilişkili olan farklı alg gruplarının çeşitliliği ve yoğunluğu ile sürdürülebilmektedir (Biggs 200; Das et al. 2022). Algler sucul ekosistemlerin besin ağını ve biyojeokimyasal döngüsünü desteklemekle birlikte, bazı türleri zararlı ve toksik olduğundan ekosistemi tehdit eden sorunların başlıca kaynaklarıdır. Ekosistemde algler, kirleticilerin ve habitat değişikliklerinin (stres faktörlerinin) seviyelerinin belirlenmesinde, su kütlelerinin çevresel değerlendirilmesinde bir asırlardır kullanılmaktadır. Günümüzde ülkemizde ve dünyanın dört bir yanındaki ülkelerde biyolojik izleme temelli su kalitesi çalışmalarında kullanılan başlıca biyoindikatörlerden birisidir (Kolkwitz and Marsson 1908; Stevenson 2014; Das et al. 2022). Geçmiş dönemlerde alg ekolojisi ve taksonomisi çalışmaları ile elde edilen veriler, alglerin ekolojik özelliklerinin saptanmasını sağlamış bu durum su kalitesi değerlendirmelerinde kullanılabilmelerine olanak sağlamıştır. Daha sonraki dönemlerde bu tespit edilen özelliklerin ışığında alg taksonları ve ekolojik istekleri yeniden düzenlenerek değiştirilmiştir (Hustedt 1937, 1938a,b; Butcher 1947; Fjordingstad 1950; Chloňny 1953; Sladeczek 1973; Lowe 1974; Van Dam et al. 1994; Kelly 2000; Stevenson 2014). Alglerin, su kalitesinin biyolojik yönden belirlenmesine yönelik uygulamalar 1970'lerin ortalarında (Das et al. 2022,), Avrupa'da su kalitesini perifiton, plankton ve taban büyük omurgasızlarına göre belirleme çalışmalarına yönelik yöntemler ise 1980'lerin başından itibaren kullanılmaya başlanmıştır (Kazancı 1997). Alglerin biyolojik izlemede kullanılmasına yönelik avantajları ise: 1. Algler primer üretici olmaları nedeniyle sudaki besin tuzlarının değişimlerine karşı daha duyarlı olup, suyun fizikokimyasal değişimleri alglerin çeşitliliği ve dağılımına doğrudan etki etmektedir. (Descy and Coste 1991; Eroğlu 2008). 2. Tüm su kütlelerinde adapte olabilen farklı türleri bulunmasından dolayı, oldukça geniş bir yayılım alanına sahiptirler. Bu nedenle tatlısu sistemlerinden, kıyı geçiş sularına, denizlere kadar tüm su kütlelerinde hem bentik hem de planktonik formları biyolojik izlemede kullanılabilmektedir (Round 1981, Kalayoncu 2006; Eroğlu 2008; EPA 2017). 3. Yaşam döngülerinin kısa olması, hızlı üreme oranları, su kütlelerinde her tür habitatda bulunmasından dolayı kolaylıkla örneklenerek uzun süre saklanabilmekte, nitel ve nicel olarak tespit edilebilmektedir. 4. Su kütlelerine etki eden insan ve diğer çevresel değişkenlerden kaynaklı değişkenlerin düşük konsantrasyonuna dahi hızlı cevap vermekte ve uzun vadede oluşan değişimler hakkında

bilgi vermektedir. Alglerin gelişiminde azot, fosfat ve diyatomlar için ayrıca silikatlar sınırlayıcı faktörler olabilmektedir (Palmer 1977; Gökçe 2016).

4. Gösterge Algler ve Bazı Özellikleri

***Amphora ovalis* Kütz:** *Amphora* cinsinin en yaygın türü olan diyatomdur (Şekil 1a). Organik olarak az kirlenmiş sulardan, vasat kirlenmiş sulara kadar gelişim gösteren, düşük tuzluluk ve orta seviyede elektrolit içeriğindeki sularda yaygın olarak bulunan bir taksondur. Sudaki yüksek organik içerikten olumsuz etkilenmektedir (Palmer 1977; Cox 1996; Kelly 2000).

***Cocconeis placentula* Ehrenberg:** Daha çok bentikte (epipelik, epifitik, epilitik) gelişim göstermekle birlikte planktonik olarak da gözlemlenen diyatomdur. Epifitikte gelişimi oldukça yaygındır (Şekil 1b,c). Daha çok temiz pH>7 olan sularda yoğun olarak gelişmekte (Palmer 1977; Shevchenko et al. 2018; Kelly 2000), mezotrofikten ötrofik sulara kadar dağılım göstermektedir (Cox 1996).

***Cymatopleura solea* (Brébisson) W.Smith:** Genellikle bentikte özellikle epipelik olarak (sediman üzerinde) gelişim göstermekle birlikte epilitik (taş üzerinde) olarak da yayılım göstermektedir (Şekil 1d). Klee (1990-1991) organik olarak çok az kirli ve temiz suların karakteristik türlerinden olduğunu bildirmiştir. Ancak Palmer (1977) planktonik olarak atıksu sistemlerinde gözlemlenebileceğini bildirmiştir.

***Diatoma vulgaris* Bory:** Özellikle suların soğuk olduğu dönem ve bölgelerde yoğun olarak gelişmektedir (Şekil 1e). Daha çok temiz veya az kirlenmiş, organik maddece orta seviyede kirli olan sularda gelişim gösterir (Palmer 1987; Klee 1991; Cox 1996).

***Gomphonema acuminatum* Ehrenberg:** Alkali ve az kirli sularda yoğun olarak gelişir kirliliğe karşı duyarlıdır (Şekil 1f) (Cox, 1996).

***Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson:** Gomphonema türleri ve varyeteleri endüstriyel ve evsel atıksuların karıştığı su kütlelerinin göstergesi olarak gözlenmekte olup bakır sülfatın toksik etkisine duyarlıdır (Palmer 1977). Daha çok organik maddece zengin, bulanık ve düşük oksijen içerikli kritik derecede kirli α - β mesosaprobik sularda yoğun olarak gelişen kirliliğe toleranslı bir türdür (Lange-Bertalot 1978-1979; Klee 1991; Steinberg and Schiefele 1998; Kelly 2000).

***Cymbella affinis* Kütz:** Ağır metalin olduğu sularda ve acısu sistemlerinde bulunmazlar. Kirliliğe karşı toleransı düşük olup temiz, azot forsför bileşikleri düşük, elektriksel iletkenliğin $<100 \mu\text{S cm}^{-1}$, oksijence

zengin, pH>7 olan sularda daha iyi gelişim göstermektedir (Kelly 2000; Van Dam et al. 1994).

***Navicula cryptocephala* Kützinger:** Düşük elektriksel iletkenliğe sahip ve temiz sularda gelişim göstermektedir (Cox 1996).

***Nitzschia palea* (Kützinger) W.Smith:** Fosfor değeri <0,35 ile >1 mg l⁻¹ olan, pH'ı 7 civarındaki orta derecede kirli sulardan ötrofik sulara kadar gelişim gösteren kozmopolit bir türdür. Ağır metali yüksek, sularda gelişim gösterdiği ve tuzluluğa karşı toleranslı olduğu kaydedilmiştir (Palmer 1977; Lange-Bartelot 1978; Klee 1990,1991; Kelly 2000; Shevchenko et al. 2018).

***Meridion circulare* (Greville) C.Agardh:** Fosfor değeri 0,035 mg l⁻¹ < ve elektriksel iletkenliği <100 µS cm⁻¹ olan sularda yoğun olarak bulunan temiz su göstergesi olan diyatom türüdür (Palmer 1977; Kelly 2000; Klee 1990-1991).7

***Pediastrum boryanum* (Turpin) Meneghini:** Organik maddece zengin, atıksu karışımının olduğu sularda gelişebilen, kirliliğe karşı toleranslı yeşil alg türüdür (Şekil 1f) (Palmer 1977; Tessy and Sreekumar 2008; Atıcı ve ark. 2018).

***Pediastrum duplex* Meyen:** Zengin organik maddeli sularda daha yoğun gelişir. Kirliliğe karşı toleransı yüksek olup, birçok alg için toksik olan yüksek miktarda bazı endüstriyel atıkların karıştığı sularda gelişebilmektedir (Palmer 1977; Tessy and Sreekumar 2008; Kumar and Ramakrishnan 2004; Atıcı ve ark. 2018).

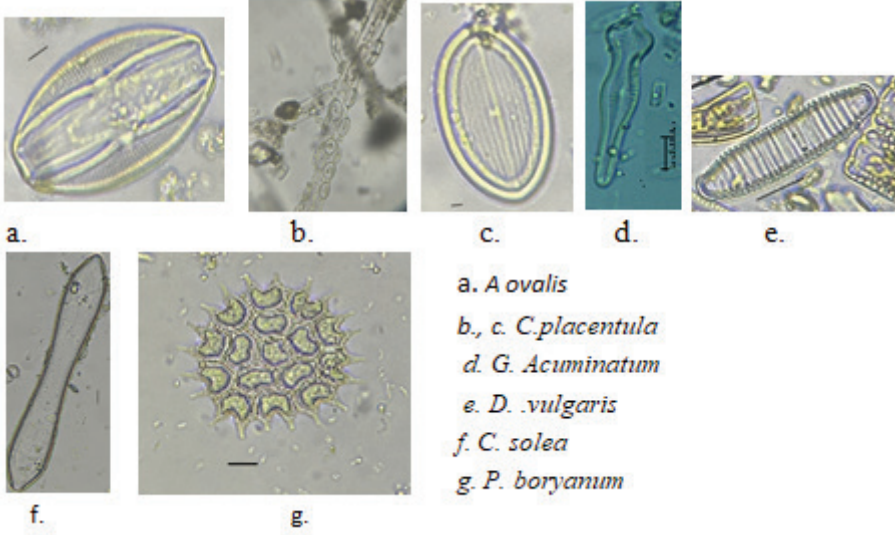
***Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson:** Organik maddenin artış gösterdiği sularda yaygın olarak bulunmaktadır. Atıksu karışımının olduğu özellikle azotlu bileşiklerin yüksek olduğu sularda yoğun olarak gelişmektedir (Palmer 1977; Quader and Shekha 2023).

***Microcystis aeruginosa* (Kützinger) Kützinger:** Yüksek organik madde içeriğine sahip sularda çok iyi gelişmektedir. Ötrofik suların karakteristiğidir. Çok yaygın olarak alg patlaması oluşumunda gözlemlenmekte ve oldukça yüksek etkili toksik madde üretmektedir (Chapman and Chapman 1962; Palmer 1977; Polyak et al. 2013).

***Ulothrix subtilissima* Rabenhorst:** Göllerde ve akarsularda, bağlı ya da planktonik olarak yaşarlar. Organik maddece fakir çok az kirli sularda gelişim göstermektedir (Klee 1991).

***Closterium ehrenbergii* Meneghini ex Ralfs:** Temiz suların göstergesi olan yeşil alg türüdür (Klee 1990,1991).

Şekil 1. Bazı gösterge alg türlerinin fotoğrafları (Orijinal fotoğraflar Çiçek N. L.)



Kaynaklar

- Ayaz, S., & Erdoğan, N. (2021). Bozçay Havzası su kalite özelliklerinin belirlenmesi ve çevresel baskılar açısından değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 441–451. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.899673>
- Biggs, B. J. F. (2000). Eutrophication of streams and rivers: Dissolved nutrient–chlorophyll relationships for benthic algae. *Journal of the North American Benthological Society*, 19, 17–31.
- Butcher, R. W. (1947). Studies in the ecology of rivers. IV. The algae of organically enriched water. *Journal of Ecology*, 35, 186–191.
- Gerhardt, A. (2002). Bioindicator species and their use in biomonitoring. In *Environmental Monitoring—Vol. I. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*.
- Gokce, D. (2016). Algae as an indicator of water quality. In *Algae-organisms for imminent biotechnology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/62916>
- Güler, D. (2003). Su kalitesi araştırmalarında hidrobiyolojik ve mikrobiyolojik metodlar. In *Türkiye'nin kıta içi su kaynaklarında kirlilik etkileri ve çözüm önerileri. İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı*.
- Gümüş, N. E. (2021). Akarçay Akarsuyu (Afyonkarahisar) su kalitesi ve ağır metal kirliliğinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(1), 120–127. <https://doi.org/10.35229/jaes.839147>
- Cholnoky, B. J. (1953). Studien zur Ökologie der Diatomeen eines eutrophen subtropischen Gewässers. *Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaft*, 66, 347–356.
- Cox, E. J. (1996). Identification of freshwater diatoms from live material. Chapman & Hall.
- Chapman, V. J., & Chapman, D. J. (1962). The algae. The Macmillan Press.
- Cosgrove, J. D. W., Morrison, P., & Hillman, K. (2004). Periphyton indicate effects of wastewater discharge in the near-coastal zone, Perth, Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61(2), 331–338.
- Das, M., Semy, K., & Kuotsu, K. (2022). Seasonal monitoring of algal diversity and spatiotemporal variation in water properties of Simsang River at South Garo Hills, Meghalaya, India. *Sustainable Water Resources Management*, 8, Article 16. <https://doi.org/10.1007/s40899-022-00611-6>
- Descy, J. P., & Coste, M. (1991). A test of methods for assessing water quality based on diatoms. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 24, 2112–2116.
- Eroğlu, S., Tokatlı, C., & Solak, C. N. (2008). Diyatomeelerin kirlilik açısından önemine genel bir bakış. In *ÇESKO 2008, Üniversite Öğrencileri Çevre Sorunları Sempozyumu*, Fatih Üniversitesi, 13–15 Mayıs.
- Fjerdingstad, E. (1950). The microflora of the River Molleaa with special reference to the relation of benthic algae to pollution. *Folia Limnologica Scandinavica*, 5, 1–123.

- Hustedt, F. (1937). Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 15, 131–177.
- Hustedt, F. (1938a). Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 16, 187–295.
- Hustedt, F. (1938b). Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 16, 393–506.
- Kumar, S. S., & Ramakrishnan, N. (2004). Algal diversity as indicators of pollution in a fresh water pond at Tiruvannamalai. Journal of Ecobiology, 16(3), 207–212.
- Jørgensen, S. E., Costanza, R., & Xu, F.-L. (Eds.). (2005). Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health. CRC Press.
- Kalyoncu, H. (2006). Isparta Deresi su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere ve epilitik algler açısından değerlendirilmesi. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi), 1(1), 14–25.
- Kelly, M. (2000). Identification of common benthic diatoms in rivers. Field Studies, 9(4), 583–700.
- Klee, O. (1991). Angewandte Hydrobiologie (2nd ed.). Thieme Verlag
- Klee, O. (1990). Biologische Arbeitsbücher 42: Wasser untersuchen. Quelle & Meyer Verlag
- Kolkwitz, R., & Marsson, M. (1908). Ökologie der pflanzliche Saprobien. Berichte der Deutsche Botanische Gesellschaften, 26, 505–519.
- Lowe, R. L. (1974). Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. US Environmental Protection Agency, EPA-670/4-74-005.
- Padisák, J. (1993). Use of algae for water quality monitoring. In ILEC/UNEP International Training Course on Limnological Bases of Lake Management (Oct. 11–23), Tihany, Hungary.
- Polyak, Y., Zaytseva, T., & Medvedeva, N. (2013). Response of toxic cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* to environmental pollution. Water, Air, & Soil Pollution, 224, 1494. <https://doi.org/10.1007/s11270-013-1494-4>
- Round, F. E. (1973). The biology of the algae. Edward Arnold. 278p
- Round, F. E. (1981). The ecology of algae. Cambridge University Press. 653p.
- Round, F. E. (1991). Diatoms in river water-monitoring studies. Journal of Applied Phycology, 3, 129–145.
- Shevchenko, T. F., Klochenko, P. D., & Bilousa, O. P. (2018). Response of epiphytic algae to heavy pollution of water bodies. Water Environment Research, 90(8), 706–718.
- Stevenson, J. (2014). Ecological assessments with algae: A review and synthesis. Journal of Phycology, 50, 437–461.
- Sládeček, V. (1973). System of water quality from the biological point of view.

Archiv für Hydrobiologie und Ergebnisse Limnologie, 7, 1–218.

- Tessy, P. P., & Sreekumar, R. (2008). A report on the pollution algae from the Thrissur Kol Wetlands (part of Vembanad Kol, Ramsar site), Kerala. *Journal of Environmental Biology*, 7(2), 311–314.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2017). Indicators: Phytoplankton. <https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-phytoplankton>
- Van Dam, H., Mertens, A., & Sinkeldam, J. (1994). A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatom from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28, 117–133
- Verep, B., Mutlu, T., Çakır, V., & Aydın, G. (2017). Derepazarı Deresinin (Rize-TÜRKİYE) fiziko-kimyasal su kalitesinin belirlenmesi ve bazı su kalite standartlarına göre değerlendirilmesi. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, 2(1), 19–22.
- Quader, M. Q., & Shekha, Y. A. (2023). Using microalga *Scenedesmus quadricauda* for the improvement of municipal wastewater quality. *Iraqi Journal of Science*, 64(5), 2178–2188.