

ÇEVRESEL, EKONOMİK, TEKNİK YÖNLERİYLE TARIM

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Esen ORUÇ

Doç. Dr. Bilge GÖZENER

Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN



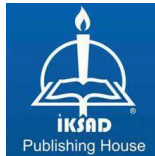
ÇEVRESEL, EKONOMİK, TEKNİK YÖNLERİYLE TARIM

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Esen ORUÇ
Doç. Dr. Bilge GÖZENER
Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN

YAZARLAR

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK
Prof. Dr. Arda YILDIRIM
Prof. Dr. Bilge GÖZENER
Prof. Dr. Dürdane YANAR
Prof. Dr. Esen ORUÇ
Prof. Dr. Gülistan ERDAL
Prof. Dr. Halil KIZILASLAN
Prof. Dr. Hilmi ERDAL
Prof. Dr. Nuray KIZILASLAN
Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER
Prof. Dr. Yusuf YANAR
Doç. Dr. Halil ERDEM
Doç. Dr. Kadriye ÖZLEM SAYGI
Doç. Dr. Şerife TOPKAYA
Dr. Öğr. Üyesi Abdulkadir ERİŞEK
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM
Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN
Dr. Öğr. Üyesi Esra KAPLAN
Dr. Öğr. Üyesi Güzella YILMAZ VURAL
Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER
Dr. Ercan MEVLİYAOĞULLARI
Cabir Çağrı GENÇE
Didem DOĞAR
Hüseyin USLU
Rukiye DEMİR
Zehra ERDOĞAN



Copyright © 2025 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2025©

ISBN: 978-625-378-414-0

Cover Photo Hilmi Murat ORUÇ

December / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

SİVAS İLİ YILDIZ GÖLETİ SULAMA ALANINDAKİ TARIM İŞLETMELERİNİN EKONOMİK ANALİZİ

Zehra ERDOĞAN

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK.....3

BÖLÜM 2

MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİ İŞLETMELERİNİN MEVCUT DURUMU VE KARLILIK ANALİZİ: TOKAT İLİ KAZOVA BÖLGESİ

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK

Didem DOĞAR.....25

BÖLÜM 3

ÜRETİCİLERİN TARIMSAL ÜRETİM VE DESTEKLEME POLİTİKALARINA İLİŞKİN GÖRÜŞ VE DÜŞÜNCELERİ (SAMSUN İLİ ARAŞTIRMASI)

Prof. Dr. Halil KIZILASLAN

Prof. Dr. Nuray KIZILASLAN.....45

BÖLÜM 4

KONYA İLİ EREĞLİ İLÇESİNDE SİYAH HAVUCUN ÜRETİM VE PAZARLAMA YAPISI ve SORUNLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Dr. Öğr. Üyesi. Esra KAPLAN

Prof. Dr. Bilge GÖZENER

Prof. Dr. Esen ORUÇ.....57

BÖLÜM 5

DOĞAL SERMAYE ÖLÇÜTÜ OLARAK “EKOSİSTEM HİZMETLERİ”: İKLİM DEĞİŞİMİNİN ETKİLENMESİ ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN.....79

BÖLÜM 6

İKLİM DEĞİŞİMİ ve SÜRDÜRÜLEBİLİLİK KAPSAMINDA KENTSEL TARIM EKOSİSTEMLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN

Doç. Dr. Halil ERDEM

Cabir Çağrı GENCE.....157

BÖLÜM 7

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE' DE ÇEVRE SORUNLARINA GENEL BİR BAKIŞ

Prof. Dr. Halil KIZILASLAN

Prof. Dr. Nuray KIZILASLAN.....205

BÖLÜM 8

PESTİSİTLERİN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Dürdane YANAR

Prof. Dr. Yusuf YANAR.....221

BÖLÜM 9

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAĞLAMINDA TÜRKİYE'DE KEKİK ÜRETİMİ: DENİZLİ İLİ ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Gülistan ERDAL

Prof. Dr. Hilmi ERDAL.....257

BÖLÜM 10

TOPRAKTA SELENYUM (SE) ELEMENTİNİN BULUNUŞU, DAVRANIŞI VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Doç. Dr. Kadriye ÖZLEM SAYGI.....271

BÖLÜM 11

KABAKGİLLERİ ENFEKTE EDEN POTYVİRUSLER VE TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUM

Doç. Dr. Şerife TOPKAYA.....285

BÖLÜM 12

TARIMSAL UYGULAMALARDA ALLELOPATİNİN ROLÜ VE POTANSİYELİ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM.....303

BÖLÜM 13

YENİLEBİLİR FİLM-KAPLAMALAR ve UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Rukiye Demir

Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER.....319

BÖLÜM 14

İÇ MEKÂN SÜS BİTKİSİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE EVSEL ATIK DEPOLAMA ÇAMURUNUN KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi Güzella YILMAZ VURAL.....341

BÖLÜM 15

SİLİSYUM VE BİYOKÖMÜR UYGULAMALARININ LATİN ÇİÇEĞİNİN (*Tropaeolum Majus* L.) BÜYÜME VE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Güzella YILMAZ VURAL.....355

BÖLÜM 16

KAPARİNİN (*Capparis Spinosa* L.) FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ve KANATLI HAYVAN BESLEMEDE KULLANIM POTANSİYELİ

Prof. Dr. Arda YILDIRIM

Dr. Ercan MEVLİYAOĞULLARI

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER369

BÖLÜM 17

SÜT SIĞIRCILIĞINDA KARŞILAŞILAN METABOLİK HASTALIKLAR VE BESLEME STRATEJİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Abdulkadir ERİŞEK

Hüseyin USLU.....405

BÖLÜM 18

SÜT SİĞİRCİLİĞİNDA GEÇİŞ DÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Abdulkadir ERİŞEK

Hüseyin USLU.....427

ÖNSÖZ

Tarım sektörü, ekolojik süreçlerden ekonomik dengelere, teknik uygulamalardan çevresel sürdürülebilirlik tartışmalarına kadar geniş bir yelpazede bilimsel ilgi uyandıran çok boyutlu bir çalışma alanıdır. Üretim sistemleri, doğal kaynaklar, iklimsel riskler, bitkisel ve hayvansal üretimin teknik sorunları ile gıda güvenliği gibi temel konular, disiplinler arası yaklaşımların önemini giderek artırmaktadır. Bu kitap, söz konusu geniş kapsamı ele alan özgün çalışmaları bir arada sunarak tarım bilimine çok yönlü bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Elinizdeki eser; hayvansal üretimde metabolik hastalıklar ve geçiş dönemi yönetiminden, tarımsal işletmelerin ekonomik analizlerine; tıbbi ve aromatik bitkilere ilişkin teknik değerlendirmelerden, pestisitlerin insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkilerine; ekosistem hizmetleri, kentsel tarım, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik ilişkilerinden, toprak elementlerinin davranışlarına ve bitki sağlığına kadar pek çok farklı başlıkta hazırlanmış bölümlerden oluşmaktadır. Bu çeşitlilik, tarımın çevresel, ekonomik ve teknik yönlerinin bütüncül bir çerçevede ele alınabileceğini göstermesi bakımından son derece kıymetlidir.

Kitapta yer alan bölümler genel olarak şu temalar etrafında değerlendirilebilir:

- Tarım işletmelerinde ekonomik yapı, üretici eğilimleri ve bölgesel analizleri içeren çalışmalar,
- Bitkisel üretim, bitki sağlığı, toprak özellikleri ve çevresel etkileşimler üzerine yapılan bilimsel incelemeler,
- Hayvansal üretim süreçlerinin teknik ve yönetsel unsurlarına ilişkin değerlendirmeler,
- Tarım ve çevre ilişkisinin iklim, ekosistem ve doğal kaynak yönetimi bağlamında ele alındığı yaklaşımlar,
- Gıda, biyoteknoloji ve yenilikçi uygulamalara yönelik değerlendirmeler.

“Çevresel, Ekonomik, Teknik Yönleriyle Tarım” başlığı ile hazırlanan bu çalışmanın, akademik çevrelerden uygulayıcılara, politika yapıcılardan öğrencilere kadar geniş bir kitlenin araştırmalarına ve karar süreçlerine katkı sunmasını temenni ediyoruz. Kitapta emek veren tüm akademisyenlere ayrı ayrı

teşekkür eder, yayına hazırlık sürecindeki destekleri için İksad Yayınevi çalışanlarına da şükranlarımızı sunarız.

Editörler

Prof. Dr. Esen ORUÇ

Prof. Dr. Bilge GÖZENER

Dr. Öğretim Üyesi Esra KAPLAN

BÖLÜM 1

SİVAS İLİ YILDIZ GÖLETİ SULAMA ALANINDAKİ TARIM İŞLETMELERİNİN EKONOMİK ANALİZİ

Zehra ERDOĞAN¹
Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17792660>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Tokat, Türkiye. adnan.cicek@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2671-1439

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Tokat, Türkiye. ze98hra@gmail.com, Orcid ID: 0009-0005-8403-6426

GİRİŞ

Türkiye’de tarım sektörü, milli gelire katkısı ve istihdama destek olmasının yanı sıra diğer sektörlerle hammadde sağlamaktadır. Ayrıca tarımsal ihracat, biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekolojik dengenin sağlanmasında stratejik bir önem taşımaktadır. Diğer sektörlerin sürdürülebilirliği büyük ölçüde tarıma bağlıdır; bu durum, milli gelir ve istihdama katkı sağlaması, ticaret üzerindeki etkisi gibi birçok faktörle birleşerek, tarım sektörünün gelişiminin önemini ortaya koymaktadır (Aydın, 2014; Someran, 1999). Tarım arazilerinde artış olamayacağı ve nüfusun sürekli artış gösterdiği dikkate alındığında, beslenme ihtiyacını karşılamak için birim alandan alınan verimin artırılması gerekmektedir.

Dünya genelinde tarım arazilerinin büyüklüğünde son 20 yılda kayda değer bir değişiklik olmamıştır (Anonim, 2024a). Türkiye’nin 78 milyon hektarlık yüzölçümünün yaklaşık 24 milyon hektarı tarım arazisidir (Anonim, 2024b). Ancak tarım arazilerinin genişletilememesi nedeniyle, mevcut alanlardan daha yüksek verim alınması büyük önem taşımaktadır. Sınırlı üretim faktörlerine sahip olan tarım sektöründe gelir artışını sağlamak için en etkili yöntemlerden biri, kaynakların etkin bir şekilde organize edilmesidir. Bu bağlamda, tarımsal üretim yapan işletmelerin sahip olduğu üretim kaynaklarını belirlemek, gelir-gider analizlerini yaparak ekonomik değerlendirmeler yapmak ve kaynakları en verimli şekilde kullanacak işletme planları oluşturmak gerekmektedir. Farklı bölgelerdeki iklim koşulları, toprak yapısı ve verimlilik farklılıkları, ürün desenlerinin değişmesine yol açmakta ve bu da işletme büyüklüklerini etkilemektedir. Bunun yanı sıra, miras hukuku nedeniyle tarım işletmeleri sıkça parçalanarak küçük ve hatta mikro işletmelere dönüşmektedir. Böyle bir yapıya sahip ülkelerde, işletmelerin ekonomik özelliklerini belirlemek, tarımsal üretimi yönlendirmede önemli bir adım olacaktır (Baydaroğlu ve Akçay, 2000).

Tarımsal üretimin temel amacı, her bir tarım işletmesinin toprak, iklim, su, bitki ve iş gücü gibi kaynaklarını en verimli şekilde kullanarak üretim miktarını ve verimliliği artırmak, çiftçinin gelirini yükseltmek ve tarım işletmelerini güçlendirerek ulusal gelire katkıda bulunmaktır. Üretim faktörlerinin doğru fiyatla temin edilmesi ve optimum düzeyde kullanılması hem verimlilik artışı sağlar hem de maliyetlerin düşürülmesine yardımcı olur. Ancak, üreticiler, genellikle işletme sermayelerindeki eksiklikler ve teknik bilgi

yetersizlikleri nedeniyle tarımsal üretim faktörlerini yeterince verimli kullanamamaktadır. Bu durum, ürün verimliliğini ve çiftçi gelirini olumsuz yönde etkilemektedir (Gündoğmuş, 1997).

Tarımsal işletmelerin yapısını anlamak için, bu işletmelerin sermaye yapılarının ve yıllık faaliyet sonuçlarının belirlenmesi ve analiz edilmesi gerekir. Ayrıca, işletmelerin sınırlı kaynaklarını optimal biçimde değerlendirebilmesi, ancak işletme yapısının doğru bir şekilde anlaşılmasıyla mümkün olacaktır. Bir işletmenin başarı düzeyini ölçmek de üretime yatırılan sermaye ile üretim faaliyetlerine ilişkin maliyet ve gelirlerin bilinmesiyle doğrudan ilişkilidir (Rehber ve Çetin, 1998; Özkan ve ark., 2001). Bunun yanı sıra, işletmelerin sosyo-ekonomik yapısının ortaya konulması ve yapılan üretimin karlılığının değerlendirilmesi, işletmelerin etkinliğini artırarak verim artışı sağlamaya katkı yapacaktır. Ayrıca, işletmelerin ekonomik özelliklerinin belirlenmesi, bölgedeki tarımsal hizmet kuruluşlarının etkinliğini artırmaya da yardımcı olacaktır (Altıntaş ve Akçay, 2007).

Tarımsal üretimde arazi, emek ve girişimci ile birlikte dört temel üretim faktöründen biri olan sermaye, üretimde kullanılan arazi ve iş gücü dışında kalan her türlü mal ve kaynağı (makine, ekipman, hayvanlar, malzeme, binalar ve para) kapsar (Aksöz, 1972). Bir tarım işletmesinin başarısı için, sermayenin miktarının yanı sıra, sermayeyi oluşturan unsurların nasıl dağıldığı, yani sermaye yapısının da büyük önemi vardır. İşletme tipi ve büyüklüğüne bağlı olarak, bir işletmenin normal işleyişi için belirli sermaye türlerinin belli oranlarda bulunması gerekmektedir (Aksöz, 1972). Bu nedenle sermaye dağılımının belirlenmesi ve etkin kullanımı için bölgesel düzeyde yapılacak çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Tarımsal üretimin artırılması için makro ölçekte uygulanmakta olan politikaların başarıya ulaşması için işletme koşullarının bilinmesi gerekmektedir. Tarım işletmelerinin bulunduğu bölgeler ve bu bölgelerin sosyo-ekonomik özellikleri birbirinden farklılıklar göstermektedir. Benzer özellikleri taşıyan işletmelerin yer aldığı bölgelerde, işletmelerin genel özelliklerinin ve ekonomik analizlerinin yapıldığı çok sayıda çalışma söz konusudur. Buradan hareketle Sivas ili Yıldız Göleti sulama alanındaki tarım işletmelerine yönelik herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu yönü ile araştırmanın farklı bir bölgede yapılmış olmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Araştırma bölgesi Sivas il merkezine 58 km mesafede olup,

bölgenin iklim ve coğrafi özellikleri benzerlik göstermektedir. (Hozman ve Akçay 2016). Sivas ilinin geniş bir yüzölçümüne sahip olması nedeniyle oluşan iklim çeşitliliği, bölgedeki bitki örtüsünün de farklılık göstermesine neden olmaktadır (Ergün, 2016). Bölgede yer alan ve Yıldız nehri üzerinde kurulan sulama göleti, araştırma sahasının sulama ihtiyaçlarını karşılamak üzere inşa edilmiştir. Proje ile toplam 1693 hektarlık bir alanda sulu tarım yapılması öngörülmektedir. Sivas ilinde tahıl üretimi başta olmak üzere geniş bir tarımsal faaliyet yelpazesi bulunmaktadır, ancak sebze ve meyve üretimi sınırlıdır. Hayvancılık sektörü, özellikle küçükbaş hayvancılığın baskın olduğu, sürdürülebilirlik ve çeşitlilik açısından geliştirilmeye açık bir yapıya sahiptir (Anonim, 2023).

Bu çalışmanın temel amacı, Sivas ili Yıldız Göleti sulama alanındaki işletmelerin yapısal özelliklerini belirlemek, üretim dönemine ilişkin gerçekleştirilen yıllık faaliyet sonuçlarını ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda işletmelerin brüt gelir, işletme masrafları, net gelir, tarımsal gelir ve toplam aile geliri belirlenmiştir. Ayrıca işletme arazisi dekarına düşen gelir ve karlılık göstergeleri ile işletme büyüklüğü arasındaki ilişkiler saptanmıştır. Bunların dışında işletmelerin tarımsal gelirleri dikkate alınarak başarı analizlerine yer verilmiş ve işletme başarısına etki eden faktörler ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarının literatüre katkısının yanında bölgedeki işletmelerin karar almasına ve bölgesel düzeyde uygulanacak politikalara temel veri oluşturacağı söylenebilir.

1.MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada, anket çalışması ile elde edilen birincil veriler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan veriler 2022 yılı üretim dönemini kapsamakta olup, anket çalışmaları Ekim-Aralık 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca birincil verilerin yanı sıra konuyla ilgili kitaplar, tezler, makaleler, TÜİK ve uluslararası kuruluşların verilerinden yararlanılmıştır. Araştırma bölgesinde yapılan ön incelemelerde işletme sayısı çok fazla olduğu için, veri toplamada örnekleme yoluna gidilmiştir. Araştırma alanı olarak seçilen Sivas ili Yıldız Göleti sulama sahasında bir belde (Yıldız) ve 2 köye (Kuzuören ve Güneykaya) ait işletmeler yer almaktadır. Bölgedeki yerleşim birimlerine ve sahip oldukları tarımsal varlıklara ilişkin herhangi bir istatistiksel bilgiye rastlanılmamıştır. Bu nedenle sahada ön çalışma yapılmış ve bölgede 750 tarım işletmesi olduğu,

ortalama işletme genişliğinin 85,0 dekar ve standart sapmanı 47,9 olduğu belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı %75'den az (%56,4) olduğu için "Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi" ile örneklem belirlenmiştir (Çiçek ve Erkan, 1996). Buna ilişkin formül aşağıda verilmiştir.

$$n = N * (S^2) * (t^2) / N - 1 * (d^2) + (S^2) * (t^2)$$

Formülde;

N=Toplam işletme sayısı (750)

S=Standart sapma (47,9)

t= %95 güven aralığı için tablo t değeri (1,96)

d= ortalama sapma (85,0*0,10) alınmıştır.

Örneklemede %95 güven aralığında ve ortalama %10 sapma ile çalışılmış olup, örnek hacmi 105 olarak belirlenmiştir.

$$n = 750 * (47,9^2) * (1,96^2) / 749 * (8,5^2) + (47,9^2) * (1,96^2)$$

Anket sayısının bölgedeki yerleşim birimlerine dağıtılmasında işletme sayıları dikkate alınmıştır. Yıldız Beldesinde 84 anket (600 işletme), Kuzuören köyünde 11 anket (80 işletme) ve Güneykaya köyünde 10 anket (70 işletme) gerçekleştirilmiştir.

Üreticilerin demografik bilgileri ile işletmelerin sosyo-ekonomik yapıları ve ekonomik analizlerde, tarım ekonomisi alanında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden yararlanılmıştır. Bu kapsamda işgücüne yönelik hesaplamalarda, literatürde belirtilen katsayılar kullanılmıştır (Açıl, 1956). İşletme arazisinin hesaplanmasında, işlenen mülk arazi, kira ve ortağa tutulan arazilerin toplamı dikkate alınmıştır. İşletmelerin sermaye unsurlarının belirlenmesinde ve işletmelerde bulunan hayvanların büyük baş hayvan birimine (BBHB) çevrilmesinde literatürde yer alan katsayılar kullanılmıştır (Erkuş ve ark. 1995).

İşletmelerinin yıllık faaliyet sonuçlarına ilişkin analizlerde işletmeler bir bütün olarak dikkate alınmış ve bir yıl boyunca yapılan faaliyetler incelenmiştir. Yıllık ekonomik faaliyet sonuçları olarak brüt gelir, işletme masrafları, gerçek masraflar, brüt kar, net kar, tarımsal gelir ve toplam aile geliri hesaplanmıştır. Brüt gelir bir üretim dönemini kapsayan üretim faaliyeti sonundaki nihai mal ve hizmetlerin değer toplamı olarak tanımlanmaktadır (Akay, 1998; Aras, 1988).

Envanter kıymet değişimlerinde, kıymet artışları brüt gelire dahil edilmiş, kıymet azalışları ise işletme masraflarında gösterilmiştir (Esengün, 1990). Envanter kıymet değişimlerinde enflasyondan kaynaklanan fiyat artışlarının etkisi dikkate alınmamıştır (Açıl ve Demirci, 1984). İkametgâh kira bedelinin belirlenmesinde bina kıymetinin %3'ü esas alınmıştır (Aras ve Çakır, 1975). İşletme masrafları, işletmecinin brüt geliri elde etmek için işletmeye yatırılan aktif sermayenin faizi hariç, yapmış olduğu masrafların toplamı şeklinde tanımlanmaktadır (Açıl, 1956). Çalışmada, borç faizleri ile arazi kirası karşılıkları işletme masraflarına dahil edilmiştir. Bunun yanında işletmede üretilip tekrar üretimde kullanılan çiftlik gübresi ve hayvan yemleri gibi ara malların bedelleri işletme masraflarına dahil edilmemiştir (Aras, 1988).

Amortismanların hesaplanmasında, amortisman oranları makine varlığı için %10, küçük el aletleri için %25, bina varlığı için ahşap ve kerpiç binalarda %4, beton binalarda %2 ve arazi ıslahı unsurları için %5 alınmıştır (Esengün, 1990). Gerçek giderlerin hesaplanmasında; işletme masraflarından aile işgücü ücret karşılıkları düşülmüş ve kalan değere ödenen arazi kirası, ortakçı payları ve borç faizleri ilave edilmiştir (Aras, 1988).

Net gelir, brüt gelirden işletme masrafları çıkartılarak hesaplanmıştır. Tarımsal gelir, brüt gelirden gerçek masrafların çıkartılması ile elde edilmiştir. Toplam aile geliri ise, tarımsal gelire aile işgücünün tarım sektörü dışında çalışmasından elde ettiği gelir, kiraya verilen arazilerden elde edilen ve diğer gelirlerin (kira gelirleri, emekli maaşı, tarım dışından sağlanan gelirler vb.) toplamından oluşmaktadır. Sermaye faizleri hesaplanırken incelenen yıldaki T.C. Ziraat Bankasının ve Tarım Kredi Kooperatiflerinin bitkisel üretim için verdiği işletme kredilerinin bir yıllık faiz oranının yarısı (%4) alınmıştır. Yönetim gideri olarak brüt üretim değerinin %3'ü alınmıştır.

Yapılan bütün analizlerde ve düzenlenen çizelgelerde işletme büyüklükleri dikkate alınarak küçük (36 işletme), orta (35 işletme) ve büyük ölçekli (34 işletme) işletmelere ilişkin bilgiler verilmiş olup, ayrıca işletmelerin geneline ait sonuçlara da yer verilmiştir. İşletmeler arasında başarı analizinde karşılaştırmada geçerli en güvenilir ölçüt net hasıladır (Açıl, 1956; Aras, 1988). Bu noktadan hareketle, incelenen işletmelerin başarı derecelerine göre sınıflandırılmasında, işletme arazisi dekarına düşen net hasıla kriteri kullanılmıştır. İşletmeler başarılı, orta derecede başarılı ve başarısız olmak

üzere üç grupta incelenmiş olup, her bir işletmenin net hasılası o işletmeye ait işletme arazisi miktarına bölünmüştür.

2.ARAŞTIRMA BULGULARI

Üreticilere ve İşletmelere Ait Genel Bilgiler

Yapılan çalışmada öncelikli olarak üreticilerin yaş, eğitim ve tarımsal üretimle ilgili kişisel bilgilerinin yanı sıra, hane hakkında yer alan birey sayısı ve bu hanede yaşayan bireylerden tarımsal üretimde çalışan sayısı belirlenmiştir (Tablo 1). Üreticilerin yaş ortalamasının 50.35 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmayla ortalama eğitim seviyesinin %74.3'ünün ilkökul, %15.2'sinin ortaokul, %7.6'sının lise, %2.9'unun ise üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir. Hanede yaşayan ortalama kişi sayısı 5.39 olup işletme büyüklüğü arttıkça hanede yaşayan kişi sayısının da yükseldiği görülmektedir. Tarımda çalışan kişi sayısı ortalaması 2.61 olarak hesaplanmış ve aile fertlerinin %48.42'sinin işgücüne katılım gösterdikleri belirlenmiştir. Küçük ölçekli işletmelerde aile fertlerinin işgücüne katılım oranının (%53.98) daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Üreticilere ve işletmelere ait genel bilgiler

		İşletme büyüklük grupları			
		Küçük	Orta	Büyük	Genel
Yaş ortalaması (yıl)		50.55	51.69	48.77	50.35
Eğitim durumu (%)	İlkokul	77.8	80.0	64.7	74.3
	Ortaokul	16.6	5.7	23.5	15.2
	Lise	2.8	8.6	11.8	7.6
	Üniversite	2.8	5.7	0.0	2.9
Hane halkı büyüklüğü (Kişi)		4.52	5.69	6.00	5.39
Hanede tarımda çalışan sayısı (kişi)		2.44	2.68	2.73	2.61
Aile fertlerinin işgücüne katılım oranı(%)		53.98	47.10	45.50	48.42

İşletmelerin Arazi Varlığı ve Kullanım Durumu

İşletmelerin arazi mevcudu, mülkiyeti, niteliği ve parçalılık durumu Tablo 2'de verilmiştir. İncelenen işletmelerde ortalama mülk arazi varlığı 36.11 dekadır. İşletmelerin sahip olduğu mülk arazinin %85.88'i kendileri tarafından işletilmekte olup, %14.12'si kiraya verilmektedir. Kiraya verilen mülk arazi miktarının büyük ölçekli işletmelerde daha az olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmada ortağa verilen arazi olmadığı belirlenmiştir. Kiraya verilen araziler büyük oranda bölgede faaliyet gösteren ve patates tarımı yapılan şirketler

tarafından kiralanılan arazilerdir. Bölgede yer alan işletmeler genellikle mülkiyetlerinde olan arazileri kendileri işlemekte olup, haricen arazi kiralararak ve ortağa arazi tutarak tarımsal faaliyette bulunmaktadırlar.

Çizelge 2. Arazi mevcudu, mülkiyeti, niteliği ve parçalılık durumu

		İşletme Büyüklük Grupları							
		Küçük		Orta		Büyük		Genel	
		da	%	da	%	da	%	da	%
Mülk arazi	Kendi işlediği	13.55	71.13	29.93	82.95	50.66	93.35	31.01	85.88
	Kiraya verilen	5.50	28.87	6.15	17.05	3.61	6.65	5.10	14.12
	Ortağa verilen	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Toplam	19.05	100.00	36.08	100.00	54.27	100.00	36.11	100.00
İşletme arazisi	Mülk	13.55	44.4	29.93	55.9	50.66	31.1	31.01	38.3
	Kiralanılan	3.06	10.0	6.55	12.2	87.47	53.8	31.58	38.9
	Ortağa Tutulan	13.92	45.6	17.08	31.9	24.63	15.1	18.44	22.8
	Toplam	30.53	100.0	53.56	100.0	162.76	100.0	81.03	100.0
Yem Bitkileri	Sulu	3.79	12.4	4.51	8.4	31.25	19.2	12.94	15.9
	Kuru	26.74	87.6	49.05	91.6	131.52	80.8	68.09	84.1
	Toplam	30.53	100.0	53.56	100.0	162.76	100.0	81.03	100.0
Ortalama Parsel Sayısı (adet)		4.05		6.28		12.23		7.45	
Ortalama Parsel Genişliği (da)		7.53		8.52		13.30		10.88	

Yapılan araştırmada işletme arazisi 81.03 dekar olup, küçük ölçekli işletmelerde 30.53 dekar, orta ölçekli işletmelerde 50.53 dekar ve büyük ölçekli işletmelerde 162.76 dekarıdır. Bu durum bölgedeki arazi varlığının oldukça heterojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bölgede küçük işletmelerin yanı sıra çok sayıda büyük ölçekli işletme olduğu görülmektedir.

İşletme arazisinin %38.3'ü mülk arazi, %38.9'u kiraya tutulan arazi ve %22.8'i ortağa tutulan araziden oluşmaktadır. Araştırma bölgesinde kuru tarımın hakim olması ve uzun yıllardan beri göç veren konumda olması nedeniyle ortağa ve kiraya tutulan arazi miktarının yüksek olduğu söylenebilir. Özellikle büyük ölçekli işletmelerde, işletme arazisinin yarısından fazlasını (%53.8) kiralanılan arazi oluşturmaktadır. Sahada yapılan gözlemlerde bölgeden göç edenlerin arazilerini araştırma bölgesinde tarımsal üretime devam eden kişilerin ortak veya kiraya tutmak suretiyle işledikleri gözlemlenmiştir.

İşletme büyüklüğü arttıkça parsel sayısının ve parsel alan büyüklüğünün de arttığı görülmektedir. İşletmeler ortalamasında 7.45 adet parsel olduğu ve bunların ortalama büyüklüğünün 10.88 dekar olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de işletme başına düşen parsel sayısı (5.9) ve ortalama parsel büyüklüğüne (12.9 da) göre incelenen işletmelerin arazi parsel sayısının fazla, parsel

büyükliğünün ise düşük olduğu saptanmıştır. Bu durum arazi parçalılığının çok olduğunu ve toprak koruma ile sulama gibi önlemlerin alınmasının güçleşmesi sonucu işletme kaynaklarının kullanım etkinliğini sınırlandığını işaret etmektedir. Araştırma bölgesinde arazi toplulaştırma çalışmalarının yapılmamış olması parsel sayısının fazla ve ortalama parsel genişliğinin düşük olduğu sonucunu doğurmaktadır. Bu nedenle bölgede arazi toplulaştırma çalışmalarına ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Bölge ikliminden kaynaklı meyve ve bağ arazisine rastlanmazken, arazi sınırlarında kavak ve söğüt gibi ağaçların olduğu belirlenmiştir. Bu durum bölgede tarla tarımının hakim olduğunu göstermektedir. Ayrıca işletme arazilerinin yaklaşık %84.1'inin kuru tarım arazisi olduğu, bölgede sulu tarımın yaygın olarak yapılmadığı belirlenmiştir.

İşletmelerin üretim deseni Tablo 3'de verilmiştir. Üretim deseninde oransal olarak ilk sırayı tahıllar (%81.31) almakta ve bunu sırasıyla yem bitkileri (%11.93), endüstri bitkileri (%4.28), baklagiller (1.71) ve yumru bitkiler (%0.55) izlemektedir. Ürün bazında bakıldığında, en fazla üretim alanına sahip ürünün buğday (32.03 da) olduğu görülmektedir. Üretim deseninde buğdayın oranı %39.52 olarak belirlenmiştir. Buğdayı sırasıyla tritikale (%19.98), yulaf (%11.66), yonca (%8.92), arpa (%6.89) ile diğer ürünler izlemektedir. Bu sonuçlara göre üretim deseninin %96.97'sinde 5 ürün yer almaktadır.

İşletme büyüklük gruplarına göre genel bir değerlendirme yapıldığında; büyük ölçekli işletmelerde tahıl ekiliş oranının yanı sıra sulamayı ve iş gücünü daha fazla gerektiren mısır, şeker pancarı ve patates üretiminin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bölgedeki hayvancılık potansiyeli dikkate alındığında yonca, korunga ve fiğ gibi yem bitkileri ekiliş oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Buna karşın işletmelerde yem bitkisi olarak tritikale ekiliş oranının (%19.98) fazla olması dikkat çekicidir. Bölgenin ekolojisi gereği meyve, sebze ve bağ yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Sahada yapılan gözlemlerde sadece arazi kenarlarında kavak ve söğüt, evlerin bahçelerinde ise aile tüketimi için çok az miktarda sebze yetiştirilmektedir.

Tablo 3. Yetiştirilen ürünler ve ekiliş alanları

		İşletme Büyüklük Grupları							
		Küçük		Orta		Büyük		Genel	
		da	%	da	%	da	%	da	%
Tahıllar	Buğday	17.51	57.35	29.58	55.23	49.94	30.68	32.03	39.52
	Arpa	1.14	3.73	2.13	3.98	13.85	8.56	5.59	6.89
	Yulaf	4.36	14.28	6.17	11.52	18.21	11.18	9.45	11.66
	Tritikale	0.96	3.14	6.40	11.94	42.38	26.03	16.19	19.98
	Mısır	0.00	0.00	0.00	0.00	8.03	4.93	2.60	3.26
Endüstri Bitkileri	Şeker pancarı	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	6.14	3.24	3.99
	Aspir	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.45	0.24	0.29
Yumru Bitkiler, Patates		0.19	0.62	0.00	0.00	1.18	0.72	0.45	0.55
Baklagiller	Mercimek	1.04	3.43	1.06	1.97	2.09	1.28	1.39	1.71
Yem Bitkileri	Yonca	3.60	11.79	4.51	8.43	12.04	7.39	6.64	8.19
	Korunga	0.56	1.83	0.66	1.23	1.06	0.65	0.75	0.92
	Fiğ	1.17	3.83	2.94	5.48	2.81	1.72	2.29	2.82
Diğer		0.00	0.00	0.11	0.22	0.44	0.27	0.18	0.22
Toplam		30.53	100.00	53.56	100.00	162.76	100.00	81.03	100.00

İncelenen İşletmelerde Sermaye Durumu

İşletmelerin sahip olduğu sermaye unsurları, işletme analizi çalışmalarında yaygın olarak yer verildiği şekilde fonksiyonlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda aktif sermaye; arazi sermayesi, arazi ıslahı sermayesi, bina sermayesi, bitki sermayesi, alet makine sermayesi, hayvan sermayesi, malzeme- mühimmat sermayesi, para ve alacaklar şeklinde alt gruplara ayrılarak hesaplanmıştır (Açıl ve Demirci, 1984; İnan, 1992; Özkan ve ark., 2001).

Aktif sermaye bütün olarak incelendiğinde, arazi sermayesi toplam aktif sermayenin %48.4'ünü, işletme sermayesi %51.6'sını oluşturmaktadır (Tablo 4). İncelenen işletmelerde aktif sermaye toplamı işletme büyüklüğüyle orantılı bir şekilde artış göstermektedir. Bina sermayesinin aktif sermaye içindeki oranı küçük ölçekli işletmelerde %40.1, orta ölçekli işletmelerde %32.6, büyük ölçekli işletmelerde %27.5'tir. Bina varlığı açısından işletmeler arasında oransal olarak ciddi bir farklılık gözlemlenmiştir. Bitkisel üretimde en önemli faktörlerden biri olan arazi varlığının aktif sermaye içerisindeki payının %15.2 ile oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Bu durum araştırma bölgesinde yaygın olarak kuru tarımın yapılması nedeniyle toprak kıymetinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Alet-makine varlığı aktif sermaye içerisinde %27.9 oranında bir paya sahiptir.

Tablo 4. Aktif ve pasif sermaye (TL ve % dağılımı)

Aktif Sermaye Unsurları		İşletme Büyüklük Grupları								
		Küçük		Orta		Büyük		Genel		
		TL	%	TL	%	TL	%	TL	%	
Arazi Sermayesi	Toprak	88316.4	9.7	164061.4	14.6	510544.1	17.2	250286.1	15.2	
	Arazi İslahı	0.0	0.0	514.3	0.1	4470.6	0.2	1619.0	0.1	
	Bina	363194.4	40.1	366285.7	32.6	633558.8	21.5	451771.4	27.5	
	Nebat (bitki)	23821.4	2.6	62 888.9	5.6	82294.1	2.8	58011.2	3.5	
	Tarla demirbaşı	11992.1	1.3	16 881.1	1.5	70492.9	2.4	34731.8	2.1	
Arazi sermayesi toplamı		487324.3	53.7	610631.4	54.4	1301360.5	44.1	796419.5	48.4	
Dekara Düşen Arazi Sermayesi (TL)		15962.2		11400.9		7995.6		9828.7		
İşletme Sermayesi	Sabit İşletme	Alet-Makine	283263.9	31.1	319628.6	28.5	792579.4	26.8	460306.7	27.9
		Hayvan	128722.2	14.2	181257.1	16.1	702750.0	23.8	332109.5	20.2
	Döner İşletme	Malz. Müh.	2704.0	0.3	6988.2	0.6	32426.2	1.1	13757.0	0.8
		Para mevc.	6191.9	0.7	4 785.7	0.4	122514.7	4.2	44466.3	2.7
İşletme Sermayesi Toplamı		420882.0	46.3	512659.6	45.6	1650270.3	55.9	850639.5	51.6	
Dekara Düşen İşletme Sermayesi (TL)		13785.9		9571.7		10139.3		10497.8		
Aktif Sermaye	Toplamı	908206.3	100.0	1123291.0	100.0	2951630.8	100.0	1647059.0	100.0	
	(TL/da)	29748.0		20972.6		18134.9		20326.5		
Pasif Sermaye	Yabancı sermaye	79260.5		137203.4		578258.8		260972.9		
	Öz sermaye	828945.8		986087.6		2373372.0		1386086.1		
	Toplam	908206.3		1123291.0		2951630.8		1647059.0		

Pasif sermaye, yabancı ve öz sermayeden oluşmaktadır. Yabancı sermaye borçlar ile kira ve ortağa tutulan arazilerin değerinden oluşmaktadır. Yabancı sermayenin %40.5'ini borçlar, %37.5 ile kiraya tutulan toprak değeri ve %22.0'sini ortağa tutulan toprak değeri oluşturmaktadır. Öz sermaye değeri, birinci grupta 828945.8 TL, ikinci grupta 986087.6 TL, üçüncü grupta 2373372.0 TL olup, işletmeler ortalamasında bu değer 1386086.1 TL olarak bulunmuştur. İşletme arazisi dekarına düşen öz sermaye işletme ölçeği arttıkça azalmaktadır.

Aktif sermaye içerisinde işletme sermayesinin oranı %51.6 olup, işletme büyüklük gruplarında %45.6 ile %55.9 arasında değişmektedir. İşletme sermayesinin oranı yabancı sermaye oranından daha yüksektir. Bu durum sürdürülebilir işletmecilik açısından olumlu olarak değerlendirilebilir. İşletmelerin kısa vadede nakde çevirebilecekleri işletme sermayesi, genellikle yabancı sermayeden daha yüksek seviyelerdedir. Ayrıca, yabancı sermayenin büyük bir kısmının kira ve ortağa ait toprak değerlerinden oluştuğu göz önüne alındığında, işletmelerin finansal açıdan kısa vadeli sorunlarla karşılaşmayacağı söylenebilir. İşletme yönetimi açısından, bir işletmenin aktif sermayesinin yarısı kadar borçlanabileceği göz önüne alındığında, bölgedeki yabancı sermaye kullanımının nispeten düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, bölgedeki işletmelerin yeni yatırımlar veya kısa vadeli ihtiyaçlar için borçlanma kapasitesine sahip olduklarını göstermektedir. (Ayyıldız, 2022).

İncelen İşletmelere Ait Yıllık Ekonomik Faaliyet Sonuçları

Bu bölümde, bitkisel ve hayvansal üretim alanlarına ait brüt üretim değerleri, gayri safi hasıla, işletme giderleri, brüt ve net kâr ile tarımsal gelirler hesaplanmış ve Tablo 5’de verilmiştir. Hesaplamalar sonucunda, farklı işletme büyüklük gruplarının karlılıkları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bölgede yaygın olarak buğday, tritikale, yulaf, yonca ve arpa tarımı yapılmaktadır. İşletme ortalamasına göre bitkisel üretim değeri içinde en büyük payı %27.2’lik oran ile buğday almaktadır. Buğdayı sırasıyla %19.4 ’lük pay ile şeker pancarı, %18.0 ile mısır ve %14.8 ile tritikale izlemektedir. Söz konusu 4 ürünün toplam bitkisel üretim değeri içindeki oranı %82.2’dir. Bitkisel üretim değeri içerisinde meyveli-meyvesiz ağaç ve bağ gelirine rastlanmamıştır. Hayvansal üretim değeri, işletmeler ortalamasında 135 729.8 TL olup, hayvansal üretim değerinin %91.1’i sığır yetiştiriciliği, %6.9’u koyun yetiştiriciliği ve %2.0’ı arıcılığa aittir.

Brüt Üretim Değeri, birinci grupta 86241.3 TL, ikinci grupta 133205.2 TL, üçüncü grupta 900156.4 TL olup, işletmeler ortalamasında bu değer 369147.3 TL’dir. GSÜD’nin %63.2’si bitkisel üretimden, %36.8’i hayvansal üretimden sağlanmaktadır. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde bitkisel üretim değeri oransal olarak aynı düzeyde iken (%52.2), büyük ölçekli işletmelerde %65.7’dir. İşletme arazisi dekarına düşen brüt hasıla incelendiğinde küçük ve orta ölçekli işletmelerin değerlerinin birbirine yakın olduğu ancak büyük ölçekli işletmelerin yaklaşık 2 katı kadar fazla olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletmelerde işletme dışı tarımsal gelire rastlanılmamıştır.

Bitkisel üretimde değişken masraf unsurları; toprak hazırlığı, tohum, gübre, ilaç, hasat-pazarlama ve işgücü masraflarından oluşmaktadır. Hayvansal üretim faaliyetinde değişken masraflar; yem, veteriner ve ilaç masrafı, işçilik masrafı ve diğer masraflardan meydana gelmektedir. İşletme başına düşen değişken masraflar sırasıyla 60807.1 TL, 86865.0 TL ve 305126.0 TL olarak bulunmuştur. Genel ortalama ise bu değer 148605.6 TL şeklinde bulunmuştur. Değişken masraflar arasında en büyük payı işletmeler ortalamasına göre %30.6 ile gübre giderleri almaktadır. Bu oranı sırasıyla %24.8 ile hasat ve pazarlama, %22.0 ile tohum, %16.0 ile toprak hazırlığı, %10.9 ile hayvansal üretim işçiliği, %8.9 ile yem giderleri izlemektedir. İşletme arazisi dekarına düşen değişken masraflar işletme ölçeklerinde bitkisel üretim

değişken masraflarında artarken, hayvansal üretim değişken masraflarında azalmaktadır.

İşletmeler ortalamasına göre bitkisel üretim değişken masraflar toplamı 71426.6 TL, hayvansal üretim değişken masraflar toplamı ise 77179.0 TL'dir. İşletmeler ortalamasına göre sabit masraflar toplamı 238207.2 TL olarak bulunmuştur. sabit masraflar içinde en büyük pay %39.1'lik pay ile çiftçi ve ailesinin işgücü karşılığına aittir. Bu değeri %19.1 ile sabit sermaye amortismanı, %15.3 ile sabit sermaye faizi, %11.9 ile arazi kirası izlemektedir.

Brüt kar tarımsal faaliyet kolları itibariyle elde edilen brüt üretim değerinden, bu faaliyet kolları için yapılan değişken masraflar toplamı çıkartılarak hesaplanmıştır. Buna göre işletme başına yıllık brüt karın 220541.7 TL olduğu belirlenmiştir. İşletme arazisi dekarına düşen brüt kar ise 2721.7 TL'dir. Brüt kar işletmelerdeki sabit varlıkların getirisi olarak yorumlanmaktadır. Bütün işletme gruplarında brüt kar pozitif değere sahiptir. Brüt karın, küçük ölçekli işletme grubunda 25434.2 TL, orta ölçekli işletme grubunda 46340.2 TL ve büyük ölçekli işletme grubunda 595030.4 TL olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. İşletmelerin Gelirleri, Masrafları ve Karlılık Analizi Göstergeleri

		İşletme Büyüklük Grupları			
		Küçük	Orta	Büyük	Genel
		TL	TL	TL	TL
Brüt Üretim Değeri	Bitkisel üretim (TL)	45250.2	69588.1	591298.8	233417.5
	Bitkisel Üretim (TL/da)	1482.2	1299.3	3632.9	2880.6
	Hayvansal Üretim (TL)	40991.1	63617.1	308857.6	135729.8
	Hayvansal Üretim (TL/da)	1342.7	1187.8	1897.6	1675.0
	Toplam GSÜD	86241.3	133205.2	900156.4	369147.3
	GSÜD (TL/da)	2824.8	2487.0	5530.6	4555.7
Değişken Masraflar	Bitkisel üretim	19753.0	35597.8	163023.1	71426.6
	Dekara Düşen (TL/da)	647.0	664.6	1001.6	881.5
	Hayvansal üretim	41054.1	51267.2	142102.9	77179.0
	Dekara düşen (TL/da)	1991.7	1621.8	1874.7	1834.0
	Toplam değişken masraflar	60807.1	86865.0	305126.0	148605.6
	Değişken masraflar (TL/da)	1991.7	1621.8	1874.7	1834.0
Sabit Masraflar	Sabit Masraf Toplamı	161773.9	183864.3	374728.7	238207.2
	Dekara Düşen (TL/Da)	5298.9	3432.9	2302.3	2939.7
Toplam Masraflar	Toplam Masraflar	222581.0	270729.3	679854.7	386812.8
	Dekara Düşen (TL/Da)	7290.6	5054.7	4177.0	4773.7
Brüt Kar*		25434.2	46340.2	595030.4	220541.7
Dekara Brüt Kar (TL/da)		833.1	865.2	3655.9	2721.7
Net Kar**		-136339.7	-137524.1	220301.7	-17665.5
Dekar Net Kar (TL/da)		-4465.8	-2567.7	1353.5	-218.0
Tarımsal Gelir***		-48807.8	-48436.8	344614.9	82295.0
Dekar Tarımsal Gelir (TL/Da)		-1598.7	-904.3	2117.3	1015.6
Tarım dışı gelir		150764.5	108561.7	243064.2	162925.8
****Toplam aile geliri		101956.7	60124.9	587679.1	245220.8

*Brüt Kar=GSÜD-Değişken Masraflar

** Net Kar=GSÜD-Toplam Masraflar

***Tarımsal Gelir=Net Kar+ Çiftçi ve Ailesinin İşgücü Karşılığı+ Destekleme geliri+ işletme dışı tarımsal gelir

****Toplam aile geliri = tarımsal gelir+ tarım dışı gelir+ sosyal yardım gelirleri

İşletmeler genelinde ortalama net kar -17665.5 TL olarak belirlenmiştir. Dekara düşen net karın ise -218.0 TL olduğu görülmektedir. İşletme büyüklükleri açısından önemli farkların olduğu görülmektedir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde dekara düşen net kar sırasıyla -4465.8 TL ve -2567.7 TL değere sahip iken büyük ölçekli işletmelerde pozitif değere (1353.5 TL) sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca işletmelerin üretim faaliyetinin karlılığını belirlemek amacı ile işletmeciler ve aile fertlerinin çalışma karşılığı dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda Net Kara aile işgücü ücret karşılığı, destekleme gelirleri ve işletme dışı tarımsal gelirler eklenerek tarımsal gelir belirlenmiştir. Ancak incelenen işletmelerde işletme dışı tarımsal gelire rastlanmamıştır. İşletmeler ortalamasında 82295.0 TL olan tarımsal gelir işletme ölçeği büyüdükçe artmaktadır.

Toplam aile geliri, tarımsal gelire tarım dışı gelir ve sosyal yardım gelirlerinin eklenmesi ile hesaplanmıştır. Tarım dışı gelir işletme ölçeğinde sırasıyla 150764.5 TL, 108561.7 TL ve 243064.2 TL şeklindedir. Genel ortalama bu değer 162925.8 TL'dir. Bu rakamlarla küçük ve orta ölçekli işletmelerde negatif olan değerler pozitif dönüşmüştür ve böylece tarım dışı gelirin toplam aile gelirine büyük ölçüde katkısı olduğu belirlenmiştir. Bu durum kırsalda yaşayan ailelerin ve fertlerin kırsal alanda kalmaya devam etmesindeki nedenlerinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

İşletmelerin Başarı Derecelerine Göre Analizi

İşletmelerin başarı durumlarını belirlemede tarımsal gelir, net hasıla, brüt hasıla ve brüt marj gibi üretim sürecine ait performans göstergeleri kullanılabilir (Esengün, 1990). Bu çalışmada ise dekara düşen net gelir ölçütü esas alınmıştır. İşletmelerin başarı düzeylerini belirlemede net gelir ölçütünün dikkate alınmasının temel nedeni, işletmelerin karlılıklarının belirlenmesindeki en gerçekçi ölçüt olmasıdır. Nitekim brüt gelir sadece işletmelerin gelir düzeyini ortaya koymaktadır ve masraflar dikkate alınmadığı için işletmelerin karşılaştırılması açısından rasyonel sonuçlar vermemektedir.

Tarımsal gelir ölçütü ise işletmelerin başarısında ve kıyaslanmasında sınırlı bir gösterge durumundadır.

Tablo 6’da işletmelerin bazı göstergeleri ile başarı durumları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. İşletmeler arasında karşılaştırma yapabilmek için dekara net gelir değerlerine göre işletmeler; başarılı, başarısız ve oldukça başarısız şeklinde 3 gruba ayrılmıştır. Dekara pozitif net gelire sahip olan 30 işletme başarılı olarak değerlendirilmiş ve negatif net gelire sahip olan işletmeler kendi arasında iki gruba ayrılmıştır. Dekara net geliri -1500.00 TL ve üzerinde olan işletmeler (35 işletme) oldukça başarısız, dekara net geliri 0.01 TL ile -1500.00 TL arasındaki işletmeler ise başarısız olarak değerlendirilmiştir.

İşletme başarısı ile işletmecilerin yaşı ve öğrenim süresi arasında çok fazla fark olmadığı görülmektedir. Arazi varlığında başarılı grubun 136.39 dekar ile belirgin şekilde daha fazla araziye sahip olduğu görülmektedir. İşletme arazisi büyüklüğünün başarı üzerinde önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir. Kiraya tuttuğu arazi miktarına bakıldığında başarılı grup 67.65 dekar ile başarısız gruplara göre daha yüksek değere sahiptir. Bu durum araştırma bölgesinde tarımsal üretim için ek arazi kullanımının önemini ortaya koymaktadır. Ortalama parsel genişliği ve ortalama parsel sayısı değerlendirildiğinde başarılı grubun diğer gruplara kıyasla daha geniş parsellerde (12.34 dekar) faaliyet gösterdiği görülmektedir. Bu durum, başarılı grubun tarımsal faaliyetlerini mekanize bir şekilde gerçekleştirme avantajına sahip olduğunu ve aynı zamanda ürün çeşitliliği veya esnek üretim stratejileri uygulayabileceğini göstermektedir. Aynı zamanda parseller arasında taşıma ve ulaşımdan kaynaklanan ekstra zaman kaybı da üretim verimliliğini olumsuz etkileyebilir.

Başarılı işletmelerin şeker pancarı, mısır ve patatese üretim deseninde daha fazla yer verdiği görülmektedir. Başarılı grupta bu ürünlerin yetiştirildiği alan ortalama 21.33 dekar iken, başarısız gruplarda bu ürünlerin yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Bu durum, başarılı grubun yüksek gelir getiren ya da stratejik ürün çeşitliliğine dayalı bir üretim modeli benimsediğini göstermektedir. Ortalama hayvan varlığı incelendiğinde başarılı grubun 18.13 adet büyükbaş hayvan ve 29.06 adet küçükbaş hayvan varlığı ile diğer gruplardan çok daha fazla büyükbaş ve küçükbaş hayvana sahip olduğu görülmektedir.

Tarım dışı gelire bakıldığında işletmeler ortalamasında başarısız olan grup 190258.05 TL ile en yüksek değere sahiptir. Genel olarak ifade etmek gerekirse işletmeler ortalamasında tarım dışı gelirin önemli olduğu söylenebilir. Hatta kırsal kesimde yaşayanlar için tarım dışı gelirin yüksekliği, tarımda kalma ve göç etmeme nedenleri arasında ön plandadır.

Tablo 6. İşletmelerin Başarı Derecelerine Göre Analizi

Karşılaştırılan unsurlar	Birimi	Başarı grupları			Genel
		Oldukça Başarısız	Başarısız	Başarılı	
Frekans (adet)		35	40	30	105
Net Gelir (TL/)		-2709.82	-809.93	1584.49	-759.11
İşletmecinin yaşı	Yıl	49.31	53.17	47.80	50.35
İşletmecinin öğrenim süresi	Yıl	6.08	6.02	6.93	6.30
Tarımda çalışan nüfus	Kişi	2.62	2.57	2.66	2.61
Ailede sürekli bulunan nüfus	Kişi	4.62	4.47	4.86	4.63
İşletme arazisi varlığı	Dekar	42.22	73.46	136.39	81.03
Kiraya verdiği arazi	Dekar	3.70	4.15	5.90	4.50
Kiraya tuttuğu arazi	Dekar	7.64	25.42	67.65	31.58
Ortağa tuttuğu arazi	Dekar	14.50	15.05	27.55	18.44
Mülk arazi	Dekar	20.04	32.98	41.19	31.01
Ortalama parsel genişliği	Dekar	9.11	10.57	12.34	10.88
Ortalama parsel sayısı	Adet	5.31	7.37	10.03	7.45
Ş. pancarı, mısır, patates alanı	Dekar	0.00	0.50	21.33	6.29
Traktör varlığı	Adet	0.97	0.92	1.06	0.98
Büyükbaş hayvan varlığı	Adet	10.14	10.20	18.13	12.44
Küçükbaş hayvan varlığı	Adet	1.00	14.02	29.06	13.98
Tarım dışı gelir	TL	146466.58	190258.05	169390.75	168925.79
Tarım dışı gelir	TL/da	3469.12	2589.95	1241.95	2084.73
Destekleme geliri	TL/da	51.65	64.73	109.07	83.78

3.SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmada bölgedeki işletmecilerin demografik özellikleri açısından işletme büyüklük grupları arasında belirgin bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. İşletmecilerin yaş ortalaması 50.35 yıl olup, %74.3'ü ilköğretim düzeyinde eğitime sahiptir. Ortalama aile nüfusu 5.39 kişi olup bunun 2.61'i tarımsal işgücüne katılım göstermektedir. Bölgede ortalama işletme genişliği 81.03 dekar, ortalama parsel sayısı 7.45 adet ve ortalama parsel genişliği 10.88 dekar'dır. İşletme arazisinin %38.3'ü mülk arazilerden, %38.9'u kiralanan arazilerden ve %22.8'i ise ortağa tutulan arazilerden oluşmaktadır. Bu veriler araştırma bölgesindeki üreticilerin kendi arazilerinin yanında büyük oranda arazi kiralarak ve ortağa arazi tutarak tarımsal faaliyette bulduklarını göstermektedir. Bunun yanında işletmelerin sahip olduğu mülk arazilerin %14.2'sini bölgede faaliyet gösteren ve patates tarımı yapan şirketlere kiraya verdikleri belirlenmiştir.

Bölgede işletme genişliği heterojen yapıdadır ve büyük ölçekli işletmeler mülk arazilerinin iki katından daha fazla arazi kiralarak ve ortağa tutarak faaliyet yapmaktadırlar. Araştırma bölgesinde sulama imkanları olmasına rağmen sadece büyük ölçekli işletmelerde sulu şartlarda şeker pancarı, mısır ve patates tarımı yapılmaktadır. Bölgede en fazla buğday üretilmekte olup bunun yanında tritikale, yonca ve yulaf üretiminin de yaygın olduğu belirlenmiştir. Bölgedeki toplam tarım alanlarının %31.4'ü hububat üretimi için kullanılmakta, bu da hububatın bölge tarımında en önemli ürün grubu olduğunu göstermektedir. Araştırma bölgesinin iklim özelliklerinden dolayı meyve ve sebze tarımı sadece aile tüketimi için çok küçük alanlarda yapılmaktadır. Yine arazi sınırlarında kavak ve söğüt yetiştiriciliği yapıldığı belirlenmiştir. Karasal iklimin hakim olduğu bölge, yaz aylarında sıcak ve kurak, kış aylarında ise soğuk ve kar yağışlıdır. Toprak yapısında ise özellikle kahverengi orman toprakları geniş yer kaplamakta, ancak bu toprakların bir kısmı düşük niteliktedir. Bu durum sürdürülebilir tarım uygulamaları ve toprak iyileştirme çalışmaları açısından önemlidir.

İşletmelerin aktif sermayesinin %48.4'ü arazi sermayesinden %51.6'sı ise işletme sermayesinden oluşmaktadır. İşletme sermayesinin fazla olmasının nedeni alet-makine ve hayvancılık sermayesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca işletmeler genelinde bina sermayesinin oranı toprak sermayesinden daha yüksektir. Hatta küçük ölçekli işletmelerde bina sermayesinin oranı yaklaşık %40, alet-makine sermayesinin oranı ise %31 olarak belirlenmiştir. Küçük ölçekli işletmelerde bu iki sermaye unsurunun oranı yaklaşık %71 iken, büyük ölçekli işletmelerde bu oran yaklaşık %48'dir. Bu durum bölgedeki işletmeler arasında sermaye dağılımı açısından önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Yapılan araştırmada işletmelerin bitkisel üretim değeri içerisinde buğday, şeker pancarı, mısır ve tritikalenin belirgin şekilde ön plana çıktığı saptanmıştır. Hayvansal üretim değerinin ise yaklaşık %91'i büyükbaş, %7'si ise küçükbaş hayvancılık gelirlerinden oluşmaktadır. İşletme büyüklük grupları arasında toplam gayrisafi üretim değerleri açısından büyük farklılık söz konusudur. Küçük ölçekli işletmelerin GSÜD yaklaşık 86 bin TL iken bu değer büyük ölçekli işletmelerde 900 bin TL'dir. Bu durumun bir sonucu olarak küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde net gelir negatif iken, büyük ölçekli işletmelerde pozitif değere sahiptir. Ancak brüt kar tüm işletme gruplarında

pozitif değerler taşımaktadır ve büyük ölçekli işletmelerde doğal olarak daha yüksek değere sahiptir. Tarımsal gelir ise sadece büyük ölçekli işletmelerde pozitiftir. Dekara düşen net kar, brüt kar ve tarımsal gelir göstergeleri ise, büyük işletmelerin lehinde değerlere sahiptir. Negatif net kar ve tarımsal kara sahip olan işletmelerin üretime devam etmelerinin iki önemli nedeninin olduğu ifade edilebilir. Birincisi brüt karlarının pozitif olması, diğeri ise sosyal nedenlerle arazilerinin boş bırakılmamasıdır. Bunların yanında diğeri bir neden ise bölgedeki işletmelerin önemli düzeyde tarım dışı gelire sahip olmalarıdır. Nitekim yapılan araştırmada toplam aile gelirinin %66.4'ünün tarım dışı gelirden oluştuğu belirlenmiştir. Bu durum kırsalda yaşayan ailelerin ve fertlerin kırsal alanda kalmaya devam etmesindeki nedenlerinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

İşletme büyüklüğü ile gelir arasındaki doğrudan ilişki, küçük ve orta ölçekli işletmelerin verimliliğinin artırılmasına yönelik destek politikalarının gerekliliğini göstermektedir. Özellikle küçük işletmelerin daha yüksek verimliliğe ulaşabilmesi için kooperatifleşme veya ortak üretim planlarının teşvik edilmesi önerilmektedir. Sulu şartlarda üretimi yapılan şeker pancarı, mısır ve patatesin getirisinin daha yüksek olmasına karşın üretimlerinin yaygın olmamasının nedeninin, birim maliyetlerinin yüksek olmasından ve fazla işgücü gerektirmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca söz konusu ürünlerin büyük ölçekli işletmelerde üretiminin yapıldığı belirlenmiştir.

Araştırmada dekara net gelirler dikkate alınarak başarı analizi yapılmış ve işletmelerin sadece %28.57'sinin pozitif net gelire sahip oldukları belirlenmiştir. İşletme başarısına etki eden faktörler arasında işletme büyüklüğü ve kiralanan arazi miktarı, şeker pancarı, mısır ve patates gibi brüt marjı fazla ürünlerin yetiştirilmesi ile hayvan varlığının ön plana çıktığı saptanmıştır. Bu sonuçlar, başarılı grubun yüksek gelir getiren ya da stratejik ürün çeşitliliğine dayalı bir üretim modeli benimsediğini göstermektedir. Şeker pancarı, mısır ve patates gibi ürünlerin yüksek üretim değerine sahip olması, başarılı grubun bu alanlardan verimliliği artırma ve ekonomik avantaj sağlama yönünde bir strateji izlediğine işaret etmektedir. Bu nedenle araştırma bölgesinde yüksek kazanç sağlayan ürünlere yönelmenin ve bitkisel üretimin yanı sıra hayvancılığa yer vermenin tarımsal başarı için önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın bulguları, bölgenin mevcut durumunu detaylı şekilde ortaya koymakta ve bölgesel kalkınma politikalarına önemli bir veri kaynağı

sağlamaktadır. Bu analizlerin, bölgedeki tarımsal faaliyetlerin verimliliğini artıracak stratejiler geliştirilmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Anonim, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Hayvancılık İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 02.04.2023)
- Anonim, (2024a). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). World Statistical Yearbook 2024. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d784864f-7f28-49d2-903e-6680d09a9d97/content/cd2971en.html> (Erişim tarihi: 06.05.2024)
- Anonim, (2024b). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 06.05.2024)
- Açıl, A.F., Demirci, R. (1984). Tarım Ekonomisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:880, Ankara.
- Açıl, F. (1956). Samsun İli Tütün İşletmelerinde Rantabilite, 1950-51. A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Akay, M. (1998). Tarım İşletmelerinin Başarısı Üzerine Bir Araştırma Tokat İli Artova Bölgesi Örneği) GOÜ Ziraat Fakültesi Yayınları No:33, Araştırma Serisi No:10, Tokat.
- Aksöz, İ. (1972). Zirai Ekonomiye Giriş. Zirai İşletmecilik Genel Kısım. Atatürk Üniversitesi Yayın No: 15, 298 S., Erzurum
- Altıntaş, G., Akçay, Y. (2007). Tokat İli Erbaa Ovasında Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve İşletmelerin Başarısını Etkileyen Faktörlerin Ortaya Konulması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2):33-42.
- Aras, A. (1988). Tarım Muhasebesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 486, Bornova-İzmir.
- Aras, A., Çakır, C. (1975). Gediz Sulama Projesi Kapsamına Giren Tarım İşletmelerinin Ekonomik Etüdü. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:211, İzmir.
- Aydın, B. (2014). Trakya Bölgesinde Faaliyet Gösteren Tarım İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Etkinliklerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi). Tekirdağ, 138 Syf.

- Ayyıldız, M., Tengiz, Z.M., Çiçek, A., Ayyıldız, B. (2022). Yozgat İlinde Yetiştirilen Bazı Tarla Ürünlerinin Maliyet Analizi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11(2), 98-106.
- Baydaroğlu, N., Akçay, Y. (2000). Tokat İli Erbaa Ovası Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Planlaması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(1): 63-77.
- Çiçek, A., Erkan, O. (1996). Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 12(6): 45-55.
- Ergün, A., 2016. *Sivas İlinde Coğrafi Faktörlerin Göç Olgusu Üzerine Etkileri.* (Doktora Tezi) Necmettin Erbakan Üniversitesi (Türkiye).
- Erkuş A., Bülbül, M., Kırıl, T., Açıl, F., Demirci, R. (1995). Tarım Ekonomisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma, Geliştirme Vakfı Yayınları No:5 ISBN 975-7185-01-9, Ankara.
- Esengün, K. (1990). *Tokat İlinde Meyve Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Ekonomik Durumu ve İşletme Sonuçlarını Etkileyen Faktörlerin Değerlendirmesi Üzerine Bir Araştırma.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi) Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gündoğmuş, E. (1997). *İç Anadolu Bölgesi Tarım İşletmelerinde Şeker Pancarı Üretiminin Simülasyon Yöntemiyle Fonksiyonel Analizi.* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hozman, S.B., Akçay, H. (2016). Sivas İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Bazı Teknik ve Ekonomik Özellikleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(1): 57-65.
- İnan, İ.H. (1992). Tarım Ekonomisi. Hasad Yayıncılık, İstanbul. 244 s.
- Özkan, B., Akçaöz, H.V. Karadeniz, C.F. (2001). Antalya İlinde Serada Sebze Üretimine Yer Veren İşletmelerin Ekonomik Analizi. *Bahçe Dergisi* 30(1- 2): 109-115.
- Rehber, E., Çetin, B. (1998). Tarım Ekonomisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları No: 134. Bursa, 318 S.
- Someran, H. (1999). *Tokat İli Merkez İlçede Meyve Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi.* (Yüksek Lisans Tezi) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

BÖLÜM 2

MANDA YETİŞTİRİCİLİĞİ İŞLETMELERİNİN MEVCUT DURUMU VE KARLILIK ANALİZİ: TOKAT İLİ KAZOVA BÖLGESİ

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK¹
Didem DOĞAR²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17792996>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü
Tokat, Türkiye. adnan.cicek@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2671-1439

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü
Tokat, Türkiye. dogardidem@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-0330-255X

GİRİŞ

Mandalar, zorlu çevre koşullarında yaşayabilen ve hastalıklara karşı oldukça dirençli yapıya sahip hayvanlardır. Güçlü yapıları sayesinde kaba yemleri verimli bir şekilde tüketebilen bu hayvanlar, et, süt, deri ve iş gücü sağlamak amacıyla yetiştirilmektedir (Sarıözkan, 2011). Manda sütü; vitamin, mineral, protein açısından zengin olması ve düşük laktoz içeriği sayesinde sağlık açısından faydalı bir besindir. Ayrıca antibiyotik benzeri etkilerinin olması ile bağışıklık sistemini güçlendirir. Doğal antioksidan kaynağı olması, A vitamini, kalsiyum gibi besleyici özelliklerinden dolayı da tüm yaş grupları tarafından tercih edilmektedir (Akgün, 2009; Bhat ve ark., 2022). Öte yandan, dünya genelinde geniş kullanım alanına sahip olan manda derisi özellikle ayakkabı, mont, cüzdan, çanta, kemer gibi çeşitli ürünlerin imalatında kullanılmaktadır (DPT, 2000; Stoner ve ark., 2002; Atasever ve Erdem, 2008). Ayrıca, manda derisi atıkları, jelatin üretimi için uygun bir hammadde olup, sınırlı miktarda buldukları için diğer deri atıklarıyla karıştırılarak kullanılır.

Mandalar dünya genelinde başta Güneydoğu Asya olmak üzere birçok bölgede yetiştirilmektedir. 2022 yılı itibarıyla dünya manda varlığı 205.142 milyon baş olup, bunun yaklaşık %97'si Asya kıtasında bulunmaktadır. Manda yetiştiriciliği özellikle Hindistan (%56), Pakistan (%16) ve Çin'de (%13) yoğunlaşmış olup, dünya manda varlığının %85'i bu üç ülkede yer almaktadır (Anonim, 2024). Avrupa'da ise İtalya modern üretim teknikleriyle öncü bir ülke olarak dikkat çekmekte ve organik manda yetiştiriciliğinin yaygınlaşması beklenmektedir (Sarıözkan, 2011).

Türkiye, ekolojik koşulları nedeniyle manda yetiştiriciliği için uygun ve potansiyeli yüksek bir ülkedir. Ülkede, Akdeniz mandası grubuna ait olan ve nehir mandası ırkında yer alan Anadolu mandası yetiştirilmektedir (Soysal, 2013; Uğurlu, 2017). Manda yetiştiriciliği yaygın olarak Samsun, İstanbul, Afyon, Tokat, Çorum, Sinop ve Amasya illerinde yoğunlaşmış olup, genellikle süt ve et üretimi amacıyla küçük aile işletmelerinde yapılmaktadır (Soysal ve ark., 2005; Sarıözkan, 2011). Anadolu mandasının sütü; kaymak, yoğurt, peynir ve dondurma yapımında kullanılırken, eti başta sucuk olmak üzere farklı gıda ürünlerine de dönüştürülmektedir (Atasever ve Erdem, 2008; Kelgökmen ve Ünal, 2015; Yılmaz ve Çiftçi, 2020; Konca ve Adkinson, 2021). Türkiye'nin son 10 yıldaki manda varlığı incelendiğinde, 2014 yılında 121.826 baş olan manda sayısı 2020 yılına kadar istikrarlı bir artış göstererek 192.489 başa

ulaşmıştır. Bu artışın başlıca sebepleri arasında manda yetiştiriciliğine verilen destekler, teşvikler ve Damızlık Manda Yetiştiricileri Birliği'nin çalışmaları yer almaktadır. Ancak, 2020 yılından sonra Türkiye manda varlığında azalmalar meydana gelmiş ve 2024 yılında 162.051 başa gerilemiştir (Anonim, 2025).

Türkiye'de manda yetiştiriciliğinin uzun yıllara dayanan yetiştiricilik kültürü bulunmaktadır ve özellikle son yıllarda artan bir öneme sahiptir. Manda işletmelerinin kârlılığı, üretim maliyetleri, süt verimi ve ekonomik sürdürülebilirliği açısından yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Işık (2015) tarafından Muş ilinde 94 işletmenin sosyo-ekonomik yapısı analiz edilmiş; üretim maliyetlerinin %75.81'inin yem giderlerinden oluştuğu belirlenmiştir. Araştırmada, kârlılığı artırmak için ıslah çalışmalarının sürdürülmesi, modern tekniklerin çiftçilere aktarılması ve ölçek ekonomisine yönelik politikaların geliştirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Kaygısız ve ark., (2018) İstanbul ili Çatalca ilçesindeki 32 süt mandası işletmelerinin ekonomik yapısını ve etkinlik durumunu analiz etmişler, işletmelerin %53'ü tam teknik etkinliğe sahipken, %47'unun etkin olmadığını belirlemişlerdir. Çalışmada, etkinliği artırmak için girdi optimizasyonu, modern yetiştirme tekniklerinin benimsenmesi ve eğitim programlarına katılımın teşvik edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Karlı ve ark. (2021) tarafından 462 işletme ile gerçekleştirilen çalışmada, farklı bölgelerdeki manda yetiştiriciliği işletmelerinin ekonomik faaliyetleri incelenmiş ve Marmara Bölgesi'nde manda yetiştiriciliğinin ekonomik getirisinin diğer bölgelere kıyasla daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Manda yetiştiriciliğinin geliştirilmesi için üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve desteklerinin artırılması önerilmiştir. Saner ve ark. (2022) tarafından Balıkesir'de 102 manda yetiştiricisini kapsayan bir araştırmada, manda sütü üretiminde küçük ölçekli işletmelerin daha kârlı olduğu belirlenmiştir. Çalışma, üreticilerin daha fazla katma değer yaratabilmesi için manda ürünlerinin pazarlanması ve sürdürülebilir üretim stratejilerinin benimsenmesi gerektiğini önermektedir. Karadaş, (2022) Iğdır ilindeki 92 işletmede üretim maliyetleri ve kârlılık analizi yapmış, süt üretim maliyetinin %60'ının sabit, %40'ının değişken masraflardan oluştuğunu belirlemiştir. Süt üretim maliyeti 1,78 TL/kg iken satış fiyatının 5,03 TL/kg olduğunu ve faaliyetin karlı olduğunu ortaya koymuştur. Manda yetiştiriciliğinin ekonomik olarak kârlı olduğunu, ancak verimliliğin artırılması için modern tekniklerin uygulanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Satılmış

ve Kul, (2023) Amasya ilindeki 69 manda yetiştiricisi ile yapılan anketler sonucunda, işletmelerin çoğunlukla küçük ölçekli olduğunu, üreticilerin eğitim seviyesinin düşük olduğunu ve geleneksel yöntemlerle yetiştiricilik yapıldığını belirlemişlerdir. Manda yetiştiriciliğinde verimliliğin artırılması için uzun vadeli ıslah çalışmaları ve destek mekanizmalarının geliştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Yapar, (2020) Samsun ilinde “Halk Elinde Manda Islahı Projesi”nden yararlanan 48 yetiştiriciyi kapsayan çalışmada projenin; yetiştiricilerin bilgi düzeyini artırdığını, verimlilikte iyileşmeler sağladığını ve ekonomik getirilerde olumlu etkiler yarattığını belirtmiştir. Ayrıca, yetiştiricilerin modern yetiştirme teknikleri konusunda bilinçlendiği ve manda ürünlerinin kalitesinde artışlar kaydedildiği belirtilmiştir. Uçar (2021) Muş ili Hasköy ilçesinde 150 manda yetiştiricisi ile yapmış olduğu anket çalışması sonucunda, genetik kapasitesi yüksek mandaların yetiştiricilere sağlanmasını, sözleşmeli manda yetiştiriciliğinin teşvik edilmesini, besleme süreçlerinin geliştirilmesini, ahır ve yem depolarının modernize edilmesini ve üreticilerin modern mandacılık konusunda eğitim alarak desteklenmesini önermiştir. Turan ve Tatar (2022) Diyarbakır ilinde 147 yetiştirici ile yaptıkları anket çalışmasında, yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun manda yetiştiriciliğinden memnun olduğunu, bu faaliyeti aile mesleği olarak gördüklerini ve manda ürünlerinin kalitesi ile önemini farkında olduklarını belirlenmişlerdir. Mevcut sorunların çözümü için yem maliyetlerinin düşürülmesi, desteklemelerin artırılması ve eğitim programlarının düzenlenmesi gibi adımların atılmasını önermişlerdir. Şeker (2019) Van ili Başkale ilçesinde 184 işletmeye ait verileri kullanarak desteklemelerin manda yetiştiriciliğine etkilerini incelemiştir. İşletmelerin %90.2’si tarımsal desteklerden faydalanmakta olup, %70.1’i memnun olduğunu, %66.8’i desteklerin üretimi teşvik ettiğini, ancak büyük çoğunluğu destek miktarının üretim maliyetlerini karşılamada yetersiz olduğunu belirtmiştir. Çalışmada, hayvancılığın daha bilinçli ve kârlı hale gelmesi için çiftçilerin modern üretim teknikleri konusunda hem teorik hem de uygulamalı eğitimlerle desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Günlü ve arkadaşları (2010) Afyonkarahisar ilinde süt üretimi yapan 66 manda işletmesinde, toplam giderlerin %42.84’ünü yem maliyetlerinin, %27.48’ini ise işgücü giderlerinin oluşturduğunu belirlemişlerdir

Manda yetiştiriciliğinin ekonomik önemi ile ilgili dünyanın farklı bölgelerinde yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genellikle işletmelerin sosyo-ekonomik yapısı, süt üretiminin karlılığı, üretim maliyetleri ve pazarlama yapısı gibi konular ele alınmıştır. Hasan ve ark. (2016) Bangladeş'in Bhola bölgesinde yaptıkları araştırmada manda yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik yapısını incelemişler ve küçük ölçekli işletmelerde manda sütü üretiminin yüksek brüt kâr marjı ve net karlılık sağladığını ifade etmişlerdir. Manda yetiştiriciliğinin kıyı bölgelerde yoksulluğun azaltılmasına önemli katkı sunduğu ortaya konulmuştur. Islam ve ark. (2017) Bangladeş'te 10 ilçede 500 manda işletmesini kapsayan çalışmada, sosyo-ekonomik yapıyı ortaya koymuşlar ve ortalama manda sayısını 18.91 olarak belirlemişlerdir. Aile gelirin %33'ünün manda yetiştiriciliğinden elde edildiğini belirtmişler ve bölgesel ekonomiye önemli katkılar sağladığını belirtmişlerdir. Panta (2022) Nepal'in Lalitpur ilçesinde 123 manda işletmesini kapsayan araştırmada, süt üretimi ve pazarlama durumunu incelemiştir. Çalışmada, üretim maliyetinin %47.8'ini yem, %21.5'ini işçilik ve %13.1'ini hayvan maliyeti oluşturduğu belirlenmiştir. Manda sütü üretiminin kârlı olduğu, pazarlama kanallarının etkinliğinin çiftçi gelirlerini doğrudan etkilediği, üretim ve altyapı iyileştirmeleriyle sektörün daha verimli hale getirilebileceği vurgulanmıştır. Saadullah (2012) tarafından Bangladeş'te yürütülen çalışmada, manda yetiştiriciliği yapılan işletmelerin genellikle kırsal kesimde faaliyet gösteren küçük aile işletmeleri olduğunu ve mandaların çoğunlukla diğer hayvanlarla bir arada beslendiğini belirlemiştir. Yetiştiricilik uygulamalarının işletmelerin üretim amacına bağlı olarak şekillendiği ve genç erkek ve dişi mandaların ıslah amacıyla yetiştirildiği vurgulanmıştır. Embaby (2009) tarafından Mısır'da gerçekleştirilen araştırmada, farklı bölgelerdeki manda yetiştiriciliğinin yapısal durumu değerlendirilmiş, yetiştiricilerin karşılaştığı sorunlar ortaya konulmuş ve sektördeki mevcut zorluklara dikkat çekilmiştir. Yetiştiricilerin, kaba yem maliyetlerinin yüksek olması, su kaynaklarının kirliliği, hayvan sigortasının yetersizliği, pazarlanma sorunları, veterinerlik hizmetlerinin eksikliği ve kaliteli ırk temini konusunda sorunlar yaşadığı belirlenmiştir.

Türkiye'de ve dünyada manda yetiştiriciliğinin ekonomik durumu ile ilgili yapılan çalışmalar, manda üretiminin bölgesel kalkınmaya katkı sağladığını ve işletmelerin kârlılığının artırılabilmesi için üretim maliyetlerinin düşürülmesi, modern tekniklerin uygulanması ve pazarlama stratejilerinin

geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu durum her bölgenin coğrafi, kültürel ve ekonomik koşullarına göre farklılıklar göstermektedir.

Tokat ili, manda varlığı bakımından 7.973 baş (%4.92) ile Türkiye’de altıncı sırada yer almakta olup, manda yetiştiriciliği açısından stratejik öneme sahiptir (Anonim, 2025). Tokat ili Kazova bölgesi, elverişli iklim koşulları ve yerel çiftçilerin deneyimi sayesinde manda üretiminde yüksek verimlilik ve kaliteli ürün elde edilmesine olanak tanınmaktadır. Kazova bölgesi hem bitkisel üretim hem de manda yetiştiriciliği açısından ekonomik öneme sahiptir. Bölgedeki sulak meralar ve zengin bitki örtüsü, mandaların doğal ve sağlıklı beslenmesine olanak tanımakta, bu da yüksek kaliteli süt ve süt ürünleri üretimini teşvik etmektedir. Bu çalışmada Kazova bölgesinde manda yetiştiriciliği yapan işletmelerinin mevcut durumu ortaya konulmuş ve kârlılık analizlerine yer verilerek, öneriler sunulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmanın verileri, Tokat ili Kazova Bölgesi’nde manda yetiştiriciliği yapan işletmelerden yüz yüze yapılan anket çalışması sonucu elde edilmiştir. Bölgede Kaz Gölü civarında manda yetiştiriciliği yapan köylerde tam sayım yapılmış ve toplam 65 anket gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Tarım ve Orman Bakanlığı, TÜİK, FAO istatistiksel verilerinin yanında konuya ilişkin tezler, makaleler ve araştırma raporlarından yararlanılmıştır.

Anket çalışması sonucu elde edilen veriler bilgisayara aktarılarak analizler yapılmıştır. Öncelikle işletmelerin sosyo-demografik durumu ele alınmış; yetiştiricilerin özellikleri, aile ve yabancı işgücü kullanım durumu ve manda yetiştiriciliği yapma nedenleri tespit edilmiştir. İşletmelerin manda varlığı, arazi varlığı ve üretim deseni bilgilerine yer verilmiştir. Aktif sermaye içerisinde yer alan ve hayvancılıkta kullanılan bina sermayesi, yılsonu ve yılbaşı hayvan varlıkları, hayvan sermayesi ve envanter kıymet artış-azalışları belirlenmiş, üretilen ve satın alınan yem masrafı ve diğer cari masraflar ayrıntılı olarak hesaplanmıştır. Ayrıca hayvan satış gelirleri, envanter değişimi, süt satış gelirleri ve destekleme gelirleri belirlenmiştir.

İşletmelerde bulunan hayvan sayıları, literatürde yer verilen katsayılar kullanılarak Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB)’ne çevrilmiş (İnan,1992) ve analizler BBHB’ne göre yapılmıştır. İşletmelerin bina sermayeleri, amortismanları ve bakım onarım masrafları hesaplanmıştır. Bina sermayesi,

işletmenin mevcut ahır, diğer hayvancılık yapıları (samanlık, yem depoları ve hangarlar, küspelikler, gübrelikler vd.) ve işletme binaları (bakıcı evi, bekçi kulübesi, idare binası, su deposu, trafo vd.) olarak gruplandırılmıştır. Bina amortismanlarının hesaplanmasında hayvancılık yapılarının değerlerinin %2'si dikkate alınmış, bakım onarım masrafları ise yetiştirici beyanlarına göre değerlendirilmiştir.

Manda yetiştiriciliğine gelirler, giderler, net kar ve brüt karlar işletme bazında hesaplanmış ve çizelgelerde genel ortalama olarak verilmiştir. Araştırmada, işletmelerin bir bütün olarak ekonomik analizinin yapılmasına gerek duyulmamış ve bu nedenle işletmelerin geneline ait masrafların manda üretim dalına düşen miktarları dikkate alınmıştır. Manda yetiştiriciliği üretim dalına ait brüt üretim değerinden (gelirler) tüm giderler çıkartılarak net kâr hesaplanmıştır. Brüt kâr hesaplanırken üretim dalına ait sabit kaynakların masrafları (amortismanlar, kiracılık ve ortakçılık bedelleri, genel idare giderleri vs.), sermaye faiz karşılıkları ve aile işgücü ücret karşılıkları hariç, sadece değişken giderler dikkate alınmıştır (İnan,1992).

Envanter değişimi yılbaşı ve yılsonu hayvan sayısındaki fark ile prodüktif değişimler dikkate alınarak hesaplanmıştır. Genel idare giderleri, değişken masrafların %3'ü olarak alınmıştır. Değişken masraflar; yem masrafları, cari masraflar, diğer giderler (nakliye, yular, zincir vs.) ve işgücü masraflarından oluşmaktadır. Sermaye faizi, varlık değerlerinin yarısı üzerinden reel faiz oranı (%5) kullanılarak hesaplanmıştır. (Kıral ve ark., 1999).

İşletmelerin net karları dikkate alınarak, başarılarına göre; başarısız (30 adet) ve başarılı işletmeler (35 adet) olarak 2 gruba ayrılmıştır. Net karı 1000 TL/BBHB ve üzeri olan işletmeler başarılı işletme olarak değerlendirilmiş, 1000 TL'nin altında olan işletmeler ise başarısız işletme olarak değerlendirilmiştir. Net kar düzeyi ile işletmelerin başarısında etkili olabilecek sosyo-ekonomik faktörler belirlenmiş ve yorumlanmıştır.

Araştırma Bulguları

İncelenen işletmelerin tamamı şahıs işletmesi olup işlemecilerin yaş ortalaması 52.0 ve manda yetiştiriciliğinde tecrübe süresi 36.7 yıldır. Yetiştiricilerin %86.6'sı ilkökul, %4.2'si ortaokul ve %9.2'si lise düzeyinde eğitime sahiptir. Yetiştiricilerin %95.4'ünün asıl mesleğinin çiftçilik olduğu belirlenmiştir. Manda yetiştiriciliği yapma nedenleri arasında %83.1 ile baba

mesleği olması ve %52.3 ile karlı olması ön plana çıkmaktadır. Bunun yanında %20.0'si manda yetiştiriciliğine destek verildiği için %13.8'i ise bölgenin manda yetiştiriciliğine uygun olması ve bölgede birçok ailenin bu alanda faaliyeti gösterdiklerini belirtmiştir. Bölgede süt üretiminin karlılığı açısından manda yetiştiriciliğinin, süt sığırcılığından daha iyi olduğunu belirtenlerin oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Ailede yaşayan fertlerin işgücüne katılım oranı oldukça yüksek (%93.8) bulunmuştur. Bu verilere göre araştırma bölgesinde uzun yıllardan bu yana yetiştiricilik kültürünün söz konusu olduğu ve aile işletmelerinin yaygın olduğu söylenebilir.

Tablo 1. Yetiştiricilere ve işletmelere ait genel bilgiler

Yetiştiricilere ve işletmelere ait genel bilgiler		Genel
Yaş (yıl)		52.0
Cinsiyet (%)	Erkek	98.5
	Kadın	1.5
Eğitim durumu (%)	İlkokul	86.6
	Ortaokul	4.2
	Lise	9.2
Asıl mesleği (%)	Tarım	95.4
	Tarım dışı	4.6
Manda yetiştiriciliğinde tecrübe (yıl)		36.7
Manda yetiştiriciliği yapma nedenleri (%)*	Baba mesleği	83.1
	Karlı olması	52.3
	Manda yetiştiriciliğine destek verilmesi	20.0
	Bölgenin uygun olması ve birçok ailenin yapması	13.8
	Yapacak başka iş olmaması	7.7
	Kredi temin kolaylığı	1.5
	Diğer**	10.8
Süt üretiminde hangi üretim dalı daha karlı (%)	Süt sığırcılığı	21.5
	Manda yetiştiriciliği	37.0
	Her ikisi de	41.5
Aile fertlerinin işgücüne katılım oranı (%)		93.8
Damızlık Manda Yetiştiricileri Birliği üyeliği (%)		96.9
Süt Birliği üyeliği (%)		3.1
Hayvancılık Kalkınma Kooperatifi üyeliği (%)		1.5
Manda yetiştiriciliği konusunda eğitime katılma durumu (%)		6.2

**pazarlama sorunu olmaması, sütün kaliteli olması, bakımının kolay olması vs.

Manda yetiştiricilerinin %96.9'u bölgedeki yetiştirici birliğine üyedir. Bunun yanında süt birliği ve hayvancılık kooperatifi üyeliğine ilişkin oranın

çok düşük olduğu belirlenmiştir. Manda yetiştiriciliği konusunda eğitime katılanların oranı ise %6.2 olduğu saptanmıştır.

İşletmelerde yılbaşı toplam manda varlığının 22.0 adet olduğu ve bunun 7.4 adedinin sağılan manda olduğu belirlenmiştir. Yıl içerisinde doğan malakların önemli bir kısmının yıl içerisinde satıldığı, bazılarının ise damızlık olarak ayrıldığı görülmektedir. Bunun yanında manda yetiştiriciliğinde süt üretimi ile birlikte canlı hayvan satışları da söz konusudur. Yılbaşı ve yılsonu manda varlığında önemli bir değişim yaşanmamıştır. Çalışmada adet olarak verilen manda varlığı, ekonomik analizler açısından büyükbaş hayvan birimi (BBHB) olarak da ayrıca verilmiştir.

Tablo 2. İşletmelerin yılbaşı ve yılsonu manda varlığı ile yıl içindeki değişimler

Hayvan varlığı		Adet (baş)	BBHB*
Yılbaşı	Sağılan manda	7.4	11.1
	Sağılmayan manda	4.1	4.3
	Malak	7.4	1.4
	Erkek manda	3.1	6.5
	Toplam	22.0	23.3
Yıl içi değişimler	Doğan malak	7.5	1.8
	Ölen anaç manda	0.1	0.1
	Ölen malak	0.6	0.1
	Ölen erkek manda	0.0	0.0
	Satın alınan anaç manda	0.2	0.4
	Satın alınan malak	0.1	0.0
	Satın alınan erkek manda	0.0	0.0
	Satılan anaç manda	0.9	1.3
	Satılan malak	5.4	1.3
	Satılan erkek manda	1.7	3.5
Yılsonu	Sağılan manda	7.5	11.2
	Sağılmayan manda	4.1	4.3
	Malak	7.2	1.8
	Erkek manda	2.3	4.8
	Toplam	21.1	22.1

*Büyükbaş Hayvan Birimi

İşletmelerin ortalama arazi varlığının 38.73 dekar olduğu belirlenmiştir. Kazova Bölgesi sulu ve polikültür tarımın yoğun olarak yapıldığı bir bölgedir. Üretim deseni incelendiğinde %53.3 ile mısır ve %14.7 ile buğday üretiminin yaygın olduğu, bunun yanında %25.0 ile sebze, meyve ve ayçiçeği üretiminin yer aldığı görülmektedir. Bu verilere göre bölgenin üretim deseninin kendi koşullarında gerçekleştiği ve manda yetiştiriciliği ile ilgisinin olmadığı

söylenbilir. İşletmelerin manda yetiştiriciliği yapmasının en önemli nedeninin, bölgede Kaz Gölü'nün varlığına bağlı olarak sazlık ve kamışlık alanların yer almasıdır. Nitekim bölgede yer alan köylerde uzun yıllardan bu yana manda yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Tablo 3. İşletmelerin arazi varlığı ve üretim deseni

Yetiştirilen ürünler	Alanı (da)	%
Mısır	20.63	53.3
Buğday	5.69	14.7
Yonca-korunga-fiğ	1.16	3.0
Arpa	1.04	2.7
Yulaf-çavdar	0.49	1.3
Diğer*	9.72	25.0
Toplam	38.73	100.0

*sebze, meyve, ayçiçeği vb.

Yapılan araştırmada işletmelerin %3.1'i yem ihtiyacının tamamının işletmeden karşılandığını, %20.0'si satın aldığını, %76.9'u ise her ikisinin de söz konusu olduğunu belirtmiştir.

İşletmelere ait ahır ve diğer hayvancılık yapılarının değeri ile amortisman ve tamir bakım masraflarına ilişkin bilgiler Tablo 3'te görülmektedir. Hayvancılık yapılarının toplam değeri 1.080.830,8 TL olup, BBHB'ne düşen değer ise 46.387,5 TL'sidir.

Tablo 4. Ahır ve diğer yapıların değerleri ve masrafları

Hayvancılık yapıları ve masrafları		TL
Ahır	Değeri	768.307,7
	Amortisman	15.520,0
	Bakım onarım	7.683,1
Diğer hayvancılık yapıları*	Değeri	312.523,1
	Amortisman	6.250,5
	Bakım onarım	3.125,2
Toplam yapı değeri		1.080.830,8
BBHB' ne düşen yapı değeri		46.387,5
Toplam yapı amortisman değeri		21.616,6
Toplam yapı bakım onarım gideri		10.808,3

*Samanlık, küspelik, gübrelik, suluk, bakıcı evi

Manda yetiştiriciliğinde en önemli maliyeti yem giderleri (%43.7) oluşturmaktadır (Tablo 5). Bunu %20.0 ile sabit sermaye faizleri ve %19.8 ile aile fertlerinin çalışma karşılığı takip etmektedir. İşletme başına toplam

maliyetin 442.054,43 TL, BBHB'ne düşen maliyetin ise 18.972,3 TL olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Manda yetiştiriciliği üretim dalına ait giderler

Giderler		(TL)	(%)
Yem giderleri	Kesif yem	87.814,6	43.7
	Saman, kuru ot	33.350,0	
	Arpa, mısır .	5.612,9	
	Mısır silaşı, yonca silaşı	48.353,8	
	Küspe (şeker pancarı yaş ve kuru)	18.091,5	
	Toplam	193.222,8	
Diğer cari giderler	Veteriner, ilaç, aşı, sperm	11.758,0	2.7
	Elektrik, ısıtma, motorin	10.429,2	2.4
	Tuz, mineral, kimyasallar	862,2	0.2
	Nakliye ve kesim ücreti	101,1	0.0
	Toplam	23.150,5	5.3
Diğer değişken giderler	Yabancı işgücü masrafları	10.400,0	2.4
	Kredi faizleri	123,4	0.0
Amortisman ve tamir bakım giderleri	Hayvancılık yapıları amortismanı	21.770,5	4.9
	Hayvancılık yapıları tamir bakımı	10.808,3	2.4
Sabit sermaye faizleri	Hayvan sermayesi faizi	55.113,1	20.0
	Hayvancılık makineleri sermaye faizi	550,1	
	Hayvancılık yapıları sermaye faizi	32.424,9	
Aile fertleri çalışma karşılığı		87.692,3	19.8
Genel idare giderleri**		6.799,03	1.5
Toplam giderler (TL)		442.054,43	---
Toplam giderler/BBHB		18.972.3	---

**Toplam gelirin %3'ü alınmıştır.

İşletme gelirleri iki önemli kalemden oluşmaktadır. Bunlar süt geliri ve canlı hayvan satışlarıdır. Bunun yanında destekleme gelirleri de söz konusudur. İşletmelerde sağılan manda sayısı 7.58 adet ve günlük süt veriminin 3.20 kg olduğu belirlenmiştir. İşletme başına yıllık süt üretimi 5.077,7 kg ve yıllık süt geliri 210.037,7 TL'dir. Hayvan satış gelirlerinden elde edilen yıllık gelir 296.707,67 TL sıdır. Envanter değişimi negatif yöndedir ve bu durumun nedeni yıl içinde manda satışından kaynaklanmaktadır. Yıllık destekleme gelirleri toplam gelirin %10'dan fazlasını oluşturmaktadır ve işletmeler genelinde

53.932,3 TL'dir. İşletmelerin manda yetiştiriciliği toplam geliri yıllık 525.397,2 TL olarak belirlenmiştir. BBHB'ne düşen gelir ise 22.549,2 TL'dir.

Tablo 6. Manda yetiştiriciliği üretim dalına ait gelirler

Gelirler		(TL)	
Süt gelirleri	Sağılan manda (adet)	7.58	
	Süt verimi (kg/gün)	3.20	
	Laktasyon süresi (gün/yıl)	193.46	
	Süt üretimi (kg/yıl)	5.077,7	
	Ortalama süt fiyatı (TL)	39,76	
	Süt geliri (TL/yıl)	210.037,7	
	Süt geliri/sağılan manda (TL/manda)	27.709,5	
	Süt geliri/BBHB (TL/BBHB)	9.014,5	
Hayvan satış gelirleri ve envanter değişimi	Anaç manda	Adet	0.95
		Gelir	53.261,53
	Malak	Adet	5.46
		Gelir	159.815,38
	Erkek manda	Adet	1.73
		Gelir	83.630,76
	Toplam hayvan satış geliri		296.707,67
	Envanter değişimi		-35.280,51
Toplam		261.427,16	
Destekleme gelirleri		53.932,3	
Toplam gelir (TL)		525.397,2	
Toplam gelir (TL)/BBHB		22.549,2	

Manda yetiştiriciliğinin net karı işletme başına 83.342,8 TL olarak hesaplanmıştır. BBHB'ne düşen net kar ise 3.576,9 TL'sidir. Bu sonuçlara göre net kar işletmeler ortalamasında pozitif değere sahiptir. Bunun yanında ekonomik analiz açısından diğer önemli bir gösterge olan brüt kar değerleri incelendiğinde; işletmelerin brüt karı 298.762,6 TL, BBHB'ne düşen brüt kar ise 12.822,4 TL'sidir. Bu sonuçlara göre bölgedeki işletmelerin hem brüt kar hem de net karları pozitif değer taşımaktadır. İşletmeler ortalamasına göre hesaplanan bu değerler bazı işletmelerde oldukça yüksek olup, bazı işletmelerde ise negatif değerlere sahiptir. Bu nedenle aşağıdaki bölümde işletmelerin başarı analizlerine yer verilmiştir.

Tablo 7. Manda yetiştiriciliğinde gelirler, giderler, net kâr ve brüt kar

Gelir ve giderler		(TL)	(%)
Gelirler	Süt geliri	210.037,7	40.0
	Hayvan satış gelirleri	296 707,7	56.5

	Envanter değişimi	-35.280,5	-6.8
	Destekleme gelirleri	53.932,3	10.3
	Toplam gelir	525.397,2	100.0
	Toplam gelir/BBHB	22.549,2	---
Giderler	Yem masrafları	193.222,8	43.7
	Diğer cari masraflar	23.150,5	5.2
	Yabancı işgücü masrafları	10.400,0	2.4
	Kredi faizleri	123,4	0.0
	Hayvancılık yapıları amortismanı	21.770,5	4.9
	Hayvancılık yapıları tamir bakımı	10.808,3	2.4
	Hayvan sermayesi faizi	55.113,1	12.5
	Hayvancılık makineleri sermaye faizi	550,1	0.1
	Hayvancılık yapıları sermaye faizi	32.424,9	7.3
	Aile fertleri çalışma karşılığı	87.692,3	19.8
	Genel idare giderleri	6.799,0	1.5
	Toplam gider	442.054,4	100.0
	Toplam gider/BBHB	18.972,3	---
	Net Kar	83.342,8	---
Net Kar/BBHB	3.576,9	---	
Değişken Giderler*	226 634,6	---	
Değişken Giderler/BBHB	9.766,8	---	
Brüt Kar	298.762,6	---	
Brüt Kar/BBHB	12.822,4	---	

*Yem, yabancı işgücü, kredi faizleri ve diğer cari giderler (veteriner, ilaç, aşı, sperm, elektrik, ısıtma, motorin, tuz, mineral, temizlik kimyasalları, nakliye, kesim vs.).

Manda yetiştiriciliği yapan işletmelerin manda üretim dalına ait BBHB'ne düşen yıllık net gelirleri dikkate alınarak başarılı ve başarısız işletmeler şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Yapılan çalışmada yıllık net geliri pozitif olan 35 işletme ve yıllık net geliri negatif olan 30 işletme olduğu belirlenmiştir. İncelenen işletme sayısı 65 adet olduğu için iki gruba ayrılarak incelenmesi uygun görülmüştür.

Başarılı işletmelerde manda varlığının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Genel ortalamada net kar pozitif değere (83.342,8 TL) sahipken, başarısız işletmelerde net kar -124.998,8 TL'sidir. Buna karşın başarılı işletmelerde net kar 261.956,0 TL, BBHB'ne düşen net kar ise 9.061,1 TL'sidir. Başarısız işletmelerde ise BBHB'ne düşen net kar negatif değere (-7.530,0 TL) sahiptir.

Başarılı işletme sahiplerinin yaşının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun bir sonucu olarak başarılı işletmecilerin %97.1'i ilkökul mezunlarından oluşmaktadır. Başarısız işletmecilerin eğitim düzeyleri daha yüksek bulunmuştur.

Başarılı işletmelerde manda sayısı, sağılan manda sayısı ve işletme arazisi varlığı daha fazladır. Süt verimleri, süt fiyatı ve laktasyon süreleri arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır. Başarılı işletmelerde yıllık süt geliri ve BBHB'ne düşen süt geliri daha yüksektir. Bunun yanında BBHB'ne düşen toplam ve değişken masrafların başarısız işletmelerde daha fazla olduğu belirlenmiştir. BBHB'ne düşen destekleme gelirleri ve desteklemelerden memnuniyet durumu ile ilgili başarılı ve başarısız işletmeler arasında fark olmadığı görülmektedir.

Tablo 8. İşletmelerin başarısına etki eden faktörler

Kriterler	Başarılı	Başarısız	Genel	
Frekans (adet-işletme)	35	30	65	
BBHB	28,91	16,60	23,23	
Net gelir (TL/yıl)	261.956,0	-124.998,8	83.342,8	
BBHB'ne düşen Net Gelir (TL/yıl)	9.061,1	-7.530,0	3.576,9	
Yetiştiricilerin yaşı (yıl)	54.1	49.6	52.0	
Eğitim düzeyi (%)	İlkokul	97.1	73.3	86.6
	Ortaokul	0.0	10.0	4.2
	Lise	2.9	16.7	9.2
BBHB	28.9	16.6	23,3	
Sağılan manda sayısı (adet)	10.11	4.63	7.58	
Süt verimi (kg, gün/manda)	3.34	3.03	3.20	
Laktasyon süresi (gün/yıl)	196.4	190.0	193.5	
Yıllık süt üretimi (kg/yıl)	6.925.0	2.922,5	5.077,7	
Ortalama süt fiyatı (kg/TL)	40,00	39,48	39,76	
Yıllık süt geliri (TL)	277.000,0	115.380,3	210.037,7	
BBHB'ne düşen süt geliri (TL/yıl)	9.581,5	6.954,8	9.014,5	
BBHB'ne düşen toplam masraflar (TL/yıl)	15.969,5	23.139,7	19.028,7	
BBHB'ne düşen değişken masraflar (TL/yıl)	8.543,8	12.221,4	9.756,1	
Arazi varlığı (da)	43.80	32.83	38.73	
Destekleme geliri (TL/yıl)	68.057,14	37.453,33	53.932,30	
BBHB'ne düşen destekleme geliri(TL/yıl)	2.354,1	2.256,2	2.321,7	
Desteklemelerden memnuniyet durumu	Yeterli	25.7	27.6	26.6
	Normal	40.0	41.4	40.6
	Yeterli değil	34.3	31.0	32.8

SONUÇ

Kazova Bölgesi'nde manda yetiştiriciliğinin uzun yıllara dayanan yetiştiricilik kültürü bulunmaktadır. Bundan dolayı yetiştiricilerin yaş ortalaması yüksek (52.0 yıl) olup, deneyim süreleri 36.7 yıldır. İşletmecilerin %95.4'ünün asıl mesleği tarımsal faaliyetler iken sadece %4.6'sı manda yetiştiriciliğini ikinci bir meslek olarak yapmaktadırlar. İşletmelerin büyük bir

çoğunluğu küçük aile işletmesi şeklinde faaliyetini sürdürmekte ve aile fertlerinin işgücüne katılım oranı %93.8'dir. Yetiştiricilerin %83.1'i baba mesleğini devam ettirmekte olup, %52.3'ü karlı olduğu için manda yetiştiriciliği yaptığını belirtmiştir. Bunun yanında manda yetiştiriciliğine destek verilmesi (%20.0) diğer önemli bir nedendir.

İncelenen dönemde işletmelerin yılbaşı ve yılsonu manda varlığında önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Yetiştiricilik sistemi süt üretimi üzerine yoğunlaşmıştır ve yıl içerisinde doğan malakların erkek olanları satılmakta, dişi olanlar ise sürüye katılmaktadır. İşletmelerin yılbaşı itibariyle sağılan manda sayısı 7.4 baş, günlük süt verimi ortalama 3.20 kg ve laktasyon süresi 193.46 gündür.

İşletmelerin toplam arazi varlığı 38.73 dekar olup bölgenin tarımsal potansiyeli gereği büyük oranda mısır ve buğday üretimi yapılmaktadır. Manda yetiştiriciliği için yem bitkisi üretimi sınırlı olarak yapılmaktadır ve bölgede manda yetiştiriciliği için uygun olan sulak ve çayırılık alanlardan yararlanılmaktadır. Manda yetiştiriciliği giderleri arasında %43.7 oran ile yem giderleri en büyük masraf kalemini oluşturmaktadır ve bunu %19.8 ile aile işgücü ücret karşılığı izlemektedir.

Manda yetiştiriciliği gelirlerinin %56.5'ı hayvan satış gelirlerinden, %40.0'ı ise süt gelirlerinden oluşmaktadır. Bunun yanında destekleme gelirlerinin toplam gelir içindeki oranı ise yaklaşık %10 düzeyindedir. Destekleme gelirleri anaç manda desteği, malak desteği, erkek manda desteği, çiğ süt desteğinden oluşmaktadır.

İşletmeler ortalamasında brüt kar ve net kar pozitif değere sahiptir. Bölgede manda yetiştiriciliğinin karlı olduğu söylenebilir. Nitekim yetiştiricilerin yarısından fazlası karlı olduğu için yetiştiricilik yaptıklarını belirtmişlerdir. Brüt kar dikkate alınarak yapılan başarı analizinde işletme ölçeği büyüdükçe brüt karın ve ayrıca BBHB'ne düşen brüt kârın artış gösterdiği saptanmıştır. Başarılı işletme sahiplerinin yaşının daha fazla olduğu ve bu durumun bir sonucu olarak başarılı işletmecilerin %97.1'i ilköğretim mezunlarından oluştuğu, başarısız işletmecilerin eğitim düzeylerinin ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Başarılı işletmelerde manda sayısı, sağılan manda sayısı ve işletme arazisi varlığı daha fazladır. Süt verimleri, süt fiyatı ve laktasyon süreleri arasında belirgin bir fark bulunmamaktadır. Başarılı işletmelerde yıllık süt geliri ve BBHB'ne düşen süt geliri daha yüksektir.

BBHB'ne düşen toplam ve değişken masrafların başarısız işletmelerde daha fazla olduğu belirlenmiştir. BBHB'ne düşen destekleme gelirleri ve desteklemelerden memnuniyet durumu ile ilgili başarılı ve başarısız işletmeler arasında fark olmadığı görülmektedir. Saha çalışmalarında yapılan gözlemlerde yetiştiricilerin, manda yetiştiriciliği hakkında genel olarak bilgi düzeylerinin iyi olduğu ancak bu konuda herhangi bir eğitime katılmadıkları belirlenmiştir. Bölgede uzun yıllara dayanan manda yetiştiriciliğinin karlı olduğu ve üretimin devamlılığı açısından desteklenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

- Anonim (2024). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.fao.org/statistics/en>, (Erişim tarihi: 02.05.2024).
- Anonim (2025). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/>, (Erişim tarihi: 02.05.2025).
- Akgün, A. (2009). *Geleneksel Bafra Manda (Kömüş) Yoğurdunun Teknolojik Standardizasyonu* (Doktora Tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Atasever, Ş., Erdem, H. (2008). Manda Yetiştiriciliği ve Türkiye'deki Geleceği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 23(1): 59-64
- Bhat, A.R., Shah, A.H., Ayoob, M., Ayoob, M.F., Saleem, F., Ali, M.M., Fayaz, M. (2022). Chemical, Rheological and Organoleptic Analysis of Cow and Buffalo Milk Mozzarella Cheese. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*.
- Boyras, C., Kaygısız, F. (2024). Türkiye'nin İstanbul ve Kocaeli İllerinde Manda Yetiştiriciliği İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Yapıları. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 21(1): 13-19.
- Çiftçi, S., Yılmaz, A. (2020). Bitlis ili Anadolu Mandası Yetiştiricilerinin Manda Besleme ve Ürünlerinden Faydalanma ve Pazarlama Olanaklarına Yönelik Görüşleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23(1): 271-280.
- DPT, (2000). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Deri ve Deri Mamulleri Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT: 2519; ÖİK: 537. Ankara.
- Embaby, Z.A.M. (2009). Environmental Evaluation of Egyptian Buffalo Housing. *Journal of Applied Sciences Research* 5.1210-1217.
- Günlü, A., Çiçek, H., Tandoğan, M. (2010). Socio-Economic Analysis of Dairy Buffalo Enterprises in Afyonkarahisar Province in Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8.3-4: 689-691.
- Hasan, T., Akter, S., Biswas, H., Halim, M.A., Alam, A., Rafiq, K. (2016). Economic Analysis of Small-Scale Dairy Buffalo Enterprises in Bhola District of Bangladesh. *Progressive Agriculture* 27(4): 502-510.
- Islam, S., Nahar, T.N., Begum, J., Deb, G.K., Khatun, M., Mustafa, A. (2017). Economic Evaluation of Buffalo Production in Selected Regions of Bangladesh. *Journal of Stock & Forex Trading* 5(3): 1-27.

- Işık, M. (2015). *Muş İlinde Manda Yetiştiriciliği Faaliyetinin Ekonomik Analizi* (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- İnan, İ.H. (1992). *Tarım Ekonomisi* (1. Baskı). Hasat Yayıncılık, İstanbul.
- Karadaş, K., Özger, Ö., Şahin, K. (2022). Iğdır İlinde Manda Üreticilerinin Üretim Özelliklerinin Belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology* 12(2): 1080-1090.
- Karlı, B., Gül, M., Akpınar, M.G., Taşcıoğlu, Y., Bozkurt, Y., Şirikçi, B.S. (2021). Analysis of Economic Structure in Water Buffalo Breeding by Geographical Regions in Turkey. *Buffalo Bulletin* 40(1): 135-150.
- Kaygisiz, F., Evren, A., Koçak, Ö., Aksel, M., Tan, T. (2018). İstanbul'un Çatalca İlçesindeki Mandacılık İşletmelerinin Etkinlik Analizi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 65(3): 291-296.
- Kelgökmen, İ., Ünal, N., (2015). Anadolu Mandalarında Bazı Morfometrik Özellikler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 55(2): 50-55.
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tatlıdil, F., Fidan, H., Gündoğmuş, E. (1999). Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü yayınları* No:37.
- Konca, Y., Adkinson, A.Y. (2021). Manda Eti Üretimi ve Kalite Özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 31(1): 420-428.
- Özkan, Z., Arslan, S., Uçum, İ., Canik, F., Uzun, B. (2017). Samsun İlinde Manda Yetiştiriciliği Faaliyetine Yer Veren İşletmelerin Mevcut Durum Analizi. *TEPGE Yayın* No: 292.
- Panta, H.K. (2022). Financial Profitability of Production and Marketing of Buffalo Milk in Lalitpur District. *Economic Journal of Development Issues* 34(1-2): 1-14.
- Saadullah, M. (2012). Buffalo Production and Constraints in Bangladesh. *The Journal of Animal and Plant Sciences* 22(3): 221-224.
- Sarıözkan, S. (2011). Türkiye’de Manda Yetiştiriciliği’nin Önemi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 17(1): 163-166.
- Saner, G., Engindeniz S., Adanacıoğlu H., Güler D., Şengül Z. (2022). Manda Yetiştiriciliğinin Ekonomik Yönü Üzerine Bir Analiz: Balıkesir İli Örneği. *Journal of Animal Production* 63(1): 35-45.

- Satılmış, A.S., Kul, E. (2023). Amasya İli Manda İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik ve Yapısal Özellikleri, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Akademik Ziraat Dergisi* 12(2): 259-270.
- Soysal, İ., Kök, S., Gürcan E.K. (2005). Mandalarda Alyuvar Potasyum Polimorfizmi Üzerine Bir Araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(2): 189-193.
- Soysal, M.İ. (2013). Anatolian Water Buffaloes Husbandry in Turkey. *Buffalo Bulletin* 32(1): 293-309.
- Stoner, M., Lemke, B., Tahtam, B. (2002). Water Buffalo. Agriculture Notes. State of Victoria, Dept. of Primary, Industries. AG0619:1-2. Farm Diversitification Information Service, Bendigo.
- Şeker, H. (2019). *Başkale İlçesinde Verilen Hayvansal Üretim Desteklemelerinin Mevcut Durumunun Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Turan, M., Tatar, A.M. (2022). An Evaluation on The Current State of Water Buffalo Breeding in Diyarbakır, Identification of Problems and Solutions. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences* 6(1): 141-151
- Uçar, H. (2021). *Muş İli Hasköy İlçesi Damızlık Manda Yetiştiricileri Birliğinin Üyesi Olan ve Olmayan İşletmelerin Bazı Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Uğurlu, M. (2017). Dünya’da ve Türkiye’de Manda Yetiştiriciliği, Manda Irkları ve Verim Özellikleri. *Türkiye Klinikleri Dergisi* 3(2):77-83.
- Yapar, S.N. (2020). *Samsun ilinde yürütülmekte olan halk elinde manda ıslahı projesinin yetiştiriciler üzerindeki etkileri* (Yüksek lisans tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yılmaz, A. Çiftçi, S. (2020). Bitlis İli Anadolu Mandası Yetiştiricilerinin Manda Besleme ve Ürünlerinden Faydalanma ve Pazarlama Olanaklarına Yönelik Görüşleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23(1): 271-280.

BÖLÜM 3

ÜRETİCİLERİN TARIMSAL ÜRETİM VE DESTEKLEME POLİTİKALARINA İLİŞKİN GÖRÜŞ VE DÜŞÜNCELERİ (SAMSUN İLİ ARAŞTIRMASI)

Prof. Dr. Halil KIZILASLAN¹

Prof. Dr. Nuray KIZILASLAN²

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü/
Tokat- Türkiye, e-mail: halil.kizilaslan@gop.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-4642-0030

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü/
Tokat- Türkiye, e-mail: nuray.kizilaslan@gop.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-8535-0100

GİRİŞ

Tarım sektörü tüm gelişmişlik düzeyindeki ülkelerde ekonomik gücün, istikrarın ve sürdürülebilirliğin sağlanmasında en önemli sektörlerden birisidir. Tarım, ülkelerde ekonomik gücün ve istikrarın devamlılığın sağlanmasında en önemli unsurlardan birisidir. Tüm dünya ülkelerinde tarıma yeterince önem verilmeden gelişmiş bir ülke konumuna gelemeyeceği bilinmektedir. Çünkü tarım sektörü gelişmişliğin ortaya konulmasında ilk ve en önemli basamaklardan birisi olarak görülebilir. Dünyadaki gelişmiş ülkelerin hiçbirinde tarımsal üretime yeteri kadar önem verilmeden gelişmiş ülke konuma gelmemiştir. Gelişmişlik için tarım en önemli basamaklardan birisidir. Her ülkenin kendi stratejik konumlarına özel çalışmaları ve tarımsal politikaları bulunmaktadır.

Günümüzde özellikle son yıllarda dünyadaki bazı önemli gelişmeler tarım ve tarımsal üretimin ne kadar önemli olduğu bir kez daha ortaya koymuştur. Tarım sektörü biyolojik çeşitlilik ile ekolojik dengeye olan katkıları nedeniyle stratejik bir sektör niteliğindedir (Doğan ve ark., 2015; Güney, 2006).

Tarımsal desteklerin temel amaçları arasında, sistematik bir şekilde örgütlenmiş, üretim konusunda kendi içinde rekabeti yüksek, sürdürülebilir bir tarım anlayışıyla beraberinde kırsal hayatında kalkındırması amaçlanmıştır.

Bu nedenle dünyadaki tüm ülkeler kendi ekonomik yapısına göre bir tarım politikası şekillendirmeye ve tarım sektörünü farklı yöntemlerle desteklemeye devam etmektedir. Dünyada uzun dönemli politikalar ilk olarak tarım alanında geliştirilmiştir. Bu bağlamda birçok ülke gıda güvenliğini sağlamak ülke ise ekonomik büyüme ve makroekonomik amaçlar doğrultusunda tarım sektörünü desteklemişlerdir (Gaytancıoğlu, 2009). Tarım sektöründe uygulanmakta olan politikadaki temel amacın örgütlü, rekabet gücü yüksek, sürdürülebilir bir tarım sektörünün oluşturulmasına hizmet etmesidir (Yalçınkaya ve ark., 2006).

Türkiye'de tarım sektörü cumhuriyetin kurulduğu ilk yıllardan günümüze kadar geline süreçte devlet destekleme politikalarıyla korunmuş ve desteklenmiştir (Eştürk ve Ören, 2014). Cumhuriyet döneminde dünyadaki ekonomik krizinde etkisiyle tarımın önemi kavranmış ve bunun sonucunda da ülke içinde destekleyici ve mücadeleci bir tutum izlenmiştir. Cumhuriyetin ilk yıllarında tarım politikalarında temel hedef tarımsal üretim kategorilerinin

tümünü teşvik edip, üretime özendirici bir çalışma düzenlenmiştir. 1950 yılına kadar kendi kendine yeterlilik hâkim olmuş, 1950 yılı sonrasında ise makineleşme yolunda önemli adımlar atılmıştır. Makineleşmenin etkisiyle daha fazla üretim sağlanıp dış pazara satışı söz konusu olmaya başlamıştır. Dış pazara yönelmenin sonucunda ihracat artışı yaşanmıştır. 1960-1980 dönemleri arasında üretilen ürünleri nitelikleri ve verimlilik konularına değinilmiş, kaliteyi artırmaya yönelik politikalar yürürlüğe konulmuştur. 1980 döneminden sonra devletin ekonomiye müdahalesini azaltan liberal ekonomi anlayışının belirlenmesi tarım sektörü üzerindeki teşvik ve koruma anlayışları zayıflamaya başlamıştır.

Tarım sektörü 1980 öncesi dönemde çoğunlukla taban fiyat ve destekleme alımlarının yanı sıra girdi sübvansiyonları ve ucuz kredi desteklemeleri ile korunmaya çalışılmıştır (Işıklı ve Abay, 1992; Yılmaz, 2008). Yine bu dönemde, destekleme kapsamında yer alan ürünlere ağırlıklı olarak pazar fiyatı desteği verildiği görülmektedir (İnan ve ark., 2003; Yalçınkaya ve ark., 2006). Ancak 1980 yılından 2000'li yılına kadar olan dönemde tarım sektörünü destekleyici yöndeki devlet müdahalelerinin kapsamının daraltılması gündeme gelmiştir (Kızılaslan ve Somak, 2019; Kızılaslan ve Ünal, 2013).

AB'de Gündem 2000 Reformu süreci dikkate alındığında Türkiye'de tarımsal destekleme politikalarında yapısal değişiklikler gündeme gelmiştir. Bu yapısal destekleme politikalarındaki değişikliklere göre, Türkiye 2001 yılından itibaren Doğrudan Gelir Desteği Sistemine (DGDS) geçmiştir (Menek ve Kızılaslan, 2008). Bu yıldan sonra üreticiler çiftçi kayıt sistemlerine kaydedilmeye başlanmıştır (Gürkan, 2012). Bu çalışmada, Samsun İline bağlı Merkez köylerdeki üreticilerle yapılan görüşmeler tarım politikalarının hedef kitle tarafından ne kadar bilindiği ve politikalara ilişkin görüş ve beklentilerinin neler olduğunu ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu çalışmada, üreticilerin tarımsal desteklerden ne düzeyde memnun oldukları, tarımsal destekler hakkında yeterli bilgiye sahip olup olmadıkları ve ihtiyaç duydukları bilgilere ne şekilde ulaştıklarını ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaca yönelik olarak, günümüze kadar uygulanan desteklerin üretici ve üretim konusunda ne gibi etkileri olduğu belirlenmiştir.

1.MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Samsun İli Merkez köyleri arasından daha önceden belirlenmiş 5 köyde yürütülmüştür. Çalışmada her bir köyden 20 üretici olmak üzere toplam 100 üretici ile anket yapılmıştır. Çalışmada 3'lü likert ölçeği kullanılarak sorular yöneltilmiş ve değerlendirilmiştir.

2.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

2.1. Üreticilerin Sosyo-Demografik Özellikleri

Çalışmada, üreticilerin %80'ini erkekler oluşturmaktadır. Üreticilerin büyük bir kısmı 41-55 yaş aralığında bulunmaktadır. Yapılan araştırmada üreticilerin yüksek bir oranla okuryazar olduğunu bunun sonucunda da araştırmanın yapıldığı bölgede eğitim seviyesinin yüksek olduğu görülmüştür.

Üreticilerin sosyal güvencesi olma durumları, geçimini sadece tarımdan geçirme durumuyla doğru orantılıdır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre %80'lik oranda bunu kanıtlar niteliktedir. Kooperatif üyesi ve farklı bir örgütlenme şekline mensup üretici oranı %25'tir. Buradan çıkarılacak sonuç bu bölgede tarımsal örgütlenme oranının düşük olduğu öne sürülebilir. Ya da farklı bir deyişle araştırmanın yürütüldüğü bölgede üreticilerin birçoğu kendi ihtiyaçlarına yönelik bir üretim sağladıkları ve bunun sonucunda da örgütlenmeye ihtiyaç duymadıkları düşüncesi çıkarılabilir.

Üreticilerin arazi varlıkları dikkate alındığında, %50'lik bir oranla 1-50 da aralığında üretim yapıldığı görülmektedir. Bunu %41 oranla 51-100 da aralığında araziler takip etmektedir. En düşük olarak da %9 oranla +101 da büyüklüğüne sahip araziler karşımıza çıkmaktadır.

Araştırmanın yapılmış olduğu alanda üreticilerin %61'lik oranla meyve, sebze üretimi yaptıkları gözlemlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü bölgenin karakteristik durumuyla bağdaşan bir durumdur.

Bölgedeki insanların çoğunlukla kendi ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir üretim yaptıklarından ve genellikle sadece tarımsal üretiminde gelir sağlamadıklarını düşünürsek, organik tarım ve hayvansal üretiminde yoğun bir çaba sarf edilmesi gereken üretim kolu olduğu için, bu üretim kollarına yönelim düşük seviyelerde kalmıştır. Çayır, mera üretimi de hayvansal üretimle bağlantılı üretim kollarından biri olduğu için organik tarım üretiminden sonraki en düşük seviyedeki üretim çeşididir. Ayrıca araştırmanın yürütüldüğü bölge

merkeze yakın bölgeler olduğu için hayvansal üretime eğilim oranının düşük olması beklenebilir bir durumdur.

Üreticilerin üretim sürecince yabancı işgücüne olan talepleri değerlendirildiğinde, bölgede işgücüne olan talep oranı ve işgücü talep etmeme oranının birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. %55’lik oranla işgücü talep etmeme oranı, talep etme durumuna göre yüksek çıkmıştır.

Ekonomik istikrarsız ve artan işgücü masraflarından dolayı böyle bir sonuç çıkması kabul edilebilir. Üreticilerin genellikle küçük aile işletmesi ve kendi ihtiyaçları karşılamaya yönelik üretim yaptıklarını da işin içine katınca işgücü talep etmeme oranının daha yüksek olması beklenebilir bir durumdur.

Üreticilerin üretim aşamasında veya üretim sonrasında karşılaştığı bazı sorunlar belirlenmiştir. Anketlerden elde edilen sonuçlara göre üreticilerin en çok dile getirdikleri sorun %42’lik oranla girdi fiyatlarının yüksek olmasıdır. Diğer bir sorun ise, %37 oranla yeterli gelir sağlayamama durumudur.

2.2. Üreticilerin Tarımsal Üretim ve Destekleme Politikaları Hakkındaki Görüşleri

Çizelge 1’de üreticilerin tarım ve tarımsal desteklere ilgili bazı görüşlerine yer verilmiştir.

Çizelge 1. Üreticilerin Tarım ve Tarımsal Desteklerle İlgili Görüşleri

Görüşler	Ort. Puan	Katılmıyorum		Kararsız		Katılıyorum	
		F	%	F	%	F	%
Hibe desteklerinden memnun	1,85	50	50,0	15	15,0	35	35,0
Devamlı bir gelir kaynağı olsa da köyde yaşamaya devam eder	2,46	24	24,0	6	6,0	70	70,0
Yeni tarımsal yöntemleri kullanıyor	2,11	39	39,0	12	12,0	49	49,0
Tarımsal devlet işletmelerinin özelleştirilmesini doğru buluyor	1,48	71	71,0	8	8,0	20	20,0
Tarımsal üretimden sürekli kâr ediyor	1,70	59	59,0	11	11,0	30	30,0

Gençlere tarım sektörünü her zaman tavsiye eder	2,42	26	26,0	6	6,0	68	68,0
Kırsal kesimde üretim yapmak için gerekli şartların var olduğunu düşünüyor	1,91	50	50,0	9	9,0	41	41,0
Kırsal alanda yaşamının kente göre daha olumlu olduğunu düşünüyor	2,35	27	27,0	11	11,0	62	62,0

1-Katılmıyorum 2-Kararsız 3-Katılıyorum

Üreticilerin %50'lik oranla verilmiş olan hibe desteklerinden memnun olmadığı, %15'lik bir oranla da kararsız kaldıkları görülmektedir. Kararsız kalanların ise memnun olmamaya yakın oldukları gözlemlenmiştir.

Üreticilerin %70 gibi yüksek bir oranla devamlı bir geliri olsa da kırsal alanda yaşamaya devam edeceği sonucuna varılmıştır. Yapılacak olan isabetli ve kırsal kalkınmayı hedef alan projeler ve politikalarla kırsaldan kente göçü tersine çevirmenin mümkün olacağı görüşüne ulaşılmıştır.

Üreticilerin %49'unun yeni tarımsal yöntemleri denediği ve sıcak baktığı görülmektedir. Bu oran hala tarımsal üretimin potansiyeline ulaşması açısından düşük bir oran olarak değerlendirilebilir. Üreticilerle bire bir görüşme sırasında tarımda makineleşmeyi genele yaymayı istedikleri fakat mazot fiyatları ve tarımda kullanılan ekipmanların kazançlarının çok üstünde olduğu ve desteklerin bu alanda yetersiz bulduklarını belirtmişlerdir.

Üreticilerin %71'lik kısmının tarım devlet işletmelerinin özelleştirilmesini doğru bulmamaktadır. Özelleştirilen kuruluşların küçük, orta ölçekli işletmelerin gelirlerini etkilediği aynı zamanda üreticilerin bu tarz kuruluşlarla rekabette zorlandığı sonucu çıkarılmıştır. Bu seçenek araştırmadaki en yüksek orana sahip olduğunu vurgulamakta fayda görülmektedir.

Üreticilerin yaklaşık olarak %60'lik oranla tarımsal üretimden sürekli kar etmedikleri gözlenmiştir. Üreticilerin %30'luk kısmı tarımdan devamlı kar ettikleri belirtmiştir. Üreticilerinin devamlı kar etmedikleri zaman üretimi

birakmaya daha yatkın oldukları düşünülmektedir. Araştırmanın diğer çıktılarını da ortaya koyduğumuzda bu bölgedeki üreticilerin farklı gelir kaynaklarını da tercih etmesinden ötürü böyle bir sonucun çıkması daha anlaşılabilir bir hal almaktadır.

Üreticilerin %68'i tarımı gençlere tavsiye ettiği görülmüştür. Üreticilerin yarısının kırsal alanlarda üretim yapmak için şartların olmadığını, %41'lik kısmı ise üretim yapmak için şartların olduğunu düşünmektedir. Türkiye'deki tarım işletmelerin aileden gelen bir devamlılık söz konusu olduğunu göz önüne alırsak %41 oranında kabul görmesi beklenen bir durumdur. Diğer bir çıkarım ise üreticilerin başka bir meslek erbabı veya üretimden başka seçenekleri olmadığını düşündüğümüz zaman birbirine yakın oranlar çıkması kabul edilebilir bir durum haline gelir. Üreticilerin %62'lik kısmı ise kırsal alanda yaşamanın kente göre daha olumlu olduğu düşünmektedir.

Çizelge 2 üreticilerin tarımsal destekleri üretimde mi yoksa daha farklı alanlarda kullandıkları ve alınan destekler sonucunda üretim ve kazançlarında artış meydana gelip gelmediğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 2. Desteklerin tarımsal üretime yönelik kullanım durumu

Tarımsal desteklerin üretime yönelik aktif kullanımı	Evet		Hayır		Toplam	
	F	%	F	%	F	%
Destekleri üretime göre kullanıyor	56	56.0	44	44.0	100	100.0
Üretime yönelik kullandığı destekler sayesinde kazançta artış olmuştur	38	38.0	62	62.0	100	100.0

Üreticiler almış oldukları destekleri %56'lık bir oranla ihtiyaca yönelik kullandığı gözlemlenmiştir. Üreticiler alınan desteklerden sonra üretim ve kazancında bir artış olmadığı %62'lik oranla belirtmişlerdir. Verilmiş olan desteklerin amacına hizmet etmediğinin ve üretime sağladığı etkilerin olumlu olmadığı görülmektedir.

Üreticilerin tarımsal üretim aşamasında karşılaştıkları en önemli sorununun başında %91 oranla girdi fiyatlarının yüksek olması gelmektedir. %83 oranla gençlerin tarımda çalışmak istememesi, %82 oranla iklim değişikliği, %84 oranla tarımsal faizlerin yüksek olması gibi sorunlar üreticilerin bildirdikleri diğer sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Depolama sorunu %61 oranla, hastalıklar ve zararlılarla ilgili yetersiz bilgi ise %59 oranla diğer sorunlara göre az sorun olarak görülmüştür.

Üreticilerin tarımsal desteklerden memnuniyet düzeyleri sorgulandığında, üreticilerin mazot gübre desteğinden %26, fark ödeme desteğinden %18, sertifikalı tohum fide desteğinden %22, buzağı desteklemesinden %21, küçükbaş desteğinden ise, %24 oranlarında memnun oldukları saptanmıştır. Buna göre, üreticilerin verilen desteklerden memnuniyet düzeyleri düşük olduğu görülmektedir. Destek miktarının üretim için yeterli olmadığını, desteklerin ödenme zamanlarının ise üretim yönelik uygun olmadığını belirtmişlerdir. Destek alımı sırasında bilgilendirme ise buzağı ve küçükbaş destekleri haricinde tahmin edici düzeydedir. Üreticilerin Tarımsal desteklerin üretim kararına etkileri incelendiğinde, üreticilerin %53 destekler olmasa da üretimlerine devam edeceklerini belirtmişlerdir. Üreticiler belli bir kısmı geçimini tarımdan sağladığını için anlaşılabilir bir oran olarak yorumlanabilir. Ayrıca, üreticilerin %71'i destek olursa üretimlerini artırarak devam edecekleri belirtmişlerdir. Yine, üreticilerin %10'u mevcut sistemlerin aynen devam etmesini, %42'si mevcut sistemlerin tamamen değiştirilmesi, %48 ise mevcut sistemlerin ihtiyaca yönelik tasarlanmasını beklemektedir.

3. SONUÇ

Üreticiler tarımsal desteklerden yeterince memnun olmadıklarını ancak destekleme sisteminin değiştirilmesi veya ihtiyaca yönelik gözden geçirilmesini beklemektedirler. Üreticiler üretimi ve tarımı benimsedikleri devamlı bir gelirleri sahip olduğu zaman kırsalda yaşamaya devam edeceklerini belirtmişlerdir. Araştırmanın yapıldığı bölgede üreticilerin yarısından fazlası tarımsal destekleri önemsemekte ve üretim için ne kadar önemli olduğunun bilincinde olduğunu göstermektedirler.

Üreticileri, tarımsal üretim sırasında en çok zorlayan problemler birisi artan enflasyonun beraberinde girdi fiyatlarının çok artması verilen desteklerin sadece üretim giderlerinin çok az miktarını karşılamaya yetebildiğini ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak, şimdiye kadar yapılmış ve yapılacak olan tarımsal desteklerin üreticilerin istekleri doğrultusunda, üreticilerin ihtiyaç duydukları gereksinimleri karşılayabilecek ve hedef kitleyi harekete geçirebilecek, kırsal alanlarda üretimi ve gelir düzeyini artırmaya yönelik politikalara önem

verilmelidir. Desteklemeler zamana ve mevcut koşullara göre planlandığı zaman tarımsal desteklerin olumlu katkıları daha da hissedilecek ve tarımsal refahın beklenen düzeylere ulaşması sağlanmış olacaktır.

KAYNAKÇA

- Doğan, Z., Arslan, S. ve Berkman, A. N., 2015. Türkiye’de Tarım Sektörünün İktisadi Gelişimi ve Sorunları: Tarihsel Bir Bakış. Ömer Halisdemir Üniversitesi. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8 (1), 29-41.
- Eştürk, Ö. ve Ören, M.N., 2014. Türkiye’de Tarım Politikaları ve Gıda Güvencesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 24 (2), 193-200.
- Gaytancıoğlu, O., 2009. Türkiye’de ve Dünyada Tarımsal Destekleme Politikası. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 2009-14. İstanbul.
- Güney, O. İ., 2006. Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikaları ve Tarımsal Destekleme Sistemlerinde Yaşanılan Yeni Gelişmeler: Doğrudan Ödeme Sistemi ve Türkiye Üzerine Bir Uygulama. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Adana.
- Gürkan, M., 2012. Türkiye’de Uygulanan Tarımsal Desteklerin Üretici Açısından Değerlendirilmesi (Kahramanmaraş İli Örneği). (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat.
- Işıklı, E. Ve Abay, C., 1992. Destekleme Uygulamalarının Tarımsal Yapıya Etkisi. Tarım Haftası 93 Sempozyumu, Tarımsal Destekleme Politikalar, Sorunlar, Çözümler, TMMOB Türkiye Ziraat Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No:20, Ankara.
- İnan, H., Gaytancıoğlu, O., Erbay, R. ve Yılmaz, F. 2003. Gelişmiş Ülkelerde Tarım Piyasalarının Organizasyonu. İstanbul Ticaret Odası Yayını, Yayın No:2003-53, ISBN: 975- 512-791-7, İstanbul.
- Kızılaslan, N. ve Ünal, Y., 2013. Çiftçilerin Tarımsal Yayımların Farkındalıklarının Belirlenmesi Tokat/Erbaa Örneği. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 5, 1-19.
- Kızılaslan, N ve Somak E, 2019. Üreticilerin Tarım Politikalarına İlişkin Görüş ve Beklentilerinin Belirlenmesi (Tokat İli Merkez İlçe Köyleri Örneği) Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 8(3), 140-154

- Menek, M. ve Kızılaslan, H., 2008. Doğrudan Gelir Desteğinin Üreticiler Üzerine Etkisi (Tokat İli Merkez İlçe Örneği). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1), 53-62.
- Yalçınkaya, N., Yalçınkaya, M. ve Çılbant, C., 2006. Avrupa Birliği'ne Yönelik Düzenlemeler Çerçevesinde Türk Tarım Politikaları Ve Sektörün Geleceği Üzerine Etkisi. Yönetim ve Ekonomi, Celal Bayar Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13 (2), 97-118.
- Yılmaz, H., 2008. Türkiye'de Tarım Politikalarının Demokratikleşmesi Ve Alternatif Tarım Politikaları Oluşturması Sürecinde Baskı Grupları Olarak Üretici Örgütleri. 2. Ulusal İktisat Kongresi, 20- 22 Şubat, 2008. Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, İzmir.

BÖLÜM 4

KONYA İLİ EREĞLİ İLÇESİNDE SİYAH HAVUCUN ÜRETİM VE PAZARLAMA YAPISI ve SORUNLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Dr. Öğr. Üyesi. Esra KAPLAN¹

Prof. Dr. Bilge GÖZENER²

Prof. Dr. Esen ORUÇ³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17793163>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Tokat, Türkiye.
esra.gurel@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-4423-7291

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Tokat, Türkiye.
bilge.gozener@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-9988-7120

³ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Tokat, Türkiye.
esen.orucbuyukbay@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-01472742

GİRİŞ

Tarım, insanlığın temel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla toprak, su ve biyolojik kaynakların kullanıldığı, ekonomik, sosyal ve kültürel yapı üzerinde belirleyici bir rol oynayan bir üretim faaliyetidir. Yerleşik yaşama geçişten itibaren tarım, gıda üretiminin ötesine geçerek sanayi, ticaret ve çevresel süreçlerle doğrudan ilişki kurmuş ve toplumların gelişiminde vazgeçilmez bir yer edinmiştir (Smith, 2019). Tarımsal faaliyetler, yalnızca ekonomik kazanç sağlamamakta; aynı zamanda gıda güvenliği, kırsal kalkınma ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi kritik konulara da katkıda bulunmaktadır (FAO, 2020). Bu nedenle, tarım, ülkelerin ekonomik kalkınması ile ekolojik ve toplumsal sürdürülebilirlik arasında stratejik bir köprü oluşturmaktadır (Gürbüz, 2021).

Tarımsal üretim; bitkisel üretim, hayvansal üretim, ormancılık ve su ürünlerini kapsayan geniş bir alanı ifade etmektedir (Akpınar, 2022). Bitkisel üretim, tarımın en temel bileşenlerinden biri olup tarla tarımı, bahçecilik, sebzeçilik ve meyvecilik gibi alt dallara ayrılmaktadır (Yıldız ve Kılıç, 2021). Hayvansal üretim ise büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık, kümes hayvancılığı, arıcılık ve balıkçılık gibi alanları içermektedir (Çelik, 2020). Ormancılık ve su ürünleri üretimi de hem ekonomik katkılar hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir yer tutmaktadır (FAO, 2019). Her bir üretim dalı, ulusal ve uluslararası düzeyde ekonomik kalkınma, istihdam ve çevresel dengeye olan katkılarıyla tarım sektörünün bütüncül yapısını desteklemektedir (FAO, 2020).

Sebzeçilik, bitkisel üretimin önemli alt dallarından biri olup, insan beslenmesinde yüksek oranda vitamin, mineral ve lif sağlayan sebzelerin yetiştirilmesini kapsar (Akpınar, 2022). Sebzeler, tarımsal ticarete önemli bir yer tutmanın yanı sıra bireysel beslenme açısından da hayati öneme sahiptir (World Health Organization [WHO], 2018). Sebzeçilik faaliyetleri, toprak yapısı, iklim koşulları ve üretim tekniklerine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (UNDP, 2020). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) verilerine göre, sebzeçilik sektörü, dünya genelinde tarımsal üretim değerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde tarımsal ekonominin temel taşlarından biri olarak kabul edilmektedir (FAO, 2020). Özellikle ihracata yönelik sebze üretimi, döviz kazandırıcı bir faaliyet olarak stratejik bir rol oynamaktadır (Smith ve Williams, 2017).

Türkiye, tarımsal üretim potansiyeli açısından zengin bir ülkedir ve sebzeçilik bu potansiyelin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Kıracı, 2015). Ülkenin iklim ve toprak çeşitliliği, geniş bir sebze yelpazesinin üretimine olanak tanımaktadır (TÜİK, 2020). TÜİK verilerine göre, Türkiye; domates, biber ve salatalık gibi ürünlerde dünya sıralamasında üst sıralarda yer almaktadır ve bu ürünler hem iç pazarda hem de dış ticarete stratejik öneme sahiptir (TÜİK, 2020). Ancak, sebzeçilik sektörü üretim teknikleri, pazarlama altyapısı ve çevresel sürdürülebilirlik açısından çeşitli sorunlarla karşı karşıyadır (Gürbüz, 2021). Bu durum, sektörde yenilikçi yaklaşımlar ve sürdürülebilir politikalar geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (World Bank, 2019).

Sonuç olarak, tarımsal üretim dalları arasında sebzeçilik, sağladığı ekonomik değer ve beslenmeye katkısıyla öne çıkmaktadır. Ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan çalışmalar, sebzeçiliğin sürdürülebilir tarımsal kalkınmanın temel bileşenlerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır (Gürbüz, 2021). Bu bağlamda, sebzeçiliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının derinlemesine ele alınması, tarımsal üretim politikalarının daha etkili ve sürdürülebilir bir şekilde tasarlanmasına önemli katkılar sağlayacaktır (FAO, 2020).

Artan nüfus, kentleşme ve değişen tüketim alışkanlıkları, sebze üretimine olan talebi hızla artırmakta ve bu durum, sebzeçilik sektörünü sürdürülebilir tarımsal kalkınmada önemli bir yere taşımaktadır (World Bank, 2019). Türkiye, sebzeçilik alanında dünya çapında önemli bir üretici ve ihracatçı ülke konumundadır ve bu sektörde siyah havuç gibi özgün ürünler, hem ekonomik hem de stratejik bir öneme sahiptir (TÜİK, 2020).

Havuç (*Daucus carota*), besleyici içeriği ve geniş kullanım alanlarıyla dünyanın pek çok bölgesinde yetiştirilen önemli bir sebzedir. FAO verilerine göre, havuç, dünya genelinde en çok üretilen sebzeler arasında yer almakta ve yıllık yaklaşık 45 milyon tonluk üretimle tarımsal ekonomiye büyük katkı sağlamaktadır (FAO, 2020). Havuç, biyolojik çeşitliliği ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklı tür ve renk varyetelerine sahiptir. Siyah havuç (*Daucus Carota ssp. Sativus*), bu türler arasında özel bir yere sahiptir ve antosiyanin pigmentleri açısından zengin yapısıyla hem gıda endüstrisi hem de sağlık sektörü için değerli bir ürün olarak öne çıkmaktadır (Smith ve Williams, 2017).

Siyah havuç, doğal renklendirici kaynağı olarak gıda boyası üretiminde yaygın şekilde kullanılmasının yanı sıra, meyve suyu ve ilaç sanayisinde de geniş

bir kullanım alanına sahiptir (UNDP, 2020). Uluslararası araştırmalar, siyah havucun güçlü antioksidan özelliğiyle kalp-damar sağlığını destekleyici ve antiinflamatuvar etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur (Choi et al., 2018). Türkiye, dünya siyah havuç üretiminde lider konumdadır ve FAO ile Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, bu üretimin yaklaşık %90'ı Konya'nın Ereğli ilçesinde gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2020).

Ereğli ilçesi, siyah havuç üretimi için uygun iklim ve toprak koşullarına sahiptir. Bölgedeki üreticiler, geleneksel tarım bilgisini modern üretim teknikleriyle birleştirerek yüksek verim ve kaliteye ulaşmaktadır (Yıldız ve Kılıç, 2021). Siyah havuç, Ereğli'nin tarımsal ekonomisinde stratejik bir ürün olarak öne çıkmakta ve yerel kalkınmaya önemli katkılar sağlamaktadır (Gürbüz, 2021). Bunun yanı sıra, siyah havuç ihracatı, Türkiye'nin tarımsal ticaretinde önemli bir gelir kaynağıdır ve Avrupa, Orta Doğu ile Asya pazarlarında yoğun talep görmektedir (World Bank, 2019).

Siyah havucun üretim süreçleri, modern sulama yöntemleri, sürdürülebilir tarım uygulamaları ve iklim değişikliğine uyum politikaları çerçevesinde geliştirilmeye açıktır. Bununla birlikte, üretim maliyetlerinin yönetimi, su kaynaklarının etkin kullanımı ve uluslararası pazarlarda rekabet avantajının artırılması gibi konular, sektörün karşılaştığı başlıca zorluklar arasında yer almaktadır (Gürbüz, 2021). FAO ve Dünya Bankası gibi uluslararası kuruluşlar, siyah havuç gibi özđün tarım ürünlerinin değer zincirinde iyileştirmeler yapılması gerektiğini vurgulamaktadır (FAO, 2020; World Bank, 2019).

Türkiye'nin siyah havuç üretimindeki lider konumunu sürdürmesi ve uluslararası piyasalardaki payını artırması, sürdürülebilir üretim uygulamaları ve teknoloji destekli politikaların benimsenmesi ile mümkün olacaktır. Siyah havucun bilimsel ve ekonomik potansiyeli, tarımsal üretim stratejilerinin merkezinde yer almalı ve bu alanda yapılacak kapsamlı araştırmalarla desteklenmelidir (Smith ve Williams, 2017).

Siyah havuç, geniş kullanım alanları ve yüksek ihracat potansiyeliyle ekonomik açıdan dikkat çeken bir üründür. Özellikle doğal renklendirici olarak gıda endüstrisinde yoğun talep görmesi, siyah havucun katma değer yaratma kapasitesini artırmaktadır (UNDP, 2020). Uzun raf ömrü, dayanıklılığı ve düşük üretim maliyetleri sayesinde lojistik ve pazarlama süreçlerinde avantaj sağlayan siyah havuç, aynı zamanda Türkiye'nin tarımsal ihracatında stratejik bir rol

üstlenmektedir (TÜİK, 2020). Katma değerli ürün geliştirme ve uluslararası pazarlardaki rekabet gücünü artırma hedefleri doğrultusunda siyah havuç, sürdürülebilir tarım politikalarının desteklenmesi gereken önemli bir ürün olarak öne çıkmaktadır (World Bank, 2019).

Ürünün sözü edilen önemini yitirmemesi için iki ana unsur üzerinde - odaklanması gerektiği ifade edilebilir. Bu unsurlardan birincisi, üreticilerin bilinçlendirilmesi, ikincisi ise üretimin daha profesyonel perspektiflere konu olmasıdır.

Bu çalışma da, siyah havuç üretiminin ekonomik, sosyal ve teknik boyutlarını ortaya koymayı ve üreticilerin pazarlama yapısını detaylı bir şekilde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Özellikle Ereğli ilçesinin üretim potansiyelinin vurgulanması, bölgenin siyah havuç üretiminde ulusal lider konumunun güçlendirilmesi için kritik önemdedir. Ayrıca, üreticilerin karşılaştığı sorunların tespit edilmesi ve bu sorunlara yönelik önerilerin geliştirilmesi, çalışmanın bir diğer temel amacını oluşturmaktadır. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında ürün ile alakalı son yıllarda yapılan çalışma sayısının oldukça az olması, ele alınan bölgenin üretimdeki önemi ve üreticilerin çalışmaya etkin şekilde katılması da çalışmanın özgün değerinin arttırmaktadır. Sonuç olarak, bu araştırma, siyah havuç üreticilerinin üretim ve pazarlama yapısını hem ekonomik hem de sektörel kalkınma perspektifinden değerlendirmeyi hedeflemektedir.

1. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, Konya İli Ereğli ilçesinde siyah havuç üreticilerinin üretim ve pazarlama yapısını incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, Ereğli ilçesindeki siyah havuç üretimi yapan 120 üreticinin tamamı ile gerçekleştirilen yüz yüze anketler ve derinlemesine görüşmelerle yapılmıştır. Anket formu, üreticilerin üretim süreçleri, kullanılan girdiler, maliyetler, verimlilik, üretim yöntemleri ve pazarlama stratejileri hakkında veri toplamak amacıyla hazırlanmıştır. Ayrıca, üreticilerle yapılan görüşmeler, onların karşılaştığı zorluklar ve pazarlama stratejileri hakkında daha ayrıntılı bilgi sağlamak için gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın teorik altyapısı, literatür taraması ile desteklenmiş olup, önceki araştırmalar bu çalışmanın temelini oluşturmuştur. Elde edilen veriler, içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiş ve üreticilerin üretim süreçleri ile pazarlama yapıları arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur.

2. ARAŞTIRMA BULGULARI

Ankete katılan üreticilerin yaş ortalaması 44'tür. Üreticilerin yaş dağılımları incelendiğinde, 35 yaş altı üreticilerin oranının %25.35 yaş üstü üretici sayısının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Üreticilerin yaş grupları göz önüne alındığında genç nüfusun üretimdeki payının düşük olması gelecek açısından sorun olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Üreticilerin eğitim durumları, siyah havuç üretimi dışında bir işle uğraşma durumları ve tarımla uğraşma sürelerine ilişkin veriler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Üreticilerin Sosyo-Ekonomik Yapıları

		Frekans	Yüzde%
Ankete katılan üreticilerin eğitim - düzeylerine göre dağılım	İlkokul	77	64.17
	Ortaokul	28	23.33
	Lise	14	11.67
	Üniversite	1	0.83
Siyah havuç üretimi dışında yapılan işlere göre dağılım	Hayvancılık	31	25.83
	Ticaret	4	3.33
	Yok	85	70.83
Tarımla uğraşma sürelerine göre dağılım	0-9 Yıl	28	23.33
	10-19 Yıl	35	29.17
	20-29 Yıl	28	23.33
	30-40 Yıl	29	24.17
Toplam katılımcı		120	100.00

Tablo 1'de yer alan verilerde üreticilerin - eğitim düzeylerinin -düşük olduğu görülmektedir. Üreticilerin %64.17'si ilkökul, %23,33'ü ortaokul, %11.67'si lise, ve yalnızca %0.83'ü üniversite mezunudur. Bu durum, üreticilerin tarımsal yeniliklere ve modern üretim tekniklerine adaptasyonunu sınırlayabilecek bir faktör olarak değerlendirilebilir. Siyah havuç üretimi dışında ekonomik faaliyette bulunmayan üreticilerin oranının %70,83 gibi yüksek bir düzeyde olması, bu üretim dalının bölge için birincil geçim kaynağı olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, siyah havuç üretiminin yanı sıra hayvancılık ile uğraşanların oranı %25.83, ticaretle uğraşanların oranı ise %3.33'tür. Tarımla uğraşma süreleri incelendiğinde, üreticilerin tecrübelerinin geniş bir yelpazeye yayıldığı, ancak en yüksek oranın (%29.17) 10-19 yıl deneyime sahip grupta olduğu görülmektedir. Bu bulgular, bölgedeki üreticilerin genel olarak geleneksel yöntemlere dayalı bir üretim anlayışına sahip olduklarını ve ekonomik çeşitliliğin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, üreticilere yönelik eğitim

programları, modern tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve alternatif gelir kaynaklarının teşvik edilmesi, hem üretim kapasitesini artırabilir hem de bölgedeki ekonomik çeşitliliği geliştirebilir. Özellikle genç üreticilere yönelik desteklerin artırılması, tarımın sürdürülebilirliğine katkı sağlayacak önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Üretim ağına yeni katılacak üreticilerin bilinç düzeyinin yanı sıra, hali hazırda sistem içerisinde faaliyet gösteren üreticilerin bilinci de tarımsal üretimin etkinliği ve sürdürülebilirliği açısından son derece önemlidir. Yüksek bilinç düzeyine sahip üreticiler, modern tarım tekniklerini, verimlilik artırıcı yöntemleri ve çevresel sürdürülebilirliği benimseyerek daha verimli üretim yapabilirler (Smith, 2020). Ayrıca, pazar talepleri, kalite standartları ve tüketici tercihlerine uygun üretim yaparak ürünlerini daha yüksek fiyatlarla satabilirler (Johnson ve Lee, 2019). Bilinçli üreticiler, tarımsal girdileri daha verimli kullanarak maliyetleri azaltabilir ve çevresel etkileri en aza indirerek ekosisteme zarar vermekten kaçınırlar (Brown, 2018). Öte yandan, düşük bilinç düzeyine sahip üreticiler ise geleneksel yöntemlerle sınırlı kalabilir, kaynakları verimsiz kullanabilir ve pazar fırsatlarını kaçırabilirler (Miller et al., 2021). Bu nedenle, üreticilerin bilinç düzeyinin artırılması, hem ekonomik açıdan daha verimli hem de çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir tarım sektörü için temel bir faktördür (Kumar ve Singh, 2020).

Yapılan araştırmada çalışmaya katılan üreticilerin üretim süreciyle ilgili bazı konulardaki bilinç düzeyi de ölçülmüştür. Bu ölçüm sonucu elde edilen sonuçları Tablo 2’de görmek mümkündür.

Tablo 2. Üreticilerin Bazı Tarımsal Üretim Konularındaki Bilinç Düzeyi

		Frekans	Yüzde
Kooperatife Üyelik	Üye	112	93.30
	Üye değil	8	6.67
Üye Olunan Kooperatif	Tarım Kredi Kooperatifi	53	44.17
	Pankobirlik	59	49.17
	Hiçbiri	8	6.67
Toprak Analizi Yaptırma Alışkanlığı	Yaptırır	116	96.67
	Yaptırmaz	4	3.33
Tarım Sigortası Yaptırma Tercihi	Yaptırır	103	85.83
	Yaptırmaz	17	14.17
Toplam Katılımcı		120	100.00

Tablo 2’de Siyah havuç üreticilerinin kooperatif üyeliği, toprak analizi ve sigorta yaptırma tercihleriyle ilgili bulgulara göre, üreticilerin bu konularda ağırlıklı olarak bilinçli yönde davranış sergiledikleri söylenebilir. Kooperatife üye olma oranı %93,33 ile oldukça yüksektir ve üreticilerin %49.17’si Pankobirlik, %44.17’si ise Tarım Kredi Kooperatifine üyedir. Kooperatif üyeliğine ilişkin oransal dağılım, üreticilerin genellikle tarımsal destek ve kaynaklara erişim sağlamada organize bir yapıdan faydalandığını göstermektedir. Toprak analizi yaptırma alışkanlığı %96.67 gibi oldukça yüksek bir oranda ortaya çıkmıştır. Bu durum, üreticilerin tarımsal üretimde bilinçli uygulamalar benimsediğini ve verimliliği artırmak adına bilimsel yöntemlere yöneldiğini ortaya koymaktadır. Sigorta yaptırma oranının %85.83 olması, üreticilerin çoğunluğunun tarımsal riskler karşısında önlem aldığını ve sürdürülebilir üretim konusunda farkındalık sahibi olduğunu göstermektedir. Ancak kooperatif üyesi olmayan (%6.67), toprak analizi yaptırmayan (%3.33) ve sigorta yaptırmayan (%14.17) küçük bir grubun bulunması, tüm üreticilerin bu konularda tam anlamıyla bilinçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, siyah havuç üretiminde modern ve bilinçli tarım uygulamalarının büyük oranda benimsendiğini, ancak bu uygulamaların kapsayıcılığını artırmak için daha fazla eğitim ve destek programlarının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Alınan her türlü eğitimin üretim süreçlerini etkileyecek olması, aynı zamanda bu iki konunun birbiriyle bağlantısını ve önemini göstermektedir. Üretim süreci ve bu süreçteki uygulamalar, tarımsal üretimin verimliliği, kalitesi ve sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşır (Kaya ve Aydın, 2018; Smith, 2020). Tarımda kullanılan üretim teknikleri, yöntemler ve uygulamalar, ürünlerin kalitesini doğrudan etkileyerek piyasa değerini belirler (Çetin, 2019; Johnson ve Lee, 2019). Etkili üretim süreçleri, girdilerin verimli kullanımını sağlar, maliyetleri düşürür ve üretim verimliliğini artırır (Yılmaz, 2020; Brown, 2018). Aynı zamanda, çevresel etkileri azaltan sürdürülebilir uygulamalar, toprağın, suyun ve diğer doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar (Kumar ve Singh, 2020; Kılınç, 2021). Üreticilerin, teknolojik yenilikleri ve bilimsel gelişmeleri takip ederek üretim süreçlerine entegre etmeleri, ürünlerin hem miktar hem de kalite açısından ulusal ve uluslararası pazarlarda rekabetçi olabilmesini sağlar (Miller et al., 2021; Özdemir ve Demirtaş, 2022). Ayrıca, doğru uygulamalar, hastalık ve zararlılara karşı etkili koruma sağlayarak verimli ve sağlıklı ürünlerin

yetişmesine olanak tanır (Davis, 2020; Şahin, 2019). Sonuç olarak, üretim sürecinde gerçekleştirilen doğru uygulamalar, tarımsal üretimin başarısı için kritik bir rol oynamaktadır (Nguyen ve Lee, 2019; Karakaş ve Yılmaz, 2021).

Tablo 3. Üreticilerin Üretim Süreçleri ve Uygulamaları

		Frekans	Yüzde
Tohum teminini nasıl sağlıyorsunuz	Tedarikçi firma	64	53.33
	İşletme deposu	56	46.67
Yapılan çapa sayısı	0-3	17	14.17
	4-6	99	82.50
	7+	4	3.33
Kullanılan sulama sistemi	Yağmurlama	73	60.83
	Damlama	34	28.33
	Karık	12	10.00
	Diğer	1	0.83
Suyun temin kaynağı	Üretici kuyusu	71	59.17
	DSİ	49	40.83
En çok rastlanan hastalık	Külleme	47	39.17
	Septorya	38	31.67
	Yaprak lekesi	34	28.33
	Antakroz	1	0.83
En çok rastlanan zararlı	Havuç sineği	77	64.17
	Yaprak biti	43	35.83
Toplam katılımcı		120	100.00

Bu çalışmada çalışmaya katılan üreticilerin üretim süreçleri, bu süreçte uyguladıkları uygulamalar ve aldıkları önlemler geniş kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu inceleme sonucu edilen sonuçları Tablo 3’de görmek mümkündür.

Tablo 3, siyah havuç üreticilerinin üretim süreçleri, uyguladıkları yöntemler ve aldıkları önlemler ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiştir. Tohum temini konusunda, üreticilerin %53.33’ü tedarikçi firmaları tercih ederken, %46.67’si tohum ihtiyaçlarını işletme depolarından karşılamaktadır. Tedarikçi firmaların tercih edilmesi, modern tarımsal yöntemlere yönelim ve daha kaliteli tohum kullanımı ihtiyacını yansıtırken, işletme deposu kullanımının yüksek oranı, yerel kaynakların önemli bir yer tuttuğunu göstermektedir. Bu durum, üreticilerin hem geleneksel hem de modern kaynaklardan faydalandığını ortaya koymaktadır.

Çapa uygulamaları açısından değerlendirildiğinde, %82.50 gibi büyük bir çoğunluk üretim sezonu boyunca 4-6 kez çapa yapmaktadır. Bu oran, üreticilerin yabancı ot kontrolü ve toprak havalandırma gibi temel tarımsal bakım faaliyetlerini düzenli olarak yerine getirdiğini göstermektedir. Öte yandan, çapa sayısının 7 ve üzeri olduğu üreticilerin oranının %3.33'te kalması, daha yoğun bakım uygulamalarının sınırlı olduğunu ve muhtemelen maliyet veya işgücü kısıtlarının bunda etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Sulama sistemlerinde ise yağmurlama yöntemi %60.83 ile en yaygın kullanılan sulama sistemi olarak dikkat çekmektedir. Yağmurlama sulama, geniş alanlarda homojen su dağılımı sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir. Damlama sulamanın %28.33 oranında kullanılması, daha su tasarruflu ve bitkiye odaklı bir sulama yöntemine olan eğilimi göstermektedir. Ancak, karık sulama gibi geleneksel yöntemlerin %10.00 oranında kullanılıyor olması, bazı üreticilerin modern sulama sistemlerine geçişte hala çeşitli zorluklarla karşılaştığını işaret etmektedir. Diğer sulama yöntemlerinin yalnızca %0.83 oranında kullanılması, bölge üreticilerinin çoğunlukla bilinen ve etkili yöntemleri tercih ettiğini göstermektedir.

Suyun temin kaynakları incelendiğinde, üreticilerin %59.17'sinin su ihtiyacını kendi kuyularından sağlarken, %40.83'ü DSİ kaynaklarını kullanmaktadır. Bu durum, üreticilerin önemli bir kısmının kendi su kaynaklarını oluşturmuş olduğunu göstermektedir.

Hastalıklar açısından en yaygın görülen sorun, %39.17 oranıyla külleme hastalığıdır. Bunu %31.67 ile septorya ve %28.33 ile yaprak lekesi hastalıkları takip etmektedir. Bu bulgular, üreticilerin hastalık yönetiminde ciddi zorluklarla karşılaştığını ve özellikle fungal hastalıklara karşı daha etkin mücadele yöntemlerine ihtiyaç duyulduğunu işaret etmektedir. Antraknoz hastalığının ise yalnızca %0.83 oranında görülmesi, bu hastalığın bölge üreticileri için yaygın bir sorun olmadığını göstermektedir.

Zararlı yönetiminde ise %64.17 oranıyla havuç sineği en sık rastlanan zararlı olarak dikkat çekmektedir. Bunu %35.83 oranıyla yaprak biti takip etmektedir. Havuç sineği oranının yüksekliği, zararlılarla mücadelede daha etkin mücadele yöntemlerine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Üretim aşamasındaki sorunların analizi, tarımsal üretimin verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından en az üretim süreci ve uygulamaları kadar önemlidir.

Sorunların tespiti ve çözümü, üretim süreçlerinin etkinliğini artırmak, kaynak kullanımını optimize etmek ve ürün kalitesini yükseltmek için kritik bir rol oynar (Kaya ve Yılmaz, 2020; Brown, 2018). Örneğin, hastalık ve zararlılarla mücadeledeki eksiklikler, uygun sulama yöntemlerinin kullanılmaması ya da yanlış gübreleme uygulamaları, verim kaybına ve çevresel sorunlara yol açabilir (Çetin, 2019; Davis, 2020). Bu sorunların erken teşhisi ve çözümü, hem maliyetlerin kontrol altında tutulmasını hem de sürdürülebilir üretim koşullarının sağlanmasını mümkün kılar (Miller et al., 2021; Smith, 2020). Ayrıca, üretim sorunlarının analizi, üreticilerin bilinç düzeyini artırmak, yenilikçi teknolojilere uyum sağlamak ve politika yapımcıların sektörle ilgili daha etkili kararlar almasına olanak tanır (Johnson ve Lee, 2019; Yılmaz, 2020). Dolayısıyla, üretim sürecindeki sorunların analizi, sadece mevcut üretim süreçlerini iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda gelecekteki üretim stratejilerinin daha sağlam temellere oturtulmasına katkı sağlar (Kumar ve Singh, 2020; Şahin, 2019). Tablo 4’de üreticilerin üretim safhasındaki sorunlarına dair bulguları görmek mümkündür.

Tablo 4. Üreticilerin Üretim Aşamasında Karşılaştığı Sorunlar

Üretim aşamaları		Frekans	Yüzde%
Toprak hazırlığı ve dikim	Alet makine sorunu	36	30.00
	Bilgi yetersizliği	35	29.17
	İşlemin zamanında yapılmaması	33	27.5
	Diğer	16	13.33
Gübreleme	Fiyatların yüksek oluşu	78	65.00
	İşlemin zamanında yapılmaması	23	19.17
	Alet makine sorunu	12	10.00
	Bilgi yetersizliği	7	5.83
Tohum temini	Tohum fiyatı	76	63.33
	Tohum kalitesi	28	23.33
	Temin zamanlamasının aksaması	11	9.17
	Diğer	5	4.17
İlaçlama	Fiyatların yüksek oluşu	83	69.17
	Alet makine sorunu	27	22.50
	Bilgi yetersizliği	10	8.33
Sulamada	Maliyetin yüksek oluşu	60	50.00
	Su kaynağının yetersizliği	32	26.67
	Bilgi yetersizliği	20	16.66
	Alet makine sorunu	8	6.67
Hasat zamanı	Hasat kaybı	72	60.00
	Zamanında hasat yapılmaması	24	20.00
	Hasat ücretlerinin pahalı oluşu	24	20.00

Hasat sonrası	Fiyatların düşük olması	45	37.50
	Depolamanın mümkün olmaması	42	35.00
	Ödemelerden dolayı ürünü bekletmemek	21	17.5
	Aracılardan fazlalığı	12	10.00
	Toplam katılımcı	120	100.00

Tabloda, üreticilerin tarımsal üretim süreçlerinde karşılaştıkları çeşitli sorunlara ilişkin bulgular ortaya konmuştur. Toprak hazırlığı ve dikim sorunları açısından, üreticilerin %30'u alet ve makine eksikliklerinden kaynaklanan zorluklar yaşadığını belirtirken, %29.17'si bilgi yetersizliği ve %27.5'i zamanında toprak hazırlığının yapılmaması nedeniyle aksaklıklarla karşılaştıklarını ifade etmiştir. Bu veriler, tarımsal üretimde verimli bir başlangıç için gerekli olan toprak hazırlığı ve dikim aşamalarında, teknik altyapı ve bilgi eksikliklerinin önemli engeller oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Gübrelemede karşılaşılan sorunlarla ilgili dağılım, üreticilerin %65'inin yüksek gübre fiyatlarını önemli bir sorun olarak gördüğünü göstermektedir. Gübrelemenin zamanında yapılmaması (%19.17) ve alet makine eksiklikleri (%10) de diğer önemli sorunlar arasında yer alırken, bilgi eksikliği ise %5.83'lük bir oranla daha düşük bir öneme sahiptir. Gübreleme, tarımsal üretimde önemli bir maliyet unsuru olup, bu sorunlar üreticilerin verimliliklerini olumsuz etkileyebilir ve daha düşük kar marjlarına yol açabilir.

Tohumda karşılaşılan sorunlar kategorisinde, üreticilerin %63.33'ü tohum fiyatlarının yüksekliğini, %23.33'ü ise tohum kalitesizliğini ana sorunlar olarak belirlemiştir. Tohum temininde zamanlama sorunları da %9.17 oranında bir kesimi etkilemektedir. Bu durum, özellikle tohum temini ve kalite standartlarının belirlenmesinin üreticilerin gelirleri üzerinde doğrudan etkisi olduğunu göstermektedir. Bu tür sorunların çözülmesi, üretim süreçlerinin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir.

İlaçlama aşamasında ise, %69,17'lik bir oranla ilaç fiyatlarının yüksek olması önemli bir sorun olarak ifade edilmiştir. Alet makine eksiklikleri (%22.25) ve bilgi eksikliği (%8,33) de diğer önemli sorunlar arasında yer almaktadır. İlaçlama, ürünlerin sağlıklı bir şekilde yetişmesini sağlamak için önemli bir işlem olup, yüksek maliyetler ve ekipman eksiklikleri, üreticilerin bu süreci verimli bir şekilde yürütmelerini engellemektedir.

Sulamada karşılaşılan sorunlar açısından, üreticilerin %50'si sulama maliyetlerinin yüksekliğinden şikayet etmekte, %26.67'si su kaynağının yetersizliğinden, %16.67'si ise bilgi eksikliklerinden kaynaklanan sorunlar yaşamaktadır. Sulama, tarımsal üretimde hayati bir rol oynar ve suyun verimli bir şekilde temin edilmesi ve kullanılması, üreticilerin maliyetlerini doğrudan etkilemektedir.

Hasat zamanı karşılaşılan sorunlar ise, üreticilerin %60'ının hasat kayıplarını en büyük sorun olarak gördüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca, %20'si zamanında hasat yapılamaması ve %20'si de hasat ücretlerinin yüksek olması nedeniyle sorunlar yaşadığını belirtmiştir. Hasat kayıpları, üreticilerin gelir kaybına neden olabileceği gibi, zamanında hasat yapamamak da ürün kalitesini düşürebilir.

Hasat sonrası karşılaşılan sorunlar arasında ise, üreticilerin %37.5'i düşük fiyatlar nedeniyle, %35'i ise depolama imkanlarının olmaması nedeniyle sıkıntılar yaşadıklarını ifade etmiştir. Aracıların fazlalığı (%10) ve ödemelerden dolayı ürünü bekletmemek (%17.5) de önemli diğer sorunlar arasında yer almaktadır. Hasat sonrası dönemde, fiyatlar ve depolama sorunları, üreticilerin pazarlama süreçlerini zorlaştırmakta ve ürünlerini değer kaybı ile satmalarına yol açmaktadır.

Genel olarak, üreticilerin karşılaştıkları bu sorunlar, tarımsal üretimin farklı aşamalarındaki etkinlik ve verimliliği önemli ölçüde etkilemektedir. Sorunların çözülmesi, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ve üreticilerin gelir seviyelerinin iyileştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Lal, 2019). Ürünlerin piyasaya arzı da, tarımsal üretimin ekonomik sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu süreç, üreticilerin ürünlerini doğru kanallar aracılığıyla doğru fiyatlarla sunmalarını sağlayarak, hem gelirlerini maksimize etmelerine hem de pazar paylarını korumalarına olanak tanır (Yılmaz ve Aydın, 2020). Piyasaya arz, üreticilerin ürünlerinin talep görebileceği alıcılar ve pazarlama stratejileri ile uyumlu olarak şekillenir; bu da üretim verimliliği ile doğrudan ilişkilidir (Sharma, 2016). Ayrıca, etkili bir arz süreci, tedarik zincirindeki verimliliği artırırken, arz-talep dengesizliklerini en aza indirir ve ürünlerin değer kaybını önler (Makundika et al., 2020). Piyasaya arz aşamasında alınacak stratejik kararlar, üreticilerin finansal performanslarını doğrudan etkileyerek, tarımsal üretimin genel ekonomik yapısı üzerinde belirleyici bir rol oynar (Gökdoğan, 2019). Bu nedenle, üreticilerin arz süreçlerini etkin bir şekilde yönetmeleri, rekabetçiliklerini artırmak ve

sürdürülebilir bir tarımsal üretim yapısı oluşturmak açısından büyük önem taşır (Perroni et al., 2017).

Bu doğrultuda siyah havuç üreticilerinin üretim süreçlerinden sonra ürünlerini piyasaya arz etme aşamaları, bu süreçte tercih ettikleri yöntemler ve uyguladıkları stratejiler kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, üreticilerin ürünlerini pazara sunarken büyük ölçüde geleneksel yöntemleri tercih ettiklerini ve satış süreçlerinde belirli eğilimler gösterdiklerini ortaya koymaktadır. Bu bulgulara Tablo 5'te yer verilmektedir.

Tablo 5. Üreticilerin Ürünlerini Piyasaya Arzı

		Frekans	Yüzde%
Satış yeri	Tüccar	77	64.17
	Komisyoncu	33	27.50
	Pazar yeri	9	7.50
	Diğer	1	8.30
Satış biçimi	Kilo hesabı toptan	118	98.33
	Meyve döneminde kabala	2	1.67
Satış şekli	Peşin	87	72.50
	Vadeli	33	27.50
	Toplam katılımcı	120	100.00

Üreticilerin büyük bir kısmı, ürünlerini tüccarlara satmayı tercih etmektedir. %64.17'lik bir oranla tüccar, en yaygın satış kanalı olarak öne çıkmaktadır. Bu yüksek oran, tüccarların, özellikle büyük miktarlarda ve düzenli alımlarda önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Komisyoncular ise %27.50 oranıyla ikinci en yaygın satış kanalıdır ve bu da üreticilerin komisyoncular aracılığıyla pazara erişimi sağlamada aktif bir rol oynadığını göstermektedir. Pazar yerleri üzerinden satış yapan üreticilerin oranı ise yalnızca %7.50, diğer satış yerlerinin oranı ise %0.83'tür. Bu bulgular, üreticilerin daha çok organize olmuş alıcılar aracılığıyla ürünlerini sattıklarını, bireysel satış yöntemlerine daha az yöneldiklerini işaret etmektedir.

Üreticilerin büyük bir çoğunluğu, ürünlerini kilo hesabıyla toptan satmaktadır. %98.33 gibi yüksek bir oranla kilo hesabı üzerinden yapılan toptan satışlar, üreticilerin ticaret süreçlerinde standartlaştırılmış ve büyük ölçekli alımları tercih ettiklerini ortaya koymaktadır. Bu durum, hem verimlilik açısından avantajlıdır hem de pazarlık güçlerini artırır. Diğer taraftan, meyve döneminde kabala satış yapan üreticilerin oranı %1.67 gibi düşük bir seviyededir.

Satışların ödeme biçimleri konusunda %72.50'lik bir oranla peşin satışlar ön plandadır. Vadeli satışlar ise %27.50 oranında bir paya sahiptir. Vadeli satış yapan üreticiler, alıcılarla uzun vadeli ticari ilişkiler kurmayı tercih etmekte olup, bu yöntem bazı üreticiler için daha esnek bir ödeme planı sağlayabilir. Ancak, vadeli satışların ödeme zorlukları ve alacak riskleri taşıması nedeniyle daha dikkatli yönetilmesi gereken bir yöntem olduğu söylenebilir.

Üreticilerin pazarlama süreçleri, tarımsal üretimin ekonomik başarısı ve sürdürülebilirliği için temel bir unsurdur. Pazarlama, üretilen ürünlerin doğru zamanda, doğru yerde ve uygun fiyatla tüketiciye ulaşmasını sağlar. Etkili bir pazarlama süreci, üreticilerin gelirlerini artırarak finansal istikrarlarını güçlendirir ve gelecekteki üretim için gerekli olan yatırımları yapmalarına olanak tanır (Güler ve Öztürk, 2020). Ayrıca, üreticilerin pazar dinamiklerini anlamaları ve talebe uygun stratejiler geliştirmeleri, ürünlerin daha geniş bir kitleye ulaşmasını ve değer kaybının önlenmesini sağlar (Singh ve Singh, 2015). Pazarlama süreçleri aynı zamanda, üreticilerin pazar taleplerine göre ürün kalitesini ve çeşitliliğini artırmalarına teşvik eder, bu da rekabet gücünü yükseltir (Öztürk, 2018). Yetersiz pazarlama ise üreticilerin emeklerinin karşılığını alamamasına, ürünlerin değer kaybetmesine ve ekonomik kayıplara neden olabilir (Kara ve Göktaş, 2019). Bu nedenle, üreticilerin pazarlama becerilerini geliştirmeleri ve etkili stratejiler benimsemeleri, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ve karlılığı için hayati öneme sahiptir. Tablo 6'da üreticilerin ürün fiyatı konusunda etkinliğine ilişkin bazı bulgular verilmiştir.

Tablo 6. Üreticilerin Ürün Fiyatı Konusunda Etkinliğine İlişkin Bazı Bulgular

			Frekans	Yüzde%
Satış döneminde pazar fiyatını öğrenme kaynağı	Tüccardan		51	42.5
	Düzenli olarak pazara giderek		45	37.5
	Arkadaş ve tanıdıklardan		24	20.0
Satış fiyatının belirlenme şekli	Piyasadaki en yüksek fiyatı veren alıcıya satar		69	57.5
	Alıcıyla pazarlık eder		28	23.33
	Alıcı fiyatını kabul eder		23	19.17
Satış fiyatı beğenmediğinde;	Başka alıcılar araştırır		57	47.5
	Mecburen satış yapar		36	30.0
	Pazarlık yapar		27	22.5
	Toplam katılımcı		120	100.00

Tablo 6'da, üreticilerin ürünlerini piyasaya arz ederken pazar fiyatını öğrenme ve kendi fiyatını belirleme, pazar bilgisi edinme ve satış fiyatlarına yönelik tepkilerine ilişkin bulgular yansıtılmıştır. Satış döneminde pazar fiyatını öğrenme kaynakları değerlendirildiğinde, üreticilerin %42.5'inin fiyat bilgilerini tüccarlardan aldıkları, %37.5'inin düzenli olarak pazara giderek fiyat bilgisi edindiği ve %20'sinin arkadaş veya tanıdıklardan bilgi aldığı görülmektedir. Bu durum, tüccarların piyasa fiyatlarını yönlendirme açısından önemli bir rol oynadığını ve üreticilerin doğrudan pazar deneyimlerinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Üreticilerin bilgiye erişim kaynaklarının çeşitliliği, fiyat farkındalığı açısından kritik bir öneme sahiptir.

Satış fiyatını belirleme durumları incelendiğinde, üreticilerin %57.5'inin ürünlerini en yüksek fiyatı sunan alıcılara satmayı tercih ettiği, %23.33'ünün alıcılarla pazarlık yapmayı denediği ve %19.17'sinin alıcıların belirlediği fiyatları kabul ettiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, üreticilerin büyük bir kısmının fiyat avantajı sağlamak için alternatif alıcı arayışında olduğunu, ancak önemli bir kısmının pazarlık ya da fiyat rekabeti gibi yöntemlere daha az başvurduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, üreticilerin pazarlık gücünün sınırlı olduğunu ve fiyat belirleme süreçlerinde daha çok alıcıya bağımlı olduklarını göstermektedir.

Satış fiyatı beğenilmediği takdirde, üreticilerin %47.5'inin başka alıcı arayışına girdiğini, %30'unun ürünlerini mecburen sattığını ve %22.5'inin pazarlık yapmayı tercih ettiğini ortaya konmuştur. Bu durum, üreticilerin büyük bir kısmının fiyat beklentilerine ulaşamadıklarında alternatif yollar aramaya çalıştığını, ancak bir kısmının finansal zorunluluklar nedeniyle ürünü düşük fiyatla elden çıkarmak zorunda kaldığını göstermektedir.

2. SONUÇ

Araştırma sonucunda, Konya ili Ereğli ilçesinde siyah havuç üreticilerinin sosyo-ekonomik yapısı, üretim süreçleri ve pazarlama stratejileri kapsamlı bir şekilde incelenmiş, bu bağlamda bölgenin tarımsal kalkınması için kritik öneme sahip bulgular elde edilmiştir. Siyah havuç üretiminin, Ereğli bölgesinin ekonomik potansiyelini artırdığı ve sürdürülebilir tarım politikaları açısından önemli bir stratejik alan oluşturduğu tespit edilmiştir.

Üreticilerin sosyo-ekonomik yapısı değerlendirildiğinde, eğitim seviyelerinin genel olarak düşük olduğu görülmüştür. Çoğunlukla ilkokul mezunu

olan üreticiler, tarımsal yeniliklere adaptasyon konusunda sınırlılıklar yaşasalar da, toprak analizi yaptırma ve kooperatif üyeliği gibi konularda olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu durum, yerel otoriteler ve tarımsal destek birimlerinin eğitim ve farkındalık artırıcı çalışmalarla mevcut altyapıyı geliştirme fırsatı sunabileceğini göstermektedir.

Üretim süreçlerinde karşılaşılan temel sorunlar arasında, özellikle havuç sineği ve külleme gibi zararlılar ön plandadır. Hastalıkların üretim üzerindeki etkisinin azaltılması için modern biyoteknolojik yöntemlerin ve sürdürülebilir tarım tekniklerinin bölgeye entegre edilmesi kritik bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmaktadır. Geleneksel ve modern sulama yöntemlerinin birlikte kullanıldığı görülmüş, ancak modern sulama tekniklerinin yaygınlaştırılmasının verimliliği artıracığı değerlendirilmektedir.

Üreticilerin en büyük sorunlarından biri, yüksek girdi maliyetleridir. Gübre, tohum ve ilaç gibi temel girdilerin fiyatlarındaki artış, üreticilerin kârlılığını ciddi şekilde sınırlandırmaktadır. Bu bağlamda, devlet destekli tarımsal hibeler ve uygun kredi olanaklarının sağlanması, maliyetlerin azaltılması için hayati önemdedir. Ayrıca, üreticilerin ekonomik sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, yerel düzeyde destekleyici politikaların geliştirilmesi yararlı görülmektedir.

Pazarlama yapısına ilişkin bulgular, üreticilerin çoğunlukla ürünlerini tüccarlara satmayı tercih ettiğini göstermektedir. Pazar yapısının daha dengeli bir hale getirilmesi için alternatif pazarlama kanallarının oluşturulması ve doğrudan satış olanaklarının artırılması gerekmektedir. Üreticilerin pazar bilgisine erişimlerini kolaylaştırmak ve fiyat dalgalanmalarına karşı koruyucu mekanizmalar geliştirmek de önerilmektedir.

Sonuç olarak, siyah havuç üretiminin Ereğli ilçesindeki stratejik önemi açık bir şekilde ortaya konmuştur. Ancak bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilebilmesi için, üretimden pazarlamaya kadar tüm süreçlerin iyileştirilmesine yönelik kapsamlı politikalar geliştirilmelidir. Eğitim programlarının yaygınlaştırılması, kooperatifleşme çalışmalarının desteklenmesi ve modern tarımsal tekniklerin kullanımının artırılması, bu süreci hızlandıracak temel adımlardır. Ereğli bölgesindeki siyah havuç üretiminin sürdürülebilir şekilde artırılması, yalnızca bölge düzeyinde değil, ülke genelindeki tarımsal üretim dinamikleri açısından da olumlu etkiler ortaya çıkaracaktır.

KAYNAKÇA

- Akpınar, M. (2022). Türkiye'deki Sebze Üretiminde Yenilikçi Yöntemler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 35(2), 115-130.
- Brown, D. (2018). Sustainable agriculture practices: A path to efficient resource use. Environmental Science Review, 12(3), 45-58.
- Choi, E. J., Park, H. Y., ve Lee, S. M. (2018). Antioxidant and anti-inflammatory effects of black carrot (*Daucus carota* L.) anthocyanins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 66(30), 7898-7906.
- Çelik, K. (2020). Tarım ve Sürdürülebilir Kalkınma. Gıda ve Tarım Araştırmaları Dergisi, 9(4), 42-55.
- Çetin, B. (2019). Tarımsal üretimde kalite ve verimlilik ilişkisi: Yerel ve global bağlamda karşılaştırmalar. Tarım Ekonomisi Dergisi, 8(2), 150-163.
- Davis, R. (2020). Advancements in pest management and crop protection. Journal of Agricultural Research, 34(4), 50-65.
- FAO. (2019). The State of Food and Agriculture: Moving Forward on Food Loss and Waste. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2020). World Agriculture Report: Agricultural Production and Sustainable Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gökdoğan, İ. (2019). Tarımda tedarik zinciri yönetimi ve arz süreçleri. Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(3), 95-110.
- Gürbüz, N. (2021). Tarımsal Üretim ve Çevresel Sürdürülebilirlik. Tarım Bilimleri Dergisi, 40(1), 32-45.
- Güler, A., ve Öztürk, S. (2020). Tarımsal pazarlama stratejilerinin başarıya etkisi: Türkiye örneği. Tarım Ekonomisi Dergisi, 35(4), 65-78.
- Johnson, H., ve Lee, P. (2019). Consumer preferences and the agricultural market: A review of trends in the global food economy. International Journal of Agricultural Economics, 7(4), 123-137.
- Karakaş, H., ve Yılmaz, E. (2021). Tarımsal üretim süreçlerinde yenilikçi uygulamalar ve ekonomik etkileri. Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(1), 90-105.
- Kaya, M., ve Aydın, B. (2018). Tarımsal üretimde eğitim ve bilinç düzeyinin verimlilik üzerine etkileri. Tarım Politikaları Araştırma Dergisi, 14(2), 220-235.

- Kiracı, S., ve Padem, H. (2015). Havuç yetiştiriciliğinde bitki aktivatörü ve mikrobiyal gübre uygulamalarının verim ve bazı fizikokimyasal parametreler üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 65-72.
- Kılınç, G. (2021). Çevresel sürdürülebilirlik ve tarımsal üretim: Karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri. *Journal of Agricultural Sustainability*, 16(3), 45-58.
- Kumar, S., ve Singh, P. (2020). The role of awareness in agricultural sustainability. *Journal of Sustainable Agriculture*, 25(2), 67-80.
- Lal, R. (2019). Soil health and sustainability in modern agriculture. *Advances in Agronomy*, 154, 63-92.
- Makundika, M., Hachigonta, S., ve Phiri, M. (2020). Agricultural marketing strategies in sub-Saharan Africa: Lessons from smallholder farmers. *Agricultural Economics*, 51(3), 439-453.
- Miller, T., Smith, J., ve Lee, C. (2021). The impact of farming practices on environmental outcomes: A case study in rural farming communities. *Agricultural Research Journal*, 8(1), 21-34.
- Nguyen, T., ve Lee, J. (2019). Technology and innovation in agricultural production: Enhancing competitiveness in global markets. *Agricultural Economics and Policy*, 5(2), 89-103.
- Öztürk, M. (2018). Tarımsal ürünlerin pazarlanabilirliğini artıran stratejiler. *Tarım Politikaları Dergisi*, 25(1), 87-99.
- Perroni, M., Valeri, M., ve Palmeri, L. (2017). Supply chain efficiency and product quality in agricultural markets. *Food Quality and Preference*, 58, 150-158.
- Sharma, R. (2016). Agricultural marketing systems and their impact on sustainability. *International Journal of Sustainable Agriculture*, 13(4), 211-222.
- Smith, A. (2020). Modern farming techniques and their role in enhancing agricultural productivity. *Agricultural Innovation Review*, 15(2), 34-47.
- Smith, J. (2019). Agricultural Systems and Global Development. *Agriculture and Human Values*, 36(1), 3-12.
- Smith, J., ve Williams, R. (2017). Export and Trade in Vegetable Production. *International Journal of Agricultural Economics*, 28(4), 235-250.

- Singh, R., ve Singh, S. (2015). Agricultural marketing and the role of information technology in India. *International Journal of Business and Management*, 10(3), 101-113.
- TÜİK. (2020). Türkiye Tarım İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu Yayınları.
- UNDP. (2020). The Role of Agriculture in Economic Development. United Nations Development Programme.
- WHO. (2018). Nutrition and Food Systems. World Health Organization.
- World Bank. (2019). Agriculture and Rural Development in Turkey. World Bank Publications.
- Yılmaz, E., ve Aydın, M. (2020). Tarımsal pazarlama stratejilerinin etkisi ve uygulama örnekleri: Türkiye ve dünya karşılaştırması. *Tarım Ekonomesi Dergisi*, 28(4), 77-88.
- Yıldız, B., ve Kılıç, B. (2021). Konya Ereğli Bölgesinde Siyah Havuç Üretimi ve Ekonomik Analiz. *Tarım Ekonomesi Dergisi*, 25(3), 150-162.

BÖLÜM 5

DOĞAL SERMAYE ÖLÇÜTÜ OLARAK “EKOSİSTEM HİZMETLERİ”: İKLİM DEĞİŞİMİNİNDEN ETKİLENMESİ ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17793223>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Tokat, Türkiye.
ekrem.buhan@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-2680-1351

GİRİŞ

Doğa, modern insan toplumunun temelini oluşturur ve insan sağlığı, refahı, gıda ve güvenlik açısından vazgeçilmezdir. Tüm ekonomik faaliyetler, yılda yaklaşık 125 trilyon ABD doları değerinde olduğu tahmin edilen ekosistem hizmetlerine dayanır (WWF, 2018). Ancak artan nüfus ve doğal kaynakların aşırı kullanımı, Dünya'nın evrimsel tarihinde altıncı kitlesel yok oluşun yaşanmasına neden olacaktır (Wilson, 2002; IPCC, 2013). Habitat tahribatı ve arazilerin parçalanması, biyoçeşitliliği geri dönülmez biçimde azaltmakta ve büyük ölçekli ekolojik krizleri tetiklemektedir. İnsanlar, yiyecek ve barınaktan kutsal alanlara ve diğer kültürel ihtiyaçlara kadar çok sayıda toplumsal talebi karşılamak için uzun zamandır arazileri yönetmektedir (Ellis, 2015). Şimdi, Dünya'nın karasal yüzeyinin dörtte üçünden fazlası tarım, ormancılık ve yerleşimler yoluyla klasik insan ihtiyaçlarının bir kombinasyonunu karşılamak üzere yönetilirken (Venter ve ark.,2016) araziler giderek daha fazla çeşitli hizmetleri sürdürmek için kullanılmak istenmektedir; bunların çoğu daha önce yönetilmeyen araziler tarafından sağlanmıştır; yaban hayatı habitatından sel kontrolüne, su arıtmaya, tozlaşma hizmetlerine, bitki örtüsünde ve topraklarda karbon emisyonlarının tutulmasına ve biyolojik çeşitlilik kayıplarının önlenmesine kadar birçok katkı sunar(Watson ve ark.,2019; Ellis ve ark.,2019).

İnsanlık, yaşamını sürdürebilmek için ekosistemlerin sağladığı tedarik, düzenleme, kültürel ve destekleyici hizmetlere bağımlıdır (MEA, 2005). Tarih boyunca ekosistemler, insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla dönüştürülmüş, bu da doğal sistemlerin işlevselliğini etkilemiştir (Baciu ve ark., 2021). Doğal ekosistemlerin korunması, yalnızca biyolojik değil kültürel çeşitliliğin de sürdürülmesini gerektirir; çünkü her iki çeşitlilik biçimi birbirini besler (Roué ve ark., 2017). Doğal ekosistemler, onları şekillendiren insan kültürleri tanınmadan anlaşılabilir, korunamaz ve yönetilemez; çünkü biyolojik ve kültürel çeşitlilikler birbirini güçlendirir ve birbirine bağımlıdır(Roué ve ark.,2017).

Sağlıklı doğal ekosistemlerin insan ekonomileri için değeri, son yıllarda iyi bir şekilde belgelenmiştir. Bu belgeleme, insanlara sağlanan çok çeşitli ekosistem mal ve hizmetlerinin tanımlanması ve sınıflandırılmasını da içermektedir (Laurence ve ark.,2025). Ekosistemler, insan refahı, sağlığı, geçim kaynakları ve hayatta kalabilirliği için temel öneme sahip bir dizi

hizmet sağlar . Bu hizmetler “insan refahına doğrudan veya dolaylı olarak katkıda bulunan ekolojik özellikler, işlevler veya süreçlerdir ; yani, insanların işleyen ekosistemlerden elde ettiği faydalar” olarak Ekosistem Hizmetleri (ES) şeklinde tanımlanmıştır (Costanza ve ark., 1997 ; Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi-MEA, 2005; Costanza ve ark., 2014).

Doğal sermaye, ekosistemler, türler, toprak, su, mineraller, hava ve okyanuslar gibi doğanın tüm unsurlarını kapsar. Bu unsurlar, insanlara doğrudan veya dolaylı şekilde değer kazandıran süreçler aracılığıyla işlev görür (Potschin ve ark., 2016). Doğal sermayenin kıtlığı, erken Antropocen'den bu yana insan refahı ve ekonomik kalkınma için kritik sınırlayıcı faktör olarak insan yapımı sermayenin kıtlığının yerini almıştır (Vardon ve ark., 2021). 2050 yılına kadar 9 milyar insanın gıda güvenliğini sağlamak, su, toprak ve biyolojik kaynakların sürdürülebilir yönetimini gerektirir.

Ekosistem hizmetleri, tarım, su kaynakları, iklim düzeni ve sağlık gibi tüm yaşam destek sistemlerini bir arada sürdürür (Smith ve ark., 2017; Apostolaki ve ark., 2019). Dolayısıyla, doğa temelli çözümler, hem insan refahını hem de gezegenin ekolojik dengesini korumada en etkili yaklaşımlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Biyoçeşitlilik, ekosistemlerin hizmet sağlama kapasitesini belirler ve toplumların maddi-manevi refahını şekillendirir (Balvanera ve ark., 2017). Ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi, doğa ve ekonomi arasında köprü kurar; çünkü doğal sermaye, insanlığın geleceği için temel bir yatırımdır (TEEB, 2010). Ekosistem hizmetleri kavramı, çevre–ekonomi karşılığını ortadan kaldırarak doğayı ekonomik refahın ayrılmaz bileşeni olarak yeniden konumlandırır (Costanza ve ark., 2017). Ekosistem hizmetleri (ES), insan refahına doğrudan veya dolaylı katkı sağlayan ekolojik işlevlerdir (Costanza ve ark., 1997; MEA, 2005). Bu hizmetlerin parasal değeri, küresel GSYİH'nın iki katına ulaşmakta; 2011 yılı itibarıyla toplam değer 125–145 trilyon ABD doları, arazi kullanımından kaynaklanan kayıp ise 4,3–20,2 trilyon ABD doları olarak tahmin edilmektedir. Ancak ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi, metalaştırmadan ziyade kamusal bir fayda anlayışıdır (Costanza ve ark., 2014).

Bu kitap bölümünde doğa temelli çözümlerden, “ekosistem ve doğal sermaye” kavramları açıklanarak; ekosistemlerin insanlara faydası olarak

bilinen “ekosistem hizmetleri” konusu geniş bir şekilde ele alınıp; bu hizmetlerin sürdürülebilirliği ve faydaların iklim değişiminden etkilenme durumu üzerinde durulacaktır.

1. EKOSİSTEM KAVRAMI VE GÜNCEL SINIFLAMASI

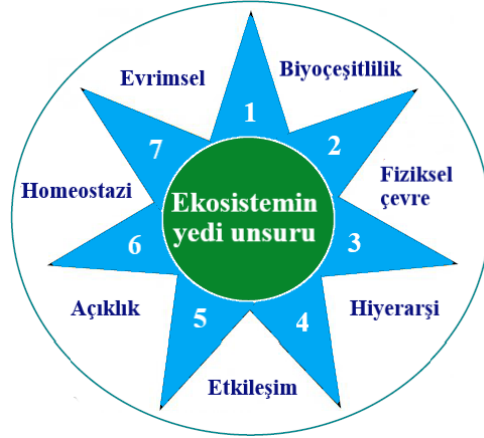
Doğal ekosistemler, onları şekillendiren insan kültürleri göz önünde bulundurulmadan tam olarak anlaşılamaz, korunamaz ve yönetilemez; çünkü biyolojik ve kültürel çeşitlilik karşılıklı olarak birbirini destekler ve birlikte evrimleşir (Roué ve ark., 2017). Bu bağlamda ekosistem yaklaşımı, ekoloji, çevre yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma alanlarında giderek daha fazla önem kazanmıştır. Özellikle 1992 Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD), tür odaklı koruma anlayışından uzaklaşarak, insanı da ekolojik sistemlerin bir bileşeni olarak gören bütüncül bir yaklaşımı benimsemiştir (Chapin ve ark., 2011). Ekosistemlerin kapsamlı biçimde anlaşılması, su kaynaklarının kalitesinin ve miktarının korunması, iklim sisteminin dengelenmesi ve atmosferik süreçlerin düzenlenmesi açısından da kritik bir gereklilik haline gelmiştir (Postel & Richter, 2003; Chapin ve ark., 2011).

Bu yaklaşım, doğru uygulandığında hem insan topluluklarına hizmet sunan hem de yaban hayatı için yaşanabilir alanlar sağlayan sağlıklı ve dirençli ekosistemlerin sürdürülebilmesi için güçlü bir motivasyon sağlar (Smith ve ark., 2017). Ekosistem kavramı, canlı ve cansız bileşenlerin birbirleriyle madde döngüleri ve enerji akışı aracılığıyla etkileşim içinde bulunduğu bir sistemi ifade eder (Chapin & Stuart III, 2011).

Ekosistem, doğanın hem yapısal hem işlevsel temel birimi olarak, belirli bir alanda yaşayan organizmalar ile onların fiziksel çevresi arasındaki ilişkiler bütünüdür (Tansley, 1935). Yaklaşık bir asır önce tanımlanmış olmasına rağmen, kavramın özü değişmemiştir: her zaman türlerin çevreleriyle olan karşılıklı etkileşimlerini içermiştir. Ekosistem düşüncesi, günümüzde ekolojinin merkezî ilkelerinden biri olup, küresel çevresel değişimlerin ve antropojenik etkilerin analizinde temel bir kavramsal çerçeve sağlamaktadır (Venter ve ark., 2016; Gómez-Márquez, 2023).

Ekosistem, biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) unsurların sürekli etkileşimiyle madde, enerji ve bilgi akışını düzenleyen dinamik bir bütün olarak tanımlanır ve doğanın temel işleyiş sistemini oluşturur (Gómez-

Márquez, 2023). Gómez-Márquez (2023), ekosistemleri insan müdahalesi düzeyine göre üç kategoriye ayırmıştır; doğal yapısını koruyan ekosistemler , kısmen bozulmuş ve biyoçeşitlilik kaybı yaşayan ekosistemler ve insan yapımı, sentetik veya genetiği değiştirilmiş organizmaları içeren, öngörülmesi en zor ekosistemler (Gómez-Márquez, 2023). Bir ekosistemi tanımlayan yedi temel unsur bulunmaktadır. Bunlardan biyoçeşitlilik ve fiziksel çevre, sistemin yapısal temelini oluşturur. Hiyerarşi (trofik ilişkiler) ve etkileşim, organizasyonu düzenler. Açıklık, dış çevreyle alışverişi; homeostaz, iç dengeyi sağlama kapasitesini; ve evrim ise zaman içinde uyum sağlama yeteneğini ifade eder (Gómez-Márquez, 2023). Bu unsurların bütünlüğünde ekosistem, açık, homeostatik ve evrimsel bir sistem olarak işlev görür (Şekil 1). Gómez-Márquez (2023)'in kavramsal modeli, ekosistemi biyotik, abiyotik, enerji ve bilgi alemlerinin dinamik etkileşimi olarak betimleyerek, yapısal bütünlük, işlevsel esneklik ve evrimsel uyumu bir araya getiren bütüncül bir bakış açısı sunar (Gómez-Márquez, 2023).



Şekil 1. Tüm ekosistemlerde ortak olan yedi unsur (Gómez-Márquez,2023).

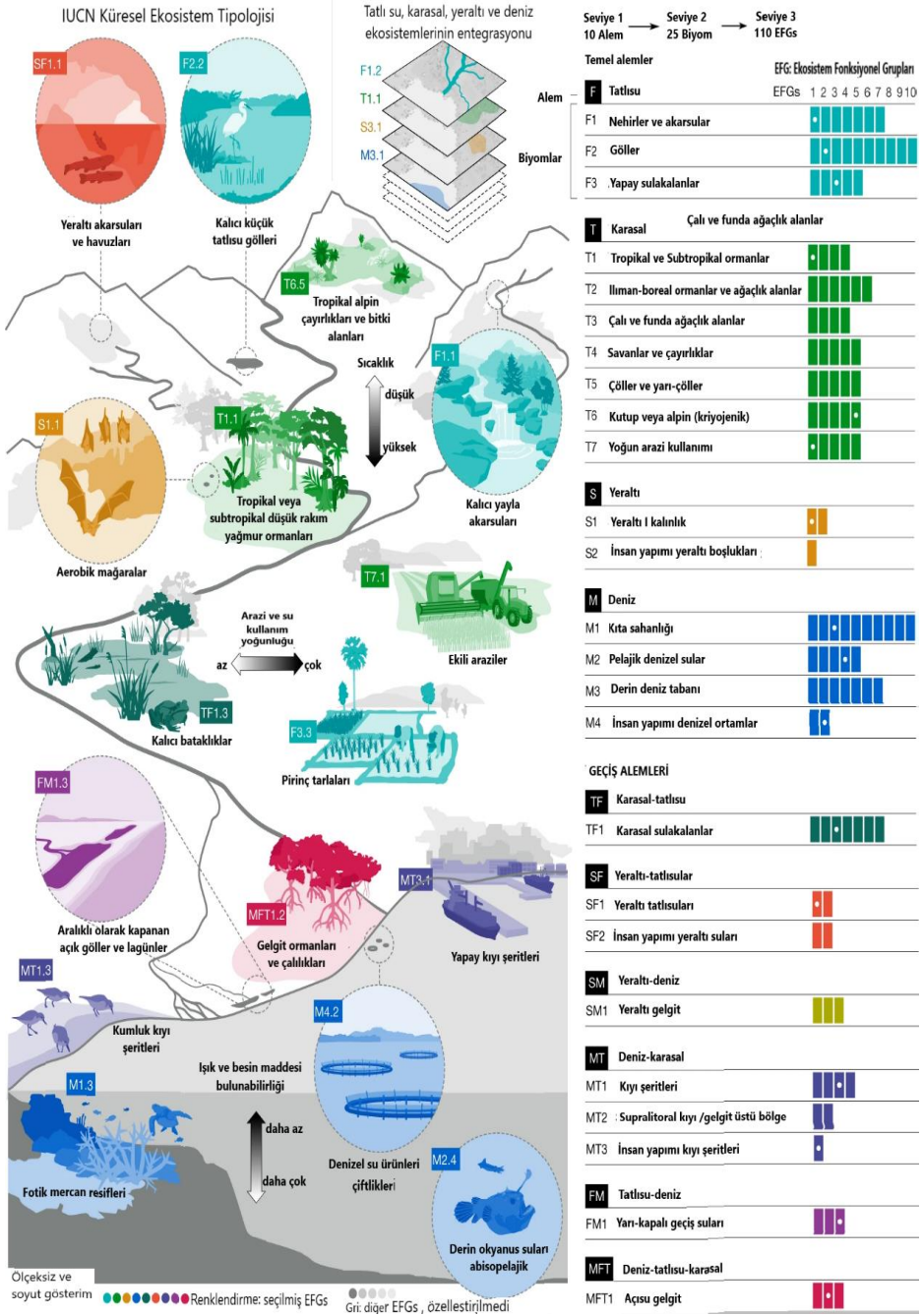
“**Ekosistem**” terimi ilk kez 1935 yılında İngiliz ekolojist Arthur Tansley tarafından kullanılmıştır. Kavram, Tansley'nin önerisiyle meslektaşları Arthur Roy Clapham tarafından türetilmiş olup, organizmalar ile çevreleri arasındaki madde ve enerji alışverişini açıklamak amacıyla ortaya konmuştur (Tansley, 1935; Willis, 1997). Tansley, bu kavramı yalnızca biyotik toplulukları değil, aynı zamanda bu toplulukların etkileşim içinde olduğu fiziksel çevresel faktörleri kapsayacak biçimde tanımlamıştır (Chapin ve

Stuart III, 2011). Daha sonra Howard T. Odum ve Eugene P. Odum kardeşler, ekosistemleri enerji akışı ve madde döngüleri açısından inceleyen bir “sistem yaklaşımı” geliştirerek, ekolojik dinamiklerin nicel analizine öncülük etmişlerdir (Odum, 1971; Chapin ve Stuart III, 2011).

Güncel ekolojik yönelimler, ekosistem kavramını yalnızca biyofiziksel süreçlerle değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik sistemlerle etkileşim içinde ele almaktadır. Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD)’nin 2020 sonrası çerçevesi, “**doğayla uyum içinde yaşama**” vizyonuna dayalı yeni hedefler geliştirmekte; bu hedefler, biyoçeşitliliği korumanın yanı sıra ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini güvence altına almayı amaçlamaktadır (Nicholson ve ark., 2021). Bu kapsamda, ekosistemlerin çevresel değişimlere verdiği tepkilerin öngörülebilmesi için güvenilir, ölçeklenebilir ve mekânsal olarak bütüncül sınıflandırma sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Gibson ve ark., 2011).

Bu gereksinim doğrultusunda, Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) tarafından Küresel Ekosistem Tipolojisi geliştirilmiştir (Keith ve ark., 2022). Bu tipoloji, tüm biyosferi işlevsel özelliklerine, biyotik yapısına, risk faktörlerine ve yönetim önceliklerine göre sınıflandıran kapsamlı bir çerçevedir. Disiplinlerarası bir yaklaşımla oluşturulan bu sistem, küresel ölçekte ekosistem politikalarının yerel düzeylere uyarlanmasına, ekosistem temelli restorasyon planlarının geliştirilmesine, doğal sermaye muhasebesi ve risk değerlendirmelerinin standardizasyonuna katkı sağlamaktadır (Keith ve ark., 2022).

Sistemin temel kavramları arasında alem, biyom ve ekosistem işlevsel grubu bulunur. Alem, biyosferin temel organizasyon ve işlev farklılıklarına göre beş ana bileşenini – karasal, tatlı su, denizel, yeraltı ve atmosferik sistemleri – tanımlar ve bu alemlerin kesiştiği geçiş zonlarını da içerir (Şekil 2). Biyom, belirli iklim koşulları ve baskın ekolojik sürücüler tarafından tanımlanan geniş ölçekli ekolojik alanları ifade ederken; ekosistem işlevsel grubu, aynı biyom içinde ortak çevresel faktörlere maruz kalan ve benzer biyotik özellikler sergileyen ekosistemlerin bir araya geldiği fonksiyonel bir birimdir (Keith ve ark., 2022).



Şekil 2. IUCN tarafından 2020 Dünya Koruma Kongresi'nde benimsenen ekosistem tipolojisi (Keith ve ark.,2022).

Ekosistem işlevi terimi, başlangıçta ekologlar tarafından ekolojik bir sistem içinde işleyen ekosistem süreçleri kümesini ifade etmek için kullanılıyordu. 1960'ların sonları ve 1970'lerin başlarında, bazı yazarlar ekolojik süreçlerin yaptığı "iş"i, insan toplumlarına sağlanan alanı ve sağlanan faydaları tanımlamak için "doğanın işlevleri" terimini kullanmaya başladılar (de Groot ve ark.,2017). Ekosistemler, insan refahı, sağlık, gıda güvenliği ve ekonomik sürdürülebilirlik için çok boyutlu hizmetler sunar (Costanza ve ark., 1997; MEA, 2005). Bu hizmetlerin temeli, biyoçeşitlilik kavramına dayanır. CBD (1992), biyoçeşitliliği “tür içi, türler arası ve ekosistem düzeylerindeki canlı organizma çeşitliliği” olarak tanımlar. Bu kapsamda genetik varyasyon, tür zenginliği, ekosistem çeşitliliği ve ekosistemlerin alan kapsamı, doğal sermayenin temel bileşenleridir. Ekolojik ve ekonomik sistemlerin birbirine bağımlılığı, doğal sermayenin sürdürülebilir kalkınmadaki kritik rolünü açıkça ortaya koymaktadır (TEEB, 2010).

Ekosistem işlevlerinin sürdürülebilirliği, bu sistemlerin yapısını belirleyen biyotik-abiotik etkileşimlerin, enerji ve madde akışlarının ve ekolojik süreçlerin derinlemesine anlaşılmasını gerektirir (Likens, 1992; Scheffer ve ark., 2001). Ekosistem özellikleri olarak adlandırılan bu süreçler, sistemin kimliğini tanımlar ve çevresel değişimlere karşı tepkilerini şekillendirir (Primack & Corlett, 2005; Keith ve ark., 2022).

Farklı tür bileşimlerine sahip ekosistemler, eğer benzer işlevsel özellikler sergiliyorsa fonksiyonel benzerlik gösterebilirler. Dolayısıyla, ekosistemlerin kimliği yalnızca tür çeşitliliğiyle değil, aynı zamanda ekolojik işlevlerin bütünlüğüyle de tanımlanır. Bu işlevler, hem biyoçeşitliliğin sürdürülmesi hem de insan refahının korunması açısından kritik öneme sahiptir (Keith ve ark., 2022).

Ekosistem yaklaşımı artık yalnızca ekolojik süreçleri açıklamakla kalmamakta, aynı zamanda doğa-insan etkileşimini sistem düzeyinde kavramsallaştıran yeni bir paradigma sunmaktadır. Bu paradigma, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin, ekosistem hizmetleri ve doğal sermaye yönetimi ile bütünleştirilmesi açısından çağdaş ekoloji biliminin temelini oluşturmaktadır.

3. DOĞAL SERMAYEDEN EKOSİSTEM SERVİSLERİNE

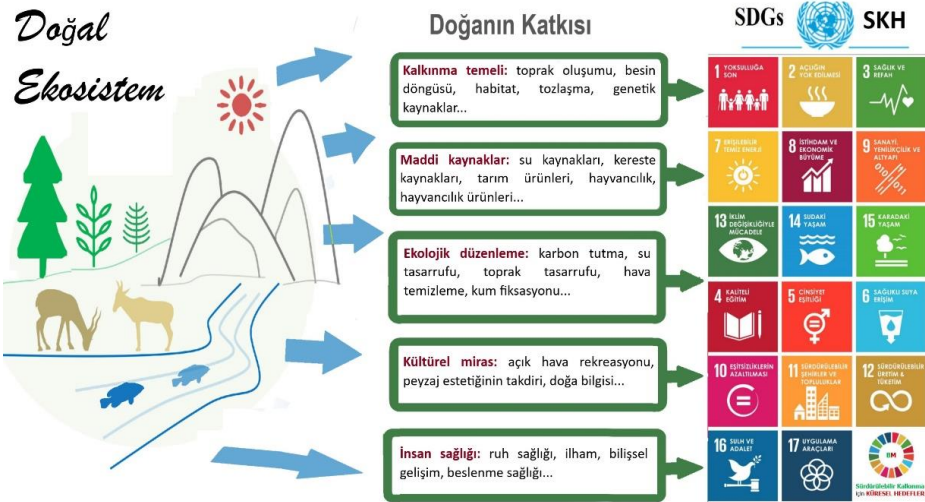
“Doğal sermaye”, insanlar tarafından üretilmiş unsurların dışında kalan, ekosistemlerin canlı ve cansız bileşenlerini kapsayan ve insan refahına doğrudan ya da dolaylı katkıda bulunan bir sermaye biçimidir. Bu kavram, doğanın mal ve hizmet üretiminde oynadığı temel rolü tanımlayarak, ekosistemlerin ekonomik sistemlerle olan karşılıklı bağımlılığını ortaya koymaktadır (Guerry ve ark., 2015). Sermaye kavramı genel olarak dört ana kategoriye ayrılır: üretilmiş sermaye (binalar, makineler, teknolojik altyapı), insan sermayesi (bilgi, beceri, deneyim ve sağlık), sosyal sermaye (kurumlar, ilişkiler ve yönetim yapıları) ve finansal sermaye (parasal kaynaklar). Doğal sermaye ise bu sistemlerin tamamlayıcısı olarak beşinci bir sermaye türü olarak kabul edilmiştir. Bu sermaye türleri birbirinden bağımsız değil, aksine karşılıklı etkileşim içinde çalışarak insanlara çeşitli ekosistem hizmetleri sunar. Örneğin balıkçılık faaliyeti, yalnızca balık stoklarının mevcudiyetine (doğal sermaye) değil, aynı zamanda balıkçı tekneleri (üretilmiş sermaye), balıkçıların bilgi ve deneyimi (insan sermayesi) ve etkin yönetim yapısına (sosyal sermaye) da bağlıdır.

Doğal sermaye, ekosistemler, türler, toprak, su, mineraller, hava ve okyanuslar gibi doğanın tüm unsurlarını kapsar. Bu unsurlar, insanlara doğrudan veya dolaylı şekilde değer kazandıran süreçler aracılığıyla işlev görür (Potschin ve ark., 2016). Dolayısıyla doğal sermaye, yalnızca biyotik (canlı organizmalar, detritus, mikroorganizmalar) değil, aynı zamanda abiyotik (kayalar, mineraller, hava, su) bileşenleri de içerir. Bu bileşenlerin etkileşimi, insan refahını destekleyen ekosistem hizmetlerinin –örneğin besin döngüsü, su arıtımı, karbon tutulumu, iklim düzenlemesi ve kültürel değerlerin korunması– temelini oluşturur (Palomo ve ark., 2016; Smith ve ark., 2017).

Doğal sermaye, sosyo-ekolojik sistemlerin sürdürülebilir yönetiminde bilgi temelli bir araç olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Ancak bu sermaye türü, insan sermayesi, sosyal sermaye ve inşa edilmiş çevreyle (üretilmiş sermaye) etkileşime girmediği sürece faydalarını tek başına ortaya koyamaz. Costanza ve ark. (2014, 2017) doğal sermayenin, diğer sermaye biçimleriyle sinerji içinde olduğunda en yüksek toplumsal faydayı sağladığını vurgulamaktadır. Bu bütüncül bakış açısı, ekosistemlerin yalnızca biyolojik

varlıklar olarak değil, aynı zamanda ekonomik, kültürel ve sosyal sistemlerin işleyen parçaları olarak değerlendirilmesini mümkün kılar.

İnsanlık, doğa içinde evrimleşmiş, onun kaynaklarıyla büyümüş ve gelişmiştir. Doğa, sunduğu kaynak ve hizmetlerle modern medeniyetin temelini oluşturmuş; insanın teknolojik, kültürel ve ekonomik ilerleyişinin katalizörü olmuştur. Bugün modern toplumların sürdürülebilirliği, geçmişte gelişimimizi mümkün kılan aynı doğal kaynaklara olan bağımlılığını sürdürmektedir. Ancak bu bağımlılık çoğu zaman karar alma süreçlerine yeterince yansımamaktadır. Yönetim mekanizmalarında doğa genellikle “olması güzel” bir unsur olarak algılanmakta; ekonomik büyüme, istihdam, sanayi rekabeti veya fiyat istikrarı gibi hedefler karşısında ikincil bir konumda değerlendirilmektedir (WWF, 2018). Oysa tüm ekonomik faaliyetler, nihayetinde doğanın sunduğu ekosistem hizmetlerine dayanmaktadır. Küresel ölçekte doğanın yılda yaklaşık 125 trilyon ABD doları değerinde ekosistem hizmeti sağladığı tahmin edilmektedir (WWF, 2018). Bu durum, doğanın bir ulusun refah ve zenginliğinin yalnızca ekolojik değil aynı zamanda ekonomik bir bileşeni olduğunu açıkça göstermektedir. Günümüzde hükümetler, finans sektörü ve özel sektör, tarımsal üretim üzerindeki baskılar, toprak bozulması, su kıtlığı ve aşırı iklim olayları gibi çevresel risklerin makroekonomik performans üzerindeki etkilerini giderek daha fazla sorgulamaya başlamıştır.



Şekil 3. Doğanın Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine beş tür katkısı (Xu ve Peng, 2024).

Doğal sermaye kavramı, doğa-insan ilişkisini yeniden tanımlayarak çevre ekonomisinin merkezine ekosistem işlevlerini yerleştirmekte ve doğa temelli çözümler (Nature-based Solutions, NbS) için bilimsel bir çerçeve sunmaktadır. Bu yaklaşım, ekosistemlerin korunması ile ekonomik kalkınmanın karşıt değil, karşılıklı olarak güçlendirici süreçler olduğunu ortaya koyarak, sürdürülebilir bir geleceğin inşasında temel bir paradigma haline gelmiştir. Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi, doğal sermayenin bu bütüncül rolünü açıkça tanımaktadır. Bu vizyona göre insan yaşam alanlarının güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir olduğu; tüketim ve üretim kalıplarının doğayla uyumlu hale geldiği bir dünya hedeflenmektedir (UN/BM, 2015). Bu çerçeve, doğanın insan refahına katkısının, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin (SDG'ler) gerçekleştirilmesinde merkezi bir güç olduğunu kabul etmektedir. Doğal sermayenin değeri, yalnızca ekonomik kazanç bağlamında değil, aynı zamanda ekolojik düzenleme, kültürel miras, insan sağlığı ve toplumsal refahın temeli olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, doğanın katkısının beş ana boyutu; kalkınma temeli, maddi kaynaklar, ekolojik düzenleme, kültürel miras ve insan sağlığı Remme ve ark. (2021) ile Xu & Peng (2024) tarafından detaylandırılmıştır (Şekil 3).

Doğal ekosistemler, onları biçimlendiren kültürel süreçler göz ardı edilmeden anlaşılabilir; zira biyolojik ve kültürel çeşitlilik birbirine sıkı biçimde bağlıdır (Roué ve ark., 2017). Bu karşılıklı bağımlılık, çevresel yönetim ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının merkezinde yer alan "ortak yönetim (co-management)" kavramının da temelini oluşturur. Ortak yönetim yaklaşımı, doğal kaynakların kullanımına ilişkin sorumlulukların devlet, yerel topluluklar ve özel aktörler arasında paylaşılması gerektiği fikrine dayanır (Berkes ve ark., 1991). Böylece ekoloji, ekonomi ve toplum arasındaki etkileşim daha adil ve sürdürülebilir bir temele oturtulabilir.

Ekosistem kavramı, ekolojide çevresel sorunların analizinde en yararlı kavramsal araçlardan biri olarak kabul edilmektedir (Cherrett, 1989). Kaynakların hızla azaldığı bir dünyada ekolojistler, doğanın sağladığı "yaşam destek hizmetlerinin" (life-support services) yerinin teknolojiyle doldurulamayacağını ve bunların büyük kısmının piyasa sistemleri tarafından değer görmeden kullanıldığını vurgulamaktadır (Costanza ve ark., 1997). İnsan faaliyetlerinin biyosfer üzerindeki baskısı, yalnızca türlerin yok oluşunu

değil, aynı zamanda küresel biyojeokimyasal döngülerin bozulmasını da beraberinde getirmiştir. Bu süreç, ekosistem hizmetlerinde ölçülebilir düşümlere yol açmakta ve ekolojik istikrar açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır (Norberg, 1999).

Ekonomik süreçler insan, sosyal ve doğal sermaye ile iç içe geçmiş bir yapıdadır. Bu nedenle ekonomik performansın yalnızca büyüme göstergeleriyle değil, direnç (resilience) ve refah üretme kapasitesi açısından da değerlendirilmesi gerekir (Gourichon, 2019). Dirençli bir ekonomik sistem, ekolojik sürdürülebilirlik olmadan varlığını sürdüremez; çünkü insan refahının temeli, doğanın sağladığı ekosistem hizmetlerinin devamlılığına bağlıdır. Bu bakış açısı, doğanın korunmasını yalnızca çevresel bir gereklilik değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirliğin temel önkoşulu olarak konumlandırmaktadır. Hizmetleri sağlayan ekosistemler bazen, zaman içinde hizmet akışı sağlayan bir stok olarak sermayenin genel tanımını kullanarak “**doğal sermaye**” olarak adlandırılır (Costanza ve Daly, 1992). Burada 'sermaye' terimi, insan ekonomisini ekolojik boyutlarıyla yeniden bağlamak için faydalıdır. Bu faydaların gerçekleştirilebilmesi için, doğal sermayenin (inşa/ sürdürmek için insan faaliyeti gerektirmeyen), inşa etmek ve sürdürmek için insan müdahalesi gerektiren diğer sermaye biçimleriyle etkileşime girmesi gerekir . Bunlar şunları içerir: (1) inşa edilmiş veya üretilmiş sermaye; (2) insan sermayesi ; ve (3) sosyal veya kültürel sermaye. Bu dört genel sermaye türünün tümü, herhangi bir insan faydası üretmek için karmaşık kombinasyonlar halinde gereklidir. Dolayısıyla ekosistem hizmetleri, doğal sermayenin diğer sermaye türleriyle etkileşim halinde çeşitli insan faydalarının üretimine göreceli katkısını ifade eder. Bu hizmetler, bu kritik etkileşimler olmadan insan refahına doğrudan katkıda bulunmaz. Sonuç olarak, ekosistem hizmetlerini anlamak, modellemek, ölçmek ve yönetmek disiplinlerarası bir yaklaşım gerektirir (Costanza ve ark.,2017).

Doğal sermaye, insanların kolayca tanımlayıp ölçebildiği tarım arazisi, su ve mineraller gibi doğal kaynakları ve insanlara çeşitli hizmetler ve faydalar sağlayan ekosistemleri ifade eder (Fairbrass ve ark., 2020). Şekil 5, ekolojik ayak izleri ve ekosistem hizmetleri ile doğal sermayenin muhasebeleştirilmesi mekanizmalarını göstermektedir (Zhang ve ark.,2023). Ekolojik ayak izinin aksine, ekosistem hizmetleri, doğal sermaye stoğu tarafından üretilen bir gelir olarak kabul edilir ve bu, doğal sermayenin

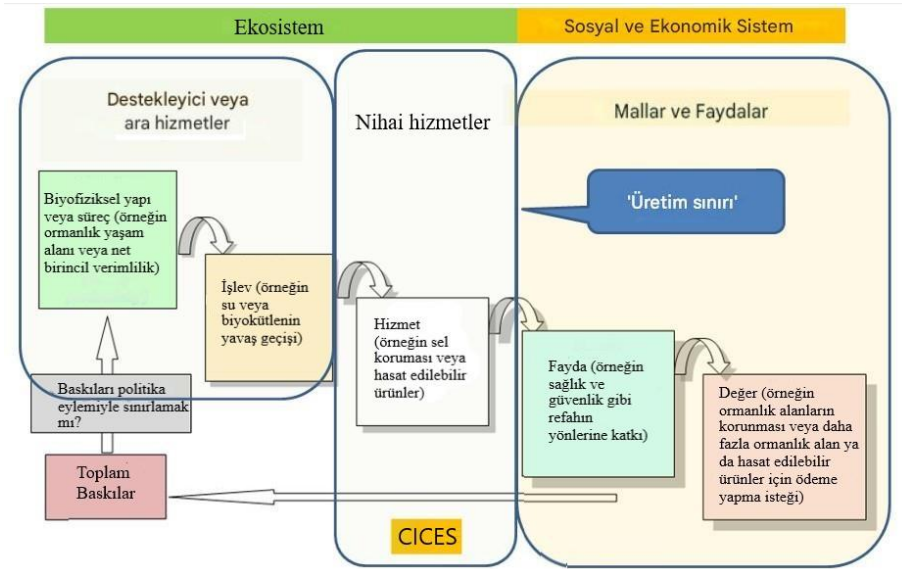
parasal değerlendirmesini elde etmek için sıklıkla kullanılan bir kavramdır (Maseyk ve ark., 2017). Sonuç olarak, ekosistem hizmetlerinin eksiksiz ve doğru bir şekilde tanımlanması, sonuçların bilimsel geçerliliği için kritik hale gelir (Ruijs ve van Egmond, 2017 ; Zhang ve ark.,2023).

Biyoçeşitlilik bu hizmetlerin tümünü destekleyen temel bir unsur olup, ekosistemlerin dayanıklılığını artırır ve hizmet çeşitliliğini zenginleştirir. Biyoçeşitliliğin korunması, yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda kültürel ve ekonomik bir zorunluluktur; çünkü biyoçeşitlilik, kullanıma dayalı değerlerin yanı sıra, insanların doğayı “var olduğu için koruma” isteğini yansıtan kullanım dışı değerleri de barındırır (IPIECA, 2011). Ekosistem hizmetleri, insanların çevreden ve biyoçeşitlilikten (yani doğal sermayenin sağladığı fayda akışı) elde ettikleri faydalardır. Biyoçeşitlilik, ekosistemlerin temelini oluşturan habitatları, türleri ve genetik materyali içerir ve böylece tüm ekosistem hizmetlerini destekler (IPIECA, 2011).

Ekosistem hizmetleri (ES), ekosistem yapısı ve işlevinin (diğer girdilerle birlikte) insan refahına katkılarıdır. Bu, insanlığın, doğadan topluma sürekli bir ES akışının temelini oluşturan iyi işleyen ekosistemlere ve doğal sermayeye güçlü bir şekilde bağımlı olduğu anlamına gelir (Burkhard ve Maes, 2017). Son yıllarda Ekosistem Hizmetleri (ES) yaklaşımı, yalnızca doğanın parasal değerini değil, aynı zamanda nehirler, denizler, ormanlar ve toprak gibi doğal varlıkların içsel ekolojik değerini de yakalayan analitik bir çerçeve olarak doğal kaynak yönetiminde geniş kabul görmüştür (Daily ve ark., 2008). Ekosistem hizmetleri, doğal sermayenin insan refahına göreceli katkısıdır, doğrudan akmazlar (Costanza ve ark.,2017). Ekosistem hizmetleri, doğal çevre ile insan refahı arasında kritik bir ara yüz oluşturmaktadır (Akinsete ve ark., 2019). Bu hizmetler, doğanın insan yaşamına, ekonomik faaliyetlere ve toplumsal kalkınmaya katkılarını sistematik biçimde görünür kılar. Bu ilişkiyi açıklamada sıklıkla kullanılan “basamaklı model (cascade model)” (Haines-Young ve Potschin, 2011), ekosistem yapısı ve işlevlerinden toplumsal faydalara giden süreci tanımlar . Bu model, ekolojik işlevlerin (örneğin fotosentez, tozlaşma, karbon döngüsü) hizmetlere (örneğin gıda üretimi, iklim düzenlemesi) ve bu hizmetlerin toplumsal refah üzerindeki etkilerine (örneğin sağlık, gelir, kültürel değer) dönüşümünü gösterir. Dolayısıyla, ekosistem hizmetlerinin yönetimi yalnızca ekolojik bir mesele

değil, aynı zamanda sosyo-politik bir süreç olarak değerlendirilmelidir (Brock ve ark., 2018).

Ekosistem hizmetlerinin kavramsallaştırılmasında kullanılan “basamak modeli (cascade model)”, ekosistem işlevlerinden toplumsal faydaya ve oradan da ekonomik değere uzanan ardışık bir süreci temsil etmektedir (Potschin ve Haines-Young, 2017). Şekil 4'deki 'CICES', Ekosistem Hizmetlerinin Ortak Uluslararası Sınıflandırmasıdır ; doğa ile toplum arayüzünde yer alan nihai hizmetleri kategorize etmenin ve tanımlamanın bir yoludur. Sosyo-ekolojik sistemlerin nasıl işlediğini anlamak için, unsurlar arasındaki karşılıklı ilişkileri görmek üzere kademeli modeli "açıklamak" faydalıdır. Sosyo-ekolojik sistemin biyofiziksel unsurlarının sosyo-ekonomik unsurlarla nasıl bağlantılı olduğunu göstermeyi amaçlayan kademeli modelin merkezinde ekosistem hizmetleri yer alır; ES ise insanlar ve doğa arasındaki arayüzdür. (Haines-Young ve Potschin,2017).



Şekil 4. Basamaklı model (Haines-Young ve Potschin,2017).

Sosyo-ekolojik sistemler, elbette, Şekil 4' den daha karmaşıktır. Ancak bu basit diyagram, bir ekosistem hizmetinin gerçekte ne olduğunu ve insanları doğayla nasıl birbirine bağladığını gösterir, kademelinin tüm farklı unsurlarının dikkate alınması gerektiğini anlamamıza yardımcı olur. Eksiksiz bir resim oluşturmak için tüm yol boyunca göstergeleri haritalamamız ve ölçmemiz

gerekir. Kademenin sol tarafı, bir ekosistemin hizmet sunma kapasitesini belirleyen önemli unsurları yakalarken, sağ tarafı bu unsurlara olan talebin yönlerini belirler. Ve bunlar arasındaki dengeyi anlamak, çağdaş sürdürülebilirlik tartışmasının merkezinde yer alır ve insanların ve doğanın nasıl birbirine bağlı olduğunu anlamamızın anahtarıdır (Haines-Young ve Potschin, 2017).

Ekolojik Ekonomi, ekosistemler ve ekonomik sistemler arasındaki ilişkiyi bütüncül bir şekilde ele alan bir disiplinlerarası yaklaşım olarak, sürdürülebilirlik, iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve gelir eşitsizliği gibi çağdaş sorunları ortak bir çerçevede inceler (Costanza, 1989). Neoklasik ekonomi çoğunlukla piyasa süreçlerine odaklanırken, ekolojik ekonomi doğayı “sınırlı bir sermaye stoku” olarak değerlendirir ve ekonomik sistemin ekolojik sınırlar içinde işleyebilmesini hedefler. Bu yaklaşım, doğal sermayeyi üretim süreçlerinin merkezine yerleştirerek insan ekonomisini ekosferin ayrılmaz bir bileşeni olarak yeniden tanımlar (Costanza ve Daly, 1992). Ekosistem hizmetlerini sağlayan doğal sistemler, zaman içinde sürekli bir “hizmet akışı (service flow)” üreten doğal sermaye stokları olarak değerlendirilir (Costanza ve Daly, 1992). Doğal sermaye, insan müdahalesi olmaksızın ekosistem süreçleri yoluyla fayda üreten bir stoktur; ancak bu faydaların ortaya çıkabilmesi için üretilmiş sermaye (altyapı, teknoloji), insan sermayesi (bilgi, beceri, sağlık) ve sosyal sermaye (kurumsal yapı, güven, yönetişim) ile etkileşime girmesi gerekir (Costanza ve ark., 2017). Bu dört sermaye türü birlikte çalışarak, ekosistem hizmetlerinin insan refahına dönüşmesini sağlar (Şekil 7). Costanza ve ark. (2014b) tarafından geliştirilen çerçeveye göre, ekosistem hizmetleri doğal sermayenin doğrudan çıktısı değil, diğer sermaye türleriyle etkileşim sonucunda oluşan göreceli katkılardır. Bu nedenle ekosistem hizmetlerini anlamak, modellemek ve yönetmek doğası gereği disiplinlerarası bir yaklaşım gerektirir.

Doğal sermaye, bir bölgenin ekonomik refahının ve dayanıklılığının temelini oluşturur. Bu sermaye, jeolojik yapı, toprak, su, hava ve tüm canlı organizmalardan meydana gelen doğal varlık stoklarını içerir (Vallecillo ve ark., 2019). İnsanlar bu stoktan, iklim düzenlemesi, sel kontrolü, tozlaşma, karbon tutulumu, rekreasyon ve estetik değer gibi yaşamsal hizmetler elde eder. Bu bağlamda doğal sermaye muhasebesi, doğal varlık stoklarındaki değişimleri ölçmek ve ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerini ulusal

muhasebe sistemlerine entegre etmek için kullanılan bir araçtır (Vallecillo ve ark., 2019). Avrupa Birliği'nin 2020 Biyoçeşitlilik Stratejisi ve 7. Çevre Eylem Programı, doğal sermaye hesaplarının geliştirilmesini ve ekosistem hizmetlerinin ekonomik sistemlere entegrasyonunu hedeflemiştir. Bu strateji doğrultusunda, üye devletlerin ekosistemlerin durumunu haritalandırması, değerlendirmesi ve bu değerleri ulusal raporlama sistemlerine dahil etmesi zorunlu hale getirilmiştir.

Ekosistem hizmetlerinin doğa-ekonomi ilişkisinde nasıl konumlandırıldığına dair üç belirgin özelliği ortaya koymaktadır. İlk olarak, ekosistem hizmetleri kademeli (ecosystem services cascade) modeli, yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda sosyal ve kültürel değerleri de kapsamaktadır. Bu modelde hizmetler, insanların yaşam kalitesine yaptıkları çok boyutlu katkılar üzerinden değerlendirilir. Yani, ekosistemlerin sağladığı faydalar sadece piyasa değeri olan mal ve hizmetlerle sınırlı değildir; ahlaki, estetik ve kültürel değerleri de içeren geniş bir “sosyo-ekonomik sınır” tanımına dayanmaktadır (SEEA, 2012). Bu yönüyle model, Haines-Young ve Potschin (2013) tarafından önerilen klasik üretim temelli yaklaşımdan farklı olarak, doğayı insan toplumunun değer sistemine daha bütüncül biçimde entegre etmektedir.

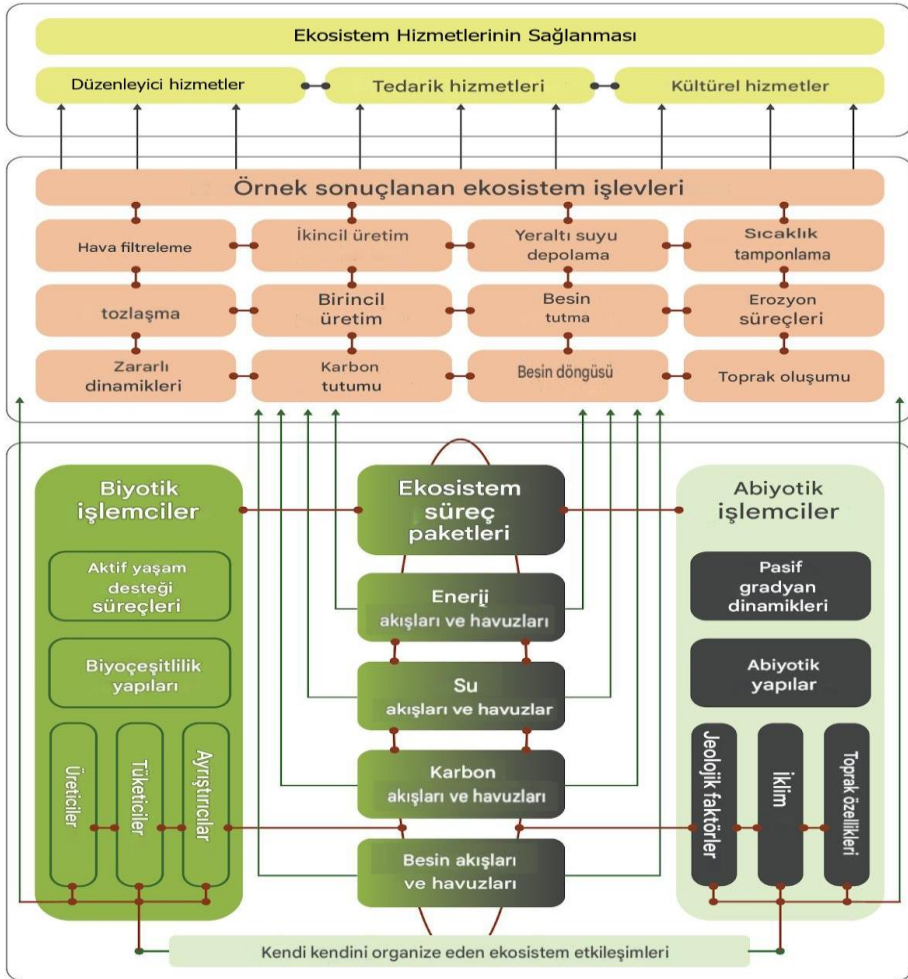
Ekosistem hizmet akışları ve doğal sermaye stokları kavramları, doğa ile insan sistemleri arasındaki karşılıklı bağımlılığı ölçmek için giderek daha yaygın kullanılan analitik araçlar haline gelmiştir (Costanza ve ark., 2014). Bu yaklaşım, doğa koruma stratejilerinin ekonomik ve sosyal boyutlarını bütünleştirerek, farklı paydaşlarla etkin iletişim kurulmasını sağlar. Özellikle Costanza ve ark. (2014) tarafından küresel ölçekte parasal birimlerle yapılan ekosistem hizmeti değerlemeleri, doğanın insan refahına katkısının küresel GSYİH'nın iki katına ulaşabileceğini göstermiştir. Bu parasal tahminler, yalnızca ekonomik kıyaslamalar için değil, aynı zamanda doğanın “görünmez ekonomik altyapısına” ilişkin farkındalık yaratmak açısından da büyük önem taşımaktadır. Böylece ekosistem hizmetlerinin ölçümü, ekonomik kalkınmanın çevresel temellerinin yeniden tanımlanmasına ve doğal sermayenin sürdürülebilir yönetiminin ekonomi politikalarına entegre edilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu dönüşüm sürecinde yeşil ekonomi (green economy) kavramı, çevresel ve ekonomik baskılarla ortaya çıkan gıda, su ve enerji krizleri gibi

temel küresel sorunlara çözüm arayışında önemli bir paradigma değişimini temsil etmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP, 2010), ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) gibi mevcut makroekonomik göstergelere entegre edilmesini, kalkınma planlamasında ekosistemlerin hesaba katılmasının temel bir araç olacağını belirtmiştir. Yeşil ekonomi, düşük karbonlu, kaynak verimli ve kapsayıcı bir ekonomik yapıyı hedefleyerek kısa vadeli kâr odaklı büyüme modellerinden uzaklaşmayı amaçlar (Nugroho ve ark., 2022).

Temel ekosistem işlevlerinin ES arzını nasıl belirlediğini, biyolojik çeşitliliğe nasıl bağlı olduğunu ve bu işlevlerin teknolojik varyasyonlarla kısaltılmasının etkilerini anlamak, doğa temelli çözümler arayışında hayati önem taşımaktadır. Bu bileşenler arasındaki temel ilişkiler Şekil 5'de gösterilmektedir. Tüm bu unsurlar, karmaşık, kendi kendini organize eden etkileşim şemaları içinde işlemektedir (Schneiders ve Müller,20179).

Özellikleri, farklı işlevsel çıktı grupları altında toplanabilir. Bu karmaşık şemaların genel durumunu değerlendirmek için ekosistem bütünlüğü veya ekosistem sağlığı gibi toplu göstergeler geliştirilir(Şekil 5). Örneğin, ekosistem bütünlüğünün göstergesi, biyoçeşitlilik ve ekosistem heterojenliğinin erişilebilir sayıda yapısal ögesi ile ekosistemlerin enerji dengesi, su dengesi ve madde dengesini temsil eden işlevsel öğelerin birleştirilmesine dayanır (Schneiders ve Müller,20179). Bu yaklaşım çerçevesinde, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistem hizmetlerinin finansmanı için hem geleneksel hem de yenilikçi mekanizmalar kullanılmaktadır. Bu finansal araçlar arasında ekosistem hizmetleri ödemeleri (PES), yeşil tahviller, doğa temelli yatırım fonları, biyolojik çeşitlilik offset mekanizmaları, karbon piyasaları, ekolojik tazmin sistemleri ve kamu-özel ortaklıkları yer almaktadır (Nugroho ve ark., 2022). Bu mekanizmalar, doğanın sunduğu hizmetlerin ekonomik değerini finansal sistemlerle bütünleştirerek, sürdürülebilir kalkınma için güçlü bir doğa-ekonomi köprüsü oluşturmaktadır (Schneiders ve Müller,2017).



Şekil 5. Ekolojik yapılar ve süreçler ekosistem işlevleri ve ekosistem hizmetleri arasındaki ilişkileri gösterir (Schneiders ve Müller,2017).

Dünyanın ekonomik gücü ve refahı, verimli topraklardan ve çok işlevli ormanlardan verimli kara ve denizlere, kaliteli tatlı su ve temiz havadan tozlaşmaya, iklim düzenlemesine ve doğal afetlere karşı korumaya kadar insanlık için temel mal ve hizmetleri sağlayan ekosistemleri de içeren doğal sermayesi, yani biyolojik çeşitliliği tarafından desteklenmektedir (Burkhard ve Maes, 2017) . Costanza ve ark. (2017) tarafından önerilen “basamağın ötesinde” yaklaşımı, ekosistem hizmetlerini statik bir değer zinciri olarak değil, enerji, madde ve bilgi akışlarının yönlendirdiği karmaşık bir sistem olarak ele almaktadır. Bu sistemin etkin yönetimi, yalnızca ekolojik bilgi

değil, aynı zamanda ekonomik, sosyal ve politik sermayelerin uyumlu biçimde etkileşimini gerektirir. Dolayısıyla, doğa temelli karar alma süreçlerinin ekonomik modellere entegre edilmesi, hem sürdürülebilir kalkınma hem de insan refahı açısından kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir (Costanza ve ark., 2017).

4.EKOSİSTEM HİZMETLERİ

4.1.Tanım ve Tarihsel Gelişimi

Ekosistem hizmetleri (ES), ekosistemlerin insan refahına doğrudan veya dolaylı katkılarıdır (TEEB, 2010) ve belirli bir zaman ve mekânda ekosistemlerden sosyo-ekonomik sistemlere aktarılan fayda akışlarını temsil eder (Maes ve ark., 2013; Vallecillo ve ark., 2019). ES kavramının temelinde, ekosistemlerin insan refahını nasıl desteklediğini açıklama amacı yer alır. Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MEA, 2005), ekosistem hizmetlerini “insanların ekosistemlerden elde ettiği faydalar” olarak tanımlarken, Ortak Uluslararası Ekosistem Hizmetleri Sınıflandırması (CICES), bunları “ekosistemlerin insan refahına yaptığı katkılar” şeklinde ifade eder (Haines-Young ve Potschin, 2011).

Bu kavram, ekolojik süreçlerin insan üzerindeki etkilerini anlamak ve çevresel karar alma süreçlerini desteklemek için yaygın biçimde kullanılmaktadır (Costanza ve ark., 2017; Steiner ve ark., 2021). ES değerlendirmesi, doğa koruma bilincini artırmanın yanı sıra kaynak kullanım senaryolarının maliyet-fayda analizini yaparak çevresel değerleri ekonomik kararlara entegre etmeye olanak tanır (Costanza ve ark., 2014; SEEA-EA, 2021; Chen ve Costanza, 2024).

ES kavramı, insan refahını ve ekosistem bütünlüğünü birbirine bağlayarak doğa-insan etkileşimini yeniden tanımlar (Costanza ve ark., 1997; 2014). ES değerlemesi, doğa koruma farkındalığını artırmanın yanı sıra, kaynak kullanımı ve çevresel politikaların ekonomik etkilerini değerlendirmede etkin bir araçtır (Costanza ve ark., 2014; SEEA-EA, 2021; Bidak ve ark., 2015).

Tüm ekosistem hizmetlerini sınıflandırmak için tek bir yöntem bulunmamakla birlikte, Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MEA, 2005) en yaygın kabul gören çerçeveyi sunmaktadır. ES’ler, insan refahını doğrudan ve dolaylı biçimde etkileyen çıktılar üretir ve bu özellikleriyle ekonomik

analizlere entegre edilebilir. ES değerlemesinin temel amacı, çevresel maliyet ve faydaların karar alma süreçlerine dahil edilmesini sağlayarak, politikaların ekolojik sürdürülebilirlik ve toplumsal refah üzerindeki etkilerini daha görünür hale getirmektir (DEFRA, 2007).

İnsanların doğal çevreden nasıl yararlandığını açıklamak amacıyla geliştirilen ekosistem hizmetleri (ES) kavramı, insan refahını ekosistem süreçleriyle ilişkilendiren en kapsamlı çerçevelerden biridir. Literatürde, insanların ekosistemlerden sağladığı mal ve hizmetleri — yani doğal stoklardan (stocks) elde edilen akışlar (flows) — tanımlamak üzere farklı modeller önerilmiştir. Bu çerçeveler, ekosistemlerin biyofiziksel işlevlerinden kaynaklanan faydaların topluma nasıl aktarıldığını kavramsallaştırır (Costanza ve ark., 1997; MEA, 2005).

Çoğu otorite, "ekosistem hizmetleri" teriminin 1981 yılında ortaya atıldığı konusunda hemfikiridir. 1980'lerde sürdürülebilir kalkınma tartışmalarıyla arka plana itilen bu terim, 1990'larda ekosistem hizmetlerinin profesyonel literatürde ana akıma girmesi ve ekonomik değerlerine daha fazla dikkat çekilmesiyle güçlü bir şekilde geri dönmüştür (de Groot ve ark., 2017). "Ekosistem hizmetleri" kavramının kökenleri, doğanın ekonomik değerini sorgulayan Westman (1977) ve Ehrlich ve Ehrlich (1981) gibi araştırmacılara dayanmaktadır (Ehrlich ve Mooney, 1983). Ancak, kavram Costanza ve ark. (1997) tarafından sistematik olarak tanımlanmış ve Daily (1997) ile birlikte bu iki temel yayın, kavramın bilim ve politika gündemine yerleşmesine öncülük etmiştir. Bu gelişmeler, doğal sermayenin tükenmesi karşısında ekolojik ekonominin temellerini atan öncü çalışmaların (örneğin, Boulding, 1966; Daly, 1968) bir uzantısıdır (Beddoe ve ark., 2009; Braat ve De Groot, 2012). Kavram, daha sonra MEA (2005), TEEB (2010) ve (CICES ;Haines-Young ve Potschin, 2018) gibi standart sınıflandırma çerçeveleriyle kurumsallaşmış ve paradigma değişimine katkıda bulunmuştur (Costanza ve ark., 2017). **Ekosistem hizmetleri kavramı, kökenini ekoloji, ekonomi ve sosyal bilimlerin kesişiminden alan disiplinlerarası bir yapı haline gelmiştir.** Günümüzde, doğal sermayenin sürdürülebilir yönetimi, biyoçeşitlilik politikaları ve yeşil ekonomi stratejileri gibi birçok alanda ekosistem hizmetleri temelli yaklaşımlar, bilimsel ve yönetsel kararların vazgeçilmez bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Ekosistem hizmetleri (ES) kavramı, ekosistemlerin insan refahına katkılarını anlamak için ekolojik ve ekonomik

düşüncenin kesişiminde gelişmiştir. Başlangıçta ekosistem ekolojisi ve çevre ekonomisi alanları birbirinden kopuk ilerlemiş, ancak 1980'lerde bu boşluğu kapatmak amacıyla disiplinlerarası bir alan olan ekolojik ekonomi doğmuştur **Bu yeni yaklaşım, doğa, insan ve ekonomi ilişkilerini bütüncül bir sistem çerçevesinde ele almıştır** (Jansson, 1984; Costanza, 1989).

Ekosistem hizmetleri (ES) kavramının temel dönüm noktası, 1995 yılında düzenlenen ve Daily (1997) tarafından derlenen bir kitap etrafında şekillenen toplantıdır (Daily, 1997). Bu toplantı, dünyanın ilk küresel ES değerlendirme meta-analizi olan ve doğanın yıllık ekonomik değerini 33 trilyon USD olarak tahmin eden Costanza ve ark. (1997) çalışmasının önünü açmıştır (Costanza ve ark., 1997).

Günümüzde ise Ekosistem Hizmetleri kavramı, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler), BM Biyoçeşitlilik Sözleşmesi, AB Yeşil Mutabakatı ve 2030 Biyoçeşitlilik Stratejisi gibi küresel politika araçlarının merkezinde yer almaktadır. Ayrıca, Ekosistem Değerlendirmesi ve Eşleme (MAES), Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Üzerine Hükümetlerarası Bilim-Politika Platformu (IPBES) ve Ekosistem Hizmetleri Ortaklığı (ESP) gibi uluslararası girişimler aracılığıyla, yüzlerce proje ile ekosistemlerin modellenmesi, değerlemesi ve bu bilgilerin karar destek sistemlerine entegre edilmesini sağlamaktadır (Maes ve ark., 2013; Costanza ve ark., 2014).

4.2. Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması

Ekosistem hizmetleri, insan refahına katkı sağlayan ekolojik özellikler, işlevler ve süreçlerdir (Costanza ve ark., 1997; MEA, 2005). Ancak ekosistem süreçleri (örneğin besin döngüsü, birincil üretim) ile bunlardan doğan hizmetler (örneğin gıda, su, iklim düzenleme) eş anlamlı değildir; yalnızca insanlar için fayda sağladıklarında ekosistem hizmeti olarak tanımlanırlar (Braat, 2013). Bu yaklaşım, insanı doğanın merkezine koymadan, insan ve diğer türlerin ortak refahını esas alır (Costanza ve ark., 2017). Costanza vd. (1997) ve MEA (2005), ekosistem hizmetlerinin insan ve doğa arasındaki ilişkileri yeniden çerçeveleyerek refahın ekolojik temellerine dikkat çekmiştir. Bu yaklaşımla ES, hem doğanın insan yaşamına katkılarını görünür kılar hem de ekosistem yönetiminde ölçülebilir bir çerçeve sunar.

Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MA, 2005a) ekosistem hizmetlerini dört ana kategoriye ayırmıştır:

1. Tedarik hizmetleri: Ekosistemlerden doğrudan elde edilen ürünler (gıda, tatlı su, lif, yakıt, genetik kaynaklar, doğal ilaçlar).
2. Düzenleyici hizmetler: Ekosistem süreçlerinin düzenlenmesinden doğan faydalar (iklim, su, erozyon, atık ve doğal afet düzenlemesi).
3. Kültürel hizmetler: Manevi, estetik ve rekreasyonel katkılar (kültürel miras, bilgi sistemleri, mekân duygusu, ekoturizm).
4. Destekleyici hizmetler: Diğer hizmetlerin üretimi için gerekli temel süreçler (birincil üretim, besin ve su döngüsü).

Destekleyici hizmetlerin etkisi genellikle dolaylı ve uzun vadedir; buna karşılık tedarik ve düzenleyici hizmetler kısa vadede insan refahını doğrudan etkiler. Böylece, ES kavramı ekosistemlerin biyofiziksel süreçlerini ekonomik, sosyal ve kültürel faydalarla ilişkilendiren çok boyutlu bir köprü işlevi görür.

Ekosistem hizmetleri (ES) yaklaşımı, ekosistemlerin insan refahına katkılarını anlamak için çok disiplinli bilgi kaynaklarını ortak bir çerçevede birleştiren bir dildir (Granek ve ark., 2010). Bu yaklaşım, çevresel baskılara karşı politika eylemlerini teşvik eden analitik bir araç haline gelmiştir (Brondizio ve ark., 2019). ES'ler dört ana grupta incelenir:

1. Destekleyici (habitat) hizmetler: Göçmen türler için habitat sağlama, genetik çeşitliliğin korunması ve ekosistem işlevlerinin sürdürülmesi.
2. Tedarik hizmetleri: Gıda, tatlı su, hammadde, genetik, tıbbi ve süs kaynakları gibi doğrudan elde edilen ürünler.
3. Düzenleyici hizmetler: İklim kontrolü, su arıtımı, tozlaşma, zararlı kontrolü ve afet düzenlemesi gibi süreçlerden doğan faydalar.
4. Kültürel hizmetler: Manevi, estetik, rekreasyonel ve entelektüel deneyimlerden kaynaklanan maddi olmayan faydalar (Steiner ve ark., 2021).

Ekosistem faydaları için dört yaygın sınıflandırma sistemi; MEA (2005), TEEB (2010), CICES (Haines-Young & Potschin, 2018) ve IPBES (2019) temelde aynı işlevsel kategorilere dayanmakta, ancak kapsadıkları hizmet türleri ve uygulama ölçekleri bakımından farklılık göstermektedir. Bu sınıflandırmalar, ekosistem süreçleri ile insan refahı arasındaki karmaşık

etkileşimleri anlamak için kavramsal bir temel sunar. Ancak bu ilişkiler doğrusal değildir; bu nedenle değerlendirme süreçlerinde çoğulcu ve temkinli bir yaklaşım gerekmektedir (Costanza ve ark., 2017).

MEA ve onu izleyen sistemler, ekosistem hizmetlerinin hem ekolojik işlevleri hem de toplumsal ve ekonomik değerleri arasında köprü kurarak, doğa temelli karar alma süreçlerinin bilimsel temelini oluşturmuştur. Bu bütünlük anlayış, ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi ve doğal sermaye muhasebesinin politika düzeyine entegre edilmesi açısından dönüm noktası niteliğindedir.

4.3. Önemli Ekosistemlerde Ekosistem Hizmetleri

Ekosistemler, "ekosistem hizmetleri" aracılığıyla insan yaşamını sürdürür ve gerçekleştirir. Ormanlık kıyı tamponları, toprağı yerinde tutar ve aşağı akıştaki insanlar için su kalitesini iyileştirir; sulak alanlar, yiyecek için yakalanan balık popülasyonlarını destekler; mangrovlar kıyı şeritlerini sabitler ve fırtınalardan kaynaklanan insan ve mal hasarını azaltır; ormanlar ve okyanuslar iklimin düzenlenmesine yardımcı olan karbonu depolar; göller ve dağlar estetik manzaralar, rekreasyon fırsatları ve manevi ilham sağlar.

Tablo 1. Habitat türüne göre tipik ekosistem hizmetleri (IPIECA, 2011).

Ekosistem Hizmetleri	Orman-lar	Sulak- alanlar, nehirler ve göller	Kutup-lar	Çöl-ler	Açık sular/ Derin sular	Kıyasal /geçiş bölgeleri
Tedarik						
Mahsuller	-	-	-	-	-	-
Hayvancılık	○	○	○	○	-	-
Balık avcılığı	-	●	●		●	●
Aquakültür	-	●	○		○	●
Yabani gıdalar	●	●	●	●	○	●
Kereste ve diğer ağaç lifleri	●	●	●	○	-	○
Lifler ve reçineler	●	●	○	○	-	○
Hayvan derileri	●	○	●	○	-	-
Kum, çakıl vb.		○	●	●	-	●
Süs eşyası kaynakları	●	○	○	○	○	●
Biyokütle yakıtları	●	○	○		-	○
Tatlısu	●	●	●	○	-	○
Genetik kaynaklar	●	●	●	●	●	●

Biyokimyasallar, doğal ilaçlar ve farmasötikler	●	○	○	○	●	●
Düzenleme						
Hava kalitesi düzenlemesi	●	○	○	○	○	○
Küresel iklim düzenlemesi	●	○	●	○	●	●
Bölgesel/yerel İklim düzenlemesi	●	○	○	●	-	○
Su düzenlemesi	○	●	○	○	-	●
Erozyon kontrol	●	○	○	○	-	●
Su arıtma	●	●	●	○	●	●
Atık asimilasyonu	●	●	○	○	●	●
Hastalık azaltımı	○	○	○	○	-	○
Toprak kalitesi düzenlemesi	●	○	○		-	○
Haşere/istilacı tür kontrolü	●	○	○	○	○	○
Tozlaşma	●	○	○	○	○	○
Doğal afet kontrolü	●	●	○	○	-	●
Kültürel						
Rekreasyon ve ekoturizm	●	●	●	●	○	●
Manevi ve dini değerler	●	●	●	●	●	●
Etik/kullanım dışı değerler	●	●	●	●	●	●
<i>Anahtar: Ekosistem hizmetinin önemi: ● yüksek, ○ orta/düşük, - ilgili değil/önemsiz MEA,2005’de göre düzenlenmiştir.</i>						

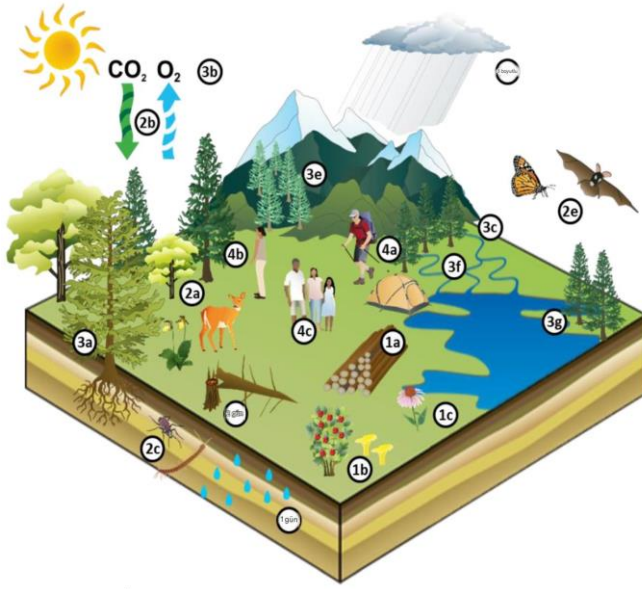
Ekosistem hizmetleri, insanlar için faydalar üreten veya üretmeye yardımcı olan ekosistemlerin koşulları ve süreçleridir. Bu faydalar, ekosistemdeki bitkiler, hayvanlar ve mikroplar arasındaki etkileşimlerin yanı sıra sosyal-ekolojik sistemlerin biyotik, abiyotik ve insan yapımı bileşenlerinden kaynaklanır (Guerry ve ark., 2015). ES’de altı habitat tipine odaklanmıştır. Altı tip habitat, makul ve temsili bir alt bölüm sayısı olarak değerlendirilmiştir (IPIECA, 2011). Tablo 1’de altı tip ekosistem için ekosistem hizmetlerini karşılaştırmalı sunulmuştur. Tablo 2 ‘ ise ekosistemlerin karşılaştırmalı ekonomik değerleri sunulmuştur.

Tablo 2. Ekosistemlerin ekonomik değerleri (De Groot ve ark.,2012).

Ekosistemler	En düşük değerlerin toplamı (\$/ha/yıl)	En yüksek değerlerin toplamı (\$/ha/yıl)
Açık okyanuslar	85	1664
Mercan resifleri	36.794	2.129.122
Kıyı sistemleri	26.167	42.063
Kıyı sulak alanları	300	887.828
İç sulak alanlar	3018	104.924
Nehirler ve göller	1.446	7.757
Tropikal orman	1.581	20.851
Ilıman orman	278	16.406
Ormanlık alanlar	1.373	2.188
Çayırlar	124	5.930

4.3.1.Orman Ekosistem Hizmetleri

Dünya'nın kara alanının neredeyse üçte birini kaplayan ve 4 milyar hektardan biraz fazla olan ormanlar (FAO,2020), küresel karbon döngüsünde önemli bir rol oynar (Canadell ve Paupach, 2008) ve dünyanın karasal biyolojik çeşitliliğinin önemli bir bölümüne ev sahipliği yapar (Betts ve ark.,2017). Ormanlar ayrıca besin döngüsü ve toprak oluşumu gibi destekleyici hizmetler; gıda, kereste ve tıbbi bitkiler gibi tedarik hizmetleri; ve erozyon kontrolü , sel azaltma, su ve hava temizleme, tozlaşma ve zararlı ve hastalık kontrolü gibi düzenleyici hizmetler de dahil olmak üzere çok çeşitli diğer ekosistem hizmetleri de sağlar (Nugroho ve ark., 2022). Bu ekosistem hizmetleri insan refahına muazzam katkıda bulunur (Şekil 6). Hizmetler, tedarik hizmetleri, destekleyici hizmetler, düzenleyici hizmetler ve kültürel hizmetler olarak gruplandırılabilir.



Semboller Maryland Üniversitesi Çevre Bilimleri Merkez'i'nin Entegrasyon ve Uygulama Ağ'ının izniyle kullanılmıştır (ian.umces.edu/symbols/)

Ormanların ekosistem hizmetleri

1. Tedarik Hizmetleri

- Kereste/Lif (inşaat, enerji)
- Yiyecek (geyik, meyveler, otlar, tohumlar, bal)
- Kimyasal ve tıbbi ürünler
- su

2. Destek Hizmetleri

- Fauna ve flora için habitatlar (biyoçeşitlilik)
- Fotosentez/Birincil üretim
- Toprak oluşumu
- Besin döngüsü
- Tozlaşma, tohum dağılımı

3. Düzenleme Hizmetleri

- Karbon depolama (yer üstü/yer altı)
- Havanın arıtılması
- Suyun arıtılması
- İklim düzenlemesi
- Erozyon/çığlara karşı koruma
- Sel azaltma
- Kıyı erozyonu ve fırtınalara karşı koruma

4. Kültürel Hizmetler

- Rekreasyon/Estetik
- Maneviyat
- Eğitim

Şekil 6. Ormanların ekosistem hizmetleri (Holzwarth ve ark.,2020).

Ormanlar, odun veya bitki lifi (inşaat odunu, mobilya odunu, kağıt, kömür vb.), doğrudan ve dolaylı gıda ürünleri (otlar, meyveler, kuruyemişler, bal, mantarlar, av hayvanları, böcekler vb.) ve kimyasal maddeler ve tıbbi ürünler (terebentin, yağlar, reçine vb.) gibi hammaddeler sağlamanın yanı sıra çoğu zaman saf su kaynaklarına erişim sağlar. Ormanlar, flora ve fauna için habitatları destekler, çok çeşitli biyolojik çeşitliliğe ev sahipliği yapar ve toprak oluşumuna ve besin döngüsüne katkıda bulunur. Dahası, ormanlar kıyı şeritleri boyunca kıyı erozyonu veya dağlık bölgelerde yamaç erozyonu gibi erozyona karşı arazinin korunmasını destekler. Kendi kendini düzenleyen hizmetler arasında su filtrasyonu ve hava filtrasyonu, su tutma, sel ve kuraklık kontrolü, bitkilerde ve topraklarda havadan karbon fiksasyonu yoluyla iklim değişikliğinin dengelenmesi ve tozlaşmaya ve tohumların yayılmasına katkı sağlanması gibi hizmetler yer alır. Kültürel hizmetler arasında rekreasyon (örneğin yürüyüş, doğa yürüyüşü, bisiklet, binicilik, kros kayağı, avcılık vb.), estetik, çevre eğitimi ve manevi hizmetler yer alır (Holzwarth ve ark.,2020).

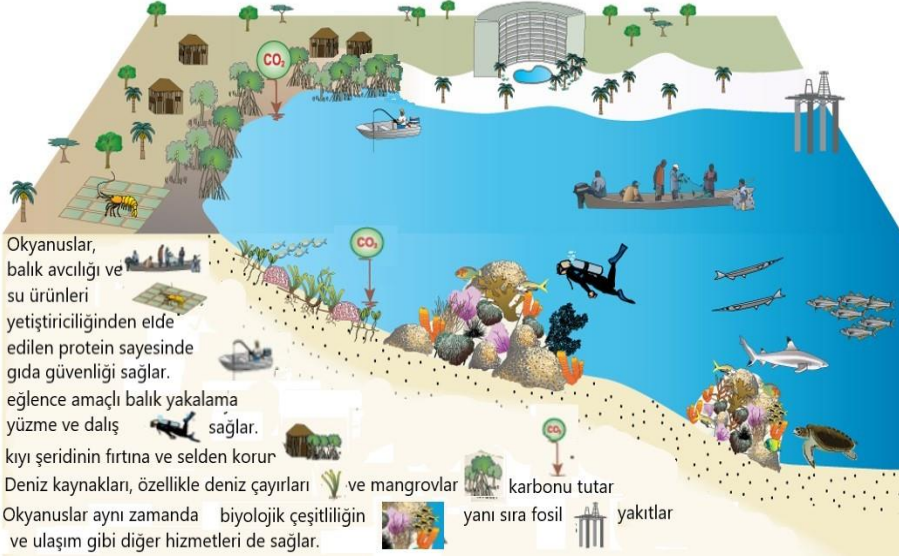
4.3.2. Deniz Ekosistem Hizmetleri

Kıyı ve deniz ortamları, 100 kilometreye kadar iç kesimlerde başlayıp kıta sahanlığına kadar uzanabilir ve 50 metre derinliğe kadar sulara sahip okyanus sistemlerini içerebilir. Bu ortamlarda bulunan belirgin deniz ekosistemleri arasında haliçler ve bataklıklar ve mangrovlar gibi kıyı sulak alanları, kumlu plajlar ve kumullar, deniz çayırı yatakları ve mercan ve istiridye resifleri bulunur (Barbier,2017). Okyanus, insan refahına doğrudan fayda sağlayan birçok hizmet sunmaktadır. Dünya nüfusunun yarısından fazlası kıyı şeridinde 160 km mesafede yaşamaktadır ve dünyanın en büyük 30 şehrinden 20'si kıyı şeridinde yer almaktadır. Uzak bölgelere erişim giderek artmakta ve insan refahı ile deniz ortamı arasında önemli bağlantılar bulunmaktadır. Deniz ekosistemleri, dünya genelinde en çok sömürülen ekosistemlerden bazılarını temsil eder. Örneğin, kıyı bölgeleri dünyanın toplam kara alanının yalnızca %4'ünü ve dünya okyanuslarının %11'ini oluşturmasına rağmen dünya nüfusunun üçte birinden fazlasını barındırır ve deniz balıkçılığında elde edilen avın %90'ını oluşturur (Barbier,2017).

Deniz ekosistemlerinin yapısı ve işleyişi, ekosistem hizmetlerinin ekolojik üretimini sağlar. Tablo 3 ve Şekil 7'de gösterildiği üzere bu mal, hizmet ve kültürel faydaların bazıları insan refahını doğrudan etkilerken , diğerleri değerli ekonomik varlıkları ve üretim faaliyetlerini destekleyerek veya koruyarak insan refahını dolaylı olarak etkiler (Barbier,2017). Deniz ekosistemi hizmetleri tarafından üretilen mallar, balık avı, yabancı bitki ve hayvan kaynakları ve soyutlanmış su gibi bu habitatlardan elde edilen ürünlerdir. Gelişmekte olan ülkelerde, deniz ekosistemlerinin daha önemli kullanımlarından bazıları, yerel halkların geçim kaynaklarını desteklemek için hem küçük ölçekli ticari hem de "gayri resmi" ekonomik faaliyetleri içerir; örneğin balıkçılık, avcılık, yakacak odun çıkarma vb. (Barbier,2017).

Tablo 3. Değerlendirme protokollerine dahil edilen denizel ekosistemi hizmetleri (Laurence, J.M., et al.2025).

Ekosistem hizmetleri	WWF ortak varlık fonu	Doğal sermaye değerlendirme teknik direktifler	Okyanus hesapları (SEEA-EA)
Tedarik hizmetleri			
1. Gıda üretimi (balıkçılık dahil)	✓	✓	✓
2. Oksijen/temiz hava üretimi	✓	✓	✓
3. Malzeme üretimi (kimyasallar, ilaçlar, vb.)	✓	✓	✓
4. Genetik kaynakların sağlanması	✗	✗	✓
Düzenleme hizmetleri			
5. İklim düzenlemesi	✓	✓	✓
6. Karbon sekestrasyonu	✓	✓	✓
7. Atık işleme/kaldırma	✓	✓	✓
8. Biyolojik/hastalık kontrolü	✗	✗	✓
9. Rahatsızlık düzenlemesi (kıyı koruma dahil)	✓	✗	✓
Kültürel hizmetler			
10. Rekreasyonel (turizm dahil)	✓	✓	✓
11. Kültürel/miras değeri	✓	✗	✓
12. Bilimsel değer	✗	✓	✓
13. Eğitimsel değer	✗	?	✓
14. Manevi/terapötik değer	✗	?	✓
Destek hizmetleri			
15. Birincil üretim	✓	✗	✓
16. Besin döngüsü	✓	✗	✓
17. Biyolojik çeşitlilik korunması	✓	✓	✓
18. Habitat temini	✓	?	✓



Şekil 7. Okyanuslar/denizler tarafından sağlanan ekolojik hizmetler (Caroline Donovan, Integration and Application Network/ ian.umces.edu/media-library).

4.3.3. Tatlısu Ekosistem Hizmetleri

İç sulak alanlar en az 9,5 milyon km²'lik bir alanı (yani Dünya kara yüzeyinin yaklaşık %6,5'ini) kaplar; iç ve kıyı sulak alanları ise toplamda en az 12,8 milyon km²'lik bir alanı kaplar (Finlayson ve ark.,1999). Bu sulak alanlar, insanların ekosistemlerden elde ettiği faydalar olan bir dizi ekosistem hizmeti sunar (Finlayson ve ark., 1999; MA 2005). Ekosistem hizmetlerinin en bilinen ve yaygın tanımı, bunları dört gruba ayıran Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi raporunda (MA, 2005) önerilen tanımdır: tedarik edici, düzenleyici, kültürel ve destekleyici ekosistem hizmetleri. Tatlı su ekosistemleri, ister yüzey suları (nehirler, göller, akarsular ve sulak alanlar), ister yeraltı suları veya buzullar şeklinde olsun, insan yaşamı ve engin biyolojik çeşitliliği, doğal süreçleri ve döngüyü desteklemek için temel öneme sahiptir (Apostolaki ve ark.,2019). Sulak alanlar, gelgit bataklıkları, çamur düzlükleri ve turbalıklar gibi çeşitli habitatları kapsar. Mevsimsel, iç veya kıyı habitatları olabilirler ve gelgitli veya gelgitsiz olabilirler. Nehirler (ve akarsular), göllere veya denize akan su kütleleridir. Göller, iç kesimlerde (genellikle) tatlı su kütleleri olarak sınıflandırılır. Göller, nehirler ve sulak alanlar, su, gıda, yakıt ve inşaat malzemeleri şeklinde tedarik hizmetleri

sağlar. Balık ve kabuklu deniz ürünleri ile bitkisel gıda yoluyla birçok yerel topluluğa protein sağlıyorlar (Şekil 8, Tablo 4). Turba ayrıca yakıt kaynağı olarak bataklıklardan hasat edilir ve sazlar bir şeyler yapmak ve evler inşa etmek için kullanılır. Bu habitatlardaki düzenleyici hizmetler arasında yeraltı suyu beslemesi, su depolama, taşkın kontrolü ve su arıtma yer alır (IPIECA, 2011).



Şekil 8. Tatlısu ekosistemlerinin sunduğu ekosistem hizmetleri (Web1-Naturvardsverket'den değiştirilerek)

Ramsar Sulak Alan Türleri Sınıflandırması, üç geniş kategoriden birine ait 42 sulak alan türünü içerir (Ramsar Sözleşmesi Sekreterliği, 2011; Russi ve ark.,2013) ; 1-İç sulak alanlar; 2-Deniz/kıyı sulak alanları; 3-İnsan yapımı sulak alanlar (su ürünleri yetiştiriciliği, çiftlik göletleri ve pirinç tarlaları, tuzlalar, rezervuarlar, çakıl ocakları, arıtma çiftlikleri ve kanallar gibi kalıcı veya geçici olarak sular altında kalmış tarım arazileri) yer alır. Hidrojeomorfoloji ve/veya bitki örtüsü özelliklerine göre farklı amaçlar için kullanılan bir dizi başka sulak alan sınıflandırması da mevcuttur (Russi ve ark.,2013):

- Deniz (kıyı lagünleri, kayalık kıyılar ve mercan resifleri dahil kıyı sulak alanları);

- Haliç (deltalar, gelgit bataklıkları ve mangrov bataklıkları dahil);
- Göl (göllerle ilişkili sulak alanlar);
- Nehir (nehirler ve akarsular boyunca uzanan nehirler ve sulak alanlar); ve
- Palustrin (bataklıklar, bataklıklar ve sazlıklar).

Tablo 4. Sulak Alan Ekosistem Hizmetleri ve ilgili ekosistem yapıları ve işlevleri (Russi ve ark.,2013).

Ekosistem Hizmetleri	Ekosistem Yapısı ve İşlevi
Kıyı koruma	Dalgaları ve tamponları zayıflatır ve/veya dağıtır
Erozyon kontrolü	Sediment stabilizasyonu ve toprak tutulmasını sağlar
Taşkın koruma	Su akışının düzenlenmesi ve kontrolü
Su temini	Yeraltı suyu beslemesi/deşarjı
Su arıtma	Besin ve kirlilik alımının yanı sıra tutulmasını ve partikül birikimini sağlar
Karbon tutma	Biyojeokimyasal aktivite, tortulaşma ve biyolojik üretkenlik oluşturur
Sıcaklık ve yağışın korunması	İklim düzenlemesi ve stabilizasyonu
Hammadde ve gıda	Biyolojik üretkenlik ve çeşitlilik oluşturur
Balıkçılık, avcılık ve yiyecek toplama faaliyetlerinin sürdürülmesi	Uygun üreme habitatu ve gelişme alanları, korunaklı yaşam alanı sağlar
Turizm, rekreasyon, eğitim ve araştırma	Benzersiz ve estetik bir manzara, çeşitli fauna ve flora için uygun bir yaşam alanı sağlar
Kültür, manevi ve dini faydalar, miras değerleri	Kültürel, tarihi veya manevi anlamı olan benzersiz ve estetik bir manzara sağlar

Sulakalanlar ayrıca önemli karbon tutma hizmetleri de sunar. Ekoturizm ve kuş gözlemciliği kültürel hizmetlere örnektir. Bu habitatlar, özellikle endemik ve göçmen kuş popülasyonları ve timsah, deniz ineği ve kaplumbağa gibi korunan türler nedeniyle tanınmaktadır (IPIECA, 2011).

Tablo 5. Sulak alanların sağladığı hizmetlerin parasal değerleri (\$/ha/yıl)

Sulak alan kategorileri	Hizmet kategorisi	En düşük değer (\$/ha/yıl)	En yüksek değer (\$/ha/yıl)
Mercan resifleri	tedarik hizmetleri	6	20.892
	düzenleyici hizmetler	8	33.640
	habitat hizmetleri	0	56.137
	kültürel hizmetler	0	1.084.809
	Toplam	14	1.195.478
Kıyı sistemleri (sığ denizler, kayalık kıyıları ve haliçler gibi habitat kompleksleri)	tedarik hizmetleri	1	7.549
	düzenleyici hizmetler	170	30.451
	habitat hizmetleri	77	164
	kültürel hizmetler	0	41.416
	Toplam	248	79.580
Mangrovlar ve gelgit bataklıkları	tedarik hizmetleri	44	8.289
	düzenleyici hizmetler	1,914	135.361
	habitat hizmetleri	27	68.795
	kültürel hizmetler	10	2.904
	Toplam	1,995	215.349
Nehirler ve göller dışındaki iç sulak alanlar (taşkın yatakları, bataklıklar ve turbalıklar)	tedarik hizmetleri	2	9.709
	düzenleyici hizmetler	321	23.018
	habitat hizmetleri	10	3.471
	kültürel hizmetler	648	8.399
	Toplam	981	44.597
Nehir ve göller	tedarik hizmetleri	1.169	5.776
	düzenleyici hizmetler	305	4,978
	habitat hizmetleri	0	0
	kültürel hizmetler	305	2,733
	Toplam	1,779	13,487
<i>TEEB (2010); de Groot ve ark., (2010)'e düzenlenmiş ve Russi ve ark.,2013) 'den alınmıştır</i>			

Tatlı su, aslında birçok ekosistem hizmetini bütünleştiren ve insan yaşamının çeşitli yönlerine çok sayıda fayda sağlayan kesişen bir unsurdur. Sağlanan ekosistem hizmetlerinin türü ve sayısı her ekosisteme özgüdür ve farklı tatlı su kütlesi türleri, su kütesinin türüne, konumuna ve koşullarına bağlı olarak bir dizi farklı ekosistem hizmeti sunar. Bunlardan bazıları Tablo 5- 6'da sunulmuştur (Apostolaki ve ark.,2019).

Tablo 6. Farklı tatlısu kütlelerince sağlanan çeşitli ekosistem hizmetleri

EKOSİSTEM FAYDALARI*					
Tatlısu Ekosistemleri	Nehirler ve akarsular	Tedarik	Düzenleyici	Kültürel	Destekleyici
	Sulakalanlar	<ul style="list-style-type: none"> - Tüketim amaçlı su (miktar ve kalite) (içme, evsel kullanım, tarım ve endüstriyel kullanım) - Tüketim dışı kullanım amaçlı su (enerji, ulaşım/navigasyon üretimi için) - Gıda ve ilaç için organizmalar 	<ul style="list-style-type: none"> - Su kalitesinin korunması (doğal filtrasyon ve su arıtımı) - Taşkın akışlarının tamponlanması, su/toprak etkileşimleri ve taşkın kontrol altyapısı aracılığıyla erozyon kontrolü 	<ul style="list-style-type: none"> - Rekreasyon (nehir raftingi, kano, yürüyüş ve spor olarak balıkçılık) - Turizm (nehir izleme) - Varoluş değerleri (serbest akan nehirlerden duyulan kişisel memnuniyet) - Kültürel değerler (dini, tarihi veya arkeolojik değer) 	<ul style="list-style-type: none"> - Besin döngüsündeki rolü (taşkın yatağı verimliliğinin korunmasındaki rolü), - Toprak oluşumu - Avcı/av ilişkileri ve ekosistem dayanıklılığı
	Yeraltı suyu	<ul style="list-style-type: none"> - Gıda (tarım, su ürünleri yetiştiriciliği, balıkçılık) - Yakıt ve bahçecilik için turba üretimi - Kürk hayvanı ve diğer hayvan hasadı - Kereste üretimi 	<ul style="list-style-type: none"> - Taşkın kontrolü -Yeraltı suyu yenileme - Kıyı şeridi sabitleme ve fırtına koruması - Sediment ve besin maddesi tutulması ve dışarı atılması - Su arıtımı - İklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonu (CO₂ yakalama) - Peyzaj estetiği - İnsanların dinlenme alanları - Ekoloji eğitimi 	<ul style="list-style-type: none"> - Kültürel değerler (dini, tarihi veya arkeolojik değer) - Rekreasyon - Turizm (yürüyüş, balık tutma, kuş gözlemciliği, fotoğrafçılık ve avcılık) - Varoluş değerleri 	<ul style="list-style-type: none"> - Biyoçeşitlilik rezervuarları - Nadir ve nesli tükenmekte olan türler için habitat - Sulak alanların sulak alan işlevi; su kaynakları, su yutakları ve dönüştürücüler olarak hizmet etmesi ve su depolaması gibi işlevleri
	Buzullar	<ul style="list-style-type: none"> - Tüketim amaçlı su (miktar ve kalite) (içme, evsel kullanım, tarım ve endüstriyel kullanım) - Tüketim dışı kullanım amaçlı su (jeotermal ve enerji üretimi, tıbbi tedavi amaçlı kaplıcalar) - Su organizmaları 	<ul style="list-style-type: none"> - Erozyon ve sel kontrolü - İklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonu (kuraklıktaki mekânsal değişkenliğe karşı tampon) 	<ul style="list-style-type: none"> - Rekreasyon (kaplıcalar, mineral kaplıcalar) - Tarihi/kültürel değer (kutsal kaynaklar) - Manevi bilgi ve bilgelik 	<ul style="list-style-type: none"> - Hidrolojik döngünün sürdürülmesi (su taşıyan tabakanın beslenmesi ve boşaltılması)
		<ul style="list-style-type: none"> - Tatlı su depolaması 	<ul style="list-style-type: none"> - İklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonu (albedo - ısı ve güneş ışığının dünyadan yansımaları) 	<ul style="list-style-type: none"> - Eğitim ve bilgi (buz çekirdeklerinde korunan Dünya iklim tarihinin kaydı) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mikrobiyal topluluk (algler, bakteriler ve küçük tüketiciler) için habitat - Genç kriller, penguenler ve foklar için beslenme alanı

*Apostolaki ve ark.,2019'a göre düzenlenmiştir.

4.3.4. Çayır (-Mera) Ekosistem Hizmetleri

FAO'ya göre, otlaklar dünya kara alanının %28'ini oluşturur ve bunun %63'ü Rusya Federasyonu, Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Kanada, Çin, Kazakistan ve Brezilya'da yoğunlaşmıştır (FAOSTAT , 2021). Çayır tanımları, dikkate alınan yönlere bağlı olarak farklılık gösterir. FAO (1990) çayırı "*çimlerle kaplı ve %2'den az ağaç veya çalı örtüsüne sahip arazi*" olarak tanımlamıştır. Uluslararası Bitki Örtüsü Sınıflandırması dört farklı çayır türü belirlemiştir: **tropikal çayırlar, Akdeniz çayırları, ılıman çayırlar ve yarı çöl çayırları** (Faber-Langendoen ve ark.,2016) . Allen ve ark.(2011) ise, çayırlarla ilgili net uluslararası iletişimi sağlamak için terimler ve tanımlar konusunda bir fikir birliği geliştirme amacıyla, küresel düzeyde birçok otlatma arazisi terimi tanımlamıştır. Bunlar arasında, mera arazisi, "*otlatma, kesme veya her ikisiyle hasat için getirilen veya yerli yem üretimine ayrılmış arazi (ve üzerinde büyüyen bitki örtüsü)*" olarak tanımlanmaktadır ve "*geniş anlamda otları, baklagilleri ve diğer otları içerecek şekilde yorumlanan bir bitki örtüsüne sahip, oluşturulmuş bir otlatma alanı ekosistemine atıfta bulunduğu çayırda eş anlamlıdır ve zaman zaman odunsu türlerin de mevcut olabilir*". Diğer tanımlar arasında, yazarların "yerel bitki örtüsünün ağırlıklı olarak ot, ot benzeri bitki, otlatılan veya otlatılma potansiyeli olan ot veya çalılardan oluştuğu ve otlayan hayvancılık ve yaban hayatı üretmek için doğal bir ekosistem olarak kullanılan bir arazi" olarak tanımladığı mera tanımlarıda mevcuttur. Keza doğal çayırları, savanaları, çalılıkları, birçok çölü, bozkırları, tundraları, alpin toplulukları ve bataklıkları içerir (Pergola, ve ark.,2024). Allen ve ark.(2011) tarafından tanımlanan farklı çayır türlerinin tipolojileri ve tanımları aşağıda sunulmaktadır (Pergola ve ark.,2024);

- **Yıllık:** *Yem bitkileri her yıl yenilenir.*
- **Yetiştirilmiş:** *Yem bitkileri, periyodik tarımsal işlemler gören evcilleştirilmiş türlerle oluşturulmuştur.*
- **Kalıcı:** *Diğer kullanımları engelleyen sınırlayıcı faktörler (aşırı eğim, sığ toprak derinliği, çıkıntılı kayalıklik, taşlılık) nedeniyle süresiz veya sıklıkla hayatta kalabilen çok yıllık veya kendiliğinden tohumlanan yıllık yem bitkileri*
- **Gecici:** *Bitki örtüsü, yalnızca birkaç yıl tutulan yıllık, iki yıllık veya çok yıllık yem bitkilerinden oluşur*

- **Tanıtırılmış:** *Yem bitkileri türleri, esas olarak kendilerini kurmuş ve mevcut çevre ve yönetim koşullarında uzun süre varlığını sürdürmüş diğer coğrafi yerlerden getirilmiştir.*
- **Yarı doğal:** *Yerli veya doğal olarak oluşan otlar ve diğer otsu türlerin hakim olduğu yönetilen bir ekosistem.*

Çayırlar, bozkırlar, savanlar ve diğerleri dahil olmak üzere otlak habitatları, doğal otların baskın bitki örtüsü olduğu alanlar olarak tanımlanır. Çayır alanlarındaki tedarik hizmetleri, tüketim için bitki ve yabancı av hayvanları ile hayvan otlatma için yem içerir. Çayır habitatları, bağlama bağlı olarak atık asimilasyonu, karbon tutma ve su düzenleme hizmetleri sunabilir. Çayırlar, kültürel açıdan önemli kuş ve otlayan türler için önemli habitatlardır; özellikle tropikal savanlar, simgesel türleri ve nesli tükenmekte olan yaban hayatını desteklemeleriyle bilinir. Ayrıca ekoturizm için önemli destinasyonlar da olabilirler (IPIECA, 2011). Çayırlar, üç kategoriye (ekolojik, sosyokültürel ve ekonomik) ayrılabilen geniş bir yelpazede tedarik, destek, düzenleme ve kültürel ekosistem hizmeti sağlar (Pergola, ve ark.,2024). Bu otlak türlerinin her biri önemli tedarik, destek, düzenleme ve kültürel ekosistem hizmetleri (ES) sağlar, yani insanların otlak işlevlerinden elde ettiği faydalar . Geçmişte, otlaklar hayvanlar için yem üreten alanlar olarak insanların geçim kaynaklarında önemli bir rol oynamıştır. Günümüzde ise, hayvansal ürünlere olan artan talep, tarım arazilerinde yem üretimi ve iyileştirilmiş otlaklarla karşılanmaktadır . Çayırların yalnızca yerel bir öneme, biyolojik çeşitliliğin, tozlaşmanın ve gıda üretiminin korunmasına değil, aynı zamanda bölgesel (su ve erozyon düzenlemesi, rekreasyon, ilham) ve küresel ölçeklerde (iklim düzenlemesi) de sahip olduğu büyük ölçüde kabul edilmektedir(Bengtsson, ve ark., 2019; Pergola, ve ark.,2024).

Avrupa'ya bakıldığında, Tablo 7'de Avrupa'daki başlıca çayırılık tipolojilerinin işlevleri ve sağladıkları göreceli ekosistem hizmetleri rapor edilmektedir(Pergola ve ark.,2024).

Tablo 7. Avrupa çayırlarının ana tipolojilerinin sağladığı ES'ler (Pergola ve ark.,2024).

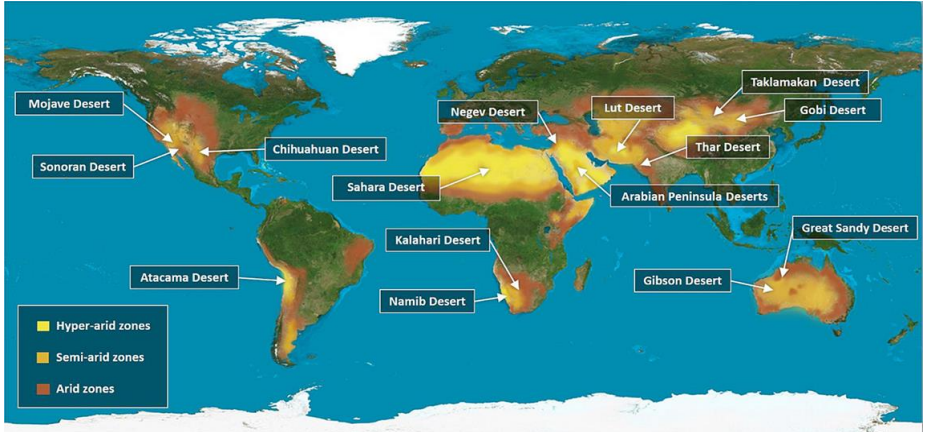
Avrupa Bölgesi	Çayır Türü	Sağlanan Ana Fonksiyonlar	Ekosistem Hizmetleri Kategorisi
İskandinav ülkeleri (Danimarka, Finlandiya, İzlanda, Norveç ve İsveç)	Doğal	hayvancılık üretimi	Tedarik
	Yarı doğal	otlatma, biyolojik çeşitliliğin korunması, manzaranın korunması	Tedarik Destekleme
	Yetiştirilmiş	yazın kış yemi sütü	Tedarik
Ilıman bölgeler (İrlanda, Birleşik Krallık, Fransa, Benelüks, Almanya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya ve Polonya gibi)	Kalıcı	yem üretimi, biyolojik çeşitliliğin korunması, toprak erozyonunun kontrolü	Tedarik Destekleme Düzenleme
	Geçici	yem üretimi biyoçeşitliliğin korunması	Tedarik Destekleme
Akdeniz havzası	Doğal/ Yarı doğal	hayvancılık üretimi toprak erozyon kontrolü karbon tutulması biyolojik çeşitliliğin korunması peyzajın bakımı	

4.3.5.Çöl Ekosistem Hizmetleri

Kara alanlarının çöl olarak nasıl sınıflandırıldığına bağlı olarak çöller küresel kara yüzeyinin %13'ünü (Costanza ve ark., 2014), %20'sini (National Geographic, 2023a) veya %33'ünü (Alsharif ve ark., 2020) kaplayabilir (Chen ve Costanza,2024). Başlıca çöller Sahra, Arap Yarımadası, Batı Asya, Güneybatı Afrika, Orta ve Güney Avustralya, Arjantin, Güneybatı Amerika Birleşik Devletleri ve Kuzey Meksika'ya dağılmıştır (Keith ve ark., 2020). Çöller yalnızca önemli biyolojik çeşitliliğe (en çok tehlike altındaki türlerden bazıları dahil), jeoçeşitliliğe ve ekosistem hizmetlerine (ES) ev sahipliği yapmakla kalmaz, aynı zamanda en yoksul ve en dışlanmış insanlardan bazıları da dahil olmak üzere küresel nüfusun %6'sına da ev

sahipliği yapar (UN, 2010; Chen ve Costanza,2024). Bunların işlevlerini, küresel rollerini ve değerlerini anlayıp sürdürülebilir bir şekilde yönetmek kritik önem taşımaktadır (Chen ve Costanza,2024).

Çöl ve yarı kurak habitatlar, düşük ortalama yağış miktarı, yüksek buharlaşma oranları ve yüksek ortalama sıcaklıklarla karakterize edilir. Çöl ve kurak alanlardaki tedarik hizmetleri arasında yiyecek (örneğin yabani av hayvanları, bitkiler ve meyveler), tatlı su (genellikle sınırlı ve değerli) ve hayvancılık için otlatma alanı bulunur. Çöl bitkileri, erozyon kontrolü şeklinde düzenleyici bir hizmet sunar. Atık asimilasyonu da çöl alanlarında önemli bir düzenleyici hizmettir. Çöller ve kurak alanlar, aslanlar, antiloplar ve büyük yırtıcı kuşlar gibi bir dizi simgesel ve kültürel açıdan önemli türün yanı sıra Baobab gibi ağaçlara da ev sahipliği yapar. Bazı çöl alanları doğa temelli turizm için önemliken, diğerleri yerel halk için önemli manevi ve kültürel değere sahiptir (IPIECA, 2011).



Şekil 9. Başlıca küresel çöllerin konumları (Cherlet ve ark., 2018).

Çöllerin başlıca tipleri arasında sıcak ve kuru çöller, yarı kurak çöller, kıyı çöller ve soğuk çöller yer alır (Şekil 9-10). Çöllerin iklimi, coğrafyası ve ekosistemlerindeki farklılıklar, çöllerin farklı algılanmasına ve yorumlanmasına yol açabilir ve bu da çöllerini kesin olarak tanımlanması nispeten zor bir biyom haline getirir (Cioruța ve Coman, 2020). Bununla birlikte, çöller tipik olarak "suyun biriktiği çöküntüler dışında, seyrek bitki örtüsüne sahip kurak manzaralardan oluşur. Kumlu, taşlı veya kayalık alt tabaka, araziye bitki örtüsünden daha fazla katkıda bulunur (IUCN, 2012).



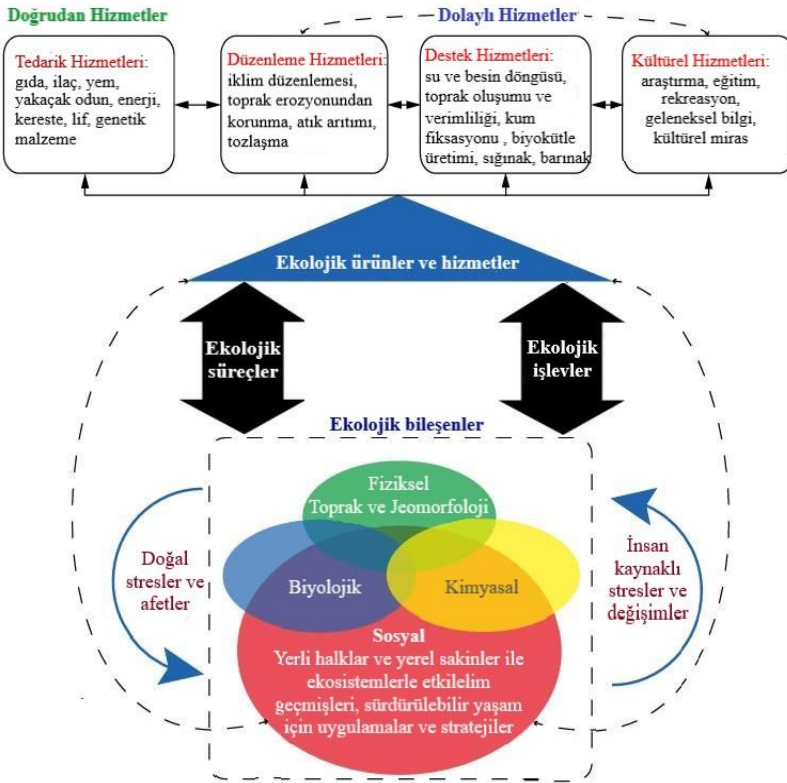
Şekil 10. Çöl kategorileri (Cioruța ve Coman, 2020'den).

Çöller kırılgan olmalarına ve düşük verimlilik seviyelerine sahip olmalarına rağmen, sürekli bulunabilirlikleri rasyonel arazi yönetimi uygulamalarının benimsenmesine bağlı olan çeşitli mal ve hizmetler sağlarlar (Bidak ve ark.,2015). Çöller, hem yerel halkın hem de çevredeki diğer toplulukların taleplerini karşılayabilen birçok fayda sağlar. Bu faydalar arasında su, gıda temini, ilaç ve hammaddeler bulunur. Ancak bu biyomun sağladığı hizmetler ve mallar hakkında mevcut bilgiler parçalıdır. Sonuç olarak çöller, ekosistem değerlendirme çalışmalarının çoğunda göz ardı edilmiştir (De Groot ve ark., 2012). Çöl ekosistemlerinin önemli bir bileşeni bitki örtüsüdür . Yapısı ve dinamikleri ekosistem hizmetlerinin sağlanmasını kontrol eder (Havstad ve ark., 2007 ; Bidak ve ark.,2015).

Tablo 8. Ekosistem Hizmetleri Değerleme Veritabanından (<https://www.esvd.info/>) derlenen Çöl ES'lerinin birim değerleri (Chen ve Costanza,2024).

Ekosistem Hizmetleri	En düşük değer (\$/ha/yıl)	En yüksek değer(\$/ha/yıl)	Ortalama değer(\$/ha/yıl)
Hammadde tedariki	6	139	37
İçme suyu için yüzey suyu	23	3.542	563
Toprak verimliliğinin korunması	1	1241	621
Genetik çeşitliliğin sürdürülmesi	36	36	363
Varoluş ve miras	0,03	85	15

Çöllere, diğer tüm doğal ekosistemler gibi, insan refahını ve hayatta kalmasını destekleyen çok sayıda hizmet ve mal sağlar. Çöllere elde edilen faydalar yalnızca orada yaşayan yerel toplumların ihtiyaçlarını karşılamakla kalmaz, aynı zamanda çevredeki kentsel ve banliyö toplumlarının ihtiyaçlarını da destekler. Bu faydalar arasında diğerlerinin yanı sıra yiyecek, barınak, ilaç ve çok sayıda hammadde kaynağı sağlanması yer alır. Birçok kişi için çöllere uzak, yaşanmaz, erişilemez, değersiz alanlar olarak kabul edilir; ancak bu ekosistemler binlerce yıldır büyük Bedevi nüfuslarını ve göçebe toplumları desteklemiştir. Çöl ekosistemlerinin değeri, bu ekosistemlerin yerel sakinlere sunduğu mal ve hizmetlerin belirlenmesiyle vurgulanabilir. Bu ekosistemlerin sağladığı mal ve hizmetler hakkında mevcut bilgiler iyi belgelenmemiştir (Bidak ve ark., 2015).



Şekil 11. Geleneksel bilgi, çöl ekosistemlerinin bileşenlerinin bir parçasını oluşturur ve yerel halkın ekosistemin farklı bileşenleriyle etkileşimi sonucu gelişimi (Bidak ve ark. 2015'ten uyarlanmıştır ; Roué ve ark.,2017'den alıntılanmıştır).

Bu durum, birçok ekosistem değerlendirme çalışmasında çöllerin ihmal edilmesine yol açmıştır. Çöl ekosistemlerinde bitki örtüsünün diğer doğal ekosistemlere kıyasla düşük olduğu düşünülse de, yerel toplulukların geçim kaynaklarının bağlı olduğu önemli bir bileşendir. Mevcut çalışmanın sonuçları (Şekil 11) çöl ekosistemlerinde yaşayan türlerin, özellikle de yerel bitki türlerinin, çok sayıda doğrudan ve dolaylı hizmet sağladığını ortaya koymuştur (Roué ve ark., 2017).

4.3.6. Dağ Ekosistem Hizmetleri

Dağ habitatları burada yüksek rakımlı (dağlık, subalpin ve alpin) otlaklar ve çalılıklar olarak tanımlanır (dağ ormanları Orman habitatı kategorisine girer). Dağ habitatlarından sağlanan tedarik hizmetleri arasında önemli tatlı su kaynaklarının yanı sıra kereste, yabancı av hayvanları, fındık, çilek ve diğer yabancı yiyecekler bulunur. Dağ habitatları, su akışlarının (örneğin buzullar ve kar erimesi), hava kalitesinin (ve hava hareketinin) düzenlenmesi ve karbon tutulması gibi düzenleyici hizmetler sunar. Dağlar, önemli rekreasyon alanlarıdır ve yürüyüş, kar sporları ve yaban hayatı gözlemciliği önemli kültürel aktiviteler olarak değerlendirilir. Birçok dağ, yerel halk için manevi öneme sahiptir ve bazıları kültürel açıdan önemli yerler olarak küresel öneme sahiptir. Dağ habitatları, geyik, ayı, dağ aslanı, kartal ve diğer nadir ve nesli tükenmekte olan türler gibi çok çeşitli simgesel türlere ev sahipliği yapar (IPIECA, 2011).

Tasser ve ark., (2020) genel olarak dağ ekosistemlerinin 19 hizmetini belirlemiştir (Şekil 12, Tablo 9). Tüm bu ES'leri ölçmek mümkün olmadığından, dağ *meraları*: mera ve yem üretimi (yem miktarı ve kalitesi ile gösterilir), iklim üzerindeki olumlu etki (karbon depolaması ile gösterilir), estetik ilham (renk bolluğu), tozlaşan böcekler için habitatlar (tozlayıcılar için besin kaynakları) ve biyoçeşitliliğin korunması (bitki çeşitliliği) (Pauler, ve ark.,2025; Tasser ve ark.,2020).

Tablo 9. Hedef değişkenler. Tasser ve diğerlerine (2020) dayalı ekosistem hizmetleri (ES) terminolojisi (Tasser ve ark.,2020; Pauler ve ark.,2025).

Ekosistem hizmet türü	Ekosistem hizmeti	Ekosistem göstergesi	Ölçüldüğü gibi
ES Tedarik	Mera ve yem üretimi	Yem miktarı	Otlatma mevsimi boyunca büyüyen bitki biyokütlesi kuru maddesi
		Yem kalitesi	Sindirilebilir organik madde yüzdesi
ES'yi Düzenleme	İklim üzerinde olumlu etki	Karbon depolama	Toprak organik karbon stoğu
Kültürel ES	Estetik ilham	Renk bolluğu	Renkli çiçekli bitki türlerinin bolluk yüzdesi
ES'yi Desteklemek	Tozlaşma yapan böcekler için yaşam alanı sağlamak	Tozlayıcılar için besin kaynakları	Polen ve nektarın çiçek ödülü göstergesinin örtü ağırlıklı ortalaması
	Biyçeşitliliğin korunması	Bitki çeşitliliği	25 m ² başına vasküler bitki türü sayısı



Şekil. Dağların Ekosistem Faydaları (NATURVÅRDSVERKET ,2018)

Şekil 12. Dağ ekosistemlerinin sunduğu ekosistem hizmetleri (Web1-Naturvardsverket'den değiştirilerek)

4.3.7.Kutup/Buzul Ekosistem Hizmetleri

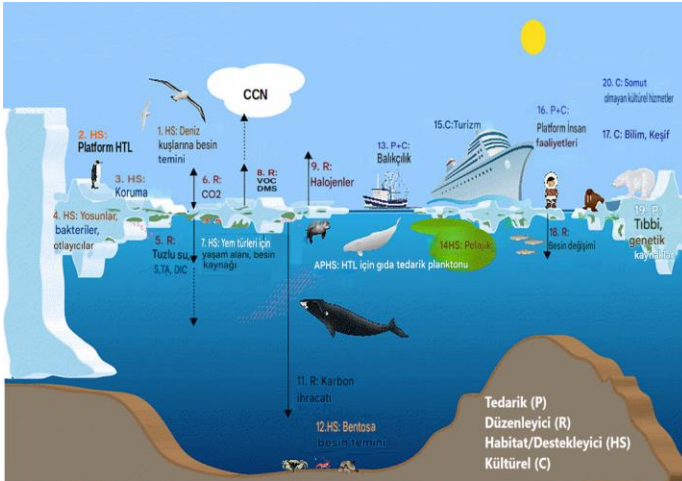
Mevsime bağılı olarak yaklaşık 6-16 milyon km² (Arktik) ve 4-19 milyon km² (Güney Okyanusu) deniz buzuyla kaplıdır , deniz buzu Dünya'daki en büyük ve en dinamik yüzey biyomlarından birini temsil eder (Arrigo, 2014 ; Steiner ve ark., 2021). Kutup habitatları, Kuzey ve Güney kutuplarını çevreleyen bölgelerde bulunur. Bu habitatların sağladığı tedarik hizmetleri (lütfen "tedarik hizmetleri" yerine "ekosistem hizmetleri"nin bir alt başlığı olarak kullanıldığını varsayalım, eğer "tedarik" kastınız buysa) arasında balık, ren geyiği, fok, deniz kuşları, likenler (likenler yosun değildir, "ren geyiği yosunu" aslında bir likenidir), turba (yakıt olarak) ve yerel topluluklar tarafından toplanan meyve ve mantarlar yer alır (Şekil 13). Ayrıca, inşaat malzemeleri ve tatlı su kaynakları da bu bölgelerdeki önemli tedarik hizmetlerindedir. Kutup habitatlarındaki düzenleyici hizmetler diğer ekosistemlere kıyasla daha az belirgin olabilir, ancak karbon tutulumu, arazi yüzeyi stabilitesi, su filtrasyonu ve atık özümleme gibi kritik süreçleri içerir(Steiner ve ark., 2021).

Kültürel hizmetler ise geleneksel yaşam tarzlarının yanı sıra kutup ayıları, penguenler ve kutup sularında mevsimsel olarak görülen çeşitli nesli tükenmekte olan deniz memelileri gibi ikonik türleri kapsar (IPIECA, 2011). Deniz buzu ekosistemi ve onunla bağlantılı sistemler, dört ekosistem hizmeti kategorisinin tamamını destekler. Deniz buzu ekosistemleri, ekolojik ve biyolojik açıdan önemli deniz alanları kriterlerini karşılar. İklim değişikliğine yol açan küresel emisyonlar, doğrudan deniz buzu ekosistemlerinin ve bunların sağladığı hizmetlerin kaybıyla ilişkilidir. Bu nedenle, deniz buzu ekosistemlerinin deniz koruma alanı planlamasında özel olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Steiner ve ark., 2021).

Deniz buzu, sıvı tuzlu su, yoğun tuzlar ve buz yapısı içinde hapsolmuş gaz kabarcıklarından oluşan çok fazlı bir ortamdır. İçindeki tuzlu su kanalları ve gözenekler, virüslerden bakterilere, mantarlara, alglerden otçul mikroorganizmalara kadar çeşitli mikrobiyal yaşam formları için habitat oluşturur. Bu türlerin bir kısmı deniz buzuna özgü (buza bağımlı) iken, diğerleri bentik (deniz tabanı) veya pelajik (açık su) yaşam evrelerine sahiptir. Deniz buzu habitatını kullanmak, benzersiz evrimsel adaptasyonlar gerektirir. Sonuç olarak, bu habitatlar dünyanın başka hiçbir yerinde bulunmayan türlere ev sahipliği yaparak küresel biyolojik çeşitliliğe benzersiz bir katkıda bulunur.

Dinamik bir ara yüzey olarak deniz buzu, küresel okyanusu atmosferden ayırmak yerine, bu iki sistemi birbirine bağlayan kritik bir köprü işlevi görür (Arrigo, 2014; Steiner ve ark., 2021). Kutup bölgelerindeki çevresel değişimin hızı ve büyüklüğünün, özellikle yüksek emisyon senaryosunda 21. yüzyılın ikinci yarısında yoğunlaşmasının öngörülmesiyle, deniz buzunun sağladığı ekosistem hizmetlerinin de değişmesi muhtemeldir (Steiner ve ark., 2021). Şekil 13'de sunulduğu üzere kutuplarda ES açısından, 3 ana bileşeni tanımlanabilir:

- (1) deniz buzu ekosistemlerinin alt trofik seviyeleri, deniz buzu içinde yaşar ve daha yüksek trofik seviyedeki, hasat edilen türler için besin zincirinin temelini oluşturur ve ayrıca karbon ihracına ve temel besin döngüsüne katkıda bulunur;
- (2) otlayanları ve yırtıcıları desteklemek için yüzen bir yaşam alanı olarak deniz buzu, yani pelajik ve bentik türler için bir sığınak ve kreş sağlamanın yanı sıra bazı daha yüksek trofik türler için üreme ve dinlenme platformu; ve
- (3) deniz buzu, insan geçim kaynakları, kültürel uygulamalar, turizm, bilim ve diğer tedarik ve kültürel kullanımlar için bir destek ve platform olarak (Steiner ve ark., 2021).

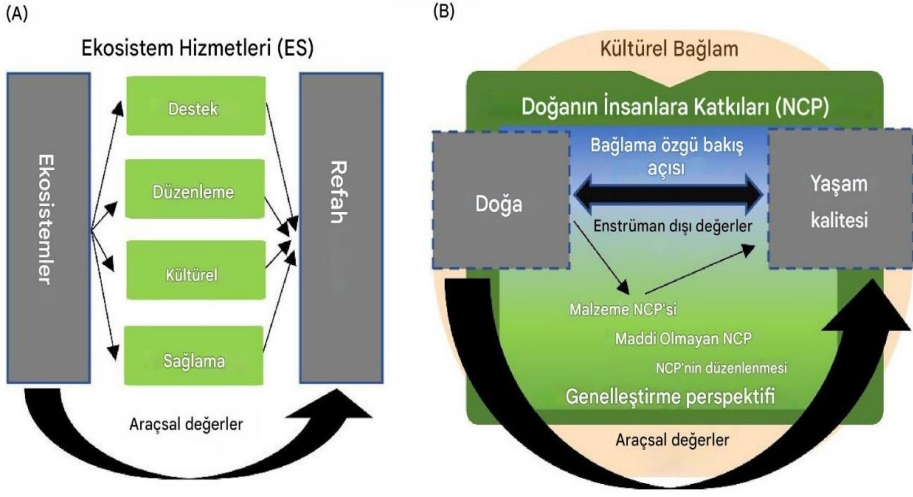


Şekil 13. Deniz buzu ekosistem hizmetlerinin temel örnekleri. Kutup deniz buzu ekosistemleri tarafından sağlanan tedarik (P), düzenleyici (R) habitat/destekleyici (H) ve kültürel (C) ekosistem hizmetlerine örnekler: (1) Daha yüksek trofik seviyedeki türlere ve deniz kuşlarına besin temini; (2) Daha yüksek trofik türlerin doğumu ve

yenidoğan bakımı için platform; (3) Buza adapte olmuş türler için yırtıcılardan koruma; (4) Sempajik algler, bakteriler, otlayıcılar (buz, eriyik göleti, sulu kar toplulukları) için habitat; (5) Tuz (S), toplam alkalinite (TA), çözülmüş inorganik karbon (DIC) ihraç eden tuzlu su drenajı; (6) CO₂ değişimi; (7) Önemli yiyecek arayan türler (amfipodlar, Antarktika krili, Arktik morinası) için habitat ve besin temini; (8) Uçucu organik bileşikler (VOC) ve dimetilsülfür (DMS) dahil olmak üzere bulut yoğunlaşma çekirdekleri (CCN) için aerosol öncüllerinin emisyonu; (9) Don çiçekleri ve kar yoluyla halojen oksidasyonu; (10) Daha yüksek trofik seviyedeki türler (balıklar, foklar, balinalar) için besin temini; (11) (Derin) okyanusa karbon ihracatı; (12) Bentik türlere besin temini; (13) Balıkçılık ve hasat; (14) Pelajik fitoplanktonlara besin temini; (15) Turizm; (16) İnsan taşımacılığı ve geçimlik hasat platformu; (17) Manevi bağlantı ve ilham, bilim ve keşif; (18) Besin değişimi; (19) Tıbbi ve genetik kaynaklar; ve (20) kıyı topluluklarını deniz buzuna bağlayan manevi deneyim ve yerli ve yerel bilgi gibi tüm maddi olmayan kültürel hizmetler (Steiner ve ark., 2021'den).

4.3. Ekosistem Hizmetlerinde Değerleme ve Tartışmalar

İnsanlar, yiyecek ve barınaktan kutsal alanlara ve diğer kültürel ihtiyaçlara kadar çok sayıda toplumsal talebi karşılamak için uzun zamandır arazileri yönetmektedir (Ellis, 2015). Şimdi, Dünya'nın karasal yüzeyinin dörtte üçünden fazlası tarım ,ormancılık ve yerleşimler yoluyla klasik insan ihtiyaçlarının bir kombinasyonunu karşılamak üzere yönetilirken (Venter ve ark.,2016) araziler giderek daha fazla bir çeşitli ilave hizmetleri için kullanılmak istenmektedir; bunların çoğu daha önce yönetilmeyen araziler olup; yaban hayatı habitatından sel kontrolüne, su arıtmaya , tozlaşma hizmetlerine, bitki örtüsünde ve topraklarda karbon emisyonlarının tutulmasına ve biyolojik çeşitlilik kayıplarının önlenmesine (Şekil 14) kadar birçok katkı sunar (Watson ve ark.,2019; Ellis ve ark.,2019). ES'de ekosistemler, genellikle olumlu bir şekilde, ölçüm, parasallaştırma, piyasa sistemleri içinde değişim ve vergiler, sübvansiyonlar ve diğer ekonomik teşvik planları (örn. PES) gibi mevcut politika araçlarına pazarlık ve entegrasyon yoluyla uygun görülen ayrı ES türlerinin 'akışları' aracılığıyla insan refahıyla bağlantılıdır (Ellis ve ark.,2019).



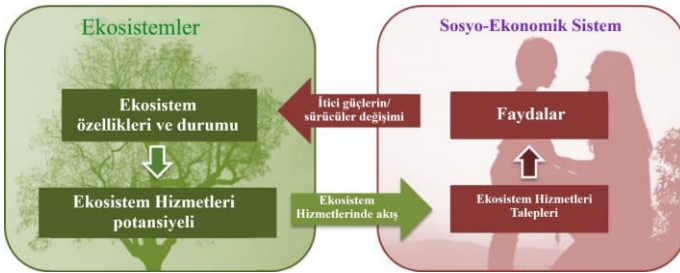
Şekil 14. (a) Ekosistem Hizmetlerinden (ES); (b) Doğanın İnsanlara Katkılarına (NCP); kadar ki Çerçeveseler (Ellis ve ark.,2019).

Değerler, insan inançlarını, davranışlarını ve kararlarını rasyonelleştiren standartlardır ve sıklıkla biyolojik ve sosyoekonomik ihtiyaçları kapsar (Schwartz, ve Bilksy,1987). Değer sistemleri, ekoloji ve sosyolojiyi birbirine bağlamak için kavramsal bir köprü sağlayabilir; bu nedenle, antropojenik aktivitenin beklenmeyen sonuçlarını belirlemek ve insan-doğal sistemler ve adil enerji geçişi hedefleriyle ilgili kararların sosyoekolojik etkilerini ölçmek için yararlı olabilirler (Carpenter ve ark.,2009; Grodsky ve ark.,2020).

Ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi, doğa ile toplum arasındaki çok katmanlı ilişkilerin sistematik biçimde analiz edilmesini gerektirir. Değerleme kavramı, yalnızca ekonomik değil; etik, kültürel ve sosyo-ekolojik boyutları da kapsayan çok disiplinli bir süreçtir. Değerler, bireylerin inançlarını, davranışlarını ve kararlarını şekillendiren temel normatif ilkeler olup (Schwartz ve Bilksy, 1987), ekolojik karar süreçlerinde hem bireysel hem kolektif düzeyde rehberlik eden unsurlar arasında yer alır. Dolayısıyla ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi, insan-doğa etkileşiminin yalnızca ekonomik bir analiz değil, aynı zamanda sosyal adalet, etik sorumluluk ve sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde yeniden tanımlanmasını sağlar. Bu yönüyle ekosistem hizmetleri, ekoloji, ekonomi, etik ve politika disiplinlerini birleştiren bütüncül bir düşünme biçiminin merkezinde yer almaktadır (Carpenter ve ark., 2009; Grodsky ve ark., 2020).

Ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi, uluslararası düzeyde standardizasyon gerektiren bir alandır. Bu kapsamda geliştirilen Ortak Uluslararası Ekosistem Hizmetleri Sınıflandırması (CICES v5.1), ekosistem muhasebesi, haritalama ve değerlendirme süreçlerinde en yaygın kullanılan referans sistemlerinden biridir (Haines-Young ve Potschin, 2018). Birleşmiş Milletler İstatistik Bölümü (UNSD), Dünya Bankası ve Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından oluşturulan bu sistem, ekosistem hizmetlerine ilişkin verilerin hiyerarşik bir yapıda toplanmasını sağlayarak, farklı ekosistem türleri ve hizmet kategorileri arasında uluslararası karşılaştırılabilirlik imkânı sunar. Bu yaklaşım, ekosistemlerin sunduğu faydaların hem biyofiziksel hem ekonomik olarak ölçülebilmesini ve ulusal hesap sistemleriyle bütünleştirilebilmesini sağlamıştır.

Ekosistemler ve toplum, bir Sosyal-Ekolojik Sistem içinde yakından bağlantılıdır . Ekosistemden topluma doğru akış, ES arzı yoluyla sağlanır. Sisteme geri akış ise, toplumun ekosistem üzerindeki itici güçler ve yönetim tarafından oluşturulan etkisidir. Sistem içindeki her adım, doğal sermayemizin toplam stoğu veya canlı kısmı olan biyoçeşitlilikle ilişkilidir. Sistemin kendi kendini düzenleme kapasitesini ve dayanıklılık veya uyum gibi biyoçeşitlilik dinamiklerinin tutumlarını belirler (Schneiders ve Müller, 2017) . Ekosistem hizmetleri hesapları, ekosistemlerden sosyo-ekonomik sistemlere bir işlem olarak anlaşılan hizmetin gerçek akışına odaklanır (Şekil 15). Bu anlamda, ekosistemlerin ve sosyo-ekonomik sistemlerin farklı bileşenleri, hizmetin gerçek akışını değerlendirmek ve zaman içindeki değişiklikleri anlamak için temeldir (Hein ve ark., 2016).



Şekil 15. Ekosistem hizmetlerinin değerlendirme yönleri (Syrbe ve ark., 2017 ; Vallecillo ve ark.,2019'den değiştirilerek).

Ekosistemlerin, insanların talebinden bağımsız olarak sağlayabileceği hizmet miktarı (yani, ES potansiyeli), genellikle dikkate alınan hizmetle ilgili olduğu kabul edilen ekosistemin özellikleri ve koşullarına dayanarak değerlendirilir (Şekil 15). Bir ES akışı, ekosistemleri sosyo-ekonomik sistemlere bağlayarak nihayetinde faydalar üretir. Bununla birlikte, sosyo-ekonomik sistemlerden türetilen değişim itici güçleri, ekosistemlerin özelliklerini ve koşullarını değiştirerek de etki eder (Şekil 15). Ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi, ekonomik analizlerin ötesinde, ekolojik süreçlerin bütüncül anlaşılmasını gerektirir. TEEB (2010) raporlarında da vurgulandığı üzere, ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin değerlendirilmesi, farklı değer sistemlerini ve kültürel normları dikkate alan çok boyutlu bir çerçeve gerektirir. Bu çerçevede, doğa yalnızca piyasa değeri üzerinden değil; kültürel, estetik, manevi ve ekolojik değerler üzerinden de değerlendirilmelidir. Parasal değerlendirme, özellikle ölçülebilir hizmetler —örneğin karbon tutma, su arıtma, sel kontrolü, odun üretimi— için uygun olsa da, kültürel veya manevi hizmetler için çoğu zaman yetersizdir. Bu nedenle, bağlama uygun bir değerlendirme yaklaşımı benimsemek, doğanın çok boyutlu işlevselliğini daha doğru biçimde yansıtır.

Ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlendirilmesi, piyasa fiyatı, piyasa dışı değerlendirme ve değer transferi yöntemleriyle yapılmaktadır (Nugroho ve ark., 2022). Piyasa fiyatı yöntemi, doğrudan ticareti yapılan ürünlerin ekonomik değerini belirlerken; seyahat maliyeti, hedonik fiyatlandırma ve koşullu değerlendirme gibi piyasa dışı yöntemler, doğrudan fiyatlandırılmayan ekosistem hizmetlerinin parasal değerini tahmin etmeye yöneliktir. Değer transferi ise bir bölgede yürütülmüş değerlendirme çalışmalarının bulgularının benzer ekolojik ve sosyoekonomik koşullara sahip diğer bölgelere uygulanması prensibine dayanır. Bu yöntemler, özellikle geniş ölçekli analizlerde ve veri sınırlılığı olan bölgelerde faydalı araçlardır (Tablo 10).

Ancak ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi yalnızca ekonomik araçlarla sınırlı tutulmamalıdır. Sosyo-kültürel değerlendirme, bireylerin ve toplulukların doğa ile kurduğu ilişkileri anlamada eşsiz bilgiler sunar (Raymond ve ark., 2013). Katılımcı yöntemler, anlatısal yaklaşımlar, tercih anketleri veya kolektif karar alma platformları, ekosistem hizmetlerine ilişkin algı, değer ve öncelikleri daha kapsamlı biçimde ortaya koyar. Bu yöntemler,

özellikle kültürel miras, manevi değerler ve kimlik temsili gibi konularda parasal göstergelerin ötesinde bir anlayış kazandırır (Lin ve ark., 2017).

Ekosistem hizmetlerinin parasal birimlerle ifade edilmesi, doğanın özelleştirilmesi veya metalaştırılması anlamına gelmez. Çoğu ekosistem hizmeti kamusal mal veya ortak havuz kaynağı niteliği taşır (Daly, 1998). Dolayısıyla, parasal değerlendirme araçları, doğanın ekonomik bir piyasa nesnesi haline gelmesinden ziyade, ekosistemlerin görünmeyen ekonomik katkılarını karar süreçlerinde görünür kılmak amacı taşır (Costanza, 2006; Monbiot, 2012). Bu anlamda, değerlendirme süreci, doğanın sağladığı faydaların “sıfır fiyat” algısından kurtarılmasına ve ekolojik kararların ekonomik rasyonaliteyle desteklenmesine hizmet eder (Farley ve Costanza, 2010). Değerleme süreci, bir hedefe ulaşmak için yapılan fayda–maliyet uzlaşmalarının analizine dayanır (Farber ve ark., 2002). Bu bağlamda, her çevresel karar, ister açık ister örtük biçimde, bir değerlendirme eylemidir (Costanza ve ark., 2011). Ekosistem hizmetlerinin insan refahına göreli katkısının belirlenmesi, doğa–insan etkileşimlerinin anlaşılmasında temel bir gerekliliktir (MEA, 2005; Costanza ve ark., 1997). Costanza ve ark. (2014), insan refahının dört sermaye bileşeni —doğal, beşeri, sosyal ve inşa edilmiş sermaye— arasındaki etkileşimler üzerinden şekillendiğini ortaya koymuştur. Bu çerçevede doğa, diğer üç sermaye biçimiyle etkileşimde bulunduğu ekosistem hizmetleri biçiminde fayda üretir. *Dolayısıyla doğanın sunduğu hizmetler doğrudan “akışlar” değil, toplumsal sistemler ve altyapılar aracılığıyla insan refahına dönüştürülen karmaşık süreçlerdir.*

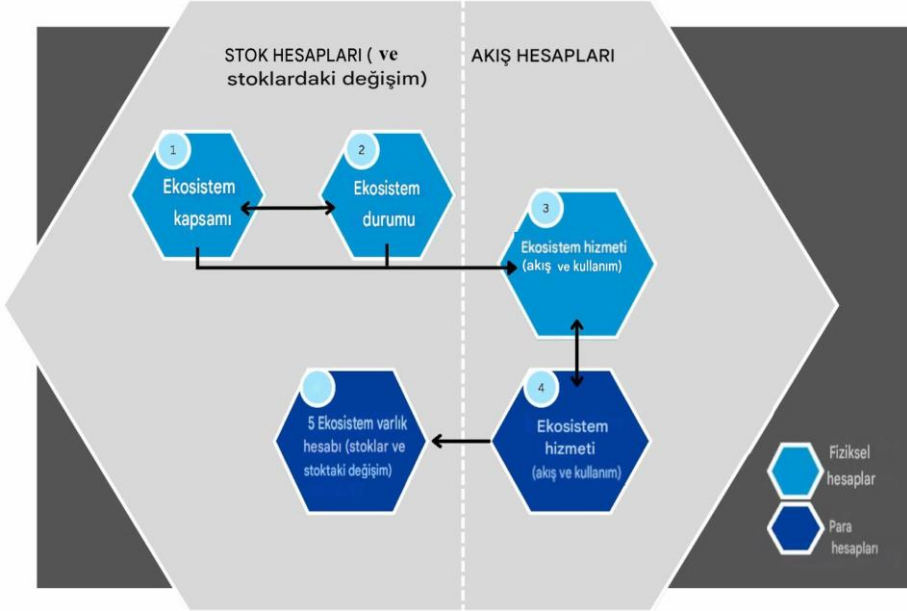
Değerlemenin teorik çerçevesi, ekosistem hizmetlerinin insan refahına katkısının dört temel bileşenle ilişkilendirilmesini gerektirir: arz, teslimat, refaha katkı ve değer (Tallis ve ark., 2012; Balvanera ve ark., 2017). Arz, bir ekosistemin belirli bir hizmeti üretme kapasitesini temsil ederken; teslimat, bu hizmetin topluma gerçekten ne kadar ulaştığını gösterir. Refaha katkı, ekosistem hizmetinin yaşam kalitesi, sağlık ve güvenlik üzerindeki etkilerini yansıtır; değer ise, bu hizmetin toplum tarafından algılanan önemini ve toplumsal öncelikler içindeki yerini tanımlar. Bu bileşenler arasında karşılıklı geri bildirim döngüleri bulunur. Tersini durumda, doğa temelli çözümlerle sağlanan iyileşmeler toplumsal değer algısını güçlendirebilir ve koruma politikalarına desteği artırabilir (Díaz ve ark., 2015). Ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesinde, doğal sermaye muhasebesi kavramı giderek önem

kazanmaktadır. Birleşmiş Milletler’in geliştirdiği SEEA–EA (System of Environmental–Economic Accounting–Ecosystem Accounting) çerçevesi, ekosistem varlıklarının kapsamı, durumu ve sağladıkları hizmetlerin hem biyofiziksel hem de parasal birimlerle değerlendirildiği uluslararası bir standarttır (UNCEEA, 2021). Bu sistem, ekosistem stokları (doğal varlıklar) ve akışlarını (hizmetler) bütüncül biçimde analiz ederek, ekosistemlerin zaman ve mekân ölçeğinde ürettikleri değeri ortaya koyar (De Valck ve ark., 2023). SEEA-EA’nın en önemli katkılarından biri, çevresel stokların ekonomik göstergelerle ilişkilendirilmesini sağlayarak, doğanın ekonomik planlama süreçlerinde “hesap verebilir” bir bileşen haline gelmesidir (Şekil 16). Avrupa Birliği’nde yürütülen ekosistem hizmet hesapları, doğa temelli rekreasyon, karbon tutma, su arıtma ve toprak verimliliği gibi hizmetlerin parasal değerini ortaya koymuştur. AB genelinde doğa temelli rekreasyon faaliyetlerinden yıllık yaklaşık 50 milyar avro değerinde ekonomik katkı sağlandığını, bu değerın 2000 yılından itibaren %26 oranında arttığını bildirmiştir. Bu sonuçlar, doğa temelli ekonominin Avrupa çevre politikalarında temel bileşen haline geldiğini göstermektedir. (Vallecillo ve ark., 2019).

Tablo 10. ES göstergeleri “doğanın değerinin nicel ölçütleri” olarak yararlıdır (Russi ve ark.,2013).

Ekosistem Hizmeti	Ekosistem Hizmet Göstergesi
Tedarik Hizmetleri	
Gıda: Sürdürülebilir şekilde üretilen/hasat edilen ürünler, meyveler, yabani meyveler, mantarlar, kuruyemişler, çiftlik hayvanları, yarı evcil hayvanlar, av hayvanları, balıklar ve diğer su kaynakları vb.	Sürdürülebilir [organik] kaynaklardan elde edilen bitkisel üretim (ton ve/veya hektar) Sürdürülebilir [organik] kaynaklardan elde edilen hayvancılık (ton ve/veya hektar). Sürdürülebilir [organik] kaynaklardan elde edilen balık üretimi (ton canlı ağırlık) (örneğin, güvenli biyolojik sınırlar içinde yakalanan balık stoklarının oranı)
Su miktarı	Toplam tatlı su kaynakları (milyon m ³)
Hammaddeler: Sürdürülebilir şekilde üretilen/hasat edilen yün, deri, post, bitkisel lif (pamuk, saman vb.), kereste, mantar vb.; Sürdürülebilir şekilde üretilen/hasat edilen yakacak odun, biyokütle vb.	İnşaat için kereste (doğal ve/veya sürdürülebilir yönetilen ormanlardan elde edilen milyon m ³)
Düzenleme hizmetleri	
İklim/iklim değişikliği düzenlemesi: karbon tutma, sıcaklık ve yağışın korunması ve kontrolü	Toplam tutulan/depolanan karbon miktarı = hektar başına tutma/depolama kapasitesi x toplam alan (Gt CO ₂)
Aşırı olayların azaltılması: sel kontrolü, kuraklığın azaltılması	Zararlı doğal afet sayısındaki eğilimler Olay olasılığı

Su düzenlemesi: yüzeysel suyu akışının düzenlenmesi, akifer beslenmesi vb.	Bir ekosistemin sızma kapasitesi/oranı (örneğin, su miktarı/yüzeysel alanı) - birim alan/zaman başına hacim Toprak suyu depolama kapasitesi (mm/m) Taşkın yatağı su depolama kapasitesi (mm/m)
Su arıtma ve atık yönetimi: besin maddelerinin ve kirleticilerin ayrıştırılması/tutulması, su kütlelerinin ötrofikasyonunun önlenmesi vb.	Sulak alanlar tarafından besin maddelerinin uzaklaştırılması (ton veya yüzde) Su ekosistemlerindeki su kalitesi (tortu, bulanıklık, fosfor, besin maddeleri vb.)
Erozyon kontrolü: besin maddelerinin ve toprak örtüsünün korunması ve erozyonun olumsuz etkilerinin önlenmesi (örneğin, toprağın fakirleşmesi, su kütlelerinin artan sedimantasyon seviyesi)	Arazi kullanım türüne göre toprak erozyon oranı
Kültürel ve sosyal hizmetler	
Peyzaj ve doğal güzellik değerleri: ekosistemin doğal güzellikleri, kültürel çeşitlilik ve kimlik, manevi değerler, kültürel miras değerleri vb.	Yerleşim yeri sakinlerinin sayısı ve gayrimenkul değerlerindeki değişimler
Ekoturizm ve rekreasyon: yürüyüş, kamp, doğa yürüyüşleri, koşu, kayak, kano, rafting, amatör balıkçılık, dalış, hayvan gözlemciliği vb.	Yıllık alan ziyaretçi sayısı Doğa turizmi miktarı
Kültürel değerler ve ilham verici hizmetler, örneğin eğitim, sanat ve araştırma	Bir alanda düzenlenen toplam eğitim gezisi sayısı, alanları ve çevresini konu alan TV programı, çalışma, kitap vb. sayısı, Bilimsel yayın ve patent sayısı



Şekil 16. Kullanımları, kullanıcıları ve faydaları anlamak için SEEA-EA çerçevesi (UN, 2021; de Valck ve ark.,2023).

Ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi, yalnızca bilimsel bir faaliyet değil, aynı zamanda yönetim ve etik bir zorunluluktur. Kumar

(2012), ekosistem değerlendirmelerinin mekânsal ve zamansal bağlama duyarlı, senaryo temelli ve paydaş katılımını içeren bir yapı içinde yürütülmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu yaklaşım, belirsizliklerin azaltılmasını, risk analizinin güçlendirilmesini ve karar alma süreçlerinde şeffaflığın artırılmasını sağlar. Ayrıca, farklı paydaşların (kullanıcılar, sağlayıcılar, etkilenen gruplar) rollerinin açık biçimde tanımlanması, ekosistem hizmetlerinin adil paylaşımı açısından kritik önemdedir.

Ekosistem hizmetlerine ve biyoçeşitliliğe parasal açıdan değer biçmek karmaşık ve tartışmalı olabilir. Biyoçeşitlilik, yerelden küresel düzeye kadar birçok hizmet sunarken, biyoçeşitlilik kaybına verilen tepkiler duygusal olandan faydacı olana kadar değişmektedir. Aynı zamanda, birçok ekonomik değerlemenin temelini oluşturan doğa bilimi hala yeterince anlaşılmamıştır. Bununla birlikte, hem ekonomi hem de etik, biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin değerlerine daha sistematik bir şekilde dikkat edilmesini gerektirmektedir. Değerleme metodolojisinde önemli ilerleme kaydedilmiştir ve bu süreç, özellikle yerel ölçekte birçok ekosistem hizmeti için tartışmasız olmalıdır. Bir ekosistem hizmeti perspektifi, biyoçeşitliliğin ekonomik değerlemelerine bilgi sağlamalı ve karar vericilerin doğayı koruma veya restore etmenin faydalarını ve maliyetlerini nasıl dikkate alabileceklerine odaklanmalıdır. İlgili ekosistem hizmetleri belirlendikten sonra, kararın bağlamı hangi yöntemlerin ve ne ölçüde niceliksel ve parasal değerlemenin uygun olduğunu belirleyecektir (TEEB, 2010).

Sonuç olarak, ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi yalnızca doğanın ekonomik değerinin ölçülmesi değil, aynı zamanda toplumun doğayla olan ilişkisini yeniden tanımlama sürecidir. Ekonomik, sosyal, etik ve ekolojik boyutların bir arada ele alındığı bu çok yönlü çerçeve, doğa temelli kararların meşruiyetini güçlendirir. Ekosistem hizmetleri, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi, yoksulluğun azaltılması, iklim değişikliğine uyum ve insan refahının uzun vadeli güvence altına alınması için vazgeçilmez bir kavramsal araçtır. Bu nedenle, ekosistem hizmetleri yaklaşımı, yalnızca çevre yönetimi politikalarının değil, aynı zamanda sürdürülebilir ekonomi ve sosyal adaletin de kurumsal temeli olmalıdır.

4.4. Ekosistem Hizmetleri ve Sürdürülebilirlik

Ekosistemlerde, peyzajlarda ve tür çeşitliliğinde değerin tanınması, tüm insan toplumlarının ortak bir özelliği olup, kimi zaman bu farkındalık tek başına koruma ve sürdürülebilir kullanımın sağlanması için yeterli olabilmektedir (TEEB, 2010). Bununla birlikte, birçok ekosistemin işlevsel bütünlüğünü tehdit eden kritik eşiklere (thresholds) ve devrilme noktalarına (tipping points) yaklaşmakta olduğu yönünde artan bilimsel kanıtlar bulunmaktadır. Bu eşiklerin aşılması, ekosistemlerin sunduğu hizmetlerin sürdürülebilirliğini ciddi biçimde tehlikeye atabilir. Ancak, farklı ekosistemlerin geri dönüşsüz bozulmalar yaşamadan önce ne ölçüde baskıya dayanabileceği konusunda hâlâ büyük belirsizlikler mevcuttur. Bu nedenle, ekosistemlerin uzun vadeli sağlık durumunu ve hizmet akışının sürekliliğini koruyacak önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir (TEEB, 2010).

Yoksulluk ile biyolojik çeşitlilik arasındaki ilişki karmaşık ve çok boyutludur. Gelişmekte olan ülkelerde yoksul haneler, gelirlerinin önemli bir bölümünü doğrudan doğal sermayeden (tarım, balıkçılık, ormancılık vb.) elde etmekte, dolayısıyla doğal kaynakların bozulmasından orantısız biçimde etkilenmektedir. Bu haneler, su arıtımı, afetlerden korunma veya toprak verimliliği gibi kritik ekosistem hizmetlerinin kaybına karşı savunmasızdır. Bu nedenle, doğal sermayenin sürdürülebilir yönetimi, yoksulluğun azaltılması ve Binyıl Kalkınma Hedefleri'nin gerçekleştirilmesi için temel bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (TEEB, 2010).

Biyoçeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin tam değerinin görünür kılınması, sürdürülebilir kaynak yönetimine yönelik toplumsal ve politik bağlılığı güçlendirmektedir. Bu bağlamda doğal sermayenin ana akım politikalara entegrasyonu, çeşitli sektörlerde uygulanabilir (TEEB, 2010):

- Ekonomik, ticaret ve kalkınma politikaları: yeni düzenlemeler, yatırımlar ve anlaşmalarda biyoçeşitlilik etkilerinin değerlendirilmesi.
- Ulaşım, enerji ve madencilik: altyapı planlamasında ve çevresel izin süreçlerinde doğa değerlerinin hesaba katılması.
- Tarım, ormancılık ve balıkçılık: biyoçeşitliliğin ekonomik değerinin politika reformlarına entegre edilmesi.
- Kurumsal stratejiler: doğal sermayenin kurumsal sosyal sorumluluk ve finansal raporlama süreçlerine dahil edilmesi.

- Kalkınma planlaması: yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde doğal sermaye muhasebesinin yaygınlaştırılması.
- Tüketim ve kamu alımları: ekolojik etiketleme ve sürdürülebilir sertifikasyon sistemlerinin geliştirilmesi.

Bu çok katmanlı yaklaşım, doğanın yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal bir varlık olarak değerlendirilmesini sağlayarak, doğa temelli kalkınma paradigmasının uygulanabilirliğini artırmaktadır.

Sürdürülebilirlikle ilgili üç bilgi türünün tipografisine Şekil 20'de sunulmuştur. Bunlar; Sistem bilgisi, sosyal ve ekolojik sistem işleyişinin, sosyal-ekolojik etkileşimler ve bu etkileşimlerden kaynaklanan mevcut ve potansiyel gelecekteki ekosistem hizmeti akışları dahil, betimleyici bir anlayışıyla ilgilidir. Sistem bilgisi, ekosistem hizmetleriyle ilgilenen birden fazla araştırma kolundan gelen bilgiyi bütünleştirerek disiplinler arası olmalıdır. Normatif bilgi, bir sistemin nasıl olması gerektiğine dair yargılarla ilgilidir. Normatif bilgi, hem istenen sistem durumları hakkındaki bilgiyi (normatif hedefler veya hedef bilgi hem de dünyanın alternatif potansiyel durumlarını değerlendirmeye ilişkin değer yargılarının rasyonalizasyonu ile ilgili bilgiyi kapsar. Son olarak, normatif bilgiden türetilen toplumsal hedeflere doğru ekosistemleri yönetmek için somut stratejiler geliştirmek amacıyla dönüştürücü bilgiye ihtiyaç vardır. Dönüştürücü bilgi yalnızca belirli politika müdahaleleriyle ilgili değildir, aynı zamanda katılım, güçlendirme, eğitim ve iletişim gibi daha genel stratejileri de kapsar (Latterra ve ark.,2017).

Latterra ve ark. (2017) tarafından vurgulanan sistem bilgisi, normatif bilgi ve dönüştürücü bilgi arasındaki ilişki, ekosistem hizmetlerinin yönetimini yalnızca tanımlayıcı bir çerçeveden çıkarıp eyleme dönük bir vizyon haline getirmektedir. Bu dönüşüm, ekosistem hizmetleri araştırmalarının sadece akademik bir alan değil, aynı zamanda toplumsal dönüşümün stratejik aracı olmasını sağlayacaktır (Şekil 20).

TEEB (2010) raporu, doğanın ekonomik sistemler ve karar alma süreçlerine entegrasyonunun yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyoekonomik bir zorunluluk olduğunu vurgulamaktadır. Rapor, doğanın insan geçim kaynaklarına, sağlığa, güvenliğe ve kültürel refaha olan katkısının her düzeydeki karar vericiler tarafından tanınması gerektiğini ve bu katkıların ekonomik değerlerle görünür kılınmasının politika araçlarına entegre edilmesini savunmaktadır. Bu kapsamda, doğal sermayenin ekonomik

değerinin piyasa temelli ya da piyasa dışı mekanizmalar yoluyla yakalanması, çevre ve kalkınma politikalarının merkezine yerleştirilmelidir. Geleceğe yönelik olarak, ekosistem hizmetleri biliminin normatif temelleri yeniden değerlendirilmelidir.

Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH), sürdürülebilir kalkınmayı sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla birlikte ele alan bütüncül bir çerçeve sunmaktadır (Costanza ve ark., 2016). 2030 Gündemi ile kabul edilen SKH'ler, Binyıl Kalkınma Hedefleri'ne kıyasla daha sistemik bir yaklaşım benimseyerek kalkınmanın önündeki yapısal engelleri ele almakta ve yönetim süreçleriyle entegrasyonu güçlendirmektedir (BM, 2015). SKH'ler, yalnızca gelişmekte olan ülkeler için değil, tüm ülkeler için geçerlidir ve küresel ölçekte sistem dönüşümünü hedeflemektedir. Bununla birlikte, 17 hedef, 169 alt amaç ve 300'ü aşkın gösterge içermesi, uygulama açısından belirsizlikler ve önceliklendirme zorlukları yaratmaktadır.

Costanza ve ark. (2014a), sürdürülebilir kalkınmanın ekolojik ekonomi ilkeleriyle yeniden çerçevelenmesini önermektedir. Daly'nin (1992) klasik yaklaşımını temel alan bu modelde sürdürülebilir refah üç bileşene ayrılmaktadır: ekolojik sürdürülebilirlik (ölçek), adil paylaşım (dağılım) ve ekonomik verimlilik (tahsis). Buna göre, ekonomik büyüme ve toplumsal refah çevresel sınırların içinde kalmalı; çevresel sistemlerin taşıma kapasitesi gözetilerek planlanmalıdır. Bu model, SKH'lerin alt hedeflerinin ekosistem hizmetleriyle doğrudan ilişkilendirilmesine olanak tanır.

Son yıllarda SKH çerçevesine entegre edilen döngüsel ekonomi paradigması, kaynak kullanımında verimliliği artırmayı, atık üretimini en aza indirmeyi ve sistemdeki madde ve enerji döngülerini kapatmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, "al-üret-tüket-at" şeklindeki doğrusal ekonomik modeli sorgulayarak, sürdürülebilir kalkınmanın ekolojik temellerini güçlendirmektedir (Aarikka ve ark., 2021).

Ekosistem hizmetlerinin SKH'lere katkısı üzerine yapılan değerlendirmeler, bu hizmetlerin özellikle SDG2 (Açlığa Son), SDG6 (Temiz Su ve Sanitasyon), SDG13 (İklim Eylemi) ve SDG15 (Karasal Yaşam) hedeflerinde merkezi bir rol oynadığını ortaya koymaktadır (Wood ve ark., 2018). Xu ve Peng (2024) tarafından gerçekleştirilen kapsamlı analiz, 1960'lardan günümüze ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir kalkınmadaki

ağırlığının giderek arttığını göstermektedir. Bu çalışma, ekosistem hizmetlerinin 17 SKH'nin tamamına potansiyel katkı sağladığını; ancak bu katkının yoğunluğunun hedefler arasında değiştiğini belirtmektedir.

Buna göre, ekosistem hizmetleri yalnızca çevresel sürdürülebilirliği destekleyen unsurlar değil, aynı zamanda sosyal adalet, ekonomik istikrar ve yönetim etkinliği için de temel bileşenlerdir. Doğal sermayenin ekonomik, sosyal ve kültürel boyutlarıyla tanınması, sürdürülebilir kalkınmanın bütüncül şekilde başarılabilmesi için zorunludur.

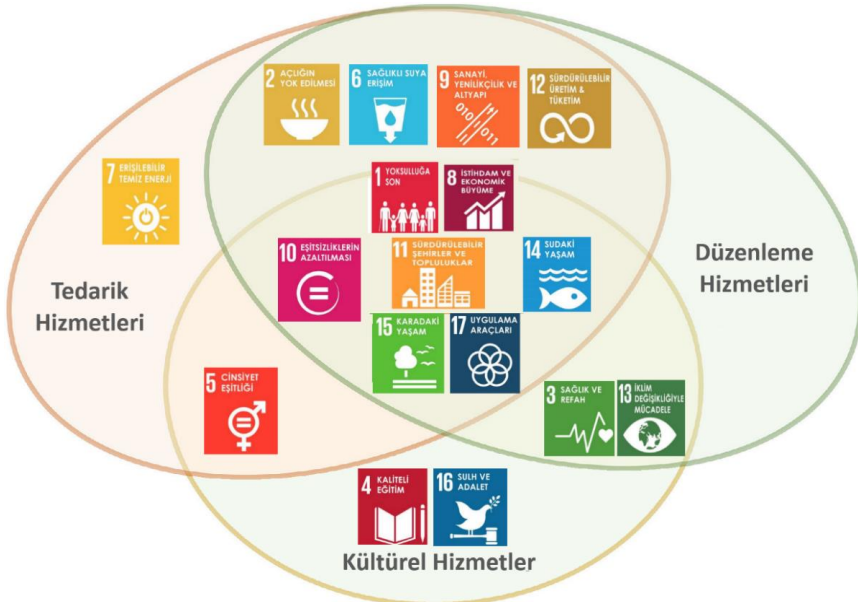
Antropojenik faaliyetlerin hız kazanmasıyla birlikte insanlık, Antropocen Çağı olarak adlandırılan yeni bir jeolojik döneme girmiştir. Bu dönemde, insan etkisi gezegenin jeofiziksel süreçlerini geri döndüremez biçimde dönüştürmüş, kara ve deniz ekosistemlerinde derin yapısal değişimlere neden olmuştur. Dünya, iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, toprak bozulması ve tatlı su kaynaklarının tükenmesi gibi gezegensel sınırların çoğuna yaklaşmış veya bazılarına aşmıştır. Bu durum, hem insan hem de doğa sistemlerinin sürdürülebilirliğini tehdit eden küresel ekolojik krizlerin merkezinde yer almaktadır (Xu ve Peng, 2024).

Bu gidişatı tersine çevirmek amacıyla, 2015 yılında düzenlenen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde 17 ana hedef ve 169 alt hedefi kapsayan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) kabul edilmiştir (BM, 2015). SKH'ler, insan refahı, ekonomik kalkınma ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki karmaşık ilişkileri bütüncül bir çerçevede ele alarak, uzun vadeli refah ve adil kaynak kullanımına dayalı bir gelecek vizyonu oluşturmayı amaçlamaktadır.

Bu bağlamda ekosistem hizmetleri (ES), doğanın sürdürülebilir kalkınmaya katkısını değerlendirmede sezgisel bir çerçeve sunar. Tedarik, düzenleyici ve kültürel hizmetler yoluyla ES, gıda güvenliği, temiz su temini, iklim düzenlemesi, afet dayanıklılığı, habitat bütünlüğü ve estetik refah gibi çok boyutlu faydalar üretir (Costanza ve ark., 1997). Dolayısıyla, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir biçimde yönetilmesi, SKH'lerin gerçekleştirilmesi için temel bir süreçtir (IPBES, 2016; ICSU, 2015).

Xu ve Peng (2024), ekosistem hizmetlerinin 17 SKH'nin tamamına potansiyel katkı sağladığını, ancak katkının türlere ve hedeflere göre değiştiğini ortaya koymuştur. Örneğin; tedarik, düzenleme ve kültürel hizmetlerin tümü SDG1 (Yoksulluğa Son), SDG8 (İnsana Yakışır İş ve

Ekonomik Büyüme), SDG11 (Sürdürülebilir Şehirler), SDG14 (Sudaki Yaşam), SDG15 (Karasal Yaşam) ve SDG17 (Amaçlar için Ortaklıklar) hedeflerine doğrudan katkı sağlamaktadır. Buna ek olarak, tedarik ve düzenleme hizmetleri SDG2 (Açlığa Son), SDG6 (Temiz Su ve Sanitasyon), SDG9 (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı) ve SDG12 (Sorumlu Üretim ve Tüketim) hedeflerine katkıda bulunurken; kültürel hizmetler SDG4 (Nitelikli Eğitim), SDG5 (Toplumsal Cinsiyet Eşitliği) ve SDG16 (Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar) gibi sosyal boyutlu hedeflerde önemli rol oynamaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. ES'nin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına potansiyel katkısı (Xu ve Peng, 2024).

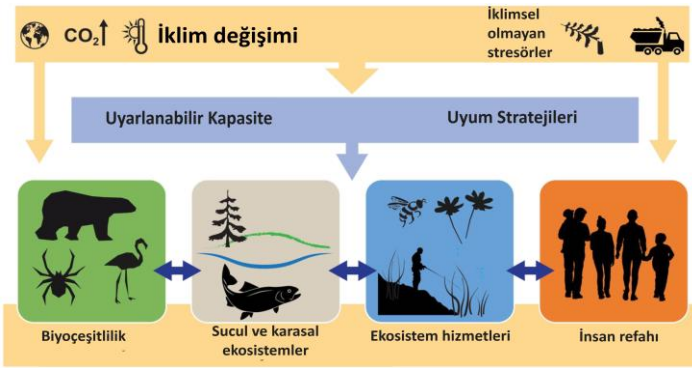
Dolayısıyla, ekosistem hizmetleri yalnızca çevresel fayda sağlayan unsurlar değil, aynı zamanda sosyal eşitlik, ekonomik istikrar ve yönetim kalitesi üzerinde doğrudan belirleyicidir. 17 SKH'nin bütüncül olarak başarılması, birden fazla ekosistem hizmeti türünün eş zamanlı katkısını gerektirmektedir. Bu hizmetlerden herhangi birinin eksikliği, sürdürülebilir kalkınma sürecinde dengesiz ilerlemelere neden olabilmektedir (Xu ve Peng, 2024). Sonuç olarak, ekosistem hizmetleri yalnızca çevresel dayanıklılığı değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmanın sosyal ve ekonomik boyutlarını da destekleyen sistemsel bağlayıcı unsurlardır. Bu nedenle, ES

kavramının SKH politikalarına entegrasyonu, 2030 Gündemi'nin başarısı için vazgeçilmezdir.

4.5. Ekosistem Hizmetleri ve İklim Değişiminin Etkileri

İklim değişikliği, ekosistem hizmetlerinin kapsamını ve boyutlarını doğrudan ve dolaylı olarak niteliksel ve niceliksel biçimde etkilemektedir. Biyokütle üretimi, besin döngüsü, toprak oluşumu, oksijen üretimi ve su döngüsü gibi destekleyici hizmetler; gıda, içme suyu, kereste, yem ve lif gibi tedarik hizmetleri; ayrıca karbon tutma, su düzenleme, sel kontrolü ve tozlaşma gibi düzenleyici hizmetler bu etkilerden önemli ölçüde zarar görmektedir. Turizm, kültürel miras, estetik ve manevi değerler gibi kültürel hizmetlerin de azalması beklenmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin ekosistem hizmetleri üzerindeki etkilerini anlamak, hem adaptasyon hem de azaltım stratejilerinin geliştirilmesi için kritik önemdedir. Ekosistemlerin korunması, restorasyonu ve sürdürülebilir yönetimi bu süreçlerin temelini oluşturur (Bakure ve ark., 2022).

Ekoloji ve iklim, aynı biyojeofizik sistemin iki tamamlayıcı boyutunu temsil eder (Şekil 18). Bu iki alanın entegrasyonu, hem yerel topluluk temelli hem de küresel politika düzeyindeki yaklaşımların uyumlaştırılmasıyla daha etkili sürdürülebilirlik politikalarına olanak sağlar (Pielke ve ark., 2022). BM'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ve özellikle Hedef 13 (İklim Eylemi), ekoloji-iklim ilişkisini dikkate alan bütüncül yaklaşımların önemini vurgulamaktadır.



Şekil 18. İklim , fiziksel , biyolojik bileşenlerinin bağlantıları (Pielke ve ark., 2022'den).

Ancak iklim değişikliği hâlen çoğunlukla fiziksel süreçlerle açıklanmakta; biyojeokimyasal döngüler, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem dinamikleri yeterince bütüncül ele alınmamaktadır (Şekil 22). Bu ayrım, dünya sisteminin bileşenleri arasındaki etkileşimi sınırlı yansıtarak öngörülerini zayıflatmaktadır. Oysa atmosfer, toprak, su ve biyota arasındaki geri beslemeler, iklimsel değişkenliğin anlaşılmasında belirleyicidir (Pielke ve ark., 2022).

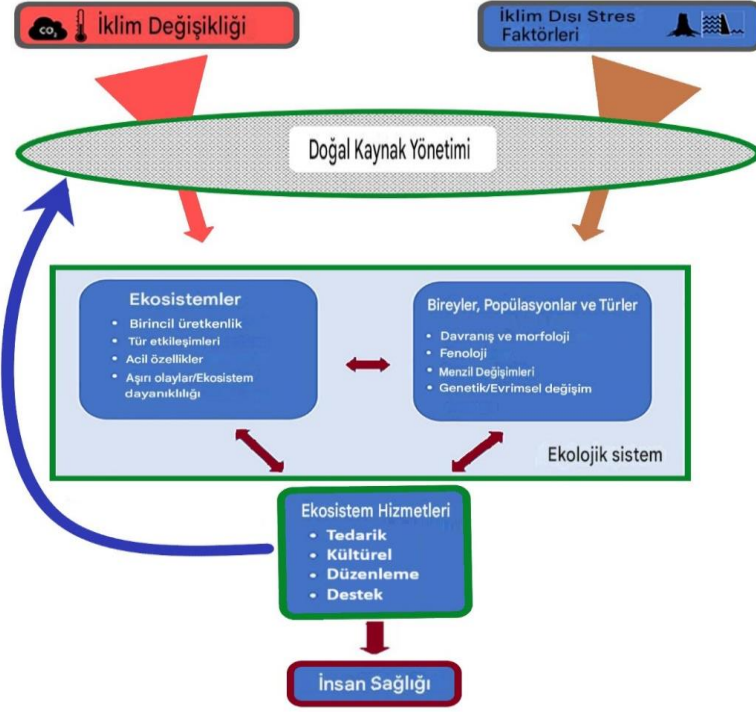
IPCC (2018) raporlarına göre, küresel ısınmanın 1,5 °C eşliğini aşması, ekosistem dayanıklılığını zayıflatacak ve biyoçeşitlilik kaybını hızlandıracaktır. İnsan faaliyetlerinin arazi kullanımı, ormansızlaşma ve kaynak aşımı gibi etkileri, ekosistemlerin iklimsel tamponlama kapasitesini azaltarak felaket risklerini artırmaktadır (Salles, 2011; Baciu ve ark., 2021). Paris Anlaşması'nın ısınmayı 2 °C'nin altında sınırlama hedefi, bu riskleri azaltmayı amaçlamaktadır (Shepardson ve ark., 2012). Küresel ölçekte artan sıcaklıklar, aşırı hava olayları ve habitat kaybı, ekosistem yapısının ve işlevinin %25–40'ını tehdit etmektedir (Yang ve ark., 2021). Biyoçeşitliliğin azalması, tedarik, düzenleme, destekleme ve kültürel hizmetlerin sürekliliğini zayıflatmakta, dolayısıyla ekosistem temelli adaptasyonun (EbA) aciliyetini artırmaktadır (Díaz ve ark., 2019).

Doğal altyapıya yatırım yapmak, hem ekonomik hem ekolojik açıdan rasyonel bir stratejidir. Mangrovlar, sulak alanlar ve orman havzalarının korunması, atık su arıtma tesisleri veya setler gibi mühendislik çözümlerine kıyasla daha sürdürülebilir ve düşük maliyetlidir. Ayrıca, orman restorasyonu ve REDD+ gibi girişimler, karbon sekestrasyonunu artırarak iklim değişikliğini hafifletme fırsatları sunmaktadır (TEEB, 2010).

Arktik deniz buzundaki azalma, küresel iklim değişikliğinin en belirgin göstergelerindedir. Artan ışık geçirgenliği fitoplankton üretimini artırırken, buz kaybı deniz faunasının yok olmasına, metan salımına ve küresel ısınmanın hızlanmasına neden olmaktadır (Lannuzel ve ark., 2020).

IPCC (AR4) raporuna göre, yüzyıl sonuna kadar birçok ekosistemin dayanıklılığı sel, kuraklık, orman yangını ve okyanus asitlenmesi gibi streslerle aşılabılır. Özellikle tundra, boreal ormanlar, Akdeniz ekosistemleri, mercan resifleri ve mangrovlar risk altındadır. Ortalama sıcaklıkların 2–3 °C artması, değerlendirilen türlerin %20–30'unun yok olma riskiyle karşı karşıya kalmasına yol açacaktır (Mooney ve ark., 2009).

Ekosistem bozulması, yalnızca biyolojik çeşitliliğin azalmasına değil, aynı zamanda karbon yutaklarının kaynaklara dönüşmesine neden olarak iklim değişikliğini hızlandırır. Bu süreç, doğal ve insan sistemlerinin felaketlere karşı kırılabilirliğini artırır. Dolayısıyla, ekosistemlerin izlenmesi, dayanıklılığının güçlendirilmesi ve biyolojik temellerin yeniden yapılandırılması, iklim uyum politikalarının merkezinde yer almalıdır (Mooney ve ark., 2009; Weiskopf ve ark., 2020). İklim değişikliği, biyoçeşitlilik ve ekosistemler için yaygın ve büyüyen küresel bir tehdittir. İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler için yaygın ve giderek artan küresel bir tehdittir. İklim değişikliği, bireysel türleri ve bunların diğer organizmalarla ve yaşam alanlarıyla etkileşim kurma biçimlerini etkileyerek ekosistemlerin yapısını ve işlevini ve doğal sistemlerin topluma sağladığı mal ve hizmetleri değiştirir (Şekil 23). Çeşitli biyolojik topluluklar ve işleyen ekosistemler, insan refahını destekleyen ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesi açısından kritik öneme sahiptir (Díaz ve ark., 2019). Bu nedenle, iklim değişikliğinin türler, popülasyonlar ve ekosistemler üzerindeki etkileri, tedarik, düzenleme, destekleme ve kültürel hizmetlerdeki değişiklikler de dahil olmak üzere ekosistem hizmetlerinin kullanılabilirliğini ve sunumunu etkilemektedir (Díaz ve ark., 2019; Weiskopf ve ark., 2020).



Şekil 19. İklim değişikliği ve iklim dışı stres faktörleri, ekolojik sistemlerin birden fazla ölçekte etkileşimi (Weiskopf ve ark.,2020).

Şekil'19 da verilen birleşik stres faktörleri, bireyleri, popülasyonları ve türlerin yanı sıra ekosistem süreçlerini ve özelliklerini de etkiler. İklim değişikliğinin diğer stres faktörlerine göre göreceli etkisi, türe veya ekosisteme bağlı olarak değişir. Çeşitli biyolojik topluluklar ve işleyen ekosistemler, insan refahını destekleyen ekosistem hizmetlerinin (MEA, 2005) sürdürülmesi için kritik öneme sahiptir (Díaz ve ark., 2019). Doğal kaynak yönetimi, biyolojik çeşitliliği, ekosistemleri ve hizmetlerini etkiler ve iklim değişikliği ile iklim dışı stres faktörlerini hafifletebilir veya şiddetlendirebilir (Weiskopf ve ark.,2020).

SONUÇ

Ekosistem yaklaşımı, doğa-insan etkileşimini sistem düzeyinde kavramsallaştıran yeni bir paradigma sunmakta ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini ekosistem hizmetleri ile bütünleştirmektedir. Ekosistem hizmetleri,

insan refahı için doğanın ekonomik, sosyal ve ekolojik değerlerini bütünleştiren kapsamlı bir çerçeve sunar. Ancak, bu kavramın yönetsel ve ekonomik karar alma süreçlerine entegrasyonu birçok ülkede sınırlıdır. CICES gibi sınıflandırmalar, ekosistem hizmetlerinin muhasebeleştirilmesi ve izlenmesinde küresel standardizasyon sağlayarak biyofiziksel göstergelerin ekonomik göstergelerle uyumlaştırılmasına olanak tanır. Ekosistem hizmetlerinin etkin yönetimi, biyofiziksel ölçütlerin yanı sıra sosyal faktörlere de dayanmalıdır. CICES ve SEEA-EEA gibi entegre muhasebe sistemleri, ekosistem hizmetlerinin ekonomik ve çevresel boyutlarının izlenmesine olanak tanıyarak rasyonel karar destek mekanizmaları oluşturur. Bu çabaların sürdürülebilirliği, disiplinler arası iş birliği ve güçlü yönetim yapıları gerektirir.

TEEB (2010) vurguladığı üzere, doğanın görünmezliği politik ve yatırım kararlarında "değer körlüğüne" yol açmakta, ekosistem tahribatı ise sosyoekonomik maliyetleri artırmaktadır. Bu nedenle, doğal sermayenin değerlendirilmesi piyasa temelli analizlerle sınırlı kalmamalı; sosyal faydalar ve ekolojik direnç kapasitesi de dikkate alınarak çok boyutlu bir değerlendirme yaklaşımı benimsenmelidir. Costanza vd. (2014, 2017), ekosistem hizmetlerinin parasal değerinin GSYİH gibi göstergelerden daha kapsamlı bir refah ölçütü sunduğunu ortaya koymuştur.

Yoksulluk ve biyoçeşitlilik arasındaki etkileşim, ekosistem hizmetleri perspektifinde kritik öneme sahiptir. Doğal sermaye, düşük gelirli toplulukların geçim kaynağı olduğundan, ekosistem bozulması sosyoekonomik kırılganlıkları artırmaktadır. Doğa temelli çözümler, hem yoksulluğun azaltılması hem de ekosistem kapasitesinin güçlendirilmesi için merkezi stratejilerdir. Biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir yönetimi, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ile doğrudan bağlantılıdır. Özellikle SKH 2, 6, 13 ve 15 gibi hedefler, ekosistem hizmetlerinin güvenli arzına bağlıdır. Ancak, iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik kaybı gibi küresel değişimler, ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini tehdit etmektedir. IPCC (2018) projeksiyonlarına göre, birçok ekosistemin dayanıklılığı aşılabilecek ve tür kayıpları artacaktır. Bu nedenle, ekosistem tabanlı adaptasyon ve doğa temelli çözümler, toplumsal dayanıklılığı artırmak için kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak, ekosistem hizmetleri yaklaşımı, doğayı korumanın ötesinde ekonomik kalkınma, sosyal adalet ve küresel refahı bütünleştiren yeni bir kalkınma paradigmasıdır. Ekosistem hizmetlerinin ulusal planlama, ekonomik muhasebe ve refah göstergelerine entegre edilmesi, dayanıklı ve adil bir gelecek inşası için zorunludur.

KAYNAKÇA

- Aarikka-Stenroos, L.; Ritala, P.; Thomas, L.D.W. (2021).Circular economy ecosystems: A typology, definitions, and implications. In Handbook of Sustainability Agency; Teerikangas, S., Onkila, T., Koistinen, K., Mäkelä, M., Eds.; Edgar: Cheltenham, UK,
- Akinsete, E., Apostolaki, S., Chatzistamoulou, N., Koundouri, P. and Tsani, S. (2019) Linking Integrated Water Resource Management and Human Wellbeing: Assessing Four River Basins in Europe. *Water*, 11(3), 508.
- Allen, V.G.; Batello, C.; Berretta, E.J.; Hodgson, J.; Kothmann, M.; Li, X.; Mcivor, J.; Milne, J.; Morris, C.; Peeters, A.; et al. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass Forage Sci.* , 66, 2–28.
- Alsharif, W., Saad, M.M., Hirt, H., (2020). Desert microbes for boosting sustainable agriculture in extreme environments. *Front. Microbiol.* 11, 496411.
- Apostolaki, S., Akinsete, E., Koundouri, P., Samartzis, P.(2019). Freshwater: The importance of freshwater for providing ecosystem services . Department of International and European Economic Studies , Athens University of Economics and Business, Working Paper Series, p 22.
- Arrigo, KR. (2014). Sea-ice ecosystems. *Annual Reviews of Marine Science* 6: 439–467.
- Baciu, G. E., Dobrotă, C. E., & Apostol, E. N. (2021). Valuing Forest Ecosystem Services. Why Is an Integrative Approach Needed? *Forests*, 12(6), 677.
- Bakure,B.Z., Kitessa Hundera, K. and Abara, M. (2022). Review on the effect of climate change on ecosystem services. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1016 012055DOI 10.1088/1755-1315/1016/1/012055.
- Balvanera, P. et al. (2017). Ecosystem Services. In: Walters, M., Scholes, R. (eds) *The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27288-7_3.
- Barbier, E. B. (2017). Marine ecosystem services. *Current Biology. Cell Press.* <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.03.020>
- Beddoe, R., Costanza, R., Farley, J., Garza, E., Kent, J., Kubiszewski, I., Martinez, L., McCowen, T., Murphy, K., Myers, N., Ogden, Z.,

- Stapleton, K., Woodward, J., (2009). Overcoming systemic roadblocks to sustainability: The evolutionary redesign of worldviews, institutions, and technologies. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 106 (8), 2483–2489.
- Bengtsson, J.; Bullock, J.M.; Egoh, B.; Everson, C.; Everson, T.; O’Connor, T.; O’Farrell, P.J.; Smith, H.G.; Lindborg, R. (2019). Grasslands—More important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere* 10, 1–20.
- Berkes, F., George, P.J. , Preston, R.J. (1991), The evolution of theory and practice of the joint administration of living resources, *Alternatives*, 18 (2) pp. 12-18.
- Betts, M.G.; Wolf, C.; Ripple, W.J.; Phalan, B.; Millers, K.A.; Duarte, A.; Butchart, S.H.M.; Levi, T. (2017). Global forest loss disproportionately erodes biodiversity in intact landscapes. *Nature*, 547, 441–444.
- Bidak, L. M., Kamal, S. A., Halmy, M. W. A., & Heneidy, S. Z. (2015). Goods and services provided by native plants in desert ecosystems: Examples from the northwestern coastal desert of Egypt. *Global Ecology and Conservation*, 3, 433–447.
- Braat, L.C., (2013). The value of the ecosystem services concept in economic and biodiversity policy. In: Jacobs, S., Dendoncker, N., Keune, H. (Eds.), *Ecosystem Services, Global Issues, Local Practices*. Elsevier, Amsterdam.
- Braat, L.C., de Groot, R., (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosyst. Serv.* 1 (1), 4–15.
- Brock, T., et al., (2018). Ecological Recovery and Resilience in Environmental Risk Assessments at the European Food Safety Authority, *Integrated Environmental Assessment and Management*, Volume 14, Issue 5, Pages 586–591.
- Brondizio, E, Settele, J, Diaz, S, Ngo, H eds. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. IPBES secretariat.

- Burkhard, B., Santos-Martin, F., Nedkov, S., Maes, J., (2018). An operational framework for integrated Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES). *One Ecosyst.* 14, e22831.
- Burkhard, B., Maes, J., (2017). *Mapping Ecosystem Services*. Advanced Books. <https://doi.org/10.3897/ab.e12837>
- Carpenter, S. R. et al. (2009). Science for managing ecosystem services: beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 106, 1305–1312.
- CBD – Convention on Biological Diversity (1992) ‘Text of Convention’. URL: www.cbd.int/convention/articles.shtml?a=cbd-02.
- Chapin, F. Stuart III (2011). "Chapter 1: The Ecosystem Concept". *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. P. A. Matson, Peter Morrison Vitousek, Melissa C. Chapin (2nd ed.). New York: Springer. ISBN 978-1-4419-9504-9. OCLC 755081405.
- Chapin, F.S., Matson, P.A., Vitousek, P.M. (2011). The Ecosystem Concept. In: *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9504-9_1.
- Chen, H., & Costanza, R. (2024). Valuation and management of desert ecosystems and their services. *Ecosystem Services*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101607>.
- Cherlet, M., Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., von Maltitz, G., (2018). *World Atlas of Desertification*. Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- Cherrett, J.M. (Ed.). (1989). *Ecological Concepts, the Contribution of Ecology to an Understanding of the Natural World*, Blackwell, Oxford pp. 1-16.
- Cioruța B.V., and Coman, M., (2020). Global Desert Areas Vs Local Mining Areas from Maramureș County (Romania) . *Asian Journal of Geographical Research*, 3(2): 45-52.
- Costanza, R. (1989). What is ecological economics? *Ecological Economics*, 1(1), 1–7.
- Costanza, R. (2024). Misconceptions about the valuation of ecosystem services. *Ecosystem Services*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101667>.

- Costanza, R., (2000). Social goals and the valuation of ecosystem services. *Ecosystems* 3 (1), 4–10.
- Costanza, R., (2006). Nature: ecosystems without commodifying them. *Nature* 443, 749.
- Costanza, R., (2008). Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biol. Conserv.* 141 (2), 350–352.
- Costanza, R., Atkins, P.W., Bolton, M., Cork, S., Grigg, N.J., Kasser, T., Kubiszewski, I., (2017). Overcoming societal addictions: what can we learn from individual therapies? *Ecol. Econ.* 131, 543–550.
- Costanza, R., d’Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., (1998). The value of ecosystem services: putting the issues in perspective. *Ecol. Econ.* 25, 67–72.
- Costanza, R., Daly, H.E., (1992). Natural capital and sustainable development. *Conserv. Biol.* 6 (1), 37–46.
- Costanza, R., Daly, L., Fioramonti, L., Giovannini, E., Kubiszewski, I., Mortensen, L. F., ... Wilkinson, R. (2016). Modelling and measuring sustainable wellbeing in connection with the UN Sustainable Development Goals. *Ecological Economics*, 130, 350–355.
- Costanza, R., Daly, M., Folke, C., Hawken, P., Holling, C.S., McMichael, A.J., Pimentel, D., Rapport, D., (2000). Managing our environmental portfolio. *Bioscience* 50, 149–155.
- Costanza, R., d’Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., (1997). The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., ... Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>.
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., ... Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26(1), 152–158.

- Costanza, R., Kubiszewski, I., (2012). The authorship structure of ecosystem services as a transdisciplinary field of scholarship. *Ecosyst. Serv.* 1, 16–25.
- Costanza, R., Kubiszewski, I., Ervin, D., Bluffstone, R., Boyd, J., Brown, D., Chang, H., Dujon, V., Granek, E., Polasky, S., Shandas, V., Yeakley, A., (2011). Valuing ecological systems and services. *F1000 Biol. Rep.* 3, 14.
- Costanza, R., Kubiszewski, I., Giovannini, E., Lovins, H., McGlade, J., Pickett, K.E., Ragnarsdottir, K.V., Roberts, D., De Vogli, R., Wilkinson, R., (2014). Time to leave GDP behind. *Nature* 505, 283–285.
- Costanza, R., Pe´rez-Maqueo, O., Martinez, M.L., Sutton, P., Anderson, S.J., Mulder, K., (2008). The value of coastal wetlands for hurricane protection. *AMBIO: J. Hum. Environ.* 37, 241–248.
- Costanza, R., Quatrini, S., Øystese, S., (2012). Response to George Monbiot: The Valuation of Nature and Ecosystem Services is Not Privatization. *Responding to Climate Change (RTCC)*.
- Costanza, R., Voinov, A., (2003). *Landscape Simulation Modeling: A Spatially Explicit, Dynamic Approach*. Springer, New York.
- Costanza, R., (2004). Value theory and energy. *Encyclopedia of Energy*. C. J. Cleveland. Amsterdam, Elsevier. 6: 337–346.
- Costanza, R.; D’Arge, R.; De Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O’Neill, R.V.; Paruelo, J.; et al. (1997). The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature* , 387, 253–260.
- Costanza, R.; De Groot, R.; Sutton, P.; Van der Ploeg, S.; Anderson, S.J.; Kubiszewski, I.; Farber, S.; Turner, R.K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Glob. Environ. Chang.* 26, 152–158.
- Daily, G.C. and. Matson, P.A. (2008). Ecosystem services: From theory to implementation, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 105 (28) 9455-9456,
- Daily, G.C., (1997). *Nature’s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington D.C.
- Daly, H.E., (1998). The return of Lauderdale’s paradox. *Ecol. Econ.* 25, 21–23.

- De Valck, J., Jarvis, D., Coggan, A., Schirru, E., Pert, P., Graham, V., & Newlands, M. (2023). Valuing ecosystem services in complex coastal settings: An extended ecosystem accounting framework for improved decision-making. *Marine Policy*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105761>.
- DEFRA (2007). An introductory guide to valuing ecosystem services Department for Environment, Food and Rural Affairs (www.defra.gov.uk).
- Díaz et al., (2019). Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany.
- Díaz, S., et al., (2018) . Assessing nature's contributions to people, *Science*, 359 270–272.
- Ehrlich, P.R., Mooney, H.A., (1983). Extinction, substitution, and ecosystem services. *Bioscience* 33 (4), 248–254.
- Ellis, E. C., Pascual, U., & Mertz, O. (2019). Ecosystem services and nature's contribution to people: negotiating diverse values and trade-offs in land systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.05.001>
- Ellis, E.C. (2015). Ecology in an anthropogenic biosphere. *Ecol Monogr*, 85:287-331.
- Faber-Langendoen, D.; Keeler-Wolf, T.; Meidinger, D.; Josse, C.; Weakley, A.; Tart, D.; Navarro, G.; Hoagland, B.; Ponomarenko, S.; Fults, G.; et al. (2016). Classification and Description of World Formation Types; Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR, Volume 346, p. 222., US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: Fort Collins, CO, USA.
- Fairbrass, A., Mace, G., Ekins, P., Milligan, B., (2020). The natural capital indicator framework (NCIF) for improved national natural capital reporting. *Ecosyst. Serv.* 46, 101198 <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101198>.
- Fairbrass, A., Mace, G., Ekins, P., Milligan, B., (2020). The natural capital indicator framework (NCIF) for improved national natural capital

- reporting. *Ecosyst. Serv.* 46, 101198
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101198>.
- FAO (1990). *Guidelines: Land Evaluation for Extensive Grazing*, FAO Soil Bulletin 58. (<https://www.fao.org/4/t0412e/t0412e.pdf>).
- FAO (2020). *Global Forest Resources Assessment (2020)*; FAO: Rome, Italy, 2020.
- FAOSTAT (2021). *Data on Land Cover (Grassland)*.
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/LC>.
- Farber, S.; Costanza, R.; Childers, D.L.; Erickson, J.; Gross, K.; Grove, M.; Hopkinson, C.S.; Kahn, J.; Pincetl, S.; Troy, A.; et al. (2006). Linking Ecology and Economics for Ecosystem Management. *BioScience* 56, 121–133.
- Farley, J., Costanza, R., (2010). Payments for ecosystem services: from local to global. *Ecol. Econ.* 69, 2060–2068.
- Finlayson, C.M., Davidson N.C., Spiers A.G., Stevenson N.J. (1999). Global wetland inventory – current status and future priorities. *Marine & Freshwater Research* 50: 717-727.
- Gibson, L. et al. (2011). Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* 378, 378–381.
- Gómez-Márquez, J. (2023). A new definition and three categories for classifying ecosystems. *Academia Biology*, 1.
<https://doi.org/https://doi.org/10.20935/AcadBiol6072>.
- Gourichon, H. (2019). How can urban food policies contribute to a sustainable city economy? The case of London, DPU Working Paper No. 200.
<https://www.ucl.ac.uk/bartlett/development/publications/dpu-working-papers>.
- Granek, E, Polasky, S, Kappel, C, Reed, D, Stoms, D, Koch, E, Kennedy, C, Cramer, L, Hacker, S, Barbier, E, Aswani, S, Ruckelshaus, M, Perillo, G, Silliman, B, Muthiga, N, Bael, D, Wolanski, E. (2010). Ecosystem services as a common language for coastal ecosystem-based management. *Conservation Biology* 24: 207–216.
- Grodsky, S.M., Hernandez, R.R. (2020). Reduced ecosystem services of desert plants from ground-mounted solar energy development. *Nat Sustain* 3, 1036–1043.

- de Groot, R., (1987). Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. *Environmentalist Summer 7*, 105–109.
- de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., ... van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50–61.
- de Groot, R., Brander, L., Costanza, R. (2017). A short history of the ecosystem services concept, Chapter 2. Background ecosystem services, In: Burkhard, B., Maes, J. (Eds.), *Ecosystem Services Mapping*. Pensoft Publishers, Bulgaria, pp. 29–32.
- Guerry, A.D., et al. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: from promise to practice. *PNAS* 112 (24), 7348–7355.
- Haines-Young, R, Potschin, M. (2011). Common international classification of ecosystem services (CICES): 2011 Update. European Environment Agency (www.cices.eu).
- Haines-Young, R., Potschin, M.B. (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure [Online], Fabis Consulting Ltd., Nottingham, UK, (www.cices.eu).
- Havstad, K.M., Peters, D.P.C., Skaggs, R., Brown, J., Bestelmeyer, B., Fredrickson, E., Herrick, J., et al., (2007). Ecological services to and from rangelands of the United States. *Ecol. Econ.* 64, 261–268.
- Hein, L., Bagstad, K., Edens, B., Obst, C., de Jong, R., Lesschen, J.P., (2016). Defining ecosystem assets for natural capital accounting. *PLoS ONE* 11, e0164460. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164460>.
- Hill, R., S. Díaz, U. Pascual, M. Stenseke, Z. Molnár, V.A.N. Velden, J, Nature's contributions to people: Weaving plural perspectives, *One Earth* 4 (2021) 910–915.
- Holzwarth, S., Thonfeld, F., Abdullahi, S., Asam, S., Da Ponte Canova, E., Gessner, U., Huth, J., Kraus, T., Leutner, B., & Kuenzer, C. (2020). Earth Observation Based Monitoring of Forests in Germany: A Review. *Remote Sensing*, 12(21), 3570.
- IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change (2013) 'Summary for policymakers', in T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley

- (eds) , Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPIECA, (2011). Ecosystem services guidance Biodiversity and ecosystem services guide and checklists. OGP Report Number 461. <https://www.ipieca.org/resources/ecosystem-services-guidance-biodiversity-and-ecosystem-services-guide>.
- Jansson, A.M., (1984). Integration of Economy and Ecology: An Outlook for the Eighties. University of Stockholm, Stockholm.
- Jiang, W., Fu, B., & Lü, Y. (2020). Assessing Impacts of Land Use/Land Cover Conversion on Changes in Ecosystem Services Value on the Loess Plateau, China. *Sustainability*, 12(17), 7128.
- Keith, D. A., et al. (2022) A function-based typology for Earth's ecosystems *Nature* 610, 513–518. DOI:10.1038/s41586-022-05318-4.
- Keith, D.A., Ferrer-Paris, J.R., Nicholson, E., Kingsford, R.T., (2020). The IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: Descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups. IUCN, Gland, Switzerland.
- Kumar, P. (Ed.), (2012). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*; Routledge: London, ISBN 978-1-136-53880-3.
- Lannuzel, D., Tedesco, L., van Leeuwe, M. et al. (2020). The future of Arctic sea-ice biogeochemistry and ice-associated ecosystems. *Nat. Clim. Chang.* 10, 983–992.
- Laterra, P., Martín-López, B., Mastrángelo, M., & Garibaldi, L. A. (2017). Ecosystem services in Latin America. From research to action. *Ecologia Austral. Asociacion Argentina de Ecologia.* <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.04.012>.
- Laurence, J.M., et al.,(2025). Marine ecosystem services and natural capital in China: Opportunities for improved understanding, valuing, and policy, *PNAS Nexus*, Volume 4, Issue 5, May 2025, pgaf110.
- Likens, G. E. (1992). *The Ecosystem Approach: Its Use and Abuse—Excellence in Ecology*, Vol. 3 (Ecology Institute, 1992).

- Lin, J., Huang, J., Hadjikakou, M., Huang, Y., Li, K., & Bryan, B. A. (2021). Reframing water-related ecosystem services flows. *Ecosystem Services*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101306>.
- MA/MEA-Millennium Ecosystem Assessment, (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, USA
- Maes, J., Liqueste, C., Teller, A., Erhard, M., Paracchini, M. L., Barredo, J., et al. (2016). An indicator framework for assessing ecosystem services in support of the EU Biodiversity Strategy to 2020. *Ecosystem Services*, 17, 14–23.
- Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Liqueste, C., Braat, L., et al., (2013). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An Analytical Framework for Ecosystem Assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020 (Discussion paper. Technical Report)*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Maseyk, F.J.F., Mackay, A.D., Possingham, H.P., Dominati, E.J., Buckley, Y.M., (2017). Managing natural capital stocks for the provision of ecosystem services. *Conserv. Lett.* 10 (2), 211–220.
- Monbiot, G., (2012). Putting a price on the rivers and rain diminishes us all. *The Guardian*.
- Mooney, H., Larigauderie, A., Cesario, M., Elmquist, T., Hoegh-Guldberg, O., Lavorel, S., ... Yahara, T. (2009). Biodiversity, climate change, and ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.07.006>.
- Nicholson, E. et al. (2021). Scientific foundations for an ecosystem goal, milestones and indicators for the post-2020 Global Biodiversity Framework. *Nat. Ecol. Evol.* 5, 1338–1349.
- Norberg, J. (1999). Linking nature's services to ecosystems: Some general ecological concepts. *Ecological Economics*, 29(2), 183–202.
- Nugroho, H. Y. et al. (2022). Mainstreaming Ecosystem Services from Indonesia's Remaining Forests. *Sustainability*, 14(19), 12124.
- Odum, Eugene P (1971). *Fundamentals of Ecology* (third ed.). New York: Saunders. ISBN 978-0-534-42066-6.
- Palomo, I., Felipe-Lucia, M.R., Bennett, E.M., Martín-López, B., Pascual, U., (2016). Chapter Six– Disentangling the Pathways and Effects of Ecosystem Service CoProduction. In: Woodward, G., Bohan, D.A.

- (Eds.), *Advances in Ecological Research*. Academic Press, pp. 245–283.
- Pauler, C. M., Homburger, H., Lüscher, A., Scherer-Lorenzen, M., & Schneider, M. K. (2025). Ecosystem services in mountain pastures: A complex network of site conditions, climate and management. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 377. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109272>.
- Pergola, M., De Falco, E., & Cerrato, M. (2024). Grassland Ecosystem Services: Their Economic Evaluation through a Systematic Review. *Land*, 13(8), 1143.
- Pielke, R. A., Sr., Peters, D. P. C., & Niyogi, D. (2022). Ecology and Climate of the Earth—The Same Biogeophysical System. *Climate*, 10(2), 25.
- Potschin, M. and R. Haines-Young (2011): Ecosystem Services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography* 35(5): 575-594.
- Potschin, M., Haines-Young, R., (2017). Linking people and nature: Socio-ecological systems. In: Burkhard, B., Maes, J. (Eds.), *Ecosystem Services Mapping*. Pensoft Publishers, Bulgaria, pp. 41–43.
- Potschin, M., Haines-Young, R., Heink, U., Jax, K. [eds] (2016) *OpenNESS. Glossary (V3.0)*, pp. 39, OpenNESS project, Grant Agreement No 308428. Available from: <http://www.openness-project.eu/glossary>.
- Primack, R. B. & Corlett, R. T. (2005). *Tropical Rain Forests: An Ecological and Biogeographical Comparison* (Blackwell, 2005).
- Remme, R.P., et al., (2021). An ecosystem service perspective on urban nature, physical activity, and health. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 118 (22) Article e2018472118.
- Roué, M., N. Césard, Y. C. Adou Yao and A. Oteng-Yeboah (eds.), (2017). *Knowing our Lands and Resources: Indigenous and Local Knowledge of Biodiversity and Ecosystem Services in Africa*. *Knowledges of Nature* 8, 156 pp., UNESCO, Paris.
- Ruijs, A., van Egmond, P., (2017). Natural capital in practice: how to include its value in Dutch decision-making processes. *Ecosyst. Serv.* 25, 106–116.
- Russi D., ten Brink P., Farmer A., Badura T., Coates D., Förster J., Kumar R. and Davidson N. (2013). *The Economics of Ecosystems and*

- Biodiversity for Water and Wetlands. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland. <https://www.cbd.int/financial/values/g-ecowaterwetlands-teeb.pdf>.
- Salles, J.M. (2011). Valuing biodiversity and ecosystem services: Why put economic valuation Nature? *Comptes Rendus Biol.* , 334, 469–482.
- Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J. A., Folke, C. & Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413, 591–596.
- Schneiders, A. and Müller, F.(2017). A natural base for ecosystem services. In: Burkhard, B., Maes, J. (Eds.), *Ecosystem Services Mapping*. Pensoft Publishers, Bulgaria, pp. 33–38.
- Schwartz, S. H. & Bilksy, W. (1987). Toward a universal psychology structure of human values. *J. Person. Soc. Psychol.* 58, 878–891.
- SEEA (2012). System of Environmental-Economic Accounting: Central Framework. http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White_cover.pdf
- Shepardson, D.P.; Niyogi, D.; Roychoudhury, A.; Hirsch, A. (2012). Conceptualizing climate change in the context of a climate system: Implications for climate and environmental education. *Environ. Educ. Res.* 18, 323–352.
- Smith, A. C., Harrison, P. A., Pérez Soba, M., Archaux, F., Blicharska, M., Egoh, B. N., ... Wyllie de Echeverria, V. (2017). How natural capital delivers ecosystem services: A typology derived from a systematic review. *Ecosystem Services*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.006>.
- Steiner, NS, et al. (2021). Climate change impacts on sea-ice ecosystems and associated ecosystem services. *Elementa: Science of the Anthropocene* 9(1).
- Syrbe, R.-U., Schröter, M., Grunewald, K., Walz, U., Burkhard, B., (2017). What to map? In: Burkhard, B., Maes, J. (Eds.), *Mapping Ecosystem Services*. Opensoft Publisher, Sofia, Bulgaria.
- Tallis, H. T., Ricketts, T., Guerry, A. D., Wood, S. A., Sharp, R., Nelson, E., et al. (2013). InVEST 3.0.0 user's guide. Stanford, USA: The Natural Capital Project. Online: http://ncp-dev.stanford.edu/~dataportal/invest-releases/documentation/3_0_0/.

- Tansley, A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*,16:284–307.
- Tasser, E., Schirpke, U., Zoderer, B.M., Tappeiner, U., (2020). Towards an integrative assessment of land-use type values from the perspective of ecosystem services. *Ecosyst. Serv.* 42, 101082.
- TEEB Synthesis (2010). *Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*. Earthscan, London and Washington.
- TEEB-UNEP,(2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*; UNEP: Nairobi, Kenya, 2010.
- UN (2017). *Technical Recommendations in support of the System of EnvironmentalEconomic Accounting 2012– Experimental Ecosystem Accounting* (White cover publication). https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/technical_recommendations_in_support_of_the_seea_eea_final_white_cover.pdf.
- UNCEEA (2021). *System of Environmental-Economic Accounting— Ecosystem Accounting: Final draft for the Global Consultation on the complete document prepared by the United Nations Committee of Experts on Environmental-Economic Accounting*. Department of Economic And Social Affairs, Statistics Division, UN.
- UNEP (2010). *The Role of Ecosystems in Developing a Sustainable ‘Green Economy’*; United Nation Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- UN (2010). *United Nations Decade for Deserts and the Fight against Desertification*.
- UN (2015). *Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>.
- UN and et al., (2021). *System of Environmental-Economic Accounting— Ecosystem Accounting (SEEA EA)*. White cover publication, pre-edited text subject to official editing (<https://seea.un.org/ecosystem-accounting>).
- United Nations, (2010). *System of National Accounts 2008*, United Nations.

- United Nations, (2014). System of Environmental Economic Accounting 2012—Experimental Ecosystem Accounting, United Nations,, New York, USA,
- Valck, J., Jarvis, D., Coggan, A., Schirru, E., Pert, P., Graham, V., & Newlands, M. (2023). Valuing ecosystem services in complex coastal settings: An extended ecosystem accounting framework for improved decision-making. *Marine Policy*, 155.
- Vallecillo, S., La Notte, A., Zulian, G., Ferrini, S., & Maes, J. (2019). Ecosystem services accounts: Valuing the actual flow of nature-based recreation from ecosystems to people. *Ecological Modelling*, 392, 196–211.
- Vardon, M.J., Keith, H., Burnett, P., Lindenmayer, D.B., (2021). From natural capital accounting to natural capital banking. *Nat. Sustain.* 4 (10), 832–834. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00747-x>.
- Venter, O., Sanderson, E.W., Magrath, A., Allan, J.R., Beher, J., Jones, K.R., Possingham, H.P., Laurance, W.F., Wood, P., Fekete, B.M. et al. (2016). Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nat Commun*, 7.
- Venter, O, et al. (2016). Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature Commun.* 7:12558.
- Watson, K., Galford, G., Sonter, L., Koh, I., Ricketts, T.H. 2019. Effects of human demand on conservation planning for biodiversity and ecosystem services. *Conserv Biol.* 33(4):942-952. doi: 10.1111/cobi.13276.
- Web1. Naturvardsverket (online: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/markochvattenanvandning/ekosystemtjanster/fragor-och-svar/>
- Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E., ... Whyte, K. P. (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V. (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>).

- Willis, A.J. (1997). "The Ecosystem: An Evolving Concept Viewed Historically". *Functional Ecology*. 11 (2): 268–271. doi:10.1111/j.1365-2435.1997.00081.x.
- Wilson, E. O. (2002) *The Future of Life*, Alfred E.Knopf, New York.
- Wood, S. L. R., Jones, S. K., Johnson, J. A., Brauman, K. A., Chaplin-Kramer, R., Fremier, A., ... DeClerck, F. A. (2018). Distilling the role of ecosystem services in the Sustainable Development Goals. *Ecosystem Services*, 29, 70–82.
- WWF. 2018. *Living Planet Report (2018)*. Aiming Higher. Grooten, M. and Almond, R.E.A.(Eds). WWF, Gland, Switzerland.
- Xu, Z., & Peng, J. (2024). Recognizing ecosystem service's contribution to SDGs: Ecological foundation of sustainable development. *Geography and Sustainability*. Beijing Normal University Press. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2024.05.001>.
- Yang, H.; Gou, X.; Yin, D. (2021). Response of Biodiversity, Ecosystems, and Ecosystem Services to Climate Change in China: A Review. *Ecologies* , 2, 313-331.
- Zhang, R., Li, P., Xu, L., & Zhong, S. (2023). Reconciling ecological footprint and ecosystem services in natural capital accounting: Applying a novel framework to the Silk Road Economic Belt in China. *Journal of Environmental Management*, 330. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117115>

BÖLÜM 6

İKLİM DEĞİŞİMİ ve SÜRDÜRÜLEBİLİLİK KAPSAMINDA KENTSEL TARIM EKOSİSTEMLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN¹
Doç. Dr. Halil ERDEM²
Cabir Çağrı GENÇE³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17793685>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Tokat, Türkiye. ekrem.buhan@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-2680-1351

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye. halil.erdem@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-3296-1549.

³ Aksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tokat, Türkiye. cabircagrigence@aksaray.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-9748-1303

GİRİŞ

İklim değişikliği, 21. yüzyılın ekolojik, sosyoekonomik ve politik gündemini şekillendiren en belirgin küresel çevre sorunlarından biridir. Antropojenik faaliyetlerin yol açtığı sera gazı emisyonları, atmosferik dengenin bozulmasına neden olmuş; bunun sonucunda sıcaklık artışı, ekstrem hava olaylarının sıklığı ve şiddetinde gözle görülür artışlar meydana gelmiştir (IPCC, 2023). Bu durum, hem doğal ekosistemler hem de insan yerleşimleri üzerinde çok boyutlu etkiler yaratmakta; özellikle kent alanlarında sürdürülebilir yaşam biçimlerinin oluşturulması gerekliliğini daha da ön plana çıkarmaktadır (Carter ve ark., 2015; Allan ve ark., 2024).

Kentsel ve kent çevresi tarım sistemleri (KT/KÇT), artan kentleşme, yoksulluğun azaltılması, gıda güvenliği, toplumsal dayanıklılık ve iklim değişikliğine uyum gibi çoklu hedeflerin kesişim noktasında stratejik bir rol üstlenmektedir (Gao ve ark., 2025). Kentsel tarım, yalnızca gıda üretim fonksiyonuyla sınırlı olmayan; aynı zamanda ekolojik hizmetlerin (karbon sekestrasyonu, ısı adası etkisinin azaltılması, biyoçeşitlilik artışı) sağlanmasında da etkin bir mekanizmadır (Castro-Díez ve ark., 2019). Bu çok işlevli yapı, kent ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini destekleyen yeşil altyapı bileşenlerinin önemli bir parçası haline gelmiştir (Artmann ve Sartison, 2018).

Günümüzde iklim değişikliğine karşı kentsel tarımın dayanıklılığını artırmak amacıyla dijital ve teknolojik yenilikler (örneğin hassas tarım, dikey tarım, hidroponik sistemler ve yapay zekâ destekli karar mekanizmaları) hızla yaygınlaşmaktadır (Gunapala ve ark., 2025). Bu teknolojiler, sınırlı kentsel alanların üretkenliğini artırmakta; su yönetimi, atık geri dönüşümü ve enerji verimliliği gibi alanlarda döngüsel ekonomiyi desteklemektedir. Aynı zamanda, imar planlaması, su temini, teşvik mekanizmaları ve yönetim çerçevelerinin kentsel tarım ile bütünleşmesi, kentlerin iklim adaptasyon kapasitesinin güçlendirilmesi açısından kritik önemdedir (Broto, 2017).

Kentsel tarım, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 11 (SKH-11) kapsamında tanımlanan “yaşanabilir, kapsayıcı ve dayanıklı şehirler” vizyonuna doğrudan katkı sağlamaktadır. Yerelleştirilmiş gıda üretimi, iklim değişikliğinin sebep olduğu tedarik zinciri kırılmalıklarını azaltmakta, karbon ayak izini düşürmekte ve toplumsal uyumu desteklemektedir (Pandey & Ghosh, 2023). Özellikle düşük gelirli bölgelerde, kentsel tarım girişimleri hem

beslenme güvenliği hem de sosyoekonomik güçlenme açısından önemli bir güvenlik ağı oluşturmaktadır (IPCC-6, 2023).

Kentsel ekosistemler, iklim değişikliğinin etkilerini azaltma ve uyum sağlama süreçlerinde giderek daha fazla stratejik alanlar olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda kentsel tarım, yalnızca üretim odaklı bir uygulama değil, aynı zamanda doğa temelli çözüm (Nature-Based Solution, NBS) yaklaşımıyla, karbon döngüsünün dengelenmesi, mikroiklim düzenlenmesi ve toplum dayanıklılığının güçlendirilmesinde kritik bir bileşen olarak öne çıkmaktadır (Ackerman ve ark., 2014; Gao ve ark., 2025).

Ancak, bu potansiyelin sürdürülebilir biçimde gerçekleştirilebilmesi, kamu politikalarının ve toplumsal farkındalığın güçlendirilmesiyle mümkündür. Sivil toplum kuruluşları, yerel yönetimler ve akademik kurumlar arasındaki iş birliğinin artırılması; eğitim, kapasite geliştirme ve farkındalık programlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu kitap bölümü, kentsel tarımın iklim değişikliği bağlamında sahip olduğu çok boyutlu rolü inceleyerek, ekosistem hizmetleri, toplumsal refah ve sürdürülebilir gıda sistemleri arasındaki etkileşimleri bütüncül bir perspektiften ele almayı amaçlamaktadır. Çalışma, kentsel tarımın avantajlarını, karşılaştığı yapısal zorlukları ve iklim değişikliğinin hafifletilmesi ile uyum çabalarındaki katkılarını disiplinler arası bir yaklaşımla değerlendirmekte; kentlerin dayanıklılığını artıracak entegratif, teknoloji destekli ve doğa temelli yaklaşımlara ilişkin güncel bulguların sentezini sunmaktadır.

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İklim değişikliği, sıcaklık ve hava koşullarındaki uzun dönemli değişimlerin genel adıdır. Bu değişimler, güneş aktivitesindeki dalgalanmalar veya volkanik patlamalar gibi doğal süreçlerden kaynaklanabileceği gibi, 19. yüzyıldan bu yana insan faaliyetleri nedeniyle de hız kazanmıştır (UN, 2024). Özellikle kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların yakılması, atmosferde bir “sera etkisi” oluşturarak küresel sıcaklık artışının temel itici gücü haline gelmiştir. Fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) başta olmak üzere sera gazları, güneşten gelen kısa dalga radyasyonun yeryüzü tarafından emilmesinin ardından uzun dalga olarak geri yayılan ısıyı atmosferde tutar. Böylece, yerküre etrafında ısıyı hapseden bir tabaka oluşur. Arazi kullanımı değişiklikleri ve

ormansızlaşma, bu döngüyü güçlendirerek karbonun yeniden salınımına yol açar. Günümüzde enerji, ulaşım, sanayi, tarım ve binalar sektörü sera gazı emisyonlarının başlıca kaynaklarını oluşturmaktadır (UN, 2024).

Küresel nüfusun yarısından fazlasının şehirlerde yaşadığı ve bu oranın yüzyıl sonunda %60–90'a ulaşacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, kentsel toprakların ekolojik işlevleri ve karbon depolama kapasitesi iklim değişikliğiyle mücadelede giderek daha kritik hale gelmektedir (O'Riordan ve ark., 2021; Wang ve ark., 2023). Antropojenik baskılar —sanayileşme, kentleşme, yoğun tarım, kirlilik ve ormansızlaşma— atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarını artırarak doğal dengeyi bozmuştur. CO₂, N₂O, CH₄, SF₆, HFC ve PFC gibi gazların artışı, uzun dalga radyasyonu hapsederek küresel ısınma sürecini hızlandırmaktadır (Wijerathna-Yapa & Pathirana, 2022).

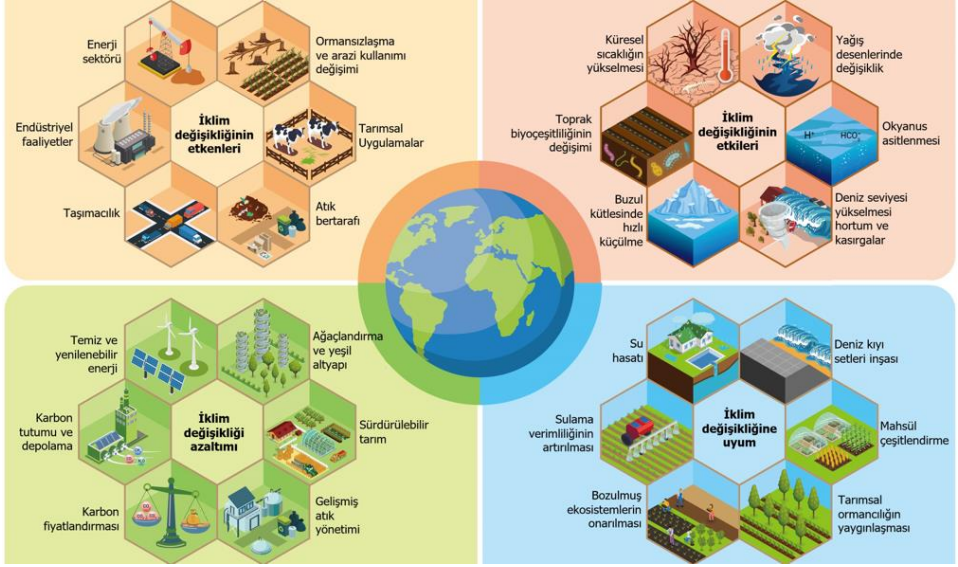
Son iki yüzyılda insan faaliyetleri, Dünya'nın albedo (yansıtma) özelliklerini değiştirerek güneş enerjisinin daha fazla emilmesine neden olmuştur. Özellikle ormansızlaşma, çıplak zeminlerin ve yapılaşmış yüzeylerin artışıyla birlikte ısı emilimini artırmış; bu da küresel ortalama sıcaklıkların sürekli yükselmesine yol açmıştır (Forster ve ark., 2007). Fosil yakıt kullanımı, metan salınımı, endüstriyel üretim ve ulaşım kaynaklı emisyonlar, atmosferdeki sera gazı dengesini bozarak enerji dengesini değiştirmiştir (EPA, 2023).

Bu eğilimlerin sonucu olarak 2022 yılı, 20. yüzyıl ortalamasından 0,86 °C daha sıcak gerçekleşmiştir. Böylece, 1977'den bu yana küresel sıcaklıkların ortalamasının üzerinde seyrettiği 46. yıl kayıtlara geçmiştir (NOAA, 2022). Fosil yakıt kullanımı ve çimento üretiminden kaynaklanan küresel CO₂ emisyonları, 2022 itibarıyla 36,1 ± 0,3 Gt CO₂'ye ulaşmıştır (Wang ve ark., 2023). Bu hızla devam eden artış, Paris Anlaşması'nın belirlediği 1,5 °C karbon bütçesinin yaklaşık yedi yıl içinde tükenebileceğini göstermektedir. En yüksek beş emisyon üreticisi —Çin, ABD, Avrupa Birliği, Hindistan ve Rusya— küresel salımların yaklaşık %65'ini oluşturmaktadır (Wang ve ark., 2023).

İklim değişikliğinin etkileri, sıcak hava dalgaları, orman yangınları, kuraklık, sel ve fırtınalar şeklinde kendini göstermekte; bu olayların sıklığı ve şiddeti giderek artmaktadır. Bu süreç, hem ekosistem istikrarını hem de insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle, azaltım (mitigation) ve uyum

(adaptation) stratejilerinin birlikte uygulanması zorunludur (Amelung ve ark., 2020).

Doğal karbon yutakları (ormanlar, sulak alanlar, okyanuslar), atmosferdeki CO₂'nin yakalanması ve depolanmasında kilit rol oynamaktadır. Bu ekosistemlerin korunması, bozulmuş alanların rehabilitasyonu ve sürdürülebilir arazi kullanımı politikalarının geliştirilmesi, iklim değişikliğini hafifletmede stratejik önceliktir (Wang ve ark., 2021; 2023). Tarımsal üretim sistemlerinde karbon geri dönüşünü artıran uygulamalar —örneğin organik madde yönetimi, agroforestry, biyochar ve minimum toprak işleme— karbon sekestrasyonunu güçlendirerek küresel ısınmayı yavaşlatabilir. Şekil 1'de Wang ve ark., (2023)'ün bildirdiği iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri, azaltma ve uyum stratejileri özetlenmektedir.



Şekil 1. Küresel iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri, azaltma ve uyum stratejileri (Wang ve ark., 2023).

Sonuç olarak, insan kaynaklı iklim değişikliği, gezegenin yaşam destek sistemlerini tehdit eden çok boyutlu bir krizdir. Fosil yakıt tüketiminin azaltılması, karbon yutaklarının korunması ve sürdürülebilir üretim modellerinin yaygınlaştırılması, iklim değişikliğinin etkilerini sınırlamak için en etkili stratejiler arasında yer almaktadır.

1.1.İklim Değişiminin Tarım Ekosistemlerine Etkisi

Tarım, iklim koşullarına doğrudan bağlı bir üretim sistemidir ve bu nedenle iklim değişikliğinin etkilerine son derece duyarlıdır. Artan sıcaklıklar, düzensiz yağış rejimleri ve aşırı hava olayları, tarımsal üretimin hem verimliliğini hem de istikrarını tehdit etmektedir. Özellikle merkezileşmiş tarımsal sistemler, bu değişimlere karşı daha savunmasız hale gelmiştir (Beer ve ark., 2016). Şiddetli yağışlar, uzun süren kuraklıklar ve ısı dalgaları, toprak neminin azalmasına, tuzlanma ve çölleşme eğilimlerinin artmasına yol açmaktadır. Bu durum, yalnızca su döngüsünü değil, aynı zamanda toprakların karbon depolama kapasitesi, besin döngüsü ve biyolojik verimliliği üzerinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Toprak, iklim sisteminin en önemli tamponlarından biridir; karbonun tutulması, bitki gelişiminin desteklenmesi ve suyun düzenlenmesi açısından kritik rol oynar. Ancak iklimin ısınmasıyla birlikte artan buharlaşma ve azalan yağış, toprak nemini ve besin erişilebilirliğini azaltarak bitki büyümesini sınırlandırır. Bu değişimler, kuraklık, sel, ısı stresi ve zararlı salgınları gibi stres faktörlerini tetikleyerek verim kayıplarına yol açmaktadır (Van Oort & Zwart, 2018). İklim değişikliği, aynı zamanda toprak besin döngüsünü de doğrudan etkilemektedir. Artan atmosferik CO₂ konsantrasyonu ve azot birikimi, fotosentetik etkinliği ve bitki büyümesini geçici olarak artırabilir; ancak bu durum, özellikle fosfor (P) gibi besin elementlerine olan talebi artırarak besin dengesizliği yaratabilir (Terrer ve ark., 2019). Diğer yandan, aşırı yağışlar ve suya doymuş toprak koşulları, denitrifikasyon ve yüzey akışı yoluyla azot kaybını hızlandırarak N₂O emisyonlarını artırmaktadır.

İklimsel değişimler yalnızca tarımsal üretimi değil, çevresel kirleticilerin taşınımını ve biyoyararlanımını da etkilemektedir. Artan sıcaklıklar pestisitlerin buharlaşmasını ve atmosferik konsantrasyonunu artırırken, taşkınlar ve yoğun yağış olayları kirleticilerin yeniden hareketlenmesine neden olur. Bu da hem tarım alanlarında hem de sulcul ekosistemlerde ikincil kirlenme risklerini yükseltir (Wang ve ark., 2023).

Kentsel bağlamda, iklim değişikliği gıda üretimi, dağıtımını ve erişimi üzerinde önemli baskılar yaratmaktadır. Değişen sıcaklık ve yağış desenleri, kentsel bitki örtüsünde ısı stresine, azalan verimliliğe ve su kaynaklarının kısıtlanmasına yol açmaktadır. Su kıtlığı, kent çevresindeki tarımsal üretkenliği azaltırken, kuraklık ve sel gibi aşırı olaylar gıda tedarik

zincirlerinde aksamalara ve fiyat dalgalanmalarına neden olmaktadır (Pandey & Ghosh, 2023). Aynı zamanda yüksek sıcaklıklar gıdaların besin değerini düşürmekte, taşkınlara ve fırtınalara ise gıda kayıplarını artırmakta ve Şekil 2’de gösterilen tarım ekosistemleri hizmetleri zarar görmektedir.

Hayvansal üretim de bu iklimsel dalgalanmalardan derin şekilde etkilenmektedir. Yükselen sıcaklıklar, ısı stresi yoluyla verimliliği azaltır, üreme döngülerini bozar ve süt kalitesini düşürür. Yağışlardaki düzensizlikler, su ve yem kaynaklarını sınırlandırarak beslenme dengesizliklerine ve hastalık risklerinin artmasına neden olur. Ayrıca zararlıların ve vektör kaynaklı hastalıkların coğrafi dağılımı değişmekte, hayvancılıkta yeni adaptasyon stratejilerini zorunlu kılmaktadır (Pandey & Ghosh, 2023).

Özetle, iklim değişikliği tarımın tüm bileşenleri üzerinde çok boyutlu bir baskı oluşturmaktadır: toprak süreçlerinden besin döngüsüne, ürün verimliliğinden hayvansal üretime kadar geniş bir yelpazede etkiler göstermektedir. Bu nedenle, doğa temelli çözümler geleceğin gıda güvenliğini sağlamak ve tarımsal sistemlerin dayanıklılığını artırmak açısından hayati öneme sahiptir.



Şekil 2. Tarımsal ekosistemlerin sunduğu ekosistem hizmetleri (Web1-Naturvardsverket'den değiştirilerek).

1.2. İklim Uyumda Kentsel Ekosistemler ve Sürdürülebilirlik

Gezegemimiz günümüzde üçlü bir çevresel krizle karşı karşıyadır: iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve kirlilik (Web1). Bu kriz, özellikle şehirleri etkileyen çok boyutlu bir tehdit haline gelmiştir. Kentsel alanlar, sel, kuraklık, deniz seviyesinin yükselmesi, sıcak hava dalgaları, heyelanlar ve fırtınalar gibi iklim kaynaklı afetlerin etkilerine giderek daha fazla maruz kalmaktadır. Bununla birlikte şehirler, yoksulluğun azaltılması, temel hizmetlerin sağlanması, geçim kaynaklarının korunması ve erişilebilir, uygun fiyatlı konut üretimi gibi sosyoekonomik baskılarla da mücadele etmektedir. Dünya nüfusunun yarısından fazlası halihazırda şehirlerde yaşamakta olup, bu oranın 2050 yılına kadar %68'e ulaşacağı öngörülmektedir (World Bank, 2023). Dolayısıyla şehirlerin çevresel, toplumsal ve ekonomik boyutları birlikte ele alan bütüncül çözümler geliştirmesi hayati önem taşımaktadır.

Kentsel ekosistemler, insan refahının korunması ve artırılmasında kritik bir role sahiptir. Bu sistemler, mikroiklimin düzenlenmesi, hava kalitesinin iyileştirilmesi, yağmur suyu yönetimi, gıda üretimi, yeşil alan sağlanması ve rekreasyonel imkânlar gibi çok yönlü ekosistem hizmetleri sunar (Pandey & Ghosh, 2023). Ayrıca, sosyal bağları güçlendirir, psikolojik rahatlama sağlar ve kültürel değerleri destekler. Ancak iklim değişikliği bu işlevlerin sürekliliğini tehdit etmektedir. Artan sıcaklıklar, değişen yağış desenleri ve aşırı hava olaylarının sıklıklaşması, kentsel ekosistemlerin işleyişini bozmakta ve hizmet kapasitesini düşürmektedir. Sıcak hava dalgaları ile kentsel ısı adası etkisi, hem enerji talebini artırmakta hem de sağlık üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Yağış rejimindeki düzensizlikler ise kentsel drenaj sistemlerini zorlayarak sel ve taşkın riskini artırır.

Kentleşme, ekonomik büyüme ve yeniliği destekleme potansiyeli taşımakla birlikte, iklimle ilişkili risklerin yoğunlaştığı alanları da beraberinde getirmektedir (Zhang, 2016). 2015–2020 döneminde kentsel nüfus 397 milyon kişi artmış, bu artışın %90'ı düşük ve orta gelirli bölgelerde meydana gelmiştir (Dodman ve ark., 2022). Bu durum, iklim değişikliği kaynaklı kırılganlıkların sosyal eşitsizliklerle çakışmasına yol açmıştır. Cinsiyet, yaş, etnisite ve gelir düzeyi gibi etkenler, farklı grupların iklim etkilerine karşı direnç düzeyini belirlemektedir. Kentler aynı zamanda küresel CO₂ emisyonlarının %70'inden fazlasını üretmekte olup, iklim değişikliğinin

azaltılmasında ve uyum politikalarının uygulanmasında merkezi bir role sahiptir (Gurney ve ark., 2015; IPCC, 2023).

İklim değişikliği ve hızlı kentleşmenin etkileşimi, kentsel termal çevrede belirgin değişimlere yol açmaktadır. Geçirimsiz yüzeylerin artması ve mavi-yeşil altyapının azalması, buharlaşma ve terleme yoluyla gerçekleşen gizli ısı akısını düşürerek yüzey sıcaklıklarını yükseltir (Sachindra ve ark., 2016). Bu durum, kentsel ısı adası (Urban Heat Island, UHI) etkisini güçlendirir. UHI, gece sıcaklıklarının kırsal alanlara göre birkaç derece daha yüksek seyretmesiyle karakterize edilir ve ısıya bağlı hastalık ve ölüm riskini artırır. Bu olgu, albedo değişimleri, yüzey pürüzlülüğü, bitki örtüsü yoğunluğu, toprak nemi, antropojenik ısı salımı ve rüzgâr sirkülasyonu gibi biyofiziksel değişkenlerin karmaşık etkileşimiyle şekillenir. UHI'nin olumsuz etkilerini azaltmak için kentsel planlamada mavi-yeşil altyapının korunması, geçirimsiz yüzeylerin azaltılması ve yeşil alan sürekliliğinin sağlanması kritik önem taşımaktadır (Li ve ark., 2022).

Kentsel iklim kırılganlığının değerlendirilmesi ve azaltımı için geliştirilen Kentsel İklim Değişikliği Kırılganlığı ve Risk Değerlendirme Çerçevesi, şehirlerin uyum kapasitesini ölçmede ve öncelikli eylem alanlarını belirlemede etkili bir analitik araç olarak kullanılmaktadır. Bu durum Şekil 3'de özetlenmiştir. Dünya Bankası tarafından desteklenen bu çerçeve, fiziksel tehlikeleri, maruziyeti, duyarlılığı ve uyum kapasitesini bütüncül biçimde değerlendirerek kentsel dayanıklılığı artırmaya yönelik politika önerileri geliştirmeyi mümkün kılar (Carter ve ark., 2015). Bu yaklaşım, şehirlerin doğa temelli çözümleri—örneğin yeşil çatılar, kentsel ormanlar, geçirgen yüzeyler ve kentsel tarım sistemleri—önceliklendirerek hem iklim risklerini azaltmasına hem de sosyoekonomik dayanıklılığı güçlendirmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 3. Kentsel iklim değişikliği kırılganlığı ve risk değerlendirme çerçevesi (Carter ve ark.,2015).

Tablo 1. İklim değişikliğinin kentsel altyapıya etkileri (Leal Filho ve ark.,2024)

Altyapı	İklim Değişikliğinin Etkisi
Yollar	Asfaltı eriten ve yolları bozan seller veya aşırı sıcaklar oluşturduğu hasarlar
Köprüler	Kasırgalar sırasında sel veya fırtına kuvvetindeki rüzgarlar nedeniyle köprüler hasar görebilir veya dengesiz hale gelebilir
Su kaynakları	Kuraklık su kaynaklarının tükenmesine neden olabilir
Atık Yönetim Sistemleri	Artan sıcaklıklar atıkların bozulmasını hızlandırabilir ve daha fazla sera gazı salınımına neden olabilir
Sulama	Azalan su kaynakları, su tasarrufu stratejisi olarak sulama ihtiyacının azaltılmasına neden olabilir
Güç üretimi	Aşırı olaylar elektrik bağlantılarına zarar verebilir. Yaz aylarında suyun sınırlı olması nedeniyle hidroelektrik üretimi kısıtlanabilir.

İklim değişikliğinin etkileri giderek daha görünür hale geldikçe, dünya genelindeki kentler, altyapılarını iklim risklerine karşı yeniden yapılandırma zorunluluğuyla karşı karşıya kalmaktadır. Kentsel altyapının dönüştürülmesi süreci, yalnızca mevcut tehditleri bertaraf etmeyi değil, aynı zamanda azaltım (mitigation) ve uyum (adaptation) kapasitelerinin eşzamanlı olarak güçlendirilmesini hedeflemelidir. Bu yaklaşım, şehirlerin hem günümüz

koşullarında hem de gelecek kuşaklar için daha dayanıklı, esnek ve sürdürülebilir kentsel sistemler geliştirmesine olanak tanır. Güncel araştırmalar, bu hedefe ulaşmada en etkili araçlardan birinin Kentsel Yeşil Altyapı (KYA) sistemlerinin yaygınlaştırılması olduğunu ortaya koymaktadır (Daniel ve ark., 2023). Tablo 1’de iklim değişikliğinin şehir altyapısına etkisi özetlenmiştir.

Yeşil altyapı kavramı, doğanın düzenleyici kapasitesinden yararlanarak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini hafifletmeyi ve ekosistem hizmetlerini güçlendirmeyi amaçlayan entegre bir planlama yaklaşımını ifade eder. Bu sistemler; ekolojik mühendislik, peyzaj mimarisi ve kentsel planlama ilkelerini bir araya getirerek, çevresel süreçleri doğrudan kentsel yapıya entegre eder. Yeşil altyapı, kent ormanları, sulak alanlar, yeşil çatılar, dikey bahçeler, yeşil duvarlar, geçirgen yüzeyler, biyolojik hendekler, topluluk parkları, yeşil sokaklar ve kentsel bahçeler gibi doğal ve yarı doğal unsurların planlı ağlarını içerir (Klemm ve ark., 2015). Bu unsurlar, birlikte çalışarak yağmur suyu yönetimini iyileştirir, ısı adası etkisini azaltır, hava kalitesini artırır, enerji tüketimini düşürür, karbon depolama kapasitesini yükseltir ve böylece biyolojik çeşitliliği koruyarak toplumsal refahı destekler.

İklim değişikliğine uyum bağlamında yeşil altyapı, kentlerin hidrolojik, termal ve ekolojik dengelerini yeniden kurmalarına yardımcı olur. Bu sistemler, yağmur suyunu yakalayarak ve depolayarak taşkın risklerini azaltır, aynı zamanda gölgeleme, buharlaşmalı soğutma ve doğal havalandırma yoluyla kentsel ısı adası etkisini hafifletir. Böylece, hem enerji verimliliğini artırır hem de yaz aylarında soğutma için harcanan enerji miktarını azaltır (Pandey & Ghosh, 2023). Ayrıca, yeşil altyapı sistemleri, kentsel alanlarda karbon sekestrasyonu, habitat bağlantısının güçlendirilmesi ve psikososyal sağlık faydalarının artırılması gibi dolaylı ekolojik katkılar da sağlar.

İklim değişikliğinin getirdiği çok boyutlu zorluklarla başa çıkmak, dirençli sistemlerin (resilient systems) temel ilkelerini benimsemeyi ve belirli çevresel koşullara göre uyarlanmış yerel stratejilerin geliştirilmesini gerektirir. Bu bağlamda, yeşil altyapının planlı biçimde yaygınlaştırılması, iklim-adaptif kentleşme paradigmasının en somut uygulama alanlarından birini oluşturur (Reynolds ve ark., 2020). Doğa-temelli çözümlerle desteklenen bu stratejik dönüşüm, yalnızca iklim etkilerini azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda kent ekosistemlerinin sosyoekolojik dayanıklılığını kalıcı biçimde güçlendirmeyi

hedeflemektedir. Şekil 4’de Reynolds ve ark. (2020) ‘na göre yeşil altyapı ve yönetim stratejileri sunulmaktadır.

Küresel ölçekte, temel altyapı sistemlerine ve kentsel genişlemeye ilişkin alınan kararlar, iklim değişikliğine yönelik risk oluşumunu, kırılganlık düzeyini ve potansiyel eylem kapasitesini doğrudan şekillendirmektedir. Kentsel altyapı, nüfusun, fiziksel varlıkların ve enerji tüketiminin yoğunlaştığı karmaşık bir ağ yapısı oluşturarak hem iklim risklerini artıran hem de azaltım fırsatları sunan bir sistem işlevi görür. Ancak bu sistemin sürdürülebilir biçimde planlanmaması, özellikle kentsel yayılma (urban sprawl) ve yeşil altyapının azalması yoluyla ekosistem hizmetlerinin zayıflamasına neden olur; bu durum şehirlerin uyum kapasitesini azaltırken iklim kaynaklı riskleri büyütür. Nitekim kontrolsüz kentsel genişleme sonucu ortaya çıkan kentsel ısı adası (Urban Heat Island) etkisinin, yerel sıcaklıkları yaklaşık 2°C’ye kadar artırabileceği gösterilmiştir.



Şekil 4. Orman, gıda bahçeleri, yeşil drenaj sistemleri, çayırlar ve çim alanları dahil olmak üzere kentsel yeşil altyapı, çok sayıda ekosistem hizmeti sağlar. "Orta" ve "yüksek" emisyon senaryolarına (RCP4.5 ve RCP8.5) göre, sıcaklık ve yağışta öngörülen değişiklikler, kentsel yeşil altyapısı için fırtına hasarı, sel, kuraklık stresi, zararlılar, yabancı otlar, hastalıklar, istilacı türler, don riski, değişen habitat uygunluğu

ve büyüme zamanlamasındaki değişiklikler dahil olmak üzere yönetim zorlukları yaratacaktır. Teori, kentsel yeşil alanların çeşitliliğini, yedekliliğini, modülerliğini ve bağlantılılığını teşvik etmenin, onları bu değişikliklere karşı daha dirençli hale getirebileceğini öne sürmektedir. Gösterildiği gibi, çeşitli özel yönetim stratejileri de kullanılabilir. Burada her bir yeşil altyapı biçimi için temel stratejiler vurgulansa da, birçok strateji (örneğin, toprak inşa etmek ve/veya korumak) birden fazla yeşil altyapı biçimine uygulanabilir (Reynolds ve ark., 2020'den değiştirilerek).

Yerleşimlerin ve altyapı ağlarının nasıl planlandığı, tasarlandığı ve işletildiği, kentlerin maruz kalma düzeyini, sosyal ve fiziksel kırılganlığını ve dayanıklılık kapasitesini belirleyen en önemli faktörler arasındadır. Özellikle plansız kentleşme, eğimli arazilerde veya kıyı taşkınlarına açık bölgelerde yoğunlaşan yerleşimlerde ciddi riskler yaratmaktadır. Ayrıca, hızlı nüfus artışının su kaynaklarını aşırı zorladığı bölgelerde, hidrolojik stres ve kaynak yetersizliği iklim etkilerini daha da ağırlaştırmaktadır. Bu nedenle kentsel karar alma süreçleri, yalnızca fiziksel planlamayı değil, aynı zamanda düşük karbonlu kalkınma modellerinin sosyal eşitlik ve refah üzerindeki etkilerini de dikkate almalıdır. Kentlerin sıfır karbon hedefleriyle uyumlu, kapsayıcı ve iklim dirençli biçimde geliştirilmesi, hem iklim değişikliğinin azaltımını hem de Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin (SKH) ilerlemesini destekleyen temel bir strateji olarak öne çıkmaktadır (Dodman ve ark., 2022).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, kentsel yeşil altyapının insan sağlığı ve yaşam kalitesi üzerindeki olumlu etkilerini güçlü biçimde ortaya koymaktadır. Ancak bu hizmetlerin sürekliliği, iklim değişikliğinin çok boyutlu etkileri nedeniyle giderek tehdit altına girmektedir. Artan sıcaklıklar, değişken yağış rejimleri, deniz seviyesindeki yükselme ve aşırı hava olaylarının sıklığındaki artış, kentsel ekosistemlerin işleyişini ve dayanıklılığını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca ozon tabakasının incilmesi, çölleşme, ormansızlaşma, tatlı su kaynaklarının azalması ve biyotik bileşimdeki değişimler, bu kırılganlığı daha da derinleştiren çevresel eğilimlerdir (Thuiller, 2007; Pandey ve Ghosh, 2023).

2. KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİ VE KENTSEL TARIM İLE İLİŞKİSİ

Ana akım ekosistem hizmetleri kavramı, Millennium Ecosystem Assessment (2005) tarafından tanımlandığı üzere dört ana kategoriye ayrılmaktadır: düzenleyici, tedarik, kültürel ve destekleyici hizmetler. Bu

sınıflandırma, insan refahını doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen ekolojik işlevlerin bütüncül bir çerçevesini sunar. Bolund ve Hunhammar (1999) ise bu kavramı kentsel bağlama uyarlayarak, şehir ekosistemlerine özgü hizmetlerin —örneğin mikroiklim düzenleme, hava kalitesinin iyileştirilmesi, gürültü azaltımı, yağmur suyu yönetimi, atık arıtımı ve estetik katkılar— basitleştirilmiş bir sınıflandırmasını geliştirmiştir. Kentsel ekosistem hizmetleri ile iklim değişikliği arasındaki ilişki, karşılıklı etkileşimler ve geri besleme döngüleriyle şekillenen karmaşık ve dinamik bir süreçtir. Bir yandan iklim değişikliği; sıcaklık artışları, aşırı hava olayları, deniz seviyesinin yükselmesi ve yağış rejimlerindeki bozulmalar yoluyla ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini tehdit eder, şehirleri çevresel risklere karşı daha kırılgan hale getirir ve sürdürülebilir toplulukların gelişme kapasitesini zayıflatır. Öte yandan, kentsel ekosistemler, sera gazı emisyonlarını azaltma, karbon tutma, mikroiklim düzenleme ve topluluk dayanıklılığını güçlendirme potansiyelleri sayesinde iklim değişikliğinin hem azaltımı hem de uyum sürecinde kritik bileşenler olarak işlev görür. Bu durum Şekil 5’de özetlenmiştir (Pandey & Ghosh, 2023).



Şekil 5. Kentsel ekosistem hizmetleri ile iklim değişikliği arasındaki etkileşim (Pandey ve Ghosh, 2023’den değiştirerek). Bu şekildeki, mavi oklar kentsel ekosistem hizmetlerinin iklim değişikliğinin etkilerini hafifleterek tampon görevi görme biçimlerini göstermektedir. Tersine, kırmızı oklar iklim değişikliğinin kentsel ekosistemin hassas dengesine nasıl yük bindirerek bir stres faktörü olarak

davrandığını göstermektedir. A, sıcaklık düzenlemesi; B, hava kalitesi kontrolü; C, yağmur suyu yönetimi/sel suyu emilimi; D, sel azaltımı; E, biyoçeşitlilik desteği; F, karbon tutulması; G, tozlaşma hizmetleri; H, kültürel hizmetler; I, gıda güvenliği; J, iklim direnci; a, kentsel ısı adası/küresel ısınma; b, kültürel hizmetlerin kaybı; c, hava kirliliği; d, biyoçeşitlilik kaybı; e, daha az karbon tutulması; f, sel; g, etkilenen tozlaşma; h, gıda güvensizliği.

Tablo 2. İklim değişikliğine uyumu destekleyen ve etkilerini azaltan doğa temelli çözümler (Wang ve ark., 2023).

Eylemler	Karasal	Tatlı su	Deniz
Biyοçeşitliliği koruyun	Yerli ormanları, çalılıkları ve otlakları koruyun	Akarsular, nehirler ve göllerde kirliliği ve sedimantasyonu engelleyin	Deniz tabanında trol ve tarama faaliyetlerini yasaklayın
	İstilacı türlerin ve zararlıların girişini ve yayılmasını kontrol edin		
Yaşam alanlarını ve popülasyonları yeniden birbirine bağlayın	Korunan doğal yaşam alanlarını birbirine bağlamak için nehir kıyısı ve çit koridorlarını kullanın		Kıyı geliştirme ve deniz tabanı trol avcılığı ve tarama yoluyla habitatların parçalanmasını sınırladın
	Türlerin yayılmasını (koridorlar) sağlamak için korunan alanlar dışındaki yaşam alanı ve tür kaybını azaltın		
Doğayla yaşamak	Çevresel olarak sürdürülebilir tarım, turizm ve diğer arazi ve tatlı su kullanımı		Çevresel olarak sürdürülebilir su türlerini yetiştiriciliği, balıkçılık, turizm
Restorasyon ve kurtarma	Eski madenleri, taş ocaklarını ve endüstriyel arazileri rehabilite etmek	Nehir kıyılarını stabilize edin. Balık göçünü engelleyen setleri ve yapay yapıları kaldırın.	Yaşam alanlarının, doğal nüfus yapısının ve besin ağlarının pasif olarak iyileşmesine olanak sağlamak için seçili alanlarda deniz yaşamının ve yaşam alanı balıkçılığının yasaklanması
Yeniden yabanileştirme	Yok olmuş yerel türlerin yeniden ortamına bırakılması		
Erozyonu ve toprak kaybını azaltın,	Yağmur suyunun yüksek kesimlerde emilmesini ve ani sellerin azaltılmasını sağlamak için ormanlar dikin ve otlatmayı kontrol edin.		Kumul sistemlerini insan ve çiftlik hayvanlarının çiyenmesinden kaynaklanan erozyondan koruyun
Taşkınları kontrol altına alın	Nehir ve deniz suyu taşkınlarına karşı tampon görevi görececek şekilde tuz bataklıkları ve mangrovlar için arazi ayırın; daha fazla yaban hayatı yaşam alanı sağlamak ve fırtına dalgalarını ve selleri emmek için halic ve nehir yukarısındaki korunan alanları birbirine bağlayın		
Kentsel gelişim	Taşımacılık ve atık altyapısını daha uygun maliyetli yöneten gelişimlere yoğunlaşın	Tatlı su kalitesini korumak için yüksek arazilerdeki gelişmeyi sınırlayın	Deniz seviyesinin yükselmesi ve buna bağlı fırtına dalgaları riski taşıyan bölgelerde inşaatın yasaklanması
Sera gazı azaltımı	Yeniden ağaçlandırma (özellikle mangrovlar); Yeniden bitkilendirme; Daha az çiftlik memelisi	Topraklardaki karbonu yakalamak ve biriktirmek için sulak alanları onarın ve genişletin.	CO ₂ ve CH ₄ salınımına neden olan trol ve tarama faaliyetleriyle deniz tabanının bozulmasını sınırlayın. Zararlı balıkçılık sübvansiyonlarını ortadan kaldırın.
	Fosil yakıtların kullanımını azaltın ve yenilenebilir enerji kaynaklarına sübvansiyonları yeniden uygulayın		
Karbon tutumu	Biyοçeşitliliğin gelişmesine izin verin ve havadaki CO ₂ 'yi yakalayıp biyokütle, toprak ve tortularda tutun.		
	Biyokütleyi ve ekosistem çeşitliliğini artırıcı ormancılık yönetimine geçin	Ekosistem karmaşıklığını geri kazandırmak için topraklardan ve şehirlerden gelen besin girdisini azaltın	
Sosyal	Uyum önlemlerinin faydaları hakkında kamuoyuna bilgi iletin		
Siyasi ve ekonomik	Düşük karbon emisyonlu bir ekonomiye geçişi yönlendiren düzenlemeler ve ekonomik teşvikler aracılığıyla azaltma ve uyum önlemlerinin liderliğini ve yönetimini sağlamak		
İlmi	Biyοçeşitlilik eğilimleri ve iklim değişkenleri, aşırı hava olayları, tehdit altındaki ve istilacı türler, doğal yaşam alanları ve bunların ilişkileri dahil olmak üzere ilgili faktörler hakkında kamuoyunun ve politika yapımcıların bilgilendirilmesi için izleme verilerinin topluma hızlıca açıklanması ve duyurulması		
	Doğa koruma, ormancılık, tarım, balıkçılık ve gıda üretim sektörleri de dahil olmak üzere çevresel faktörler ve biyoçeşitlilik eğilimleriyle ilgili neden-sonuç ilişkilerinin anlaşılmasını iyileştirmek için araştırma yürütmek ve yönetim eylemi ve eylemsizliğin sonuçlarına ilişkin projeksiyonları iyileştirmek		

Kentlerde yeşil altyapı sistemleri, mikroiklimin düzenlenmesine, hava kalitesinin iyileştirilmesine, gürültü kirliliğinin azaltılmasına ve psikolojik refahın artırılmasına önemli katkılar sağlar. Yeşil alanlar; binalar arası

boşluklarda, çatılarda, duvar yüzeylerinde veya sokak boyunca oluşturulan ağaç hatlarında konumlandırılarak doğa ile iç içe yaşam alanları oluşturur. Bu unsurlar, yalnızca çevresel yarar sağlamaz, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması açısından da işlevseldir. Bitki türlerinin, kuş yemliklerinin ve tozlayıcı böceklerin dikkatle seçilmesi, kentlerde ekolojik koridorların oluşmasına ve tozlaşma ile tohum yayılımının desteklenmesine olanak tanır. Ayrıca geçirgen yüzeyler, göletler ve sulak alanlar, yağmur suyu akışını dengeleyerek taşkın riskini azaltır ve yer altı suyu beslenimini destekler. Bu tür doğa temelli çözümler, ekosistem temelli iklim uyumu (Ecosystem-based Adaptation, EbA) yaklaşımının somut örnekleri arasında yer alır. Dahası, yeşil alanlarda büyüyen bireylerin hem fiziksel hem de zihinsel sağlıklarının daha iyi olduğu ve doğaya karşı daha güçlü bir aidiyet duygusu geliştirdikleri gösterilmiştir (Block & Bokalders, 2016). Böylece, kentsel ekosistem hizmetleri yalnızca çevresel sürdürülebilirliğin değil, aynı zamanda sosyoekolojik dayanıklılığın da temel dayanağı haline gelmektedir.

Kentsel tarım, ekosistem hizmetleriyle (ES) güçlü biçimde bağlantılıdır ve şehirlerde sürdürülebilirliği destekleyen çok yönlü faydalar sağlar. Tarımsal faaliyetler kentsel ortamlara taşındığında, geleneksel tarımdan farklı sosyal, ekonomik ve çevresel dinamikler ortaya çıkar. Bu durum hem fırsatlar hem de sınırlamalar yaratmakta; dolayısıyla kentsel tarımın gelişimi, teknolojik yenilikler ile toplumsal katılımın birlikte ele alınmasını gerektirmektedir (Orsini ve ark., 2020). Kentsel tarımın sunduğu ekosistem hizmetleri dört ana kategoride sınıflandırılabilir;

- Tedarik hizmetleri – gıda, su, hammadde ve tıbbi bitkiler gibi doğrudan yararlanılan ürünlerin sağlanması,
- Düzenleyici hizmetler – hava ve toprak kalitesinin iyileştirilmesi, karbon tutulumu, sel ve hastalık kontrolü,
- Habitat hizmetleri – biyolojik çeşitliliğin korunması ve türler için yaşam alanı oluşturulması,
- Kültürel hizmetler – rekreasyon, sağlık, eğitim, turizm ve toplumsal etkileşim gibi maddi olmayan katkılar.

Kentsel ekosistemler, bu hizmetleri bütüncül bir biçimde sunarak hem çevresel hem de sosyal dayanıklılığı artırır. Örneğin yeşil alanlar; mikroiklimin düzenlenmesi, hava kirliliğinin azaltılması, gürültü kontrolü, yağmur suyu yönetimi ve karbon depolanması gibi çoklu işlevlere sahiptir.

Ağaçlar ve yeşil çatılar sıcaklığı düşürür, geçirgen yüzeyler ve sulak alanlar taşkın riskini azaltır. Ayrıca kent bahçeleri, yerel gıda üretimini artırarak gıda güvenliği ve toplumsal bütünleşme açısından stratejik bir rol oynar (Block & Bokalders, 2016). Bu durumlar Tablo 3 ve Şekil 6-7’de özetlenmiştir.



Şekil 6. Kentsel Ekosistem Hizmetleri (Block ve Bokalders, 2016).

Kentsel tarım aynı zamanda ekonomik ve kültürel değerleri de güçlendirir. Yeşil alanlara yakın bölgelerde gayrimenkul değerlerinin artması, yerel ekonomilere katkı sağlar. Açık alanlar, fiziksel aktiviteyi ve sosyal etkileşimi teşvik ederek ruhsal sağlığı destekler. Eğitimsel olarak ise doğayla etkileşimi güçlendirir, çevresel farkındalığı artırır ve çocuklarda bilişsel gelişimi destekler. Bu durumlar Şekil 7’de şematize olarak sunulmuştur. Bununla birlikte, iklim değişikliği ve hızlı kentleşme, bu sistemlerin dayanıklılığını sınamaktadır. Aşırı hava olayları, kirlilik ve arazi baskısı, kentsel ekosistem hizmetlerini zayıflatabilir. Bu nedenle kentsel planlama, iklim değişikliğinin azaltımı ve uyumuyla Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) arasında sinerji kuran politikaları benimsemelidir (Dodman ve ark., 2022). Özellikle SKH 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar), SKH 13 (İklim Eylemi) ve SKH 15 (Karasal Yaşam) arasında kurulan entegrasyon, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim direnci açısından kritik öneme sahiptir (Pandey & Ghosh, 2023; Allan ve ark., 2024).

Tablo 3. Farklı kentsel ekosistem yapılarına ilişkin ekosistem hizmetlerine genel bir bakış (Pandey ve Ghosh, 2023).

EKOSİSTEM YAPISI	KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİ			
	DESTEKLEYİCİ	DÜZENLEYİCİ	SAGLAYICI	ESTETİK
KENTSEL YEŞİL ALANLAR	Biyocoşutliliğin bakımı	İklim düzenlemesi	Gıda üretimi (bahçeler)	Eğlence fırsatları
	Habitat sağlanması	Hava kalitesinin iyileştirilmesi		Kültürel ve manevi önemi
	Toprak oluşumu	Su düzenlemesi		Estetik değer
KENT AĞAÇLARI	Biyocoşutliliğin bakımı	İklim düzenlemesi	Kereste ve hammaddeler	Eğlence fırsatları
	Habitat sağlanması	Hava kalitesinin iyileştirilmesi	Tıbbi kaynaklar	Kültürel ve manevi önemi
	Toprak oluşumu	Gürültü azaltma		Estetik değer
KENTSEL SULAKALANLAR	Biyocoşutliliğin bakımı	Suyun düzenlenmesi ve saflaştırılması	Su temini	Eğlence fırsatları
	Habitat sağlanması	İklim düzenlemesi		Kültürel ve manevi önemi
	Besin döngüsü	Sel kontrolü		Estetik değer
YEŞİL ÇATILAR	Biyocoşutliliğin bakımı	İklim düzenlemesi	Gıda üretimi	Eğlence fırsatları
	Habitat sağlanması	Hava kalitesinin iyileştirilmesi		Estetik değer
		Yağmur suyu yönetimi		
KENTSEL TARIM	Biyocoşutliliğin bakımı	İklim düzenlemesi	Gıda üretimi	Eğlence fırsatları
	Habitat sağlanması	Hava kalitesinin iyileştirilmesi		Kültürel ve manevi önemi
	Besin döngüsü	Yağmur suyu yönetimi		Estetik değer
	Toprak oluşumu			
KENT ORMANLARI	Biyocoşutliliğin bakımı	İklim düzenlemesi	Kereste ve hammaddeler	Eğlence fırsatları
	Habitat sağlanması	Hava kalitesinin iyileştirilmesi	Tıbbi kaynaklar	Kültürel ve manevi önemi
	Besin döngüsü	Gürültü azaltma		Estetik değer
	Toprak oluşumu	Tozlaşma		
KENTSEL AKARSULAR	Biyocoşutliliğin bakımı	İklim düzenlemesi	Su temini	Eğlence fırsatları
	Habitat sağlanması	Su düzenlemesi	Gıda tedariki	Kültürel ve manevi önemi
	Besin döngüsü	Sel kontrolü		Estetik değer
	Toprak oluşumu			

**Şekil 7.** Kentsel ekosistemlerin sunduğu ekosistem hizmetleri (Web1-Naturvardsverket'den değiştirilerek)

Kentsel tarımın ekosistem hizmetleriyle bütünleştirilmesi, şehirlerin iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırmak, çevresel kirliliği azaltmak ve yeşil dönüşümü hızlandırmak için temel bir stratejidir. Bu yaklaşım, 2050 sıfır kirlilik hedefiyle uyumlu olarak hem insan sağlığını hem de gezegenin ekolojik dengesini korumaya yönelik en etkili yollardan biridir (Kumar ve ark., 2023; Wang ve ark., 2023).

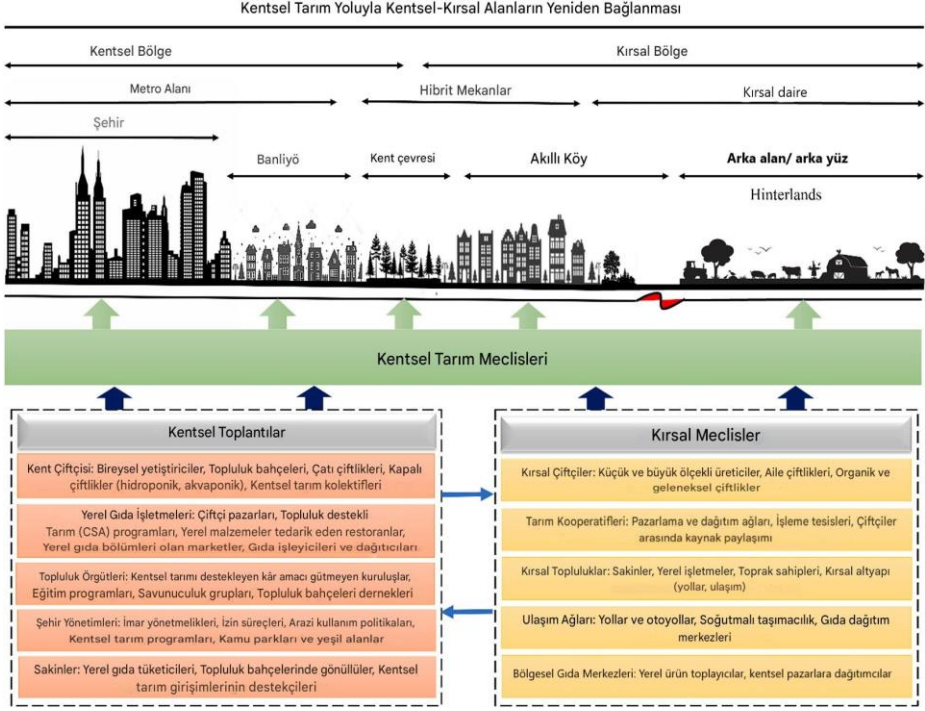
3.KENTSEL TARIM, İKLİM UYUMU VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Kentsel tarım (KT), çevresel sürdürülebilirlik, toplumsal refah ve ekonomik canlılık açısından çağdaş şehir ekolojilerinin vazgeçilmez bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır. Yeşil altyapının önemli bir parçası olan KT, doğal ve yarı doğal sistemler aracılığıyla hem çevreye hem topluma hem de ekonomiye çok yönlü katkılar sağlar. Castro-Díez ve ark. (2019), kentsel tarımın biyolojik çeşitliliğin korunması, gıda güvenliğinin artırılması ve iklim değişikliğinin azaltılması yönünde stratejik bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda, KT yalnızca gıda üretimini değil, aynı zamanda karbon emisyonlarının düşürülmesini, çevresel farkındalığın artmasını ve toplumsal dayanıklılığın güçlenmesini de destekleyen çok işlevli bir sistem olarak değerlendirilmektedir.

Kentsel tarım, şehirlerde atıl durumdaki arazilerin üretken hale getirilmesiyle sürdürülebilir gıda ekonomilerinin yerleşmesini sağlar. Yerel üretim, tedarik zincirlerini kısaltarak hem karbon ayak izini azaltır hem de taze ve besin değeri yüksek ürünlerin kentlilere ulaşmasını kolaylaştırır. Uçakla veya uzun mesafeli taşımacılıkla ulaştırılan gıdaların yerine, kent içinde veya yakınında yetiştirilen ürünlerin geçmesi, doğrudan sera gazı emisyonlarını düşürür. Ayrıca kentsel tarım sistemleri, toprakta ve bitki örtüsünde karbon depolayarak şehirlerin karbon dengesine olumlu katkı yapar (USDA Climate Hubs, 2023).

Kentsel ve kent çevresi tarım (KT/KÇT), sürdürülebilir şehir planlamasında dayanıklılığı artıran kilit bir stratejidir. Şehirlerin artan nüfus yoğunluğu, su ve enerji talebi ile gıda güvenliği üzerindeki baskılar, KT'yi hem azaltım (mitigasyon) hem de uyum (adaptasyon) politikalarının merkezine yerleştirmiştir. Dubbeling ve ark. (2019)'a göre, kent tarımı yalnızca sera gazı emisyonlarını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda afet risk

yönetimi, toplumsal kapsayıcılık ve iklim direnci açısından da kritik katkılar sunar. KT Kentsel ve kırsal ekosistemleri birbirine bağlar, iletişim kurar bu durum Yang ve Sono, (2025) tarafından Şekil 8'de şematize edilmiştir.



Şekil 8. Kentsel ve kırsal alanları bağlantısı ve KT topluluk konsepti (Yang ve Sono, 2025).

Günümüzde KT, küresel ısınma, iklim değişikliği ve artan kent nüfusu gibi faktörlerin etkisiyle daha da kritik hale gelmiştir. Hızla kentleşen bölgelerde ısı adası etkisi, hava kirliliği ve gıda güvensizliği gibi sorunlar artarken, planlı ve organize yeşil altyapı çözümleri, şehirlerin mikroiklimini düzenlemekte ve sera gazı yoğunluğunu azaltmaktadır (Khan ve ark., 2020).

Sonuç olarak, kentsel tarım modern şehirlerin ekolojik, ekonomik ve toplumsal dayanıklılığını artıran bütüncül bir sistemdir. KT, yalnızca gıda üretimini değil; karbon yönetimini, atık döngüsünü, sosyal bütünleşmeyi ve doğa temelli çözümleri de kapsayarak sürdürülebilir şehirlerin temel yapı taşlarından biri haline gelmiştir. Bu nedenle, geleceğin kent planlamasında kentsel tarımın entegrasyonu, iklim değişikliğine uyum stratejilerinin ve yeşil dönüşüm politikalarının ayrılmaz bir unsuru olarak ele alınmalıdır.

3.1.Kentsel Tarım Kavramı ve Tarihsel Süreç

Kentsel tarım terimi, şehirlerde hem kendi tüketimi hem de gelir elde etme amacıyla yapılan bitkisel ve hayvansal üretim faaliyetlerini kapsar. Bununla birlikte, tarımsal girdilerin üretimi, pazarlanması, hasat sonrası işlemler ve ürünlerin dağıtımı gibi yan faaliyetleri de içeren bütüncül bir sistemdir. Bu yapının temel özellikleri şu şekilde özetlenebilir (Orsini ve ark., 2013):

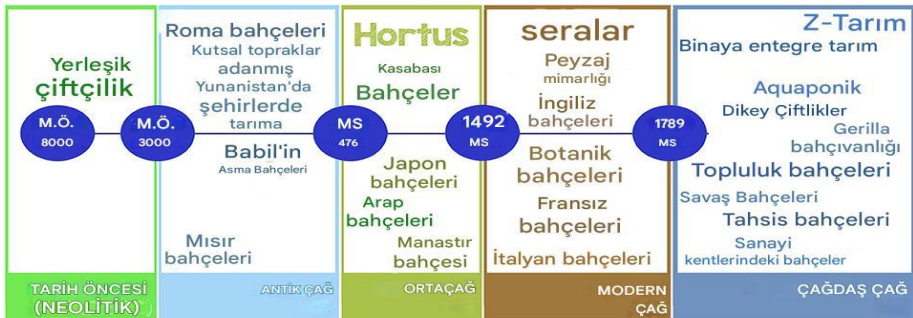
- Kentsel tarım, kent içi veya çevresindeki evlerde ya da küçük arazilerde yürütülen üretim biçimidir; genellikle gayri resmidir ve istatistiksel olarak tam ölçülememektedir.
- Sebze, meyve, tıbbi ve süs bitkileri, odunsu türler, küçükbaş hayvanlar, kümes hayvanları, hatta arıcılık ve su ürünleri yetiştiriciliği (akuaponik sistemler) gibi geniş bir yelpazede üretim yapılabilir.
- Üretim genellikle pazar yerlerine yakın konumlarda gerçekleşir ve sınırlı alanlarda yürütülür.
- Kentsel tarım şehir suyunu ve organik atıkları yeniden değerlendirerek doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimine katkı sağlar.
- Ürünler çoğunlukla işlenmeden, taze şekilde tüketiciye ulaşır.
- Kentsel üreticiler genellikle düşük düzeyde örgütlenmiş topluluklardan oluşur.

Kentsel tarım kavramı, 2000 yılında Mougeot tarafından sistematik biçimde tanımlanmış ve “şehirlerin içinde veya çevresinde gerçekleşen, kentsel kaynakları kullanarak hem gıda hem de gıda dışı ürünlerin üretimini, işlenmesini ve dağıtımını kapsayan bir endüstri” olarak ifade edilmiştir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) da benzer şekilde KT’yi “şehir ve kasabalarda veya yakın çevrelerinde gerçekleştirilen bitki yetiştiriciliği ve hayvancılık faaliyetleri” olarak tanımlar (Drechsel & Kunze, 2001). Günümüzde bu tanımlar, hidroponik ve akuaponik sistemler, dikey tarım, çatı bahçeleri, topluluk bahçeleri ve hatta terk edilmiş binaların iç mekânlarında yapılan üretimleri de kapsayacak biçimde genişletilmiştir (Douziech ve ark., 2024). Bu tanımların mekânsal tanımları Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Kentsel ve Kent Çevresi Tarım tiplerinin tanımı (Rao ve ark.,2022'den).

Türü	Açıklama/Tanım
Özel açık alan	Özel mülkiyete ait arazi, örneğin arka bahçe, özel bahçe ve/veya özel mülkiyete ait tarım arazisi
Çatı katı, teras ve balkon	Binaların içinde ve üzerinde yapılan her türlü tarım
Dikey bahçecilik	Sebze, çiçek ve bitkilerin büyümesini desteklemek için dikey alanlardan yararlanan her türlü tarım biçimi. Bu, istiflenebilir dikim sistemleri ve/veya duvar yeşillendirmesini içerebilir.
Seralar	Bitkilerin ve sebzelerin büyümesi için düzenli bir iklim sağlamak amacıyla kullanılan, şeffaf bir malzemeden yapılmış kendi kendine yeten bir yapı
Resmi tahsisler	Ticari olmayan tarımsal üretim amacıyla bir belediyeye resmen ait olan tahsis edilmiş arazi
İşgal edilmiş ortak alanlar	Tarımsal faaliyetler amacıyla işgal edilen gayriresmî alanlar

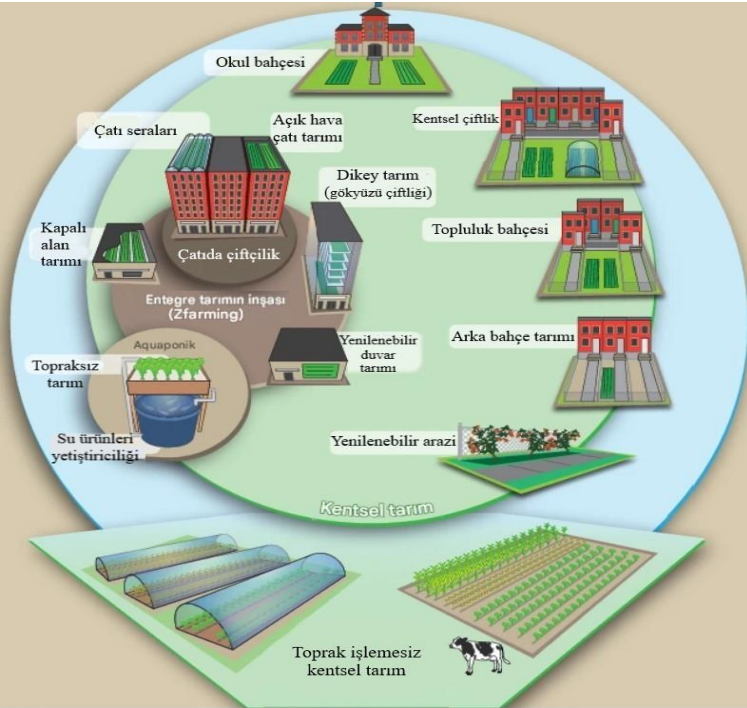
Kentsel tarımın tarihsel gelişimi de bu çok boyutlu işlevselliği desteklemektedir. M.Ö. 3500'lere kadar uzanan kökleriyle KT, erken uygarlıklarda temel bir kentsel planlama ilkesi olarak benimsenmiş; 18. ve 19. yüzyıllarda sanayileşmeyle geri planda kalmış; 20. yüzyılın savaş dönemlerinde “zafer bahçeleri” ile yeniden canlanmış; 21. yüzyılda ise dikey tarım, hassas tarım ve yapay zekâ destekli sistemlerle yeniden tanımlanmıştır (Gao ve ark., 2025). Şekil 9'da durum şematize edilmiştir.



Şekil 9. Kentsel Tarımın tarihi boyunca ilgili anahtar kelimelerin zaman çizelgesi (Orsini ve ark.,2020'den değiştirerek)

3.2.Kentsel Tarım Tipolojileri

Kentsel tarım, çok çeşitli üretim biçimlerini içerir: açık alan bahçeciliği, kentsel çiftlikler, yeşil çatı ve duvar sistemleri, hidroponik/dikey tarım, fidanlık işletmeleri ve kentsel hayvancılık gibi uygulamalarla farklı mekânsal ölçeklerde faaliyet gösterir (Little, 2019). Topluluk bahçeleri, bu çeşitliliğin en somut örneklerinden biridir; hem gıda üretimi hem de toplumsal bağların güçlendirilmesi açısından önemli işlevler üstlenir (Corkery, 2004). Bu bağlamda KT, yalnızca üretim odaklı değil, aynı zamanda sosyal etkileşim, ekolojik eğitim, ruhsal sağlık ve kent estetiği açısından da ekosistem hizmeti sağlayıcı bir modeldir (Santo ve ark., 2016). Kentsel tarımın çeşitli tipleri (Şekil 10-11) bulunmaktadır. Bunlar arasındaki karşılaştırma Tablo 5’de sunulduğu gibi açıklanabilir ve aşağıda sunulduğu gibi gruplandırılabilir;



Şekil 10. Kentsel tarım tipolojileri (Santo ve ark.,2016’dan değiştirilerek).

1) Dikey yüzey temelli sistemler

Yaşayan yenilebilir duvar / dikey bahçecilik: Bitkiler, duvar boyunca taşıyıcı paneller ve entegre sulama-besleme hatlarıyla dikey düzende yetiştirilir; kök zonu toprak gerektirmez, substrat ve/veya besin çözeltisiyle beslenir. Mekânsal verim, ısı adası azaltımı ve cephe ekosistem hizmetleri öne çıkar (Banerjee ve ark., 2014; Khan ve ark., 2020).

2) Çatı temelli üretim

- Çatı bahçeleri ve seralar / çatı çiftlikleri: Az kullanılan çatılar üretim yüzeyine dönüştürülür; açık sistem (topraklı kaplar) veya korumalı/sera (hidroponik/akuaponik) çözümlerle yıl boyu üretim ve yerel gıda arzı güçlendirilir (Harada ve ark., 2018; Khan ve ark., 2020).

3) Topraksız kültürler

- Hidroponik: Toprak yerine besin açısından zengin çözeltide yetiştirme; inert ortam (perlit, kokopit, kil bilye vb.) kullanılabilir. Yüksek su ve besin kullanım verimi sağlar (Gruda & Tanny, 2014; Von-Seggern ve ark., 2015).
- **Aeroponik:** Köklerin sisleme ile beslendiği, su tüketimi çok düşük (hidroponikten dahi düşük) sistem; hızlı büyüme ve yüksek besin kalitesi raporlanır (Birkby, 2016; Khan ve ark., 2020).
- **Akvaponik:** Balık yetiştiriciliği ile hidroponiğin entegre edildiği kapalı döngü; atık su bitkiler için besin olur, suyun büyük kısmı geri kazanılır (Perkins, 2013; Khan ve ark., 2020).
- **Organoponik:** Kimyasal girdi olmadan, organik maddece zengin substratlarda üretim; düşük verimli topraklar ve sınırlı girdili kentsel bağlamlar için uygundur (Khan ve ark., 2020; Orsini ve ark., 2013).

4) Kontrollü ortam/dikey tarım

- **Dikey tarım** (CO₂, iklim, LED kontrollü): Katmanlı yetiştirme rafları, otomatik iklim ve hassas besleme ile yüksek birim-alan verimi; yıl boyu planlı üretim ve tedarik zinciri kısalması sağlar (Shamshiri ve ark., 2018; Gunapala ve ark., 2025).
- **Varyantlar:** Hidroponik, aeroponik, akvaponik ve dikeponik (akuakültür yerine anaerobik sindirici + biyogaz) olarak

ölçeklenebilir (Sharma ve ark., 2018; Al-Kodmany, 2018; Fernández-Cabanás ve ark., 2020; Marquez ve ark., 2020).

5) Yeşil çatılar

- **Ekstensif/İntensif yeşil çatı:** Büyüme ortamı katmanlı çatı sistemleri; su tutma, mikroiklim düzenleme ve biyoçeşitlilik faydaları yanında bazı tasarımlarda yenilebilir türlerle gıda üretimi mümkündür (Shafique ve ark., 2018; Gunapala ve ark., 2025).

6) Mikroyeşiller

- **Mikroyeşiller:** Çok kısa hasat süresi, yüksek besin yoğunluğu ve düşük alan gereksinimi; eğitim, girişimcilik ve gıda okuryazarlığıyla da ilişkilidir (Sujatna ve ark., 2022).

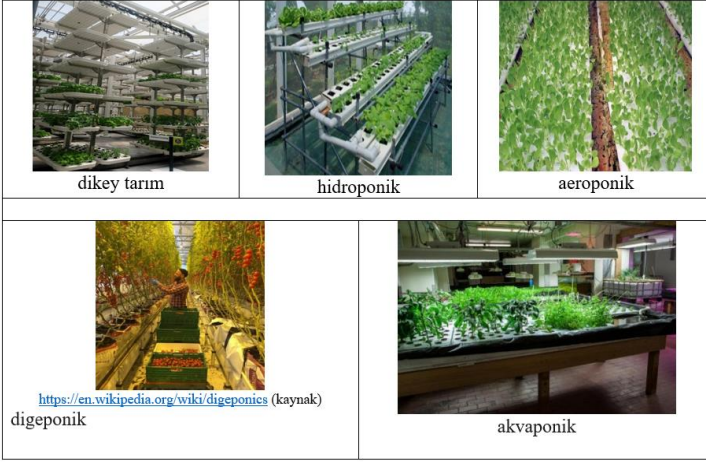
7) Sosyo-mekânsal örgütlenme (işletme biçimleri)

- **Özel/kamu bahçeleri,** topluluk bahçeleri, geniş kent-çevresi çiftlikleri, yapay aydınlatmalı bitki fabrikaları: Farklı aktör, mülkiyet ve yönetim modelleri altında; gıda güvenliği, eğitim, ekosistem hizmetleri ve dögüsel ekonomi amaçlı işletilir (Orsini ve ark., 2020).

Tablo 5. Kentsel Tarım Sistemlerinin Sadeleştirilmiş Karşılaştırması

Sistem	Temel tanım	Ana girdiler/teknoloji	Öne çıkan yararlar	Başlıca sınırlılıklar
Yaşayan yenilebilir duvar / dikey bahçe	Dikey yüzeyde substrat/besin çözültisiyle üretim	Entegre sulama-besleme, hafif substratlar	Alan verimi, ısı adası azaltımı, estetik	Kurulum/bakım maliyeti, rüzgâr-kuruma stresi
Çatı bahçesi/serası (çatı çiftliği)	Çatıda açık/korunmalı üretim	Kap/raised-bed, sera, topraksız sistemler	Yerel gıda, yağmur suyu yönetimi	Statik yük/izolasyon, erişim-lojistik
Hidroponik	Topraksız, besin çözültisi	NFT/DWC/kapalı devre sistemler	Su/besin verimi, hijyenik üretim	Çözültinin izlenmesi, enerji ihtiyacı
Aeroponik	Sisleme ile kök besleme	Yüksek basınçlı sisleme	Çok düşük su tüketimi, hızlı büyüme	Donanım hassasiyeti, enerji-yedekleme
Akvaponik	Akuakültür + hidroponik	Balık tankı, biofiltrasyon	Su geri kazanımı, iki ürün (balık-bitki)	Başlangıç maliyeti, denge yönetimi
Organoponik	Organik substratta üretim	Kompost, organik materyal	Düşük girdi, uygun maliyet	Besin eşitleme, patojen kontrolü
Dikey tarım (CO₂/LED)	Raflı, tam kontrollü iç mekân	LED, HVAC, sensör-otomasyon	Yüksek birim verim, yıl	Enerji yoğunluğu, CAPEX

kontrol)			boyu üretim	
Yeşil çatı (ekstensif/intensif)	Çatı üstü katmanlı vejetasyon	Drenaj-sub-strate-bitkilendirme	Mikroiklim, su tutma, habitat	Yük, bakım, bitki seçimi
Mikroyeşiller	Kısa süreli, yüksek besin yoğunluğu	Tepsiler, basit aydınlatma	Hızlı üretim, düşük alan	Sürekli pazarlama/raf ömrü
Topluluk/özel bahçeler, kent-çevresi çiftlikleri	Sosyo-mekânsal örgütlenme biçimleri	Yerel iş gücü, ortak alan	Sosyal uyum, eğitim, erişim	Mülkiyet süresi, finansman, ölçek



Şekil 11. Çeşitli kentsel tarım örnekleri (Gao, ve ark., 2025'den).

3.3.Kentsel Tarım Faydaları ve Yönetimi

Kentsel tarım, metropol alanların program ve politika düzeyinde dahil olduğu popüler bir konu haline gelmiştir. Halk sağlığını ve ekonomik kalkınmayı teşvik etmenin, sosyal sermaye oluşturmanın ve kullanılmayan arazileri yeniden kullanmanın bir yolu olarak ifade edilmektedir. Kentsel tarım tek başına ekolojik çöküşten sağlıklı gıdaya eşitsiz erişime kadar gıda sistemimizin birçok ikilemini çözmeyecek olsa da, gıda sistemini daha sosyal açıdan adil, ekolojik açıdan sağlam ve ekonomik açıdan sürdürülebilir hale getirmek için gereken müdahalelerin bir parçası olabilir (Santo ve ark.,2016). Kentsel tarımın sosyokültürel boyutu, fiziksel üretimden çok daha fazlasını kapsayan; toplumsal dayanışma, sosyal sermaye birikimi ve kentsel kimlik inşasıyla doğrudan ilişkili bir alan olarak değerlendirilmektedir. Santo ve ark. (2016) tarafından yapılan kapsamlı değerlendirmeler, kentsel tarımın en

önemli çıktılarının, bireyleri ortak bir amaç etrafında birleştirerek toplum refahını, sosyal dayanışmayı ve vatandaşların gıda sistemine katılımını artırması yönünde yoğunlaştığını ortaya koymuştur. Bu etkiler, özellikle topluluk bahçeleri gibi katılımcı temelli uygulamalarda belirginleşmektedir. Santo ve ark. (2016)'ya göre kentsel tarımın faydaları ve kısıtları Tablo 6'da sunulmaktadır. Kentsel tarım projeleri, yalnızca ekonomik üretim veya gıda güvenliğiyle sınırlı olmayıp; psikososyal sağlık, yerel kimlik, topluluk dayanıklılığı ve sosyal kapsayıcılık açısından da önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, birçok kentsel çiftlik, kâr odaklı değil; sosyal fayda ve eğitim misyonuna odaklanan sosyal girişim modeli altında faaliyet göstermektedir. Bununla birlikte, sosyoekonomik eşitsizlikler ve tarihsel engeller nedeniyle bu faydaların her kesime eşit ulaşmadığı da literatürde eleştirilen bir noktadır. Santo ve ark. (2016)'ya göre, kentsel tarım politikalarının değerlendirilmesinde şu ilkeler dikkate alınmalıdır:

- KT, yalnızca üretim ve ekonomik çıktı açısından değil; sosyal, çevresel, sağlık ve kültürel etkilerinin çok boyutlu doğasıyla ele alınmalıdır.
- En başarılı uygulamalar, bulunduğu bölgenin irksal, kültürel ve sosyoekonomik çeşitliliğine duyarlı biçimde tasarlanmalıdır.
- KT, kent ekosistemlerine sağladığı mikroiklim düzenleme, hava kalitesi iyileştirme ve gürültü azaltma gibi hizmetlerle dolaylı olarak halk sağlığına da katkıda bulunur.
- Katılımcıların fiziksel ve ruhsal sağlıkları üzerinde olumlu etkiler yaratır; ancak kirlenmiş topraklar ve çevresel riskler için koruyucu önlemler alınmalıdır.
- KT, yerel gıda güvenliğini artırarak mevsimsel ve kültürel olarak uygun gıdalara erişimi kolaylaştırır; bilgi paylaşımı ve arazi mülkiyeti desteği sağlandığında, gıda krizlerine karşı dayanıklılığı artırabilir.
- Topluluk bahçeleri, mahallelerdeki emlak değerlerinin artışıyla ilişkilendirilmiştir; ancak bu süreçte yerel halkın karar alma süreçlerine aktif katılımı güvence altına alınmalıdır.
- KT projeleri, istihdam yaratma, beceri geliştirme ve gelir çeşitlendirme açısından potansiyel sunar; özellikle gençler,

göçmenler ve dezavantajlı gruplar için sosyal entegrasyonun önemli bir aracıdır.

- Bu faydaların sürdürülebilirliği, yerel ve ulusal düzeyde uzun vadeli kamu desteği ile mümkündür.

Kentsel tarımın sosyokültürel yönü, şehirlerdeki dayanışma kültürünün, çevresel farkındalığın ve sosyal adaletin güçlenmesine hizmet eden stratejik bir araçtır. Katılımcı planlama, kapsayıcı politikalar ve sürdürülebilir finansal destek mekanizmalarıyla desteklendiğinde, KT yalnızca bir üretim biçimi değil, aynı zamanda kent yaşamının sosyoekolojik dokusunu dönüştüren bir toplumsal yenilenme modelidir.

Tablo 6. Santo ve ark. (2016)'ya göre kentsel tarımın faydaları ve kısıtları

Boyut	Bildirilen Faydalar	Bildirilen Sınırlamalar / Kısıtlar
1. Sosyo-kültürel Uyum ve Toplumsal Gelişimi	<ul style="list-style-type: none"> • Sosyal etkileşim fırsatları ve topluluk bağlarının güçlenmesi. • Ortak üretim alanlarının sosyo-kültürel iletişim ve aidiyet duygusunu artırması. • Suç oranlarında azalma, güvenlik hissi ve mahalle gururunun artması. • Göçmenler için kültürel entegrasyon ve aidiyet fırsatları. • Kültürel mirasın, geleneksel üretim pratiklerinin ve nesiller arası ilişkilerin korunması. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bazı KT girişimleri topluluk dışı aktörlerce yürütüldüğünde yerel katılım sınırlanabilir. • Etnik ve sosyoekonomik eşitsizlikler araziye, finansmana ve siyasi desteğe erişimde dezavantaj yaratabilir. • Genç ve beyaz olmayan yerleşimcilerle yürütülen projelerde kapsayıcılık eksikliği görülebilir.
2. Eğitim, Gençlik ve Kapasite Gelişimi	<ul style="list-style-type: none"> • Tarımsal süreçler, gıda sistemleri, beslenme ve çevre konularında farkındalık artışı. • Gençler için yapıcı, gelir getirici ve suçtan uzak alternatif faaliyetler. • Sosyal beceri, özgüven, sorumluluk ve çevre bilinci kazanımı. • Okullar ve üniversiteler için uygulamalı öğrenme alanları. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sosyal destek, pedagojik danışmanlık ve teknik eğitimi içeren projeler daha yüksek iş gücü ve maliyet gerektirir. • Eğitimsel programların sürdürülebilir finansmanı sınırlıdır.
3. Ekonomik Kalkınma ve Geçim Kaynakları	<ul style="list-style-type: none"> • Düşük gelirli bireyler için istihdam ve mesleki eğitim fırsatları. • Mikro işletmeler ve yerel girişimlerin gelişmesi. • Gıda üretimi yoluyla yerel gıda güvenliği ve fiyat istikrarına katkı. • Topluluk bahçelerinin çevresindeki emlak değerlerinde artış. • Kentsel atıl alanların ekonomik olarak değerlendirilmesi. 	<ul style="list-style-type: none"> • KT projeleri genellikle sınırlı sayıda sürdürülebilir gelirli iş yaratabilir. • Yüksek işletme maliyetleri ve düşük kar marjı ekonomik sürdürülebilirliği zayıflatır. • Mülkiyet güvencesi eksikliği (kısa vadeli arazi tahsisleri) uzun süreli yatırım riskini artırır. • Emlak değerlerindeki artış, düşük gelirli grupların yerinden edilmesine yol açabilir.
4. Çevresel Sürdürülebilirlik ve Ekosistem Hizmetleri	<ul style="list-style-type: none"> • Biyoçeşitliliğin artması, tozlayıcılar için yaşam alanı oluşturulması. • Hava kirliliğinin bitkiler tarafından filtrelenmesi, mikroiklimin düzenlenmesi. • Yağmur suyu yönetimiyle taşkın riskinin azaltılması. • Kompostlama ve organik atık dönüşümü yoluyla döngüsel kaynak kullanımı. • Karbon tutulumu ve enerji verimliliği katkısı. 	<ul style="list-style-type: none"> • Yanlış sulama veya gübreleme uygulamaları ekolojik zarar oluşturabilir. • Yüksek enerji gerektiren seralar veya dikey tarım sistemleri karbon dengesini olumsuz etkileyebilir. • Küçük ölçekli ve parçalı üretimlerde kaynak verimliliği düşebilir. • Kentsel yayılma, yeşil alan bütünlüğünü bozabilir.
5. Gıda Güvenliği	<ul style="list-style-type: none"> • Bahçıvanlar ve topluluklar için taze, yerel, kültürel olarak uygun gıdaya erişim. • Gıda 	<ul style="list-style-type: none"> • KT projeleri her zaman doğrudan gıda arzına katkı sunmayabilir. • Ürünlerin

<p>ve Beslenme</p>	<p>maliyetlerinde azalma ve süpermarket bağımlılığının düşmesi. • Kent ölçeğinde üretim potansiyeli (sera, çatı tarımı vb.) ile tedarik çeşitliliği. • Meyve-sebze tüketiminde artış; özellikle gençlerde sağlıklı beslenme bilincinin güçlenmesi.</p>	<p>ekonomik erişilebilirliği sınırlı olabilir. • Katılım oranı ve mevsimsel üretim kısıtları gıda güvenliği etkisini azaltabilir. • Toprak veya hava kirlitçilerine maruziyet riski halk sağlığını olumsuz etkileyebilir.</p>
<p>6. Halk Sağlığı ve Refahı</p>	<p>• Fiziksel aktivite, stresin azaltılması, ruhsal iyileşme ve sosyal bağlılık. • Açık havada bulunma ve doğayla temasın terapötik etkileri. • Hava kalitesinin ve mikroklimatik koşulların iyileşmesiyle dolaylı sağlık faydaları.</p>	<p>• Ağır metal, pestisit veya kirlitçilere maruz kalma durumunda sağlık riskleri artabilir. • Gıda güvenliği standartlarının ve toprak testlerinin eksikliği risk yönetimini zorlaştırır.</p>



Şekil 12. Çeşitli kentsel tarım uygulama örnekleri ve topluluk ilişkileri (Santo ve ark.,2016'dan).

Kentsel alanlara yönelik göçün hızlanması, şehirlerde taze ve güvenli gıdaya olan talebi dramatik biçimde artırırken; plansız yapılaşma, yüksek binalar ve yoğun insan faaliyetleri kentsel ısı adası etkisini güçlendirmektedir (Khan ve ark., 2024). Bu bağlamda kentsel tarım (KT), şehirlerin içinde veya çevresinde gerçekleştirilen bitkisel üretim sistemleriyle hem gıda güvenliği hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından stratejik bir rol üstlenmektedir. Sebze, meyve, mantar, ot, çiçek ve süs bitkilerinin yetiştirildiği bu sistemler; yalnızca beslenme açısından değil, aynı zamanda estetik, sosyoekonomik ve ekolojik faydalarıyla da dikkat çekmektedir(Şekil 12)..

Kentsel tarım; kentsel yeşillendirme, biyolojik çeşitliliğin artırılması, karbon emisyonlarının azaltılması, atık geri dönüşümü, kentsel ısı adasının

hafifletilmesi, rekreasyonel katkılar ve döngüsel ekonomi gibi çok boyutlu işlevlerle entegre bir sistemdir. Balkonlar, çatılar, avlular ve açık alanlar, küçük ölçekli üretim birimleri haline gelerek hem yerel gıda arzını artırmakta hem de sağlıklı yaşam biçimlerini teşvik etmektedir. Bu nedenle kentsel tarım, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) ile uyumlu bir biçimde, şehirlerde iklim dostu üretim stratejilerinin temel bileşeni haline gelmiştir (Khan ve ark., 2024).

Kentsel topraklar, iklim değişikliğini azaltma ve uyum sağlama süreçlerinde merkezi bir öneme sahiptir. Özellikle kentsel yeşil altyapının etkin çalışmasını destekleyerek karbon tutulumunu artırır, mikroiklimi düzenler, yağış rejimlerini tamponlar ve sel riskini azaltır (De la Sota ve ark., 2019). Parklar, yeşil duvarlar, çatılar, sokak ağaçları ve yağmur bahçeleri gibi unsurlardan oluşan bu altyapı, aynı zamanda “sünger şehirler” konseptiyle uyumlu olarak suyun tutulması, sızdırılması ve yeniden kullanılması süreçlerine katkı sağlar. Bu sistemler hem karbon depolama kapasitesi hem de ısı regülasyonu açısından kentsel dayanıklılığın artırılmasında kilit rol oynar (Molla, 2015; Wang ve ark., 2023).

Endüstriyel, merkezileşmiş tarım sistemleri, hem sera gazı salımlarının önemli bir kaynağı hem de iklim değişikliğine karşı oldukça kırılgan yapılardır. Buna karşılık, yerelleşmiş kentsel ve bölgesel tarım modelleri, iklimsel direnç kazandıran sürdürülebilir alternatifler sunar. Topluluk bahçeleri, kentsel çiftlikler ve çatı tarımı gibi uygulamalar yalnızca gıda üretimiyle sınırlı kalmayıp, tozlayıcı habitatlarının korunması, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve sosyal etkileşimin güçlendirilmesi gibi çoklu ekosistem hizmetleri de sağlar (Lovell, 2010; Reynolds ve ark., 2020).

Kentsel topraklar, bitki gelişimi için bir ortam olmanın ötesinde, yağış yoğunluğu artışı, yüzey akışı ve sel riskine karşı da doğal bir bariyer işlevi görür. Bu bağlamda, geçirimsiz yüzeylerin yoğun olduğu kentsel alanlarda su sızdırma ve depolama kapasitesi yüksek toprak sistemlerinin önemi giderek artmaktadır (Prokop ve ark., 2011). Aynı zamanda kentsel gıda yetiştiriciliği, küresel gıda tedarik zincirlerindeki kırılganlıkları azaltarak, iklim değişikliğinin yaratabileceği tedarik kesintilerine karşı kentsel gıda dayanıklılığını güçlendirir (Walsh ve ark., 2022).

Kentsel tarım, yerelleştirilmiş gıda üretimiyle aşırı hava olayları ve iklim kaynaklı dağıtım kesintilerinden doğan riskleri azaltır. Tüketicilere yakın

üretim, ulaşım ve soğutma kaynaklı sera gazı emisyonlarını düşürerek iklim değişikliğinin hafifletilmesine katkı sağlar. Ayrıca organik atıkların kompostlanması ve toprak sağlığının iyileştirilmesi, karbon depolamayı artırır ve kentsel ısı adası etkisini azaltır. Bunun yanında, kentsel tarım topluluk dayanışmasını güçlendirir, bilgi paylaşımını ve beceri gelişimini teşvik eder. İklim krizi dönemlerinde ise, bu alanlar taze gıda erişimi ve sosyal destek sağlayan dayanıklılık merkezleri olarak işlev görür (Pandey ve Ghosh, 2023).



Şekil 13. Kentsel tarımın gıda, çevresel, ekonomik ve ekosistem hizmeti faydaları (Lal, 2020'den değiştirilerek)

Kentsel toprak yönetimi ve kentsel tarım uygulamaları, şehirlerin hem iklim değişikliğine karşı adaptasyon kapasitesini hem de karbon nötrlüğü hedeflerini destekleyen doğa temelli çözümler olarak öne çıkmaktadır (Wang ve ark., 2023). Bu özellikler Tablo 6 ve Şekil 13'de özetlenmiştir.

3.4. Kentsel Tarım Sürdürülebilirlik ve Gıda Güvenliği

Son yıllarda kentsel tarım (KT), özellikle kuzey yarımküredeki gelişmiş şehirlerde, gıda güvenliği ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen stratejik bir araç olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Taylor ve Taylor, 2014). Birleşmiş Milletler'in 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi,

şehirlerdeki ekosistem hizmetlerinin rolünü vurgulayarak, SDG 11 kapsamında “daha kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir şehirlerin” geliştirilmesini hedeflemekte; SDG 15 ise karasal ekosistemlerin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi ve doğal yaşam alanlarının yeniden kazanımını öngörmektedir (BM, 2015). Bu bağlamda, yeşil altyapı ve doğa temelli çözümlerin benimsenmesi, şehirlerin hem çevresel hem de sosyoekonomik dayanıklılığını güçlendirmektedir.

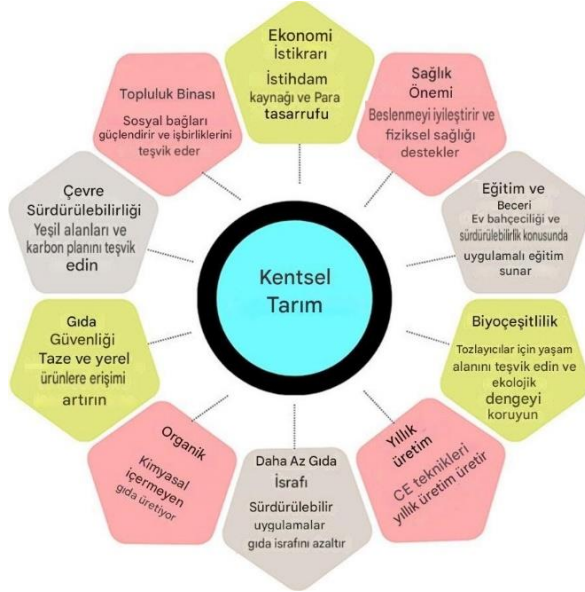
Kentsel sürdürülebilirlik anlayışı, üç temel ilişki ekseninde şekillenmektedir (Filho ve ark., 2020):

- Toplum–çevre ilişkisi: Çevresel kalite, kent sakinlerinin yaşam kalitesi ve sağlığıyla doğrudan bağlantılıdır.
- Çevre–ekonomi ilişkisi: Ekolojik olarak dengeli şehirler, ekonomik refahın sürdürülebilir biçimde sağlanması için gereklidir.
- Ekosistem hizmetleri–sürdürülebilirlik ilişkisi: Şehirlerin uzun vadeli yaşanabilirliği, ekosistem hizmetlerinin kalitesiyle belirlenir.

Bu çerçevede kentsel tarım, sürdürülebilir şehirlerin inşasında kilit bir unsur haline gelmiştir. Günümüzde KT; topluluk bahçeleri, tahsisli bahçeler, çatı çiftlikleri, seralar, iç mekân üretim sistemleri ve hasat çiftlikleri gibi çeşitli biçimlerde uygulanmaktadır (Lorenz, 2015). Şehirler büyük ölçüde dış kaynaklı gıda ve girdilere bağımlı olsa da, bu sistemlerin yarattığı atık ve besin döngüsü kopukluğu, kentsel tarım sayesinde yeniden kurulabilmektedir.

Kentsel tarım, organik atıkların kompost ve biyogübreye dönüştürülerek yeniden kullanılmasıyla besin döngüsünü kapatır ve şehirlerin kendi iç dinamikleriyle gıda üretiminde daha sürdürülebilir hale gelmesini sağlar (Wielemaker ve ark., 2019). Kompost, hayvansal gübre ve organik maddece zengin iyileştiriciler, toprak yapısını ve verimliliğini artırarak suyun sızmasını ve tutulmasını kolaylaştırır; bu da aşırı yağış ve kuraklık gibi iklimsel stres faktörlerine karşı tampon etkisi oluşturur.

Özellikle sanayi, konut ve atık depolama faaliyetlerinden etkilenen kentsel topraklar, genellikle sıkışmış, besin yönünden fakir ve düşük organik karbon içeriğine sahiptir. Bu nedenle kentsel tarım uygulamaları, bu toprakların ekolojik onarımında kritik bir rol oynar. Dolayısıyla, kentsel tarım yalnızca gıda üretim biçimi değil, aynı zamanda besin geri kazanımı, toprak restorasyonu ve karbon yönetimi açısından sürdürülebilir şehirlerin geleceğini şekillendiren önemli bir stratejidir (Şekil 14).



Şekil 14. Kentsel tarımın kent sakinleri için sosyoekonomik faydaları (Khan ve ark.,2024'den değiştirilerek).

Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi, şehirleri kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve çevre dostu hale getirmeyi amaçlayan 11. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH-11) ile kentleşme sürecinde sürdürülebilirliğin merkezine insan yerleşimlerini yerleştirmiştir. Bu hedef, yoksulluğun azaltılması (SKH-1), açlığın ortadan kaldırılması ve sağlıklı beslenmenin teşviki (SKH-2), sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarının geliştirilmesi (SKH-12) ve iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesi (SKH-13) gibi tarım temelli alt hedeflerle doğrudan ilişkilidir.

Her ne kadar tarım tarih boyunca şehirlerde ve çevresinde uygulanmış olsa da, kentsel tarımın (KT) küresel politik gündemlerde resmî olarak tanınması son yıllarda gerçekleşmiştir. Kentsel ve kent çevresi tarımını ayıran temel unsur yalnızca coğrafi konum değil; aynı zamanda bu sistemin kentsel sosyo-ekonomik ve ekolojik ağların bir bileşeni olarak işlev görmesidir. KT; arazi, iş gücü, geri dönüştürülmüş organik atıklar, arıtılmış atık su ve belediye katı atıklarından elde edilen kompost gibi kentsel kaynaklara bağımlıdır. Dolayısıyla, kentsel tarım sistemleri; arazi kullanımı, piyasa talepleri, fiyat dinamikleri, yönetmelikler ve politika tasarımlarından doğrudan etkilenirken, aynı zamanda gıda güvenliği, halk sağlığı ve ekolojik denge üzerinde geri besleyici bir etki yaratır (Pandey & Ghosh, 2023).

Kentsel tarımın sürdürülebilirlik boyutları, Birleşmiş Milletler'in 2002 Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde vurguladığı üç temel sütunla — ekonomik, sosyal ve çevresel— uyumludur (Douziech ve ark., 2024). KT; şehir planlamasına entegre edildiğinde, doğal tehditlere karşı dayanıklılığı artırır, topluluk dayanışmasını güçlendirir ve sivil katılımı teşvik eder. Bu bağlamda, KT yalnızca SKH-11'i değil, aynı zamanda SKH-12 (sürdürülebilir üretim ve tüketim), SKH-13 (iklim eylemi), SKH-14 (suda yaşam) ve SKH-15'i (karasal yaşam) de desteklemektedir.

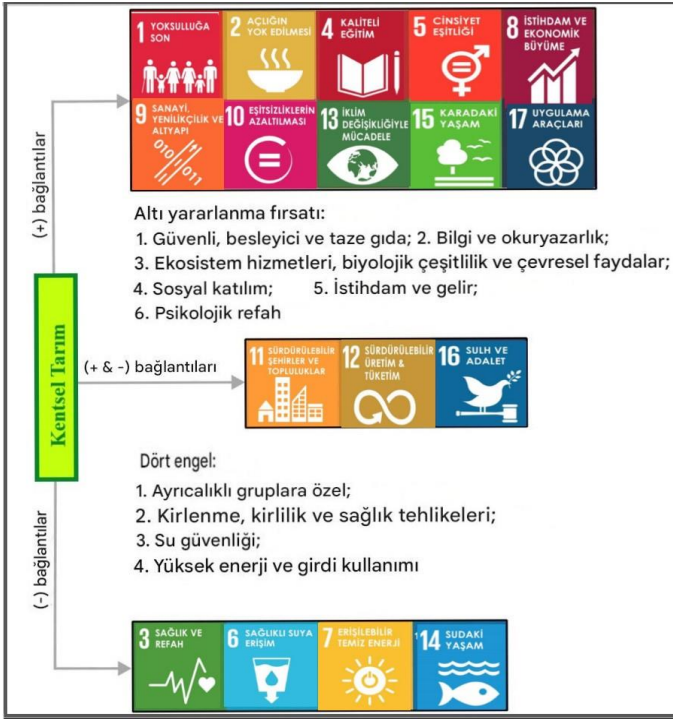
KT'nın döngüsel ekonomi ilkeleriyle kesişimi, özellikle SKH-8 (insana yakışır iş ve ekonomik büyüme), SKH-12 ve SKH-13 kapsamında öne çıkmaktadır. Geri dönüştürülmüş girdi kullanımı, atık yönetimi ve yerel üretim-tüketim döngülerinin kısaltılması, hem kaynak verimliliğini hem de karbon azaltımını destekler (Garcia-Saravia ve ark., 2023; Gunapala ve ark., 2025). KT; mikro işletmelerin gelişimini, istihdam yaratımını, kentsel yeşil alanların planlamasını ve toplumsal sağlığı destekleyen çok boyutlu bir araç olarak sürdürülebilir kalkınma stratejilerine entegre edilmektedir.

Bu bağlamda KT, birçok SKH'ye eşzamanlı katkı sağlar:

- SKH-1 (Yoksulluğa Son) ve SKH-2 (Açlığa Son) hedeflerine gıda üretimi ve gelir yaratımı yoluyla,
- SKH-3 (Sağlık ve Refah) ile toplum sağlığına,
- SKH-4 (Kaliteli Eğitim) ile çevre eğitimi ve farkındalık programlarına,
- SKH-8 (Ekonomik Büyüme) ile istihdam ve yerel kalkınmaya,
- SKH-11, 12, 13 ve 15 ile iklim eylemi, ekosistem restorasyonu ve yeşil altyapı gelişimine katkıda bulunmaktadır.

Yakın tarihli analizler, kentsel tarım literatüründe 17 SKH ve 169 alt hedefin 143'ünün KT ile ilişkilendirildiğini göstermektedir (Pradhan ve ark., 2024). Bu ilişkilendirmelerde en sık vurgulanan hedefler SKH-2 (Sıfır Açlık), SKH-11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) ve SKH-12 (Sorumlu Tüketim ve Üretim) olmuştur. En az 500 kez eşleşen hedefler ise SKH-1, SKH-6, SKH-13 ve SKH-15'tir. Bu durum, KT'nın gıda güvenliği, kentsel dayanıklılık, su kalitesi, karbon azaltımı ve ekosistem sağlığı gibi temel sürdürülebilirlik göstergeleriyle güçlü yapısal bağlara sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 15).

Sonuç olarak, kentsel tarım; toplumsal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğin kesişim noktasında yer alan bir uygulama alanıdır. Ancak literatürde bu çoklu faydaların entegratif biçimde değerlendirildiği çalışmalar sınırlıdır (Rao ve ark., 2022). Bu eksiklik, KT'nın SKH'lerin gerçekleştirilmesinde ve şehirlerin iklim değişikliğine uyum kapasitesinin güçlendirilmesinde kullanılacak stratejik bir araç olarak daha sistematik biçimde ele alınması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 15. Kentsel tarım ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ilişkisi (Pradhan ve ark.,2024'den).

Kentsel tarımın gıda güvenliğine katkısı, dünya genelinde 100–200 milyon kent çiftçisinin şehir pazarlarına taze ürün sağlamasıyla açıkça görülmektedir. Bu üretim biçimi, özellikle gelirinin %85'ine kadarını gıdaya harcayan düşük gelirli kent nüfusu için gıda erişimini artırmakta ve sosyal refahı desteklemektedir. Kentsel çiftçilerin yaklaşık %65'inin kadınlardan oluşması, bu alanın toplumsal cinsiyet eşitliği ve kadın güçlenmesi açısından da önemli bir işlev üstlendiğini göstermektedir. Ekolojik olarak ise kentsel tarım, şehir atıklarının geri dönüşümünü teşvik eder, hava kalitesini iyileştirir,

biyoçeşitliliği artırır ve gıda taşımacılığında kaynaklanan karbon emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunur (Orsini ve ark., 2013).

Mougeot (2000), kentsel tarımın önemini yalnızca coğrafi olarak şehir sınırları içinde yer almasına değil, aynı zamanda kentsel sosyoekonomik ve ekolojik sistemler üzerindeki etkisine dayandırmaktadır. Bu perspektife göre kentsel tarım, şehirlerin kaynaklarını (toprak, su, emek, organik atık) kullanarak kent sakinlerini besler; aynı zamanda politikalar, arazi rekabeti, pazar dinamikleri ve kalite standartları gibi kent içi koşullardan etkilenir. Kentsel tarım hem şehirlerin sürdürülebilir gıda sistemlerinin hem de ekonomik ve sosyal dayanıklılığın önemli bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, kentleşmenin hızlanmasıyla birlikte bu üretim biçiminin kalıcı bir kentsel unsur haline gelmesi kaçınılmaz görünmektedir (Orsini ve ark., 2013).

4.SONUÇ

Şehirler, iklim değişikliği, kaynak kıtlığı, hızlı kentleşme ve ekonomik krizlerin kesişim noktasında yer alarak, sürdürülebilir kalkınma açısından hem zorlukların hem de fırsatların merkezinde bulunmaktadır. Artan nüfusu barındırmak için daha fazla yerleşim alanına ihtiyaç duyulması, aynı zamanda bu nüfusu beslemek için tarımsal üretim alanlarının genişletilmesini gerektirmektedir. Bu durum, “kentleşme–gıda üretimi paradoksu” olarak tanımlanan temel bir çelişkiyi ortaya koymaktadır. Bu paradoksun çözümü, kentsel toprakların sağlıklı biçimde yönetilmesi ve iklim değişikliğine uyum sağlayabilen çok işlevli kentsel sistemlerin inşasıyla mümkün görünmektedir.

Kentsel toprakların iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırmak, hem yapısal (fiziksel) hem de işlevsel (biyolojik ve kimyasal) toprak özelliklerinin bütüncül biçimde ele alınmasını gerektirir. Biyokömür kullanımı, organik madde zenginleştirme, geçirgen yüzeylerin yaygınlaştırılması ve yağmur suyu yönetimi gibi iyi uygulamaların benimsenmesiyle, şehirler daha dayanıklı, esnek ve sürdürülebilir ekosistemlere dönüştürülebilir.

Kentsel tarım, şehirlerde sosyal, çevresel ve ekonomik açıdan önemli etkiler yaratmaktadır. Doğru uygulandığında, gıda güvenliğini güçlendirir, hava kalitesini iyileştirir, ısı adası etkisini azaltır ve yerel ekonomiyi canlandırır. Ancak hatalı yönetim, toprak ve su kirliliği, hijyen sorunları veya

gıda güvenliği riskleri gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle, uygun kent tarımı uygulamaları, yalnızca teknik bilgiyle değil, aynı zamanda toplum genelinde farkındalık, eğitim ve politika desteği ile desteklenmelidir.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, kentsel tarım kent sakinlerinin gıda ve beslenme güvenliğine kritik katkılar sağlamaktadır. Kırsaldan kente göçün hızla arttığı bu bölgelerde, kentsel tarım hem yerel gıda arzını güçlendiren, hem de ekosistem hizmetlerini destekleyen bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, eğitim programları, topluluk etkinlikleri ve okul temelli projeler aracılığıyla kentsel tarım bilincinin toplum genelinde yaygınlaştırılması gerekmektedir. Gunapala ve ark. (2025)'e göre, kentsel tarımın temel katkıları aşağıdaki başlıklarda özetlenebilir:

- Sürdürülebilir gıda arzını güçlendirir ve şehirlerde gıda güvenliğini artırır.
- Teknolojik yenilikler sayesinde üretim verimliliğini artırır, biyolojik çeşitliliği korur ve sistemlerin dayanıklılığını geliştirir.
- Kentsel sürdürülebilirliği destekler ve geleneksel tarıma göre daha çevresel bir alternatif sunar.
- Kentsel ısı adalarını azaltır, hava kalitesini iyileştirir ve iklim direncini artırır.
- Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin (SDG) gerçekleştirilmesinde önemli bir araçtır.

Kentsel tarım, şehirlerin iklim adaptasyonu, gıda güvenliği ve ekolojik bütünlüğü açısından stratejik bir çözüm alanı sunmakta; sürdürülebilir şehirlerin inşasında hem bilimsel hem de sosyoekonomik açıdan vazgeçilmez bir rol üstlenmektedir.

KAYNAKÇA

- Ackerman, K., Conard, M., Culligan, P., Plunz, R., Sutto, M.-P., Whittinghill, L. (2014). Sustainable food systems for future cities: the potential of urban agriculture. *Economic Social Review* 45, 189–206.
- Al-Kodmany, K. (2018). The vertical farm: a review of developments and implications for the vertical city. *Buildings* 8 (2), 24. <https://doi.org/10.3390/buildings8020024>.
- Allan, M., Rajabifard, A., & Foliente, G. (2024). Climate resilient urban regeneration and SDG 11 – stakeholders’ view on pathways and digital infrastructures. *International Journal of Digital Earth*, 17(1). <https://doi.org/10.1080/17538947.2024.2385076>
- Allan, M., Rajabifard, A., & Foliente, G. (2024). Climate resilient urban regeneration and SDG 11 – stakeholders’ view on pathways and digital infrastructures. *International Journal of Digital Earth*, 17(1). <https://doi.org/10.1080/17538947.2024.2385076>
- Amelung, W., Bossio, D., de Vries, W., et al. (2020). Towards a global-scale soil climate mitigation strategy. *Nat. Commun.* 11: 5427. DOI: 10.1038/s41467-020-18887-7.
- Artmann, M., Sartison, K.(2018). Therole of urban agriculture as a nature-based solution:a review for developing a systemic assessment framework. *Sustainability* 10, 1–32.
- Banerjee, C.; Adenauer, L. (2014). Up, Up and Away! The Economics of Vertical Farming. *J. Agric. Stud.*, 2, 40.
- Beer, T.; Lin, B.B.; McGill, A.E.J. (2016). Urbanisation, Nutrition and Food Security: A Climatological Perspective. In *Balanced Urban Development: Options and Strategies for Balanced Development for Liveable Cities*; Maheshwari, B., Thoradeniya, B., Singh, V.P., Eds.; Springer International Publishing: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 429–439.
- Birkby, J. (2016). Vertical farming. In *ATTRA Sustainable Agriculture; NCAT IP516; National Center for Appropriate Technology (NCAT): Butte, MT, USA*, p. 12.
- Blanco, H. (2018). Livable Cities from Concept to Global Experience. P. 13 in *Livable Cities from a Global Perspective*.

- Block, M. and Bokalders V. (2016). Urban Ecosystem Services: Let Nature Do The Work A Summary Of C/O City. ISBN 978-91-85125-52-4. (https://www.cocity.se/wp-content/uploads/2019/11/cocity_urban_ecosystem_services_summary.pdf).
- Bolund, P., and Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecol. Econ.* 29, 293–301. doi: 10.1016/S0921-8009(99)00013-0
- Carter, J.G., Cavan, G., Connelly, A., Guy, S., Handley, J., & Kaźmierczak, A. (2015). Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning*, 95, 1-66.
- Carter, J.G., Cavan, G., Connelly, A., Guy, S., Handley, J., & Kaźmierczak, A. (2015). Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning*, 95, 1-66.
- Castro-Díez P, Vaz AS, Silva JS, van Loo MM, Alonso ´ A, Aponte C, Bay´on ´ A, Bellingham PJ, Chiuffo MC, DiManno N, Julian K, Kandert S, La Porta N, Marchante H, Maule HG, Mayfield MM, Metcalfe D, Monteverdi MC, Núñez MA, Godoy O. (2019). Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services. *Biol Rev* 94(4):1477–501. <https://doi.org/10.1111/brv.12511>
- Corkery, L. (2004). Community gardens as a platform for education for sustainability. *Australian Journal of Environmental Education*, 20(1), 69–75. <https://doi.org/10.1017/S0814062600002317>.
- Daniel, R., Cortesão, J., Steeneveld, G.-J., et al. (2023). Performance of urban climate-responsive design interventions in combining climate adaptation and mitigation. *Build. Environ.* 236: 110227. DOI: 10.1016/j.buildenv.2023.110227.
- De la Sota, C., Ruffato-Ferreira, V.J., Ruiz-Garcia, L., and Alvarez, S. (2019). Urban green infrastructure as a strategy of climate change mitigation. A case study in northern Spain. *Urban For. Urban Gree.* 40: 145–151.
- Dodman, D., B. Hayward, M. Pelling, V. Castan Broto, W. Chow, E. Chu, R. Dawson, L. Khirfan, T. McPhearson, A. Prakash, Y. Zheng ve G. Ziervogel (2022): Şehirler, Yerleşimler ve Temel Altyapı. İklim Değişikliği Etkiler, Uyum ve Savunmasızlık. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Altıncı Değerlendirme Raporu, Cambridge University Press, Cambridge, İngiltere ve New York, NY, ABD, s. 907–1040, doi:10.1017/9781009325844.008

- Douziech, M., Mann, S., Galley, S. *et al.* (2024). A classification scheme for urban agriculture combining technical properties with characteristics related to the economic and social sustainability. *Agron. Sustain. Dev.* **44**, 54 <https://doi.org/10.1007/s13593-024-00990-4>
- Drechsel, P., and Kunze, D. (2001). *Waste Composting for Urban and Peri-Urban Agriculture: Closing the Rural-Urban Nutrient Cycle in Sub-Saharan Africa*. Wallingford, CT: CABI.
- Durham, S. (2017). Which minerals are in microgreens? *Agric. Res. Mag.* **65**, 1–3. Available online at: <https://agresearchmag.ars.usda.gov/2017/apr/microgreens/>
- Dubbeling, M., van Veenhuizen R. and Halliday J.(2019). Urban agriculture as a climate change and disaster risk reduction strategy, *Field Actions Science Reports* [Online], Special Issue 20, <http://journals.openedition.org/factsreports/5650>
- EPA (2020). Sources of greenhouse gas emissions. Environmental Protection Agency.
- Evans, D.L., Falagan, N., Hardman, C.A., et al. (2022). Ecosystem service delivery by urban agriculture and green infrastructure-a systematic review. *Ecosyst. Serv* **54**: 101405. DOI: 10.1016/j.ecoser.2022.101405.
- Fernandez-Cabanas, V.M., Perez-Urrestarazu, L., Juarez, A., Kaufman, N.T., Gross, J.A. (2020). Comparative analysis of horizontal and vertical decoupled aquaponic systems for basil production and effect of light supplementation by LED. *Agronomy* **10** (9), 1414. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091414>.
- Filho, W. L., Barbir, J., Sima, M., Kalbus, A., Nagy, G. J., Paletta, A., ... Bonoli, A. (2020). Reviewing the role of ecosystems services in the sustainability of the urban environment: A multi-country analysis. *Journal of Cleaner Production*, **262**. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121338>
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, et al. (2007). *Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing*. (Cambridge University Press)L.
- Gao, P., Xiao, S., & Mustapa, F. D. (2025). A comprehensive review of urban agriculture in a changing climate: Technological innovations and policy frameworks. *Climate Risk Management*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2025.100732>

- Garcia-Saravia Ortiz-de-Montellano, C., Samani, P., van der Meer, Y. (2023). How can the circular economy support the advancement of the sustainable development goals (SDGs)? A comprehensive analysis. *Sustain. Prod. Consum.* 40, 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.003>.
- Gruda, N.; Tanny, J. (2014). Protected crops. In *Horticulture: Plants for People and Places*; Dixon, G., Aldous, D., Eds.; Springer: Dordrecht, The Netherlands; pp. 327–405. [Google Scholar]
- Gunapala, R., Gangahagedara, R., Wanasinghe, W. C. S., Samaraweera, A. U., Gamage, A., Rathnayaka, C., ... Merah, O. (2025). Urban agriculture: A strategic pathway to building resilience and ensuring sustainable food security in cities. *Farming System*. China Agricultural University. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2025.100150>
- Gurney, K.R., Romero-Lankao, P., Seto, K.C., et al. (2015). Climate change: Track urban emissions on a human scale. *Nature* 525: 179–181. DOI: 10.1038/525179a.
- Harada, Y.; Whitlow, T.H.; Walter, M.T.; Bassuk, N.; Russell-Anelli, J.; Schindelbeck, R.R. (2018). Hydrology of the Brooklyn Grange, an urban rooftop farm. *Urban Ecosyst.*, 21, 673–689.
- Herring, D., and Lindsey, R. (2020). Hasn't earth warmed and cooled naturally throughout history? NOAA Climate.gov.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK/ New York, USA: Cambridge University Press.
- IPCC (2023). AR6 synthesis report: climate change 2023. Summary for policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- Kaygusuz, K. (2007). Energy for sustainable development: Key issues and challenges. *Energy Sources* 2: 73–83. DOI: 10.1080/15567240500402560.
- Khan, M. M., Akram, M. T., Janke, R., Qadri, R. W. K., Al-Sadi, A. M., & Farooque, A. A. (2020). Urban Horticulture for Food Secure Cities

- through and beyond COVID-19. *Sustainability*, 12(22), 9592. <https://doi.org/10.3390/su12229592>
- Khan, M.M.; Younis, A.; Akram, M.T.; Ijaz, M.M.; Al-Sadi, A.M. (2024). Feeding the Cities: Urban Agriculture for Food Security and Sustainability of Urban Areas. CABI Rev. 0053.
- Kumar, R., V. Nguyen, T., J.S., et al. (2023). Towards realizing the EU 2050 zero pollution vision for nitrogen export. EGU General Assembly
- Lal, R. (2020). Home gardening and urban agriculture for advancing food and nutritional security in response to the COVID-19 pandemic. *Food Sec.* 12, 871–876 <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01058-3>
- Leal Filho, W., Abeldaño Zuñiga, R.A., Sierra, J. *et al.* (2024). An assessment of priorities in handling climate change impacts on infrastructures. *Sci Rep* 14, 14147. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64606-3>
- Li, X., Stringer, L. C., & Dallimer, M. (2022). The Impacts of Urbanisation and Climate Change on the Urban Thermal Environment in Africa. *Climate*, 10(11), 164. <https://doi.org/10.3390/cli10110164>
- Little, N. (2019). What is urban agriculture? University of Maryland Extension. University of Maryland Extension. <https://extension.umd.edu/learn/what-urban-agriculture>
- Lohrberg, F. (2016) TD1106 - Urban Agriculture Europe (UAE). <https://www.cost.eu/actions/TD1106/>. 2024
- Lorenz, K.(2015). Organic urban agriculture. *Soil Sci.* 180, 146–153.
- Lovell ST (2010) Multifunctional urban agriculture for sustainable land use planning in the United States. *Sustainability* 2:2499–2522
- Marquez, G.P.B., Takeuchi, H., Montano, M.N.E., Hasegawa, T.(2020). Performance of rice straw as mono-and co-feedstock of *Ulva* spp. for thalassic biogas production. *Heliyon* 6 (9), e05036. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05036>.
- Molla, M. (2015). The Value of Urban Green Infrastructure and Its Environmental Response in Urban Ecosystem: a Literature Review. *Int. J. Environ. Sci.* 4: 4–183.
- Mougeot, L.J. (2000). Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks, and policy challenges. *Cities Feeding People Series* 31. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirec>

- t.org/server/api/core/bitstreams/a0cf4b0d-b96c-4124-a1de-f006d4a97f00/content.
- NOAA (2022). 2022 was world's 6th-warmest year on record. Antarctic sea ice coverage melted to near-record lows. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- O'Riordan, R., Davies, J., Stevens, C., et al. (2021). The ecosystem services of urban soils: a review. *Geoderma* 395: 115076. DOI: 10.1016/j.geoderma.2021.115076.
- Orsini F, Pennisi G, Michelon N, Minelli A, Bazzocchi G, Sanyé-Mengual E, Gianquinto, G. (2020). Features and functions of multifunctional urban agriculture in the global north: a review. *Front Sustain Food Syst* 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.562513>
- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R. *et al.* (2013). Urban agriculture in the developing world: a review. *Agron. Sustain. Dev.* **33**, 695–720 <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z>
- Pandey B and Ghosh A (2023) Urban ecosystem services and climate change: a dynamic interplay. *Front. Sustain. Cities* 5:1281430. doi: 10.3389/frsc.2023.1281430
- Perkins, C. A Koi-Fueled Nursery in New Orleans Yields Tasty Profits. (2013). *Wired.com*; Conde Nast Digital: Boone, IA, USA.,; Available online: <http://www.wired.com/2013/12/veggi/>
- Pradhan, P., Subedi, D.R., Dahal, K., Hu, Y., Gurung, P., Pokharel, S., Kafle, S., Khatri, B., Basyal, S., Gurung, M., Joshi, A. (2024). Urban agriculture matters for sustainable development. *Cell Rep. Sustain.* 100217. <https://doi.org/10.1016/j.crsus.2024.100217>.
- Prokop, G., Jobstmann, H., and Schönbauer, A. (2011). Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27. European Communities.
- Rao, N., Patil, S., Singh, C., Roy, P., Pryor, C., Poonacha, P., and Genes, M. (2022). Cultivating sustainable and healthy cities: A systematic literature review of the outcomes of urban and peri-urban agriculture. *Sustain. Cities Soc.* **85**, 104063. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104063>

- Rawlins, B.G., Harris, J., Price, S., and Bartlett, M. (2013). A review of climate change impacts on urban soil functions with examples and policy insights from England, UK. *Soil Use Manag* 31: 46–61.
- Reynolds, H.L., Brandt, L., Fischer, B.C. *et al.* (2020). Implications of climate change for managing urban green infrastructure: an Indiana, US case study. *Climatic Change* **163**, 1967–1984
<https://doi.org/10.1007/s10584-019-02617-0>
- Sachindra, D.A.; Ng, A.W.M.; Muthukumaran, S.; Perera, B.J.C.(2016). Impact of climate change on urban heat island effect and extreme temperatures: A case-study. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* *142*, 172–186.
- Salmond, J. A., Tadaki, M., Vardoulakis, S., Arbuthnott, K., Coutts, A., Demuzere, M., et al. (2016). Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment. *Environ. Health* *15*, 95–111. doi: 10.1186/s12940-016-0103-6
- Santo, R., Palmer, A., & Kim, B. (2016). Vacant lots to vibrant plots: A review of the benefits and limitations of urban agriculture. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25283.91682>
- Shafique, M., Kim, R., Rafiq, M.(2018). Green roof benefits, opportunities and challenges a review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* *90*, 757–773. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.006>.
- Shaheen, S.M., Antoniadis, V., Shahid, M., et al. (2022). Sustainable applications of rice feedstock in agro-environmental and construction sectors: a global perspective. *Renewable Sustainable Energy Rev.* *153*: 111791. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111791.
- Shamshiri, R., Kalantari, F., Ting, K.C., Thorp, K.R., Hameed, I.A., Weltzien, C., Ahmad, D., Shad, Z.M., (2018). Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture: a transition to plant factories and urban agriculture. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* *11* (1), 1–22. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20181101.3210>.
- Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., Chaurasia, O.P., (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: an overview. *J. Soil Water Conserv.* *17* (4), 364–371. <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>.

- Sujatna Y, Hastomo W, Ambardi A. (2022). Utilization of plastic waste as a planting medium for microgreens to meet the families' nutritional needs during the pandemic. *Community Empowerment*, 7(8):1363–70.
- Tabrez, Z. Sustainable cities: enhancing food systems with urban agriculture. *Discov Food* 5, 173 (2025). <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00439-x>
- Taylor, J. R., and Taylor Lovell, S. (2014). Urban home food gardens in the Global North: research traditions and future directions. *Agric. Hum. Values* 31, 285–305. doi: 10.1007/s10460-013-9475-1
- Thomaier, S., Specht, K., Henckel, D., Dierich, A., Siebert, R., Freisinger, U.B., Sawicka, M., (2015). Farming in and on urban buildings: present practice and specific novelties of zero-acreage farming (ZFarming). *Renewable Agric. Food Syst.* 30, 43–54.
- Thuiller, W. (2007). Climate change and the ecologist. *Nature* 448, 550–552. doi: 10.1038/448550a
- Tomatis, F., Egerer, M., Correa-Guimaraes, A., & Navas-Gracia, L. M. (2023). Urban Gardening in a Changing Climate: A Review of Effects, Responses and Adaptation Capacities for Cities. *Agriculture*, 13(2), 502. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020502>
- Tornaghi, C. (2014). Critical geography of urban agriculture. *Progress in Human Geography*, 38(4), 551-567.
- Tutuncu, A.N. (2020). Fossil Fuels: A technical overview. In *The Oxford Handbook of Energy Politics*, K.J. Hancock, and J.E. Allison, eds. (Oxford University Press). 22-41.
- UN,(2024). <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>
- UN-Habitat / United Nations. (2020). “Resilience | UN-Habitat.” Retrieved May 3, 2020. <https://unhabitat.org/resilience>
- Van Oort, P.A.; Zwart, S.J. (2018). Impacts of Climate Change on Rice Production in Africa and Causes of Simulated Yield Changes. *Glob. Chang. Biol.*, 24, 1029–1045.
- Von-Seggern, L.; Jillian, S.; Andrew, Z.; Frank, R.; Roberto, Q.A.S.L. Urban Farming-The Black Pearl gardens. Dow Sustainability Fellowship Programmes, University of Michigan. 2015. Available online: <http://sustainability.umich.edu/media/files/dow/Dow-Black-PearlGarden.pdf>

- Wagstaff, R. K., & Wortman, S. E. (2015). Crop physiological response across the Chicago metropolitan region: Developing recommendations for urban and peri-urban farmers in the north central US. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(1), 8–14. <https://doi.org/10.1017/S174217051300046X>.
- Walsh, L.E., Mead, B.R., Hardman, C.A., et al. (2022). Potential of urban green spaces for supporting horticultural production: a national scale analysis. *ENVIRON RES LETT* 17: 014052. DOI: 10.1088/1748-9326/ac4730.
- Walsh, L.E., Mead, B.R., Hardman, C.A., et al. (2022). Potential of urban green spaces for supporting horticultural production: a national scale analysis. *ENVIRON RES LETT* 17: 014052. DOI: 10.1088/1748-9326/ac4730.
- Wang F., Harindintwali J.-D., Wei K., et al., (2023). Climate change: Strategies for mitigation and adaptation. *The Innovation Geoscience* 1(1), 100015. <https://doi.org/10.59717/j.xinn-geo.2023.100015>
- Wang, F., Harindintwali, J.D., Yuan, Z., et al. (2021). Technologies and perspectives for achieving carbon neutrality. *The Innovation* 2, 100180, 10.1016/j.xinn.2021.100180.
- Wang, F., Harindintwali, J.D., Yuan, Z., et al. (2021). Technologies and perspectives for achieving carbon neutrality. *The Innovation* 2, 100180, 10.1016/j.xinn.2021.100180.
- Web1: <https://www.genevaenvironmentnetwork.org/events/nature-based-solutions-and-water/>
- Wielemaker, R., Oenema, O., Zeeman, G., & Weijma, J. (2019). Fertile cities: Nutrient management practices in urban agriculture. *Science of the Total Environment*, 668, 1277–1288. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.424>
- Wijerathna-Yapa, A., & Pathirana, R. (2022). Sustainable Agro-Food Systems for Addressing Climate Change and Food Security. *Agriculture*, 12(10), 1554. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101554>
- World Bank (2023). World Development Indicators. Available online at: <https://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>
- Yang, Z., & Sono, D. (2025). Promoting urban agriculture towards SDGs: An approach of combined assemblage and social-ecological system

theories. *Habitat International*. Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2025.103479>

Zhang, X., Fang, C., Ma, H., & Hu, X. (2024). How does digital economy affect urban- rural integration? An empirical study from China. *Habitat International*, 154, Article 103229. Santo, R., Palmer, A., and Kim, B. (2016). Vacant Lots to Vibrant Plots: A Review of the Benefits and Limitations of Urban Agriculture. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25283.91682><https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2024.103229>

Zhong Q, Wang L, Cui S (2021) Urban food systems: a bibliometric review from 1991 to 2020. *Foods* 10. <https://doi.org/10.3390/foods10030662>

BÖLÜM 7

DÜNYA'DA VE TÜRKİYE' DE ÇEVRE SORUNLARINA GENEL BİR BAKIŞ

Prof. Dr. Halil KIZILASLAN¹

Prof. Dr. Nuray KIZILASLAN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17793801>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 60100 – Tokat-Türkiye, E-mail: halil.kizilaslan@gop.edu.tr, Orcid id: 0000-0002-4642-0030

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü/ Tokat-Türkiye, e-mail: nuray.kizilaslan@gop.edu.tr ,Orcid No: 0000-0002-8535-0100

GİRİŞ

Çevrede yaşanan sorunlarının insan yaşam kalitesine ne denli etkili olduğu günümüzde en çok tartışılan konu haline gelmiştir. Su ve hava kirlenmesi gibi bilinen sorunların yanı sıra toksik atıklar, ozon tabakası incelmeleri, biyolojik canlılığın gittikçe azalması, küresel iklim değişiklikleri, deniz ve okyanus kirlenmesi gibi yeni sorunlar ve tehditler kendini daha yoğun göstermeye başlamıştır. Bu sorun ve tehditlerin kimi yerel alanlar için tehlike oluştururken, kimisi de bölgesel ve tüm dünya için tehlike oluşturmaktadır. Bölgesel olarak eko sistemlerin tahrip edilmesi ve buna bağlı olarak biyolojik zenginliğin kaybolması tehlikenin boyutlarını artırmaktadır. Yerel alanlarda ise, çarpık kentleşme, çevre kirliliğine yol açan atık maddeler, sanayi atıkları ve zehirli atıklar insan yaşamını ve kalitesini olumsuz etkilemektedir (Anonim, 2014).

Yine aşırı nüfus artışı ve bu nüfusun giderek artan ihtiyaçları, insanlar tarafından ortaya çıkarılan kirliliği hızlandırmaktadır. Günümüzde çevre kirliliğinin, küresel ısınma kaynaklı iklim değişiklikleri, toprağın veriminin kaybına neden olan erozyon gibi etkilerle bitki besin özelliklerinin eksilmesi, su kaynaklarının azalması, enerji eksikliği ve bazı canlı türlerinin neslinin tükenmesi gibi birçok sonuçları ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2017a).

Hızlı nüfus artışı, dünyanın özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çevre sorunlarının birincil kaynağını meydana getirmektedir. Bu artışa karşılık sınırlı kaynakların gittikçe azalması da durumun vahametini artırmaktadır. Tüketen yığınların atıklarının doğal çevredeki yükü artırması ve doğal dengenin daha fazla bozulmasına sebebiyet vermesi ise kaçınılmaz olmaktadır. Nüfusun artışı sonucunda ortaya çıkan hızlı ve çarpık kentleşme ise yeni sorunları doğurmaktadır.

İnsanların artan ihtiyaçları insanların teknolojiye daha fazla yararlanma istekleri, tarım alanlarının amacı dışında kullanmalarına, sınırsız ihtiyaçları nedeniyle kaynakları tüketmelerine, yaşam alanlarını kirletmelerine ve doğal ortamı bozmalarına neden olmaktadır. Bu durumda insana düşen görev, teknolojiye çevre sorunları yaratmadan yararlanma yollarını tespit etmektir (Türküm, 1998). Bu çalışmada, Dünya’da ve Türkiye’de çevre sorunlarının nedenleri, boyutu, insan yaşamı üzerine etkileri üzerinde durularak bazı öneriler getirilmesi amaçlanmıştır.

1. ÇEVRE SORUNLARINA NEDEN OLAN FAKTÖRLER

Öncelikle gelişmekte olan ülkelerde endüstri kuruluşlarının kuruluş yeri seçimindeki yanlışlıklar ve atık baca gazlarının filtre edilmeden atmosfere salınması hava kirliliğine neden olmaktadır. İnsan için en önemli unsur olan hava, nüfus artışına bağlı olarak oluşan kentleşme ve sanayileşme sebebiyle atmosferde yoğunlaşan bazı maddelerle kirlenmekte bu da yaşamı tehlikeye atmaktadır. Buna bir de plansız kentleşme eklenince ve bu devamlı hale geldikçe hava kirliliğinin de devam etmesi kaçınılmaz olmaktadır. Teknolojinin gelişmesi sonucunda oluşan sanayileşme ve ekonomik politikalara göre kentlerin ve onlarda yaşayan insan sayılarının çoğalması çevre sorunlarının temelini oluşturmaktadır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak hızla gelişen endüstrileşme, önemli fırsatlar doğurmakla birlikte çevreye verdiği zararlar sonucunda oluşan faydalar gölgelenmekte, geriye dönülmez zararlar vermesi nedeniyle de büyük bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yine su kirliliği canlıların yaşam döngüsünü tehlikeye atan önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Suların kirlenmesi çeşitli kimyasalların ve biyolojik, organik ve diğer birçok maddenin suya karışımı ile olmaktadır. Hava ve toprak kirliliği suyun doğal dolaşımı nedeniyle su kirliliğine de yol açmaktadır. Erozyon, topraktaki bazı maddeleri suya sürükleyerek bazı yosun türlerini artırmakta ve suda erimiş oksijeni azaltmaktadır. Bu da su canlılarının neslinin tükenmesine yol açmaktadır.

Toprak tarımsal üretim faaliyetlerinde önemli bir faktördür. Ancak hatalı tarım teknikleri, gübre ve ilaç gibi girdilerin zamanında ve etkin kullanılmaması, yine yanlış üretim tekniklerinden kaynaklanan zehirli atıkların toprağa atılması sonucunda önemli ölçüde kirlilik meydana gelmektedir. Yine atmosferden yayılan zehirli gazların asit yağmurlarıyla yeryüzüne inmesi ve kirlenen suların sulama suyu olarak kullanılması toprağın yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Ayrıca, erozyon da toprağın verimliliğini ve dengesini bozan bir etken olarak gözükmektedir (Türküm, 1998). Toprak, canlıların büyük bölümünün yaşam alanıdır. İnsan açısından da vazgeçilmez olan toprak, besin kaynağının da temelini oluşturmaktadır. Flora ve faunayı içinde barındırarak doğal dengenin sağlanmasına katkı sağlamaktadır (Keleş ve Hamamcı, 2005). Ayrıca orman, su kaynakları tutma, erozyon önleme, ısıyı dengeleme gibi işlevleri de yerine getirmektedir. Ancak, ormanların yakılarak, mera ve çayırın sürülerek tarla yapılması doğanın dengesini bozmakta ve

hayvansal varlığı da tehdit etmektedir. Aynı şekilde sanayi tesislerinden suya bırakılarak toprakla buluşan ve normal sınırları aşan yoğun çinko miktarları toksisiteyi artırmaktadır. Artan toksisite bitkilerde kök ve sürgün büyümelerinin azalmasına yol açmakta, buna bağlı olarak da bitki kökleri zarar görmektedir (Rout ve Das, 2003). Sonuç olarak, bitkide toplanan ağır metaller bitkilerin fizyolojisinin bozulmasına ve verimliliğin azalmasına neden olmaktadır.

2. DÜNYA'DA ve AB'DE ÇEVRE SORUNLARI-ALINAN ÖNLEMLER

Avrupa ülkeleri doğanın korunmasına yönelik gittikçe yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelmektedir. Aynı şekilde bu yönelmeyle OECD ülkeleri bu kaynaklarla elektrik üretiminin yaklaşık %21'ini ve toplam arzın ise, yaklaşık %9'unu karşılayabilir hale gelmiştir (Anonim, 2015).

Globalleşen dünyada çevre sorunları ve çevre sorunları ile mücadele uluslararası bir boyutta ele alınmaya başlamış ve küresel çevre sorunları haline gelmiştir (Çağlar, 2017). Çevre kirliliğinin dünyada eko sistemin dengesini bozduğu ve küresel ısınma gibi iklim değişikliklerine neden olduğu bilinmektedir. Çevre kirliliğine bağlı olumsuz etiklerden kaynaklanan kesimler gittikçe artmakta ve bundan en çok da çocuklar etkilenmektedir. Buna bağlı dünyada yılda 1,7 milyon çocuğun hayatını kaybettiği ifade edilmektedir. Suyun ve havanın aşırı kirliliğine bağlı tehditler giderek artmakta, binlerce çocuk hava kirliliği nedeniyle oluşan solunum hastalıklarına yakalanarak yaşamını kaybetmektedir. Temiz suya ulaşmanın zor olduğu günümüzde insanlar, yeterli temiz su olanağı bulamadığından bulunmadığından enfeksiyonlarla karşı karşıya gelmektedirler. Bu enfeksiyonlara bağlı ishale ve sivrisineklerden kaynaklanan sıtma hastalıklarına yakalanmaktadır. İnsanlığın çevre sorunları kaynaklı sıkıntılardan kurtulması için toplumun bilinçlendirilmesi gerekmekte ve çevreyi kirletenlere de yaptırımlar artırılması zorunluluk arz etmektedir (Anonim, 2017a). Ancak sanayileşmiş toplumlarda çevresel konularda farkındalık ülkenin politikalarında kendisi hissettirirken, gelişme yolundaki ülkelerde ve geri kalmış ülkelerde çevresel konular tam anlamıyla gündeme gelememektedir. Böylelikle gerekli gelişmeyi

sağlayamayan bu ülkeler bir de çevre sorunlarıyla boğuşmak zorunda kalmaktadırlar (Görmez, 2000).

Global çevresel sorunların milletlerarası platformda ortaya konulması öncelikle Birleşmiş Milletler tarafından 1972’de Stockholm şehrindeki bir konferansta ele alınmıştır. Bunda sonra ise, çevreyle ilgili bir bildiri yayınlanarak dünya gündemine getirilmiştir. BM’nin genel kurulunun kararıyla da Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) adlı bir organ oluşturulmuştur (Anonim, 1972).

Dünya’da sanayi devrimi ile birlikte tüm doğal kaynaklar aşırı bir şekilde tüketilmeye başlanmış ve buna bağlı olarak doğal çevre tahribatının hızlanmasına neden olmuştur. Bunlar önce bölgesel iken, teknolojik gelişmelere dayalı olarak küresel sorunlar haline gelmiştir. Bunlar, çarpık kentleşmeden küresel ısınmaya, asit yağmurundan orman tahribine, suların kirlenmesinden nükleer kirliliğe geniş bir yelpazede yer almakta olan çevre sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2017b).

Dünya nüfusun 2030’da 8,6 milyara, 2050’de 9,8 milyara ve yüzyıl sonunda da 11,2 milyara ulaşması beklenmektedir. Söz konusu nüfusun 4,5 milyar yaklaşık %60’ı Asya’da, %17’si yaklaşık 1,3 milyar Afrika’da, %10’u yaklaşık 742 milyon Avrupa’da, %9’u yaklaşık 646 milyonu Latin Amerika ve Karayipler’de ve geriye kalan %6’sı ise yaklaşık 361 milyon Kuzey Amerika ve Okyanusya’da yaşamaktadır. Çin 1,4 milyar, Hindistan ise 1,3 milyar nüfusuyla dünyanın en kalabalık iki ülkesi olarak yer almakta ve Çin, dünya nüfusunun %19’unu, Hindistan ise %18’ini oluşturmaktadır (Anonim, 2017c).

Nüfus artışına bağlı olarak mal ve hizmet talebi de genişlediğinden doğal kaynaklar ihtiyaçlara cevap verememektedir. Söz konusu talebin karşılanması için başvuru olan doğal olmayan yollar ise çevresel sorunları daha da karmaşık hale getirmektedir. Uluslararası arenada üzerinde durulması gereken en önemli durum üretmede, değiştirmede ve faydalanmada doğal kaynakları korumanın gerekliliği benimsenmiş ve çevre projeleri için ar-ge çalışmalarında kullanılmak üzere tesis, kaynak ve ekonomik ihtiyaçların ortak karşılanması için iş birliğinde süreklilik öngörülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda ise en önemli sorunlar; atıkların biriktirilmesi, ekosistemlerin ve yer altı yer üstü kaynaklarının sulara sızan atıklarla kirlenmesi, organik bileşiklerin canlılarda depolanması, erozyon ve doğal bitki örtüsünün tahribatı, ozon tabakasının incilmesi, iklim değişiklikleri, sel, deprem gibi afetler, kuraklık, gürültü

kirliliği, natürel radyoaktiflik, türlerin yok olması, kaynakların kalitesinin düşmesi, eğlence ve turizm için yapılan keyfi tahribat, su döngüsündeki aksaklıklar, temiz suya erişilebilirliğin güçleşmesi, akarsuların deniz ve okyanuslara taşıdığı kirlilik, nükleer atıklar, çölleşmenin artması, petrol kirliliği ve tarım alanlarının yok edilmesi gibi bazı başlıklar halinde ortaya konulmuştur (Çağlar, 2017)

Geçmişten günümüze, dünyamızın çevre problemleri daha çok artmış ve su kirliliği, toprak kirliliği, iklim değişikliği, nesli tükenmekte olan canlı türlerinin sayılarında artış gibi birçok konu ortaya atılmıştır. Başta iklim değişikliği olmak üzere büyüyen ve genişleyen çevre sorunları doğal kaynakları da sınırlandırmaktadır. Sera gazlarının artışıyla oluşan iklim değişikliği sorunu su kaynaklarını da etkilemekte ve buna bağlı olarak azalan su kaynakları tarımsal üretimi zorlaştırmaktadır. Bu zorlama aynı zamanda biyolojik çeşitliliğinde azalmasına neden olmaktadır. İnsanlığın en önemli sorunlardan birisi olan iklimsel değişiklik değerlendirmeleri önemli bir uluslararası kuruluş olan Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli tarafından yapılmaktadır (IPCC). Bu kuruluş Birleşmiş Milletler’ce de desteklenmekte ve yeni teknolojileri kullanarak iklim değişikliği ile ilgili değerlendirmeler yapmaktadır (Anonim, 2018a). Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nce 92 ülkedeki 1622 kentsel alanda toplanan hava kalitesi verileri sağlıkla ilgili sorunlara yol açan partikül maddelerin en yoğun olduğu ülkelerin başında Pakistan, Katar, Afganistan, Bangladeş ve Mısır’ın geldiğini göstermektedir. Temiz hava yönünden bakıldığında ise, önde gelen ülkelerin Avustralya, Brunei, Yeni Zelanda, Estonya ve Finlandiya olduğu görülmektedir (Benjamin, 2017).

Yapılacak düzenlemeler ulusal ve uluslararası alanda, devletler ve kuruluşların çevreye ilişkin sorunların çözümüne yönelik çalışmaları doğrultusunda ve çevre hukuku disiplini çerçevesinde oluşturulmalıdır. Çünkü Uluslararası işbirliği çevre konusunda büyük önem taşımaktadır (Kaypak, 2012).

Amerika’da San Francisco ve Portland, İngiltere’de Modbury, Meksika, Hindistan’da Delhi, Mumbai, Karwar, Avustralya’daki diğer topluluklar ve Ruanda, Kenya, Fas ve diğer birçok Afrika ülkesinde plastik torba yasakları bulunmaktadır (Anonim, 2017d). Türkiye’de de sıfır atık projesi kapsamında

2019 yılı başlarında poşet kullanımının en aza indirilmesi ve atıkların kategorize edilmesi için çalışmalar başlatılmıştır.

IPCC tarafından, gözlemlenen çevresel değişikliklerin önemli bir kısmı iklim değişiklikleridir. İklim değişikliklerine bağlı olarak deniz seviyesinin 2050 yılına kadar 0.17-0.41 m arasında yükselmesi öngörülmektedir. Bu yükselmenin geçmiş önceki iki bin yıl boyunca olan ortalama deniz yükselmesinden daha fazla olabileceği düşünülmektedir. IPCC 19. yüzyılın ortalarına kadar yağışlardaki değişikliklerin aynı olmamış, orta enlem ve ıslak tropik bölgelerde olaylar aşırı ve daha yoğun olmuştur. Son bulgular aşırı yağışlardaki artış eğiliminin bazı bölgelerde daha büyük risklere yol açacağı, sel baskınlarının olacağını öngörmektedir. Son otuz yıl dünyadaki diğer on yıldan daha fazla yüzey ısı dalgası frekansı Asya'nın büyük CO2 ve diğer sera gazları sıcaklığı ayrıca artırmıştır. Gözlemlenen değişiklikler, dünyanın farklı yerlerindeki iklim değişiklikleri ve bazen de aşırı hava olayları şeklinde olacaktır (Anonim, 2017g). Bunlardan dolayı atmosferde oluşan yüksek CO2 içeriği, bitki üretimini etkilemektedir. Ürün mevsimi boyunca ürüne iklim parametrelerinin %67 oranında daha güçlü etki yaptığı, toprak ve besin yönetiminin ise buna göre %33 oranında daha az etki yaptığı araştırma sonuçlarında gözlemlenmektedir. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), küresel ortalama yüzey sıcaklığının artacağı ve çeşitli iklim değişikliklerine neden olabileceği, artan sıcaklıkların tarımsal ürünlerin verimini etkileyeceğini öngörmektedir. Araştırmacılara göre, sıcaklıktaki her 1°F artış ürün verimini %3-%5 oranında düşürmektedir (Anonim, 2017d).

Tüm dünyada olduğu gibi Avrupa Birliği ülkelerinde de çevreye yönelik politikalar oluşturma çalışmaları hızla devam etmektedir. Avrupa Birliği tarafından çevre politikaları, özellikle doğal çevrenin yok edilmesine yönelik faaliyetlerden kaçınılması ve sanayileşmede çevre koruma duyarlılıklarının öne plana çıkarılması gayretlerini öngörmektedir (Aydın ve Çamur, 2016). Yine bu düşüncelerden hareketle Avrupa Birliği topraklarındaki yer üstü ve yer altı suları ile kıyı sularının kirletilmesini önlemeyi hedefleyen su mevzuatı temeli olan Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi 22 Aralık 2000 yılında yürürlüğe konmuştur. Bu mevzuata göre, üye olan her ülkeden sınırları içindeki nehir havzalarının yönetim planlarını hazırlamaları, sınırlarından dışarı taşan yer üstü suları ile ilgili olarak ise içerisinden geçen ülkelerle plan hazırlaması ve birliğe iletmesi istenilmektedir.

Birlik ülkelerinde, sınırsız olmayan doğal kaynakların korunması için, klasik ekonomik büyüme modelinden vazgeçilerek, aşırı tüketimin engellenmesi, tabii kaynakların daha etkin kullanılması, atıkların geri kazanımının artırılması ve bunun için üretim süreci teknolojilerinin geliştirilmesi ile çevre maliyetlerinin piyasa fiyatlarına yansıtılması kararı alınmıştır. AB Konseyi tarafından, 2006 yılında “AB Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi” yeniden oluşturularak, kaynakların etkin bir şekilde yönetilmesi, doğal çevreye uygun ekonomi modelinin geliştirilerek halkın iyi yaşam koşullarına kavuşturulması ve toplumsal uyumun sağlanması amaçlanmaktadır.

Çevre kirliliği kaynaklı ölümlerin araştırıldığı 189 ülkeyi kapsayan bir çalışmada düşük gelire sahip ülkelerde %2 oranında bir sonuç ortaya konulmaktadır. Avrupa Birliği’nde ise tüm ölümlerin yaklaşık %7,8’ine denk gelen 400 000 insanın her yıl çevre kirliliği nedeniyle hayatını kaybettiği görülmektedir (Anonim, 2017h).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün yayınladığı hava kalitesi raporda İngiltere'nin en kirli bölgeleri arasında Glasgow'un yer aldığı belirtilmektedir. Ayrıca 16 mikrogram partiküller bulunan şehirde, 15 mikrogram olan Londra'ya kıyasla, kalp hastalığı ve erken ölüm gibi hastalıklar yoğun olarak görülmektedir (Nazeer, 2017).

AB'nin çevresel kararlarına uygun olarak 1973'den bu tarafa faaliyet plan ve programları yayınlanmıştır. Bu planlarda çevresel sorunların kaynağında önlenmesi, çevre kirliliğine sebep olanların temizlemedeki maliyetlere katlanması, eylemlerde çevrenin dikkate alınması, sivil toplum kuruluşlarının çevre alanındaki rollerinin artırılması, enerji üretimiyle çevre koruma amaçları arasında bir denge kurulması öne çıkan ilkeler olmuştur. Gelişmenin sürekliliğinin sağlanması için endüstri, tarım ve turizm gibi alanlarda çevre uyumu esası, içilebilir su ve tabii kaynakların kirli hava ve asidik etkenlerden korunması, küresel iklim değişikliklerini önleme gibi başlıklar da ayrıca vurgulanmaktadır (Talu, 2012).

3.TÜRKİYE'DE ÇEVRE SORUNLARI-ALINAN ÖNLEMLER

Dünyadaki çevresel kirliliğin yarıdan fazlasının 1980’li yıllardan sonra olduğu araştırmalarla ortaya konulmuştur. Çevreyle ilgili sorunların en

önemli kaynağı hızlı nüfus artışı olarak bilinmektedir. Türkiye OECD ülkeleri arasında nüfus artışı en fazla olan ülkelerden biridir. Hızlı nüfus artışı plansız kentleşmeyi de ortaya çıkarmakta ve kentsel sorunları doğurmaktadır. Barınma için gecekondulaşma ve betonlaşmanın sonucunda alt yapı sorunları ve katı atıkların toplanması ile depolanması sorunu ortaya çıkmaktadır. Yerel yönetimlerin katı atık depolama alanlarını oluşturmaması ve sıvı atık arıtma tesislerini kurmaması nedeniyle çevre sorunları artırmıştır (Anonim, 2012).

Türkiye’de her yıl nüfusun yaklaşık %13’ü çevre kirliliği kaynaklı olumsuzluklardan dolayı hayatını kaybetmekte iken, İngiltere’de bu oran %8.3, ABD’de ise %5.7’dir. Birleşik Arap Emirlikleri %12.54 oran ile Türkiye’ye benzemektedir (Anonim, 2017i).

Türkiye’de hava kirliliği ciddi bir sorun olarak yer almaktadır. Türkiye’de hava kirlilik oranları yönünden havası standartlarına uygun sadece Artvin, Bitlis, Eskişehir, Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illeri sayılabilmektedir. İstanbul, Ankara, Adana, Manisa, Bursa, Amasya ve Samsun ise bu açıdan en kirli illerin başında gelmektedir. İstanbul’un temel kirlilik kaynağının sanayi tesislerinden kaynaklı kirliliği de aşan kentsel dönüşüm olarak göze çarpmaktadır. İnşaat tozları hava kirliliğini gittikçe artırmakta, bu da kanser vakalarını tetiklemektedir (Anonim, 2017i).

Türkiye’de özellikle büyük şehirlerde kalitesiz yakıt kullanımı ve araç egzozlarından çıkan gazlardan dolayı hava kirliliği sorunu artmakta, bu da solunumla ilgili çeşitli rahatsızlıklara neden olmaktadır. Ancak, son yıllarda ısınmada temiz yakıt enerjilerinin tercih edilmesi hava kalitesinin artmasına neden olmaktadır. Endüstrileşmeden doğan hava kirliliğindeki oransal artış, kirlilik artırıcı kaynak olarak gözükmektedir. Asit yağmurları şeklinde görülen çevresel sorunlar, baca gazlarının yoğun olarak atmosfere salınmasıyla artmakta ve toprakta asitlenmelere neden olmaktadır. Ayrıca, sulara karışarak, sulardaki canlıların hayatını da etkilemektedir. Biyoçeşitlilik ise kirlilik sebebiyle bozulan toprak yapısı ve tabii kaynakların verimsiz ve düzensiz kullanılması nedeniyle risk altındadır. Geri dönüşüme gerekli önemin verilmemiş olması, çevre kirliliğinde büyük rol oynayan katı atıklardan plâstik maddeler, cam ürünleri ve metalik maddelerin bertarafında sorunlara neden olmaktadır. (Anonim, 2012).

Türkiye’de özellikle büyük şehirlerde yakıt kalitesinin düşüklüğü ve artan araç trafiği gibi nedenlerle hava kirliliği sorunu kendini göstermektedir.

Doğal gazın devreye girmesiyle belirli bir iyileşme kaydedilse de hala yeterince temiz bir havaya ulaşılamamıştır. Sanayiden kaynaklı hava kirliliği ise gittikçe artmakta, organize sanayi bölgelerinin oluşturulmasının gecikmesi sanayiden kaynaklanan çevre sorunlarını artırmaktadır. Düzensiz çöp alanları ve arıtma tesislerinin yetersizliği ise çevre sorunlarının başka bir boyutu olarak karşımıza çıkmaktadır. Geri dönüşüme yeterince önem verilmediğinden dolayı da plastik maddeler çevre sorunlarının artmasına neden olmuştur. Tarımsal alandaki pestisit ve gübre kullanımının bilinçsiz şekilde yapılması ise, toprak kirliliğine yol açmaktadır. Buna yer üstü sularının taşıdığı atıklar da eklenince toprak kirliliği ciddi boyutlara ulaşmaktadır.

Yıllık 500 milyon ton toprak, çevre sorunlarından biri olan erozyonla kaybedilmektedir. Orman yangınları ise yılda yaklaşık 100 bin dönüm alanı yok etmektedir. Karbon salınımları küresel ısınmayı tetiklemektedir. Bunlardan başka olarak çevre sorunları arasında bir de temiz su kaynaklarının hızla tüketilmesi sorunu yer almaktadır. Bu sebeple Türkiye giderek su yoksulu durumuna düşmektedir.

Yangınlarda ise senede neredeyse yüz bin dönüm ağaçlık alan yanmakta, yedi bin dönüm ağaçlık alan ise yerleşim yeri kurma amaçlı ve tarla oluşturma sebebiyle tahrip edilmektedir. Suların kirlenmesi ülkede önemli sorunlardan bir diğeridir. Önceleri kaynak veya nehirler kendi eko sistemleri ile kendilerini yenilemekte iken günümüzde geçtiği bölgelerdeki kirlilik nedeniyle bu temizlenme sağlanamamaktadır. Bunda endüstriyel firmaların maliyetlerini düşürmek için tesislerini su kaynaklarına ve kentlere yakın yerlerde kurmaları büyük etki etmekte, dolayısıyla da denizler ve göller hızla kirlenmektedir. Alt yapı sistemi kurulu OSB'lerin azlığı ise kirlilikte endüstriyel payı artırmaktadır. İzmir, İzmit ve Bursa'daki Gemlik körfezi gibi alanlar, sanayi atıkları nedeniyle yaşam döngüsü için gerekli ortamı kaybetmektedir. Bu körfezlerin bulunduğu illerde ise tarım faaliyetleri durma noktasındadır. Endüstriyel atıklar sulardaki toksit maddeleri artırmakta ve sudaki canlı yaşamı ve ekosistemi bitirmektedir. Sakarya nehriinde yaşanan kirlenmeler bu durum için önemli bir örnek olarak ortaya konulabilir (Anonim, 2012).

Sürdürülebilir bir çevre denetim sisteminin meydana getirilmesi, çevre konusunda iyi bir eğitim, buna yönelik Sivil Toplum Kuruluşlarının (STK)

artırılması, yeni şehir planları, ormanların artırılması, OSB'lerin kurulması, çöplerin kaynağında ayrıştırılması, kaliteli yakıt, egzoz emisyonlarının kontrol altına alınması ve caydırıcı cezaları içerir yasaların konulması, yerel yönetimlerin daha etkin olmasının sağlanması ve etkin izleme yöntemlerinin kullanılması önem kazanmaktadır (Anonim, 2018b).

Evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar edeniyle su kaynakları kirletilmeye devam edilmektedir. Bu kirlilik hem biyolojik çeşitliliği hem de geçimi suya bağlı birçok insanı doğrudan etkilemektedir. Büyük Menderes Nehri, Eğirdir, Bafa, Ulubat, Beyşehir, Eber Burdur ve Tuz Gölü ile Göksu ve Gediz Deltaları kirlilikten aşırı şekilde zarar görmekte olan alanlardan bazılarıdır. Ayrıca, Meriç Nehri, Ergene Nehri, Gediz Nehri ve Ası Nehri havzalarında yer altı suyu kullanımı nedeniyle yer üstü su kaynakları yenilenememekte, havzalar üzerindeki baskı artmakta ve doğal ekosistemler üzerinde büyük bir tehdit oluşmaktadır (Öktem ve Aksoy, 2014).

4. SONUÇ

Çevre sorunları tüm dünyada dün olduğu gibi bugün ve gelecekte de kendini gösterecek önemli sorunların başında gelmektedir. Dünyadaki tüm ülkelerin birtakım acil önlem alma çabalarına rağmen tamamıyla ortadan kaldırılması en zor sorunlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü global çevre sorunları insan yaşamını ve sağlığını tehlikeye atmakta kalmayıp, aynı zamanda yaşayan birçok canlı türünün neslinin de tükenmesine neden olmaktadır. Aynı zamanda çevre kirliliği ve ortaya çıkardığı sonuçlar sadece bir bölgeyi veya devleti değil çoğunlukla tüm dünyayı etkileyen küresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda hangi gelişmişlik düzeyine sahip olursa olsun ülkelerin tek başlarına uyguladıkları çevre politikaları çevre kirliliğinin önüne geçmede çoğu zaman yeterli olamamaktadırlar. Bu nedenle aynı evrende yaşayan tüm ülkeler çevre sorunlarının çözümüne yönelik birlikte hareket etmeleri ve birlikte çevre politikaları belirleyerek uygulamaları önem kazanmaktadır. Günümüzde dünya çapında çevre sorunlarının çözümüne yönelik birçok kuruluş çevreye yönelik politikalar oluşturmakta ve bu politikaların uygulanmasına öncülük etmektedirler. AB bu amaca yönelik olarak önemli kuruluşlara sahip bir topluluktur. AB'nin ortaya koymuş oldukları çevre politikalarının üye olunan ülkeler kadar aday ülkeler tarafından da uygulanmasının öngörüldüğü görülmektedir. Bu nedenle çevre sorunlarının

çözümüne yönelik tüm dünya ülkelerinin bir araya gelerek ortak çevre politikaları kapsamında birlikte hareket etmeleri büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Anonim, 1972. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. Stockholm, İsveç.
- Anonim, 2012. <http://www.renklinot.com/soru-cevap-2/ulkemizdeki-ve-dunyadaki-cevre-sorunlari-nelerdir.html>-(18.02.2019).
- Anonim, 2014. Dünyada Temel Çevre Sorunları Nokta Haber Yorum. <https://noktahaberyorum.com/dunyada-temel-cevre-sorunlari.html>-(02.01.2019).
- Anonim, 2015. <https://www.haberler.com/oecd-cevre-raporu-7819771-haberi/>-(30.01.2019).
- Anonim, 2017a. <https://www.ensonhaber.com/cevre-kirliliginin-etkileri.html>-(05.01.2019).
- Anonim, 2017b. <http://www.cografyabilimi.gen.tr/kuresel-cevre-sorunlari>-(07.01.2019).
- Anonim, 2017c. <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2017-revision.html>(29.06.2018).
- Anonim, 2017d. The Ocean Plastic Crisis by Rex Weyler 4 Comments <https://www.greenpeace.org/international/story/11871/the-ocean-plastic-crisis/>-(11.02.2019).
- Anonim, 2017g. Research Article J Climatol Weather Forecasting 2017, Vol 5(1): 195 DOI:10.4172/2332-2594.1000195 Effect of Global warming on Indian Agriculture Ruchita S* and Rohit S Department of Sciences, Pandit Deendayal Petroleum University, Gandhinagar, Gujarat, India
- Anonim, 2017h. <https://onedio.com/haber/dunya-saglik-orgutu-ne-gore-avrupa-nin-havasi-en-kotu-10-sehrinden-8-i-turkiye-de-756199>-(17.02.2019)
- Anonim, 2017ı. <https://www.gazeteduvar.com.tr/hayat/2017/10/30/cevre-kirliligi-erken-olduruyor-kirlilikten-olumde-turkiye-one-firladi>-(11.02.2019).
- Anonim, 2017i. Hava Kirliliği Raporu. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Ankara.
- Anonim, 2018a. Dünya Çevre Günü Türkiye Raporu. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Ankara.

- Anonim, 2018b. The American Lung Association's State of the Air report- (11.01.2019)
- Aydın, A.H., ve Çamur, Ö., 2016. Avrupa Birliği Çevre Politikaları Ve Çevre Eylem Programları Üzerine Bir İnceleme, <http://busbed.bingol.edu.tr/download/article-file/299770-> (24.01.2019)
- Benjamin,E.,2017.WellnessEditor[https://theculturetrip.com/asia/pakistan/articles/ these-are-the-worlds-most-polluted-countries/-](https://theculturetrip.com/asia/pakistan/articles/these-are-the-worlds-most-polluted-countries/) (14.04.2019).
- Çağlar, B., 2017. <https://xyazar.com/kuresel-cevre-sorunlari>, (11.01.2019).
- Görmez, K., 2000. Çevre Sorunları ve Türkiye. Gazi Kitabevi, Ankara.
- Kaypak, Ş., 2012.Çevre Hukukunun Ulusal ve Uluslararası Boyutları. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.ISSN: 1308–9196 Yıl 5 Sayı 10.
- Keleş R. ve Hamamcı C.,2005. Çevre Politikası, 5. Baskı, İmge Kitabevi, Ankara.
- Nazeer, T., 2017. <https://theculturetrip.com/europe/UK/scotland/articles/believe-it-or-not-london-is-not-the-most-polluted-city-in-the-uk/> (10.02.2019)
- Öktem, U.A. ve Aksoy, A., 2014. Türkiye'nin Su Riskleri Raporu Bilgi Üniversitesi, Çevre, Enerji ve Sürdürülebilirlik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Dünya Doğayı Koruma Vakfı WWF-Türkiye.
- Rout, G. ve Das, P., 2003. Effect Of Metal Toxicity On Plant Growth And Metabolism. I.Zinc. Agronomie 23, 3-11.
- Talu, N.,2012. <http://k.ogren-sen.com/ekonomi/7903/index.html-> (24.03.2019).
- Türküm, S.A., 1998. Çağdaş Toplumda Çevre Sorunları ve Çevre Bilinci. Anadolu Üniv. İlköğretim Öğretmenliği Lisans Tamamlama Programı (sayfa 165-181) Açık Öğretim Fakültesi, Eskişehir.

BÖLÜM 8
PESTİSİTLERİN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞI ÜZERİNE
ETKİSİ

Prof. Dr. Dürdane YANAR¹

Prof. Dr. Yusuf YANAR^{2*}

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794013>

¹*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye, durdane.yanar@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2517-1538

²*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye, yusuf.yanar@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5795-6340

GİRİŞ

Pestisitler, yabancı otlar, böcekler, kemirgenler ve funguslar gibi zararlı organizmaların kontrol altına alınması amacıyla kullanılan kimyasal bileşiklerdir. Bu bileşikler; insektisitler (böcek öldürücüler), herbisitler (yabancı ot öldürücüler), nematisitler (nematod öldürücüler), fungusitler (fungus öldürücüler), mollusisitler (yumuşakçaları hedef alanlar), rodentisitler (kemirgen öldürücüler), bitki gelişim düzenleyicileri ve diğer çeşitli bileşenleri kapsamaktadır (Zhan ve ark., 2020; Bhatt ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2021). Pestisitler, başta vektör kaynaklı hastalıkların önlenmesi olmak üzere, tarımsal üretimde bitki koruma, gıda muhafazası ve su ürünleri yetiştiriciliği, tarım, gıda işleme ve depolama gibi pek çok ticari ve endüstriyel alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır (Mieldazys ve ark., 2015; Sharma ve ark., 2019). İnsanlar veya hayvanlar için zararlı olabilen tüm canlılar genel olarak “zararlı (pest)” olarak tanımlanmakta olup, pestisitler bu organizmaların ya doğrudan öldürülmesi ya da gelişimlerinin engellenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Federal Yönetmelikler Kanunu (CFR), pestisitleri; bitki gelişim düzenleyicisi, yaprak dökücü veya kurutucu (desikant) olarak kullanılmak üzere tasarlanmış her türlü madde veya madde karışımı olarak tanımlamaktadır (United States Environmental Protection Agency, 2004). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ise pestisitleri; zararlılar, hastalık taşıyıcı vektörler, istenmeyen bitki türleri ya da gıda üretimini ve kalitesini etkileyen hayvan türlerinin kontrolü, yok edilmesi veya önlenmesi amacıyla kullanılan tekil bir madde ya da madde karışımı olarak tanımlamaktadır (World Health Organization, 2015).

Tarihsel süreçte, zararlılarla mücadelede çok çeşitli kimyasal bileşikler kullanılmıştır. Örneğin, kükürt bileşikleri, böcek ve akar kontrolünde en eski kullanılan maddeler arasında yer almaktadır (Gyawali, 2018). Piretrum olarak bilinen ve *Chrysanthemum cinerariaefolium* bitkisinden elde edilen doğal bir pestisit, yaklaşık 2000 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır (Unsworth, 2010). Modern pestisitlerin gelişiminde bir dönüm noktası olan DDT (dikloro difenil trikloroetan), 1939 yılında Paul Hermann Müller tarafından sentezlenmiş ve özellikle tarımsal verimliliği artırma ve gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatma konularında önemli katkılar sağlamıştır (Abubakar ve ark., 2020). DDT'nin bu başarıları, pestisitlere olan küresel talebin artmasına neden olmuş ve bu durum, pestisit olarak kullanılacak yeni kimyasal bileşiklerin sentezlenmesinin

önünü açmıştır. Ancak, zamanla çevresel ve sağlık riskleri nedeniyle DDT'nin kullanımı birçok ülkede yasaklanmış veya sınırlandırılmış, yerine organofosfatlar (OP'ler) ve karbamatlar (CM'ler) gibi yeni nesil pestisitler geliştirilmiş ve özellikle 1975 yılından itibaren Amerika Birleşik Devletleri'nde DDT'nin yerini almıştır (Barnhoorn ve ark., 2009). Küresel pestisit tüketimi 2019 yılında yaklaşık 4,19 milyon metrik ton olarak gerçekleşmiş olup, Çin 1,76 milyon metrik ton ile açık ara en fazla pestisit kullanan ülke olmuştur. Çin'i sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri (408 bin ton), Brezilya (377 bin ton) ve Arjantin (204 bin ton) takip etmiştir (Fernández, 2021). Güneydoğu Asya bölgesinde ise Dünya Sağlık Örgütü (WHO), pestisit kullanımında yıllık artış bildirmiş ve bu artışın %20'sinin Kamboçya, Laos ve Vietnam gibi gelişmekte olan ülkeler kaynaklı olduğunu rapor etmiştir (Schreinemachers ve Tipraqsa, 2012; Schreinemachers ve ark., 2015).

Hindistan, Asya'da önemli bir pestisit üretici ülke olup, yıllık yaklaşık 90 bin ton organoklorin pestisit üretimi gerçekleştirmektedir. Bu üretim; benzen heksaklorür (BHC) ve DDT gibi bileşikler içerir (Khan ve ark., 2010; Pozo ve ark., 2011). 2010–2014 yılları arasında, ortalama maliyet/fayda oranı, 1 kg mahsul başına 0,645 gram pestisit şeklindeyken, hektar başına ortalama yıllık pestisit tüketimi 2,784 kg ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu dönemde Japonya, hektar başına 18,94 kg ile en yüksek ortalama pestisit kullanımına sahip ülke olurken, onu sırasıyla Çin (10,45 kg ha⁻¹), Meksika (7,87), Brezilya (6,16), Almanya (5,12), Fransa (4,85), Birleşik Krallık (4,03), ABD (3,88) ve Hindistan (0,26) takip etmiştir (Zhang, 2018). Pestisitlerin kullanım oranlarına göre sınıflandırılmasına bakıldığında; herbisitler %47,5 ile en büyük paya sahiptir. Bunu insektisitler (%29,5), fungusitler (%17,5) ve diğer pestisit türleri (%5,5) izlemektedir (Gill ve Garg, 2014; Zhang, 2018; Sharma ve ark., 2019). Pestisitler; etki mekanizmaları, kimyasal yapıları ve hedef organizmalarına göre sınıflandırılabilir. Öte yandan, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Küresel Uyumlaştırılmış Sistem (GHS), pestisitleri öncelikle toksisite ve insan sağlığına olan zararlı etkileri temelinde sınıflandırmaktadır.

Pestisit kullanımının en temel avantajı, uygulamadan kısa süre sonra elde edilen hızlı faydalardır. Örneğin, lahana tarlalarında tırtılların ortadan kaldırılması, ürünün hem verimini hem de kalitesini artırmaktadır. Bu tür birincil faydalar, rekreasyonel çim alanların korunmasından insan hayatının kurtarılmasına kadar uzanan toplam 26 ana faydayı beraberinde

getirebilmektedir. İkincil faydalar ise doğrudan değil, birincil faydaların sonucu olarak ortaya çıkan, daha az görünür ya da uzun vadede hissedilen etkiler olabilir. Nedensellik ilişkisini kanıtlamak daha zor olsa da, bu etkiler de pestisit kullanımını gerekçelendirebilecek önemli yararlar arasında yer almaktadır. Örneğin, lahana verimindeki artış ekonomik refahın yükselmesine, bu da çocukların sağlığı ve eğitim sistemlerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır. Diğer ikincil faydalar arasında daha sağlıklı bireyler, biyolojik çeşitliliği koruyan sürekli tarımsal alanlar yer almaktadır. Bu başarıda yüksek verimli tohum türleri, gelişmiş sulama teknolojileri ve tarımsal herbisitler önemli rol oynamıştır (Bureau, 1993).

Benzer şekilde, birçok ülkede tarımsal üretim ve verimlilik önemli ölçüde artmıştır. Örneğin, Birleşik Krallık'ta buğday verimi ve ABD'de mısır üretimi büyük artış göstermiştir. Bu artışın altında yatan nedenler arasında gelişmiş tohum çeşitleri, tarım makineleri kullanımı ve gübreleme teknikleri gösterilmektedir. Ancak zararlı organizmalar, hastalıklar ve yabancı otlar, hasat edilebilir ürün miktarında ciddi kayıplara yol açabilmektedir. Bu bağlamda, pestisitler gıda üretimi ve işlenmesinde kritik rol oynamaktadır. Warren (1998), 20. yüzyıl boyunca ABD'de gıda üretimindeki büyük artışı özellikle vurgulamıştır. Pestisitler, tarımsal üretimin artırılması ve gıdaların korunması amacıyla yaygın biçimde kullanılmaktadır; ancak bu kullanımın olası sağlık ve çevresel riskleri göz ardı edilmektedir. Aşırı kullanım, pestisitlere maruz kalma ve zararlı etkiler, dikkatli uygulamalarla ve farklı pestisit türlerinin bilinçli kullanımıyla önlenabilir (World Health Organization, 2009). Öte yandan, yaygın pestisit kullanımı sonucunda birçok olumsuz etki gözlemlenmiş ve bu nedenle pestisit kaynaklı sorunların çözümü için etkili atık yönetim stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Pestisitlerin biyolojik olarak parçalanması (biyodegradasyonu), çevre açısından kabul edilebilir yeni bir kirlilik kontrol yöntemidir ve uzun vadeli çevresel faydalar sağlaması bakımından önem taşımaktadır. Mikroorganizmalar, pestisitlerin parçalanmasında kritik bir rol oynamakta olup, insan refahına yönelik çeşitli katkılarıyla da dikkat çekmektedir.

Son dönemlerde yapılan birçok çalışma, kanalizasyon sistemlerinden veya toprak örneklerinden izole edilen mikroorganizmaların pestisitleri parçalama potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Bu mikroorganizmalar

arasında çeşitli bakteri ve fungus suşları, aktinomisetler ve algler yer almaktadır (Kafilzadeh ve ark., 2015).

1. PESTİSİTLERİN SINIFLANDIRILMASI

Pestisit, çeşitli böcek ilaçları, herbisitler, fungusitler, rodentisitler, ahşap koruyucular, bahçe kimyasalları ve ev tipi dezenfektanları kapsayan birkaç sınıfı tanımlayan yaygın bir terimdir. Bu kimyasallar, zararlıları öldürmek veya onlardan korunmak amacıyla kullanılır (Eldridge, 2008). Pestisitler, ait oldukları sınıfa göre fiziksel, kimyasal ve yapısal özellikler bakımından farklılık gösterir. Bu nedenle, pestisitlerin özelliklerine göre sınıflandırılması ve ilgili gruplar altında incelenmesi faydalıdır. Sentetik pestisitler, doğada bulunmayan ve insan yapımı kimyasallardır. Kullanım amacına göre çeşitli sınıflara ayrılırlar. Günümüzde, Drum tarafından önerilen üç yaygın pestisit sınıflandırma yöntemi bulunmaktadır (Drum, 1980). Bu üç sınıflandırma yöntemi şunlardır:

- (i) Giriş (uygulama) yoluna göre sınıflandırma,
- (ii) Pestisit işlevine ve hedef aldığı zararlı organizmaya göre sınıflandırma,
- (iii) Pestisit kimyasal bileşimine göre sınıflandırma (Drum, 1980).

- Bu yöntemle göre, pestisitler hedef zararlı organizmalara göre sınıflandırılır ve etki alanlarını yansıtabilecek şekilde özel adlar verilir. Bu pestisit gruplarının adları, Latince'de "öldürmek" anlamına gelen *cide* kelimesinden türetilmiştir ve genellikle öldürdükleri zararlının adının sonuna eklenerek kullanılır (Tablo 1). Ancak tüm pestisit adlarının mutlaka "-cide" ekiyle bitmesi gerekmez. Bazı pestisitler, işlevlerine göre de sınıflandırılmaktadır.

Örneğin: Zararlıların büyümesini teşvik eden veya engelleyen **büyüme düzenleyicileri**,

- Bitkilerin yapraklarını dökmesini sağlayan **defoliyantlar**,
- Bitkilerin mekanik hasat için kurumasını hızlandıran ya da böceklerin kuruyarak ölmesine neden olan **kurutucular (desikantlar)**,
- Zararlıları uzaklaştıran **kovucular (repellentler)**,

- Zararlıları, genellikle tuzaklara çekmek amacıyla cezbeden **çekiciler (atraktantlar)**,
- Zararlıları kısırlaştırılan **kimyasal sterilizanlar (kemosterilantlar)**,

şeklinde sınıflandırılan pestisit türleri de bulunmaktadır.

Tablo 1. Pestisit Türleri, Hedef Zararlılar/İşlevleri ve Örnek Maddeler

Pestisit Türü	Hedef Zararlılar / İşlevi	Örnek
İnsektisitler	Böcekleri ve diğer eklembacaklıları öldürür	Aldikarb
Fungusitler	Mantarları öldürür (mildiyö, küf, pas gibi)	Azoksistrobin
Bakterisitler	Bakterileri öldürür veya bakterilere karşı etkilidir	Bakır bileşikleri
Herbisitler	İstenmeyen yabancı otları ve bitkileri öldürür	Atrazin
Akarisitler	Bitki ve hayvanlarla beslenen akarları öldürür	Bifenazat
Rodentisitler	Fare ve diğer kemirgenleri kontrol eder	Warfarin
Algisitler	Algelerin büyümesini kontrol eder veya öldürür	Bakır sülfat
Larvasitler	Larvaların gelişimini engeller	Metopren
Repellentler (Kovucular)	Tat veya koku yoluyla zararlıları uzaklaştırır	Metiokarb
Desikantlar (Kurutucular)	Bitki dokularını kurutarak etki gösterir	Borik asit
Ovisitler	Böcek ve akar yumurtalarının gelişimini engeller	Benzoksazin
Virüsitler	Virüslere karşı etkilidir	Sitoverin (Scytovirin)
Molluskisitler	Bitki ve mahsul gelişimini engelleyen yumuşakçaları (ör.	Metaldehit

Pestisit Türü	Hedef Zararlılar / İşlevi	Örnek
	salyangoz) öldürür veya baskılar	
Nematositler	Bitkilerde parazit olarak yaşayan nematodları öldürür	Aldikarb
Avisitler	Kuşları öldürür	Avitrol
Güve Kovucular	Güve larvaları veya küflerin kumaşlara zarar vermesini önler	Diklorobenzen
Lamprisitler	Çenesiz balık benzeri omurgalılar olan nehir lamba balığı larvalarını hedef alır	Trifluronitrofenol
Piskisitler	Balıklara karşı etkilidir	Rotenon
Silvisitler	Odunsu bitki örtüsüne karşı etkilidir	Tebuthiuron
Termitisitler	Termitleri öldürür	Fipronil

2. PESTİSİT KALINTISI VE GIDA GÜVENLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Dünya genelinde insanlar, gıda zinciri aracılığıyla gıda ürünlerinde bulunan pestisit kalıntılarına maruz kalmaktadır. Pestisit kalıntı düzeyleri ile kirlenmiş ürünlerin tüketim oranı arasındaki ilişki, diyet yoluyla maruziyetin tahmin edilmesinde temel bir fonksiyon olarak değerlendirilmektedir (Zarn ve O'Brien, 2018).

Gıda güvenliği ve çevresel nedenlerden ötürü, dünyanın çoğu ülkesi tarım ürünlerinde bulunmasına izin verilen pestisit kalıntı düzeylerini belirleyen yasal düzenlemeler oluşturmuştur. Maksimum kalıntı limitleri (MRL'ler), pestisitlerin yetkili tarımsal uygulamalara uygun olarak kullanılması durumunda gıdada bulunması beklenen en yüksek kalıntı düzeylerini ifade etmektedir (EFSA Scientific Committee, 2010).

MRL değerleri genellikle 0.01–10 mg/kg aralığında değişmektedir. Bu değerler, kabul edilebilir pestisit düzeylerinin uygulanmasında ve pestisit kalıntılarına maruziyetten kaynaklanabilecek insan sağlığı risklerinin değerlendirilmesinde yararlı bir araç olarak kullanılmaktadır. MRL'ler çoğu ülkede yasal düzenlemelere tabidir. Avrupa Birliği, Kuzey Amerika Serbest

Ticaret Anlaşması (NAFTA), Codex Alimentarius Komisyonu ve diğer uluslararası kuruluşlar, maksimum kalıntı limitlerini belirleyerek pestisit mevzuatını uyumlaştırmaya çalışmışlardır; ancak bu limitler küresel ölçekte hâlen farklılık göstermektedir. Gıdalardaki yasal maksimum pestisit kalıntı limitleri, JMPR (Joint Meeting on Pesticide Residues) bünyesindeki Codex Alimentarius Komisyonu (Codex) tarafından onaylanmaktadır. JMPR'nin temel amacı, tüketici sağlığını korumak ve uluslararası gıda ticaretinde adil uygulamaları sağlamaktır (FAO/WHO, 2018, 2019).

Avrupa'da bu mevzuattan Avrupa Komisyonu (EC) sorumludur ve üye devletlerin yanı sıra Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) ile Gıda Zinciri ve Hayvan Sağlığı Daimi Komitesi'nin katkılarıyla yürütülmektedir. ABD'de ise bu görev, Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA)'nın desteğiyle yerine getirilmektedir. MRL'lerin aşılmasıyla ilişkili riskler; pestisitlerin yanlış kullanımı, hatalı uygulamalar, ülkeler arasındaki MRL farklılıkları, doğal olarak oluşan maddelerden kaynaklanan yanlış pozitif analiz sonuçları ve kayıtlı pestisitlerin yetersizliği gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (EFSA Scientific Committee, 2010). Güncel eğilim, tüm tarafların hem bölgesel hem de küresel düzeyde MRL mevzuatlarını uyumlaştırması gerektiğini öngörmektedir. Bu yaklaşım, FAO, WHO, CCPR ve OECD gibi uluslararası kuruluşlar tarafından güçlü biçimde desteklenmektedir.

Organoklorlu ve organofosforlu pestisitlerin kalıntılarına, hâlen birçok ülkenin farklı gıda ürünlerinde rastlanmaktadır. Bunların bazıları MRL değerlerinin altında kalarak nispeten güvenli kabul edilse de, yapılan incelemeler bazı gıda ürünlerinin gerek küresel kuruluşlar (FAO ve WHO) gerekse belirli ülkelerin mevzuatları tarafından belirlenen MRL'leri aştığını göstermektedir. Gıda ürünlerindeki pestisit analizine ilişkin çalışmaların büyük bir kısmı; ithal veya yerel üretim ürünlerinin kalitesini izlemek, izleme sistemleri geliştirmek ve bitkisel ile hayvansal kökenli ürünlerde pestisitlerin sıkı biçimde düzenlenmesini sağlamak amacıyla yürütülmektedir (Le Doux, 2011; Li ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2017).

Kimyasal maddeler, gıda zinciri boyunca artış gösterebilir ve gıda ürünlerinde birikebilir. Örneğin, organoklorlu pestisitler lipofilik özellikleri nedeniyle biyobirikim eğilimi gösterir, vücuttan uzaklaştırılmaları zordur ve çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilirler (Crinnion, 2009). Bitkisel ürünler

arasında, pestisit bulaşmasına en yatkın ürünler meyveler ve sebzelerdir; özellikle üzüm, turunçgiller ve patates bu açıdan en riskli grupları oluşturmaktadır (Zikankuba ve ark., 2019; Kumari ve John, 2019).

Günümüzde birçok ülke, gıdalardaki pestisit kalıntılarını izlemek amacıyla programlar yürütmektedir. Kalıntı izleme çalışmaları topluma dört temel fayda sağlamaktadır:

1. Kabul edilemez düzeyde pestisit kalıntısı içeren gıda partilerinin satışını engelleyerek halk sağlığının korunmasını sağlar,
2. Yüksek düzeyde pestisit kalıntısı içeren ham maddelerin belirlenmesine olanak tanır,
3. Belirli pestisitlerin gıdalardaki kalıntı düzeylerini nicel olarak ölçer,
4. Uyum ve güvenlik açısından yüksek standartlara sahip ürün kaynaklarının tespit edilmesine yardımcı olur.

Gıdalarda pestisit kalıntıları için MRL değerlerinin belirlenmesi ve izleme faaliyetleri, toksik kimyasalların sağlık üzerindeki etkileriyle mücadelede etkili bir kontrol mekanizması olarak görülmektedir. Bu nedenle, farklı ülkelerde gıdalardaki pestisit kalıntı düzeylerinin test edilmesini içeren gıda izleme programları uygulanmaktadır. Bu programlar bir yandan gıda güvenliği ve tarımsal uygulamaların iyileştirilmesine katkı sağlarken, diğer yandan ekonomik kayıpların azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Günümüzde, Kuzey Amerika ve Avrupa'da pestisit kalıntıları kapsamlı biçimde izlenmektedir. Genel olarak, piyasaya sunulan gıda ürünleri izin verilen maksimum kalıntı konsantrasyonları (MPC) ile uyum içindedir ve bu sınırları aşan örneklerin oranı oldukça düşüktür. Diğer gıda gruplarıyla karşılaştırıldığında, meyve ve sebzelerde pestisit düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir; bu ürünler, insanların diyetinde en önemli gıda grubunu oluşturmaktadır. Kaliforniya Pestisit Kalıntı İzleme Programı (2009–2013), Amerika menşeli ve ithal meyve-sebzelerdeki pestisit kalıntılarına ilişkin verileri analiz etmiştir. Kaliforniya'daki izleme sonuçlarına göre, gıda ürünlerinin büyük çoğunluğunda pestisit kalıntı düzeyleri güvenli sınırlar içerisindedir (örneklerin %95'i USEPA tolerans aralıklarında). Ancak bazı ihraç ürünlerinde, sağlık açısından risk oluşturabilecek yasadışı pestisit kalıntılarına rastlanmıştır. İnsan sağlığı açısından potansiyel risk taşıyan kalıntıların büyük kısmı, Latin Amerika ve Asya ülkelerinde üretilen eski tip

insektisitlere (özellikle aldikarb, metamidofos ve monokrotofos) aittir (Zhang ve ark., 2015).

Aynı dönemde, ABD raporlarında armut, üzüm/kuru üzüm, turunçgiller, biber, salatalık, domates ve havuç gibi ürünlerde yüksek pestisit kalıntı düzeylerinin bulunduğu bildirilmiştir (Pesticide Monitoring Program, 2006, 2007, 2008).

Avrupa Birliği ülkelerinde ise her yıl yaklaşık 140.000 ton pestisit tarım ürünlerine uygulanmaktadır. AB'ye ilişkin raporların çoğunda, gıdalardaki pestisit kalıntıları için belirlenen maksimum kalıntı limitlerinin oldukça düşük olduğu bildirilmektedir.

Bu değerler, hem ADI (Kabul Edilebilir Günlük Alım Düzeyi) hem de ARfD (Akut Referans Doz) sınırlarını aşmamakta olup, gıda güvenliğinin denetiminden sorumlu düzenleyici otoritelerin etkin işleyişini göstermektedir. Örneğin, Avrupa Birliği'nde 2014 yılında 28 üye ülkeden alınan 83.000'den fazla gıda örneğinin analizinde, örneklerin %97'sinin yasal sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu örneklerin %53,6'sında ölçülebilir düzeyde kalıntıya rastlanmazken, %43,4'ünde izin verilen konsantrasyonlar dahilinde pestisit kalıntıları tespit edilmiştir (Carvalho, 2017). Bununla birlikte, AB Pestisit Eylem Ağı (Pesticide Action Network Europe)'nun verilerine göre, 2008 yılında Avrupa Birliği'nde üretilen gıda ürünlerinde yaklaşık 350 farklı pestisit saptanmıştır. Ürünlerin %5'inden fazlasında pestisit düzeylerinin, AB'nin belirlediği maksimum kalıntı limitlerini (MRL) aştığı bildirilmiştir (Fenik ve ark., 2011).

Petratis ve ark. (2013), 1970–2010 yılları arasında Litvanya'da pestisit araştırmalarının gelişimini incelemişlerdir. Bitkisel ve hayvansal kökenli 4.500'den fazla örnek üzerinde yapılan analiz sonucunda, örneklerin %31'inde pestisit kalıntısı bulunduğu, ancak MRL aşımının yalnızca %3'ten az olduğu belirlenmiştir. Bitkisel kaynaklı örneklerin %20–60'ında MRL seviyesine eşit veya altında pestisit kalıntısı saptanırken, diğer örneklerde %1,5–4,6 oranında MRL aşımı tespit edilmiştir. Pestisit kalıntılarının en sık görüldüğü ürünler, üçüncü dünya ülkelerinden ithal edilen ürünler olmuştur. Yerel olarak üretilen ürünlerde kalıntı düzeyleri oldukça düşük bulunmuş, yalnızca %1 oranındaki örneklerde (elma, salatalık, domates, karnabahar, havuç ve buğday) MRL değerlerinin aşıldığı belirlenmiştir.

Asya ülkelerinden ithal edilen meyve ve sebzelerdeki pestisit kalıntı düzeylerini inceleyen bir çalışmada (Skretteberg ve ark., 2015), Danimarka, Finlandiya, İzlanda ve Norveç'te yapılan analizlerin çoğunda, örneklerin ya pestisit içermediği ya da MRL seviyesinde olduğu görülmüştür. Ancak örneklerin %12'sinde MRL'nin üzerinde kalıntı tespit edilmiştir. Bazı örneklerde tahmini akut alım düzeyi (ARfD) %100'ün üzerinde bulunmuş ve bu ürünlerin bazıları, tüketiciler için potansiyel akut sağlık riski oluşturabilecek olarak değerlendirilmiştir.

Belçika Federal Gıda Zinciri Güvenliği Ajansı (FASFC) verilerine dayanarak yapılan bir değerlendirme, Avrupa Birliği dışından ithal edilen meyve ve sebzelerin, üye ülkelerden gelen ürünlere kıyasla daha yüksek oranda MRL aşan pestisit kalıntıları içerdiğini göstermiştir (Claeys ve ark., 2011). Güneydoğu Asya'dan ithal edilen bazı gıda ürünlerinin daha sık denetlenmesinin nedeni, resmi kontrollerde bu ürünlerde aşırı pestisit kalıntı düzeylerinin sıklıkla tespit edilmesidir. Polonya'da yapılan pestisit kalıntı analizleri, incelenen örneklerin %36,6'sında pestisit kalıntısı bulunduğunu, bunların yaklaşık %2'sinde maksimum kalıntı limitlerinin aşıldığını ortaya koymuştur. Meyve örnekleri arasında, en yüksek pestisit kalıntı miktarları bekaşi üzümü, elma, üzüm ve siyah frenk üzümü örneklerinde; sebze örnekleri arasında ise kereviz, domates, dolmalık biber ve Çin lahanasında tespit edilmiştir (Szpyrka ve ark., 2015).

Bazı Afrika ülkeleri, özellikle sıtmanın önlenmesi ve kontrolü amacıyla hâlen organoklorlu pestisitleri (OCP) kullanmaya devam etmektedir. Afrika'da gıdalardaki OCP kalıntılarına ilişkin yapılan bir değerlendirme, başlıca sağlık tehditlerinin sebze, meyve, tahıl, baklagil, balık, et, karaciğer ve süt tüketimiyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Bitkisel ve hayvansal kökenli ürünler, farklı pestisit gruplarını çeşitli oranlarda biriktirme kapasitesine sahiptir (Thompson ve ark., 2017). Ayrıca, Nuapia ve ark. (2016), Johannesburg ve Kinşasa'daki açık pazarlardan alınan lahana, fasulye, balık ve sığır eti örneklerinde yüksek düzeyde DDT ve HCB (heksaklorobenzen) kalıntıları tespit etmişlerdir. Etiyopya'nın Jimma bölgesindeki yerel pazarlardan toplanan mısır, tef, kırmızı biber ve kahve örneklerinde ise başlıca saptanan pestisitler DDT, endosülfan, sipermetrin ve permethrin olmuştur. Örneklerin üçte ikisinde kalıntı düzeyleri ilgili maksimum kalıntı limitlerinin (MRL) altında iken, kalan üçte birlik kısımda MRL aşımı tespit edilmiştir (Mekonen ve ark., 2014). Brezilya

hükümeti tarafından 2001–2010 yılları arasında yürütülen izleme programları kapsamında, meyve, sebze, pirinç ve fasulye gibi gıda ürünlerinde pestisit kalıntıları araştırılmıştır. Sonuçlara göre örneklerin yaklaşık %50'sinde pestisit kalıntısı bulunmuş, ancak yalnızca %3'ünde MRL değerlerinin üzerinde kalıntı tespit edilmiştir. Özellikle elma, papaya, dolmalık biber ve çilek gibi ürünlerin organofosfat ve karbamat grubu pestisitleri biriktirme eğiliminde olduğu belirlenmiştir (Jardim ve Caldas, 2012).

Çinli araştırmacılar tarafından 2006–2009 yılları arasında yürütülen bir izleme kampanyasında, meyve ve sebzelerdeki insektisit (organofosfat ve piretroit) ile fungusit (triazol ve kloronitril) kalıntıları değerlendirilmiştir. Pak-choi (Çin lahanası), baklagiller ve hardal yaprağı örneklerinde pestisit kalıntılarının en sık görüldüğü ve çoğu durumda izin verilen maksimum düzeyleri aştığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, bu pestisitlere maruziyetle ilişkili potansiyel sağlık riskleri değerlendirilmiştir. Tahmini günlük alım (EDI) değerleri, cyfluthrin için ADI'nin %0,1'i, omethoate için ise %2,61'i düzeyinde hesaplanmıştır. Risk indeksine en fazla katkı yapan ürün grubunun baklagiller olduğu belirlenmiştir (Chen ve ark., 2011). Nordik Proje (Nordic Project) tarafından 2007 yılında Güney Amerika kökenli meyve ve sebzelerdeki pestisit kalıntılarını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, örneklerin %72'sinde pestisit kalıntı düzeyleri MRL'ye eşit veya altında, %8.4'ünde ise MRL'nin üzerinde bulunmuştur. En yaygın pestisitler; tiabendazol, imazalil ve klorpirifos olup, bunlar turunçgillerin ve muzların taşınması sırasında mantar enfeksiyonlarına karşı koruma amacıyla kullanılan fungusitlerdir. Elde edilen sonuçlar, özellikle ithal meyve ve sebzelerde pestisit kalıntılarının sürekli izlenmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır (Hjorth ve ark., 2011).

Hindistan'da sebze, meyve ve tahıl ürünlerinde en yaygın kullanılan pestisitler arasında kükürt, endosülfan, mankozeb, forat, metil paration, monokrotofos, sipermetrin, izoproturon, klorpirifos, malation, karbendazim, butaklor, kinalfos, bakır oksiklorür ve diklorvos yer almaktadır (Grewal ve ark., 2017). Birçok ülkede, tahıllarda pestisit kalıntılarının birikimi üzerine araştırmalar yürütülmektedir. Polonya'da 2013 yılında gerçekleştirilen tahıllardaki pestisit kalıntı denetimi, örneklerin büyük çoğunluğunda pestisit kalıntısının bulunmadığını ortaya koymuştur. Örneklerin %3'ü maksimum kalıntı limitlerini (MRL) aşarken, %1'inde yasaklı maddeler tespit edilmiştir.

En sık rastlanan maddelerin fungusitler olduğu belirlenmiştir. *Avena* (yulaf) ve karışık tahıl örnekleri en düşük pestisit kalıntı düzeylerine sahipken, *Hordeum* (arpa) ve *Triticum* (buğday) örnekleri en yüksek düzeyleri göstermiştir (Malinowska ve ark., 2015).

Kazakistan'da arpa, yulaf, çavdar ve buğday gibi tahıllarda yürütülen pestisit kalıntı analizleri, DDT, γ -HCH, aldrin ve diazinon gibi yasaklı pestisitlerin varlığını ortaya koymuştur. Kalıntı içeren örneklerin en yüksek oranı buğdayda, en düşük oranı ise çavdarda saptanmıştır (Lozowicka ve ark., 2014).

Nijerya'da tahıllardaki organoklorlu pestisit kalıntılarına ilişkin yapılan bir çalışmada, aldrin, dikloran, dieldrin, endrin, endosülfan, heptaklor epoksit, DDT, lindan, metoksiklor ve mireks tespit edilmiştir. Lindan ve aldrin düzeyleri, FAO/WHO tarafından önerilen MRL değerlerini aşarken; heptaklor ve dieldrin, tahıllar için belirlenen MRL düzeylerine eşit bulunmuştur (Anzene ve ark., 2014). Pakistan Ulusal Sağlık Enstitüsü tarafından yürütülen bir başka araştırmada, tahıllardaki organoklorlu pestisit kalıntılarının izlenmesi sonucunda, buğdayda en yüksek düzeyde HCH, BHC, DDT ve dieldrin tespit edilmiştir. Mısır ve pirinç örneklerinde pestisit konsantrasyonlarının buğdaya göre çok daha düşük olduğu belirlenmiştir (Zia ve ark., 2009).

Son yıllarda, Kazakistan'da kullanım dışı ve atıl pestisitlerin oluşturduğu sorun, oldukça ciddi ve acil bir konu haline gelmiştir. Bu bağlamda, ülkenin güney ve batı bölgelerinde beslenmede önemli bir yere sahip olan deve sütündeki kalıcı organik kirleticiler (POPs) ve ağır metal kirliliği düzeyleri üzerine bir dizi çalışma yürütülmüştür. Bu bölgelerde deve sütünün tüketimi, diğer ülkelerdeki inek sütü tüketimiyle karşılaştırılabilir düzeydedir (Diacono ve ark., 2008; Meldebekova ve ark., 2008; Konuspayeva ve ark., 2009). Farklı bölgelerden toplanan deve sütü örneklerinde düşük konsantrasyonlarda organoklorlu pestisitler ve kurşun tespit edilmiştir (Konuspayeva ve ark., 2011). Bununla birlikte, kirlenmiş bölgelerde yetiştirilen gıdaların depolama kapasitesine ilişkin veri yetersizliği bulunmaktadır. Almatı bölgesindeki 10 ilçede, toplam 64 adet terk edilmiş pestisit deposu tespit edilmiş olup, bu depoların çevresindeki toprakların DDD metabolitleri ve heksakloran izomerleri ile kirlenmiş olduğu belirlenmiştir (Berkinbaev, 2012; Nurzhanova ve ark., 2010, 2013, 2018). Dzhangalina ve ark. (2020) tarafından yapılan araştırmalar, Almatı bölgesinin Talgar ilçesinde, kullanılmamış organoklorlu

pestisitlerle kirlenmiş alanlarda yetişen bitkisel ve hayvansal kökenli ürünlerin, yüksek ve kabul edilemez düzeylerde pestisit birikimi gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bölgede, DDT ve HCH (özellikle β -HCH) metabolitleri en çok armut, salatalık, domates ve et örneklerinde tespit edilmiştir. Aldrin ve endosülfan grubu pestisitlerin ise daha çok sebze ve meyvelerde biriktiği belirlenmiştir. Ayrıca endrin ve dieldrin düzeylerinin et ve süt örneklerinde kabul edilemez düzeylerde olduğu rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, Özbekistan'da yürütülen çalışmalarla da tutarlıdır. Yaygın olarak tüketilen gıdaların, özellikle lipid açısından zengin olanların, yüksek düzeyde HCH türevleri, DDE ve dioksinler içerdiği belirlenmiştir (Muntean ve ark., 2003).

Pestisit kalıntılarının insan sağlığı üzerindeki etkileri, bir dizi önleyici tedbirin uygulanmasıyla en aza indirilebilir. Bu önlemler arasında pestisitlerin rasyonel ve kontrollü kullanımı, gıda ürünlerinin yıkanması ve uygun şekilde işlenmesi, organik tarım uygulamalarının benimsenmesi, doğal pestisitlerin ve biyopestisitlerin kullanımı, ayrıca pestisit kullanımını düzenleyen yasaların katı biçimde uygulanması ve güncellenmesi yer almaktadır.

Belirli gıdalarda pestisit birikiminin tespit edilmesi, kullanılmayan veya kalıcı pestisitlerin gıda zinciri bileşenleri üzerindeki etkilerini ortaya koymaya ve insan sağlığı açısından olası risklerin değerlendirilmesine olanak sağlar.

3.İNSANLARDA PESTİSİT MARUZİYET YOLLARI

Pestisitlere maruz kalma; mesleki, tarımsal ve evsel kullanımdan doğrudan gerçekleşebileceği gibi, dolaylı olarak beslenme yoluyla da meydana gelebilir. Ayrıca, pestisitlerin golf sahaları, ana yollar çevresi gibi alanlarda uygulanması nedeniyle genel halk da bu maddelere maruz kalabilmektedir.

İnsanlarda pestisit maruziyetinin başlıca yolları; gıda zinciri, hava, su, toprak, bitki örtüsü ve hayvanlar aracılığıyla. Pestisitler, kana karışarak tüm vücuda yayılır; ancak idrar, deri ve solunum yoluyla (nefesle) vücuttan atılabilirler (Salphale, 2022).

Pestisitlerin insan vücuduna girişinin dört yaygın yolu bulunmaktadır:

1. Deri yoluyla (dermal)
2. Ağız yoluyla (oral)
3. Göz yolu ile (oküler)
4. Solunum yoluyla (inhalasyon)

Pestisitlerin toksisitesi, bu maruziyet yollarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, deriyle temas, yutma veya soluma gibi farklı yollarla alınan pestisitlerin etkileri farklı seviyelerde olabilir. Genellikle beklendiği üzere, pestisit kaynaklı kontaminasyonun tehlikesi; kimyasalın toksisitesine ek olarak maruz kalınan doz (konsantrasyon) ve kritik dönemler artıkça yükselmektedir (Salphale, 2022).

A. Deri Yoluyla Maruziyet (Dermal Maruziyet)

Deri yoluyla maruziyet, pestisit uygulayıcılarının pestisitlere en sık ve en etkili şekilde maruz kaldığı yollardan biridir. Deri yoluyla emilim; pestisitlerin karıştırılması, yüklenmesi, bertaraf edilmesi ve/veya temizlenmesi sırasında sıçrama, dökülme veya spreyin dağılması sonucu meydana gelebilir. Ayrıca, yüksek miktarda kalıntıya maruz kalınması da emilime neden olabilir. Pestisit formülasyonları, fizikokimyasal özellikler açısından geniş bir çeşitlilik gösterir ve bu maddelerin deri yoluyla emilme kapasitesi birçok faktörden etkilenebilir. Bu faktörler arasında maruz kalma süresi ve miktarı, derideki diğer maddelerin varlığı, ortam sıcaklığı ve nem oranı ile kişisel koruyucu ekipman (KKE) kullanımı yer almaktadır. Genel olarak, pestisitlerin katı formları (örneğin, tozlar, pudralar ve granüller), sıvı formülasyonlara kıyasla deri ve diğer vücut dokuları tarafından daha az emilir. Ancak, çalışanların yüksek oranda aktif madde içeren konsantre pestisitleri (örneğin, karıştırma sırasında) elleçlemesi durumunda deri yoluyla emilim riski önemli ölçüde artar.

Vücudun bazı bölgeleri (örneğin, genital bölge ve kulak kanalı), pestisit emilimine diğer bölgelere kıyasla daha duyarlıdır. Bu nedenle, deri yoluyla emilim hızı vücudun farklı bölgelerinde değişkenlik göstermektedir (Salphale, 2022).

B. Ağız Yoluyla Maruziyet (Oral Maruziyet)

Pestisitlerin ağız yoluyla alınması, en ciddi zehirlenme vakalarına yol açabilen maruziyet türlerinden biridir. Ağız yoluyla maruziyet genellikle dikkatsizlik sonucu kazara meydana gelmekte olup, bazı durumlarda ise kasıtlı nedenlerle gerçekleşmektedir. Ağız yoluyla kazara maruziyetin en yaygın örnekleri, pestisitlerin orijinal, etiketli kaplarından alınıp etiketlenmemiş şişelere veya gıda kaplarına aktarılması sonucu bildirilmiştir. Pek çok kişi, pestisit içeren içecek şişelerinden yanlışlıkla içtikten ya da pestisit bulaşmış

şişelerde saklanan suyu tükettikten sonra zehirlenmiştir. Pestisitlerle veya uygulama ekipmanlarıyla çalışan kişiler de, yemek yemeden veya sigara içmeden önce ellerini yıkamadıkları takdirde pestisitleri ağız yoluyla tüketebilirler. Bu nedenle, pestisit uygulayıcılarına, örneğin sprey hattını veya püskürtme memesini ağız yoluyla temizlememeleri gibi pestisitlerin güvenli kullanımına ilişkin konularda dikkatli ve ayrıntılı eğitim verilmelidir (Salphale, 2022).

C. Solunum Yoluyla Maruziyet

Pestisitlerin uçucu bileşenler içermesi nedeniyle, solunum yoluyla maruziyet potansiyeli oldukça yüksektir. Yeterli miktarda pestisit solunması, burun, boğaz ve akciğer dokularında ciddi hasarlara yol açabilir. Ancak, pestisitlerin geleneksel uygulama ekipmanlarıyla büyük damlacıklar hâlinde püskürtülmesi durumunda, genel olarak solunum yoluyla maruziyet riski düşüktür. Buna karşın, düşük hacimli ekipmanlarla konsantre pestisit uygulanması, daha küçük damlacıkların oluşmasına neden olduğu için solunum maruziyeti riskini artırmaktadır (Amaral, 2014). Ayrıca, pestisitlerin kapalı alanlarda (örneğin, havalandırmasız depolar veya seralar) uygulanması durumunda solunum yoluyla maruziyetin ciddi boyutlara ulaşabileceği bilinmektedir. Yükselen ortam sıcaklığı, birçok pestisit buhar basıncını artırarak bu tür maruziyetleri daha da kötüleştirebilir. Bu nedenle, hava sıcaklığının 30 °C'nin üzerinde olduğu koşullarda pestisit uygulanmaması önerilmektedir. Buharlaştırma riski yüksek olan pestisitlerin ise, uygun solunum koruyucu ekipmanlarla uygulanması zorunludur.

Yunanistan'ın Tesalya bölgesinde, üç farklı nüfus grubunda (pestisit uygulayıcıları, kırsal ve kentsel referans gruplar) yapılan bir çalışmada, dialkil fosfat (DAP) metabolitleri üzerinden pestisit maruziyeti düzeyleri ölçülmüştür. Sonuçlara göre, pestisit uygulayıcı grubun idrar örneklerindeki DAP düzeylerinin ortancası 24,9 µg/g kreatinin (aralık: 13,0–42,1) iken; kırsal ve kentsel referans gruplarında bu değerler sırasıyla 11,3 (aralık: 5,3–18,7) ve 11,9 (aralık: 6,3–20,3) olarak ölçülmüştür. Bu farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$) (Amaral, 2014).

Benzer şekilde, Girit'te yapılan başka bir çalışmada, organofosforlu pestisitler (OPP) ile mesleki temas hâlinde olan bireylerin saç ve idrar örneklerinde yüksek düzeyde DAP metabolitlerine rastlanmıştır. Uygulayıcı

grubun saç örneklerinde ölçülen toplam DAP düzeyleri, kontrol grubuna kıyasla anlamlı biçimde daha yüksektir ($p < 0,001$). Bu durum, OPP'lere uzun süreli maruziyetin etkisini doğrulamaktadır (Amaral, 2014).

Ayrıca, gebeliğin ikinci trimesterinde olan 415 kadından toplanan amniyotik sıvı (AF) örneklerinin analizinde, %97,8'inin en az bir spesifik olmayan DAP metaboliti içerdiği tespit edilmiştir. Bu örneklerde bazı organofosfor bileşenlerinin ortanca değerleri (pg/mg) şu şekilde ölçülmüştür:

- **Dietil fosfat:** 83,3 (IQI: 56,0–209,4)
- **Dietil tiofosfat:** 34,7 (IQI: 13,8–147,9)
- **Dimetil fosfat:** 3 (IQI: 3–109,7)

Ayrıca, mesleki olarak pestisitlere maruz kalan Yunan kadınların saç örneklerinde, PCB, DDT ve heksaklorosikloheksan (HCH) izomerlerinin toplamı olarak 148 ng/g'a kadar organoklorlu bileşikler saptanmıştır.

Bir başka çalışmada ise, tavşanların saç analizinde, böcek ilacı olarak kullanılan sentetik piretroidlerden biri olan Sipermertrin (Cypermethrin) metabolit düzeylerinin zamanla arttığı ve bu artışın **doza bağlı** olduğu belirlenmiştir (Amaral, 2014).

D. Göz Yoluyla Maruziyet

Göz dokuları, kimyasal yaralanmalara karşı oldukça hassas olduğundan, pestisitlere bağlı göz hasarı riski yüksektir. Bazı pestisitlerin, göz yoluyla yeterli miktarda emilerek ciddi hatta ölümcül hastalıklara yol açabildiği bildirilmiştir. Granül formdaki pestisitler, özellikle parçacıkların boyutu ve ağırlığına bağlı olarak, gözler için ciddi bir tehdit oluşturur. Güçlü ekipmanlarla yapılan uygulamalarda, bu granüller bitki örtüsünden ya da diğer yüzeylerden yüksek hızla sekerek önemli düzeyde göz yaralanmalarına neden olabilir. Ayrıca, konsantre ya da yüksek toksisiteli pestisitlerin karıştırılması için ölçüm yapılırken de göz koruması gereklidir. Pestisit uygulaması sırasında veya tozlarla temasın önlenmesi gereken durumlarda, mutlaka koruyucu yüz siperliği veya gözlük (goggles) kullanılmalıdır (Salphale, 2022).

4. PESTİSİTLERİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Pestisitlerin gıda zinciri boyunca taşınması, ekosistemlerdeki tüm biyolojik türlerde meydana gelen bir süreçtir. Pestisitlerin başlıca taşınma yolları şu şekildedir:

su kaynakları → içme suyu → insan,

su kaynakları → hidroplankton → balık → insan, ve

toprak → bitkiler → gıda → insan (Anderson ve Meade, 2014).

İnsan vücudunda pestisitler kan dolaşımı aracılığıyla yayılır ve idrar, deri ya da solunum yoluyla atılabilirler (Damalas ve Eleftherohorinos, 2011).

Genel popülasyon açısından, pestisitlerin insan vücuduna girişinde temel yol enteral (sindirim sistemi) yoludur. Bilindiği üzere, bu maddelerin yaklaşık %95'i gıda, %4,7'si su, ve yalnızca %0,3'ü atmosferik hava yoluyla alınmaktadır. Pestisitlerin insan sağlığı açısından oluşturduğu tehlike yalnızca akut zehirlenme olasılığından değil, esas olarak vücutta birikerek uzun süreli düşük doz maruziyetin yol açtığı kronik etkilerden kaynaklanmaktadır. Pestisitlerin toksisitesi çok değişkendir ve maruziyet tipi, aktif bileşenlerin toksisitesi ve konsantrasyonu, maruz kalma süresi ve bireyin sağlık durumu gibi birçok faktöre bağlıdır (Damalas ve Koutroubas, 2016). Pestisitlere maruz kalmanın etkileri arasında kusma, baş ağrısı, cilt tahrişi, nörotoksikite, kaşıntı, baş dönmesi, anksiyete, bilinç bulanıklığı, bayılma, alerjik reaksiyonlar ve solunum güçlüğü yer alabilir. Uzun vadeli etkiler ise böbrek bozuklukları, doğumsal anomaliler, üreme, hormonal ve bağışıklık sistemi bozuklukları, alerjik hastalıklar ve malign tümör gelişimi gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Debnath ve Khan, 2017; Van Maele-Fabry ve ark., 2010).

Mutajenik aktiviteye sahip pestisitlerin çevreye salınması, mutasyon sıklığında artışa ve insan popülasyonlarında genetik yükün artmasına yol açabilir. Günümüzde, dünya nüfusunun neredeyse tamamı düşük doz pestisitlere kronik olarak maruz kalmaktadır. Bu etkinin düzeyi; beslenme alışkanlıkları, coğrafi konum, sanayileşme düzeyi ve yaşanılan bölgenin çevresel koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Pestisit maruziyetinden kaynaklanan sağlık riski iki temel faktöre bağlıdır: bileşenlerin toksisitesi ve maruziyet düzeyi. Araştırmalar, tekrarlanan küçük dozlarda maruziyetin, tek bir yüksek doz maruziyetten daha tehlikeli olabileceğini göstermiştir. Bu durum pestisitler için de geçerlidir. Her birey, her gün, diğer olumsuz antroposentrik (insan kaynaklı) faktörlerle birlikte, vücudu

etkileyen mikro dozlarda pestisit almaktadır. Ayrıca, bebekler, çocuklar, hamile kadınlar ve yaşlı bireyler gibi belirli grupların, pestisit maruziyetine karşı daha duyarlı oldukları bilinmektedir (Liu ve Schelar, 2012; Ilyushina ve ark., 2017).

Her ne kadar 1970'lerin başında sağlık açısından tehlikeli bazı pestisitlerin üretimi ve kullanımı yasaklanmış olsa da (örneğin DDT 1970'te, heksaklorobenzen 1990'dan itibaren, toksafen 1991'de, aldrin 1972'de, klordan ise 1980'e kadar kullanılmıştır), bu maddeler çevrede uzun süre kalıcı olmaları nedeniyle günümüzde hâlâ önemini korumaktadır. Şüphesiz ki bazı pestisitler, özellikle kalıcı organik kirleticiler (Persistent Organic Pollutants – POPs) grubuna ait olanlar, çevrede neredeyse her yerde bulunmaktadır ve hem çevre hem de insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Çevrede yaygın olarak bulunan kalıcı organik kirleticiler arasında heptaklor, endrin, dieldrin, aldrin, klordan, DDT ve heksaklorobenzen (HCB) yer almaktadır (Bonmatin ve ark., 2015; Rêgo ve ark., 2019).

Aşırı kullanım, yanlış depolama ve bertaraf, kazara dökülmeler, koruyucu ekipman kullanılmaması ve sahte pestisitlerin kullanımı, pestisit kötüye kullanımının en yaygın biçimleri arasındadır (Lekei ve ark., 2014; Ngowi ve ark., 2016). Ayrıca bilgi eksikliği ve pestisitlerin doğru şekilde elleçlenmesine dair farkındalık yetersizliği, genel riskleri artırmaktadır. Bazı pestisit ürünleri etiketsizdir veya belgeleri yabancı dillerde hazırlanmıştır (Bhandari ve ark., 2018).

Günümüzde pestisitlerin mutajenik aktivitelerinin araştırılması, toksikolojik değerlendirmenin zorunlu bir parçası olup, kamu sağlığı riskinin sonraki değerlendirmeleri için temel oluşturmaktadır. Pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini kapsamlı biçimde inceleyen bir analiz Kim ve ark. (2017) tarafından yapılmıştır.

Birçok araştırma, pestisit maruziyeti ile kanser arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Çoğu çalışma, non-Hodgkin lenfoma ve lösemi ile pestisit maruziyeti arasında pozitif bir ilişki göstermiştir (Brian ve Chiu, 2009). Bazı araştırmalarda doz-tepki ilişkisi ortaya konmuş, bazıları ise spesifik pestisit türlerini tanımlayabilmiştir. Ayrıca birçok çalışma, pestisit maruziyeti ile beyin, prostat gibi farklı organ kanserleri arasında pozitif ilişki bulmuştur (Bassil ve ark., 2007).

Pestisit maruziyeti ile bronşiyal aşırı duyarlılık ve astım semptomları arasındaki ilişki de çeşitli klinik ve epidemiyolojik çalışmalarla gösterilmiştir

(Hernández ve ark., 2011; Amaral, 2014). Amerika Birleşik Devletleri'nde yürütülen bir araştırmada, tarım alanlarında pestisit kullanımı ile atopik astım arasındaki ilişki incelenmiş ve 25.814 çiftçi kadın arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır (OR = 1,46; %95 GA: 1,14–1,87) (Hoppin ve ark., 2009).

Vaka-kontrol çalışmaları, bahçe veya iç mekân bitkilerinde insektisit kullanan ve gebelik sırasında pestisitlere maruz kalan ebeveynlerin çocuklarında tüm lösemi türlerinde artış görüldüğünü göstermiştir (Infante-Rivard ve ark., 1999). Norveç'te yaşayan çiftçiler üzerinde yapılan çalışmalar da hayvancılıkla uğraşan bireylerde lösemi oranlarının arttığını ortaya koymuştur (Kristensen ve ark., 1996; Kim ve ark., 2017).

A. Kanser

Pestisitler ile kanser arasındaki ilişki, pek çok çalışmada rapor edilmiştir. ABD'de yapılan 57.310 pestisit uygulayıcısının yer aldığı prospektif bir kohort çalışmasının sonuçları, iki imidazolinon herbisit (imazethapyr ve imazaquin) ile mesane kanseri arasında ilişki olduğunu göstermiştir. Mısır'da erkek tarım işçileri arasında gerçekleştirilen bir vaka-kontrol çalışmasında (953 vaka ve 881 kontrol), pestisit maruziyeti ile doz-bağımlı olarak artmış mesane kanseri riski saptanmıştır (olay oranı (OR) = 1,68, %95 güven aralığı (CI): 1,23–2,29). ABD'nin Iowa ve Kuzey Karolina eyaletlerinde 57.311 lisanslı pestisit uygulayıcısı üzerinde yapılan başka bir prospektif kohort çalışmasında, heterosiklik aromatik amin olan imazethapyr ile mesane ve kolon kanseri riskleri arasında anlamlı bağlantılar bulunmuştur. Ayrıca, ABD'de yapılan hastane temelli bir vaka-kontrol çalışmasında, mesleki herbisit maruziyeti olan kadınların, hiç maruz kalmayanlara kıyasla meningioma riski yükseldiği belirtilmiştir (Dennis ve ark., 2010). Fransa'da gerçekleştirilen 221 beyin tümörü vakası ile 442 eşleştirilmiş kontrolü kapsayan popülasyon temelli vaka-kontrol çalışmasında, pestisit maruziyeti ile beyin tümörleri arasında anlamlı ilişki bildirilmiştir. Bazı organoklorlu bileşiklerin, memedeki hücreler üzerinde östrojenik etkiler yaratarak meme kanseri ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Tunuslu kadın popülasyonunda yapılan bir çalışmada, serumdaki organoklorlu pestisitler (polisiklik bifeniller) ve ksenöstrojenik etkiler arasındaki olası ilişki incelenmiş; buna göre, bu bileşiklerin meme kanseri riskini artırdığı gözlenmiştir (Salphale, 2022; El-Zaemey ve ark., 2013).

Brezilya’da yapılan bir vaka çalışmasında, 20-35 yaş arası 110 meme kanseri tanısı almış kadınla görüşülmüş ve yetişkinlikte konutlarda pestisit kullanımının meme kanseri riskini artırdığı bulunmuştur (Dennis ve ark, 2010). Geniş kapsamlı mekanistik çalışmalar, pestisitlerin onkogenlerde mutasyonlar oluşturma kapasitesine sahip olduğunu ve in vitro ortamda bu genlerin transkripsiyonel ekspresyonunu artırdığını ortaya koymuştur. İnsan popülasyonları üzerinde yapılan araştırmalar da, pestisit maruziyet düzeyleri ile kanser ilişkili genlerde mutasyon oluşumu arasında olası bağlantılar göstermiştir (Salphale, 2022).

A. Astım

Birçok klinik ve epidemiyolojik çalışma, pestisit maruziyeti ile bronşiyal aşırı duyarlılık ve astım semptomları arasında ilişki bildirmiştir. Pestisit maruziyeti, irritasyon, inflamasyon, immün baskılanma veya endokrin sistem bozukluğu yoluyla astımın kötüleşmesine katkıda bulunabilir. ABD’de 359 anne ve çocuk üzerinde yapılan bir araştırmada, erken yaşamda organofosforlu pestisitlere (OP’ler) maruziyet ile solunum yolu sonuçları arasındaki ilişki incelenmiş ve bu maruziyetin çocukluk çağı astımına uygun solunum semptomlarına yol açabileceği sonucuna varılmıştır(Salphale, 2022).

ABD’de, tarımsal sağlık çalışmasına (Agricultural Health Study, AHS) kayıt yaptıran, aktif astımı olan 926 pestisit uygulayıcısı üzerinde yapılan bir çalışmada, herbisit pendimetalin (OR = 2,1) ve insektisit aldikarb (OR = 10,2) kullanımı ile astım alevlenmeleri arasında pozitif ilişki saptanmıştır. Bununla birlikte, çoğu pestisit zayıf immünojenik özelliklere sahip olduğu ve maruz kalan popülasyonlarda hava yollarını duyarlılık açısından sınırlı bir potansiyele sahip olduğu, yalnızca bazı pestisitlerin bronşiyal mukozaya zarar verecek kadar güçlü olduğu bildirilmiştir. ABD’de 25.814 kadın çiftçi üzerinde yapılan bir çalışmada ise, çiftlikte herhangi bir pestisit kullanımının atopik astım ile ilişkili olduğu bulunmuştur (OR = 1,46; %95 CI: 1,14–1,87) (Salphale, 2022).

B. Diyabet

Yeni ortaya çıkan bilimsel kanıtlar, diyabetin çevresel kirleticilere maruziyetle etkilenebileceğini göstermektedir. Özellikle organoklorinler ve metabolitlerine maruziyetin, tip 2 diyabet ve beraberindeki hastalıkların gelişme riskini artırdığı düşünülmektedir. Literatürün sistematik bir incelemesi,

diyabet ile çeşitli kirleticilerin serum konsantrasyonları (örneğin, poliklorlu dibenzodioxinler ve dibenzofuranlar (PCDD/F'ler), PCB'ler ve çeşitli organoklorin pestisitler (DDT, DDE, oksiklordan, trans-nonaklor, heksaklorobenzen ve heksaklorosikloheksan)) arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışma sonuçlarının analizi organoklorin kirleticilere maruziyetin tip 2 diyabet (T2DM) insidans riskinde artışla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Azandjeme ve ark., 2013).

Bazı epidemiyolojik çalışmalarda, farklı popülasyonlarda organoklorin kirleticilere maruziyet ile T2DM riski arasında pozitif ilişkiler gözlenmiştir. ABD'de, 1993–1997 yılları arasında kayda alınan 13.637 çiftçi eşini kapsayan bir çalışmada, beş pestisit insidans diyabeti ile pozitif ilişkilendirilmiştir (n=688; %5). Bunlar; üç organofosfat (fonofos (HR = 1,56, %95 GA: 1,11–2,19), forat (HR = 1,57, %95 GA: 1,14–2,16) ve paration (HR = 1,61, %95 GA: 1,05–2,46)); organoklorin dieldrin (HR = 1,99, %95 GA: 1,12–3,54); ve herbisit 2,4,5-T/2,4,5-TP (HR = 1,59, %95 GA: 1,00–2,51) olarak belirtilmiştir (Salphale, 2022; Azandjeme ve ark., 2013).

C. Parkinson Hastalığı

Epidemiyolojik çalışmalar, mesleki pestisit maruziyetinin Parkinson hastalığı (PH) riskini artırabileceğini öne sürmektedir. Fransa'da yapılan nüfus temelli bir vaka–kontrol çalışmasında (133 vaka ve 298 kontrol) mesleki pestisit maruziyetinin Parkinson hastalığı ile ilişkisi incelenmiş; bağ bozumu (şaraplık bağ) alanlarında pestisit maruziyetinin PH ile ilişkili olduğu bulunmuştur (OR=2,56; %95 GA: 1,31–4,98). Benzer şekilde, ABD'de Colorado Medicare Beneficiary Veritabanında yer alan bir çalışmada, yeraltı suyundaki her 1.0 µg L⁻¹ pestisit artışı için Parkinson hastalığı riskinin %3 arttığı gözlemlenmiştir (OR=1,03; %95 GA: 1,02–1,04).

Hollanda'da yaşları 55–69 arasında değişen 58.279 erkek ve 62.573 kadın katılımcının yer aldığı bir kohort çalışmasında, mesleki pestisit maruziyeti ile PH ölüm oranları arasında olası bir bağlantı tespit edilmiştir (Salphale, 2022).

Hücre içi α-sinüklein (αs) seviyelerinde doz-bağımlı artış gözlemi temel alınarak, paraquat, rotenon ve maneb gibi belirli pestisitlerin; organofosfat ve üç piretroid insektisitinin; ayrıca thiophanate-methyl, fenhexamid ve cyprodinil gibi fungusitlerin Parkinson hastalığı ile ilişkisi rapor edilmiştir.

Ayrıca, kronik metal ve pestisit maruziyetinin, hastalığın aile öyküsü olmayan hastalara göre daha genç yaşta ortaya çıkmasıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Maruziyet süresinin, bu etkinin büyüklüğünü belirleyen önemli bir faktör olduğu bulunmuştur (Salphale, 2022).

Kohort ve vaka-kontrol çalışmalarının meta-analizlerine göre, pestisitler, herbisitler ve çözücülere maruziyetle Parkinson hastalığı riskinde artış gözlenmiştir. Özellikle paraquat veya maneb/mankozeb maruziyeti ile yaklaşık iki kat artmış PH riski bildirilmiştir (Salphale, 2022).

D. Lösemi

Pestisitlere maruziyet, akut lösemnin en önemli nedenlerinden biridir. Önceki bazı çalışmalarda, pestisit maruziyetinin çocukluk çağı lösemisi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çocukluk çağı lösemisi ile ilgili yapılan çalışmalarda, konsepsiyondan hemen önce, gebelik sırasında ve doğumdan sonra olmak üzere üç farklı pestisit maruziyeti türü için akut lenfoblastik lösemi (ALL) açısından olasılık oranları (OR) rapor edilmiştir.

İran'da yapılan bir vaka-kontrol çalışmasında, mesleği çiftçilik olanların akut lösemi geliştirme riski diğer mesleklere kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur; özellikle çocuklarda pestisit maruziyeti nedeniyle risk artışı gözlenmiştir (Salphale, 2022).

Gebelik sırasında belirli olmayan konut pestisitleri, insektisitler ve herbisitlere maruziyet, çocukluk çağı lösemisi ile pozitif ilişkili bulunmuştur (Salphale, 2022).

E. Bilişsel Etkiler

Pestisit maruziyeti ile nörolojik hastalıklar arasındaki bağlantıyı destekleyen artan kanıtlara rağmen, kronik pestisit maruziyetinin nörodavranışsal etkilerine ilişkin epidemiyolojik veriler sınırlıdır. İsveç'te Uppsala Yaşlıları Damar Araştırması (Prospective Investigation of the Vasculature in Uppsala Seniors - PIVUS) kapsamında 70 yaşında 989 erkek ve kadında üç organoklor (OC) pestisit (p,p'-DDE, trans-nonachlor ve heksaklorobenzen) plazma konsantrasyonları ölçülmüştür. Sonuçlar, yüksek OC düzeylerine sahip bireylerin bilişsel bozukluk açısından düşük OC düzeylerine sahip olanlara kıyasla yaklaşık 3 kat daha yüksek gelecekte risk taşıdığını göstermiştir (Salphale, 2022).

Başka bir çalışmada, Fransız bağ işçilerinin nörodavranışsal performansları izlenmiş ve 42 ile 57 yaş arasındaki toplam 929 işçi üzerinde yapılan testlerde, maruziyetli bireylerde bilişsel testlerde düşük puan alma riskinin arttığı (olasılık oranları 1,35 ile 5,60 arasında) rapor edilmiştir(Salphale, 2022).

Prenatal dönemde organofosfat (OP) pestisitlerine maruziyetin çocukların bilişsel yetenekleri üzerindeki etkisini inceleyen üç bağımsız çalışma, düşük IQ, zayıf çalışma belleği ve algısal muhakeme performansları olduğunu bildirmiştir. Başka bir deyişle, düşük seviyelerde pestisitlere anne karnında maruz kalan çocuklar, yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde önemli bilişsel bozukluklar yaşayabilir ve PON1 geni bu zararlı etkiler için önemli bir duyarlılık faktörü olabilir (Salphale, 2022).

ABD’de Ulusal Sağlık ve Beslenme İnceleme Anketi (NHANES) 1999–2002 verilerine göre, 60–85 yaş arasında 644 katılımcıda β -hekzaklorosikloheksan, trans-nonachlor, oksiklordan ve heptaklor epoksit düzeyleri yaş ile azalan bilişsel fonksiyon arasındaki ilişkiyi değiştirmiştir (P etkileşim değerleri sırasıyla <0.01 , 0.01 , 0.03 , <0.01 ve 0.02) (Salphale, 2022).

F. Diğer Etkiler

Organofosfat bileşenler de dahil olmak üzere çoğu pestisit, erkek üreme sistemini çeşitli mekanizmalar yoluyla etkiler. Bunlar arasında sperm aktivitelerinin (örneğin, sayısı, hareketliliği, canlılığı ve yoğunluğu) azalması, spermatogenez inhibisyonu, testis ağırlıklarının düşmesi, sperm DNA’sının zarar görmesi ve anormal sperm morfolojisinin artması yer alır. Organofosfat ve organoklorin pestisitlere maruz kalmanın hipospadias gelişiminde potansiyel bir risk faktörü olabileceği belirtilmektedir. Ayrıca, pestisit maruziyetinin, pestisitleri metabolize eden enzimlerdeki genetik polimorfizmlerin, olumsuz sağlık etkilerine karşı duyarlılığı belirleyen biyobelirteçler olarak önemini vurguladığı ifade edilmektedir.

Bu nedenle, pestisitlerin genel kullanımının azaltılmasını önermek için yeterli bilimsel kanıt bulunmaktadır. Çoğu pestisit maruziyeti çalışması, belirli bir pestisit türüne odaklanmaktan ziyade, birden fazla pestisit etkisini incelediğinden, tüm pestisitlere maruziyetin azaltılması önerilmelidir (Salphale, 2022). Hükümetlerin, pestisit üretimi ve uygulamasının

azaltılmasına yönelik politikalarını yeniden gözden geçirmeleri ve düzenlemeleri güncellemeleri gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abubakar, Y., Tijjani, H., Egbuna, C., Adetunji, C. O., Kala, S., Kryeziu, T. L., et al. (2020). "Pesticides, history, and classification," in *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*, eds C. Egbuna and B. Sawicka (Amsterdam: Academic Press), 29–42.
- Amaral, A.F.S. (2014). Pesticides and asthma: challenges for epidemiology. *Front. Public Health* 24, 2–6. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00006>.
- Anderson, S.E., Meade, B.J. (2014). Potential health effects associated with dermal exposure to occupational chemicals. *Environ. Health Insights* 8 (1), 51–62. <https://doi.org/10.4137/ehi.s15258>.
- Anzene, J.S., Tyohemba, R.L., Ahile, U.J., Emezi, K.S.A. (2014). Organochlorine pesticide residues analysis of postharvest cereal grains in Nasarawa State, Nigeria. *Int. J. Agron. Agric. Res.* 5 (5), 59–64.
- Azandjeme, C.S., Bouchard, M., Fayomi, B., Djrolo, F., Houinato, D. (2013) Growing of diabetes in sub-saharan Africa: contribution of pesticides? *Curr Diabetes Rev* 9: 437–449.
- Barnhoorn, I. E., Bornman, M., Van Rensburg, C. J., and Bouwman, H. (2009). DDT residues in water, sediment, domestic and indigenous biota from a currently DDT-sprayed area. *Chemo* 77, 1236–1241. doi: 10.1016/j.chemosphere.2009.08.045
- Bassil, K.L., Vakil, C., Sanborn, M., Cole, D.C., Kaur, J.S., Kerr, K.J. (2007). Cancer health effects of pesticides. Systematic review. *Can. Fam. Physician* 53, 1704–1724.
- Berkinbaev, G.D. (2012). Monitoring persistent organic compounds in the environment in Kazakhstan. *Ecol. Ind. Kazakhstan* 4, 36–41 (rus).
- Bhandari, S., Pereira, D., Chappell, H., Drakesmith, H. (2018). Intravenous irons: from basic science to clinical practice. *Pharmaceuticals* 11 (3), 82. <https://doi.org/10.3390/ph11030082>.
- Bhatt, P., Joshi, T., Bhatt, K., Zhang, W., Huang, Y., and Chen, S. (2021). Binding interaction of glyphosate with glyphosate oxidoreductase and C–P lyase: Molecular docking and molecular dynamics simulation studies. *J. Hazard. Mat.* 409:124927. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.124927

- Bonmatin, J.M., Giorio, C., Girolami, V. (2015). Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 22 (1), 35–67. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3332-7>.
- Brian, C.-H., Chiu, A.B. (2009). Pesticides, chromosomal aberrations, and non-Hodgkin's lymphoma. *J. Agromedicine* 14 (2), 250–255. <https://doi.org/10.1080/10599240902773140>.
- Bureau, L. (1993). *Indian Labour Statistics*. India: Government of India.
- Carvalho, F.P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food Energy Secur.* 6 (2), 48–60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>.
- Chen, C., Qian, Y., Chen, Q., Tao, C., Li, C., Li, Y. (2011). Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from Xiamen, China. *Food Control* 22(7), 1114–1120. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.01.007>.
- Claeys, W.L., Schmit, J., Bragard, C., Maghuin-Rogister, G., Pussemier, L., Schiffers, B. (2011). Exposure of several Belgian consumer groups to pesticide residues through fresh fruit and vegetable consumption. *Food Control* 22, 508–516.
- Damalas, C.A., Eleftherohorinos, G.E. (2011). Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *Int.J. Environ. Res. Public Health* 8(5), 1402–1419. <https://doi.org/10.3390/ijerph8051402>.
- Damalas, C., Koutroubas, S. (2016). Farmers' exposure to pesticides: toxicity types and ways of prevention. *Toxics* 4 (1). <https://doi.org/10.3390/toxics4010001>.
- Debnath, M., Khan, M. (2017). Health concerns of pesticides. In: *Pesticide Residue in Foods Sources, Management, and Control*. Springer, p. 200, <https://doi.org/10.1183/09031936.00005509>
- Dennis, L.K., Lynch, C.F., Sandler, D.P., Alavanja, M.C. (2010). Pesticide use and cutaneous melanoma in pesticide applicators in the agricultural health study. *Environ Health Perspect* 118: 812– 817.
- Diacono, E., Meldebekova, A., Konuspayeva, G., Faye, B. (2008). Plant, water and milk pollution in Kazakhstan. In: *Proc. of Intern. Workshop, "Impact of Pollution on Animal Products"*, Almaty (Kazakhstan), pp. 107–116.
- Drum, C. (1980). *Soil Chemistry of Pesticides*, PPG Industries, Inc. USA.

- EFSA, Scientific Committee (2011). The 2009 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA J.* 9 (11), 2430.
- EFSA Scientific Committee (2010). Guidance on human health risk-benefit assessment of foods. *EFSA J.* 8 (7), 1673. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1673>.
- Eldridge, B.F. (2008). Pesticide application and safety training for applicators of public health pesticides. California Department of Public Health, Vector-Borne Disease Section, 1616 Capitol Avenue, MS7307, P.O. Box 997377, Sacramento, CA.
- El-Zaemey S., Heyworth J., Fritschi L. (2013). Noticing pesticide spray drift from agricultural pesticide application areas and breast cancer: a case-control study. *Aust N Z J Public Health* 37: 547–555.
- FAO/WHO (2018). Pesticide residues in food 2018—report 2018. In: Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. FAO Plant Production and Protection Paper no. 234. Rome, p. 668.
- FAO/WHO (2019). Pesticide Residues in Food 2019—Extra Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues Evaluation Part I: Residues. Rome <http://www.fao.org/publications/card/ru/c/CA6010EN/>.
- Fenik, J., Tankiewicz, M., Biziuk, M. (2011). Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables. *Trends Anal. Chem.* 30 (6), 814–826.
- Fernández, L. (2021). Global pesticide use by country | Statista. Available online at: <https://www.statista.com/statistics/1263069/global-pesticide-use-by-country/> (accessed May 31, 2022).
- Gill, H., and Garg, H. (2014). Pesticides: Environmental Impacts and Management Strategies, Pesticides-Toxic Aspects. London: IntechOpen, doi: 10.5772/57399
- Grewal, A.S., Singla, A., Kamboj, P., Dua, J.S. (2017). Pesticide residues in food grains, vegetables and fruits: a hazard to human health. *J. Med. Chem. Toxicol.* 2 (1), 40–46. <https://doi.org/10.15436/2575-808X.17.1355>.
- Gyawali, K. (2018). Pesticide uses and its effects on public health and environment. *J. Health Promot.* 6, 28–36. doi: 10.3126/jhp.v6i0.21801
- Hjorth, K., Johansen, K., Holen, B., Andersson, A., Christensen, H.B., Siivinen, K., Toome, M. (2011). Pesticide residues in fruits and vegetables from

- South America: a Nordic project. *Food Control* 22 (11),1701–1706. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.05.017>.
- Hoppin, J.A., Umbach, D.M., London, S.J., et al. (2009). Pesticide use and adult-onset asthma among male farmers in the agricultural health study. *Eur. Respir. J.* 34 (6), 1296–1303.
- Ilyushina, N.A., Egorova, O.V., Masal'tsev, G.V., Averyanova, N.S., Revazova, Y.A. (2017). The mutagenicity and carcinogenicity of pesticides and hazards for human health: a systematic review. *Health Care Russ. Feder.*61 (2), 96–102 (Rus) 10.18821/0044-197X-2017-61-2-96-102.
- Infante-Rivard, C., Labuda, D., Krajinovic, M., Sinnett, D. (1999). Risk of childhood leukemia associated with exposure to pesticides and with gene polymorphisms. *Epidemiology* 10, 481–487. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10468419/>.
- Jardim, A.N.O., Caldas, E.D., 2012. Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food-results from 2001 to 2010. *Food Control* 25 (2), 607–616. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.11.001>.
- Kafilzadeh, F., Ebrahimnezhad, M., and Tahery, Y. (2015). Isolation and identification of endosulfan-degrading bacteria and evaluation of their bioremediation in Kor River, Iran. *Osong Public Health Res. Perspect.* 6, 39–46. doi: 10.1016/j.phrp.2014.12.003
- Khan, M. J., Zia, M. S., and Qasim, M. (2010). Use of pesticides and their role in environmental pollution. *World Acad. Sci. Eng. Technol.* 72, 122–128.
- Kim, K.H., Kabir, E., Jahan, S.A. (2017). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Sci. Total Environ.* 575, 525–535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>.
- Konuspayeva, G., Faye, B., Loiseau, G., Diacono, E., Akhmetsadykova, S. (2009). Pollution of camel milk by heavy metals in Kazakhstan. *Pollut. Toxicol. J.* 1 (1), 112–118. <https://doi.org/10.2174/1876397900901010112>.
- Konuspayeva, G., Faye, B., De Pauw, E., Focant, J.F. (2011). Levels and trends of PCDD/fs and PCBs in camel milk (*Camelus bactrianus* and *Camelus dromedarius*) from Kazakhstan. *Chemosphere* 85 (3), 351–360. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.097>.

- Kristensen, P., Andersen, A., Irgens, L.M., Bye, A.S., Sundheim, L. (1996). Cancer in offspring of parents engaged in agricultural activities in Norway: incidence and risk factors in the farm environment. *Int. J. Cancer* 65 (1), 39–50. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0215\(19960103\)65:1<39::AID-IJC8>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0215(19960103)65:1<39::AID-IJC8>3.0.CO;2-2).
- Kumari, D., John, S. (2019). Health risk assessment of pesticide residues in fruits and vegetables from farms and markets of Western Indian Himalayan region. *Chemosphere* 224, 162–167. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.041>.
- Le Doux, M., (2011). Analytical methods applied to the determination of pesticide residues in foods of animal origin: a review of the past two decades. *J. Chromatogr.* 1218 (8), 1021–1036. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2010.12.097>.
- Lekei, E., Ngowi, A.V., London, L. (2014). Hospital-based surveillance for acute pesticide poisoning caused by neurotoxic and other pesticides in Tanzania. *Neurotoxicology* 45, 318–326. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2014.02.007>.
- Li, W., Tai, L., Liu, J., Gai, Z., Ding, G. (2014). Monitoring of pesticide residues levels in fresh vegetable from Heibei Province, North China. *Environ. Monit. Assess.* 186 (10), 6341–6349. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3858-7>.
- Liu, J., Schelar, E. (2012). Pesticide exposure and child neurodevelopment. *Workplace Health Saf.* 60 (5), 235–243. <https://doi.org/10.3928/21650799-20120426-73>.
- Lozowicka, B., Kaczynski, P., Paritova, C.A., Kuzembekova, G.B., Abzhaliyeva, A.B., Sarsembayeva, N.B., Alihan, K. (2014). Pesticide residues in grain from Kazakhstan and potential health risks associated with exposure to detected pesticides. *Food Chem. Toxicol.* 64, 238–248. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.11.038>.
- Malinowska, E., Jankowski, K., Sosnowski, J., Wisniewska-Kadz ajan, B. (2015). Pesticide residues in cereal crop grains in Poland in 2013. *Environ. Monit. Assess.* 187, 329. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4566-7>.
- Mekonen, S., Ambelu, A., Spanoghe, P. (2014). Pesticide residue evaluation in major staple food items of Ethiopia using the QuEChERS method: a case

- study from the Jimma Zone. *Environ. Toxicol. Chem.* 33 (6),1294–1302. <https://doi.org/10.1002/etc.2554>.
- Meldebekova, A., Diacono, E., Konuspayeva, G., Faye, B. (2008). Heavy metals and trace elements content in camel milk and shubat from Kazakhstan. In: *Proc. of Intern. Workshop “Impact of Pollution on Animal Products”*, Almaty, Kazakhstan, pp. 117–123.
- Mieldazys, A., Mieldazys, R., Vilkevicius, G., and Stulginskis, A. (2015). *Agriculture-Use of Pesticides/Plant Protection Products*. Bilbao: EU-OSHA.
- Muntean, N., Jermini, M., Small, I., et al. (2003). Assessment of dietary exposure to some persistent organic pollutants in the republic of Karakalpakstan of Uzbekistan. *Environ. Health Perspect.* 111 (10),1306–1311. <https://doi.org/10.1289/ehp.5907>.
- Ngowi, A., Mrema, E., Kishinhi, S. (2016). Pesticide health and safety challenges facing informal sector workers: a case of small-scale agricultural workers in Tanzania. *New Solut.* 26 (2), 220–240. <https://doi.org/10.1177/1048291116650262>.
- Nuapia, Y., Chimuka, L., Cukrowska, E. (2016). Assessment of organochlorine pesticide residues in raw food samples from open markets in two African cities. *Chemosphere* 164, 480–487. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.08.047>.
- Nurzhanova, A., Kulakow, P., Rubin, E., et al. (2010). Obsolete pesticides pollution and phytoremediation of contaminated soil in Kazakhstan. In: Kulakow, P.A., Pidlisnyuk, V.V. (Eds.), *Application of Phytotechnologies for Cleanup of Industrial, Agricultural, and Wastewater Contamination*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht, pp. 87–112, <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3592-96>.
- Nurzhanova, A., Kalugin, S., Zhambakin, K. (2013). Obsolete pesticides and application of colonizing plant species for remediation of contaminated soil in Kazakhstan. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 20, 2054–2063. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-1111-x>.
- Nurzhanova, A.A., Inelova, Z.A., Djansugurova, L.B., et al. (2018). The problem of unutilized and banned pesticides in Kazakhstan. In: *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Biological and Medica.* 4, pp. 86–96. 328.

- Pesticide Monitoring Program (2006). Pesticide 2006. Results and Discussion. U.S. Food and Drug Administration. <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration>.
- Pesticide Monitoring Program (2007). Pesticide 2007. Results and Discussion. U.S. Food and Drug Administration. <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/Pesticides/ResidueMonitoringReports/ucm169577.htm>.
- Pesticide Monitoring Program (2008). Pesticide 2008. Results and Discussion. U.S. Food and Drug Administration. <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/Pesticides/ResidueMonitoringReports/ucm228867.htm>.
- Petraitis, J., Jarmalaite, I., Vaiciunas, V., Uscinas, R., Jankovskienė, G. (2013). A review of research studies into pesticide residues in food in Lithuania. *Zemdirbyste-Agriculture* 100 (2), 205–212. <https://doi.org/10.13080/z-a.2013.100.027>.
- Pozo, K., Harner, T., Lee, S. C., Sinha, R. K., Sengupta, B., Loewen, M., et al. (2011). Assessing seasonal and spatial trends of persistent organic pollutants (POPs) in Indian agricultural regions using PUF disk passive air samplers. *Environ. Pol.* 159, 646–653. doi: 10.1016/j.envpol.2010.09.025
- Salphale, S. (2022). Review of Effect of Pesticides on Human Health. *Int J Res Dev Pharm L Sci*, 8: 141.
- Schreinemachers, P., Afari-Sefa, V., Heng, C. H., Dung, P. T. M., Praneetvatakul, S., and Srinivasan, R. (2015). Safe and sustainable crop protection in Southeast Asia: status, challenges and policy options. *Environ. Sci. Pol.* 54, 357–366. doi: 10.1016/J.ENVSCI.2015.07.017
- Schreinemachers, P., and Tipraqsa, P. (2012). Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. *Food Pol.* 37, 616–626. doi: 10.1016/j.foodpol.2012.06.003
- Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G. P. S., Handa, N., et al. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Appl. Sci.* 1, 1–16. doi: 10.1007/s42452-019-1485-1
- Skretteberg, L.G., Lyran, B., Holen, B., et al. (2015). Pesticide residues in food of plant origin from Southeast Asia—a Nordic project. *Food Control* 51, 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.008>.

- Szpyrka, E., Kurdziel, A., Matyaszek, A., et al. (2015). Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from the region of South-Eastern Poland. *Food Control* 48, 137–142. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.039>.
- Thompson, L.A., Darwish, W.S., Ikenaka, Y., et al. (2017). Organochlorine pesticide contamination of foods in Africa: incidence and public health significance. *J. Vet. Med. Sci.* 79 (4), 751–764. <https://doi.org/10.1292/jvms.16-0214>.
- United States. Environmental Protection Agency (2004). Overview of the Ecological Risk Assessment Process in the Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency: Endangered and Threatened Species Effects Determinations. Collingdale, PA: DIANE Pub.
- Unsworth, J. (2010). History of pesticide use. International Union of pure and applied chemistry (IUPAC). North Carolina: IUPAC
- Van Maele-Fabry, G., Lantin, A.C., Hoet, P., Lison, D. (2010). Childhood leukaemia and parental occupational exposure to pesticides: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Causes Control* 21 (6), 787–809. <https://doi.org/10.1007/s10552-010-9516-7>.
- Warren, G. (1998). Spectacular increases in crop yields in the United States in the twentieth century. *Weed Technol.* 12, 752–760.
- World Health Organization (2015). International Code of Conduct on Pesticide Management: Guidelines on Pesticide Legislation. Geneva: World Health Organization
- World Health Organization (2009). Children’s Health and the Environment. WHO Training Package for the Health Sector-World Health Organization. Geneva: World Health Organization
- Zarn, J.A., O’Brien, C.D. (2018). Current pesticide dietary risk assessment in light of comparable animal study NOAELs after chronic and short-term exposure durations. *Arch. Toxicol.* 92 (1), 157–167. <https://doi.org/10.1007/s00204-017-2052-4>.
- Zhan, H., Huang, Y., Lin, Z., Bhatt, P., and Chen, S. (2020). New insights into the microbial degradation and catalytic mechanism of synthetic pyrethroids. *Environ. Res.* 182:109138. doi: 10.1016/j.envres.2020.109138

- Zhang, W., Pang, S., Lin, Z., Mishra, S., Bhatt, P., and Chen, S. (2021). Biotransformation of perfluoroalkyl acid precursors from various environmental systems: Advances and perspectives. *Environ. Pollut.* 272:115908. doi: 10.1016/j.envpol.2020.115908
- Zhang, J., Huang, X., Liu, H., Liu, W., and Liu, J. (2018). Novel pathways of endocrine disruption through pesticides interference with human mineralocorticoid receptors. *Toxicol. Sci.* 162, 53–63. doi: 10.1093/toxsci/kfx244
- Zhang, M., Zeiss, M.R., Geng, S. (2015). Agricultural pesticide use and food safety: California’s model. *J. Integr. Agric.* 14 (11), 340–2357. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61126-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61126-1).
- Zia, M.S., Khan, M.J., Qasim, M., Rahman, A. (2009). Pesticide residue in the food chain and human body inside Pakistan. *J. Chem. Soc. Pak.* 31 (2), 284–291.
- Zikankuba, V.L., Julius, G.M., Ntwenya, E., James, A. (2019). Pesticide regulations and their malpractice implications on food and environment safety. *Cogent Food Agric.* 5 (1), 1601544. <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1601544>.

BÖLÜM 9

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAĞLAMINDA TÜRKİYE’DE KEKİK ÜRETİMİ: DENİZLİ İLİ ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Gülistan ERDAL¹

Prof. Dr. Hilmi ERDAL²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794039>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü,
60100 – Tokat-Türkiye, Orcid id: 000-0003-0227-3013

E-mail: gulistan.erdal@gop.edu.tr

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü,
60100 – Tokat-Türkiye, Orcid id: 0000-0001-7554-3059

E-mail: hilmi.erdal@gop.edu.tr

GİRİŞ

Dünya genelindeki ortalama sıcaklık artışı olarak bilinen küresel ısınma, iklim değişikliğine ve çeşitli doğal sistemler üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Küresel ısınmanın ana nedeni, sera gazlarının aşırı salınması sonucu atmosferde birikmesi ve güneşten gelen radyasyonun yeryüzüne geri yansımaları engelleyerek sıcaklığı arttırmasıdır (IPCC, 2021).

Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA) tarafından sunulan verilere göre, 2022'de yıllık ortalama karbondioksit seviyeleri bir kez daha rekor seviyelere ulaşarak 417.1 parça (ppm) olarak kaydedilmiştir. Bu, sanayi öncesi dönemlerden %50 daha fazla ve 2021 seviyelerinden 2.4 ppm daha yüksektir, şimdiye kadar kaydedilen en yüksek miktar olarak kayıtlara geçmiştir. 1880'lü yıllardan bu yana sıcaklığın on yılda ortalama 0.08 ila 0.09 derece oranında arttığı ve 1981'den bu yana iki katından fazla bir hızda artış gösterdiği ifade edilmiştir (NOAA, 2023). Bunun bir sonucu olarak, aşırı sıcaklıklar Alpler'deki buzulların erimesine ve Orta ve Doğu Asya'da, özellikle Yangtze Nehri havzasında, yıkıcı kuraklıklara ve ekonomik kayıplara yol açtığı belirtilmiştir. Ayrıca, Kuzey Kutbu, son 123 yıl içinde beşinci en sıcak yılını yaşamış ve 2022 yılı Arktik bölgedeki sıcaklık değişimlerinin küresel ortalamadan daha yüksek olduğu dokuzuncu yıl olarak kaydedilmiştir (NOAA, 2023). İklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki etkisi ise özellikle coğrafi yapısından dolayı bölgesel farklılıklar gösterebileceği özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenebilecek risk grubu ülkeler arasında olduğu belirtilmektedir (Türkeş, 2002).

Türkiye için uzun dönemli yapılmış ekonometrik bir çalışmada ise, sera gazı emisyonlarının doğa olayları üzerinde henüz hissedilir bir şekilde değişimine neden olmadığı fakat kritik bir dönemde olduğu ifade edilmektedir (Durmuş ve Erdal 2023). Zira, birleşmiş milletler tarafından yapılan hükümetler arası iklim değişikliği panelinde sunulan iklim değişikliği senaryosunda 2050 yılına kadar sıcaklıkların yükselmesi, bunun şiddetli buharlaşmalara sebep olması, buharlaşarak genişleyen havanın da yeryüzüne şiddetli yağışlar olarak dönmesi beklenmektedir (IPCC, 2023).

Salımların kontrol edilmediği senaryoya göre, 2080'li yıllara kadar Türkiye'nin tarımsal ürün üretiminde yaklaşık % 0 ile -0.5 arasında bir azalma olacağı bildirilmiştir. Küresel ısınmanın tarım üzerine etkileri aşırı sıcaklar

nedeniyle özellikle kurak bölgelerde verim düşüklüğü şeklinde olmaktadır. Sulu tarım yapılan bölgelerde ise bitkilerin sıcaklık stresine girmelerine neden olmakta ve yeterli sulama yapılsa dahi verimlerinde düşmeye neden olmaktadır. Sulu tarım yapılan bölgelerde aşırı sıcaklar nedeniyle sulama sayısı artmakta bu durum diğer taraftan yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının aşırı kullanımına neden olmaktadır (Türkeş, 2012).

Türkiye'nin gelecekte daha sıcak ve kurak iklim koşullarıyla karşılaşacağı dikkate alındığında, bu koşullara adapte olabilen tarımsal bitki çeşitlerinin önemi daha da artmaktadır (Yaldız ve Şekeroğlu, 2012). Bu kapsamda, özellikle doğal floradan büyük ölçüde toplanarak değerlendirilen ve iklim koşullarına duyarlı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ayrı bir önem taşımaktadır. Türkiye, kekik üretiminde dünya lideridir ve üretimin büyük çoğunluğu Denizli'de gerçekleştirilmektedir. Kekik, ihracat gelirleri açısından stratejik bir ürün olup ülke ekonomisine ciddi katkılar sağlamaktadır. Ancak iklim değişikliği, girdi maliyetleri ve pazarlama sorunları üretimin sürdürülebilirliği açısından risk oluşturmaktadır.

Kekik (*Origanum spp.*), Akdeniz Havzası'nda doğal olarak yetişen ve tıbbi, aromatik özellikleriyle öne çıkan bir bitkidir. Antik çağlardan itibaren sağlık, dini ritüeller ve mutfak kültüründe kullanılmıştır. Günümüzde gıda, ilaç, kozmetik ve kimya sanayilerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Tunca ve Yeşilyurt, 2017). Ayrıca bazı kekik türleri kurakçıl bitki sınıfına girmektedir ve erozyon önlemede kullanım olanakları bulunmaktadır (Yaldız ve Şekeroğlu, 2012). Türkiye, kekik üretimi ve ihracatında dünya lideri konumundadır. TÜİK verilerine göre, 2023 yılında yaklaşık 216 bin dekar alanda 30 bin ton kekik üretimi yapılmıştır (Çizim 1) (TÜİK, 2024).



Çizim 1. Türkiye Kekik Üretim Miktarı(Ton)

Türkiye kekik üretimi incelendiğinde, 2022 yılı için üretimin tamamına yakın bir kısmı (%92,11) Denizli ilinde üretilmektedir. Denizli ilini Manisa ve Uşak illeri sırasıyla %4,55 ve %2,49'luk paylarla takip etmektedir (Çizim 2). Bu üç il dışında kalan diğer iller ise (Kütahya, Aydın, Antalya, Hatay ve Muğla) Türkiye kekik üretim miktarının %3,18'ini oluşturmaktadır (Dereli ve Artukoğlu, 2023).



Çizim 2. İl Bazında Kekik Üretim Miktarı(Ton)

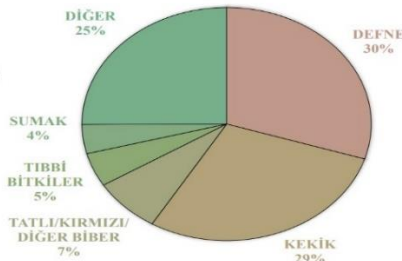
Türkiye’de üretilen kekik ABD, Almanya, İtalya, Kanada, Polonya, Hollanda, Fransa, Japonya ve Avustralya olmak üzere dünyanın pek çok ülkesine ihraç edilmektedir. 2023 yılı verilerine göre; Türkiye 17 ton kekik ve 68 ton kekik yağı ihracatından yaklaşık 55.185.668 USD \$ gelir elde etmiştir (TÜİK,2023).

Ege ihracatçıları birliği 2023 yılı baharat ihracatı bülteni verilerine göre, Türkiye baharat ihracatının %29’unu kekik oluşturmaktadır (Çizim 3).

TÜRKİYE GENELİ TIBBİ AROMATİK BİTKİLER & BAHARAT İHRACATI

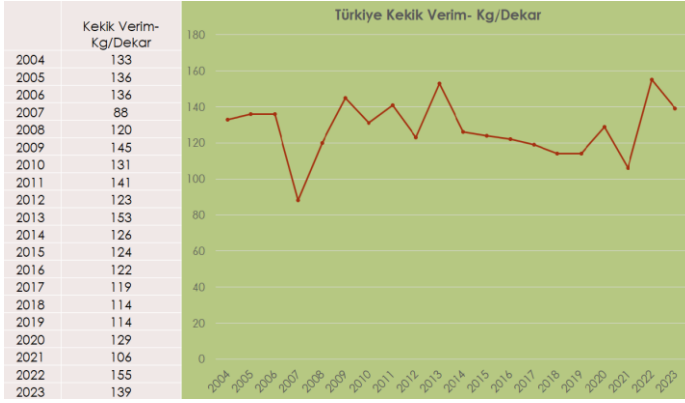
Toplam baharat ihracatının

- %30’si Defne
- %29’u Kekik



Çizim 3. Türkiye Tıbbi Aromatik Bitkiler ve Baharat ihracatı 2023 (EİB, 2023)

Kekik verimi iklim koşullarına oldukça duyarlı olup Türkiye ortalaması 2023 yılında dekara 139 kg olarak kaydedilmiştir (Çizim 3). Denizli ili üretim alanı ve üretim miktarı açısından ilk sırada yer almasına rağmen, verim açısından genellikle Türkiye ortalamasının altında kalmaktadır. Üretimde Denizli ilini takip eden Manisa ve Uşak illerinde dekara 250-500 kg seviyelerinde verim alındığı görülmektedir (Dereli ve Artukoğlu, 2023).



Çizim 4. Türkiye Kekik Verimi(Kg/da)

İklim değişikliğinin tıbbi ve aromatik bitkiler üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar, sıcaklık artışlarının ve yağış düzensizliklerinin bitkilerin fenolojisini, uçucu yağ bileşimlerini ve verim düzeylerini etkilediğini göstermektedir (Başer, 2002). Özellikle kekikte karvakrol ve timol gibi etken maddelerin oranı iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Bu durum, verim ve kalite standartlarını doğrudan etkilemekte ve ihracat pazarında Türkiye'nin rekabet gücünü belirlemektedir. Denizli özelinde yapılan araştırmalar, kekik üretiminin hem ekonomik hem de sosyo-kültürel boyutları olduğunu göstermektedir (Dalgıç, Demir ve Karlı, 2020). Ancak pazarlama sorunları, yüksek girdi maliyetleri ve örgütlenme eksikliği üreticilerin gelir düzeyini sınırlamaktadır (Dereli ve Artukoğlu, 2023).

Bu çalışmanın amacı, Denizli ili Pamukkale ilçesi özelinde iklim değişikliği bağlamında kekik üretimi ve pazarlamasında karşılaşılan sorunları incelemek ve çözüm önerileri geliştirmektir.

Araştırmanın ana materyalini Denizli ilinin Pamukkale ilçesi Gözler ve Uzunpınar mahallelerinde kekik üretimi yapan üreticilerden anket yoluyla elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Toplam 85 üreticiyle yapılan

görüşmelerde, üreticilerin sosyo-ekonomik yapıları, üretim yöntemleri, pazarlama deneyimleri ve iklim değişikliği algıları hakkında veriler toplanmıştır. İkincil veriler ise Ege İhracatçılar birliği (EİG), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Denizli İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ve ulusal-uluslararası literatürden sağlanmıştır.

1.ARAŞTIRMA BULGULARI

Denizli ili Pamukkale ilçesi Gözler ve Uzunpınar mahallelerinde yapılan anket çalışması, üreticilerin iklim değişikliği, pazarlama sorunları ve sosyo-ekonomik koşullarına dair önemli bulgular ortaya koymaktadır.

Bulgulara göre, üreticilerin %44.71 ile en fazla 50-59 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge1). Bu durum çalışabilir orta yaş grubunun üretimde yoğun olduğunu gösterir. Üreticilerin eğitim düzeyleri çoğunlukla lise seviyesindedir. Kadın üretici bulunmamaktadır; üretim tamamen erkekler tarafından yapılmaktadır. Üretim alanlarının %90'ından fazlası 40 dekarın altındadır.

Çizelge 1. Kekik Üreticilerinin Yaş Dağılımları

Yaş aralığı	Uzunpınar	Gözler	%
20-29	0	5	5,88
30-39	10	5	17,65
40-49	4	7	12,94
50-59	14	24	44,71
60-69	3	13	18,82

Üreticilerin önemli bir kısmı (%64,71) kekik üretimini temel geçim kaynağı olarak görmemekte (Çizelge 2), tarım işçiliği, hayvancılık ve diğer bitkisel üretim faaliyetleriyle gelirlerini çeşitlendirmektedir.

Çizelge 2. Kekik Üretiminin Üreticilerin Temel Geçim Kaynağı Olma Durumu

	Uzunpınar	Gözler	%
Temel Geçim Kaynağı	8	22	35,29
Temel Geçim Kaynağı Değil	23	32	64,71

Çizelge 2. Kekik Üreticilerinin Ortalama Üretim Alanı (da)

Üretim alanı (da)	Uzunpınar	Gözler	%
0-20	14	25	45,88
21-40	14	26	47,06
41-60	1	3	4,71
61-80	2	0	2,35

Üreticilerin üretim alanı (dekar) olarak %92,94' lük kısmının 0 ile 40 dekar arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Yıllık ortalama kekik üretimi 70–110 kg/da arasında değişmektedir (Çizelge 4). Buna karşın üreticilerin %90'ı elde ettikleri gelirden memnun değildir.

Çizelge 4. Kekik Üreticilerinin Ortalama Kekik Üretim Miktarı (Kg/da)

Üretim (Kg/da)	Uzunpınar	Gözler	%
70-90	17	13	35,29
91-110	12	28	47,06
111-130	2	13	17,65

Araştırma bölgesinde üreticilerin pazarlama açısından en önemli sorunu, fiyatların tüccarlar tarafından belirlenmesi ve kendilerinin bu sürece etki edememesi şeklinde ortaya çıkmıştır. Markalaşma eksikliği, birlik olamama ve lisanslı depoculuk altyapısının yetersizliği de pazarlama sorunlarını artıran unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Çizelge 3. Kekik Üreticilerinin İklim Değişikliği Farkındalığı

	Uzunpınar	Gözler	%
Kesinlikle Katılıyorum(5)	15	23	44,71
Katılıyorum(4)	10	18	32,94
Fikrim Yok(3)	4	8	14,12
Katılmıyorum(2)	1	2	3,53
Kesinlikle Katılmıyorum(1)	1	3	4,71

Araştırma bölgesinde özellikle kekik verim ve kalite standartlarını doğrudan etkilediği belirtilen iklim değişikliği konusunda üreticilerin bilinç düzeyi likert tipi sorular ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda üreticilerin

yaklaşık % 78'inin bölgelerinde iklim değişikliği parametrelerinin farkında olduğu (Çizelge 5), özellikle kuraklık ve su problemlerinin son zamanlarda daha belirgin yaşandığı, beklenmeyen ani yağışların görülmesi (%68,24) anlamında yargı sunmuşlardır (%97,65) (Çizelge 6 ve Çizelge 7).

Çizelge 6. Kekik Üreticilerinin Kuraklık ve Su Sıkıntısı Gözlemleri

	Uzunpınar	Gözler	%
Kesinlikle Katılıyorum(5)	16	35	60,00
Katılıyorum(4)	15	17	37,65
Fikrim Yok(3)	0	0	0,00
Katılmıyorum(2)	0	0	0,00
Kesinlikle Katılmıyorum(1)	0	2	2,35

Çizelge 7. Kekik Üreticilerinin Beklenmeyen Yağışlar Karşısında Farkındalıkları

	Uzunpınar	Gözler	%
Kesinlikle Katılıyorum(5)	13	25	44,71
Katılıyorum(4)	7	13	23,53
Fikrim Yok(3)	11	8	22,35
Katılmıyorum(2)	0	2	2,35
Kesinlikle Katılmıyorum(1)	0	6	7,06

Araştırma bölgesinde üreticilerin İklim değişikliği bağlamında yaşadıkları değişkenliklerin üretim süreçlerini olumsuz etkilediği anlaşılmaktadır. Buna rağmen üreticilerin çoğunluğu tarım sigortası yaptırmamakta, modern sulama yöntemlerini kullanmamakta ve iklim değişikliğine uyum konusunda sınırlı tedbir almaktadır. İklim değişikliğine ilişkin farkındalık artmış olsa da, uyum stratejileri henüz yeterince uygulanmamaktadır. Diğer bir ifadeyle, Denizli'de üreticilerin iklim değişikliğine dair farkındalığının yüksek olması olumlu bir bulgu olmakla birlikte, uygulamaya yeterince yansımaması negatif dönüşlerle kendini göstermektedir. Bunun yanında verim düşüklüğü ve kalite sorunu yaşayan üreticilerin kekik piyasa fiyatlarının oluşmasında söz sahibi olamaması ayrı bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, literatürde de belirtildiği üzere (Herbs Market Report, 2012), Türkiye'nin dünya pazarındaki güçlü konumunu zayıflatabilecek bir risk olarak görülebilir. Ayrıca PA (pirolizidin alkaloidleri)

gibi kalite sorunlarının da AB pazarında önemli bir engel oluşturabileceği yadsınamaz.

2.SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye, dünya kekik üretiminde ve ihracatında lider konumda olup, üretimin büyük kısmı Denizli ili ve çevresinde yoğunlaşmaktadır. Ancak iklim değişikliği, üretim süreçlerinde yeni riskler ve belirsizlikler doğurmaktadır. Artan sıcaklıklar, uzun süreli kuraklıklar ve yağış rejimlerindeki düzensizlikler, kekik bitkisinin verim ve kalite parametrelerini doğrudan etkilemektedir. Özellikle uçucu yağ bileşimlerinde görülebilecek değişimler (karvakrol ve timol oranlarında dalgalanmalar), Türkiye'nin uluslararası pazarlardaki rekabet gücünü zayıflatma riski taşımaktadır.

Saha araştırması bulguları, üreticilerin önemli bir kısmının iklim değişikliğinin farkında olduğunu göstermektedir. Ancak farkındalık uygulamaya yeterince yansımamaktadır. Modern sulama teknikleri, iklim dostu tarım uygulamaları ve tarım sigortalarının yeterince yaygın olmadığı görülmektedir. Bunun yanında, üretim maliyetlerinin (işçilik, mazot, gübre, kredi faizleri) yüksekliği, sağlıklı fide ve tohum bulma güçlüğü, toprak analizi yapılmaması ve üretim tekniklerindeki eksiklikler verimliliği sınırlandırmaktadır.

Pazarlama tarafında ise en büyük sorunlar; fiyatların tüccarlar tarafından belirlenmesi, üretici örgütlenmesinin zayıflığı, markalaşma eksikliği ve lisanslı depoculuk altyapısının yetersizliğidir. Bu durum üreticilerin pazarda güç kaybetmesine ve gelirlerinin istikrarsız olmasına yol açmaktadır. Ayrıca Avrupa Birliği'nin belirlediği PA limitleri gibi kalite standartları, özellikle hasat ve harman süreçlerindeki uygunsuz uygulamalar nedeniyle Türkiye'nin ihracatında risk unsuru olarak öne çıkmaktadır.

Tüm bu olumsuzlukların önüne geçebilmek ve negatif etkileri azaltabilmek için, üreticilere yönelik iklim değişikliği odaklı eğitim ve yayım faaliyetleri artırılması büyük önem taşımaktadır. Bunun yanında, kuraklığa dayanıklı kekik çeşitleri geliştirilerek yaygınlaştırılması, modern sulama tekniklerinin (damla sulama, yağmurlama vb.) teşvik edilmesi, tarım sigortalarının kapsamının genişletilmesi ve üreticilerin bu konuda bilinçlendirilmesi önemlidir. Diğer taraftan, toprak analizi ve sağlıklı fide/tohum temini için destek mekanizmalarının oluşturulması, hasat ve

harmanda uygun makine ve ekipman kullanımının teşvik edilmesi, PA kontaminasyonunu önlemek için üreticilerin bilinçlendirilmeli ve teknik destek verilmesi üretimin sürdürülebilirliği anlamında değer taşımaktadır. Ayrıca, üretici örgütlerinin güçlendirilmesi, lisanslı depoculuk sistemlerinin genişletilmesi, markalaşma ve coğrafi işaret çalışmalarının yapılması, “Denizli Kekik” gibi tescillerin sağlanması fiyat belirleme ve pazarlık süreçlerinde ve uluslararası pazarda üreticilerin etkinliğini artıracaktır. Sonuç olarak, çalışmanın bulguları ışığında ortaya konulan sonuç ve önerilerin dikkate alınarak iklim değişikliği ile mücadele ve uyum kapsamında kekik üreticileri mutlaka özel destek programlarına dahil edilmelidir ve bu süreçte kekikte dünya lideri olan Türkiye tarımında kekik değeri korunarak artırılmalıdır.

Teşekkür: Bu çalışmanın veri toplama ve hazırlanması aşamasında katkı sağlayan öğrencimiz Ziraat Mühendisi Cengiz ALAGÖZ’e çok teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Baser, K. H. C. (2002). The Turkish Origanum species. *Oregano. The Genera Origanum and Lippia*, 109, 109-126.
- Baydar, H., & Arabacı, O. (2013). Türkiye'nin kekik üretim merkezi olan Denizli'de kültür kekiğinin tarımsal ve teknolojik özellikleri. 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya.
- EİB, 2023. Ege ihracatçılar birliği, Baharat ihracat bülteni. <https://upload.eib.org.tr/ZZFAF3F52D/2EA090246D7B4E2EA090246D7B4E2EA090246D7B4E2EA09024.pdf> Erişim Tarihi: 10/10/2024
- Dalgıç, A., Demir, Z., & Karlı, B. (2020). Denizli İlinde Kekik Üretimi Yapan İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Yapısı ve Sorunları. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 151-160.
- Dereli, D. N., & Artukoğlu, M. (2023). Kekik üretimi, pazarlaması, sorunlar ve çözüm önerileri: Denizli İli örneği. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 33(2), 209-219.
- Durmuş, A & Erdal, G. (2023). İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Tarımsal Geliri Üzerindeki Etkisinin Bir ARDL Modeli ile Araştırılması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12(3): 92-101. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gbad/issue/81673/1382390> (Erişim Tarihi: 12.09.2025).
- Herbs Market Report (2012). Global trends in oregano trade. USAID Report. <https://worldspicecongress.com/uploads/files/24/sess01-f.pdf> (Erişim Tarihi: 12.09.2025).
- IPCC. (2021). The Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2021: The Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (Erişim Tarihi: 12.09.2025).
- IPCC. (2023). The Intergovernmental Panel on Climate Change. Special and Methodology Reports. <https://www.ipcc.ch/2023/>. (Erişim Tarihi: 12.09.2025).
- NOAA. (2022). National Oceanic And Atmospheric Administration. Highlights From State Of The Climate Report 2022. <https://www.Climate.Gov/News-Features/Understanding-Climate/Highlights-State-Climate-> (Erişim Tarihi: 01.12.2024).

- NOAA. (2023). National Oceanic And Atmospheric Administration. Reporting on the State of the Climate in 2023. [https://www.ncei.noaa.gov/news/reportingstate-climate2023#:~:text=Nearly%20eight%20percent%20of%20the,July%20to%20September\)%20record%20warm](https://www.ncei.noaa.gov/news/reportingstate-climate2023#:~:text=Nearly%20eight%20percent%20of%20the,July%20to%20September)%20record%20warm) (Erişim tarihi: 01.12.2024).
- Tunca, H., & Yeşilyurt, M.E. (2017). Türkiye ve Dünya'da Kekik. DTB Raporu, Denizli. https://www.researchgate.net/profile/M-Ensar-Yesilyurt/publication/335882462_DUNYADA_ve_TURKIYE'DE_KEKIK_RAPORU/links/5d81e83592851c22d5e0a2cb/DUeNYADA-ve-TUeRKIYEDE-KEKIK-RAPORU.pdf (Erişim Tarihi: 12.09.2025).
- Türkeş, M. (2002). İklim Değişikliği: Türkiye - İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ilişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, PK 401, Ankara Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu için hazırlanmıştır.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2), 1-32. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ucevrebilim/issue/40104/477059> (Erişim Tarihi: 12.09.2025).
- TÜİK. 2023. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 25.10.2024).
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. (Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Erişim Tarihi: 18.09.2024).
- Yaldız, G., & Şekeroğlu, N. (2013). Küresel iklim değişikliğinde tıbbi ve aromatik bitkilerin önemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (1), 85-88.

BÖLÜM 10

TOPRAKTA SELENYUM (SE) ELEMENTİNİN BULUNUŞU, DAVRANIŞI VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Doç. Dr. Kadriye ÖZLEM SAYGI¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794052>

¹ Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Tokat Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Kimya Teknolojileri Programı, Taşlıçiftlik Yerleşkesi, TOKAT, kadriyeozlem.saygi@gop.edu.tr, 0000-0001-5945-4419

GİRİŞ

1817 yılında İsveçli kimyager Jons Jakob Berzelius tarafından keşfedilen selenyum elementine, ay tanrıçası anlamına gelen Yunanca “Selene” kelimesinden esinlenerek, isim verilmiştir. Selenyum (Se) elementi, periyodik tablonun VIA grubunda yer almaktadır (**Şekil 1**).

Selenyum, yarı iletkenler, fotovoltaik hücreler (ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme yeteneği nedeniyle), korozyona dayanıklı alaşımlar, eczacılıkta, boya, seramik ve cam yapımında kullanılmaktadır. Ancak, Se ile ilgili bilimsel çalışmalar, 1950'lerde hayvan hücreleri için temel rolünün keşfedilmesinden bu yana önemli ölçüde artmıştır. 1960'lardan itibaren birçok yayın, Se'nin insan sağlığı için önemini vurgulamıştır. Demir (Fe), çinko (Zn) ve iyot (I), vitamin A ve vitamin B-12 ile yetersiz Se alımı, dünya nüfusunun büyük bir kısmında eksikliğinden dolayı beslenme sorunu haline gelmiştir.

Günümüzde Se eksikliği küresel bir sorun olup, milyarlarca insan yeterli Se içeren besin kaynağından yoksundur ve bu da çok düşük Se seviyelerine neden olmaktadır. Araştırmalar, Se eksikliğinin dünya çapında kırktan fazla ülkede yaklaşık 500 milyon ila 1 milyar insanı etkileyen yaklaşık 40 hastalığa yol açabileceğini göstermektedir (Yan et al., 2024). Se'yi uygun şekilde takviye etmek, insan bağışıklığını güçlendirebilir, antioksidan kapasiteyi iyileştirebilir ve virüs mutasyonunu önlemeye yardımcı olabilir. İnsan vücudu kendi başına Se üretilmediği için, gıda kaynaklarından alınması gerekmektedir.

Bir bölgedeki diyetle alınan Se miktarı, tüketilen gıdaların Se içeriğiyle doğrudan etkilenir ve bu da, özellikle toprakta olmak üzere, çevrede bu elementin var olması ile yakından ilişkilidir.

Bu nedenle, son yıllarda topraklarda Se'nin jeo-kimyasal davranışını ele alan araştırmaların sayısı artmıştır ve tarımsal ürünlerin yenilebilir kısımlarında yeterli Se içeriği olması için topraklardaki selenyum içeriğinin artırılması gerekli ve önemlidir (**Şekil 2**).

The image shows a standard periodic table of elements. The element Selenium (Se) is highlighted in green. A callout box on the right side of the table provides the following information: Atomic Number 34, Symbol Se, Name Selenyum, and Atomic Weight 78.96. A green oval is drawn around the Selenium element in the periodic table.

Şekil 1. Selenyum elementi

SELENYUM ARAŞTIRMALARININ GELİŞİMİ

1950'den 2000 li yıllara kadar Se elementiyle ilgili literatürde bulunan yayın veya belge sayısına bakıldığında daha ayrıntılı bir şekilde son on yıldır incelendiğini görmekteyiz. Ancak, “selenyum” anahtar kelimesinin diğer terimlerle (örneğin toprak, insan, bitki ve gübre) birleştirilerek araştırıldığında, 1950'li yıllardan sonra daha öncesinde bilgi bulunmadığı görülmektedir. Se'un toprak, bitki, insan ve gübre gibi diğer bileşenlerle etkileşimi üzerine yapılan araştırmalar, 1950'li yıllardan günümüze kadar artarak çoğalmıştır.

Çevrede Selenyum: Toprakta Bulunma Şekli

Topraktaki Se, diğer faktörlerin yanı sıra jeolojik malzemeye bağlıdır. Kumlu toprakların organik ve kireçli topraklara kıyasla daha düşük Se içeriğine sahip olduğu bilinmektedir. Se gibi elementlerin toprakta bulunması önemlidir, çünkü bitkiler elementleri topraktan, aslında toprak çözeltisinden alırlar. Bu nedenle, bitkilerdeki Se içeriği, bitkilerin yetiştiği toprağın Se içeriği ile ilgilidir. Se'nin yüksek konsantrasyonlarda olması organizmalar için toksik olabileceği ve dar bir konsantrasyon aralığında temel özelliklerden toksik özelliklere geçiş gösterebileceği belirtilmektedir. Bu nedenle, Se'nin çevrede nasıl davrandığını, özellikle de hangi faktörlerin topraklarda bulunabilirliğini değiştirebileceğini anlamak için çaba sarf edilerek, Se eksikliği veya toksisitesi tartışılmaktadır (Y. M. Nakamaru & Altansuvd, 2014)

Selenyum, selenat (Se^{6+}), selenit (Se^{4+}), elementel selenyum (Se^0) ve selenit (Se^{2-}) gibi farklı oksidasyon hallerinde bulunur. Kil ve organik madde

içeriği gibi diğer değişkenlerin yanı sıra, toprakta Se formlarını etkileyen başlıca faktörler pH ve redoks potansiyeli (Eh) 'dir. Doğal toprak koşullarında, selenat ve selenit başlıca inorganik Se formlarıdır. Selenat alkali topraklarda yer alır (Gui et al., 2022).

Yukarıdaki açıklamalara dayanarak, yüksek pH ve redoks potansiyeli değerlerine sahip topraklarda yüksek Se beklenebilirken, yüksek oksijen hidroksit, kil ve organik madde içeriğine sahip topraklarda düşük Se yer almaktadır. Topraktaki Se'nin biyoyararlılığı sadece toplam Se konsantrasyonuna bağlı değildir, aynı zamanda toprakta bulunan baskın Se türlerinin bir fonksiyonu olarak da değişmektedir. Bu bağlamda, Se formları Se'nin var oluşunu da etkileyebilir. Bundan dolayı, Se'nin türlemesini değerlendiren çalışmalar literatürde ilgi görmüştür (Saygi et al., 2007).

Se'nin dünyada coğrafi olarak dağılımı çok değişkendir. Volkanik, metamorfik ve tortul kayalarda kireçtaşları, kumtaşları ve şistlerde bulunmaktadır. Bazı fosfat bakımından zengin kayalarda deniz veya siyah şistlerde kömürlerde ve organik karbon bakımından zengin diğer kayalarda çok yüksek Se içeriği bildirilmiştir (Aldosary et al., 2012; Fairweather-Tait et al., 2022). Sülfür mineral yataklarının bazı bileşenleri de çevreye Se kaynağı olabilirken, elementel Se' den literatürde nadiren bahsedilmektedir.

Dünya geneline bakılırsa topraklardaki ortalama Se konsantrasyonu nispeten düşüktür (0,4 mg kg⁻¹) (Y. Nakamaru et al., 2005; Y. M. Nakamaru & Altansuvd, 2014).Yerkabuğunda olduğu gibi, topraktaki Se'nin coğrafi dağılımı da çok dengesizdir. Magmatik volkanik kayalar genellikle Se bakımından fakir olsa da bazı volkanik topraklar dünya ortalamasından 1-2 kat daha yüksek Se içeriğine sahip olabilmektedir (Natasha et al., 2018). Volkanik patlamalardan sonra, çevresindeki Se konsantrasyonlarının önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Volkanik küller tarafından biriken Se miktarı patlama özelliklerine, parçacık boyutu fraksiyonlarına, duman bulutundaki sıcaklığa, toprağın biyolojik reaksiyonlarına, rüzgâr ve nem gibi iklim koşullarına bağlıdır. Toprak bileşenleri üzerindeki Se adsorpsiyon kapasitesi, bu elementin çevrede hareketliliğini ve biyoyararlılığını (bitki ve hayvanlar tarafından alınan miktar) tanımlamak için temeldir. Öte yandan, topraklardaki Se sorpsiyon özellikleri, pH, toprak mineralojisi ve dokusu, organik madde içeriği, Se'nin kimyasal formu, redoks koşulu ve diğer iyonlarla etkileşimleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Genel olarak, volkanik topraklar yüksek Se

konsantrasyonlarına sahip olabilir, ancak bazen biyoyararlılığı düşük olabilir. Örneğin, dünyanın bazı bölgelerinde yüksek Se içeriğine sahip volkanik topraklar bulunmakta ve bu toprakların düşük biyoyararlılığı nedeniyle insanlarda Se eksikliğine bağlı hastalıklar bulunmaktadır (Fairweather-Tait et al., 2022).

Organik karbon bakımından zengin topraklar, Se biriktiren mikroorganizmalar ve bitki atıkları (Se biriktiren bitkiler) nedeniyle daha yüksek Se içeriğine sahip olma eğilimindedir (Y. Nakamaru et al., 2005). Toprak organik maddesi, toprak-bitki-atmosfer sistemindeki Se dinamiğinde önemli bir role sahiptir. Organik madde fraksiyonu ile mineral faz (özellikle oksihidroksitler) arasındaki ilişkiler, organo-mineral ilişkilerine yol açarak, Se adsorpsiyon kapasitesi açısından toprağın özelliklerini etkileyebilir (Tuzen et al., 2007). İnorganik Se'nin çoğu toprak organik maddesi ile etkileşime girebilir ve bu, özellikle humik maddelerle olan etkileşimlerin türüne bağlı olarak biyoyararlı olabilir (veya olmayabilir). Topraktaki Se biyoyararlılığı, bu elementin humik asitlerden daha çok fulvik asitlerle ilişkili olduğu durumlarda daha yüksek görülmektedir.

Dünyanın birçok bölgesinde, topraklar düşük Se bulunabilirliğine sahiptir, bu da insan organizmasında Se eksikliği ile ilgili hastalık ve bozukluklara neden olur. Se eksikliği olan topraklar İngiltere, Avustralya, orta Sibirya, Yeni Zelanda, Tayland, Afrika, Finlandiya, Türkiye, Nepal, Çin'in kuzeydoğusundan güney merkezine, Danimarka ve Bangladeş ile Hindistan'ın bazı bölgelerinde bulunmaktadır (Fairweather-Tait et al., 2022).

Tropikal bölgelerin çoğu toprağı düşük Se konsantrasyonlarına sahiptir. Topraklarında Se içeriğı düşük olan bu bölgeler, hayvanlar ve insanlar tarafından yeterli miktarda Se alımını olumsuz yönde etkilemektedir (Y. M. Nakamaru & Altansuvd, 2014).



Şekil 2. Selenyum içeren besinler

Topraklarda Se'nin sorpsiyon davranışı, diğer faktörlerin yanı sıra Se türlerine bağlıdır. Daha önce de belirtildiği gibi, selenat, selenitten daha az sorbe edilir, bu nedenle son form, topraklarda düşük hareketliliğe sahip Fe/Al oksihidroksitler gibi katı maddelere güçlü bir şekilde adsorbe edilir. Çeşitli çalışmalar, selenitin magnezyum oksit içeren toprakta selenattan çok daha güçlü bir şekilde adsorbe olduğunu göstermiştir. Selenat ve selenitin adsorpsiyon davranışındaki fark, bitkiler tarafından kullanılabilir farklı Se içeriklerini yansıtmaktadır ki; selenat, bitkiler tarafından çok daha fazla kullanılabilir durumdadır.

Adsorpsiyon mekanizmaları açısından bakıldığında, selenat komplekslerinde anyon değişimi ile bağlanırken, selenit ligand değişimi ile bağlanır.

Selenat ve selenit, organik asitlerin yanı sıra fosfat ve sülfat gibi diğer anyonlarla da toprak adsorpsiyon bölgeleri için rekabet edebilir. Bu gerçek, özellikle tropikal topraklar için tarımsal ekosistemler açısından önemlidir, çünkü bu topraklar genellikle gübre ve alçıtaşı gibi toprağa uygulanan tarım ürünlerinden kaynaklanan yüksek miktarda fosfat ve sülfat alır (Guo et al., 2022).

Se, çevrede çeşitli etkileşimlerde bulunabileceğinden, toprak yönetimi veya üretim sistemleri farklı olan topraklarda sorpsiyon davranışı farklılık gösterir. Se'nin davranışını değiştirebilecek değişkenleri değerlendiren yerel araştırmalar önemlidir. Se, çevrede çeşitli etkileşimlerde bulunabileceğinden, toprak yönetimi veya üretim sistemlerinin farklı olduğu topraklarda sorpsiyon davranışı farklılık gösterir. Bu nedenle, belirli bir ortamda Se'nin davranışını değiştirebilecek değişkenleri değerlendiren yerel araştırmaların daha iyi anlaşılması gerekir. Örneğin, Øgaard ve ark. (2006), sığır gübresinin

topraklardaki selenyum davranışını etkilediğini hem selenat hem de selenit gibi Se türlerinin sorpsiyonunu azalttığını bildirmiştir (Aldosary et al., 2012)

Literatürde, Se adsorpsiyonu altında fosfatın etkisini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğu, fosfat ilavesinin ardından Se'nin bitkiler tarafından daha fazla kullanılabilir hale geldiğini, yani fosfat arttıkça Se sorpsiyonunun azaldığını göstermektedir. Bu durum, Japonya toprakları için rapor edilmiştir.

Bu eğilimin selenat'tan çok selenit'te daha belirgin olduğu belirtilmelidir. Bu durum, fosfat ve selenit anyonu arasındaki kimyasal benzerliklerden kaynaklanmaktadır. Bu bilgiler, Nakamaru ve Sekine (2008) tarafından elde edilen sonuçları açıklamaya yardımcı olabilir. Bu çalışmada, sülfat konsantrasyonundaki artıştan sonra selenit sorpsiyonunun değişmediği doğrulanmıştır (Y. Nakamaru et al., 2005; Y. M. Nakamaru & Altansuvd, 2014).

Selenyumun İnsan Sağlığındaki Önemi

Selenyum (Se), insan ve hayvan sağlığında önemli bir rol oynayan bir eser elementtir. Memeli metabolizmasında kritik öneme sahip yaklaşık 25-35 proteinin (selenoproteinler olarak adlandırılır) oluşumunda rol oynayan amino asit selenosistein sentezi için gereklidir (Huang et al., 2023). Selenoproteinlere glutasyon peroksidazlar (antioksidan işlevleri olan), tioredoksin redüktazlar (disülfür indirgeme sisteminde etki eden oksidoredüktazlar), iyodotironin deiodinazlar (tiroid hormonunun sentezi ve metabolik düzenlenmesinden sorumlu) örnek verilebilir.

Selenyum, insan vücudunda glutasyon peroksidaz ve tioredoksin redüktaz gibi antioksidan enzimlerin yapısında yer alır, tiroid hormonlarının aktivasyonunda rol oynayan dejodinaz enzimleri için gereklidir ve bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde önemli işlevler üstlenir. Bu nedenle, düşük selenyum alımı bağışıklık fonksiyonunun zayıflamasına, oksidatif stresin artmasına, tiroid disfonksiyonlarına, üreme bozukluklarına ve özellikle Keshan ile Kashin-Beck hastalığı gibi selenyum eksikliğine özgü patolojilerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Qin et al., 2023). Literatür, düşük selenyum seviyelerinin viral enfeksiyonların şiddeti, kanser insidansı ve kardiyovasküler hastalık riskleri ile ilişkili olabileceğini belirtmektedir.

Öte yandan, Se'nin toksisite aralığının sınırlı olması, toprakta yüksek Se seviyelerinin halk sağlığı açısından tehlike arz etmesine neden olur. Özellikle selenat miktarı zengin alkali veya yarı kurak bölge topraklarında yetişen bitkiler, yüksek Se içerikleri nedeniyle insanlarda ve hayvanlarda selenozis vakalarına yol açabilmektedir. Selenozis, saç ve tırnak kırılabilirliği, nörolojik bozukluklar, gastro intestinal rahatsızlıklar ve ileri evrelerde karaciğer ile böbrek hasarı ile tanımlanmaktadır. Topraktaki doğal selenyum fazlalığına ilaveten, madencilik, fosil yakıt emisyonları, endüstriyel atıklar ve selenyum içeren gübre uygulamaları gibi antropojenik faaliyetler de toprakta selenyum birikimini artırabilmektedir.

ABD Ulusal Akademisi Tıp Enstitüsü, yetişkinler için Se'nin günlük tavsiye edilen alım miktarını 55 µg olarak belirlemiştir. Yetişkinler için tolere edilebilir üst alım miktarı ise 400 µg'dır.

İnsanlarda Selenyum Alımını Artırma Yöntemleri

Yukarıda belirtildiği gibi, dünyanın bazı bölgelerinde selenyum içeriği yüksek topraklar (selenyum içeren topraklar) bulunmaktadır ve bu topraklar, bu elementin aşırı alımı nedeniyle yerel nüfusta çeşitli hastalıklara neden olabilir. Ancak, topraklardaki Se içeriğinin dünyanın birçok yerinde düşük olduğu göz önüne alındığında, bu bölgelerdeki nüfusun beslenme önerileriyle gerekli Se miktarını almadığı tahmin edilmektedir. Dünyada 0,5 ile 1,0 milyar insanın Se eksikliği olduğu tahmin edilmektedir.

Bu bağlamda, hayvanlar ve insanlar tarafından selenyum alımını artırmak için bazı önlemler alınmıştır. Bunlar arasında takviye kullanımı (selenyum ve diğer mineralleri içeren kapsüller) ve endüstriyel işleme sırasında gıdalara selenyum ilavesi gibi önlemler sayılabilir. Araştırmalar, ticari takviyelere eklenen Se formları ve takviyelerin genellikle farklı nüfus grupları arasında dengesiz dağılım göstermesi nedeniyle takviye kullanımının verimlilik açısından biraz belirsiz olduğunu belirtmiştir. Endüstriyel olarak zenginleştirilmiş gıdalar ve takviyeler çoğunlukla inorganik Se formları (selenat ve/veya selenit) içerir. Se türlerinin, bu elementin memeli sağlığı için potansiyel faydalarını önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir, organik Se formları (selenosistein ve/veya Se formları (selenosistein ve/veya selenimetonin) hayvan ve insan beslenmesi için en etkili biyo yararlı Se türleridir.

Çalışmalar, inorganik Se formlarının insan organizmasında daha düşük biyoyararlanımına sahip olduğunu ve ayrıca aşırı alımla daha yüksek toksisite riski oluşturduğunu bildirmiştir.

Genel olarak, Se içeren takviyeler ve/veya endüstriyel işleme tabi tutulmuş Se ile zenginleştirilmiş gıdalar, düşük sosyoekonomik statüye sahip nüfus için hala çok az erişilebilir durumdadır. Bu şekilde, bitkiler gıda zincirine Se'yi dahil etmek için önemli bir rol oynar. Bitkiler, çevrede baskın olan inorganik formlardaki Se'yi (genel olarak selenat ve selenit anyonları) alabilir ve bunları fonksiyonel organik formlara dönüştürebilirler (Parkash Dhankher et al., 2022).

Memelilerden farklı olarak, Se bitki besin maddesi değildir, ancak bitkilerin antioksidan aktivite sistemlerini etkileme potansiyeline sahip yararlı bir element olarak kabul edilir.

Bitkilerin Se biriktirme kapasitesi (toksikiteye neden olmadan) türler arasında ve hatta aynı türün kültürleri arasında bile farklılık gösterebilir. Çoğu tarım bitkisi, selenyum içeren topraklarda yetiştirildiklerinde kuru kütlelerinde 100 $\mu\text{g g}^{-1}$ 'den fazla Se içermedikleri için Se biriktirmeyen bitkiler olarak sınıflandırılırlar.

Se alımını artırmanın en güvenli ve en önemli yollarından biri, Se ile zenginleştirilmiş gıdalar tüketmektir. Bu, yenilebilir kısımlarında daha yüksek Se içeriğine sahip bitkilerle mümkündür. Bu nedenle, Se açısından fakir bölgelerdeki nüfusun Se alımını artırmayı amaçlayan, temel gıda maddelerinin Se ile biyolojik olarak zenginleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Temel olarak, biyolojik zenginleştirme, vitaminler, demir (Fe), çinko (Zn), iyot (I) ve Se gibi hayvan ve insan beslenmesi için gerekli besin değerlerini artırma süreci olarak tanımlanmaktadır. Mahsullerin Se ile biyolojik zenginleştirilmesi farklı şekillerde gerçekleştirilebilir (Zhou et al., 2025).

Genetik biyolojik zenginleştirme, Se biriktirmede etkili olan belirli bir türün kültür çeşitlerini seçmek için geleneksel ve moleküler bitki ıslahı yaklaşımlarını içerir. Buna ek olarak, agronomik biyolojik zenginleştirme, temel bitkisel gıdalardaki Se içeriğini artırmak için Se içeren gübrelerin (toprağa ve/veya yaprak spreyi ile uygulanır) kullanılmasını ifade eder.

Bitkilerin genetik ve agronomik biyolojik zenginleştirilmesi ile hayvanlar ve insanlar tarafından Se'nin doğal alımını artırma yöntemleri üzerinde durulmaktadır. Se yetersizliğinin tespit edildiği bölgelerde, bitkisel üretimde

biyo fortifikasyon (toprağa veya yaprağa düşük doz selenyum eklenmesi), Se açısından zengin bitki çeşitlerinin kullanımı veya besin takviyeleri ile eksikliğin önlenmesi mümkündür. Öte yandan, Se fazlalığına sahip topraklarda, hiperakümülatör bitki türlerinin yetiştirilmemesi, organik karbon uygulamaları ile Se'nin immobilizasyonu ve fito remediasyonu gibi yöntemler toksisite riskini azaltmayı hedeflemektedir (Y. M. Nakamaru & Altansuud, 2014).

Gıda ve yemlerdeki Se alımını artırmak için Se içeren gübrelerin kullanımına dair iyi bir örnek şu anda Finlandiya'da uygulanmaktadır. Finlandiya topraklarındaki düşük Se içeriği, hayvanlar ve insanlar tarafından yetersiz miktarda Se alımına neden olmaktadır. Bu nedenle, bu ülke, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından oluşturulan bir politika aracılığıyla, toplumdaki Se eksikliğinin görülme sıklığını azaltmak için 1984 yılından beri gübrelere Se eklemeye başlamıştır (Fairweather-Tait et al., 2022; Yan et al., 2024). Çeşitli çalışmalar, temel gıda ürünlerinin yenilebilir kısımlarındaki artan Se içeriğinin, Finlandiya'da gübrelere Se eklenmesinin ardından Se eksikliğiyle ilişkili sağlık sorunlarının azalmasıyla yakından bağlantılı olduğunu göstermiştir. Gübrelere Se eklemenin bitkileri biyolojik olarak güçlendirmek ve Fin halkının sağlığını iyileştirmek için olumlu etkileri olmuştur.

Mevcut ve Gelecek İhtiyaçlar

Daha önce de belirtildiği gibi, Finlandiya'da Se içeren gübrelerin kullanımıyla nüfusun Se alımındaki artış rapor edilmiştir. Brezilya gibi topraklarında doğal Se içeriğinin veya bulunabilirliğinin düşük olduğu diğer ülkelerde gübreye eklenebilecek olası bir mikro besin maddesi olarak görülmektedir.

Ancak, Se içeren gübrelerin uygulanması, insanlar için diyetsel Se gereksiniminin doz aralığının dar olduğu göz önünde bulundurularak dikkatli yapılmalıdır. Bu nedenle, diğer elementlerle etkileşimler ve mineraller ve organik maddelerle sorpsiyon-desorpsiyon reaksiyonları gibi Se bulunabilirliğini etkileyen toprak özelliklerinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu tür bilgiler, Se açısından fakir bölgelerde nüfusun Se alımını iyileştirmenin önemli bir yolu olarak gübrelere eklenecek Se formlarının ve dozlarının belirlenmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, nüfus başına aşırı Se alımını (yani, Se alımının artması) önlemek için topraklardaki, tarımsal ürünlerdeki ve insan

vücudundaki Se içeriğini değerlendirmek üzere bir izleme planı oluşturulması gerekecektir.

Toprakta selenyumun bulunabilirliği hem tarımsal verimlilik hem de insan sağlığı için belirleyici bir faktördür. Se eksikliğinin veya fazlalığının önlenmesi, toprak–bitki–insan zincirinin bütüncül yönetiminden geçmektedir. Selenyumun hem esansiyel hem de toksik olabilmesi, bu elementi dikkatle izlenmesi gereken bir çevresel–biyolojik bileşen haline getirmektedir. Bu nedenle Se'nin toprak profili, bitkisel biyoyararlanımı ve sağlık üzerindeki etkileri, sürdürülebilir tarım ve halk sağlığı politikaları açısından stratejik öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

- Aldosary, B. M., Sutter, M. E., Schwartz, M., & Morgan, B. W. (2012). Clinical Toxicology Case Series Of Selenium Toxicity From A Nutritional Supplement) *Clinical Toxicology*, 50(1), 57–64.
- Fairweather-Tait, S. J., Bao, Y., Broadley, M. R., Collings, R., Ford, D., Hesketh, J. E., & Hurst, R. (2022). COMPREHENSIVE INVITED REVIEW Selenium in Human Health and Disease *Antioxid Redox Signal*.
- Gui, J. Y., Rao, S., Gou, Y., Xu, F., & Cheng, S. (2022). Comparative study of the effects of selenium yeast and sodium selenite on selenium content and nutrient quality in broccoli florets (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(4), 1707–1718.
- Guo, Q., Ye, J., Zeng, J., Chen, L., Korpelainen, H., & Li, C. (2022). Selenium species transforming along soil-plant continuum and their beneficial roles for horticultural crops *Hortic Res*.
- Huang, S., Yu, K., Xiao, Q., Song, B., Yuan, W., Long, X., Cai, D., Xiong, X., & Zheng, W. (2023). Effect of bio-nano-selenium on yield, nutritional quality and selenium content of radish. *Journal of Food Composition and Analysis*, 115.
- Nakamaru, Y. M., & Altansuvd, J. (2014). Speciation and bioavailability of selenium and antimony in non-flooded and wetland soils: A review. *Chemosphere*, 111, 366–371.
- Nakamaru, Y., Tagami, K., & Uchida, S. (2005). Distribution coefficient of selenium in Japanese agricultural soils. *Chemosphere*, 58(10), 1347–1354.
- Natasha, Shahid, M., Niazi, N. K., Khalid, S., Murtaza, B., Bibi, I., & Rashid, M. I. (2018). A critical review of selenium biogeochemical behavior in soil-plant system with an inference to human health. *Environmental Pollution*, 234, 915–934.
- Qin, Y., Huang, C., Huang, G., Li, H., Shohag, M. J. I., Gu, M., Shen, F., Lu, D., Zhang, M., & Wei, Y. (2023). Relative bioavailability of selenium in rice using a rat model and its application to human health risk assessment ☆. *Environmental Pollution*, 338, 269–7491.
- Saygi, K. O., Melek, E., Tuzen, M., & Soylak, M. (2007). Speciation of selenium(IV) and selenium(VI) in environmental samples by the

combination of graphite furnace atomic absorption spectrometric determination and solid phase extraction on Diaion HP-2MG. *Talanta*, 71(3).

Tuzen, M., Saygi, K. O., & Soylak, M. (2007). Separation and speciation of selenium in food and water samples by the combination of magnesium hydroxide coprecipitation-graphite furnace atomic absorption spectrometric determination. *Talanta*, 71(1).

Yan, G., Wu, L., Hou, M., Jia, S., Jiang, L., & Zhang, D. (2024). Effects of selenium application on wheat yield and grain selenium content: A global meta-analysis. *Field Crops Research*, 307, 109266.

Zhou, J., Obianwuna, U. E., Zhang, L., Liu, Y., Zhang, H., Qiu, K., Wang, J., Qi, G., & Wu, S. (2025). Comparative effects of selenium-enriched lactobacilli and selenium-enriched yeast on performance, egg selenium enrichment, antioxidant capacity, and ileal microbiota in laying hens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 16, 27.

BÖLÜM 11

KABAKGİLLERİ ENFEKTE EDEN POTYVİRUSLER VE TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUM

Doç. Dr. Şerife TOPKAYA¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794065>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye, serife.topkaya@gop.edu.tr, Orcid ID: 000-0002-0095-474X

GİRİŞ

Kabakgiller (*Cucurbita* spp., *Cucumis* spp., *Citrullus* spp., *Lagenaria* spp. vb.) dünya çapında sebze üretiminde önemli yer tutmaktadır. Potyvirusler, tek sarmallı pozitif sense RNA virüsleri olup, genellikle non-persistent olarak birçok yaprak biti türü tarafından taşınırlar. Bu grup içindeki bazı türler kabakgillerde ciddi belirtilere (mozaik, yaprak deformasyonu, meyve bozuklukları) yol açarak kalite ve verimde önemli azalmaya sebep olmaktadır.

Kabakgiller (Cucurbitaceae), dünya genelinde sebze üretiminde önemli bir yere sahip olup, gıda güvenliği ve tarımsal ekonomi açısından stratejik öneme sahiptir. Bu familya içerisinde yer alan türler kavun, karpuz, kabak, hıyar, (*Cucurbita* spp., *Cucumis* spp., *Citrullus* spp., *Lagenaria* spp. vb.), hem taze tüketim hem de işlenmiş ürün sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Whitaker & Davis, 1962). Türkiye, ekolojik çeşitliliği ve geniş tarımsal üretim alanlarıyla kabakgil yetiştiriciliğinde önde gelen ülkelerden biridir. 2023 yılı verilerine göre Türkiye’de karpuz (*Citrullus lanatus*) üretimi 3.394.783 ton, hıyar (*Cucumis sativus*) 1.938.545 ton, kavun (*Cucumis melo*) 1.587.230 ton, kabak (*Cucurbita pepo*; sakız kabağı) 590.362 ton, balkabağı (*C. maxima*, *C. moschata*) 92.968 ton, çerezlik kabak (*C. pepo* var. *styriaca*) 60.970 ton ve acur (*C. flexuosus*) 39.421 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2024). Bu rakamlar, Türkiye’nin kabakgil üretiminde hem iç pazar hem de ihracat açısından kayda değer bir paya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Küresel ölçekte kabakgil üretiminde en önemli sınırlayıcı faktörlerden biri viral hastalıklardır. Şimdiye kadar kabakgil bitkilerinde doğal koşullarda enfeksiyon oluşturan 90’a yakın virüs tanımlanmıştır (Lecoq & Desbiez, 2020). Bu virüsler arasında Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), Cucumber mosaic virus (CMV), Watermelon mosaic virus (WMV) ve Papaya ringspot virus (PRSV) ekonomik açıdan en önemli patojenler arasında yer almaktadır (Desbiez & Lecoq, 1997; Moreno et al., 2004). Bu etmenler, bitkilerde mozaik, yaprak deformasyonu, klorotik lekeler, cüceleşme, meyve şekil bozuklukları ve renk düzensizlikleri gibi belirgin semptomlara yol açarak hem verim hem de pazar değerinde ciddi kayıplara neden olmaktadır (Zitter et al., 1996).

Özellikle Potyviridae familyasına bağlı türler, kabakgil üretiminde en yaygın ve zararlı virüs grubunu oluşturmaktadır. Tek sarmallı pozitif sense RNA genomuna sahip olan potyvirusler, çoğunlukla yaprak bitleri (Aphididae) aracılığıyla non-persistent taşınım modunda hızlı şekilde yayılabilmektedir

(Hull, 2014). Bu özellik, tarla koşullarında kısa sürede epidemilere yol açmalarına neden olmaktadır. ZYMV ve WMV, başta Akdeniz havzası olmak üzere birçok üretim bölgesinde yaygınlık göstermekte ve ciddi ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Lecoq et al., 1981; Desbiez et al., 2007). PRSV ise kabakgillerin yanı sıra tropik bölgelerde papaya üretimini de tehdit etmesi nedeniyle küresel ölçekte önem arz etmektedir (Gonsalves, 1998).

Sonuç olarak, kabakgil üretiminde viral hastalıklar, üretim miktarı ve kalitesini sınırlayan en önemli biyotik stres faktörlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, söz konusu virüslerin epidemiyolojisinin anlaşılması, dayanıklı çeşit geliştirme çalışmaları ve entegre mücadele stratejilerinin uygulanması, kabakgil yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği için büyük önem taşımaktadır.

Potyvirüslerin Biyolojisi ve Vektör İlişkileri

Potyviridae familyası, bitkilerde hastalık oluşturan en büyük RNA virüs gruplarından birini temsil etmektedir. Bu familya içerisinde yer alan Potyvirus cinsi, yaklaşık 200'den fazla tanımlanmış türü ile tarımsal açıdan en önemli virüs gruplarından (Adams et al., 2011; Revers & García, 2015). Potyviruslar; geniş konukçu yelpazesi, hızlı yayılma yetenekleri ve ürünlerde yol açtıkları ciddi kalite ve verim kayıpları nedeniyle sebze, meyve ve endüstri bitkilerinde büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

Genom Yapısı ve Protein İşlenmesi

Potyvirus genomu, yaklaşık 9–11 kb uzunluğunda tek iplikçikli pozitif duyarlı RNA'dan oluşur ve genomun 5' ucunda VPg proteini, 3' ucunda ise poliadenilat kuyruğu bulunur (Adams et al., 2005; Urcuqui-Inchima et al., 2001). Genomda yer alan tek açık okuma çerçevesi (ORF), bir poliprotein sentezler. Bu poliprotein, virüs tarafından kodlanan proteazlar aracılığıyla proteolitik olarak kesilerek fonksiyonel viral proteinlere ayrılır. Bu proteinler arasında replikasyon kompleksi elemanları (NIb RNA polimerazı, NIa proteazı vb.), yapısal proteinler (kapsid proteini, CP) ve hücreden hücreye taşınımı sağlayan yardımcı faktörler (HC-Pro, CI, P3 vb.) yer almaktadır (Riechmann et al., 1992; Revers & García, 2015).

Vektör İlişkileri ve Bulaşma Mekanizması

Potyvirusların en önemli yayılım şekli, yaprak bitleri (Aphididae) aracılığıyla gerçekleşen non-persistent taşınmadır. Bu taşınma şeklinde virüs partikülleri, böceğin beslenme stiletinde yer alan spesifik bölgelerde çok kısa süreli (saniyeler-dakikalar) tutunur ve konukçu bitkiye hızlı bir şekilde aktarılır (Pirone & Blanc, 1996). Özellikle *Myzus persicae* (şeftali yaprak biti) ve *Aphis gossypii* (pamuk yaprak biti) gibi türler, potyviruslerin başlıca vektörleri olarak tanımlanmıştır (Katis et al., 2007). Virüsün kısa süreli tutulumu, vektör kontrolünün tek başına yeterli bir mücadele yöntemi olamamasına neden olmaktadır. Çünkü insektisit uygulamaları böcekleri öldürse dahi, virüsün hızlı bulaşmasını engelleyememektedir.

Potyvirusların vektörlerle etkileşiminde en kritik proteinlerden biri Helper Component-Proteinase (HC-Pro)'dur. Bu protein, hem viral RNA silencing supressörü (VSR) görevi yaparak bitkinin antiviral savunma mekanizmasını baskılar, hem de virüs partiküllerinin yaprak biti stiletine bağlanmasını kolaylaştırarak taşınımı destekler (Wang & Pirone, 1999; Blanc et al., 2014).

Potyvirusların epidemiyolojisinde yaprak biti vektörleri dışında başka bulaşma yolları da rol oynamaktadır. Özellikle mekanik bulaşma (tarımsal aletler, budama, bitki teması vb.) ve insan kaynaklı faaliyetler virüsün kısa mesafelerde yayılmasına neden olmaktadır (Hull, 2014). Bunun yanı sıra bazı potyvirusler tohumla taşınabilmekte, bu da uzun mesafeli taşınım ve epidemilerin başlangıcı açısından kritik rol oynamaktadır (Shukla et al., 1994).

1) Zucchini yellow mosaic virus- *Potyvirus cucurbitaflaviteselati*

Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), Potyviridae familyası ve Potyvirus cinsine ait olup kabakgil (Cucurbitaceae) bitkilerinde önemli ekonomik kayıplara yol açan en yaygın viral patojenlerden biridir. İlk olarak 1973 yılında İtalya'da tanımlanan virüs (Lisa et al., 1981), günümüzde başta Akdeniz havzası, Asya, Amerika ve Afrika olmak üzere dünyanın birçok üretim bölgesinde rapor edilmiştir. ZYMV, özellikle kabak (*Cucurbita* spp.), kavun (*Cucumis melo*), karpuz (*Citrullus lanatus*) ve hıyar (*C. sativus*) gibi türlerde ciddi epidemilere neden olmaktadır.

ZYMV, yaklaşık 9.6 kb uzunluğunda tek iplikçikli pozitif duyarlı RNA genomuna sahiptir. Genom, tek bir açık okuma çerçevesi (ORF) içerir ve bu ORF, büyük bir poliprotein sentezler. Poliprotein, virüs tarafından kodlanan proteazlar (özellikle NIa ve HC-Pro) tarafından proteolitik olarak işlenerek yapısal (kapsid proteini, CP) ve yapısal olmayan proteinlere ayrılır (Gal-On, 2007). Bu proteinler, replikasyon, hareket, vektör ilişkileri ve bitki savunma mekanizmalarının baskılanmasında kritik rollerde görev almaktadır.

ZYMV, başlıca yaprak bitleri (Aphididae) tarafından non-persistent taşınım yoluyla yayılır. Özellikle *Aphis gossypii* ve *Myzus persicae* en önemli vektör türleridir (Desbiez & Lecoq, 1997). Taşınım, saniyeler ile dakikalar içerisinde gerçekleşebilir; bu nedenle insektisit uygulamaları epidemilerin önlenmesinde yetersiz kalabilmektedir. Bunun yanı sıra, virüs mekanik yollarla (tarımsal işlemler, bitki teması) da bulaşabilmekte, ancak tohumla taşınımı bildirilmemiştir.

Konukçu Dizisi

ZYMV, kabakgillerle sınırlı dar bir konukçu dizisine sahiptir. Bu özellik, onu geniş konukçu yelpazesine sahip olan Cucumber mosaic virus (CMV) gibi virüslerden ayırır. Ancak kabakgiller içinde ekonomik öneme sahip türlerin neredeyse tamamını etkileyebilmesi nedeniyle büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Lecoq & Desbiez, 2012).

Belirtiler

ZYMV enfeksiyonları, bitki gelişim dönemine ve enfeksiyon zamanına bağlı olarak farklı şiddetlerde semptomlara yol açar:

- Yapraklarda: Mozaik, kloroz, büzülme, deformasyon ve küçülme (Resim 1).
- Bitki gelişiminde: Cüceleşme, boğum aralarının kısalması, genel gelişme geriliği.
- Meyvelerde: Şekil bozuklukları, renk düzensizlikleri, yüzeyde pürtüklü yapı, kalite kayıpları (Resim 2).

Özellikle erken dönem enfeksiyonlarda bitkiler ciddi şekilde bodur kalmakta ve meyve verimi büyük ölçüde düşmektedir.



Resim 1: ZYMV ile enfekteli bitki



Resim 2: ZYMV ile enfekteli kabak meyvesi

2) Watermelon mosaic virus- *Potyvirus citrulli*

Watermelon mosaic virus (WMV), Potyviridae familyası, Potyvirus cinsine ait önemli bir viral etmenidir ve Cucurbitaceae familyası içerisinde yaygın olarak zarara neden olmaktadır. İlk olarak 1960'larda tanımlanan WMV, günümüzde Akdeniz havzası, Asya, Amerika ve Afrika'da kabakgil üretimini tehdit eden başlıca virüslerden biridir. İlk teşhisinde WMV-1 ve WMV-2 olarak isimlendirilerek 2 farklı grupta ele alınmış, ancak daha sonra ise 3 farklı virüs (Karpuz mozaik virüsü, Papaya halkalı virüsü ve Fas karpuz mozaik virüsü) olarak tanımlanmıştır (Lecoq, 2008). Enfeksiyon, yapraklarda mozaik, kloroz, deformasyon ve meyvelerde renk bozuklukları ile karakterize edilir. Etmenin deneysel olarak 170'ten fazla bitki türü ve 27'den fazla bitki familyasında enfeksiyona yol açtığı rapor edilmiştir (Shukla, 1992). WMV, yaprak bitleri tarafından **non-persistent** olarak taşınır ve bu nedenle kimyasal mücadele yöntemleri sınırlı başarı göstermektedir. Virüsün kontrolünde dayanıklı çeşit geliştirilmesi, kültürel tedbirler ve biyoteknolojik yaklaşımlar öne çıkmaktadır. WMV'nin yayılımında yaprak bitleri (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*) temel vektörlerdir. Virüs, non-persistent taşınır; yani vektör böceklerin beslenme stiletinde kısa süre kalır ve hızlı şekilde yeni bitkilere aktarılır. Bu nedenle insektisit uygulamaları salgınların önlenmesinde yetersiz kalabilmektedir.

Virüs ayrıca mekanik yollarla bulaşabilmekte, ancak tohumla taşınmamaktadır. Epidemiler genellikle yaz aylarında yaprak biti popülasyonlarının artışıyla paralel olarak gelişmektedir

Bulaşma ve Epidemiyoloji

WMV'nin yayılımında yaprak bitleri (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*) temel vektörlerdir. Virüs, non-persistent taşınır; yani vektör böceklerin beslenme stiletinde kısa süre kalır ve hızlı şekilde yeni bitkilere aktarılır. Bu nedenle insektisit uygulamaları salgınların önlenmesinde yetersiz kalabilmektedir. Virüs ayrıca mekanik yollarla bulaşabilmekte, ancak tohumla taşınmamaktadır. Epidemiler genellikle yaz aylarında yaprak biti popülasyonlarının artışıyla paralel olarak gelişmektedir (Desbiez et al., 2007).

WMV'nin doğal konukçuları Cucurbitaceae familyasına aittir. Özellikle ekonomik zarar oluşturduğu bitkiler; Karpuz (*Citrullus lanatus*), Kavun (*Cucumis melo*), Hıyar (*Cucumis sativus*), Kabak (*Cucurbita pepo*). Ayrıca bazı yabancı ot türleri de virüsün rezervuarı olarak işlev görmektedir (Desbiez & Lecoq, 2004).

Belirtiler

Enfeksiyonun şiddeti, bitkinin yaşı, çeşidi ve çevresel faktörlere göre değişmektedir. Yapraklarda şiddetli ve hafif mozaik desenler, klorotik lekeler, deformasyon, küçülme; bitki boyunda gerileme, bitki gelişiminde zayıflama, sdamarlarda bantlaşma, boğum aralarının kısalması şeklindedir. Enfekteli bitkilerde meyvelerde renk bozuklukları, yüzey pürüzlülüğü ve şekil bozuklukları şeklinde olur (Resim 2).



Resim 2: Watermelon mosaic virus ile enfekteli kabak bitkisi (Ş.Topkaya)

Özellikle meyve deformasyonu ve renk değişimleri, taze tüketim için yetiştirilen kabak ve kavunda pazar değerini ciddi şekilde düşürmektedir.

Watermelon mosaic virus, kabakgil üretiminde küresel ölçekte önemli bir tehdit olmaya devam etmektedir. Özellikle meyve kalite kayıpları pazar değerini ciddi ölçüde azaltmaktadır. Kimyasal kontrol yöntemlerinin sınırlı etkinliği nedeniyle dayanıklı çeşit geliştirme ve entegre yönetim stratejileri büyük önem taşımaktadır. Biyoteknoloji tabanlı yaklaşımlar ise gelecekte sürdürülebilir mücadele için umut verici seçenekler arasında yer almaktadır.

3) Papaya ringspot virus- *Potyvirus papayanuli*

PRSV, ilk olarak papaya bitkisinde tanımlanmış ve daha sonra kabakgillerde de yaygın olarak rapor edilmiştir. Virüs dünya çapında tropik ve subtropik bölgelerde kabakgil üretimini tehdit eden başlıca patojenlerden

biridir (Lecoq & Desbiez, 2020). Türkiye’de kabakgil üretimi açısından PRSV’nin varlığı sınırlı sayıda çalışmaları doğrulanmıştır, ancak özellikle **karışık enfeksiyonlarda** önemli bir rol oynadığı görülmektedir.

Papaya ringspot virus (PRSV), Potyviridae familyası, Potyvirus cinsine ait önemli bir bitki patojeni olup, özellikle Cucurbitaceae ve Caricaceae familyalarını etkiler. Kabakgil bitkilerinde (Cucurbita spp., Cucumis spp., Citrullus spp.) bulaşması, yapraklarda mozaik, kloroz, yaprak deformasyonu ve meyve bozukluklarına yol açarak kalite ve verimde ciddi kayıplara sebep olur. Virüs, yaprak bitleri (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*) tarafından **non-persistent** modda taşınır. Türkiye’de PRSV, özellikle kabak ve kavun üretim alanlarında yapılan ELISA ve PCR temelli saha taramalarında tespit edilmiştir. Karışık enfeksiyonlar genellikle WMV ve ZYMV ile birlikte görülür.

Bulaşma ve Epidemiyoloji

PRSV, non-persistent modda yaprak bitleri ile taşınır; kısa süreli beslenmeler bulaş için yeterlidir. Mekanik bulaşma ve insan aktiviteleri de enfeksiyon riskini artırır. Tohum yoluyla taşınması nadirdir, ancak bazı çalışmalarda düşük oranlarda rapor edilmiştir. Türkiye’de epidemiyolojik olarak PRSV, genellikle WMV ve ZYMV ile birlikte görülen karışık enfeksiyonlarda saptanmıştır.

Semptomlar

Yapraklar: Mozaik desenler, klorotik lekeler, kıvrılma, yaprak deformasyonu. Bitki gelişimi: Büyüme geriliği, boğum aralarının kısılması. Meyveler: Renk bozuklukları, şekil bozuklukları, kabarcık veya şişlikler.

Türkiye’de PRSV Çalışmaları

Bölge	Yıl	Konukçu	Enfeksiyon Oranı	Yöntem	Kaynak
Gaziantep	2006	Kabak, kavun	PRSV (WMV ZYMV karışık enf.)	%42 ve DAS- ile ELISA	Özaslan ve ark.
Tokat	2018	Kabak	PRSV tespit edildi (WMV/ZYMV ile karışık)	DAS- ELISA	Topkaya ve ark.
Çukurova (Adana– Mersin)	2016	Kabak, kavun	Karışık enfeksiyonlarda PRSV bulundu	DAS- ELISA, RT-PCR	Kamberoğlu ve Desbiez
Marmara/Çanakkale	2024	Kabak	Karışık enfeksiyon örneklerinde PRSV saptandı	DAS- ELISA	Sarı ve ark.

- Türkiye’de PRSV ile yapılan çalışmalar, PRSV’nin Türkiye’de tek başına değil, çoğunlukla WMV ve ZYMV ile birlikte **karışık enfeksiyonlar** şeklinde bulunduğunu göstermektedir (Topkaya et al., 2020). Türkiye’de PRSV üzerine moleküler düzeyde yapılan çalışmalar sınırlıdır; çoğunlukla CP gen analizi ve ELISA temelli tespitler mevcuttur.

4. Moroccan watermelon mosaic virus- *Potyvirus citrullimoroccense*

Fas karpuz mozaik virüsü (MWMV, *Potyvirus citrullimoroccense*), Güney Avrupa'daki kabakgiller bitkilerinde yeni ortaya çıkan bir virüstür (Lecoq et al., 2001), 1974'te Fas'ta ilk kez analiz edilen biyolojik ve serolojik özelliklere, kabakgillerin meyvelerinde ve yapraklarında ciddi deformasyonlara, kabarcıklara ve kloroza dayanarak WMV suşu olarak tanımlanmış ve geçici olarak WMV-2 olarak adlandırılmıştır, daha sonraki serolojik ve peptid profili analizleri, MWMV'yi ayrı bir tür olarak

doğrulamıştır (McKern et al., 1993), filogenetik çalışmalar ise onu papaya halkalı leke (PRSV) potyvürüs alt grubunun bir üyesi olarak sınıflandırmıştır (Yakoubi et al., 2008; Ibaba 2015)]. MWMV'nin ana konukçuları kabakgiller olmak üzere dar bir konukçu yelpazesi vardır, ancak aynı zamanda Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nden ve Kenya'da papaya (Carica papaya L., Caricaceae) da bildirilmiştir (Arocha et al., 2008, (Read et al., 2020). Şu ana kadar coğrafi dağılımla ilişkili üç MWMV filogenetik grubu tanımlanmıştır: Batı ve Orta Afrika (Nijer, Kamerun ve Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nden izolatları içerir), Güney Afrika (Svaziland ve Güney Afrika'dan izolatları içerir) ve Akdeniz grubu. Sonuncusu Fas, Tunus, Yunanistan, İtalya, İspanya ve Fransa'dan izolatları içerir (Ibaba et al., 2016). Ek olarak, MWMV Doğu Sudan'da (Lecoq et al., 2001), Portekiz'de, Zimbabve'de, Kanarya Adaları'nda Yakoubi et al., 2008), Tanzanya'da (Menzel et al., 2011), Nijerya'da (Owolabi et al., 2011), İran'da (Bananej et al., 2018), Kenya'da [Read et al., 2020; Mumo et al., 2022), Burkina Faso'da (Mumo et al., 2022), Benin'de (Lecoq et al., 2008) ve Brezilya'da (Silva et al., 2024) tespit edilmiştir Jagunić et al., 2025). Bu virüsün Türkiye 'de varlığı ilk defa Aksayaray'da rapor edilmiştir (Yeşil 2021)

Papayada MWMV enfeksiyonunun belirtileri yapraklarda beneklenme, mozaik, ayakbağı bağı, kıvrılma ve buruşma ve farklı büyüklük ve şekillerdeki meyvelerde halka lekeleridir. Papayada MWMV enfeksiyonunun neden olduğu diğer belirtiler arasında bitkilerin gövdelerinin ve yaprak saplarının üst kısmında çok sayıda suyla ıslanmış veya yağ çizgili lezyonlar bulunur. Hastalık ilerledikçe, enfekteli papaya bitkileri bodurlaşır ve rozetleşir, lifli bir iç gövdeye sahip olur (Arocha ve ark. 2008 ; Mumo ve ark. 2020). Buna karşılık, MWMV ile enfekte olmuş kabakgiller mozaik, şiddetli ipliksi ve çarpıcı damar arası kloroz gösterir, yapraklarda kabarık koyu yeşil kabarcıklar vardır. Bu bitkilerin erken enfeksiyonu şiddetli bodurluğa yol açar ve bunun sonucunda minimum meyve verimi veya tamamen ürün kaybı olur. Enfekte olmuş meyveler, kabarmış yüzeylerle şekilsizdir (Fischer ve Lockhart 1974 ; Ibaba ve ark. 2016 ; Lecoq ve ark. 2001 ; Yakoubi ve ark. 2008).

SONUÇ

Sonuç olarak, potyvürüslerin biyolojisi ve vektör ilişkileri, bu virüslerin neden olduğu epidemilerin anlaşılmasında temel öneme sahiptir. RNA genom

yapısı ve protein işlevlerinin çözülmesi, virüs-replikasyon mekanizmalarının aydınlatılması için kritik bilgiler sunmaktadır. Öte yandan, yaprak bitleriyle gerçekleşen hızlı ve etkin non-persistent taşınım, klasik vektör kontrol yöntemlerinin yetersiz olduğunu ortaya koymakta; dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, kültürel önlemler ve entegre yönetim stratejilerinin uygulanmasının zorunluluğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Adams, M. J., Antoniw, J. F., & Fauquet, C. M. (2005). Molecular criteria for genus and species discrimination within the family Potyviridae. *Archives of Virology*, 150, 459–479.
- Adams, M. J., et al. (2011). Family Potyviridae. In *Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses* (pp. 1069–1089). Elsevier.
- Arocha, Y., Vigheri, N., Nkoy-Florent, B., Bakwanamaha, K., Bolomphety, B., Kasongo, M., ... & Jones, P. (2008). First report of the identification of Moroccan watermelon mosaic virus in papaya in Democratic Republic of Congo. *Plant Pathology*, 57(2).
- Bananej, K., Orfanidou, C. G., Maliogka, V. I., & Katis, N. I. (2018). First report of Moroccan watermelon mosaic virus in zucchini in Iran. *Plant Disease*, 102(10), 2047.
- Blanc, S., Drucker, M., & U zest, M. (2014). Localizing viruses in their insect vectors. *Annual Review of Phytopathology*, 52, 403–425.
- Desbiez, C., & Lecoq, H. (1997). Zucchini yellow mosaic virus. *Plant Pathology*, 46(6), 809–829.
- Desbiez, C., & Lecoq, H. (2004). Biological and molecular variability of Watermelon mosaic virus: Perspectives for control. *Plant Disease*, 88(12), 1237–1242.
- Desbiez, C., Wipf-Scheibel, C., & Lecoq, H. (2007). Biological and molecular variability of watermelon mosaic virus (WMV, Potyvirus). *Archives of Virology*, 152(4), 775–781.
- Desbiez, C., Wipf-Scheibel, C., & Lecoq, H. (2007). Biological and molecular variability of potyviruses infecting cucurbits in France. *Plant Pathology*, 56, 512–520.
- Fuchs, M., & Gonsalves, D. (2007). Safety of virus-resistant transgenic plants two decades after their introduction: Lessons from realistic field risk assessment studies. *Annual Review of Phytopathology*, 45, 173–202.
- Gal-On, A. (2000). A point mutation in the FRNK motif of the potyvirus helper component-protease gene alters symptom expression in cucurbits and elicits protection against the severe homologous virus. *Phytopathology*, 90(9), 933–939.

- Gal-On, A. (2007). Zucchini yellow mosaic virus: insect transmission and pathogenicity—the tails of two proteins. *Molecular Plant Pathology*, 8(2), 139–150.
- Gonsalves, D. (1998). Control of papaya ringspot virus in papaya: a case study. *Annual Review of Phytopathology*, 36, 415–437.
- Hull, R. (2014). *Plant Virology* (5th ed.). Academic Press.
- Ibaba, J. D., Laing, M. D., & Gubba, A. (2015). First report of a novel potyvirus from the Papaya ringspot virus cluster infecting Zucchini (*Cucurbita pepo*) in KwaZulu-Natal, Republic of South Africa. *Plant Disease*, 99(9), 1289.
- Ibaba, J. D., Laing, M. D., & Gubba, A. (2016). Genome sequence analysis of two South African isolates of Moroccan watermelon mosaic virus infecting cucurbits. *Virus Genes*, 52(6), 896–899.
- Jagunić, M., Grbin, D., Marohnić, M., Novak, A., Čajkulić, A. M., & Škorić, D. (2025). Severely Symptomatic Cucurbits in Croatia Dominantly Harbor a Complex of Potyviruses Including the Emerging Moroccan Watermelon Mosaic Virus. *Agronomy*, 15(7), 1613.
- Katis, N. I., Tsitsipis, J. A., Stevens, M., & Powell, G. (2007). Transmission of plant viruses. In: van Emden, H. F., Harrington, R. (eds.), *Aphids as Crop Pests* (pp. 353–390). CABI.
- Lecoq, H., & Desbiez, C. (2012). Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean region: An ever-changing picture. *Advances in Virus Research*, 84, 67–126.
- Lecoq, H., Dafalla, G., Desbiez, C., Wipf-Scheibel, C., Delécolle, B., Lanina, T., ... & Grumet, R. (2001). Biological and molecular characterization of Moroccan watermelon mosaic virus and a potyvirus isolate from Eastern Sudan. *Plant disease*, 85(5), 547–552.
- Lecoq, H., Desbiez, C., & Wipf-Scheibel, C. (2003). Biological properties and molecular variability of ZYMV isolates. *Archives of Virology*, 148, 423–433.
- Lecoq, H., Justafré, I., Wipf-Scheibel, C., & Desbiez, C. (2008). Moroccan watermelon mosaic virus newly reported on zucchini squash in France. *Plant Pathology*, 57(4).

- Lecoq, H., Lemaire, J. M., & Wipf-Scheibel, C. (1981). Control of zucchini yellow mosaic virus in squash by cross protection. *Annals of Applied Biology*, 99(2), 241–246.
- Lisa, V., Boccardo, G., D'Agostino, G., Dellavalle, G., & D'Aquilio, M. (1981). Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. *Phytopathology*, 71(7), 667–672.
- McKern, N. M., Strike, P. M., Barnett, O. W., Ward, C. W., & Shukla, D. D. (1993). Watermelon mosaic virus-Morocco is a distinct potyvirus. *Archives of virology*, 131(3-4), 467-473.
- Menzel, W., Abang, M. M., & Winter, S. (2011). Characterization of cucumber vein-clearing virus, a whitefly (*Bemisia tabaci* G.)-transmitted carlavirus. *Archives of virology*, 156(12), 2309-2311.
- Moreno, I. M., et al. (2004). Variability and genetic structure of Cucumber mosaic virus populations from Spain. *Journal of General Virology*, 85(1), 73–80.
- Mumo, N. N., Ateka, E. M., Mamati, E. G., Rimberia, F. K., Asudi, G. O., Machuka, E., ... & Pelle, R. (2022). Occurrence of a novel strain of Moroccan watermelon mosaic virus infecting pumpkins in Kenya. *Plant Disease*, 106(1), 39-45.
- Owolabi, A. T., Rabenstein, F., Ehrig, F., Edgar, M. M., & Vetten, H. J. (2012). Strains of Moroccan watermelon mosaic virus isolated from *lagenaria breviflorus* and *Coccinia barteri* in Calabar, Southeastern Nigeria.
- Palukaitis, P., et al. (1992). Cucumber mosaic virus. *Advances in Virus Research*, 41, 281–348.
- Paris, H. S. (2016). Genetic resources of pumpkins and squash, *Cucurbita* spp. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 63, 433–445.
- Pirone, T. P., & Blanc, S. (1996). Helper-dependent vector transmission of plant viruses. *Annual Review of Phytopathology*, 34, 227–247.
- Provvidenti, R. (1991). Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in *Cucurbita moschata*. *Plant Disease*, 75(10), 1040–1043.
- Provvidenti, R. (1996). Diseases caused by viruses. In *Compendium of Cucurbit Diseases* (pp. 37–45). APS Press.
- Purcifull, D. E., & Hiebert, E. (1979). Serological distinction of watermelon mosaic virus isolates. *Phytopathology*, 69(2), 112-116.

- Read, D. A., Muoma, J., & Thompson, G. D. (2020). Metaviromic analysis reveals coinfection of papaya in western Kenya with a unique strain of Moroccan watermelon mosaic virus and a novel member of the family Alphaflexiviridae. *Archives of Virology*, 165(5), 1231-1234.
- Revers, F., & García, J. A. (2015). Molecular biology of potyviruses. *Advances in Virus Research*, 92, 101–199.
- Riechmann, J. L., Lain, S., & García, J. A. (1992). Highlights and prospects of potyvirus molecular biology. *Journal of General Virology*, 73, 1–16.
- Shukla, D. D., Ward, C. W., & Brunt, A. A. (1994). *The Potyviridae*. CABI.
- Silva, B. A., Kauffmann, C. M., Mota, H. B. S., Queiroz, P. S., Batista, A. M. V., Cardenas, S. B. S., ... & Nagata, T. (2024). First report of Moroccan watermelon mosaic virus in pumpkin plants in Brazil. *Plant Disease*, 108(2), 539.
- Urcuqui-Inchima, S., Haenni, A. L., & Bernardi, F. (2001). Potyvirus proteins: a wealth of functions. *Virus Research*, 74, 157–175.
- Wang, R. Y., & Pirone, T. P. (1999). HC-Pro mediates aphid transmission of potyviruses by interaction with the virus coat protein. *Virology*, 253(1), 140–147.
- Whitaker, T. W., & Davis, G. N. (1962). *Cucurbits*. Interscience Publishers.
- Yakoubi, S., Desbiez, C., Fakhfakh, H., Wipf-Scheibel, C., Marrakchi, M., & Lecoq, H. (2008). Biological characterization and complete nucleotide sequence of a Tunisian isolate of Moroccan watermelon mosaic virus. *Archives of virology*, 153(1), 117-125.
- Yeşil, S. (2021). First report of Moroccan watermelon mosaic virus on edible seed squash in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 103(2), 737-737.
- Zitter, T. A., Hopkins, D. L., & Thomas, C. E. (1996). *Compendium of Cucurbit Diseases*. APS Press.

BÖLÜM 12

TARIMSAL UYGULAMALARDA ALLELOPATİNİN ROLÜ VE POTANSİYELİ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794074>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye.
aysegul.durukan@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5193-0628

GİRİŞ

Dünyanın artan nüfusu ve iklim değişikliği gün geçtikçe daha fazla, doğaya ve canlılara zarar vermeye başlamıştır. Bu durum, çevre dostu tarımsal uygulamalara olan ihtiyacı artırmakla birlikte, pestisit, herbisit ve sentetik gübre kullanımına alternatif biyolojik yöntemlerin gerekliliğini gözler önüne sermektedir. Bu bakımdan, bitkiler arası kimyasal etkileşimleri inceleyen allelopati, ekolojik denge ve sürdürülebilir tarımsal üretim için önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Rice, 1984). Allelopati, bir bitkinin, bir başka bitkiyi, çimlenme, büyüme ve gelişme süreçlerinde kimyasal maddeler aracılığıyla etkilemesi olarak tanımlanır. Bu kimyasallar genellikle sekonder metabolitler sınıfına ait olup, bitkiler arası uyumu gösteren bitkilerin doğal savunma sisteminin bir parçasıdır (Willis, 2004). Bitkiler tarafından salgılanan bu bileşikler genellikle toprağa bırakılmakta ve daha sonra aynı ortamda gelişebilecek bitkilerin farklı gelişme dönemlerini etkilemektedir (Moyer ve Huang, 1997).

Bitkiler arasındaki bu uyum ya da uyumsuzluk uzun yıllardır bilinse de, "allelopati" terimi ilk kez Molisch (1937) tarafından önerilmiştir (Gürsoy ve ark., 2013). İlerleyen yıllarda yapılan bir çok çalışmada tarımsal sistemlerde allelopatik etkileşimlerin verim, ürün kalitesi ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri kapsamlı şekilde araştırılmıştır (Yılar, 2007).

Çalışmalar göstermektedir ki, bitkiler tarafından salgılanan allelokimyasallar yalnızca bitkilerin çimlenmesini ve büyümesini değil, aynı zamanda toprak mikrobiyal komünitesini, enzim aktivitelerini ve besin elementlerinin biyoyararlanımını da etkilemektedir (Qasem ve Issa, 2018). Bu yüzden bitkiler arasındaki allelopatik etkileşimlerin kapsamı yalnızca bitkisel üretimle sınırlı kalmayıp aynı zamanda tarım ekosistemlerinin genel sağlığı üzerinde de etkilerini göstermiştir.

Modern tarımda allelopati araştırmaları üç ana başlıkta ilerlemektedir:

1. Yabancı otların doğal yollarla baskılanması;
2. Ürün rotasyonu ve münavebe sistemleriyle toprağın toksik yükünün azaltılması;
3. Organik tarımda allelopatik bitki kalıntılarının biyolojik gübre veya doğal herbisit olarak kullanılması (John ve ark., 2010). Bu amaçla hem doğal (bitki özütleri, yaprak döküntüleri) hem de yarı doğal

(organik malçlar, biyostimülanlar) bileşikler, çeşitli sebze türlerinde uygulanmaktadır.

1. ALLELOPATİK MEKANİZMALAR

Allelopati, bitkiler arasında gerçekleşen bir iletişim biçimi olarak değerlendirilebilir (Bais ve ark., 2004; Weir ve ark., 2004; 2014; Trezzi ve ark., 2016). Bitkiler, sekonder metabolizma yoluyla çok sayıda bileşik sentezler. Bu bileşiklerin üretimi, öncü moleküllere ve özelleşmiş genlerin varlığına göre değişim gösterir. Ayrıca allelokimyasalların sentezlenmesi için gerekli genlerin aktivasyonu genellikle çevresel uyaranlara bağlıdır (Croteau ve ark., 2000; Trezzi ve ark., 2016).

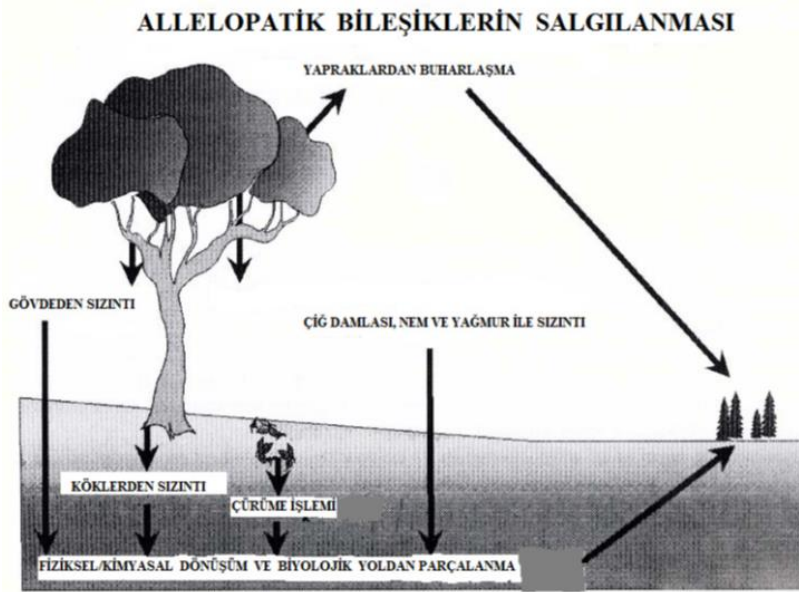
Bitkilerin çevrelerindeki organizmalar üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler yaratmasına neden olan allelopatik maddeler, karmaşık biyokimyasal süreçler sonucu sentezlenmekte ve çevreye çeşitli yollarla salınmaktadır. Bu maddelerin salınım biçimi, etkilediği hedef organizmanın türüne, çevre koşullarına ve uygulama şekline bağlı olarak farklılık göstermektedir. Allelopatik etkileşimlerin, genellikle çimlenmeyi baskılama, kök uzamasını yavaşlatma, enzimatik faaliyetleri inhibe etme, hormonal dengeyi bozma veya hücre zarının geçirgenliğini etkileme gibi mekanizmalarla gerçekleştiği bildirilmektedir (Rice, 1984; Qasem ve Issa, 2018).

Bitkilerdeki allelopatik etkiler; tür içi ve türler arası toksidite olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Tür içi toksidite, bir bitki türünün salgıladığı allelokimyasalın, aynı türe ait 5 üyenin fizyolojik gelişim dönemlerinde sorunlara yol açması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Türler arası toksidite ise, tür içi toksiditeye gözlemlenen olumsuzlukların başka bitki türlerinde ortaya çıkmasıdır (Tokat, 2024).

Allelopati ve rekabet mekanizmaları farklı olmasına rağmen birbirleriyle ilişkilidir (Ahn ve ark., 2005). Allelopatinin büyümeyi engellemesi, engellenen bitkinin rekabet gücünü azaltır (Ahn ve ark., 2005; Jabran ve ark., 2015).

1.1. Allelokimyasalların Salınım Yolları

Allelokimyasallar, bitki tarafından çevreye salınmakta ve yakınındaki diğer bitkilerin gelişimini etkilemektedir. Allelopatik etkiler, olumsuz çevre koşulları (kuraklık, besin elementi eksikliği, hastalık zararlı etmenleri v.b.) ile birlikte etkisini artırabilmektedir (Temel ve Tan, 2004).



Şekil 1. Allelokimyasalların salgılanma yolları (Gürsoy ve ark., 2013).

Bitkiler, allelokimyasalları çevreye çeşitli yollarla yayarlar. Bu salınım yolları beş ana grupta toplanabilir:

Kök salgıları: Bitki köklerinden doğrudan toprağa salınan bileşiklerdir. Örneğin *Sorghum bicolor* köklerinden salgılanan sorgoleone, yabancı otların çimlenmesini baskılayan güçlü bir allelokimyasal bileşiktir (Uddin ve ark., 2014).

Toprak üstü aksamdan yıkanma: Yağmur suyu ya da sulama sonrası yaprak yüzeyinden toprak yüzeyine sızan maddelerdir. *Okaliptus* ve *Juglans regia* yapraklarında bu yolla yüksek oranda fenolik bileşik birikimi gözlemlenmiştir (Li ve ark., 2010).

Uçucu bileşikler: Havadaki gaz fazına geçen maddelerdir. Örneğin *Artemisia absinthium* gibi bazı türler, uçucu yağlar aracılığıyla çevredeki bitkilerin çimlenmesini engeller (Dudai ve ark., 1999).

Ayrışma: Yaprak, sap ve kök gibi bitki kalıntılarının toprakta ayrışması sırasında açığa çıkan fenolik asitler ve terpenler gibi bileşikler, toprak florasını ve çimlenme süreçlerini etkileyebilir (Ulus, 2021).

Polen, nektar ve meyve salgıları: Daha az yaygın olmakla birlikte bazı bitkiler, meyve ve polen yapılarından da toksik maddeler salabilir (Molisch, 1937).

1.2. Allelokimyasalların Sınıflandırması

Allelopatik kimyasallar bitkinin tohum, meyve, çiçek, yaprak, rizom ve sap gibi bitkinin bütün bölümlerinde bulunmaktadır (Tokat, 2024).

Bitkiler allelokimyasallara maruz kaldıklarında, büyüme ve gelişmeleri etkilenir. Kolayca görülebilen etkiler arasında çimlenme hızının engellenmesi veya gecikmesi; tohumların koyulaşması ve şişmesi; kök veya kökçük ve sürgün veya koleoptil uzamasının azalması; kök uçlarının şişmesi veya nekrozu; kök ekseninin kıvrılması; renk bozulması, kök tüylerinin olmaması; seminal kök sayısının artması; kuru ağırlık azalması; ve verim kaybı yer alır. Bu genel morfolojik etkiler, allelopatinin olumsuz etkilerine maruz kalan bitkilerde, hücresel veya moleküler düzeyde etki eden daha özel maddelerin neden olduğu ikincil belirtileri olabileceği bildirilmiştir (Rice, 1979; Demeti, 2024).

Allelopatik etkilere neden olan kimyasal maddeler büyük ölçüde sekonder metabolitler grubuna girer. Bu bileşikler bitkinin temel yaşamsal fonksiyonları için gerekli olmamakla birlikte, çevresel adaptasyon, savunma ve etkileşim için önemlidir. Aşağıda temel sınıflandırma yer almaktadır:

Suda Çözünür Organik Asitler, Düz Zincirli Alkoller, Alifatik Aldehitler ve Ketonlar: Bu grup, düşük moleküllü, uçucu veya kolay taşınabilir hidrofilik bileşiklerden oluşurlar (Asetik asit, propanol, formaldehit). Tohum zarına zarar verir, hücre zarında geçirgenlik artışına neden olurlar (Tiring ve ark.,2021).

Basit Doymamış Laktonlar: Karbonil grubu içeren, genellikle halkalı yapıda ve reaktif olan bileşiklerdir (Costunolide, parthenolide). Hücre bölünmesini inhibe eder, bazıları fitotoksiktir (Bakır, 2020).

Uzun Zincirli Yağ Asitleri ve Poliasetlenler: Lipofilik yapıya sahip, hücre zarında çözünürlük etkisi olan bileşiklerdir (Linoleik asit, okadadien asit). Membran bütünlüğünü bozar, oksidatif strese neden olur (Ulus, 2021).

Kininler (Benzokinon, Antrakinin vb.): Aromatik yapıya sahip oksijenli halka sistemlerine sahip bileşikler (Plumbagin (naphthoquinon), emodin (antrakinin)). DNA replikasyonu ve mitoz bölünmeyi baskılar (Alaca ve Arslan,2012).

Fenolik Bileşikler: En yaygın allelokimyasallar; aromatik halkaya hidroksil grubu taşıyan bileşiklerdir (p-kumarik asit, ferulik asit, vanilik asit). Tohum çimlenmesini baskılar, oksidatif stres oluşturur (Ulus, 2021; Tiring ve ark., 2021).

Sinamik Asit ve Türevleri: Fenolik çekirdek taşıyan, aromatik yan zincirli asitler (p-hidroksisinamik asit, kafeik asit). Kök büyümesini inhibe eder, iyon alımını bozar (Alaca ve Arslan, 2012).

Kumarinler: Benzo- α -piron yapısına sahip aromatik bileşiklerdir (Umbelliferon, skopoletin). Fotosentezi engeller, ışığa duyarlılığı artırır (Tiring ve ark. 2021).

Flavonoidler: Polifenolik yapıdadır; çiçek rengi, UV koruma ve savunmada görevlidir (Kersetin, rutin, naringenin). Allelopatik etkileri çeşitlidir; bazıları inhibitör, bazıları uyarıcıdır (Bakır, 2020; Sağlam, 2021).

Tanenler: Polimerik fenolik bileşiklerdir, iki ana tipi vardır; hidrolize edilebilir ve kondense tanenler (Gallik asit türevleri, kateşin). Proteinleri çöktürerek enzim aktivitesini durdurur (Alaca ve Arslan, 2012., Sağlam, 2021).

Steroidler ve Terpenoidler (Seskiterpen Laktonlar, Diterpenler, Triterpenoidler): Bitkilerde en bol bulunan sekonder metabolit grubudur (Artemisinin (seskiterpen lakton), giberellin (diterpen), oleanolik asit (triterpenoid)). Hücre zarında çözünürlük değişikliği, mitotik engelleme, hormonal benzerlik (Bakır, 2020; Sağlam, 2021).

1.3. Allelopatik Bileşiklerin Etki Düzeyini Belirleyen Faktörler

Bileşiğin Kimyasal Yapısı: Molekül büyüklüğü, uçuculuk, fonksiyonel grupların varlığı gibi özellikler biyoyararlanımı ve toksisiteyi etkiler.

Allelopatik etki şiddeti, kullanılan bileşiklerin yapısına göre değişiklik göstermektedir (Bakır, 2020).

Konsantrasyon ve Doz: Düşük dozlar uyarıcı, yüksek dozlar inhibitör etki gösterebilir. Ulusu (2021), fenolik asitlerin düşük dozlarının büyümeyi teşvik ettiğini; ancak yüksek dozların büyümeyi baskıladığını bildirmiştir.

Uygulama Şekli ve Süresi: Ekstrakt, toprak uygulaması, gaz formu gibi farklı uygulama yolları farklı sonuçlar doğurur. Allelopatik maddenin uygulama süresi ve şekli, etki derecesini de etkide bulunmaktadır. (Tiring ve ark., 2021)

Salgilandığı Ortamın Özellikleri: Toprağın pH değeri, nem, sıcaklık ve mikrobiyal aktivite, bileşiğin kararlılığı ve dağılımını etkiler (Alaca & Arslan, 2012).

Hedef Türün Hassasiyeti: Allelopatik bileşiklerin etkisi bitki türüne göre farklılık gösterebilir. Bazı türler aynı bileşiğe karşı yüksek direnç gösterirken, bazıları tamamen hassas olabilir (Tokgöz, 2022).

Bitkinin Gelişim Dönemi: Hedef bitkinin fide mi, çimlenmekte olan tohum mu olduğuna göre duyarlılığı değişebilir. Bitkini gelişim evresi, özellikle de tohumun metabolik aktivitesi, allelopatik maddenin ne düzeyde etki edeceğini gösterecektir (Sağlam, 2021).

Çevresel Koşullar: Işık, sıcaklık, nem gibi çevresel etmenler bileşiklerin etki mekanizmasını modifiye edebilir. Özellikle yüksek bağıl nem ve yüksek sıcaklık şartlarında uçucu bileşiklerin allelopatik etkisi daha da artabilir (Bakır, 2020).

2. ALLELOPATİK POTANSİYELİ YÜKSEK BİTKİLER VE KULLANIM ALANLARI

Allelopatinin tarımda etkin bir şekilde kullanılabilmesi için, bu özelliğe sahip bitkilerin ve potansiyel kullanım alanlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Allelopatik etkileri kanıtlanan bazı bitki türlerinin allelopatik özellikleri, kullanım alanları ve salgıladıkları allelokimyasallar Çizelge1'de verilmiştir.

Çizelge 1: Bazı allelopatik bitkiler ve kullanım alanları

Bitki Adı	Allelopatik Özellikleri	Kullanım Alanı	Allelokimyasallar	Kaynak
Sorghum bicolor (Sorgum)	Çimlenme engelleyici sorgoleone içerir	Yabancı ot kontrolü	Sorgoleone, dhurrin	Einhellig ve ark., 2004
Secale cereale (Çavdar)	Toprakta kalan kalıntılar ile çimlenmeyi baskılar	Örtücü bitki, ot baskısı	Phenolik asitler, benzoksazinon	Yarma ve ark., 2011
Brassica türleri (Turpgiller)	Glukozinolat içerikleri ile otları ve patojenleri baskılar	Organik tarım, biyopestisit	Glukozinolatlar, izotiyosiyanatlar	Karaca & Eren, 2023
Helianthus annuus (Ayçiçeği)	Kök salgıları ile çimlenme engelleyici etki	Tarla bitkisi rotasyonu	Fenolik bileşikler, heliannuol	Yılmaz & Köse, 2021
Eucalyptus camaldulensis	Tüm bitki kısımları toksik bileşik içerir	Antifungal ve herbisit amaçlı	1,8-cineole, eucalyptol, tanen	Yazlık & Ruşen, 2014
Agropyron repens (Köpek dişi)	Kök ekstraktları bazı otlara karşı etkili	Yabancı ot mücadelesi	Fenolik asitler (ferulik, kafeik)	Sargın & Akm, 2023
Melissa officinalis (Oğulotu)	Uçucu yağlarla allelopatik etki	Bitki koruma, baharat bitkileri	Rosmarinik asit, sitral	Yazlık & Ruşen, 2014
Capsicum baccatum	Fide çıkışı artırıcı veya engelleyici olabilir	Fide gelişim kontrolü	Capsaicin, flavonoidler	Mavi & Uzunoglu, 2020
Lythrum salicaria (Hevhulma)	Yaprak ve gövde ekstraktı ile çimlenme baskılayıcı	Islak alan kontrol bitkisi	Taneller, flavonoidler	Akm ve ark., 2019
Usnea florida (Liken)	Genotoksik ve allelopatik etkiler	Su kültürü sistemleri	Usmic asit	Yılmaz, 2022

3. ALLELOPATİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sürdürülebilir tarım; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları gözeterек uzun vadeli üretim yapmayı amaçlar. Allelopati, bu anlamda çevre dostu bir tarım aracı olarak dikkat çeker.

Allelopati, sürdürülebilir tarım sistemlerinin hem ekolojik ayak izini azaltmak ve aynı zamanda biyolojik mücadeleye dayalı üretim modellerini güçlendirmek için büyük potansiyele sahiptir. Gelecekte entegre tarım sistemlerinin temel taşlarından biri olmaya adaydır (Altunakar ve ark., 2024).

Allelopatinin Uygulama Beklentileri Sürdürülebilir tarıma olan talep arttıkça ve sentetik kimyasalların yaygın kullanımıyla ilgili endişeler (örneğin çevre kirliliği, herbisit direnci, artan maliyet) arttıkça, sentetik herbisitlere olan bağımlılığı azaltmaya ve yabancı ot yönetimi için alternatif stratejiler bulmaya odaklanılmaktadır. Allelopati, bu taleplerin bir kısmını karşılama konusunda önemli bir potansiyele sahiptir. Allelopatik potansiyel, tarımsal uygulamalarda çeşitli şekillerde kullanılabilir (Tokat, 2024). Tarımsal uygulamalarda allelopati, yabancı ot yönetimini, bitki üremesini, türler arası işbirliğini, malçlamanın ürünler üzerindeki etkisini ve yetiştirilen türlerin ardışıklığını ve rotasyonunu etkileyebilir (Chon ve ark. 2006). Ayrıca, allelokimyasallar herbisit sentezinde kullanılma olasılığına sahiptir ve bu da yeni etki mekanizmalarının keşfedilmesini sağlar. Genetik açıdan bakıldığında, moleküler biyoloji teknikleri (özellikle transgenik) veya hatta klasik ıslah, bitkiler tarafından istenen allelokimyasalların üretimini artırma hedefini hızlandırabilir. Genetik çalışmalar, allelokimyasalların bitki-bitki etkileşimlerindeki gerçek rolünü daha iyi anlamak ve sınırlamalarını ve çevre üzerindeki etkilerini değerlendirmek için son derece gereklidir. Ancak, bu bileşiklerin üretimi bitki tarafından enerji yatırımı gerektirir ve bu da teorik olarak biyolojik üretimlerini sınırlayabilir. Genetik iyileştirme açısından, allelopati ve verim potansiyeli arasındaki dengeyi sağlamak oldukça önemlidir (Wink,2010; Trezzi ve ark., 2016).

Bitkisel allelopatik özelliklerin tarımsal sistemlere entegre edilmesi, hem üretim hem de çevre açısından önemli kazançlar sağlayacaktır. Bunlar;

Kimyasal Girdilerin Azaltılması: Tarımsal üretime destek amacıyla pestisit ve herbisit kullanımı, uzun zamandır devam etmektedir. Ancak bu kimyasalların: Toprak biyotasını tahrip etmesi, su kaynaklarına karışarak

çevreyi kirletmesi, hedef dışı organizmalara zarar vermesi gibi etkileri, biyolojik alternatiflerin araştırılmasını zorunlu kılmıştır. Allelopatik bitkilerin kullanımı, bu kimyasal girdilerin azaltılmasında etkili bir yöntemdir. Yapılan çalışmalar, yabancı ot yoğunluğunun azaltılabileceğini (Uddin et al., 2014), aynı zamanda toprak patojenlerini baskılayarak kimyasal fungusit ihtiyacının da düşebileceğini (Uddin et al., 2014) ortaya koymuştur.

Toprak Sağlığının Korunması ve Mikrobiyal Denge: Toprak sağlığı, sürdürülebilirliğin temel unsurudur. Allelopatik bitkiler: Toprak organik maddesini zenginleştirerek mikrobiyal çeşitliliği destekler. Bazı bileşiklerin mikroorganizmalar üzerinde uyarıcı etkisi sayesinde simbiyotik ilişkileri destekleyebilir. Ancak bu etki kullanılan bitki türü ve uygulanan doza bağlı olarak değişkenlik gösterdiği unutulmamalıdır. Örneğin, Sarımsak uçucu bileşikleri bazı yararlı mikroorganizmaları baskılayabilir (Sağlam ve ark.,2022). Ayçiçeği kalıntıları azot döngüsünü geçici olarak baskılayarak bitki gelişimini yavaşlatabilir (Jabran ve ark.,2015).

Organik ve Agroekolojik Üretim Sistemlerinde Yeri: Allelopati, özellikle organik tarım ve agroekolojik sistemlerde yüksek uyumluluk gösterir. Çünkü bu sistemlerde, doğal pestisitler ve ot baskılama yöntemleri teşvik edilir. Bitki kalıntıları ve rotasyonlara dayalı uygulamalar esastır. Allelopatik maddelerin bu sistemlerde dikkatli yönetimi, pestisit yükünü azaltırken biyolojik çeşitliliği koruma hedefine de hizmet edecektir (Altunakar ve ark., 2024).

Sınırlamalar ve Zorluklar: Her ne kadar allelopati önemli avantajlar sunsa da, uygulama sürecinde bazı sınırlayıcı faktörlerle karşılaşılabilir. Bunlar;

Etki seçiciliği: Allelopatik bileşikler hedeflenen bitkileri etkileyebileceği gibi hedef dışı türleri etkileyebilir.

Doz ve konsantrasyon zorluğu: Etkin doz aralığı dar olabilir; düşük dozda etkisiz, yüksek dozda zararlı olabilir.

Çevresel koşullara bağımlılık: pH, nem, sıcaklık gibi faktörler etkinliği belirler.

Araştırma eksikliği: Özellikle lokal bitkiler üzerine yapılmış uygulamalı araştırmalar sınırlıdır.

4. SONUÇ

Allelopati, bitkiler arası kimyasal etkileşimlerin çevresel ve tarımsal düzeyde çok yönlü sonuçlar doğurabildiği, karmaşık fakat potansiyel açısından oldukça zengin bir biyolojik süreçtir. Bu nedenle allelopatik uygulamalar, iyi tasarlanmış denemelerle desteklenmeli ve bölgeye özgü stratejiler geliştirilmelidir.

Allelopatinin etkisinin daha iyi anlaşılması için allelokimyasalların etkileşimleri ile ilgili kapsamlı çalışmalar yapılarak; çevreye dost tarımsal uygulamalarla verimlilik artırılarak dünya gıda talebinin karşılanması ve çevre koruma konusunda önemli adımlar atılabilir.

KAYNAKÇA

- Ahn, J. K., Hahn, S. J., Kim, J. T., Khanh, T. D., & Chung, I. M. (2005). Evaluation of allelopathic potential among rice (*Oryza sativa* L.) germplasm for control of *Echinochloa crus-galli* P. Beauv in the field. *Crop Protection*, 24(5), 413–419.
- Akın, B., Bingöl, N., & Leblebici, S. (2019). Kırmızı hevbulma (*Lythrum salicaria* L.) ekstraktlarının farklı sıcaklık ve konsantrasyonlarının marul hücrelerinin üzerindeki allelopatik etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 290–296.
- Alaca, F., & Arslan, N. (2012). Sekonder metabolitlerin bitkiler açısından önemi. *Ziraat Mühendisliği*, (358), 48–55.
- Altieri, M. A., Deborah, K. L., & Davis, J. R. (1983). Developing sustainable agroecosystems. *BioScience*, 33, 45–49.
- Altunakar, Z. M. M., & Aydın, M. H. (2024). Bölüm 5. *Ziraat, Orman Ve Su Ürünleri Alanında Akademik Çalışmalar II*, 61.
- Bais, H. P., Vivanco, J. M., Stermitz, F. R., Thelen, G. C., & Callaway, R. M. (2004). Biogeographical variation in community response to root allelochemistry: novel weapons and exotic invasion. *Ecology Letters*, 7(4), 285–292.
- Bakır, Ö. (2020). Sekonder metabolitler ve rolleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(4), 39–45.
- Croteau, R., Kutchan, T. M., & Lewis, N. G. (2000). Natural products (secondary metabolites). In *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (Vol. 24, pp. 1250–1319).
- Demeti, K., & Biyokimyası, M. F. V. (2024). Bölüm 6. *Kuraklık*, 183.
- Dudai, N., Poljakoff-Mayber, A., Mayer, A. M., Putievsky, E., & Lerner, H. R. (1999). Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. *Journal of Chemical Ecology*, 25(5), 1079–1089.
- Einhellig, F. A., Galindo, J. C. G., Molinillo, J. M. G., & Cutler, H. G. (2004). Mode of allelochemical action of phenolic compounds. In *Allelopathy: Chemistry and Mode of Action of Allelochemicals* (pp. 217–238).
- Gürsoy, M., Balkan, A., & Ulukan, H. (2013). Bitkisel üretimde allelopati. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 115–122.

- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72, 57–65.
- John, J., Shirmila, J., Sarada, S., & Anu, S. (2010). Role of allelopathy in vegetable crops production. *Allelopathy Journal*, 25(2), 275–312.
- Karaca, M., & Eren, E. B. (2023). *Brassica elongata* Ehrhart (Uzun şalgam) özütlerinin bazı yabancı otlar üzerinde allelopatik potansiyellerinin araştırılması. *Turkish Journal of Weed Science*, 26(3), 295–307.
- Li, Z. H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C. D., & Jiang, D. A. (2010). Phenolics and plant allelopathy. *Molecules*, 15(12), 8933–8952.
- Mamolos, P. A., & Kalburtji, K. L. (2001). Significance of allelopathy in crop rotation. *Journal of Crop Production*, 4, 197–218.
- Mavi, K., & Uzunoğlu, F. (2020). Allelopatik bitki özleri ile ekim öncesi uygulamaların ağaç domatesi (*Solanum betaceum* Cav.) fide çıkışı ve performansı üzerine etkileri. *Agronomía Colombiana*, 38(2), 190–196.
- Moyer, J. R., & Huang, H. C. (1997). Effect of aqueous extracts of crop residues on germination and seedling growth of ten weed species. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 38.
- Muzell Trezzi, M., Vidal, R. A., Balbinot Junior, A. A., von Hertwig Bittencourt, H., & da Silva Souza Filho, A. P. (2016). Allelopathy: Driving mechanisms governing its activity in agriculture. *Journal of Plant Interactions*, 11(1), 53–60.
- Qasem, J. R., & Issa, N. N. (2018). Germination and growth management of some common annual weeds by phytotoxicity of selected vegetable crops. *Scientia Horticulturae*, 233, 431–445.
- Rice, E. L. (1979). Allelopathy—An update. *The Botanical Review*, 45(1), 15–109.
- Rice, E. L. (1984). Manipulated ecosystems: Roles of allelopathy in agriculture. In *Allelopathy* (pp. 8–73).
- Sağlam, A. (2021). *Phytolacca americana* L. bitkisinin farklı habitatlardaki bazı ekolojik ve kimyasal parametrelerinin karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Sağlam, A., Çağlar, N., Alçay, A. Ü., & Bostan, K. (2022). Baharat ve yenebilir bitkilerin probiyotik bakteriler üzerine antimikrobiyal etkileri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 52(1), 1–29.

- Sargın, K. F., & Akın, B. (2023). *Agropyron repens* (L.) P. Beauv. ekstraktlarının bazı önemli yabancı ot türleri üzerine herbisit etkilerinin araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (52), 279–288.
- Singh, H. P., Daizy, B. R., & Kohli, R. K. (2001). Allelopathy in agroecosystems. *Journal of Crop Production*, 4, 1–41.
- TEMEL, S., & TAN, M. (2004). Yem bitkilerinde allelopatik özellikler ve tarımsal ekosistemler üzerine etkileri. *Research in Agricultural Sciences*, 35(1–2).
- Tiring, G., Satar, S., & Özkaya, O. (2021). Sekonder metabolitler. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(1), 203–215.
- Tokat, S. (2024). *Sorgum (Sorghum Bicolor L.) ve Yonca (Medicago Sativa L.) ekstraktlarının bazı bitkiler üzerine allelopatik etkisi.*
- Tokgöz, A. (2022). Farklı liken ekstraktlarının *Ceratophyllum demersum* L. ve *Bacopa monnieri* (L.) Wettst. üzerine allelopatik etkilerinin doku kültürü şartlarında araştırılması.
- Uddin, M. N., Robinson, R. W., Caridi, D., & Al Harun, M. A. Y. (2014). Suppression of native *Melaleuca ericifolia* by the invasive *Phragmites australis* through allelopathic root exudates. *American Journal of Botany*, 101(3), 479–487.
- Ulus, F. (2021). Farklı gübre uygulamalarının *Nigella damascena* L. (Şam çörekotu) bitkisinde sekonder metabolit ve sitotoksik aktivite üzerine etkisi.
- Weir, T. L., Park, S. W., & Vivanco, J. M. (2004). Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(4), 472–479.
- Willis, R. J. (2004). *Justus Ludewig von Uslar, and the first book on allelopathy*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Wink, M., & Schimmer, O. (2010). Molecular modes of action of defensive secondary metabolites. In *Annual Plant Reviews Volume 39: Functions and Biotechnology of Plant Secondary Metabolites* (Vol. 39, pp. 21–161).
- Yazlık, A., & Ruşen, M. (2014). *Eucalyptus camaldulensis* ve *Melissa officinalis*'in allelopatik potansiyelinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Weed Science*, 17(1–2), 15–25.

- Yılar, M. (2007). *Polygonum cognatum* Meissn. (Madımak)'un allelopatik potansiyelinin belirlenmesi.
- Yılmaz, K. (2022). *Usnea florida* (L.) Weber ex FH Wigg total ekstraktinin allelopatik ve genotoksik etkilerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yılmaz, M., & Köse, M. (2021). Kültürü yapılan bazı tarla bitkilerinde allelopatik etkinin değerlendirilmesi. *Tarımsal Biyoteknoloji Dergisi*, 2(2), 97–104.
- Yarına, M., İkincikarakaya, S. Ü., Rezaei, F., & Khawar, K. M. (2011). Çavdar kalıntılarının, horoz ibiğinin (*Amaranthus retroflexus* L.) toprakta bulunan tohum miktarı ve bitki gelişimi üzerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(2), 91–96.

BÖLÜM 13

YENİLEBİLİR FİLM-KAPLAMALAR ve UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Rukiye DEMİR¹

Dr. Öğr. Üyesi Öznur ÖZ ATASEVER²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794086>

GİRİŞ

Gıda endüstrisinde ürünlerin raf ömrünü uzatmak, kalitesini korumak ve güvenliğini sağlamak kritik öneme sahiptir. Geleneksel ambalajlama yöntemleri genellikle tek kullanımlık plastik bazlı malzemelere dayanmakta olup, bu durum çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi endişelere yol açmaktadır. Ambalajlama, ürünlerin tazeliğini ve raf ömrünü uzatma, mikrobiyal kontaminasyonu önleme ve mekanik hasarlardan koruma gibi temel işlevleri yerine getirirken, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun çözümler arayışındadır. Geleneksel petrol bazlı ambalaj malzemelerine alternatif olarak geliştirilen yenilebilir film ve kaplamalar, hem gıda güvenliğini artırma potansiyeli hem de çevresel ayak izini azaltma kapasitesi nedeniyle bilimsel ve endüstriyel çevrelerde giderek daha fazla ilgi görmektedir. Genellikle biyolojik kaynaklardan elde edilen bu film ve kaplamalar, polimerlerden üretilmektedir. Bu polimerler, proteinler (jelatin, kazein, buğday gluteni), polisakkaritler (nişasta, selüloz türevleri, kitosan, aljinat) ve lipitler (balmumu, yağ asitleri) gibi çeşitli biyomolekülleri içerebilir. Bu malzemeler, doğada biyolojik olarak parçalanabilir ve çevreye minimal düzeyde zarar verirler. Ayrıca, antimikrobiyal ve antioksidan bileşikler içerecek şekilde işlevselleştirilebilir, bu da gıda ürünlerinin mikrobiyolojik bozulmasını ve oksidasyonunu geciktirerek raf ömrünü daha da uzatır (Galus & Lenart, 2019) (Debeaufort ve ark., 1998; Salgado ve ark., 2015). Günümüzde bu kaplamalara duyulan merak artış gösterse de, kullanılmaları yıllar öncesine dayanmaktadır (Yener, 2007). Yenilebilir ambalajların kullanımına yönelik ilk uygulama 12. ve 13. yüzyıllarda Çin’de mumdan yapılan ve turuncgiller üzerine yapılan kaplamadır (Yangılar & Yıldız, 2016) ve 15. yüzyılda Yuba adlı bir Japon bilim insanı, soya sütünden ilk yenilebilir filmi keşfetmiştir (Mihalca ve ark., 2021).

1. YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALAR VE ÖZELLİKLERİ

Yenilebilir kaplamalar, gıda matrisinin dış yüzeyine doğrudan uygulanan ve kurduğunda gıdanın şeklini alan, sürekli polimerik katmanlardır. Buna karşılık, yenilebilir filmler, önceden oluşturulmuş ve ardından gıda ürünlerini sarmak veya çevrelemek için kullanılan, kendi başına var olabilen ambalaj materyalleridir (Pavlath ve ark., 2009). Yenilebilir kaplamalar ve filmler

arasındaki temel ayırım, uygulama metodolojilerinde de görülmektedir. Yenilebilir kaplamalar, doğrudan gıda yüzeyine dökme, püskürtme, fırçalama veya daldırma gibi çeşitli tekniklerle uygulanır ve ardından kurutma işlemiyle gıdanın dış kısmında entegre bir tabaka oluşturur. Buna karşılık, yenilebilir filmler, gıda ürününden bağımsız olarak, ekstrüzyon veya döküm gibi yöntemlerle önceden üretilen ve daha sonra katı bir tabaka halinde gıdaları sarmak veya kaplamak için kullanılan yapılmı materyallerdir. Özellikle bitkisel kaynaklı yenilebilir film ve kaplamalar, proteinler, polisakaritler ve lipitler gibi biyopolimerlerden türetilir; bu biyopolimerler, gıdanın dış yüzeyinde koruyucu ve fonksiyonel bir ince tabaka oluşturma potansiyeline sahiptir. (Suput ve ark., 2015).

Yenilebilir filmler ve kaplamalar, genellikle biyopolimerler ve diğler gıda sınıfı bileşenlerin sıvı haldeki karışımlarından türetilen, 0,3 mm'den daha az bir kalınlığa sahip, fonksiyonel ve ince materyallerdir (Morales-Jiménez ve ark., 2020). Yenilebilir filmlerin ve kaplamaların temel özellikleri:

- Mekanik hasarlara (örneğin kesikler ve ezikler) karşı bariyer görevi görmektedir (Guimarães ve ark., 2018).
- Biyoaktif bileşenlerin (örneğin antioksidanlar) yenilebilir film ve kaplama üretimine ekleme olanağı sağlar (Salvia-Trujillo ve ark., 2017).
- Biyolojik açıdan parçalanabilen nitelikte malzemelerden meydana gelir (Guimarães ve ark., 2018).
- UV ışınlarına karşı etkili koruma sağlar (Debeaufort ve ark., 1998).
- Gıdaların depolama süresini uzatır (Falguera ve ark., 2011).
- Antimikrobiyal bir özellik (örneğin gümüş nanopartiküller) gösterir (Salvia-Trujillo ve ark., 2017; Kavrut, 2022).

2. YENİLEBİLİR FİLM VE KAPLAMALARIN GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI

Koruyucu yenilebilir filmler ve kaplamalar, gıdaların kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için uzun zamandır gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu kaplamalara ayrıca nem, oksijen, lezzet, aroma ve yağa karşı bariyer görevi görmektedir. Böylelikle gıda kalitesini iyileştirip raf ömrünü uzatmaktadır. Ayrıca fiziksel koruma da sağlamaktadır (Rhim ve Shellhammer, 2005). Bu

biyopolimer kaplamalar veya filmler et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, meyveler ve sebzeler gibi birçok ürüne uygulanabilir.

Et ve Et Ürünleri

Et işleme endüstrisinde yaygın olarak kullanılan petrokimyasal ambalaj malzemelerinin yenilenmesi ve biyolojik olarak parçalanması uzun sürdüğünden, çevreyi olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, et ve et ürünlerinin işlenmesinde, kolayca parçalanabilen ve geri dönüştürülebilen, çevre dostu ambalaj malzemelerinin geliştirilmesi gerekliliği doğmuştur (Song ve ark., 2021). Et ve et ürünlerindeki kimyasal bozulma, öncelikle bileşim, kompozisyon, hava, ışık ve işleme sıcaklığının etkisi altında lipid ve protein oksidasyonudur. Bozulma süreçlerini önleyebilen, durdurabilen, engelleyebilen ve en aza indirebilen işlevsel ajanların ambalaja dahil edilmesi, et ve et ürünlerinin yeşil korunmasına yönelik bir yaklaşım olarak ortaya çıktığı bilinmektedir (Song ve ark., 2021).

Süt ve Süt Ürünleri

İyi bir gaz bariyeri özelliği gösterdiği ve iyi bir film oluşturma eğilimi gözlemlendiği için peynir altı suyu proteininden elde edilen filmler diğerlerine kıyasla daha çok tercih edilmektedir (Costa ve ark., 2018). Yapılan çalışmalarda kitosan ve peynir altı suyu proteininden elde edilen yenilebilir film ve kaplamaların süt ürünlerinin depolama süresini arttırdığı kaydedilmiştir (Yangılar ve Yıldız. 2018).

Meyve ve Sebzeler

Taze meyveler %80'e kadar su içermektedir ve bu da onları mikroorganizmalar tarafından kolayca enfekte ederek, büyük ölçekli bozulmalara yol açmaktadır. Mantar enfeksiyonları ekonomik kayıplara yol açarak ve mikotoksinler üreterek insan sağlığı açısından da ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu nedenle, meyve kalitesini iyileştirmek için yeşil ve sağlıklı bir meyve tedarik sisteminin oluşturulması ve etkili koruma teknolojisinin geliştirilmesine gerek duyulmuştur (Zhang ve ark., 2024). Doğal kaynaklardan meydana gelen yenilebilir film ve kaplamalar meyve sebzelerin dış yüzeyine çok ince bir tabaka halinde olurlar. Bu tabaka meyve ve sebzelerle beraber tüketilirler (Serrano ve ark., 2015; Ochoa-Reyes vd., 2019).

3. YENİLEBİLİR FİLM-KAPLAMA MALZEMELERİ

Yenilebilir filmler ve kaplamalar, bileşenlerine göre genellikle polisakkaritler, proteinler, lipitler veya bunların kombinasyonları (kompozit) olarak sınıflandırılırlar (Güler ve Özbey 2024).

3.1. Polisakkarit bazlı yenilebilir kaplamalar

Polisakkarit bazlı film, tarımsal gıda ve ilaç endüstrisinde yenilebilir film oluşumu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Polisakkarit bazlı film, nişasta, kitosan, selüloz eterleri, aljinat, karragenan ve pektin gibi farklı polisakkarit bileşenlerinden oluşur (Kumar 2019). Polisakkarit bazlı yenilebilir kaplamalar hem meydana getirdikleri bariyer özellikleri ile gaz giriş çıkışını engellemekte hem de hidrofilik yapıları sebebiyle fazla su buharı geçirgenliği göstermektedirler (Yang ve Paulson,2000).

Pektinler, doğal olarak bitkilerin hücre çeperinde bulunan homogalakturnan (HG), ramnogalakturnan-I (RG-I) ve ramnogalakturnan-II (RG-II)'den oluşan bir heteropolisakkarittir (Wu ve ark., 2024). Pektin, meyve ve sebzelerden ve atık parçalarından iki formda üretilir, biri (HMP, yüksek Metoksi pektin) veya ikincisi kısmen (LMP, düşük Metoksi pektin) dir. Esas olarak elma posası ve turunçgil kabuklarından üretilmektedir (Kumar, 2019). Pektin, jel oluşturma ve emülsifiye etme yeteneği nedeniyle marmelat, reçel, şekerleme, jöle vb. yapımında kullanılmaktadırlar. Aynı zamanda bu özellikleri sayesinde film kaplama maddesi olarak da tercih edilmektedirler (Espita ve ark., 2014).

Kitosan, kitinin (poli(β -(1 \rightarrow 4)-N-asetil-D-glukozamin)) deasetilasyonu ile sentezlenen yenilenebilir doğal bir polisakkarittir. Esas olarak deniz ürünleri endüstrisinin atıklarından elde edilmektedir (Wu ve ark., 2024). Karides, ıstakoz, yengeç ve kabuklu deniz mahsullerinin dış kısmındaki iskelette doğal şekilde bulunurlar (Jothi ve ark., 2012). Hasattan sonra meyve ve sebzelerin kitosan ile kaplanması, sentetik fungusitlerin yerini alacak bir yöntem olarak düşünülmüş, ideal bir kaplama olarak tanımlanmıştır. Kitosan ve diğer antimikrobiyal ajanlardan oluşan kompozit kaplamaların antimikrobiyal yeteneği artırılabilirliği bildirilmiştir (Wu ve ark., 2024).

Niştastalardan geliştirilen filmler izotropik, kokusuz, tatsız, renksiz, toksik olmayan ve biyolojik olarak parçalanabilir (Garcia ve ark., 2012). Yüksek yağlı et ve balık ürünlerinde oksidasyonu önlemek, taze meyve ve

sebzelerde nem kaybını önlemek, bazı durumlarda solunum oranlarını azaltmak ve ayrıca gıda renklendiricileri ve tatlandırıcılarda kayıpları azaltmak için kullanılmaktadır (Sánchez-Ortega ve ark 2016).

Aljinatlar, β -d-mannuronik asit (M) ve α -l-guluronik asit (G)'ten oluşan (Comaposada ve ark., 2015) çeşitli alg cinsleri tarafından yaygın olarak üretilen ve rafine edilen, doğal olarak oluşan, suda çözünebilir özelliği olan, az maliyetli, kolay parçalanabilen bir polisakkarittir (Vu ve Won, 2013; Senturk ve ark., 2018). Aljinatlar, benzersiz kolloidal özellikleri ve kalsiyum gibi çok değerlikli metal katyonlarıyla reaksiyona girerek güçlü jeller veya çözünmeyen polimerler oluşturma kabiliyetleri nedeniyle yenilebilir film ve kaplama olarak kullanılmaktadırlar (Robles-Sánchez ve ark., 2013).

Karragenler, kırmızı deniz yosunlarının bazılarında meydana getirilirler ve aljinatlar ile aynı sınıfta yer alırlar. Gıda sektöründe aljinatlar gibi karragenler de jelleştirici, kıvam artırıcı, emülgatör, inceltici olarak kaplamalarda kullanılırlar (Tavassoli ve ark.,2017).

Selüloz, β -1,4 glikozidik bağlarla bağlanmış glikoz ünitelerinden oluşan doğrusal bir polisakkarittir. Selüloz, bitki hücre duvarının yapısal bir bileşenidir ve gıda paketlenme uygulamalarında kullanılan doğada çok bulunan doğal polisakkarittir. En yaygın ve ticari selüloz türevlerinden biri karboksimetil selülozdur (CMC). Gıdalarda yaygın olarak kullanılmıştır ve genellikle güvenli (GRAS) olarak kabul edilir (Yıldırım Yalçın ve ark., 2022; Ballesteros, 2022).

Gam terimi, jel oluşturma, viskoz çözelti yapma veya emülsiyon sistemlerini stabilize etme yetenekleri nedeniyle, endüstriyel uygulamalara sahip doğal olarak oluşan bir polisakkarit grubunu tanımlamak için kullanılmaktadır. Hidrokolloi olarak da bilinirler (Salehi, 2020). Az işlem görmüş sebze ve meyvelerde yenilebilir film kaplama olarak kullanılmış ve olumlu sonuçlar kaydedilmiştir (Salehi, 2020). En basit lipit bileşikleri parafin ve balmumdur (Hassan ve ark., 2018).

3.2. Lipit bazlı yenilebilir kaplamalar

Genel olarak doğal balmumu, asetilenmiş monogliseritler ve yüzey aktif maddelerden meydana gelmektedir. Bunlar arasında en fazla etkili olanları balmumu ve parafin mumdur. (Debeaufort ve ark., 1993). Lipit bazlı kaplamalar, gıdalardaki mikrobiyal aktiviteyi önemli ölçüde azaltan antibakteriyel özellik sergilemektedir. Bunun yanında uçucu olmaları, suda

çözünürlüklerinin zayıf olması, güçlü organoleptik özellikte olmaları lipitlerin geniş kullanım alanına sahip olmalarını sağlamıştır. Nem bariyer özellikleri açısından üstünlükleri ile camsı bir özelliğe sahip olmaları gıda görünüşünü zenginleştirmektedir (McHugh, 2001). Proteinler ve polisakkaritlerle karıştırılarak daha yüksek mekanik ve bariyer özelliğine sahip kompozit kaplamalar oluşturulabilmektedir. Bu kompozit yapılar saf lipite göre daha yüksek nem geçirgenliğine sahip olabilirler (Hassan ve ark., 2018). Lipit bazlı kaplamaların 800 yıldan uzun süredir kullanılmakta olduğu ve bu kaplamaların kullanımları arasında meyvelerin mumlanması ve şekerleme ürünlerinin kaplanması yer aldığı bildirilmektedir (Dhall, 2013).

Mum ve yağ bazlı filmler ve kaplamalar, Balmumu ve yağ bazlı kaplamalar arasında parafin balmumu (Ham petrolün damıtılmış kısmından elde edilir), kandelilla balmumu (kandelilla bitkisinden elde edilir), balmumu (bal arılarından elde edilir), karnauba balmumu (Copoernica Cerifera'dan (palmye ağacı yaprakları) elde edilir), polietilen balmumu (bir petrol yan ürünü olan polietilenin oksidasyonu ile üretilir) ve mineral yağ (sıvı parafin ve naftenik hidrokarbon karışımından yapılır) bulunur (Hernandez, 1994; Dhall, 2013; Hassan ve ark., 2018).

3.3. Protein bazlı yenilebilir kaplamalar

Proteinler tipik olarak lifli proteinler veya küresel proteinler olarak ortaya çıkar. Lifli proteinler suda çözünmez ve hayvan dokularının birincil yapısal malzemeleridir. Hayvansal dokulardan elde edilirler (örneğin, kazein, peynir altı suyu proteini, kolajen, jelatin, keratin, balık miyofibriller proteini, yumurta akı proteini). Küresel proteinler ise suda veya asitlerin, bazların veya tuzların sulu çözeltilerinde çözünür ve bitki kökenlilerden elde edilir (örneğin, buğday glütenu, soya proteini, fıstık proteini, mısır-zein, pamuk tohumu proteini, bezelye proteini, ayçiçeği proteini, yer fıstığı proteini ve çığit proteini) Protein çözeltileri; filmleri ve kaplamaları sentezlemek için kullanılır ve bu amaçla kullanılan çözücü genellikle etanol, su veya etanol-su kombinasyonlarıdır (Dhall, 2013; Tural ve ark., 2017; Hassan ve ark., 2018). Çeşitlendirilmiş Protein kaplamalar, karbonhidratlar, lipitler, biyoaktif maddeler vb. ile birleştirildiğinde mükemmel bariyer özellikler, yapısal ve mikrobiyolojik kararlılık gösterir.

Kazein ve Peynir Altı Suyu Proteini

Süt proteinleri, işlenebilir, şeffaf ve tatsız filmler oluşturma yeteneğine sahiptir ve kazeinler ve peynir altı suyu proteinleri olarak sınıflandırılırlar. Kazeinler, farklı pH, sıcaklık ve tuz seviyelerinde stabil olan filmler oluşturabilme yeteneğine sahiptirler (Mihalca ve ark., 2021). Peynir altı suyu, peynir üretimi esnasında kazeinin çökmesi ve ayrılmasından sonra kalan kısımdır. Peynir altı suyu protein filmlerinin mekanik dirençleri iyi olup, düşük bağıl nemde iyi bir gaz bariyeri özelliğine de sahiptirler (Eser ve Doğruer, 2022).

Kalojen ve Yumurta Akı

Ambalajlama uygulamalarında kolajen genellikle diğer biyopolimerlerle birlikte kullanılmaktadır. Yumurta akı, çok yönlü ve ucuz bir protein kaynağıdır. Kompozit kaplamalarda veya biyoplastiklerde kullanılmaktadır. Yumurta akı bazlı filmlerin kırılmaya, ısıya ve oksijene karşı daha dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Mihalca ve ark., 2021).

Zein

Zein filmleri, diğer protein bazlı yenilebilir filmlerle karşılaştırıldığında, su buharı ve uçucu maddelerin geçişine karşı daha iyi bir bariyer performansı sunar. Ancak, bu filmlerin kırılma ve sertlik gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır. Mısırdan elde edilen ve mısır glütenu unundan üretilen zein proteini, suda çözünmezken, sulu alkol ve glikol esterlerinde çözünür. Zein proteini, iyi film ve kaplama oluşturma, yapıştırıcı ve bağlayıcı özelliklere sahiptir. Özellikle meyve ve sebzelerde renk değişimini, sertleşmeyi ve ağırlık kaybını önleyerek raf ömrünü uzatmada etkilidir. Aynı zamanda iyi bir oksijen bariyeri özelliği de gösterir (Raghav ve ark., 2016; Chhikara ve Kumar 2022).

Soya Proteini

Soya proteini izolatları çoğunlukla filmleri geliştirmek için kullanılır, çünkü film şekillendirilebilirliği konsantre ve unun protein olmayan kısmı tarafından olumsuz etkilenir. Uygulama açısından, lipit oksidasyonunu ve nem kaybını önlemek için meyve, sebze ve peynir üzerinde kaplama olarak kullanılır. Soya unu, soya konsantreleri ve soya izolatları gibi formlarda piyasadaki temin edilebilir (Chhikara ve Kumar 2022).

Mısır Zeini proteininden yapılan filmler taze ürünlerin renk değişikliğini, sıklığını ve ağırlık kaybını önlemede etkili olduğu bilinmektedir. **Buğday proteini (gluten)**, film yapımında yapışkanlığı ve esnekliği nedeniyle tercih edilse de (Dhall, 2013), elde edilen filmlerin mekanik olarak zayıf, düşük su direnci ve kırılabilirliğinden ötürü kullanımı sınırlıdır (Eser ve Doğruer, 2022).

3.4. Kompozit yenilebilir kaplamalar

Lipitlerin ve proteinlerin zayıf özelliklerini tolere edebilmek için lipit-protein karışımları kullanarak geçirgenlik ve mekaniksel özellikleri daha iyi olan yenilebilir filmler elde edilmektedir. Lipit ve proteinlerden etkin yenilebilir film ve kaplamalar elde etmek için çok farklı biçimlerde etkileşimler göstermektedirler. Lipitlerin proteinlere, lipofilizasyon sonucunda kovalent bağlarla bağlanması daha iyi niteliklere sahip film elde etmek için ekstra bir avantaj sağlamaktadır (McHugh, 2001). Yürütülen bir çalışmada peynir altı suyu izolatlarından oluşan filme asetilenmiş monogliserit koyulduğunda su buharı geçirgenliğinin 70 kata kadar azaldığı gözlemlenmiştir (Anker ve ark.,2002; Güler ve Özbey,2024).

4. YENİLEBİLİR KAPLAMALARIN UYGULANMA YÖNTEMLERİ

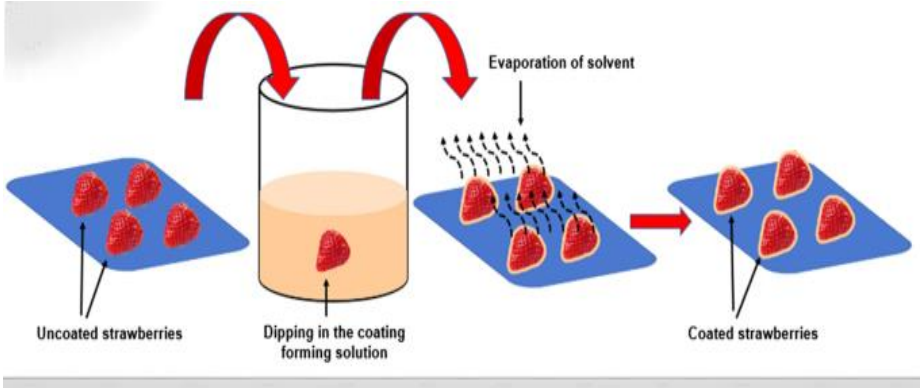
Yenilebilir film-kaplamaların gıda yüzeyi ile birleştirilmesi, kaplamanın etkinliği, homojenliği ve ürünle etkileşimi açısından kritik öneme sahiptir. Uygulama yöntemleri, kaplama çözeltisinin viskozitesi, yüzey gerilimi, ürünün geometrisi ve yüzey özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak dikkatle seçilmelidir.

Kaplama teknikleri dörde ayrılır. Bunlar; daldırma, püskürtme, kaplama, akışkan yatak işleme tekniğidir (Suhag ve ark., 2020). Bu tekniklerin seçimi kaplamanın sebebi ve gıda özellikleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Kaplama yapılırken ilk başta kaplama malzemeleri gıda yüzeyine dağılır ve sonrasında gıda yüzeyi ve kaplama arasında yapışma meydana gelir (Cerqueira vd., 2017).

Daldırma Yöntemi

Gıda ürünü, yenilebilir film veya kaplama çözeltisine kısa bir süre daldırılır ve ardından fazla çözelti damlatılır. Kurutma işlemi (oda sıcaklığında hava kurutma, sıcak hava kurutma veya vakum kurutma) genellikle polimerik

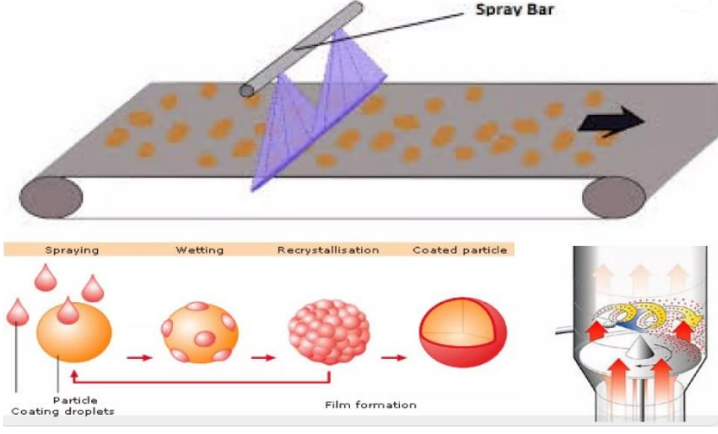
matrisin gıda yüzeyine adhezyonunu ve kohezyonunu sağlayarak sürekli bir kaplama oluşturur. Bu yöntem, meyve, sebze, peynir ve et ürünleri gibi gıdaların yüzeyine ince bir bariyer tabakası oluşturmak için etkilidir (Suhag ve ark., 2020). Şekil 1'de çilek üzerinde daldırma yönteminin uygulanması örneği verilmiştir (Kumar ve ark., 2022).



Şekil 1. Daldırma yöntemi örneği (Kumar ve ark., 2022).

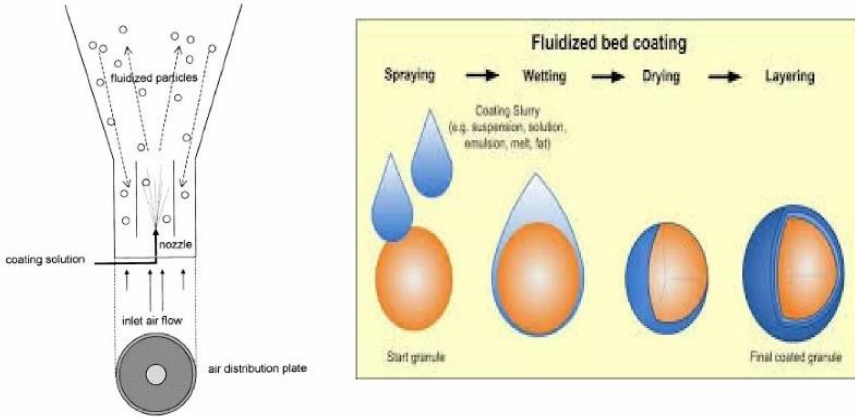
Püskürtme Yöntemi

Spreyleme, daldırma yönteminin pratik olmadığı veya daha homojen bir kaplama kalınlığı gerektiği durumlarda tercih edilir. Yenilebilir kaplama çözeltisi, basınçlı hava veya mekanik atomizasyon cihazları kullanılarak ince damlacıklar halinde gıda yüzeyine püskürtülür. Bu yöntem, özellikle hassas ürünler veya büyük ölçekli endüstriyel uygulamalar için uygundur. Spreyleme ile elde edilen kaplamalar, gıdanın tüm yüzeyini eşit şekilde kaplayarak gaz, nem ve mikrobiyal bariyer özelliklerini optimize edebilir. Kurutma işlemi, kaplamanın stabilizasyonu için gereklidir. Bu yöntemin, yüksek viskoziteli biyopolimerin püskürtülememesi gibi önemli bir dezavantajı vardır. Yüksek viskoziteli biyopolimer için daldırma yöntemi tercih edilir (Suhag ve ark., 2020; Payal ve ark., 2025). Şekil 2'de portakallar üzerinde püskürtme yöntemi gösterilmiştir (Kumar ve ark., 2022).



Şekil 2. Püskürtme yöntemi örneği (Kumar ve ark., 2022).

Akışkan Yatak Kaplama (Fluidized Bed Coating): Bu yöntem, özellikle küçük, taneli veya parçacıklı gıdalar (örneğin kuruyemişler, tahıllar, şekerlemeler) için idealdir. Gıda partikülleri, dikey bir odada alttan üflenlen hava akımı ile askıda tutulur (akışkan yatak oluşturulur). Bu sırada, yenilebilir kaplama çözeltisi, ince bir sis halinde akışkan yatağa püskürtülür. Partiküller sürekli hareket halinde olduğu için, her bir partikülün yüzeyi homojen bir şekilde kaplanır. Bu yöntem, yüksek verimlilik ve hassas kaplama kontrolü sağlar. (Suhag ve ark., 2020; Kumar ve ark., 2022).

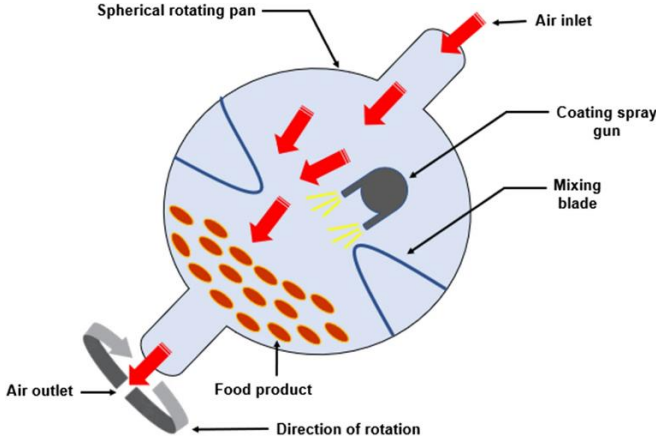


Şekil 3. Akışkan yatak kaplama yöntemi örneği (Nagarathna S.B., 2025).

Kaplama Yöntemi (Panning-Drajeleme)

Özellikle gıda ve şekerleme ürünleri için kaplama yöntemi önerilmektedir. Kaplama yöntemi sayesinde yuvarlak ya da oval şekilli ürünler tek seferde kaplanabilmektedir. Yuvarlak top şeklindeki tava döndürülürken içindeki gıdalar da tava ile birlikte dönmektedirler. Tava dönerken kaplama oluşturacak çözelti gıdanın yüzeyine doğru püskürtülmektedir. Panning işlemi sırasında, ürünlerin birbirleriyle ve tava yüzeyiyle sürtünmesi sonucunda kinetik enerjinin ısıya dönüşümü kaçınılmazdır. Özellikle duyarlı materyallerin (örn. çikolata) kaplanmasında veya çözücü buharlaşmasıyla oluşan soğuma etkisinin dengelenmesinde, bu sürtünme ısısının kontrollü bir şekilde (genellikle soğuk hava akımı ile) uzaklaştırılması gerekmektedir. Aşırı ısınma, kaplama materyalinin degradasyonuna veya ürünlerin yapışmasına neden olabilir (Andrade ve ark., 2012).

Uygulama sonrası, genellikle ısıtılmış veya soğutulmuş hava akımı kullanılarak kaplama tabakasının kurutulması, solventin buharlaştırılması veya materyalin katılaşması sağlanır. Bu döngüsel uygulama ve kurutma adımları, istenen kaplama kalınlığına ve özelliklerine ulaşılan kadar tekrarlanır. Şekil 3'te tava içerisinde kaplama yöntemi gösterilmiştir (Kumar ve ark., 2022).



Şekil 4. Kaplama yöntemi örneği (Kumar ve ark., 2022).



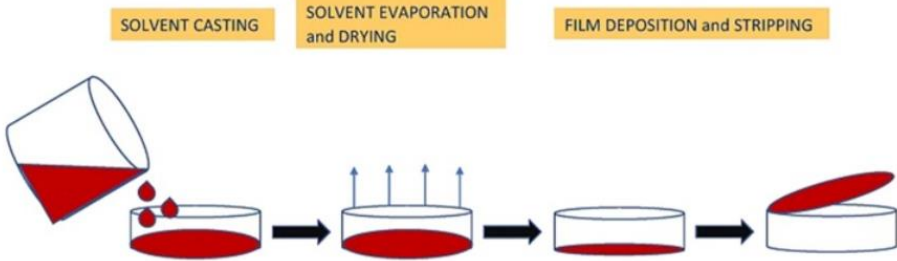
Şekil 5. Kaplama Panı (Tambur)_(Nagarathna S.B., 2025)

Film oluşturma yöntemleri:

Yenilebilir filmler, yenilebilir malzemelerden iki farklı yöntemle elde edilebilir: ıslak ve kuru işlemler; bunlara sırasıyla çözücü döküm ve ekstrüzyon işlemleri denir. Her iki yöntem de farklı prensiplere dayanmakta olup, üretilen filmlerin yapısal, mekanik ve bariyer özelliklerini doğrudan etkilemektedir.

Döküm yöntemi laboratuvar ve pilot ölçeklerde film oluşumu için en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde, biyopolimerlerden elde edilecek film üç adımda elde edilir. 1) Biyopolimerin uygun bir çözücüde çözündürülmesi. Bu adımda, biyopolimer malzeme uygun bir çözücüde çözünür. Film doğası gereği yenilebilir olduğundan, çözücünün de yenilebilir ve toksik olmaması gerekir. Genellikle çözücü olarak etil alkol ve su kullanılmaktadır. 2) Çözeltinin kalıba dökülmesi, 3) Dökülen çözeltinin kurutulması. Çözücü dökülen filmde buharlaştırılır ve bu polisakkaritler, daha fazla kurutma sonrasında onu film haline getiren jel benzeri bir yapı oluşturur

Şekil 6. (Dhanapal ve ark., 2012; Suhag ve ark., 2020; Kumar ve ark., 2022). Döküm yöntemi düşük sıcaklıklı bir üretim yöntemi olduğundan, sıcaklığa bağlı molekül bozulması olasılığı yoktur. Geliştirilen yenilebilir film tutarlı olmalı ve kusurlardan (tutarsızlık, kapanım ve mekanik hasar) arı olmalıdır. Kalınlık, şeffaflık, opaklık, şişme derecesi, termal kararlılık, mekanik dayanıklılık, oksijen iletim hızı (OTR), su buharı geçirgenliği (WVP) ve biyolojik özellikler yenilebilir filmlerin en önemli parametreleridir. Plastikleştiriciler, mekanik dayanıklılığa, bariyer özelliklerine, termal kararlılığa sahip kolayca soyulabilen yenilebilir bir filmin oluşturulması için kullanılır.



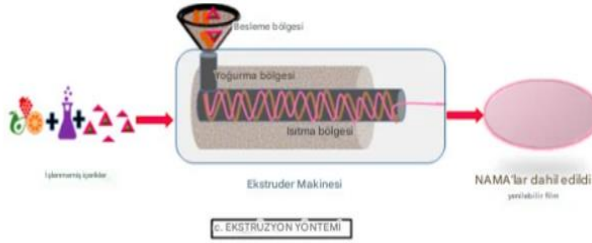
Şekil 6. Film oluşumunda döküm yöntemi (Suhag ve ark., 2020).

Ekstrüzyon Yöntemi

Ekstrüzyon, yenilebilir filmlerin üretiminde kullanılan, endüstriyel ölçekte yaygın olarak tercih edilen ve "kuru işlem" olarak sınıflandırılan bir yöntemdir. Bu yöntem, özellikle termoplastik özellik gösteren polimerik materyallerin işlenmesi için uygundur ve çözücü döküm yöntemine kıyasla daha yüksek verimlilik ve çevresel avantajlar sunar. Çözücü kullanılmaması, yüksek viskoziteli polimerlerin kolay işlenmesi de avantajları arasındadır. Ekstrüzyon film yapımının dezavantajları, esas olarak yalnızca sıcaklığa dayanıklı ve düşük nemli hammadde karışımlarının işlenmesiyle sınırlı olması ve bu nedenle belirli polimerlerin kullanımının kısıtlanmasıdır.

İşleme alınacak polimerik materyaller (genellikle granül veya toz formunda), plastikleştiriciler (örneğin, gliserol, sorbitol) ve diğer katkı maddeleri (antioksidanlar, antimikrobiyal ajanlar, renklendiriciler vb.) önceden karıştırılarak veya ayrı ayrı ekstrüderin giriş haznesine (hopper) beslenir. Nem içeriği, ekstrüzyon prosesinde kritik bir parametre olup, genellikle kontrol

altında tutulur. Beslenen materyaller, ekstrüderin içinde yer alan dönen vidalar (tek veya çift vidalı olabilir) tarafından ileri doğru taşınır. Ekstrüderin gövdesi, genellikle bağımsız olarak kontrol edilebilen ısıtma bölgelerine (bant ısıtıcılar) ayrılmıştır. Materyaller vidalar boyunca ilerledikçe, bu ısıtıcılar ve vidaların dönmelerinden kaynaklanan sürtünme (mekanik enerji), polimerin cam geçiş sıcaklığının veya erime noktasının üzerine çıkararak plastifiye olmasını sağlar. Bu aşamada polimer molekülleri hareketlilik kazanır ve viskoz bir eriyik oluşturur. Materyal ekstrüder boyunca ilerledikçe, vidalar tarafından uygulanan sıkıştırma kuvvetleri ve kalıbın direnci nedeniyle basınç oluşur. Bu basınç, eriyiğin kalıptan homojen bir şekilde çıkmasını sağlar. Ekstrüderin sonunda, eriyik haldeki polimeri istenen film profiline (genellikle düz bir yarıklı kalıp) dönüştüren bir kalıp bulunur. Kalıptan çıkan eriyik, sürekli bir ince film şeridi halindedir (Andrade ve ark., 2012; Dhanapal ve ark., 2012; Suhag ve ark., 2020; Kumar ve ark., 2022).



Şekil 7. Ekstrüzyon Yöntemi (Kumar ve ark., 2022).

SONUÇ

Genel olarak, yenilebilir ambalaj ve filmlerin başarılı bir şekilde uygulanması, ambalajlanacak gıdanın özellikleri, istenen raf ömrü, maliyet etkinliği ve üretim ölçeği gibi faktörlere bağlıdır. Endüstriyel alanda, yüksek verimlilik ve düşük çevresel etki sunan yöntemler, kilit bir rol oynamaya devam edecektir. Gelecekteki araştırmalar, ambalajlamada kullanılan yöntemlerin zayıf yönlerini gidermeye odaklanacak; çevre dostu çözümler ve verimli teknikler geliştirilirken, hassas malzemelerle çalışmaya uygun işlem koşulları ve hibrit yaklaşımlar araştırılacaktır. Ayrıca, nanoteknoloji ve akıllı ambalaj sistemlerinin entegrasyonu ile yenilebilir filmlerin mekanik, bariyer ve antimikrobiyal özelliklerinin daha da geliştirilmesi, bu yenilikçi ambalaj çözümlerinin gıda sektöründeki potansiyelini maksimize edecektir.

KAYNAKLAR

- Andrade, R. D., Skurtys, O., & Osorio, F. A. (2012). Atomizing spray systems for application of edible coatings. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 11(3), 323-337.
- Anker, M., Berntsen, J., Hermansson, A. M., & Stading, M. (2002). Improved water vapor barrier of whey protein films by addition of an acetylated monoglyceride. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3(1), 81-92.
- Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Cerqueira, M. A. (2022). Active carboxymethyl cellulose-based edible coatings for the extension of fresh goldenberries shelf-life. *Horticulturae*, 8(10), 936.
- Cerqueira, M. A. P. R., Pereira, R. N. C., da Silva Ramos, O. L., Teixeira, J. A. C., & Vicente, A. A. (2017). Materials and processing technologies. *Edible Food Packaging*, 469, 64.
- Chhikara, S., & Kumar, D. (2022). Edible coating and edible film as food packaging material: A review. *Journal of Packaging Technology and Research*, 6(1), 1-10.
- Comaposada, J., Gou, P., Marcos, B., & Arnau, J. (2015). Physical properties of sodium alginate solutions and edible wet calcium alginate coatings. *LWT-Food Science and Technology*, 64(1), 212-219.
- Costa, M. J., Maciel, L. C., Teixeira, J. A., Vicente, A. A., & Cerqueira, M. A. (2018). Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges. *Food Research International*, 107, 84-92.
- Debeaufort, F., Martin-Polo, M. & Voilley, A. (1993). Polarity homogeneity and structure affect water vapor permeability of model edible films. *Journal of Food Science* 58: 426-434.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., & Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in food science*, 38(4), 299-313.
- Dhall, RK (2013). Taze meyve ve sebzeler için yenilebilir kaplamalardaki gelişmeler: bir inceleme. *Gıda bilimi ve beslenmede kritik incelemeler* , 53 (5), 435-450.

- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha V., Yazhini. G., & Banu, M.S. (2012). Edible films from polysaccharides. *Food Science and Quality Management* 3: 1-10.
- Eser, Y., & Doğruer, Y. (2022). Gıdalarıda yenilebilir filmler ve kaplamalar. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (28), 18-29.
- Espita PJP, Du W, Avena-Bustillos RJ, Soares NFF, & McHugh T. (2014). Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties - A review. *Food Hydrocolloids*, 35: 287-296. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.06.005
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292-303.
- Fernandes, L. M., Guimarães, J. T., Pimentel, T. C., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., Carvalho, C. W. P., ... & Silva, M. C. (2020). Edible whey protein films and coatings added with prebiotic ingredients. In *Agrifood industry strategies for healthy diets and sustainability* (pp. 177-193). Academic Press.
- Garcia, L. C., Pereira, L. M., de Luca Sarantópoulos, C. I., & Hubinger, M. D. (2012). Effect of antimicrobial starch edible coating on shelf-life of fresh strawberries. *Packaging Technology and Science*, 25(7), 413-425.
- Güler, E. A., & Özbey, E. (2024). Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Gıda Katkı Maddelerinin Kullanımı, Uygulama Yöntemleri ve Alanları. *Özal Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 1(1), 44-60.
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., & Akhtar, N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International journal of biological macromolecules*, 109, 1095-1107.
- Hernandez, E. (1994). Edible coatings and films to improve food quality. *Edible coatings for lipids and resins*, 79-304.
- Jothi, N., Nachiyar, R.K., 2012. Identification and isolation of chitin and chitosan from cuttlebone of *Sepia prashadi* Winckworth, 1936. *Current Biotica* 6(3): 304-313.
- Kavrut, E. (2022). Hazır Köftelerde Yenilebilir Film Ambalajlamanın *Escherichia coli* O157: H7 Üzerine Antimikrobiyal Etkisi <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.

- Kumar, L., Ramakanth, D., Akhila, K., Gaikwad, K. K. (2022). Edible films and coatings for food packaging applications: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 1-26.
- Kumar, N. (2019). Polysaccharide-based component and their relevance in edible film/coating: A review. *Nutrition & Food Science*, 49(5), 793-823.
- McHugh, J. (2001). Intrusion and intrusion detection. *International Journal of Information Security*, 1(1), 14-35.
- Mihalca, V., Kerezsi, A. D., Weber, A., Gruber-Traub, C., Schmucker, J., Vodnar, D. C., ... & Pop, O. L. (2021). Protein-based films and coatings for food industry applications. *Polymers*, 13(5), 769.
- Morales-Jiménez, M., Gouveia, L., Yáñez-Fernández, J., Castro-Muñoz, R., & Barragán-Huerta, B. E. (2020). Production, preparation and characterization of microalgae-based biopolymer as a potential bioactive film. *Coatings*, 10(2), 120.
- Nagarathna S.B., 2025. Edible Coatings and Films (Enrobing) in Food Applications. Credit seminar II on. Department of Agricultural Engineering, University of Agricultural Science, GKVK UAS BANGALORE
- Ochoa-Reyes, E., Tirado-Gallegos, J.M., TafollaArellano, J.C., Buenrostro-Figueroa, J.J., Rojas, R., Ochoa-Chantaca, A. (2019). Edible Active Coatings for Foods as a Key Factor for Shelf-Life Prolongation. *Handbook of Research on Food Science And Technology*, Chavez-Gonzalez, M. L., Buenrostro-Figueroa, J. J., Aguilar, C. (ed.), Apple Academic Press, Oakville, Canada, s. 1-42.
- Pavlat, A.E. & W. Orts. (2009). Edible Films and Coatings: Why, What, and How?, in *Edible Films and Coatings for Food Applications*, K.C. Huber and M.E. Embuscado, Editors. 2009, Springer New York: New York, NY. p.1-23.
- Payal, A., Sandeep, G. D. S., Bammidi, M., Narayandas, A., Syed, I., & Rao, M. V. (2025). Recent advances in plant protein-based edible coatings for shelf-life enhancement of perishable and high nutritive value foods—A Review. *Food Packaging and Shelf Life*, 48, 101465.
- Raghav, P. K., Agarwal, N., & Saini, M. (2016). Edible coating of fruits and vegetables: A review. *Education*, 1(2), 188-204.

- Rhim, J. W., & Shellhammer, T. H. (2005). Lipid-based edible films and coatings. In *Innovations in food packaging* (pp. 362-383). Academic Press.
- Robles-Sánchez, R. M., Rojas-Graü, M. A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G., & Martín-Belloso, O. (2013). Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 240-246.
- Salehi, F. (2020). Edible Coating of Fruits and Vegetables Using Natural Gums: A Review. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup2), S570–S589. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1746730>
- Salgado, P. R., Ortiz, C. M., Musso, Y. S., Di Giorgio, L., & Mauri, A. N. (2015). Edible films and coatings containing bioactives. *Current Opinion in Food Science*, 5, 86-92.
- Salvia-Trujillo, L., Soliva-Fortuny, R., Rojas-Graü, M. A., McClements, D. J., & Martín-Belloso, O. (2017). Edible nanoemulsions as carriers of active ingredients: A review. *Annual review of food science and technology*, 8, 439-466.
- Sánchez-Ortega, I., García-Almendárez, B. E., Santos-López, E. M., Reyes-González, L. R., & Regalado, C. (2016). Characterization and antimicrobial effect of starch-based edible coating suspensions. *Food Hydrocolloids*, 52, 906-913.
- Senturk Parreidt, T., Müller, K., & Schmid, M. (2018). Alginate-based edible films and coatings for food packaging applications. *Foods*, 7(10), 170.
- Serrano, M., Martínez- Romero, D., Zapata, P.J., Guillén, F., Valverde, J.M., Díaz-Mula, H.M., Castillo, S., Valero, D. (2015). *Advances in Edible Coatings. Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology. Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology*, Wills, B., Golding, J., (Ed.), CRC Press, Dublin, Irlanda, s. 147-166.
- Song, D. H., Hoa, V. B., Kim, H. W., Khang, S. M., Cho, S. H., Ham, J. S., & Seol, K. H. (2021). Edible films on meat and meat products. *Coatings*, 11(11), 1344.
- Suhag, R., Kumar, N., Petkoska, A. T., & Upadhyay, A. (2020). Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. *Food Research International*, 136, 109582.

- Suput DZ, Lazic VL, Popovic SZ, Hromis NM. 2015. Edible films and coatings – sources, properties and application. *Food and Feed Research*, 42: 11-22. DOI: 10.5937/FFR1501011S
- Tural, S., Sarıcaoğlu, F. T., & Turhan, S. (2017). Yenilebilir film ve kaplamalar: Üretimleri, uygulama yöntemleri, fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımları. *Akademik Gıda*, 15(1), 84-94.
- Vu CHT, Won K. 2013. Novel water-resistant UV-activated oxygen indicator for intelligent food packaging. *Food Chemistry*, 140: 10.1016/j.foodchem.2013.02.056.
- Wu, J., Zhang, L., & Fan, K. (2024). Recent advances in polysaccharide-based edible coatings for preservation of fruits and vegetables: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 64(12), 3823-3838.
- Yang L, Paulson AT. 2000. Effects of lipids on mechanical and moisture barrier properties of edible gellan film. *Food Hydrocolloids Volume*, 10.1016/j.foodhyd.2008.09.002
- Yangılar, F., & Oğuzhan Yıldız, P. (2018). Ardahan İlinin Peynir Üretim Potansiyeli ve Üretiminde Yenilebilir Film ve Kaplamaların Kullanımının Ardahan' daki Kırsal Ekonomi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 11(3), 353-361. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.290556>
- Yangılar, F., & Yıldız, P. (2016). Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıda Endüstrisinde Kullanımı. 5(1), 27-35
- Yener FYG. 2007. Development of antimicrobial protective food coating materials from edible alginate films (Master's thesis, Izmir Institute of Technology).
- Yildirim-Yalcin, M., Tornuk, F., & Toker, O. S. (2022). Recent advances in the improvement of carboxymethyl cellulose-based edible films. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 179-193.
- Zhang, Y., Kong, Q., Niu, B., Liu, R., Chen, H., Xiao, S., ... & Gao, H. (2024). The dual function of calcium ion in fruit edible coating: Regulating polymer internal crosslinking state and improving fruit postharvest quality. *Food Chemistry*, 138952.

BÖLÜM 14

İÇ MEKAN SÜS BİTKİSİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE EVSEL ATIK DEPOLAMA ÇAMURUNUN KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi Güzella YILMAZ VURAL¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794549>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/ Tokat-Türkiye, e-mail: guzella.yilmaz@gop.edu.tr , Orcid No: 0000-0002-9284-9698

GİRİŞ

Estetik, fonksiyonel ve ticari amaçlarla yetiştirilen bitkiler süs bitkisi olarak adlandırılır. İç mekanlarda kullanılan süs bitkileri, hava kalitesini arttırmak, dekorasyondaki keskin alanları yumuşatmak gibi fonksiyonel amaçlarla veya estetik güzellikleri için dekoratif amaçlarla kullanılabilir (Ulus,1993; Yılmaz Vural, 2023).

Hızla artan Dünya nüfusu ve düzensiz kentleşme, yaşam alanlarında bulunan yeşil alanları sınırlandırmış ve insanların doğaya özlemi arttırmıştır. İnsanların doğa özlemi hem dış mekanlarda hem de iç mekanlarda süs bitkileri kullanımının atmasına neden olmuştur. Süs bitkileri kullanımının artması Dünya genelinde süs bitkileri sektörünün önemli bir ticaret alanı olmasını sağlamıştır (Ay, 2009). Özellikle son yıllarda hızla değişen ve her geçen gün gelişen bu sektör, birçok ülke için ülke ekonomisine büyük katkı sağlayan ticari faaliyet haline gelmiştir. Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de süs bitkilerine verilen önem artmıştır fakat artan süs bitkileri üretimi bu bitkilere duyulan ihtiyacı karşılayacak seviyeye gelmemiştir. Yeterli üretimin yapılamayışı süs bitkileri ithalatının çok yüksek seviyelere çıkmasına neden olmaktadır. 2018 yılında süs bitkileri ithalatı için 60 milyon \$, 2019 yılı için 43 milyon \$ harcanmıştır. Türkiye’de üretimin yetersizliğini mekanizasyon eksikliği, süs bitkileri üretim teknikleri hakkında kısıtlı bilgiye sahip olunması, sektöre ayrılan sermayenin düşük olması gibi birçok faktör etkilemektedir (TAGEM, 2020). Bu eksikliklerin giderilmesi ve diğer tarımsal ürünlere göre yüksek maliyetli olan bu bitkilerin üretimlerinin arttırılması ülkemiz açısından büyük önem taşımaktadır. Süs bitkileri sektöründe bitki fiyatları bitkinin özelliklerine göre büyük farklılıklar gösterebilir, bu yüzden bu bitkilerin sağlıklı şekilde üretimini sağlayacak uygulamalar geliştirilmelidir.

Ülkemizde süs bitkileri sektörünün gelişmesi ve ithalat yerine ülke ekonomisine katkı sağlayacak sayı ve nitelikte üretim yapılabilmesi amacı ile bu bitkilerin üretiminde biyokömür ilave edilmiş evsel atık depolama çamurunun kullanımının iyi bir yöntem olacağı düşünülerek bu çalışma hazırlanmıştır. Besleyiciliği fazla olan bu materyal birçok kirleticiyi barındırdığı için çevre kirliliği açısından birikmesi büyük tehdit oluşturmaktadır. TÜİK (2018) verilerine göre 2018 yılında Türkiye’de 319 bin ton (kuru madde bazında) evsel atık depolama çamuru ortaya çıkmıştır. Bu

miktar her sene daha fazla miktara ulaşmaktadır. Dolayısıyla, bu materyalin zararlı etkilerinin bertaraf edilerek kullanıma kazandırılması son derece önemlidir (Hanay ve Hasar, 2000; Topcuoğlu ve ark., 2003).

Arıtma çamurunun %70'e kadar yükselebilen organik madde içeriği, makro ve mikro elementlerce zengin oluşu, kullanımını çevre tahribatına yol açan ve yüksek maliyet gerektiren torf gibi yetiştirme materyalleri yerine kullanılabilir oluşu gibi özellikleri bu materyalin zararlı etkilerinin önüne geçilerek kullanıma kazandırılmasını önemli kılar. Bu materyalin besin içeriğinden ötürü gübreleme ihtiyacını ortadan kaldıracak oluşu da üretimin ekonomik olmasına katkı sağlayacaktır (Grigatti, 2007). Bitkilerin ihtiyaç duyduğu elementlerin tamamını içeren arıtma çamuru ahır gübresi ve organik komposta yakın besin değerine sahiptir (Linden ve ark., 1983; Sommers, 1997; Tabatabai ve Frankberger, 1979). Arıtma çamurunun bu olumlu etkileri birçok ülkenin yanı sıra bizim ülkemizde de süs bitkileri yetiştiriciliğinde arıtma çamuru kullanımının yaygınlaşmasına neden olmaktadır (Küçükhemek ve ark., 2005; Bozdoğan ve ark., 2009; Çetinkale Demirkan ve ark.; Yılmaz Vural, 2022).

Arıtma çamurunun içinde bulunan kirleticiler nedeniyle insan sağlığı açısından risk oluşturmaması için yenilebilir ürünler yerine süs bitkileri üretiminde kullanımı daha doğru olmaktadır. Bu materyalin önlem alınmadan kullanımı toksik etkileri ve yüksek ağır metal içeriği sebebiyle süs bitkilerinin üretimini de sınırlandırmaktadır. Bitki bünyesinde biriken ağır metaller bitki için oldukça tehlikelidir (Gür ve ark., 2004). Ağır metaller, boyda kısalma, gelişimde yavaşlama gibi etkilerinin yanında bitki ölümüne bile sebep olabilir (Akın ve Kahraman, 2018).

Arıtma çamurunu faydalı özellikleri sebebi ile süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılırken, bu materyalin zararlı etkilerinin bertaraf edilebilmesi için biyokömür kullanımının etkili olacağı düşünülmektedir. Biyokömür organik materyallerin yüksek derecelerde, az hava olan ya da hava olmayan ortamlarda yavaş proliz işlemi ile elde edilen materyaldir (Karhu ve ark., 2011). Su tutma kapasitesi ve karbon stabilesi yüksek olan biyokömürün toprak düzenleyici rol üstlendiği ve besin elementi döngüsüne katkı sağladığı belirlenmiştir (Sigua ve ark., 2016; Tag ve ark., 2016; Githinji, 2014). Biyokömür bitki büyüme ve gelişimine katkı sağlarken atmosferik karbonu azaltır (Sohi ve ark., 2010). Toprak kökenli patojenleri baskılayan, fitotoksike

organik molekülleri baskılayan biyokömürün ağır metallerin bitkiye geçişine engel olacağı düşünülmektedir (Eo ve ark., 2018; Oleszczuk ve ark., 2012).

Çalışma Tokat ilinde birikmekte olan ve çevre kirliliği açısından risk taşıyan arıtma çamurunun zararlı etkilerinin bertaraf edilerek süs bitkisi üretiminde kullanımını amaçlamaktadır. Atık çamuru önlem alınmadan kullanıldığında hem çevreye zarar vermeye devam edeceği için hem de bitki ölümüne sebep olabileceği için, atık çamurunun zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için farklı dozlarda biochar uygulamaları içeren yetiştirme ortamları hazırlanmıştır. Hazırlanan yetiştirme ortamlarında, iç mekan süs bitkilerini temsilen, hava temizleme özelliği ile ön plana çıkan Dağ Palmiyesi (*Chamaedorea*) bitkileri yetiştirilmiştir. Çalışma sonucunda, yetiştirilen bitkiler üzerinde yapılan gözlem sonuçlarına göre, atık çamurunun biyokömür ilave edilerek, iç mekan süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılıp kullanılmayacağı belirlenmeye çalışılmıştır.

1.MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait serada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada aynı boylarda Dağ Palmiyesi (*Chamaedorea*) bitkileri, hazırlanan yetiştirme ortamlarına dikilmiştir. Yetiştirme ortamları 2,5 litrelik saksılara hazırlanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre, her tekerrürde 5 saksı olacak şekilde 3'er tekerrürlü olarak kurulmuştur. Saksılara 3'er daldan oluşan 4 kök Dağ Palmiyesi dikilmiştir. Çalışmada, sadece arıtma çamuru, %2 biyokömür ilave edilmiş arıtma çamuru ve %5 biyokömür ilave edilmiş arıtma çamuru olmak üzere üç farklı yetiştirme ortamı kullanılmıştır.

Tablo 1. Atık çamurunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Besin Elementleri	Toplam konsantrasyon (mg/kg)	Bitkiye yararlı konsantrasyon ve bitki için yeterlilik durumu (mg/kg)*
N		
P	5732	73,4 (Fazla)
K	4792	275 (Yeterli)
Mg	18375	1874 (Fazla)
S	4529	2120 (Çok Fazla)
Ca	58308	7845 (Fazla)
Fe	38676	150 (Çok Fazla)
Zn	189	86 (Çok Fazla)
Mn	790	54,7 (Çok Fazla)
Cu	161	32,2 (Çok Fazla)
B	53	18,3 (Fazla)
pH	6,70 (Nötr)	
Tuz (%)	0,306 (Orta Tuzlu)	
Kireç (%)	6,1 (Orta kireçli)	
Organik madde (%)	6,45 (Yüksek)	
Ağır Metaller	Toplam konsantrasyon (mg/kg)	Bitki tarafından alınabilir konsantrasyon ve bitki için risk durumu (mg/kg)**
Ni	83,5	7,12 (Orta Riskli)
Al	18545	9,86 (Orta Riskli)
Cd	1,0	0,12 (Risk yok)
Co	9,85	0,62 (Risk yok)
Cr	104	0,08 (Risk yok)
Pb	47,7	0,64 (Risk yok)

* Sparks ve ark., (2020). Methods of soil analysis, part 3: Chemical methods'a göre değerlendirilmiştir.

**86/278/EEC - Arıtma Çamuru Direktifinde toprak ve çamur için belirtilmiş olan kriterlere göre değerlendirilmiştir.

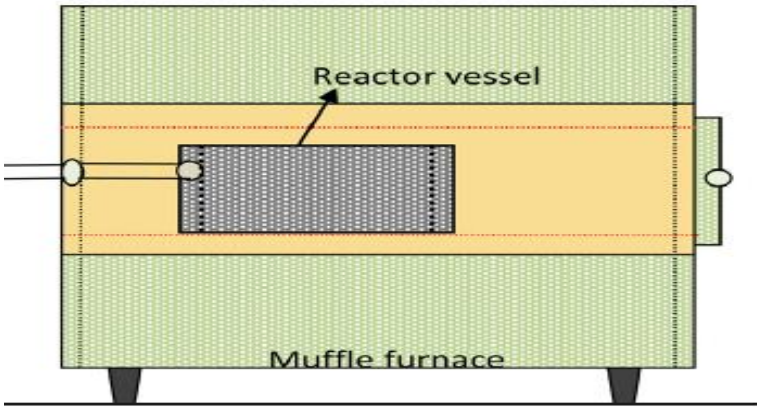
Tokat atık depolama alanından elde edilen atık çamuru hava kuru hale geldikten sonra 4mm'lik elek ile elenmiş ve saksılara konulmak üzere hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan atık çamurunun ağır metal içeriği ve besin maddesi içeriği Tablo 1'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan biyoçar yapımı için de ana materyal olarak, birikiminin çevre için risk olması gerekçesiyle arıtma çamuru kullanılmıştır. Yetiştirme ortamında kullanılmak için hazır hale getirilen arıtma çamuru çelik

ve hava almayan çelik kasalara doldurularak, ağzı sıkıca kapatılmış ve 500 °C'de proliz edilerek biyokömür materyali elde edilmiştir. Biyokömür yapımı için kullanılan çelik kaplar ve kül fırını Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Biyoçar üretimi için özel imal edilmiş çelik kap



Şekil 2. Biyoçar üretimi için özel imal edilmiş kül fırını

Elde edilen biyoçar materyalinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Arıtma çamuru biyoçarın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametre	Birim	Değer
Spesifik yüzey alanı (SSA)	m ² g ⁻¹	24.5
Su tutma kapasitesi (WHC)	% (g su/100 g)	60.6
Hacim ağırlığı (BD)	g cm ⁻³	0.51
pH	–	7.91
Tuz	%	0.50
C	%	32.3
KDK (CEC)	g/100g	18.0
N	%	0.48
C/N	-	67.3
P	mg/kg	9389
K	mg/kg	5203
Zn	mg/kg	274
Fe	mg/kg	63349
Cu	mg/kg	264
Mn	mg/kg	1294
Pb	mg/kg	65.8
Cd	mg/kg	1.21
Co	mg/kg	16.13
Cr	mg/kg	170.3
Ni	mg/kg	136.8
Al	mg/kg	31974
B	mg/kg	36.6

Deneme kurutulduktan sonra üç ay devam ettirilmiştir. Sera sıcaklığı ortalama 25°C olarak ölçülmüştür. Çiçekler su ihtiyacı oldukça saf su ile sulanmıştır. Arıtma çamurunun besin içeriği yüksel olduğu için deneme boyunca gübreleme yapılmamıştır. Deneme sonunda bitki boyu, herba ağırlığı, kök boyu ve yaş kök ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler SAS istatistik analiz programında varyans analizine göre karşılaştırılmıştır.

2.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Her bir yetiştirme ortamında 15 adet saksı bulunan çalışmada, kontrol grubunda yer alan 15 bitkiden 8 tanesi ölmüştür. Biyokömür ilave edilen saksılarda ise bitki ölümü gerçekleşmemiştir. Biyokömür uygulamalarının bitkilerin yaşamını sürdürebilmesi konusunda oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Farklı biyokömür dozlarının, atık çamurunda yetiştirilen Dağ Palmiyesi bitkisinin gelişimi üzerine etkisi

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	Herba Ağırlığı (gr)	Kök boyu (cm)	Kök Ağırlığı (gr)
Kontrol	31.4 b	83.8 b	6.8 a	10.2 b
% 2 Biyokömür	45.8 a	128.6 a	8.7 a	19.4 a
%5 Biyokömür	42.6 a	124.3 a	8.9 a	17.6 a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p < 0.05$)

Yapılan bitki boyu ölçümlerinde kontrol grubunda yer alan bitki boylarının ortalaması 31.4 olurken, %5 biyokömür uygulaması ile 42.6'ya, %2 biyokömür uygulaması ile 45.8'e kadar yükselmiştir. Biyokömür uygulamaları kontrol grubuna göre bitki boyunu önemli oranda arttırmıştır. Bu artış kontrol grubuna göre önemli bulunurken biyokömür uygulamaları yapılan bitkiler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (Tablo3).

Biyokömür uygulamalarının herba ağırlığına olan etkileri bitki boylarına olan etkileri ile paralel olmuştur. Biyokömür uygulamalarının her ikisi de kontrol grubuna kıyasla herba ağırlığında önemli artışlara neden olmuştur. En yüksek herba ağırlığı %2 biyokömür uygulaması yapılan yetiştirme ortamından elde edilmiştir. Kontrol grubunda 83.8 gr olan herba ağırlığının 124.3 gr ve 128.6 gr olmasını sağlayan biyokömür uygulamalarının etkisi kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bulunurken, iki biyokömür uygulaması arasındaki fark ise önemsiz bulunmuştur (Tablo3).

Biyokömür uygulamaları kök boylarında artışa neden olurken bu artışlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Diğer parametrelerin aksine kök boyu için en yüksek değer %2 biyokömür uygulaması yerine %5 biyokömür uygulamasından elde edilmiştir. Fakat bu fark dikkate alınamayacak kadar az olmuştur (Tablo3).

Biyokömür uygulamalarının kök ağırlıklarına etkileri bitki boyları ve herba ağırlıklarına etkileri ile benzer olmuştur. En yüksek kök ağırlığı 19.4 gr olarak %2 biyokömür uygulaması ile elde edilmiştir. Kontrol grubunda 10.2 gr olarak ölçülen kök ağırlığı %5 biyokömür uygulamasında 17.6 gr olmuştur. Kontrol grubuna göre biyokömür uygulamalarının kök ağırlığına etkileri

önemli bulunurken, biyokömür uygulamaları arasında gözlemlenen fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo3).

Bitkilerin büyüme ve gelişimlerinin gübreleme yapılmadığı halde iyi oluşunun atık çamurunun sahip olduğu yüksek besin içeriğinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Atık çamurunda bulunan özellikle N elementi başta olmak üzere yüksek besin elementi içeriğinin, bitkilerin büyüme ve gelişimine katkı sağladığını ileri sürülmüştür (Dede, 2009). Chaney (1990) bu çalışmaya benzer olarak, bitkilerin ihtiyacı olan N ve P ihtiyacının atık çamuru ile karşılanarak bitki büyüme ve gelişiminde artış sağlanabileceğini vurgulamıştır. Aynı şekilde biyoçar uygulaması ve atık çamuru kullanımı ile marul bitkisinin büyüme ve gelişiminde önemli artış sağlanmıştır (Mendez ve ark., 2017). Logan ve Chaney(1983) topraktaki besin elementi yetersizliğinin atık çamuru kullanılarak giderileceğini bildirmişlerdir.

Kontrol grubunda gözlemlenen bitki ölümlerinin yüksek oluşunun ve uygulama gruplarında yetişen bitkilere göre bitki büyüme ve gelişimlerinin düşük oluşunun, arıtma çamurunun içerdiği ağır metal yoğunluğundan ve yüksek fitotoksik etkiye sahip oluşundan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Yüksek dozda arıtma çamuru kullanımının fitotoksik etki göstererek bitkiye olumsuz etki ettiğini gösteren çalışmalar bu çalışmadan elde edilen verileri destekler niteliktedir (Akın ve Kahraman, 2018). Biyokömür kullanılan saksılarda bitki ölümü gözlemlenmeyişi biyokömürün arıtma çamurunun zararlı etkilerini bertaraf edebileceği görüşünü desteklemektedir. Biyoçar uygulamalarının, buğday bitkisinde bulunan ağır metal konsantrasyonunda azalmaya neden olduğunu gösteren çalışma da, yapılan bu çalışma ile benzer sonuçlar ortaya koymuştur (Acir ve Erdem, 2020). Oleszcuk ve ark. (2012) biyokömür uygulamaları ile atık çamurunun zararlı etkilerinin azaltılabileceğini veya ortadan kaldırılabileceği sonucuna varan çalışmaları ile bu çalışma sonucunu desteklemektedir.

3. SONUÇ

Çalışma sonucunda, arıtma çamurunun biochar uygulamaları ile birlikte, iç mekan süs bitkileri yetiştiriciliğinde, yetiştirme ortamı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Besin değeri yüksek olan arıtma çamurunun tek başına kullanımının bitki ölümlerine sebep olacak kadar riskli olduğu göz ardı edilmemelidir. Elde edilen veriler, atık çamurunun zararlı

etkilerinin biochar kullanılarak azaltılabileceğini veya ortadan kaldırılabileceğini göstermektedir. Her geçen gün miktarı artan atık depolama çamurunun zararlı etkilerinin bertaraf edilerek faydalı bir materyale dönüştürülmesi sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma sonucuna göre atık depolama çamurunun biyokömür ilave edilerek kullanılması ile bitki büyüme ve gelişiminde önemli artış elde edilebileceği, gübrelemeye ihtiyaç kalmadan sağlıklı iç mekan bitkileri yetiştirilebileceği, elde edilmesi doğada tahribe yol açan torf materyali yerine atık depolama çamurunun kullanılabileceğini ve bu sayede hem çevre için önemli bir adım atılırken hem de yetiştirme maliyetlerinde tasarruf edileceği ortaya konmuştur.

Bu çalışmanın, yeni yapılacak çalışmalara ışık tutması beklenirken biyokömür uygulamalarının farklı bitkilere farklı etki edebileceği ve biyokömürün yapılma sıcaklığının, kullanılan ana materyalin, uygulama dozunun vb. özelliklerin farklı sonuçlar ortaya çıkarabileceği unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- Acir, Y., Erdem, H., 2020. "The effect of biochar applications on cadmium (Cd) uptake of bread wheat", *Journal of Academic Ziraat* 9(2): 327-336 (2020) Research ISSN: 2147-6403 e-ISSN: 2618-5881 DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.813360>.
- Akın, F. Ve Kahraman, Ö., 2018. Atık su arıtma çamurunun süs lahanası yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* , cilt.33, sa.2, ss.177-183, 2018.
- Ay, S. 2009. Süs Bitkileri İhracatı, Sorunları Ve Çözüm Önerileri: Yalova Ölçeğinde Bir Araştırma Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 14,423-443.
- Bozdoğan, E., G. Çetinkale ve Z. Söğüt, 2009. Atıksu arıtma çamurlarının yeniden kullanımları. *Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi –UKAY 2009*. 334-342.
- Chaney, R.L. 1990. Twenty years of land application research. *Biocycle*, September 54-59.
- Çetinkale Demirkan, G., Akat., H. ve Yokaş, İ. 2013. Atık çamurun kapak malzemesi olarak kullanımının bazı çim türlerine etkisi. V. Süs Bitkileri Kongresi, 06-09 Mayıs 2013 Yalova, sf: 301-308.
- Dede, Ö.H., 2009. Fındık zürufu ve arıtma çamuru karışımından süs bitkisi yetiştirme ortamı geliştirilmesi. *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Çevre Müh. Bölümü*, s:183
- Eo, J., Park, K.C., Kim, M.H., Kwon, S.I., Song, Y.J. 2018. Effects of rice husk and rice husk biochar on root rot disease of ginseng (*Panax ginseng*) and on soil organisms. *Biological Agriculture & Horticulture*, 34(1), 27-39.
- Githinji, A. 2014. Effects of Training on Employee Performance: A Case Study of United Nations Support Office for the African Union Mission in Somalia. (MBA Thesis) retrieved from <http://erepo.usiu.ac.ke/handle/11732/71>., son erişim tarihi: 04.02.2022.
- Grigatti, M., Giorgioni, M. E., Ciavatta, C. 2007. Compostbased growing media: influence on growth and nutrient use of bedding plants. *Bioresource Technology*, 98, 3526-3534.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö ve Çobanoğlu, D., 2004. Ağır Metal İyonlarının (Cu+2, Pb+2, Hg+2, Cd+2) *Clivia* sp. Bitkisi Polenlerinin

- Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri. F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi, 16(2), 177-182.
- Hanay, Ö. ve Hasar, H. 2000. Kayseri İlindeki Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Çamurunun Tarımsal Kullanım Potansiyeli Science and Eng. J. Of Firat University, 19, 3, 333-337.
- Karhu, K., Mattila, T., Bergstrom, I., Regina, K., 2011. Biochar addition to agricultural soil increased ch4 uptake and water holding capacity results from a short-term pilot field study. Agriculture, Ecosystems & Environment, 140: 309-313. doi.org/10.1016/j.agee.2010.12.005.
- Küçükhemek, M., K. Gür, R. Uyanöz ve Ü. Çetin. 2005. Arıtma çamuru ve çiftlik gübresinin çim bitkisi verimine ve renk özelliğine etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, I. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu Bildiri Kitabı. İzmir, 25-26 Mart 2005: 375-384.
- Linden, D.R., Clap, C.E., Dowdy, R.H. 1983. Hydrologic management: nutrients. Proceedings of the workshop on utilization of municipal wastewater and sludge on land. Riverside, University of California, 79, 103.
- Logan, T.J. ve Chaney , L. 1983. Metals.pp In utilization of municipal wastewater and sludge on land. A.L. Page, T.L. Gleason, J.E., Smith, I.K., Iskender and C.E. Sommers, eds. Riverside.
- Mendez, A., Cardenas-Aguiar, E ., Paz-Ferreiro, J., Plaza, C ve G. Gascob,G. 2017. The effect of sewage sludge biochar on peat-based growing media. Biological Agriculture & Horticulture, 33 (1): 40–51.
- Oleszczuk, P., Rycaj, M., Lehmann, J., Cornelissen, G. 2012. Influence of activated carbon and biochar on phytotoxicity of air-dried sewage sludges to *Lepidium sativum*. Ecotoxicol. Environ, 80, 321–326.
- Sigua, G.C., Novak, J.M., Watts, D.W., Johnson M.G., Spokas, K. 2016. Efficacies of designer biochars in improving biomass and nutrient uptake of winter wheat grown in a hard setting subsoil layer. Chemosphere , 142, 176-183.
- Sohi, S., Lopez-Capel, E., Krull, E., Bol, R.. 2010. Biochar climate change and soil: A review to guide future research. Rep. No. 05/09. CSIRO.
- Sommers, L. E. 1997. Chemical composition of sewage sludges and analysis of their potential use as fertilizer. J. Environmental Quality, 6, 225-232.

- Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H. (Eds.). 2020. Methods of soil analysis. Chemical methods, 14.
- Tabatabai, M.A. ve Frankerberger, W.T. 1979. Chemical composition of sewage sludges in Iowa. Agriculture and Home Economics Experimental Station, Iowa State University of Sci. and Technology Research Bulletin, 586.
- Tag, A.T., Duman, G., Ucar, S., Yanik, J. 2016. Effects of feedstock type and pyrolysis temperature on potential applications of biochar. J. Anal Appl Pyrol 120:200–206.
- TAGEM. 2020. Süs Bitkileri Sektör Politika Belgesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/SU%CC%88S%20BI%CC%87TKI%CC%87LERI%CC%87sekte%CC%88rpolitika%20.pdf>
- Topcuoğlu, B., Önal, M.K., Arı, N. 2003. Toprağa Uygulanan Kentsel Arıtma Çamurunun Domates Bitkisine Etkisi: Bitki Besinleri ve Ağır Metal İçerikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 16(1), 87-96.
- TUİK. 2018. [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p= Belediye-Atıksu-İstatistikleri -2018-30667](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Belediye-Atıksu-İstatistikleri-2018-30667), last accessed: 07.02.2022 (in Turkish).
- Ulus, A. 1993. Bazı iç mekân süs bitkilerinin kullanım tekniği üzerine bir araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi.
- Yılmaz Vural, G. 2022. Disposal Of Storage Sludge Caused By Environmental Pollution With Biochar Applications And Ensuring Its Use In Landscape Works. International Journal of Landscape Architecture Research E-ISSN: 2602-4322 6(2): 13-21, 2022.
- Yılmaz Vural, G. 2023. İç Mekan Hava Kalitesini Arttıran Süs Bitkileri. Peyzaj ve Kentler '2023 Çalışmaları. 401-416.

BÖLÜM 15

SİLİSYUM VE BİYOKÖMÜR UYGULAMALARININ LATİN ÇİÇEĞİNİN (*Tropaeolum Majus* L.) BÜYÜME VE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Güzella YILMAZ VURAL¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794576>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/ Tokat-
Türkiye. e-mail: guzella.yilmaz@gop.edu.tr, Orcid No: 0000-0002-9284-9698

GİRİŞ

Kentsel yaşamın her geçen gün düzensiz artışı, insanların doğaya özlemini arttırmıştır. İnsanların yeşile olan özlemi ve kentleşmeden kaynaklı çevre sorunlarının artışı süs süs bitkilerine verilen önemin artmasına ve Dünya genelinde süs bitkileri sektörünün büyük bir Pazar haline gelmesine neden olmuştur. Günümüzde birçok ülkede süs bitkileri sektörü ülke ekonomisine yüksek katkı sağlayan ticari sektör haline gelmiştir (Ay,2009; Cengiz ve ark., 2017).

Park ve bahçelerin düzenlenmesi, karayolları ve refüj gibi kullanım alanlarının ağaçlandırılması, rekreasyon alanlarının tasarımı gibi birçok alanda süs bitkileri kullanılır (Sağlık ve ark., 2012; Cengiz ve ark., 2017).

Özellikle son yıllarda bilinç düzeyindeki artışla beraber süs bitkilerinin kullanım alanı ve miktarı önemli ölçüde artmıştır. Konutlarının bahçesi olan insanların bahçelerinde süs bitkilerine özenle yer ayırmasının yanı sıra bu imkana sahip olamayanlar, balkon ve iç mekanlarda bitki kullanımına önem vermektedir. Süs bitkilerinin kullanım miktarının artması bu bitkilere duyulan ihtiyacı arttırdığı için, süs bitkileri üretiminin talebi karşılayacak seviyelere ulaşması gerekmektedir.

Ticari değeri diğer tarımsal ürünlere göre yüksek olan bu bitkilere duyulan ihtiyaç karşılanamadığında, bu bitkilerin ithalatı için bütçe ayırmak gerekmektedir. Dünya genelinde süs bitkileri talebini karşılayan ülkeler bu sektör sayesinde önemli ticari gelir elde etmektedir. Ülkemiz yüz ölçümü, topografik yapısı ve iklim koşulları sayesinde süs bitkileri ithalatında en ön sıralarda yer alacak ülkelerin içinde yer alabilecekken henüz kendi ihtiyaç duyduğu süs bitkisi üretim miktarı karşılayabilecek seviyelere gelememiştir. Bu durumun, mekanizasyonda olan eksikliklerden, bu alana yapılan yatırımın yeterli olamayışından, süs bitkileri yetiştiriciliği konusunda yeterli donanım ve bilgiye sahip olunmayışından ve buna benzer birçok etmenden kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Anonim, 2012).

Ticari değeri yüksek süs bitkileri sektörünün pazar payından faydalanabilmek ve ihtiyaç duyduğumuz süs bitkileri ihtiyacını kendimiz karşılayabilmek için, ülkemizde bu sektörün gelişmesini sağlayacak çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Süs bitkilerinin fizyolojik durumlarının fiyatlarında büyük farklılıklar yarattığı düşünüldüğünde, kaliteli bitki üretimi sağlayacak her uygulamaya

önem verilmelidir. (TAGEM, 2020). Bu çalışmada, daha sağlıklı ve verimli bitki yetiştiriciliği yapılabilmesi amacı ile silisyum ve biyokömür uygulamalarının bitkiler üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Organik materyallerin, havasız veya çok az hava barındıran ortamlarda, yüksek ısılarda, yavaş proliz edilmesi ile elde edilen materyale biyokömür denilir (Karhu ve ark., 2011). Biyokömür, karbon stabilesi ve su tutma kapasitesi yüksek olan, toprak düzenleyici ve besin döngüsüne katkı sağlayıcı görev üstlenerek bitki büyüme ve gelişimine destek olan materyal olarak görev yapar (Sigua ve ark., 2016; Tag ve ark., 2016; Githinji, 2014). Ayrıca biyokömürün toprakta bulunan patojenleri ve fitotoksike organik molekülleri baskılama özelliği bitki gelişimine katkı sağlar (Eo ve ark., 2018; Oleszczuk ve ark., 2012).

Silisyum (Si) elementi bitkilerin ihtiyaç duyduğu mutlak gerekli elementler içerisinde yer almamakla beraber bitkiler için oldukça yararlı olan bir elementtir (Epstein, 1999).

Si elementinin bitkinin strese karşı dayanımını arttırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Gong ve ark., 2005). Silisyumun besin elementi rolü üstlenerek bitki büyüme ve gelişimini desteklediği, yeteri kadar silisyum içeren bitkilerin böcek zararlıları ve mantar hastalıklarına karşı daha dirençli hale geldiği, bitki gövdesini güçlendiren silisyumun bitkinin su kaybının azalmasına sebep olduğu ve bu elementin bitkide çok fazla miktarda birikse bile bitkiye zarar vermeyen tek element olduğu belirlenmiştir (Ma ve ark., 2001).

Silisyum, yaprakların dik durmasını sağlayarak bitkinin güneşten daha fazla faydalanmasına neden olur (Hamayun, 2010). Silisyumun bitkilerde görülen hastalıklara dayanımı arttırdığını, hastalığın şiddetini azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Fauteux ve ark., 2005; Gillman ve ark., 2003; Sun ve ark., 2002). Ayrıca silisyumun dolaylı veya direkt olarak bitki verimde artışa neden olduğu belirlenmiştir (Mauad ve ark. 2003; Horuz ve Korkmaz, 2012; Takahashi ve ark., 1990; Trenholm ve ark. 2004).

Biyokömür ve silisyumun süs bitkilerinin büyüme ve gelişimine katkı sağlayacağı düşünülerek hazırlanan bu çalışmada biyokömür ve silisyum uygulamalarının süs bitkileri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

1.MATERYAL VE YÖNTEM

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne ait, ortalama sıcaklığı 23°C olan serada gerçekleştirilen bu çalışmada süs bitkilerini temsilen Latin Çiçekleri (*Tropaeolum majus L.*) kullanılmıştır (Şekil 1). Tropaeolaceae familyası, *Tropaeolum L.* cinsi ve *Tropaeolum majus L.* tür ismi ile bilinen Latin Çiçeği' nin dünyada yaygın olarak kullanılan isimleri; garden nasturtium, Indian cress, tall nasturtium (İngilizce), capuchina (İspanyolca), grande capucine (Fransızca), Indianerkresse, Große Kapuzinerkresse, kresse (Almanca) ve nasturzio (İtalyanca)'dır (Christenhusz, 2012; Anonim, 2017).

Latin çiçekleri tohumları, tohum çıkışlarında sorun yaşanmaması için yalnızca torf doldurulmuş viyollere ekilmiştir. Viyoller sürekli nemli tutularak tohum çimlenmesi sağlanmıştır. Bitki çıkışları başladıktan sonra bitkiler 2-3 yapraklı hale gelene kadar su ihtiyaçları karşılanarak viyollerde muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Latin Çiçekleri (*Tropaeolum majus L.*)

Gösterişli çiçekleri ile süs bitkileri içerisinde dikkat çeken Latin çiçekleri, saksılara dikilecek gelişime ulaştıklarında, hazırlanan yetiştirme ortamları ile doldurulan 2,5 litrelik saksılara dikilmiştir. Deneme kurulurken çiçeklerin ortalama olarak aynı büyüklükte olanları özenle seçilerek her saksıya birer adet bitki dikilmiştir. Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Çalışmada kontrol grubu (½ toprak + ½ torf), biyokömür grubu (½ toprak + ½ torf + %2 biyokömür) ve silisyum grubu (½ toprak + ½ torf + 200 ppm silisyum uygulaması) olmak üzere 3 farklı yetiştirme ortamı kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda bitkiye verilmesi gereken optimum silisyum dozunun 200 ppm ve optimum biyoçar dozunun %2 olduğu düşünüldüğü için çalışmada bu dozlar denenmiştir. (Horuz ve Korkmaz 2012; Acir ve Erdem, 2020). Silisyum kaynağı olarak potasyum silikat (K₂SiO₃- %18,2 Si) kullanılmıştır.

Deneme her tekerrürde 3 saksı olacak şekilde 3'er tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan toprağın özellikleri

Toprak Özellikleri	Analiz Sonucu	Değerlendirme	Sınır Değeri
pH Saturasyon Çamurunda	7.63	Hafif alkali	6.5-7.5
% Kireç	68.81	Çok kireçli	5.0-15.0
% Tuz Saturasyon Çamurunda	0.017	Az tuzlu	0.0-0.15
% Organik Madde	1.55	Orta	3-4
Yarayışlı (kg/da) Potasyum (K ₂ O)	55.87	Yeterli	>30
Fosfor (P ₂ O ₅)	1.51	Yetersiz	>13
Bünye Sınıfı	Killi tınlı		
Çinko	0.369	Yetersiz	>1
Yarayışlı Demir	5.54	Yeterli	>4.5
Mikro element	Mangan	2.521	Yeterli
(mg/kg)	Bakır	0.412	Yeterli
			>0.2



Şekil 2. Biyokömür üretimi yapılan çelik kasalar

Çalışmada biyoçar ana materyali olarak, Giresun ilinden temin edilen fındık kabukları kullanılmıştır. Temin edilen fındık kabukları öğütüldükten sonra özel hazırlanmış hava almayacak çelik kasalara koyularak, 500°C'ye ayarlanan kül fırınında proliz edilmiş ve biyokömür materyali elde edilmiştir. Kullanılan çelik kasalar ve kül fırını Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Biyokömür üretimi yapılan kül fırını

Elde edilen biyokömüre ait özellikler Tablo 2’de verilmiştir.

5 Mayıs’ta kurulan deneme 5 Ağustos’ta sonlandırılmış ve bitki ölçümleri yapılmıştır. Deneme süresince çiçekler su ihtiyacı oldukça saf su ile sulanmıştır. Deneme kurulduktan 2 hafta sonra tüm saksılara 75 ppm P ve 100 ppm N ile gübreleme yapılmıştır. Deneme sonunda çiçek sayısı, bitki boyu, gövde ağırlığı, kök uzunluğu ve kök ağırlığı ölçümleri yapılmıştır.

Çiçek sayısı, denemenin başladığı günden bitirildiği güne kadar oluşan bütün çiçeklerin sayılması ile elde edilen saksı başına düşen ortalama çiçek sayısını ifade etmektedir. Bitki boyu, toprağın hemen üstünden başlayarak gergin tutulan bitki boyu ölçülerek elde edilmiştir. Gövde ağırlığı toprak üstü aksamının yaş ağırlığını ifade etmektedir. Kök uzunluğu, hasat edilen bitkilerin kök boğazından başlayarak en uzun olan kısmın ölçülmesi ile elde edilmiştir. Kök ağırlığı için hasat edilen bitkilerin köklerindeki topraklar temizlendikten sonra yıkanıp kurulandıktan sonra, yaş ağırlıklarının tartımı yapılmıştır. Elde edilen veriler SAS istatistik analiz programında varyans analizine göre karşılaştırılmıştır.

Tablo 2. 500 °C piroliz sıcaklığında üretilen fındık biyokömürünün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Biyokömür Özelliği	Analiz Sonucu
Spesifik yüzey alanı (m ² g ⁻¹)	290.66
pH	8.66
EC (mS)	0.35
C (%)	58.9
N (%)	0.16
P (mg / kg ⁻¹)	165
K (mg / kg ⁻¹)	7302
Fe (mg / kg ⁻¹)	377
Zn (mg / kg ⁻¹)	65.2

2.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Her bir yetiştirme ortamında 15 adet saksı bulunan çalışmada, kontrol grubunda yer alan 15 bitkiden 8 tanesi ölmüştür. Biyokömür ilave edilen

saksılarda ise bitki ölümü gerçekleşmemiştir. Biyokömür uygulamalarının bitkilerin yaşamını sürdürebilmesi konusunda oldukça etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen saksı başına ortalama çiçek sayıları incelendiğinde, Kontrol ortamında 8.3 olan çiçek sayısının, silisyum uygulaması ile 17.5 'e, biyokömür uygulaması ile 24.1'e yükseldiği gözlemlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo3).

Biyokömür ve silisyum uygulamaları bitki uzunluğunda artışlara neden olsa da sadece biyokömür uygulamasının etkisi önemli bulunmuştur. Biyokömür uygulaması bitki boyunu hem kontrol hem de silisyum grubundaki saksılara kıyasla önemli derecede arttırmıştır. Kontrol grubunda 84.4 cm ölçülen bitki boyu, biyokömür uygulamasıyla 112.1 cm'e yükselmiştir (Tablo 3).

Her iki uygulama da gövde ağırlığında önemli artışlara neden olmuştur. Kontrol grubunda 45.7 olan gövde ağırlığı, silisyum uygulamasında 43.2, biyokömür uygulamasında 47.3 olarak kaydedilmiştir (Tablo 3).

Kök uzunluğu ve kök ağırlığı parametrelerinin her ikisinde de benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Her iki uygulama da kök uzunluğu ve kök ağırlığını önemli derecede arttırmıştır. En yüksek kök uzunluğu ve kök ağırlığı biyokömür uygulaması ile elde edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Bitkilerin Verim Parametreleri

Uygulamalar	Kontrol	Biyokömür	Silisyum
Çiçek Sayısı (Adet)	8.3 C	24.1 A	17.5 B
Bitki Boyu (cm)	84.4 B	112.1 A	89.5 B
Gövde Ağırlığı (gr)	45.7 B	70.4 A	62.3 A
Kök Uzunluğu (cm)	30.4 B	47.3 A	43.2 A
Kök Ağırlığı (gr)	6.9 B	9.6 A	9.1 A

Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($p < 0.05$)

Çalışma sonucu elde edilen veriler incelendiğinde biyokömür uygulamasının bitki verim parametrelerinin tamamında artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen bu artışın, biyokömürün toprak yapısını ve mikrobiyal aktiviteyi iyileştirmesi ve besin tutma kapasitesini arttırması özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma bulgularına paralel olarak Hoque ve arkadaşları (Sigua ve ark., 2016), biyokömür uygulaması ile bitki gelişiminde artış sağlanabileceğini rapor etmiştir.

Silisyum uygulaması ile verim parametrelerinde gözlemlenen artış yapılan çalışmalarla benzer sonuçlar göstermektedir. Silisyum uygulamaları yapılan çalışmalarda olduğu gibi verim parametrelerinde artışa neden olmuştur (Horuz ve Korkmaz, 2012). Verim parametrelerinde gözlemlenen artışın silisyumun, kökte su alımını arttırma, bitki dayanıklılığını yükseltme, antioksidan savunmasını ve fotosentez oranını arttırma gibi özellikleri sayesinde olduğu düşünülmektedir.

3. SONUÇ

Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde biyokömür ve silisyum uygulamalarının süs bitkileri içerisinde yer alan Latin çiçeklerinin verim parametrelerinde artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Uygulamalar sayesinde verim parametrelerindeki artışların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu veriler bu iki materyalinde daha verimli süs bitkisi yetiştirmek amacı ile kullanılabilceğini göstermektedir.

Bu çalışma yapılacak yeni çalışmalar için iyi bir literatür olmakla beraber, planlanacak çalışmalar için uygulamaların etkisinin her bitki türü için farklılık gösterebileceği ve bu materyallerin elde edilme biçimlerinin, kullanım miktarlarının ve buna benzer farklı özelliklerinin, elde edilecek sonuca etki edebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Acir, Y., Erdem, H., 2020. "The effect of biochar applications on cadmium (Cd) uptake of bread wheat", *Journal of Academic Ziraat* 9(2): 327-336 (2020) Research ISSN: 2147-6403 e-ISSN: 2618-5881 DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.813360>.
- Anonim. (2012). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: Bitkisel Üretim Özel İhtisas Komisyonu Süs Bitkileri Alt Komisyon Raporu. Ankara: DPT, 2001. (DPT. 2645 - ÖİK. 653) ISBN 975-19-2909-1.
- Anonim. 2017. Web Sitesi: <https://yemek.com/tarif/kirmizi-soganli-semizotu-salatasi/>, Erişim Tarihi: 27.02.2021.
- Ay, S. 2009. Süs Bitkileri İhracatı, Sorunları Ve Çözüm Önerileri: Yalova Ölçeğinde Bir Araştırma Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 14,423-443.
- Cengiz, B., Dağlı, P. K., & Yiğittekin, S. (2017). Peyzaj ekonomisi açısından peyzaj ve süs bitkileri fidanlık işletmelerine yönelik sektörel bir analiz. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 50-62.
- Christenhusz M J M (2012). *Curtis's Botanical Magazine*. 29 (4): 331-340.
- Eo, J., Park, K.C., Kim, M.H., Kwon, S.I., Song, Y.J. 2018. Effects of rice husk and rice husk biochar on root rot disease of ginseng (*Panax ginseng*) and on soil organisms. *Biological Agriculture & Horticulture*, 34(1), 27-39.
- Epstein, E. 1999. Silicon. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50, 641–664.
- Fauteux, F., Remus, B.W., Menzies, J.G., and Belanger, R.R, 2005. Silicon And Plant Disease Resistance Against Pathogenic Fungi. *FEMS Microbiol Lett* . 2005 Aug 1;249(1):1-6. doi: 10.1016/j.femsle.2005.06.034.
- Gillman, J., Zlesak, D., Smith, J. 2003. Applications Of Potassium Silicate Decrease Black Spot Infection Of *Rosa Hybrida* 'Meilpelta'. *HortScience* 38: 1144-1147.
- Githinji, A. 2014. Effects of Training on Employee Performance: A Case Study of United Nations Support Office for the African Union Mission in Somalia. (MBA Thesis) retrieved from <http://erepo.usiu.ac.ke/handle/11732/71>., son erişim tarihi: 04.02.2022.

- Gong HJ, Zhu XY, Chen KM, Wang SM, Zhang CL. 2005. Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 169:313–321.
- Hamayun M, Khan SA, Khan AL, Tang DS, Hussain J, Ahmad B, Anwar Y, Lee IJ. 2010. Growth promotion of cucumber by pure cultures of gibberellin-producing phoma sp. GAH7. *World J Microbiol Biotechnol*. doi:10.1007/s11274-009-0248-3.
- Horuz A, Korkmaz A. 2012. Terme ve Bafra yöresinde çeltik yetiştirilen asit, tuzlu ve sodyumlu toprakların silisyum durumu ile ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu topraklarda elverişli silisyum miktarının belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerin seçimi. OMÜ PYO.ZRT. 1901.11.008 BAP projesi sonuç raporu. Samsun.
- Karhu, K., Mattila, T., Bergstrom, I., Regina, K., 2011. Biochar addition to agricultural soil increased ch₄ uptake and water holding capacity results from a short-term pilot field study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140: 309-313. doi.org/10.1016/j.agee.2010.12.005.
- Ma J F, Miyake Y & Takahashi E (2001). Silicon as a beneficial element for crop plants. In: Datnoff L, Snyder G, Korndorfer G (Eds.), *Silicon in Agriculture*. Elsevier Science, New York, pp. 17-39.
- Mauad M, Crusciol CAC, Filho HG, Correa JC. 2003. Nitrogen and silicon fertiilization of upland rice. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* 60:4.
- Oleszczuk, P., Rycaj, M., Lehmann, J., Cornelissen, G. 2012. Influence of activated carbon and biochar on phytotoxicity of air-dried sewage sludges to *Lepidium sativum*. *Ecotoxicol. Environ*, 80, 321–326.
- Sağlık, A., Erduran, F., & Sağlık, E. (2012). Bitkisel Tasarımın Karayolu Trafik Güvenliğinde Önemi: Çanakkale Örneği. 3. Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu, 16-18.
- Sigua, G.C., Novak, J.M., Watts, D.W., Johnson M.G., Spokas, K. 2016. Efficacies of designer biochars in improving biomass and nutrient uptake of winter wheat grown in a hard setting subsoil layer. *Chemosphere* , 142, 176-183.
- Sun W, Liang Y, Yang Y. 2002. Influences if silicon and inoculation with *Colletotrichum lagenarium* on peroxidase activity in leaves of cucumber and their relation to resistance to anthracnose. *Sci. Agric. Sin.* 35: 1560-1564.

Tag, A.T., Duman, G., Ucar, S., Yanik, J. 2016. Effects of feedstock type and pyrolysis temperature on potential applications of biochar. *J. Anal Appl Pyrol* 120:200–206.

TAGEM. 2020. Ss Bitkileri Sektör Politika Belgesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/SU%CC%88S%20BI%CC%87TKI%CC%87LERI%CC%87seкто%CC%88rpolitika%20.pdf>

Takahashi E, Ma JF, Miyake Y. 1990. The possibility of silicon as an essential element for higher plants. *Comments Agric. Food Chem.* 2: 99-122.

Trenholm LE, Datnoff LE, Nagata RT. 2004. Influence of silicon on drought and shade tolerance of St. Augustinegrass. *Hort Technology*, 14: 487-490.

BÖLÜM 16

KAPARİNİN (*Capparis spinosa* L.) FİTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ve KANATLI HAYVAN BESLEMEDE KULLANIM POTANSİYELİ

Prof. Dr. Arda YILDIRIM¹

Dr. Ercan MEVLİYAĞULLARI²

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794582>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Tokat/Türkiye, e-posta: arda.yildirim@gop.edu.tr, ORCID ID:0000-0002-5876-4228

² Başkent Üniversitesi, Kahramankazan Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ankara/Türkiye, e-posta: emevliyaogullari@baskent.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3333-1490,

³ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı, Tokat/Türkiye, nihat.yesilayer@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6995-5855,

GİRİŞ

Son yıllarda tıbbi ve aromatik bitkiler, sahip oldukları zengin fitokimyasal içerik ve geniş biyoaktif özellikleri nedeniyle kanatlı hayvan besleme alanında giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Bu bitkilerden elde edilen ekstraktlar ve uçucu yağlar; antioksidan, antimikrobiyal, sindirim işlevlerini düzenleyici ve iştah artırıcı etkileri sayesinde performansın desteklenmesinde doğal bir seçenek olarak değerlendirilmektedir. Hayvansal ürünlerde kimyasal kalıntı bırakma riskinin bulunmaması, onları antibiyotik büyütme faktörlerine alternatif olabilecek güvenilir yem katkıları arasında öne çıkarmaktadır. Bu bağlamda birçok botanik tür üzerinde araştırmalar yürütülmekte olup, bu türlerden biri de Akdeniz havzasının karakteristik bitkilerinden biri olan kapari (*Capparis spinosa* L.)'dır (Özcan, 1996; Özcan ve Akgül, 1998; Nadaroğlu ve ark., 2008).

Capparis spinosa L., Capparidaceae familyasının en tanınan ve geniş kullanım alanına sahip türlerinden biridir. Çok yıllık ve dayanıklı bir çalı formundaki bu bitki; kayalık alanlardan dağlık yamaçlara, kumlu ve kireçli yapıardan ağır topraklara kadar oldukça farklı ekolojik koşullarda yaşamını sürdürebilmektedir. Çevresel stres faktörlerine karşı dikkate değer bir adaptasyon kabiliyetine sahiptir; özellikle kuraklık, aşırı sıcaklık ve toprak tuzluluğuna karşı gösterdiği yüksek tolerans, onu yarı kurak ve kıraç bölgelerin karakteristik bitkilerinden biri hâline getirmektedir (Chedraoui ve ark., 2017).

C. spinosa dünya genelinde “kapari” adıyla bilinmekle birlikte, kültürel ve coğrafi farklılıklara bağlı olarak çok çeşitli yerel adlarla anılmaktadır. Çin’de “yabani karpuz”, Fransa’da “câprier”, İtalya’da “capparo” ve İspanya’da “alcaparra” adlarıyla tanımlanan bu bitki, geniş coğrafi dağılımının yanı sıra gastronomik ve geleneksel kullanım değerine bağlı olarak pek çok toplumda farklı şekillerde tanımlanmıştır (Liu ve ark., 2019; Sun ve ark., 2023).

Capparis spinosa, Türkiye’nin farklı ekolojik bölgelerinde doğal yayılış gösteren çok yıllık bir çalı formudur. Özellikle Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Batı Anadolu’da yoğun olmakla birlikte, Orta Anadolu’da Tokat ve çevresi, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu illerinde de yaygın olarak yetişmektedir (Nadaroğlu ve ark., 2008). Morfolojik açıdan kalın köklü, yarı odunsu yapıda, genellikle 50–100 cm boylanan ve dipten çok

sayıda dal veren bir bitki olup; geniş ve etli yaprakları, gösterişli beyaz– pembe çiçekleri ve içinde çok sayıda tohum taşıyan etli kapsül meyvesiyle kolayca tanımlanabilir (Özcan, 1996; Arslan, 2004).

Kaparinin halk arasında çok sayıda yöresel adı bulunması, bitkinin kültürel ve etnobotanik açıdan ne kadar yaygın olduğunu göstermektedir (Özcan ve Akgül, 1998; Arslan, 2004).

Kaparinin geleneksel tıptaki kullanımı oldukça eskilere dayanmakta olup; bitki farklı toplumlarda kabızlık giderici, idrar ve balgam söktürücü, ağrı kesici, romatizma destekleyici, antihelmintik, hatta antitümör etkileri nedeniyle çeşitli amaçlarla tüketilmektedir. Ayrıca skorbit, gut, hemoroid, dalak büyümesi ve karaciğer fonksiyon bozuklukları gibi durumlarda destekleyici olarak kullanıldığı da bilinmektedir (Nadaroğlu ve ark., 2008; Yılmaz 2008). Bu geniş etki yelpazesi, kaparinin biyolojik olarak aktif çok sayıda fenolik, flavonoid ve diğer fitokimyasal bileşen içermesinden kaynaklanmaktadır.

C. spinosa, dünyanın birçok bölgesinde önemli bir mutfak bileşenidir. Başlıca yenilebilir kısımları çiçek tomurcukları, meyveler ve genç sürgünlerin bazı bölümleridir (küçük olgunlaşmamış yapraklar dahil). Bu kısımlar genellikle çeşitli yemeklere özgün bir aroma katmak amacıyla çeşni olarak kullanılır (Rivera ve ark., 2003). Bitkinin keskin bir tadı bulunduğundan, tüketim öncesinde tuz ve sirke ile salamura edilerek bu hoş olmayan tadı azaltılır (Memariani ve ark., 2019). Ayrıca *C. spinosa* ekstraktları, ambalaj materyallerinin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini geliştirmek amacıyla gıda ambalajlama alanında kullanılmaktadır (Zhu ve ark., 2022; Sun ve ark., 2023).

Son yıllarda *Capparis spinosa*'nın içerdiği biyoaktif bileşikler, araştırmacıların dikkatini giderek daha fazla çekmektedir. Yapılan çalışmalar, bitkinin kimyasal yapısının oldukça zengin olduğunu ve özellikle flavonoidler, fenolik asitler, alkaloidler, glukosinolatlar, uçucu yağ bileşenleri, yağ asitleri ve çeşitli besleyici maddeleri içerdiğini ortaya koymaktadır (Zhang ve Ma, 2018). Capparidaceae familyasının Brassicaceae ile filogenetik açıdan yakın bir ilişki göstermesi, bu bitkinin glukosinolatlar bakımından doğal olarak zengin olmasını da açıklamaktadır (Hall ve ark., 2002). Bu bileşik sınıfı, sağlık açısından önemli fonksiyonel özellikleri nedeniyle dikkat çekmekte ve giderek daha fazla araştırılmaktadır. Glukosinolatlar ve bunların

enzimatik hidrolizi sonucu oluşan türevler, özellikle izotiyosiyanatlar, çok yönlü biyolojik etkileriyle öne çıkmaktadır. Son dönem literatür, bu bileşiklerin antioksidan ve hücrel koruyucu işlevlerinin yanı sıra, çeşitli tümör tiplerine karşı potansiyel koruyucu ve terapötik etkiler gösterebildiğini bildirmektedir (Wu ve ark., 2009). Bu bulgular, *C. spinosa*'nın sadece besleyici değer taşıyan bir bitki değil, aynı zamanda fonksiyonel bileşenleri ile sağlık üzerinde önemli etkiler oluşturabilecek bir fitobiyotik kaynak olduğunu düşündürmektedir. Bu bağlamda kanatlı beslemede bitkisel katkı maddelerine duyulan ilginin devam etmesi, *Capparis spinosa*'nın da hayvan besleme alanında potansiyel bir doğal yem katkısı olarak değerlendirilmesini gündeme getirmiştir. Bitkinin zengin fitokimyasal profili, antioksidan etkinliği, mikrobiyal gelişimi baskılayıcı kapasitesi ve sindirim işlevlerini destekleyici etkileri, onu kanatlı rasyonlarında fonksiyonel bir bileşen adayı hâline getirmektedir. Bu nedenle kaparinin yem katkısı olarak kullanım olanaklarının araştırılması hem performans hem de hayvan sağlığı açısından yeni bir yaklaşım sunmaktadır.

1. KAPARİNİN BOTANİK ÖZELLİKLERİ ve DOĞAL YAYILIŞI

Capparis spinosa L., doğal yayılış alanı ağırlıklı olarak Akdeniz havzasına uzanan, ancak ekolojik toleransı sayesinde tropik ve subtropik kuşakların kurak ile yarı kurak bölgelerinde geniş ölçekte görülebilen bir türdür (Zhang ve Ma, 2018). Günümüzde bitki yalnızca doğal habitatlarında değil, aynı zamanda kültüre alınmış formda da pek çok ülkede yetiştirilmektedir. Literatür taramaları, *C. spinosa*'nın özellikle Güney Avrupa ülkelerinde (İtalya, İspanya, Yunanistan), Kuzey Afrika'da (Tunus, Fas, Mısır) ve Orta Doğu coğrafyasında (Türkiye ve Suriye) yoğun üretime sahip olduğunu (Şekil 1) göstermektedir (Sottile ve ark., 2021). Asya kıtasında ise Çin'in Xinjiang Uygur Özerk Bölgesi, türün en geniş yayılış gösterdiği alanlardan biri olup, burada elde edilen kapari materyalleri farmasötik kalite açısından oldukça değerli kabul edilmektedir. Ayrıca İç Moğolistan, Tibet, Ningxia, Gansu ve Qinghai bölgelerinde de doğal populasyonları bulunmaktadır (Yang ve ark., 2011). *C. spinosa* morfolojik açıdan sürünücü büyüyen, dikenli, çok yıllık ve her dem yeşil bir çalı formundadır. Büyüklüğü

genellikle 30–100 cm arasında değişmekle birlikte, bitkinin en karakteristik özelliklerinden biri oldukça gelişmiş kök yapısıdır; kökler 6–10 metre derinliğe kadar ulaşabilmekte ve bu durum bitkinin su stresine karşı yüksek tolerans göstermesine olanak tanımaktadır. Yapraklar almalı dizilişlidir; küçük, etli ve parlak bir yapı sergiler. Boyları yaklaşık 2–5 cm olup yuvarlak, oval veya ters yumurta şeklinde morfolojiler gösterebilir. Yaprak tabanı genellikle yuvarlaktır; uç kısımlar ise dikensi (mukronat), küt (obtuz) veya hafif çentikli olabilmektedir. Kenarları bütündür ve sap uzunluğu 0–2 cm arasında değişebilir; sap yapısı oluklu ya da düz olabilir. Bitki çiçeklenme dönemine Haziran ayında girer. Gösterişli yapısıyla dikkat çeken çiçekler 5–7 cm genişliğinde olup yaprak koltuklarında tek tek gelişir. Çiçek renkleri çoğunlukla beyaz veya krem olmakla birlikte kırmızı ve fuşya tonlarına da rastlanabilir. Taç yaprakları obovat formdadır ve morumsu sepallerle çevrilidir. Meyve oluşumu yaz sonuna doğru, genellikle Ağustos ayında başlar. Meyveler yuvarlak ya da uzun-oval (2–4 cm) yapıdadır ve olgunlaştıkça yarılarak iç kısmında parlak kırmızı renkte jölemsi bir matriks açığa çıkarır (Şekil 2). Bu matriks, çok sayıda böbrek biçimli kahverengi tohum içerir (Chedraoui ve ark., 2017; Sun ve ark., 2023).



Şekil 1. *Capparis spinosa*'nın doğal yayılışı, Kew Dünya Bitkileri Çevrimiçi (Plants of the World Online, POWO) verilerine dayanmaktadır (POWO, 2025)



Şekil 2. Tokat merkez kırsal bölgesinde gözlenen *Capparis spinosa* var.

Ovata bitkisinin olgunlaşmış mor renkli meyveleri (orijinal fotoğraf, solda) ve yere yayılı, çok yıllık sürüncü gövde yapısı ile karakteristik, etli-oval yaprak dizilimi (sağda).

2. KAPARİNİN KİMYASAL BİLEŞİMİ VE BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ

Bitkisel kaynaklı katkı maddeleri, sahip oldukları zengin fitokimyasal içerik ve fizyolojik düzenleyici etkileri nedeniyle İngiltere, ABD ve Yunanistan gibi ülkelerde olduğu gibi birçok bölgede kanatlı karma yemlerinde verim artırıcı doğal bileşenler olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Gill 1999). Bu eğilimin temel nedenlerinden biri, bitkilerin hem çok çeşitli biyoaktif maddeler içermesi hem de hayvansal ürünlerde kimyasal kalıntı riski oluşturmamasıdır.

Capparis spinosa'nın çiçek tomurcukları, kökleri, meyveleri, tohumları ve genç sürgünleri geleneksel olarak insan beslenmesinde

değerlendirilmektedir (Özcan 1999). Bitkinin kimyasal bileşimi, bulunduğu ekolojik koşullar, tür farklılıkları ve bitki kısımları arasında değişkenlik gösterebilmektedir. Bu durum, kaparinin doğrudan yem katkısı olarak kullanılmasında etkin dozun belirlenmesini güçleştiren bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle özellikle hidrodestilasyonla elde edilen uçucu yağlar, standartlaştırılabilir içerikleri sayesinde yem katkısı olarak değerlendirilmeye daha elverişli görünmektedir.

Kaparinin fenolik bileşikler bakımından zengin yapısı, bitkiye belirgin bir antioksidan ve serbest radikal süpürücü kapasite kazandırmaktadır (Nadaroğlu ve ark., 2008). Bu özellik, kanatlı beslemede kaparinin potansiyel bir doğal antioksidan kaynağı olarak kullanımını desteklemektedir. Bitkinin en karakteristik biyoaktif maddelerinden biri glukozinolatlar olup, toplam glukozinolat içeriğinin yaklaşık %90'ını oluşturan glukokaparin, literatürde kaparinin acı tadından sorumlu başlıca bileşik olarak tanımlanmaktadır (Matthäus ve Özcan 2002). Glukokaparin miktarının yaklaşık %0.3 düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Ahmed ve ark., 1972; Akgül, 1996). Glukozinolatlar ve flavonoidler bitkinin geleneksel tıbbi etkilerinin önemli bir bölümünden sorumludur (Matthäus ve Özcan, 2002).

Bitkinin çiçek tomurcuğu özellikle biyoaktif bileşikler bakımından zengin olup; flavonoidler, polifenoller, rutin, kersetin, pektin, fitohormonlar ve yüksek miktarda C vitamini içermesi dikkat çekicidir (Zhong ve ark., 1989; Barbera, 1991). Bu bileşenler hem antioksidan etkinlik hem de metabolik düzenleme açısından önem taşımaktadır.

C. spinosa'nın besin bileşimi, farklı çalışmalarda küçük farklılıklar göstermekte olup bu farklılıklar kültivar, meyve boyutu, hasat tarihi ve yetiştirme bölgesi gibi etmenlerden kaynaklanabilir.

Erken dönem kimyasal analizler, taze kapari meyvelerinin zengin bir besinsel profile sahip olduğunu göstermektedir. Özcan ve Aydın (2004), çiğ meyvelerde su oranının yaklaşık %81.61 olduğunu; buna ek olarak ham protein (%17.4), ham kül (%5.17), ham yağ (%3.27), ham lif (%12.72) ve 15.58 MJ/kg düzeyinde metabolik enerji içerdiğini bildirmiştir. Meyve büyüklüğünün kimyasal bileşenler üzerinde etkili olduğu da daha sonra yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. El Amri ve ark. (2019), küçük boyutlu taze meyvelerin daha yüksek ham protein (%29.3) ve indirgen şeker (%3.1) içerdiğini; buna karşılık büyük meyvelerde su (%82.1) ve ham yağ (%5.1)

seviyelerinin daha yüksek olduğunu rapor etmiştir. Bu durum, meyve olgunluk ve büyüklüğüne bağlı olarak besin içeriklerinde belirgin bir farklılaşmanın meydana gelebildiğini göstermektedir.

C. spinosa'nın kurutulmuş tohumlarının kompozisyonu da dikkate değerdir. Duman ve Özcan (2013), kurutulmuş tohumlarda anlamlı düzeyde ham protein bulunduğunu, ayrıca ham selüloz (%28.24) ve kül (%2.13) içeriklerinin de kayda değer olduğunu bildirmiştir. Bunun yanında tohumlar, mineraller açısından da oldukça zengindir. Özcan (2008) tarafından yapılan mineral analizlerine göre, fosfor (1489.34–11523.74 mg/kg) en yüksek konsantrasyona sahip element olarak öne çıkmakta; onu sırasıyla sodyum (505.78–4489.51 mg/kg), magnezyum (102.15–1655.33 mg/kg), demir (78.83–298.14 mg/kg), alüminyum (14.91–118.81 mg/kg) ve kalsiyum (1.04–76.39 mg/kg) izlemektedir. Bu elementlerin önemli bir bölümü, metabolik ve antioksidan fonksiyonlarda kritik rol oynayan temel mineraller arasında yer almaktadır. Bitkinin farklı kısımlarının pigment ve vitamin içeriğine yönelik çalışmalar da *C. spinosa*'nın besin açısından dikkate değer bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Tlili ve ark. (2009), taze yapraklarda 3452.5 µg/g, tomurcuklarda 1002 µg/g ve çiçeklerde 342.7 µg/g düzeyinde toplam karotenoid bulunduğunu bildirmiş; tüm bu dokularda luteinin baskın karotenoid olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada toplam tokoferol içerikleri sırasıyla 20.19, 98.5 ve 55.97 mg/100 g taze ağırlık şeklinde rapor edilmiştir. Bu değerler, bitkinin A ve E vitamini aktiviteleri açısından yüksek biyolojik potansiyele işaret etmektedir. Ayrıca *C. spinosa*'nın, taze materyalinde kayda değer miktarda C vitamini içerdiği de farklı çalışmalarla doğrulanmıştır (Tlili ve ark., 2011).

Azerbaycan'da doğal yayılış gösteren *Capparis spinosa* üzerine yapılan kimyasal analizler, bitkinin farklı organlarında biyoaktif bileşiklerin değişken oranlarda bulunduğunu göstermektedir. Araştırmanın bulgularına göre, kapari yapraklarında alkaloid (%0.02), glukoza dayalı indirgen şeker (%1.68), yağ (%0.71), reçine (%2.2), askorbik asit (70.8 mg/kg), tanen ve eser miktarda iyot tespit edilmiştir. Meyvelerde ise alkaloid (%0.074), glukozid (%0.083), indirgen şeker (%32.9), yağ (%3.75), reçine (%23.75), toplam titrasyon asitleri (%14.1), iyot (68.8 mg/kg) ve askorbik asit (135.5 mg/kg) gibi bileşikler belirlenmiştir. Aynı çalışmada, bitkinin hem ekstraktının hem de uçucu yağ fraksiyonunun antisistik, fungusit ve bakterisid özellikler

gösterdiği; bu biyolojik etkinin özellikle yaprak ve meyvelerde daha güçlü olduğu bildirilmiştir (Akgül, 1996; Rakhimova ve ark., 1978). Bu veriler, *C. spinosa*'nın kimyasal çeşitliliğinin yanı sıra önemli farmakolojik potansiyele sahip olduğunu da ortaya koymaktadır.

Öte yandan kaparinin temel kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik kapsamlı bir çalışma gerçekleştiren Özcan (1996), *Capparis spinosa* ve *Capparis ovata* türlerinde farklı hasat dönemleri (Haziran–Ağustos) ile değişen tomurcuk büyüklüklerine göre ayrıntılı kimyasal analizler yapmıştır. Araştırmanın bulguları, kapari tomurcuklarının bileşiminin oldukça geniş bir varyasyon gösterdiğini ortaya koymaktadır. Buna göre tomurcukların su içeriği %77–83, ham protein oranı %26–34, ham selüloz %8–10, ham yağ %1–2 ve ham kül %5–8 arasında değişmektedir. Ayrıca kaparide indirgen şeker miktarı %2–5, nişasta %4–7, Vitamin C düzeyi 200–320 mg/kg, toplam karotenoid içeriği 4–21 mg/kg olarak belirlenmiştir. Ekstraktif maddelere bakıldığında, suda çözünen ekstrakt %45–61, alkolde çözünen ekstrakt %8–15 ve eterde çözünen ekstrakt %2–4 seviyelerinde, pH değeri ise 5–6 aralığında bulunmuştur. Bu değerler, özellikle çiçek tomurcuğunun protein, selüloz ve vitamin C bakımından oldukça zengin olduğunu, dolayısıyla kaparinin besin değeri yüksek bir bitkisel materyal oluşturduğunu göstermektedir. Tomurcukların yüksek biyoaktif madde içeriği, onları hem insan tüketimi hem de hayvan besleme açısından değerli bir bileşen hâline getirmektedir.

Flavonoidler doğada yaygın olarak bulunan bitkisel bileşiklerdir ve insan sağlığı ile beslenmesinde önemli bir rol oynar. Epidemiyolojik çalışmalar, diyet kaynaklı flavonoidlerin antiinflamatuvar, antitümör ve hepatoprotektif aktiviteler dahil olmak üzere çeşitli biyolojik etkiler gösterdiğini ve güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir (Sun ve ark., 2023). *Capparis spinosa*, özellikle flavonoid çeşitliliği açısından dikkat çeken, tıbbi ve aromatik değeri yüksek bir bitkidir. Bu flavonoidler, bitkinin belirgin antioksidan, antiinflamatuvar ve metabolik düzenleyici etkilerinin temelini oluşturur. Güncel literatür, *C. spinosa*'nın yalnızca flavonoidler bakımından değil; fenolik asitler, alkaloidler, glukozinolatlar, uçucu yağlar, yağ asitleri ve daha birçok fitokimyasal bileşen açısından da oldukça zengin bir profile sahip olduğunu göstermektedir. Meyve, kök, gövde, yaprak, tohum ve çiçek tomurcukları dahil tüm bitki organlarında farklı bileşik gruplarının tanımlanmış olması, *C. spinosa*'nın fitokimyasal

açından geniş kapsamlı ve biyolojik olarak değerli bir tür olduğunu ortaya koymaktadır. Dahası, bu bileşenlerin dağılımının bitkinin farklı kısımlarında değişkenlik gösterdiği, dolayısıyla bitkinin oldukça kompleks ve çok yönlü bir kimyasal yapıya sahip olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır (Zhang ve Ma, 2018; Sun ve ark., 2023). Flavonoid bakımından quersetin ve kaempferol başlıca aglikon formundadır; glikozitler ise genellikle mono-, di- veya trisakkarit yapısındadır. *C. spinosa*'da bulunan flavonoidler arasında rutin, miktar bakımından en baskın bileşik olarak öne çıkar. Mohebali ve ark. (2018) bulgularına göre rutin düzeyi özellikle yapraklarda son derece yüksektir (16939.2 µg/g). Meyvelerde ise bu değer daha düşük olmakla birlikte (1019.52 0.01 µg/g), bitkinin diğer kısımlarına kıyasla anlamlı bir birikim göstermektedir. Bu sonuçlar, rutin'in bitkinin farklı organlarında değişen oranlarda bulunduğunu ve özellikle yaprakların rutin açısından zengin bir kaynak olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle kök dokusunda Abruquinone B ve Melanoxetin gibi karakteristik bileşikler rapor edilmiştir (Saleem ve ark., 2021). Çiçeklerde ise catechin, chrysoeriol, çeşitli kaempferol türevleri, myricetin-3-O-hexoside, rutin ve quercetin glikozitleri gibi çok sayıda önemli flavonoid belirlenmiştir (Wojdyło ve ark., 2019; Baradaran Rahimi ve ark., 2020; Tlili ve ark., 2015; Mollica ve ark., 2017). Meyveler, flavonoid yoğunluğu açısından öne çıkan bitki kısımlarından biridir ve özellikle kuromanin, daidzein, genistein, hesperetin, isorhamnetin, luteolin ve naringenin gibi biyolojik olarak etkili molekülleri yüksek miktarda içerir (Yang ve ark., 2022; Tlili ve ark., 2015; Zhou ve ark., 2011). Ayrıca hem çiçek hem de meyve dokularında kaempferol-3-O-rutinoside, procyanidin C1, procyanidin B2 ve robinin gibi daha kompleks flavonoidlerin bulunduğu da bildirilmiştir (Wojdyło ve ark., 2019; Tlili ve ark., 2015).

Bitkinin yapraklarında ise luteolin, naringin, naringenin-7-O-glucoside ve çeşitli quercetin glikozitleri gibi flavonoidlerin varlığı ortaya konmuştur. Bu bileşiklerin özellikle oksidatif stresin baskılanması, antimikrobiyal savunmanın desteklenmesi ve hücrel dayanıklılık yanıtlarının düzenlenmesi gibi önemli biyolojik etkilerde rol aldığı düşünülmektedir (Tlili ve ark., 2015; Mollica ve ark., 2017).

Fenolik asitler, güçlü antioksidan aktiviteleri ve insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle önemli diyet bileşenleri arasında yer almaktadır (Călinoiu ve Vodnar, 2018). Yapılan çalışmalar, *C. spinosa* flavonoidlerin

yanı sıra fenolik asitler açısından dikkate değer bir kaynak olduğunu ortaya koymaktadır. Bitkinin toplam fenolik içeriği 3256–10720 mg/100 g kuru ağırlık aralığında değişmekte olup, bu toplamın yaklaşık %1–5’lik bölümünü fenolik asitler oluşturmaktadır. Bu bulgular, *C. spinosa*’nın fenolik bileşikler yönünden zengin bir fitokimyasal profile sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Bu bileşikler bitkinin antioksidan kapasitesine önemli ölçüde katkı sağlar. Bitkinin gövde kabukları, genç sürgünleri, meyveleri, çiçekleri ve kökleri dahil pek çok organında caffeic acid gibi temel fenolik asitlerin bulunduğu bildirilmiştir (Gull ve ark., 2018). Çiçek tomurcukları ve yapraklarda ayrıca 1-caffeoyl quinic acid ve 4-caffeoyl quinic acid gibi kafeoil kinik asit türevleri tespit edilmiştir (Kulisic-Bilušić ve ark., 2012). Çiçeklerde 5-caffeoyl quinic acid ve chlorogenic acid gibi diğer kafeoil kinik asit formları da rapor edilmiş olup bu bileşiklerin oksidatif stresin azaltılmasında rol oynadığı bilinmektedir (Wojdyło ve ark., 2019; Tlili ve ark., 2015). Meyve ve çiçek dokularında cinnamic acid, coumarin, ferulic acid, 3-feruloyl quinic acid ve 4-feruloyl quinic acid gibi fenolik yapıların varlığı, bitkinin fenilpropanoid yoluna bağlı bileşiklerde oldukça zengin olduğunu göstermektedir (Mollica ve ark., 2017; Tlili ve ark., 2015; Yang ve ark., 2022; Wojdyło ve ark., 2019).

C. spinosa’nın gövde kabuğu, sürgünleri, meyveleri, çiçekleri ve köklerinde ayrıca gallic acid ve p-coumaric acid gibi temel fenolik asitler de belirlenmiştir (Gull ve ark., 2018). Meyvelerde gentisic acid ve 2-hydroxyphenylacetic acid, çiçeklerde ise 5-p-coumaroyl quinic acid gibi daha kompleks türevlerin bulunduğu rapor edilmiştir (Tlili ve ark., 2015; Wojdyło ve ark., 2019). Bitkinin çeşitli organlarında tespit edilen diğer önemli fenolik asitler arasında p-hydroxybenzoic acid, p-methoxybenzoic acid, protocatechuic acid, sinapic acid, syringic acid ve vanillic acid yer almakta olup bu bileşikler özellikle antioksidan savunma, hücrel koruma ve metabolik denge üzerinde etkili potansiyel biyomoleküller olarak değerlendirilmektedir (Gull ve ark., 2018; Tlili ve ark., 2015; Gadgoli ve Mishra, 1999; Turgut ve ark., 2015; Tlili ve ark., 2015).

Bu fenolik asit çeşitliliği, *Capparis spinosa*’nın yalnızca farmakolojik açıdan değil, aynı zamanda hayvan beslemede doğal antioksidan kaynağı olarak değerlendirilmesi açısından da önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir.

Capparis spinosa, flavonoid ve fenolik bileşiklerin yanı sıra dikkate değer düzeyde alkaloid çeşitliliğine sahip bir bitkidir. Bu alkaloidler bitkinin özellikle kök, meyve, yaprak ve toprak üstü aksamında yoğunlaşmakta olup birçok biyolojik etkinin (antioksidan, nöroaktif, osmoregülatör ve hücrel koruyucu etki) temel bileşenleri olarak değerlendirilmektedir.

C. spinosa'nın kökleri alkaloid bakımından oldukça zengindir ve özellikle stahidrin (kuru kökte 12.5 mg/g) ile spermin türevi alkaloidler (kuru kökte 3.5 mg/g) temel bileşenler arasında yer alır. Bitkinin köklerinde öncelikle Cadabicine ve onun glikozit formu olan Cadabicine-26-O-glucoside belirlenmiştir (Khatib ve ark., 2016). Toprak üstü bitki aksamında ise karakteristik bir alkaloid olan Capparine A tanımlanmıştır (Baradaran Rahimi ve ark., 2020). Meyvelerde yoğun olarak bulunan Cappariloside A, Cappariloside B, Capparisine A, Capparisine B ve Capparisine C gibi alkaloidler *C. spinosa*'nın özellikle meyve dokusunda yapısal olarak çeşitlilik gösteren bir alkaloid profiline sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Çalış ve ark., 1999; Yang ve ark., 2010).

Köklerde ayrıca Capparisine ve onun glikozillenmiş türevi olan Capparisine-26-O-glucoside rapor edilmiştir (Khatib ve ark., 2016). Bu bileşikler, *C. spinosa* alkaloidlerinin hem serbest hem de şeker bağlı formlarının bulunduğunu göstermesi açısından önemlidir. Köklerde tespit edilen bir diğer alkaloid ise Calytsgein B2 olup bu bileşik *C. spinosa*'nın kök biyokimyasına özgü bir yapı sunmaktadır (Saleem ve ark., 2021).

Bitkinin yaprak ve köklerinde yaygın olarak bilinen temel kuaterner aminlerden Choline ile önemli bir osmolite olan Glycine betaine belirlenmiştir (Al-Tamimi ve ark., 2019). Toprak üstü aksamda Flazine, yine bitkinin üst organlarında Guanosine bulunmuştur (Baradaran Rahimi ve ark., 2020). Yaprak ve köklerde ayrıca Homostachydrine tespit edilmiştir (Al-Tamimi ve ark., 2019). Meyve dokusundan izole edilen 2-(5-Hydroxymethyl-2-formylpyrrol-1-yl) ve köklerden tanımlanan 3-O-Acetylhamayne gibi bileşikler bitkinin daha kompleks alkaloid türevlerini içerdiğini göstermektedir (Yang ve ark., 2010; Saleem ve ark., 2021). Meyvelerden ayrıca bilinen tropan alkaloidlerinden Pilocarpine rapor edilmiştir (Yang ve ark., 2022). Son olarak köklerde Stachydrine varlığının doğrulanması, *C. spinosa*'nın biyolojik olarak önemli osmoprotektan alkaloidleri de içerdiğini göstermektedir (Khatib ve ark., 2016). Bu bulgular birlikte

değerlendirildiğinde, *Capparis spinosa*'nın hem serbest hem de çeşitli glikozit formlarında çok sayıda alkaloid barındırdığı ve bu kimyasal çeşitliliğin bitkinin farmakolojik ve nutrisyonel potansiyelinde önemli bir rol oynadığı anlaşılmaktadır.

Glukozinolatlar, yapılarında kükürt ve azot barındıran, bir glukoz biriminin kükürtlü bir amino asit türevine bağlı olduğu özel ikincil metabolitlerdir. Bununla birlikte sahip oldukları biyolojik aktiviteler nedeniyle insan sağlığı açısından önemli doğal bileşikler arasında yer almaktadır. Bu bileşikler üzerine yapılan araştırmalar uzun süre ağırlıklı olarak Brassicaceae türlerine odaklanmıştır. Aynı zamanda bitkilerin iyi bilinen “hardal yağı bombası” olarak tanımlanan savunma mekanizmasının temelini oluşturmaktadır. Nitekim güncel bulgular glukozinolatların Capparidaceae familyasında da anlamlı düzeylerde bulunduğunu ortaya koymaktadır (Hall ve ark., 2002; Alsharif ve Boylan, 2025). Bitki dokusu zedelendiğinde, glukozinolatlar miyrosinaz enzimiyle hızla parçalanır ve karakteristik keskin koku ile aromadan sorumlu izotiyosiyanatlar açığa çıkar. Bu uçucu izotiyosiyanat bileşikleri, kapariye özgül aromanın oluşumuna katkı sağladığı gibi, aynı zamanda belirgin antioksidan ve kemopreventif (kanser önleyici) etkileri ile de dikkat çekmektedir (Alsharif ve Boylan, 2025).

Bitkilerdeki glukozinolat profili büyük ölçüde çevresel koşullara bağlı olarak değişim göstermektedir. Sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ düzeyi, glukozinolat biyosentezini doğrudan etkileyen temel faktörlerdir. Literatüre göre sıcaklık ve nemdeki artış glukozinolat içeriğini azaltırken, atmosfere karbondioksit eklenmesi bu bileşiklerin sentezini teşvik etmektedir. Dolayısıyla çevresel parametrelerin uygun şekilde yönetilmesi, glukozinolatça zengin bitkilerin optimum gelişimi, besin kalitesinin korunması ve uygun hasat zamanının belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Chowdhury ve ark., 2021).

C. spinosa tohumları üzerine yapılan analizlerde toplam glukozinolat içeriğinin 34.5–84.6 µmol/g aralığında değiştiği bildirilmiştir. Aynı çalışma, bitkinin başlıca alifatik glukozinolatı olan glukokapparinin, toplam glukozinolat miktarının %95'ten fazlasını oluşturduğunu ortaya koyarak, *C. spinosa*'nın kimyasal bileşiminde bu bileşiğin baskın bir rol oynadığını göstermiştir (Matthäus ve Özcan, 2005). Özellikle çiçek tomurcukları, toprak üstü bitki aksamı ve köklerde belirgin olarak tanımlanan bu bileşikler, bitkinin

savunma mekanizmalarında rol oynayan kükürtlü yapılarıyla dikkat çeker. Çiçek tomurcuklarında Disulfanyl-glucocapparin, Glucocapparin, Glucobrassicin, Glycinyl-glucocapparin, 4-Hydroxyglucobrassicin, Mercapto-glucocapparin ve Trisulfanyl-glucocapparin gibi karakteristik glukozinolatların bulunduğu bildirilmiştir (Bianco ve ark., 2012). Bu bileşiklerin varlığı, *C. spinosa*'nın Brassicaceae türlerinde yaygın olan indol ve alifatik glukozinolat türevlerini yapısında bulundurduğunu göstermektedir.

Toprak üstü aksamda tespit edilen Glucocochlearin ve hem toprak üstü kısımlarda hem de köklerde rapor edilen Glucoputranjivin, bitkinin glukozinolat çeşitliliğinin yalnızca çiçek dokusuyla sınırlı olmadığını, bitkinin farklı organlarında spesifik glukozinolat profilleri geliştirdiğini ortaya koymaktadır (Saleem ve ark., 2021). Yaprak ve köklerde ise literatürde daha eski çalışmalara konu olan 4-Methoxy-glucobrassicin ve Neoglucobrassicin gibi indol türevli glukozinolatların tanımlandığı belirtilmiştir (Schraudolf, 1989). Bu bileşiklerin özellikle bitkinin stres yanıtlarında, savunma kimyasallarının sentezinde ve potansiyel antimikrobiyal etkilerinde rol oynadığı bilinmektedir. *Capparis spinosa*'nın glukozinolat profili hem alifatik hem de indol türevlerini kapsayan geniş bir çeşitlilik göstermekte olup bu kimyasal yapı bitkinin hem biyotik streslere karşı dayanıklılığında hem de hayvan besleme açısından potansiyel biyolojik etkilerinde önemli bir yere sahiptir.

C. spinosa'nın karakteristik fitokimyasal özelliklerinden biri de uçucu yağ içerikleridir. Uçucu bileşikler, özellikle gıda teknolojisi, tarım ve endüstriyel uygulamalarda geniş kullanım potansiyeline sahip olmaları nedeniyle önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Yapılan analizler, bitkinin farklı dokularında uçucu bileşik çeşitliliğinin belirgin şekilde değiştiğini göstermektedir. Genç sürgünler, 43 farklı uçucu bileşik ile en zengin profili sunarken; çiçeklerde 32, tomurcuklarda 18, yapraklarda 10 ve meyvelerde 6 bileşik tespit edilmiştir. Uçucu yağ kompozisyonu daha detaylı incelendiğinde, *C. spinosa*'nın toprak üstü aksamında izo-tiosiyanatların baskın bileşik grubu olduğu görülmektedir. Bu grup içinde özellikle metil izotiyosiyanat, çiçek tomurcuklarında dikkat çekici düzeylere ulaşmış ve 6882 mg/kg taze ağırlık (FW) gibi oldukça yüksek konsantrasyonlar rapor edilmiştir. Ayrıca metil izotiyosiyanat düzeylerinin çiçek, yaprak, sap ve tomurcuk dokuları arasında belirgin farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir

(Grimalt ve ark., 2021).

Bu bulgular, *C. spinosa*'nın uçucu yağ bakımından oldukça heterojen bir kimyasal yapıya sahip olduğunu ve özellikle izotiyosiyanat bileşiklerinin bitkinin uçucu yağ profiline damgasını vurduğunu göstermektedir.

C. spinosa tohumları, genellikle %10–15 oranında yağ içeren ve temel olarak triacilglycerol formunda depolanan lipid bakımından özellikle doymamış yağ asitleri yönünden zengin bir profil sergilemektedir. Tohum yağındaki toplam yağ asitlerinin büyük kısmını bu doymamış fraksiyon oluşturmakta olup, bunlar arasında linolenik asit (%47.37) ve oleik asit (%22.71) en baskın bileşikler olarak rapor edilmiştir (Givianrad ve ark. 2011). Farklı çalışmalarda da benzer biçimde oleik ve linolenik asitlerin *C. spinosa* tohum yağlarında yüksek oranlarda bulunduğu doğrulanmıştır. Bununla birlikte, toplanma bölgesi ve hasat yılı gibi çevresel faktörlerin yağ asidi bileşiminde önemli değişkenliklere yol açtığı bildirilmiştir (Duman ve Özcan, 2015). Bu bulgular, *C. spinosa* tohumlarının besinsel değeri yüksek yağ asitleri açısından dikkate değer bir kaynak olduğunu ve çevresel koşulların bu kimyasal profili önemli ölçüde etkileyebildiğini göstermektedir.

3. KAPARİNİN FARMAKOLOJİK ETKİLERİ

C. spinosa'nın farklı kısımlarını inceleyen çok sayıda çalışma, bitkinin antidiyabetik, antihipertansif ve çeşitli koruyucu farmakolojik etkilere sahip olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, *C. spinosa* tüketimi ile insan sağlığı arasındaki ilişkiyi kesin biçimde ortaya koyacak kanıtların hâlen sınırlı olduğu görülmektedir. Bu durumun başlıca nedeni, bitkinin sağlık üzerindeki gerçek etkilerini değerlendiren insan klinik çalışmalarının oldukça az sayıda olmasıdır. Benzer durum diğer tıbbi bitkilerde de gözlenmektedir. Literatürde *C. spinosa*'ya atfedilen sağlık yararlarına ilişkin çeşitli bulgular bulunsa da birçok çalışma bitkinin belirli bir biyoaktif bileşiği ile gözlenen sağlık etkileri arasında doğrudan nedensel bir bağ kurmaya eğilimlidir. Ancak bu yaklaşım, organizmada gerçekleşen fizyolojik süreçlerin çok katmanlı doğası nedeniyle, biyolojik mekanizmaları aşırı derece basitleştirme riski taşımaktadır. Bu nedenle, diyetle alınan *C. spinosa* miktarındaki değişikliklere dayalı araştırmalardan elde edilen sonuçlar ihtiyatla yorumlanmalıdır. Çünkü bildirilen olumlu sağlık etkileri çoğu zaman tek bir bileşiğin etkisiyle açıklanamaz; aksine bitkinin zengin fitokimyasal yapısının oluşturduğu çok

bileşenli sinerjistik etkileşimlerin bir sonucu olabilir (Ma ve Zhang, 2017; Zhang ve Ma, 2018).

Capparis spinosa'nın meyveleri üzerinde yapılan çalışmalar, bitkinin kolesterol düşürücü etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Streptozotosin ile diyabet oluşturulmuş sıçanlarda yapılan iki ayrı çalışmada, *C. spinosa* meyvelerinin serum lipid profilini iyileştirdiği ve özellikle total kolesterol ile LDL-kolesterol düzeylerini azalttığı rapor edilmiştir (Eddouks ve ark., 2005; Jalali ve ark., 2016). Bu bulgular, bitkinin diyabetle ilişkili dislipidemi (kanda bulunan yağ (lipid) düzeylerinin normal sınırların dışında olması durumu) hafifletici potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca tip 2 diyabetli hastalar üzerinde yapılan klinik bir araştırma, *C. spinosa* meyvesi tüketiminin serum kolesterol düzeylerinde anlamlı düşüşlere yol açtığını bildirmiştir (Huseini ve ark., 2013). Hayvan modeli ve insan verilerinin tutarlı olması, *C. spinosa* meyvelerinin lipid metabolizması üzerinde düzenleyici bir role sahip olabileceğini ve hipolipidemik etkisinin hem deneysel hem de klinik düzeyde desteklendiğini göstermektedir.

Capparis spinosa'nın anti-inflamatuar özellikleri, bitkinin farklı organlarından elde edilen ekstrakter üzerinde yapılan hayvan ve hücre kültürü çalışmalarında kapsamlı şekilde ortaya konmuştur. Yaprak ekstrakterinin Swiss albino farelerde inflamasyonu belirgin ölçüde azalttığı ve inflamasyon modellerinde baskılayıcı etki gösterdiği bildirilmiştir (El Azhary ve ark., 2017). Benzer şekilde, insan periferik kan mononükleer hücreleri (PBMC) üzerinde yapılan çalışmalarda *C. spinosa* yapraklarının pro-inflamatuar yanıtı düzenleyerek immün hücre aktivitesini modüle ettiği gösterilmiştir (Moutia ve ark., 2016). Bitkinin köklerinden elde edilen ekstrakterin ise erkek Sprague–Dawley sıçanlarda inflamatuvar yanıtı azalttığı ve inflamasyon göstergelerinde anlamlı iyileşmelere yol açtığı rapor edilmiştir (Maresca ve ark., 2016). Ayrıca meyveler üzerinde yapılan in vitro bir çalışmada, *C. spinosa*'nın fare kemik iliği kaynaklı dendritik hücrelerde anti-inflamatuar aktivite gösterdiği ve hücresel inflamasyon parametrelerini baskıladığı ortaya konmuştur (Hamuti ve ark., 2017). Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, *Capparis spinosa*'nın yaprak, kök ve meyve dokularının hem hayvan modellerinde hem de insan/hayvan hücre kültürlerinde belirgin anti-inflamatuar etkilere sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Capparis spinosa'nın farklı bitki kısımlarından elde edilen ekstrakterin,

lipid metabolizması, inflamatuvar yanıt ve çeşitli metabolik düzenleyiciler üzerinde anlamlı biyolojik etkiler oluşturduğu görülmektedir. Bu bulgular, bitkinin farmakolojik açıdan çok yönlü ve geniş kapsamlı bir etki profiline sahip olduğunu, bu etkinin ise büyük ölçüde *C. spinosa*'nın zengin ve çeşitlilik gösteren fitokimyasal bileşenlerinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Bununla birlikte, kaparinin canlı organizmalardaki biyolojik aktiviteleri sadece kolesterol düşürücü ya da anti-inflamatuvar etkilerle sınırlı değildir. Literatür, bitkinin antioksidan kapasitesi, glukoz metabolizması üzerindeki düzenleyici etkileri ve antimikrobiyal aktivitesi gibi başka önemli farmakolojik özellikler taşıdığını da ortaya koymaktadır. Bu nedenle, *C. spinosa*'nın farmakolojik potansiyelini daha kapsamlı bir bakış açısıyla değerlendirebilmek amacıyla, bitkinin antioksidan, antimikrobiyal ve antidiyabetik etkileri aşağıdaki alt başlıklarda ayrı ayrı ele alınmıştır.

4.1. Antioksidan Etkisi

Polifenoller, güçlü doğal antioksidan özellikleri sayesinde insan sağlığıyla doğrudan ilişkili önemli biyoaktif bileşiklerdir (Brglez Mojzer ve ark., 2016). Bu açıdan bakıldığında, *C. spinosa* bitkisinin tüm organları—özellikle flavonoidler ve fenolik asitler bakımından zengin olmaları nedeniyle—oksidatif stresin azaltılmasında dikkate değer bir potansiyele sahiptir. Bu zengin fenolik profili, *C. spinosa*'yı hem insan beslenmesinde doğal bir antioksidan kaynağı olarak hem de gıda endüstrisinde sentetik antioksidanlara alternatif olabilecek bir hammadde olarak öne çıkarmaktadır.

Bitkinin antioksidan kapasitesi üzerine yapılan *in vitro* değerlendirmeler de bu durumu desteklemektedir. Rajhi ve ark. (2021), *C. spinosa* yapraklarının etil asetat fraksiyonunun 2 mg/mL konsantrasyonda DPPH serbest radikallerinin %84.02'sini nötralize ettiğini, bu etkinin bilinen güçlü bir antioksidan olan askorbik aside (%87.32) oldukça yakın olduğunu bildirmiştir.

Antioksidan etkinlik sadece yapraklarla sınırlı değildir. Farklı coğrafi bölgelerden toplanan *C. spinosa* tohumlarıyla yapılan çalışmalar, DPPH ve ABTS radikal süpürme aktivitelerinin değişkenlik göstermesine rağmen quersetin düzeylerine yakın olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, tohumların fenolik bileşik miktarı ile ölçülen antioksidan kapasite arasında istatistiksel olarak anlamlı doğrusal ilişkiler tespit edilmiştir (Katalinic ve

ark., 2006; Tlili ve ark., 2015; Sun ve ark., 2023).

Kaparinin antioksidan kapasitesi üzerine yapılan çalışmalar, bitkisel ekstraktların güçlü bir ferrik indirgeme antioksidan gücü (FRAP) ve yüksek Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) sergilediğini ortaya koymaktadır. Nitekim Yıldırım ve ark. (2017) tarafından yürütülen in vivo bir çalışmada, kapari yaprak tozunun 51.06 mmol trolox/kg düzeyinde TEAC ve 50.10 mmol TEAC/kg seviyesinde FRAP değeri gösterdiği; toplam fenolik madde içeriğinin ise 2.78 g gallik asit eşdeğeri/kg olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, kaparinin fenolik bileşenlerinin biyoyararlılığının yüksek olduğunu ve antioksidan mekanizmalarda etkili bir rol oynadığını doğrulamaktadır. Literatür geneline bakıldığında, kaparinin fenolik profili ve antioksidan kapasitesinin bitkinin yetiştiği ekolojik koşullar, hasat dönemi, tür (*C. spinosa/C. ovata*) ve kullanılan bitki kısmına bağlı olarak önemli varyasyon gösterebildiği vurgulanmaktadır. Bununla birlikte tüm çalışmalar, kaparinin doğal antioksidanlar bakımından zengin bir kaynak olduğunu ve oksidatif stresin azaltılması, serbest radikal temizleme ve hücrel savunma mekanizmalarının desteklenmesinde önemli bir fitobiyotik potansiyele sahip bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Öte yandan bir başka çalışmada Yıldırım ve ark. (2014) yumurta tavuğu rasyonuna ilave edilen kuru kapari meyvesinin TEAC değerlerinin 43.75 µmol trolox/kg, toplam fenolik madde içeriğinin ise 3.16 g gallik asit eşdeğeri (GAE)/kg olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, kapari meyvesinin hem fenolik bileşikler hem de antioksidan kapasite açısından dikkate değer bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymakta ve kaparinin yem katkısı olarak fitobiyotik değeri bulunduğunu desteklemektedir. Bununla birlikte, mevcut çalışmada yüksek düzeyde kapari ilavesinin üretim performansı üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu görülmüş olup, bu durum fenoliklerin ve antioksidan bileşiklerin biyolojik etkilerinin doz bağımlı olabileceğini göstermektedir.

4.2. Antimikrobiyal Aktivite

Günümüzde sentetik antimikrobiyal ilaçların uzun süreli ve yoğun kullanımı, antimikrobiyal direnç sorununu küresel ölçekte ciddi bir halk sağlığı tehdidinde dönüştürmüştür. Bu nedenle, daha güvenli ve etkili doğal antimikrobiyal bileşiklerin keşfi ve geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Alves ve ark., 2012). Flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler ve tanenler gibi

geniş bir fitokimyasal çeşitliliğe sahip bitkilerin antimikrobiyal özellik gösterdiği çeşitli araştırmalar tarafından bildirilmiştir (Bouzada ve ark., 2009; Sher, 2009).

Bu bağlamda *C. spinosa*, farklı çözücülerle elde edilen ekstralarının antimikrobiyal potansiyeli açısından kapsamlı şekilde değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar, bitkinin sulu ve etanol ekstralarının nispeten düşük, buna karşın bütanol ekstresinin belirgin derecede yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu etkiler hem Gram-negatif hem Gram-pozitif bakteriler üzerinde test edilmiştir; hedef mikroorganizmalar arasında *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus* ve *Staphylococcus aureus* bulunmaktadır. Ekstrelerin ayrıca *Candida albicans*, *Fusarium oxysporum* ve *Aspergillus flavus* gibi mantar türlerine karşı da etkili olduğu gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bazı durumlarda kloramfenikol, tetrasiklin ve nalidiksik asit gibi standart antimikrobiyal ajanlarla karşılaştırılabilir düzeydedir (Mahasneh, 2002).

Ayrıca, *C. spinosa* yapraklarından izole edilen polisakkaritlerin de antimikrobiyal etki gösterebildiği bildirilmektedir. Mazarei ve ark. (2017), bu polisakkarit fraksiyonlarının özellikle *E. coli*, *Shigella dysenteriae* ve *Salmonella typhi* üzerinde belirgin düzeyde antimikrobiyal aktivite sergilediğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, bitkinin yalnızca fenolik ve uçucu bileşenleriyle değil, aynı zamanda polisakkarit yapılarıyla da mikrobiyal gelişimi baskılama potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, Ali-Shtayeh ve Abu Ghdeib (1999), *C. spinosa*'nın sulu ekstresinin *Microsporum canis* ve *Trichophyton violaceum* gibi dermatofit mantarlara karşı anlamlı antifungal aktivite sergilediğini bildirmiştir.

Yapılan çalışmalar dikkate alındığında *C. spinosa*'nın doğal antimikrobiyal bileşiklerin geliştirilmesinde umut vadeden bir bitkisel kaynak olduğu ve enfeksiyöz hastalıkların tedavisinde tamamlayıcı bir potansiyele sahip bulunduğu söylenebilir.

4.3. Antidiyabetik Aktivite

Son yıllarda yapılan çalışmalar, *C. spinosa* tüketiminin kan glukozu ve lipid düzeylerinin düşürülmesinde dikkate değer yararlar sağladığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, bitkinin hem diyabetin ortaya çıkış sürecini hem de hastalığın yol açtığı ikincil komplikasyonların ilerlemesini

belirli ölçüde kontrol edebildiğini göstermektedir. *C. spinosa*'nın bu hipoglisemik etkisinin, bağırsaktan karbonhidrat emiliminin azaltılması, karaciğerde glukoneogenezin baskılanması, periferik dokularda glukoz alımının artırılması ve pankreas β -hücrelerinin dejenerasyondan korunması gibi çok yönlü mekanizmalar üzerinden gerçekleştiği düşünülmektedir (Vahid ve ark., 2017). Streptozotosin (memelilerde pankreasın insülin üreten beta hücreleri için özellikle toksik ajan; STZ) ile diyabet modeli oluşturulmuş ratlarda yapılan deneylerde, *C. spinosa*'nın sulu ekstraktının gerek tek doz gerekse tekrarlayan uygulamalarda belirgin kan şekeri düşürücü etki gösterdiği rapor edilmiştir (Eddouks ve ark., 2004). Benzer şekilde, bitkinin yaprak ve tomurcuk tozlarının günlük destekleyici diyet bileşeni olarak kullanılması, diyabetin kontrolünde ve semptomların hafifletilmesinde olumlu sonuçlar vermiştir. In vitro bulgular da bu gözlemleri desteklemekte olup, *C. spinosa*'nın α -amilaz ve α -glukozidaz enzimlerinin güçlü bir inhibitörü olarak hareket ettiği belirlenmiştir. Ayrıca STZ ile diyabet oluşturulmuş sıçanlarda 28 gün süreyle uygulanan *C. spinosa* yaprak ve tomurcuk tozu, kan glukozu ve lipid düzeylerinde anlamlı azalmalar sağlamış; karaciğer, pankreas ve böbrekte gözlenen doku hasarını belirgin şekilde azaltmıştır. Bu koruyucu etkinin büyük ölçüde bitkinin yüksek oranda içerdiği rutin flavonoidinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Mollica ve ark., 2017).

5. TOKSİSİTE VE GÜVENİLİRLİK

Her ne kadar *Capparis spinosa*'nın farmakolojik özelliklerine ilişkin literatür oldukça geniş olsa da bitkinin güvenilirliği üzerine yapılan çalışmalar görece sınırlıdır. Mevcut veriler, hem in vivo hem de in vitro deneysel modellerde belirgin bir toksisiteye işaret etmemekte; bu nedenle bitkinin oral yolla tüketiminin genel olarak güvenli kabul edilebileceği bildirilmektedir (Tlili ve ark., 2017; Vahid ve ark., 2017). Bununla birlikte, kapari meyvesinin yenmesine bağlı olarak nadir de olsa gıda kaynaklı alerjik reaksiyonların görüldüğü ve romatoid artrit gibi durumlarda bitkinin topikal uygulaması sonrasında irritan kontakt dermatit vakalarının kaydedildiği de belirtilmektedir (Alcántara ve ark., 2013). Bu bulgular, bitkinin genel anlamda güvenli olmasına rağmen bireysel duyarlılıklar açısından dikkatli değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Sun ve ark., 2023).

Öte yandan fizyolojik güvenliliğin değerlendirilmesine yönelik

çalışmalar da *C. spinosa*'nın kontrollü kullanımının güvenli olabileceğini desteklemektedir. Bağcı ve ark. (1999), kapari meyvelerinden elde edilen %1'lik infüzyonu 30 gün boyunca farelere oral olarak uygulamış ve deney süresi sonunda karaciğer fonksiyon enzimleri ile hematolojik parametrelerde herhangi bir toksisite belirtisine rastlamamıştır. Bu bulgular, kapari kaynaklı bileşiklerin uygun doz aralıklarında kullanıldığında güvenli olabileceğini gösteren önemli kanıtlardan biridir.

Zengin fitokimyasal yapısı ve geniş yelpazedeki biyolojik etkileri nedeniyle *Capparis spinosa*, hem besleyici değeri hem de sağlığı destekleyici potansiyeliyle dikkat çeken önemli bir yenilebilir bitki olarak değerlendirilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmaların büyük bölümü, bitkinin öne çıkan biyoaktif bileşiklerinin ayrıştırılması, kimyasal olarak tanımlanması ve ham ekstraktlarının farmakolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak, şimdiye kadar tanımlanan çok sayıdaki bileşene rağmen, bu maddelerin hangi biyolojik yollar üzerinden etki gösterdiği, etkileşim biçimleri ve spesifik mekanizmaları hâlen tam olarak ortaya konmamıştır. Benzer şekilde, *C. spinosa*'nın terapötik veya destekleyici amaçlarla uzun süreli kullanımına ilişkin güvenilirlik verileri sınırlı olup, toksikolojik açıdan daha kapsamlı değerlendirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut bilgiler, bitkinin genel olarak güvenli olduğunu işaret etse de farklı preparatların doz–yanıt ilişkisi, kronik tüketim profili ve bireysel duyarlılıkların değerlendirilmesi açısından daha derinlemesine çalışmalar gerekmektedir. Bu bilgi eksiklikleri, *C. spinosa*'nın fitokimyasal profili, biyolojik aktivite spektrumu ve klinik güvenilirliği üzerine yapılacak gelecekteki araştırmalar için önemli fırsatlar sunmakta; bitkinin hem insan sağlığını destekleme potansiyelinin hem de hayvan beslemede fonksiyonel bir katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin daha net anlaşılmasına katkıda bulunacaktır.

6. KAPARİNİN KANATLILARIN RASYONLARINDA KULLANIMINA İLİŞKİN BAZI ARAŞTIRMA BULGULARI

Capparis spinosa'nın kanatlı beslemede gösterdiği biyolojik etkiler, sahip olduğu zengin fitokimyasal yapıdan kaynaklanmaktadır. Bitkinin antioksidan kapasitesinin yüksek olması (Nadaroğlu ve ark., 2008),

antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikleri (Barbera ve ark., 1991; Arslan 2004) ile çeşitli tonik ve metabolik düzenleyici etkilerinin bulunması (Öğüt ve Er, 2010), onun sindirim ve bağışıklık sistemi üzerinde çok yönlü bir iyileştirici fonksiyon üstlenmesine olanak sağlamaktadır. Kaparinin fenolik bileşikler, flavonoidler ve glukozinolatlar açısından zengin yapısı, bu bitkinin hem oksidatif stresle mücadelede hem de patojen mikroorganizmaların baskılanmasında etkili olmasının temel mekanizmasını oluşturmaktadır.

Fenolik bileşikler, sindirim kanalında güçlü bir antioksidan koruma sağlayarak hücre hasarını sınırlandırırken; antimikrobiyal özellikleri sayesinde bağırsak mikrobiyotasında patojen yükünün kontrol edilmesine katkıda bulunur. Bu etkiler, kanatlıların gastrointestinal sisteminde daha stabil bir mikrobiyal denge oluşmasına yardımcı olur. Böylece yemden yararlanmanın iyileşmesi, hastalık riskinin azalması ve performans parametrelerinde artış gibi önemli sonuçlar elde edilebilir. Özellikle kanatlı yetiştiriciliğinde verimliliği belirleyen kritik faktörlerden biri bağırsak sağlığı olduğundan, kaparinin mikrobiyal dengeyi düzenleyici fonksiyonu büyük önem taşımaktadır.

Genç civcivlerde sindirim ve bağışıklık sistemleri henüz tam olarak gelişmediği için bu dönemde yem katkılarının etkisi daha belirgindir. Civcivlerin sindirim enzim aktivitelerinin düşük olması, bağırsak mikrobiyotasının stabil olmaması ve bağışıklık organlarının gelişim sürecini tamamlamamış olması nedeniyle erken dönem besleme stratejileri kritik önem taşır (Nir ve Şenköylü, 2000). Kaparinin işte bu dönemde sağladığı antimikrobiyal ve prebiyotik benzeri etkiler, sindirim sisteminin olgunlaşmasını hızlandırabilir ve bağışıklık yanıtının güçlenmesine katkı sağlayabilir.

Kaparinin iştahı artırıcı ve sindirimi uyarıcı özellikleri de bu etki mekanizmasının önemli bir parçasıdır. Bitkinin içerdiği uçucu ve aromatik bileşiklerin sindirim enzimlerinin aktivitesini artırması, özellikle nişasta, protein ve lipid sindirimi üzerinde olumlu etki yaratabilir. Enzim aktivitesindeki artış, besin maddelerinin daha etkin parçalanmasına ve sonucunda yemden yararlanmanın iyileşmesine katkı sunar. Bununla birlikte kaparinin patojen mikroorganizmaların çoğalmasını baskılaması, prebiyotik ve prebiyotiklerin fonksiyonuna benzer şekilde bağırsak sağlığının korunmasına yardımcı olabilir.

Capparis spinosa'nın kanatlı beslemedeki etkileri tek bir mekanizmaya dayanmamakta; antioksidan savunmayı güçlendiren, patojen yükünü azaltan, sindirimi optimize eden ve bağışıklık sisteminin gelişimini destekleyen çok boyutlu bir biyolojik işleyişten kaynaklanmaktadır. Bu yönleriyle kapari, özellikle erken gelişim döneminde civcivlerin sağlığının korunmasında ve performans potansiyellerinin daha etkin kullanılmasında dikkate değer bir bitkisel yem katkısı olarak değerlendirilebilir.

Kanatlı hayvanlarda metabolik hızın çok yüksek olması ve gastrointestinal geçiş süresinin memelilere kıyasla oldukça kısa olması, besin maddelerinin sindirim hızının hızlı biçimde tamamlanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle rasyona ilave edilen fitobiyotik bileşiklerin, özellikle sindirim verimliliğini ve bağırsak sağlığını destekleyici mekanizmalar üzerinden etki göstermesi önem taşımaktadır. Kaparinin sahip olduğu glukozinolatlar, flavonoidler, fenolik bileşikler ve uçucu bileşenler; sindirim fonksiyonlarının düzenlenmesi, enzim aktivitesinin artırılması ve patojen baskılanması gibi çeşitli fizyolojik süreçleri pozitif yönde etkileyebilecek potansiyele sahiptir.

Her ne kadar *Capparis spinosa*'nın kanatlı karma yemlerine doğrudan veya ekstrakt formunda katılarak kullanıldığı güncel bir çalışma sınırlı olsa da bitkinin kimyasal içeriği, biyolojik aktiviteleri ve gıda teknolojisi alanında yaygın kullanımı üzerine çok sayıda araştırma mevcuttur. Literatürde kaparinin genellikle salamura veya sirke içerisinde muhafaza edilerek insan beslenmesinde tüketildiği; ayrıca botanik özellikleri, kimyasal kompozisyonu, yetiştiricilik potansiyeli ve erozyonla mücadeledeki rolü üzerine kapsamlı çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

Kaparinin kanatlı beslemede kullanımına yönelik mevcut veriler, bitkinin farklı kısımlarının (yaprak ve meyve) performans parametreleri üzerindeki etkilerinin birbirinden belirgin biçimde ayrıldığını göstermektedir. Kuru kapari yaprağı ilavesinin 0–15 g/kg düzeylerinde kullanıldığı yumurtacı tavuklarda yürütülen çalışmada, rasyonlara eklenen yaprak tozunun vücut ağırlığı, yem tüketimi, yumurta verimi, yumurta kütlesi ve yumurta iç-dış kalite özellikleri üzerinde olumsuz bir etkisinin bulunmadığı; hatta bazı dönemlerde yumurta ağırlığında hafif artışlara yol açtığı bildirilmiştir (Yıldırım ve ark., 2018). Araştırma sonuçları, kuru kapari yaprağının rasyonda 15 g/kg'a kadar güvenle kullanılabileceğini ve performans ile yumurta kalitesini olumsuz etkilemediğini ortaya koymaktadır. Buna karşın

kuru kapari meyvesi kullanıldığında, özellikle 4–8. haftalar arasında belirginleşen bir yem tüketimi azalması, buna paralel olarak yumurta verimi ve yumurta kütlelerinde düşüşler kaydedilmiştir (Yıldırım ve ark., 2014). Meyve tozunun 5, 10 ve 15 g/kg seviyelerinde kullanımı, yumurta verimi açısından kontrol grubuna kıyasla daha düşük yumurta verim değerleri ile sonuçlanmış; ayrıca meyve ilavesi özellikle 10 ve 15 g/kg düzeylerinde canlı ağırlık da sınırlandırmıştır. Bu durumun, meyve tohumlarında yer alan ve iştahı baskılayan veya besin madde kullanımını sınırlayan bazı biyolojik aktif bileşiklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim araştırmacılar, kuru kapari meyvesinin antioksidan kapasitesinin yüksek olmasına rağmen performans üzerine olumsuz etkiler gösterebildiğini, dolayısıyla maksimum 10 g/kg düzeyinin aşılması gerektiğini vurgulamaktadır. Her iki çalışmanın birlikte değerlendirilmesi, kaparinin yaprak kısmının rasyonlarda kullanılmaya daha uygun olduğunu, toksisite veya iştah baskılanması gibi risklerin ise bitkinin meyve ve tohum kısmında daha belirgin olduğunu göstermektedir. Yaprak formu, içerdiği fenolik bileşiklere bağlı güçlü antioksidan kapasitesine rağmen performans verilerini değiştirmemekte; meyve formu ise potansiyel antinutritif faktörler nedeniyle üretim parametrelerini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle mevcut veriler, kanatlı rasyonlarında yaprak formunun güvenli ve fonksiyonel bir fitobiyotik kaynak olarak değerlendirilebileceğini, meyve formunun ise daha dikkatli doz yönetimi gerektirdiğini göstermektedir.

7. SONUÇ

Capparis spinosa, sahip olduğu zengin fitokimyasal bileşenleri, yüksek antioksidan kapasitesi ve geniş farmakolojik etki profili ile hem insan sağlığı hem de hayvan besleme açısından dikkate değer bir biyolojik kaynak olarak öne çıkmaktadır. Bitkinin çiçek tomurcuğu, yaprak, meyve ve kök gibi farklı kısımlarında tanımlanan flavonoidler, fenolik asitler, glukozinolatlar, alkaloidler ve uçucu bileşikler; oksidatif stresin azaltılması, bağırsak sağlığının desteklenmesi, antimikrobiyal savunmanın güçlendirilmesi ve metabolik düzenlemenin sağlanması gibi çok yönlü fizyolojik işlevlerde rol almaktadır. Bu zengin biyokimyasal içerik, kaparinin kanatlı hayvan besleme alanında doğal bir yem katkı maddesi olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Kanatlılarda hızlı metabolik akış ve kısa gastrointestinal geçiş

süresi göz önüne alındığında, fitobiyotik bileşiklerin özellikle sindirim enzim aktiviteleri, mikrobiyota dengesi ve bağırsak bariyer bütünlüğü üzerindeki etkileri büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda kapari, özellikle erken büyüme dönemlerinde bağırsaklık organlarının olgunlaşması ve mikrobiyal dengenin oluşumuna katkıda bulunabilecek potansiyele sahip görünmektedir.

Mevcut araştırmalar, kaparinin rasyonda kullanılabilirliğinin bitkinin kullanılan kısmına ve uygulanan doz düzeyine bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Kuru kapari yaprağının performans, yumurta verimi ve yumurta kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmaması ve 15 g/kg seviyesine kadar güvenle kullanılabilmesi, bu bitkinin özellikle yaprak formunun fonksiyonel bir yem katkı maddesi olarak uygulanabilir olduğunu göstermektedir. Buna karşılık meyve formu, daha yüksek düzeylerde iştahı baskılaması, yem tüketimini azaltması ve yumurta verimini düşürmesi nedeniyle, tohum ve meyve dokusunda bulunan bazı antinutritif veya metabolik olarak aktif bileşiklerin performans üzerinde sınırlayıcı etki oluşturabileceğine işaret etmektedir. Dolayısıyla aynı bitkinin farklı organlarının hayvan fizyolojisi üzerindeki etkilerinin değişken olması, yem formülasyonlarında kullanılacak materyalin seçiminin kritik önem taşıdığını göstermektedir.

Bununla birlikte kaparinin yalnızca makroskobik bitki materyali şeklinde kullanımı değil, içerdiği spesifik biyoaktif bileşiklerin ayrı ayrı değerlendirilmesi de büyük önem taşımaktadır. Flavonoid, fenolik asit, glukozinolat ve alkaloid fraksiyonlarında tanımlanan birçok molekül, saflaştırılmış veya konsantre ekstrakt formlarında çok daha güçlü biyolojik etkiler oluşturabilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle kaparinin sadece öğütülmüş yaprak veya meyve tozu olarak değil, aynı zamanda sulu ekstraktları, organik çözücü ekstraktları, uçucu yağ fraksiyonları ve standardize edilmiş fitokimyasal karışımları üzerinden de araştırılması gerekmektedir. Ancak ekstraktların yoğunlaştırılmış yapısı, biyolojik etkinin artmasının yanında doz duyarlılığı, toksisite riski ve fizyolojik tolerans gibi önemli konuları da gündeme getirmektedir. Güncel bilgiler, farklı çözücülerle elde edilen kapari ekstraktlarının kanatlı fizyolojisi üzerindeki etkilerinin büyük ölçüde bilinmediğini ve bu alanın önemli bir araştırma boşluğu oluşturduğunu göstermektedir. Bu nedenle ekstrakt ve saf bileşiklerin yem katkısı olarak kullanımında doz-yanıt ilişkilerinin belirlenmesi,

biyoyararlanımın aydınlatılması, etki mekanizmalarının tanımlanması ve uzun dönem güvenilirlik çalışmalarının yapılması zorunludur. Bu tür çalışmalar, bitkinin yalnızca ham materyal olarak değil, standardize edilmiş fitobiyotik bileşenleriyle de kontrollü ve güvenilir bir yem katkısı olarak kullanılmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu bağlamda kapari yaprağı, doğal antioksidan kapasitesi, sindirim uyarıcı etkileri ve mikrobiyal düzenleyici potansiyeli ile kanatlı üretiminde umut vadeden bir fitobiyotik katkı maddesi görünümündedir. Ancak bitkinin yetiştirme koşulları, hasat dönemi, işleme yöntemi ve kullanılan bitki kısmı gibi birçok değişkenin kimyasal bileşim üzerinde belirgin etkilere sahip olması, standardizasyon ihtiyacını ortaya koymaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, hem bitki materyalinin hem de elde edilen ekstraktların kimyasal profillerinin daha net şekilde tanımlanmasına, doz optimizasyonunun yapılmasına ve tür-dönem bazlı fizyolojik etkilerin detaylandırılmasına odaklanması gerekmektedir. Kaparinin farklı kanatlı türlerinde, farklı yetiştirme dönemlerinde ve çevresel stres koşullarında performans, bağışıklık ve bağırsak sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerinin de değerlendirilmesi, bitkinin hayvan beslemede daha geniş ve güvenilir bir kullanım alanı bulmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak *Capparis spinosa*, kanatlı beslemede doğal, güvenilir ve çok yönlü etkilere sahip bir bitkisel kaynak olarak önem taşımaktadır. Özellikle yaprak formunun rasyonlara dahil edilmesi, performans kaybına yol açmadan antioksidan ve fonksiyonel destek sağlayabilecek uygulanabilir bir strateji sunmaktadır. Bununla birlikte bitkinin saf bileşenleri ve ekstrakt formlarının sistematik olarak değerlendirilmesi, kaparinin sürdürülebilir, antibiyotik içermeyen üretim modellerinde yer alması için gerekli bilimsel altyapının oluşturulmasını sağlayacaktır. Bu kapsamda yürütülecek ileri düzey araştırmalar, kaparinin gelecekte kanatlı besleme alanında standardize edilmiş, güvenilir ve etkili bir fitobiyotik katkı maddesi olarak konumlandırılmasına olanak tanıyacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, Z. F., Rizk, A. M., Hammouda, F. M., & Seif El-Nasr, M. M. (1972). Glucosinolates of Egyptian *Capparis* species. *Phytochemistry*, 11, 251–256.
- Akgül, A. (1996). Yeniden keşfedilen lezzet: Kapari (*Capparis* spp.). *Gıda*, 21, 119–128.
- Alcántara, M., Morales, M., & Carnés, J. (2013). Food allergy to caper (*Capparis spinosa*). *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 23(1), 67–69.
- Ali-Shtayeh, M. S., & Abu Ghdeib, S. I. (1999). Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes. *Mycoses*, 42(665–672).
- Alsharif, B., & Boylan, F. (2025). *Capparis* L. (Capparaceae): A scoping review of phytochemistry, ethnopharmacology and pharmacological activities. *Molecules*, 30, 3705.
- Al-Tamimi, A., Khatib, M., Pieraccini, G., & Mulinacci, N. (2019). Quaternary ammonium compounds in roots and leaves of *Capparis spinosa* L. from Saudi Arabia and Italy: Investigation by HPLC–MS and ¹H NMR. *Natural Product Research*, 33(9), 1322–1328.
- Alves, M. J., Ferreira, I. C. F. R., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A., & Pintado, M. (2012). A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Planta Medica*, 78, 1707–1718.
- Arslan, D. (2004). Kapari (*Capparis ovata* var. *canescens*) çiçek tomurcuklarının kontrollü şartlarda salamura ürüne işlenmesi (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bağcı, C., Şimşek, S., Çakmak, E. A., Uyanık, B. S., Solak, M., Yiğitoğlu, M. R., & Ozansoy, E. (1999). Geberenin (*Capparis ovata* Desf.) farelerde karaciğer enzimleri ile bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *Genel Tıp Dergisi*, 9(4), 123–125.
- Baradaran Rahimi, V., Rajabian, A., Rajabi, H., Mohammadi Vosough, E., Mirkarimi, H. R., Hasanpour, M., & Askari, V. R. (2020). The effects of hydroethanolic extract of *Capparis spinosa* (*C. spinosa*) on lipopolysaccharide (LPS)-induced inflammation and cognitive impairment: Evidence from in vivo and in vitro studies. *Journal of*

- Ethnopharmacology, 256, 112706.
- Barbera, G., Di Lorenzo, R., & Barone, E. (1991). Observations on *Capparis* populations cultivated in Sicily and on their vegetative and productive behaviour. *Agricoltura Mediterranea*, 121, 32–39.
- Bianco, G., Lelario, F., Battista, F. G., Bufo, S. A., & Cataldi, T. R. (2012). Identification of glucosinolates in capers by LC-ESI-hybrid linear ion trap with Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry (LC-ESI-LTQ-FTICR MS) and infrared multiphoton dissociation. *Journal of Mass Spectrometry*, 47(9), 1160–1169.
- Bouzada, M. L. M., Fabri, R. L., Nogueira, M., Konno, T. U. P., Duarte, G. G., & Scio, E. (2009). Antibacterial, cytotoxic and phytochemical screening of some traditional medicinal plants in Brazil. *Pharmaceutical Biology*, 47, 44–52.
- Brglez Mojzer, E., Knez Hrnčič, M., Škerget, M., Knez, Ž., & Bren, U. (2016). Polyphenols: Extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules*, 21(7), 901.
- Călinoiu, L. F., & Vodnar, D. C. (2018). Whole grains and phenolic acids: A review on bioactivity, functionality, health benefits and bioavailability. *Nutrients*, 10(11), 1615.
- Çalış, İ., Kuruüzüm, A., & Rüedi, P. (1999). 1H-Indole-3-acetonitrile glycosides from *Capparis spinosa* fruits. *Phytochemistry*, 50(7), 1205–1208.
- Chedraoui, S., Abi-Rizk, A., El-Beyrouthy, M., Chalak, L., Ouaini, N., & Rajjou, L. (2017). *Capparis spinosa* L. in a systematic review: A xerophilous species of multi values and promising potentialities for agrosystems under the threat of global warming. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1845.
- Chowdhury, M., Kiraga, S., Islam, M. N., Ali, M., Reza, M. N., Lee, W. H., & Chung, S. O. (2021). Effects of temperature, relative humidity, and carbon dioxide concentration on growth and glucosinolate content of kale grown in a plant factory. *Foods*, 10(7), 1524.
- Duman, E., & Özcan, M. M. (2013). Physicochemical properties of seeds of *Capparis* species growing wild in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(4), 2393–2398.
- Duman, E., & Özcan, M. M. (2015). Physicochemical properties of caper

- species seed oils collected from two different harvest years. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(14), 2965–2972.
- Eddouks, M., Lemhadri, A., & Michel, J. B. (2004). Caraway and caper: Potential antihyperglycaemic plants in diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 94(1), 143–148.
- Eddouks, M., Lemhadri, A., & Michel, J. B. (2005). Hypolipidemic activity of aqueous extract of *Capparis spinosa* L. in normal and diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 98, 345–350.
- El Amri, N., Errachidi, F., Bour, A., & Chabir, R. (2019). Characterization of Moroccan raw and processed caper berries. *Materials Today: Proceedings*, 13(3), 841–849.
- El Azhary, K., Tahiri Jouti, N., El Khachibi, M., Moutia, M., Tabyaoui, I., El Hou, A., Achtak, H., Nadifi, S., Habti, N., & Badou, A. (2017). Anti-inflammatory potential of *Capparis spinosa* L. in vivo in mice through inhibition of cell infiltration and cytokine gene expression. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17, 81.
- Gadgoli, C., & Mishra, S. H. (1999). Antihepatotoxic activity of p-methoxy benzoic acid from *Capparis spinosa*. *Journal of Ethnopharmacology*, 66(2), 187–192.
- Gill, C. (1999). Herbs and plant extracts as growth enhancers. *Feed International*, 20(4), 20–22.
- Givianrad, M. H., Saffarpour, S., & Beheshti, P. (2011). Fatty acid and triacylglycerol compositions of *Capparis spinosa* seed oil. *Chemistry of Natural Compounds*, 47(5), 798–799.
- Grimalt, M., Lucía, S. R., Francisca, H., Legua, P., Carbonell-Barrachina, N. A., Almansa, M. S., & Amorós, A. (2021). Volatile profile in different aerial parts of two caper cultivars (*Capparis spinosa* L.). *Journal of Food Quality*, Article 6620776.
- Gull, T., Sultana, B., Anwar, F., Nouman, W., Mehmood, T., & Sher, M. (2018). Characterization of phenolics in different parts of selected *Capparis* species harvested in low and high rainfall season. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(3), 1539–1547.
- Hall, J. C., Sytsma, K. J., & Iltis, H. H. (2002). Phylogeny of Capparaceae and Brassicaceae based on chloroplast sequence data. *American Journal of Botany*, 89(11), 1826–1842.

- Hamuti, A., Li, J., Zhou, F., Aipire, A., Ma, J., Yang, J., & Li, J. (2017). *Capparis spinosa* fruit ethanol extracts exert different effects on the maturation of dendritic cells. *Molecules*, 22, 97.
- Huseini, H. F., Hasani-Ranjbar, S., Nayebi, N., Heshmat, R., Sigaroodi, F. K., Ahvazi, M., Alaei, B. A. ve Kianbakht, S. (2013). *Capparis spinosa* L. (caper) fruit extract in treatment of type 2 diabetic patients: A randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Complementary Therapies in Medicine*, 21, 447–452.
- Jalali, M. T., Mohammadtaghvaei, N. ve Larky, D. A. (2016). Investigating the effects of *Capparis spinosa* on hepatic gluconeogenesis and lipid content in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 84, 1243–1248.
- Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., & Jukic, M. (2006). Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94(4), 550–557.
- Khatib, M., Pieraccini, G., Innocenti, M., Melani, F., & Mulinacci, N. (2016). An insight on the alkaloid content of *Capparis spinosa* L. root by HPLC-DAD-MS, MS/MS and ¹H qNMR. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 123, 53–62.
- Kulisic-Bilusic, T., Schmöller, I., Schnäbele, K., Siracusa, L., & Ruberto, G. (2012). The anticarcinogenic potential of essential oil and aqueous infusion from caper (*Capparis spinosa* L.). *Food Chemistry*, 132(1), 261–267.
- Liu, Y. T., Sun, Y. T., Cheng, X. M., Wang, C. H., Zhou, H., & Yang, T. (2019). Advances on the investigation of chemical constituents and pharmacological activities of *Capparis spinosa* L. *World Science and Technology — Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica*, 12, 2599–2608.
- Ma, Z. F., & Zhang, H. (2017). Phytochemical constituents, health benefits, and industrial applications of grape seeds: A mini-review. *Antioxidants*, 6(4), 71.
- Mahasneh, A. M. (2002). Screening of some indigenous Qatari medicinal plants for antimicrobial activity. *Physiotherapy Research*, 16, 751–753.
- Maresca, M., Micheli, L., Di Cesare Mannelli, L., Tenci, B., Innocenti, M., Khatib, M., Mulinacci, N., & Ghelardini, C. (2016). Acute effect of

- Capparis spinosa* root extracts on rat articular pain. *Journal of Ethnopharmacology*, 193, 456–465.
- Matthäus, B., & Özcan, M. (2002). Glucosinolate composition of young shoots and flower buds of capers (*Capparis* species) growing wild in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 84, 437–440.
- Matthäus, B., & Özcan, M. (2005). Glucosinolates and fatty acid, sterol, and tocopherol composition of seed oils from *Capparis spinosa* var. *spinosa* and *Capparis ovata* Desf. var. *canescens* (Coss.) Heywood. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(18), 7136–7141.
- Mazarei, F., Jooyandeh, H., Noshad, M., & Hojjati, M. (2017). Polysaccharide of caper (*Capparis spinosa* L.) leaf: Extraction optimization, antioxidant potential and antimicrobial activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95, 224–231.
- Memariani, Z., Gorji, N., Moeini, R., & Farzaei, M. H. (2019). Chapter two: Traditional uses. In *Phytonutrients in food: From traditional to rational usage* (pp. 23–66). Academic Press.
- Mohebbali, N., Shahzadeh Fazeli, S. A., Ghafoori, H., Farahmand, Z., MohammadKhani, E., Vakhshiteh, F., Sanati, M. H. (2018). Effect of flavonoids rich extract of *Capparis spinosa* on inflammatory involved genes in amyloid-beta peptide injected rat model of Alzheimer's disease. *Nutritional Neuroscience*, 21(2), 143–150.
- Mollica, A., Zengin, G., Locatelli, M., Stefanucci, A., Mocan, A., Macedonio, C. S., Onaolapo, O., Onaolapo, A., & Adegoke, J. (2017). Anti-diabetic and antihyperlipidemic properties of *Capparis spinosa* L.: In vivo and in vitro evaluation of its nutraceutical potential. *Journal of Functional Foods*, 35, 32–42.
- Moutia, M., Azhary, K., Elouaddari, A., Jahid, A., Jamal Eddine, J., Seghrouchni, F., Habti, N., & Badou, A. (2016). *Capparis spinosa* L. promotes anti-inflammatory response in vitro through the control of cytokine gene expression in human peripheral blood mononuclear cells. *BMC Immunology*, 17, 26.
- Nadaroğlu, H., Demir, Y., & Demir, N. (2008). Kapari (*Capparis spinosa*) bitkisinin antioksidan ve antiradikal özelliklerinin incelenmesi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21–23 Mayıs, Erzurum.
- Nir, İ., & Şenköylü, N. (2000). Kanatlılar için sindirimi destekleyen yem katkı

- maddeleri. Tekirdağ.
- Öğüt, M., & Er, F. (2010). Mineral contents of different parts of capers (*Capparis ovata* Desf.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(2), 216–217.
- Özcan, M. (1996). Kapari (*Capparis* spp.) çiçek tomurcuklarının bileşimi ve salamura ürüne işlenmesi (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özcan, M. (1999). Ham ve salamura kapari (*Capparis* spp.) meyvelerinin fiziksel, kimyasal özellikleri ve yağ asitleri bileşimi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(3), 771–776.
- Özcan, M. M. (2008). Investigation on the mineral contents of capers (*Capparis* spp.) seed oils growing wild in Turkey. *Journal of Medicinal Food*, 11(3), 596–599.
- Özcan, M., & Aydın, C. (2004). Physico-mechanical properties and chemical analysis of raw and brined caperberries. *Biosystems Engineering*, 89(4), 521–524.
- POWO (Plants of the World Online) (2025). Royal Botanic Gardens Kew. *Capparis* Tourn. Ex L. Available online: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30001561-2> (accessed on 17 November 2025).
- Rajhi, I., Hernandez-Ramos, F., Abderrabba, M., Dhia, M. T. B., Ayadi, S., & Labidi, J. (2021). Antioxidant, antifungal and phytochemical investigations of *Capparis spinosa* L. *Agriculture*, 11(10), 1025.
- Rakhimova, A. Kh., Abdullaev, R. A., & Guseinov, D. Ya. (1978). Chemical-biological characteristics of *Capparis spinosa* from Azerbaijan. *Azerbaidzhanskii Meditsinskii Zhurnal*, 55, 70–75. (In Russian).
- Rivera, D., Inocencio, C., Obón, C., & Alcaraz, F. (2003). Review of food and medicinal uses of *Capparis* L. subgenus *Capparis* (Capparidaceae). *Economic Botany*, 57(4), 515–534.
- Saleem, H., Khurshid, U., Sarfraz, M., Ahmad, I., Alamri, A., Anwar, S., Alshammari, A., & Ahemad, N. (2021). Investigation into the biological properties, secondary metabolites composition, and toxicity of aerial and root parts of *Capparis spinosa* L.: An important medicinal food plant. *Food and Chemical Toxicology*, 155, 112404.
- Schraudolf, H. (1989). Indole glucosinolates of *Capparis spinosa*.

- Phytochemistry, 28(1), 259–260.
- Sher, A. (2009). Antimicrobial activity of natural products from medicinal plants. *Gomal Journal of Medical Sciences*, 7, 72–78.
- Sottile, F., Caltagirone, C., Peano, C., Del Signore, M. B., & Barone, E. (2021). Can the caper (*Capparis spinosa* L.) still be considered a difficult-to-propagate crop? *Horticulturae*, 7(9), 316.
- Sun, Y., Yang, T., & Wang, C. (2023). *Capparis spinosa* L. as a potential source of nutrition and its health benefits in foods: A comprehensive review of its phytochemistry, bioactivities, safety, and application. *Food Chemistry*, 409, 135258.
- Tlili, N., Feriani, A., Saadou, E., Nasri, N., & Khaldi, A. (2017). *Capparis spinosa* leaves extract: Source of bioantioxidants with nephroprotective and hepatoprotective effects. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 87, 171–179.
- Tlili, N., Mejri, H., Anouer, F., Saadaoui, E., Khaldi, A., & Nasri, N. (2015). Phenolic profile and antioxidant activity of *Capparis spinosa* seeds harvested from different wild habitats. *Industrial Crops and Products*, 76, 930–935.
- Tlili, N., Nasri, N., Khaldi, A., Triki, S., & Munné-Bosch, S. (2011). Phenolic compounds, tocopherols, carotenoids and vitamin C of commercial caper. *Journal of Food Biochemistry*, 35(2), 472–483.
- Tlili, N., Nasri, N., Saadaoui, E., Khaldi, A., & Triki, S. (2009). Carotenoid and tocopherol composition of leaves, buds, and flowers of *Capparis spinosa* grown wild in Tunisia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(12), 5381–5385.
- Turgut, N. H., Kara, H., Arslanbaş, E., Mert, D. G., Tepe, B., & Güngör, H. (2015). Effect of *Capparis spinosa* L. on cognitive impairment induced by D-galactose in mice via inhibition of oxidative stress. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 45(5), 1127–1136.
- Vahid, H., Rakhshandeh, H., & Ghorbani, A. (2017). Antidiabetic properties of *Capparis spinosa* L. and its components. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 92, 293–302.
- Wojdyło, A., Nowicka, P., Grimalt, M., Legua, P., Almansa, M. S., Amorós, A., & Hernández, F. (2019). Polyphenol compounds and biological activity of caper (*Capparis spinosa* L.) flower buds. *Plants*, 8(12), 539.

- Wu, X., Zhou, Q. H., & Xu, K. (2009). Are isothiocyanates potential anti-cancer drugs? *Acta Pharmacologica Sinica*, 30(5), 501–512.
- Yang, T., Wang, C. H., Chou, G. X., Wu, T., Cheng, X. M., & Wang, Z. T. (2010). New alkaloids from *Capparis spinosa*: Structure and X-ray crystallographic analysis. *Food Chemistry*, 123(3), 705–710.
- Yang, T., Wang, Y. L., Zhang, Y. L., Liu, Y. T., Tao, Y. Y., Zhou, H., & Liu, C. H. (2022). The protective effect of *Capparis spinosa* fruit on triptolide-induced acute liver injury: A metabolomics-based systematic study. *Journal of Functional Foods*, 90, 104989.
- Yang, W. J., Xie, C. X., Di, L., Liu, C., Yang, L., & Chen, S. L. (2011). Suitability evaluation of *Capparis spinosa* based on TCMGIS. *Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae*, 17(11), 100–104.
- Yildirim, A., Sekeroglu, A., Koç, H., Eleroglu, H., Duman, M., Tahtali, Y., Elmastaş, M., & Sen Mutlu, M. I. (2018). Egg production and quality characteristics of laying hens fed diets supplemented with dry caper (*Capparis spinosa*) leaf powder. *Indian Journal of Animal Research*, 52(1), 72–78.
- Yildirim, A., Sekeroglu, A., Koc, H., Eleroglu, H., Tahtali, Y., Sen, M. I., Duman, M., & Genc, N. (2014). The effect of dry caper (*Capparis spinosa*) fruit on egg production and quality characteristics of laying hens. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(1), 217–224.
- Zhang, H. X., & Ma, Z. F. (2018). Phytochemical and pharmacological properties of *Capparis spinosa* as a medicinal plant. *Nutrients*, 10(2), 116.
- Zhong, H., Lewis, J. A., Hanley, A. B., & Fenwick, G. R. (1989). 2-Hydroxyethyl glucosinolate from *Capparis masaiikai* of Chinese origin. *Phytochemistry*, 28, 1252–1254.
- Zhu, P., Wang, Y., & Zhang, X. Q. (2022). Preparation and characterization of electrospun nanofiber membranes incorporated with an ethanol extract of *Capparis spinosa* L. as a potential packaging material. *Food Packaging and Shelf Life*, 32, 100851.

BÖLÜM 17
SÜT SIĞIRCILIĞINDA KARŞILAŞILAN METABOLİK
HASTALIKLAR VE BESLEME STRATEJİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Abdulkadir ERİŞEK¹
Hüseyin USLU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794594>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tokat/Türkiye-**posta:** abdulkadir.erisek@gop.edu.tr. **ORCID:**0000-0002-4724-0031.

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, LEE., Zootekni Bölümü, Tokat/Türkiye. **e-posta:** h.uslu80@hotmail.com **ORCID:** 0000-0002-2642-1175.

GİRİŞ

Geçiş dönemi, süt sığırları için son derece kritik bir süreçtir ve bu dönemde metabolik ile enfeksiyöz hastalıkların gelişmesi beklenen bir durumdur. Süt sığırlarında hastalıkların büyük bir kısmı, özellikle doğum öncesi ve sonrası dönemde yani peripartum dönemde ortaya çıkmaktadır. Şahal vd., (2011) tarafından yapılan araştırmaaya göre, süt sığırlarının hastalıklarla en fazla karşılaştığı dönem laktasyonun ilk 60 günü olarak belirlenmiştir. Bu dönemde gelişen hastalıklar birbirleriyle genellikle bağlantılıdır ve bu ilişkiler, özellikle geçiş dönemi hastalıklarını anlamak adına oldukça önemlidir (Şahal vd., 2011).

Geçiş dönemindeki hastalıklar genel olarak üç ana grupta sınıflandırılabilir. Bunlar; (1) Enerji metabolizması ile ilişkili hastalıklar, (2) mineral metabolizması ile ilgili hastalıklar ve (3) bağışıklık sistemiyle bağlantılı hastalıklar'dır. Burada daha çok besleme ile alakalı olan hastalıklar incelenecektir. Enerji metabolizmasındaki bozukluklar, karaciğer yağlanması, ketozis ve subklinik ketozis gibi hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu durumlar, hayvanın enerji dengesinin bozulması sonucu gelişir ve genellikle bu dönemde enerji ihtiyacı ile alınan enerji arasındaki dengesizlikten kaynaklanmaktadır. Mineral metabolizmasındaki aksaklıklar ise klinik ve subklinik hipokalsemiye yol açabilmektedir. Hipokalsemi, kalsiyum seviyesinin düşmesiyle ilişkili olup, bu durumun da çeşitli sağlık sorunlarına zemin hazırladığı bilinmektedir. Mineral dengesizliklerinin bağışıklık sistemi üzerinde olumsuz etkileri de oldukça büyüktür.

Süt Sığırcılığında Karşılaşılan Metabolik Hastalıklar Enerji Metabolizmasıyla İlgili Hastalıklar

Bu kısımda, enerji metabolizmasıyla ilişkili hastalıklardan Yağlı İnek Sendromu (*Fat Cow Syndrome*), Ketozis, plasentanın atılmaması (*retensio sekundinarum*) ve kısırılık üzerinde durulacaktır.

Yağlı İnek Sendromu (Fat cow syndrome)

Yağlı İnek Sendromu (*Fat Cow Syndrome*), özellikle buzağılamadan birkaç gün sonra ortaya çıkan bir durumdur ve genellikle kuru dönemde fazla enerji alarak aşırı şekilde yağlanan ineklerde görülmektedir (Morrow, 1976; Kabu vd., 2008). Kuru dönemde fazla kondisyonlanan (VKS>4.0) ve vücut yağ

oranı yüksek olan inekler, doğum sonrası yem tüketiminde azalma yaşamaktadırlar. Bu da onların, normal kondisyonu olan ineklere kıyasla daha düşük miktarda yem tüketmelerine yol açacaktır. Yağlı inek sendromu, ketozis ile benzer belirtiler göstermektedir. Bu durumda hayvanlarda iştah kaybı, genel zayıflık ve yem tüketiminde düşüş gözlemlenmektedir. Bu durum, karaciğerin metabolize edebileceğinden fazla yağ mobilize etmesine neden olacaktır. Dolayısıyla kandaki keton maddelerinin ve yağ asitlerinin seviyesi artacak ve karaciğerde yağlanma meydana gelecektir. Bu yağ birikimi, aynı zamanda yağlı karaciğer sendromuna da yol açabilmektedir. Bu sendromun önlenmesi için, hayvanların kuru dönemde vücut kondisyon skorlarının 3.5 civarında tutulması büyük önem taşımaktadır. Hayvanların yemlenme programı, vücut kondisyonlarına uygun bir şekilde düzenlenmeli ve aşırı enerjik yemlerin kullanılması durumunda, verilen miktarların dikkatle izlenmesi gerekmektedir (Kabu vd., 2008). Ayrıca, sendrom geliştiğinde hayvanlara intravenöz glukoz verilmesi tedavi için önerilen bir yaklaşımdır. Sonuç olarak, yağlı inek sendromunun oluşmaması için doğru yemleme yönetimi ve düzenli vücut kondisyonu izleme kritik bir rol oynamaktadır. Kuru dönemde aşırı beslenme ve aşırı vücut kondisyonu, uzun vadede hayvan sağlığını ciddi şekilde etkileyebilmekte ve ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Kabu vd., 2008). Bu yüzden, sığırların beslenme ihtiyaçları doğru bir şekilde karşılanmalı ve metabolik hastalıkların önlenmesi için tedbirler alınmalıdır.

Ketozis

Ketozis, kanda glikoz seviyelerinin düşmesiyle tetiklenen, karaciğer glikojeninin ve diğer glikoz rezervlerinin kullanılması, glikoneogenezin azalması ve karaciğerde yağ metabolizmasının bozulması sonucu, kanda, idrarda, sütte ve solunum havasında keton cisimlerinin artışıyla karakterize edilen bir metabolik hastalıktır (Grummer, 1995). Sığırlarda glikoz, ana enerji kaynağıdır. Kanda yeterli miktarda glikoz bulunmadığında, vücut bu açığı kapatmak için yağ ve proteinleri glikoneogenez yoluyla parçalayarak glikoz üretmektedir (Grummer, 1995). Yüksek süt verimi gösteren ineklerin glikoz ihtiyacı, mevcut glikoz rezervlerinin sınırlarına yaklaşmaktadır. Bu nedenle, yüksek süt verimi olan inekler, özellikle laktasyon döneminde ketozis riski taşımakta ve enerji ihtiyaçları karşılanmadığı takdirde bu hastalığa yakalanabilmektedirler (Goff ve Horst, 1997). Ketozis, klinik, subklinik ve

kronik formlarda görülebilen bir hastalıktır (Blood ve Radostits, 1989). Subklinik ketozisin tanısı için en güvenilir yöntem, serum plazmasındaki veya tam kanda BHBA (*beta-hidroksibutirat*) düzeylerinin ölçülmesidir. Aseton ve asetoasetat gibi diğer keton cisimlerine kıyasla BHBA daha stabil bir madde olarak kabul edilmekte ve bu nedenle daha güvenilir bir ölçüm aracı sağlamaktadır (Oetzel, 2004). Subklinik ketoziste BHBA değeri genellikle 1,2-2,9 mmol/L arasında iken, klinik ketoziste bu değer 3,0 mmol/L'nin üzerindedir (Oetzel, 2004). Ketozis, laktasyon dönemi boyunca süt veriminin yüksek olduğu zamanlarda daha sık görülmekte ve özellikle erken laktasyon döneminde büyük bir sağlık riski oluşturmaktadır. Ketozisin erken teşhisi, hem hayvan sağlığını korumak hem de ekonomik kayıpları önlemek için son derece önemlidir. Bu hastalığın yönetimi, doğru yemleme stratejileri, uygun enerji dengesi ve metabolik hastalıkların önlenmesi için alınacak tedbirlerle mümkün olabilmektedir.

Sonun (Plesantanın) Atılamaması

Doğum sonrası yavru zarlarının atılamaması, süt sığırlarında sıkça karşılaşılan bir durumdur, ancak bu durumun normalde sürüde %8-10 civarında olması beklenmektedir. Normal şartlarda, bir inek doğumdan sonraki 12 saat içinde yavru zarlarını atmalıdır. Ancak, bazı durumlar bu sürecin uzamasına veya komplikasyonlara yol açabilmektedir. Örneğin, kalsiyum (Ca), fosfor (P), selenyum (Se), vitamin A, D ve E eksiklikleri ile aşırı vücut kondisyonu, yavru zarlarının atılmaması riskini artıran faktörlerdendir. Özellikle gebeliğin son 2-4 haftasında, ineklerin rasyonlarının Ca, P, Se ve vitamin A, D, E bakımından dengelenmesi gerekmektedir.

Kısırlık

Hayvanların aşırı zayıf veya aşırı yağlı olmalarına yol açan besleme koşulları, üreme sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle yüksek vücut kondisyonuna sahip ineklerde, doğum sonrası problemlerin daha sık görüldüğü tespit edilmiştir. Bu tür sorunlar arasında sonun atılamaması, metritis, kistik ovaryum gibi rahatsızlıklar öne çıkmaktadır. Öte yandan, düşük vücut kondisyonuna sahip ineklerde ise yumurtalıkların ve uterusun yeni bir kızgınlık döngüsüne ve ovulasyona hazırlanamaması nedeniyle çiftleşme ve gebelik ile ilgili problemler yaşanabilmektedir. Bu durumlar, genellikle ineklerin doğum sonrası dönemde yaşadıkları enerji dengesizliğiyle ilişkilidir.

Üremede sorun yaşamamak adına aşağıdaki önlemler alınabilmektedir:

Vücut kondisyon skorunun kontrolü: İneklerin pik laktasyon döneminde vücut kondisyon skorunun (VKS) 2.5'in altına düşmemesi sağlanmalıdır. Ayrıca, kuru dönemde 3.5 VKS ile çıkartılmalıdır. Bu, hayvanların enerji dengesinin korunmasına yardımcı olacaktır.

Vitamin ve mineral takviyesi: Doğum öncesi ve sonrası, ineklere özellikle vitamin A, D, E ve selenyum (Se) takviyesi yapmak, hem üreme sağlığı hem de bağışıklık sistemi için önemli katkılar sağlayacaktır. Bu uygulama, metritis, kistik ovaryum ve mastitis gibi yaygın sorunların önlenmesine de yardımcı olacaktır.

Yem içeriği: Östrojen içeren kaba yemlerin aşırı tüketilmesinden kaçınılmalıdır. Çünkü, bu tür yemler, hormon dengelerini bozarak üreme sorunlarına yol açabilmektedir.

Yem kalitesi: Küflü ve aflatoksin içeren yemlerden kesinlikle kaçınılmalıdır. Aflatoksin, hem genel sağlık hem de üreme fonksiyonları üzerinde olumsuz etkilere yol açabilecek potansiyel bir toksindir.

Protein yıkılabilirliği: Yüksek protein yıkılabilirliği olan yemler tercih edilmemelidir. Rumende yüksek protein yıkılabilirliği, enerji yetersizliği durumunda uterus sıvısındaki amonyak ve üre düzeylerini artırarak embriyo kayıplarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, protein kaynağı seçiminde dikkatli olunmalıdır.

Düşük Kaba Yemden (Asidoziden) Kaynaklanan Hastalıklar

Bu kısımda, düşük kaba yem tüketimine ve ruminal asidoza bağlı olarak gelişen hastalıklardan asidozis, şişme (*timpani*), laminitis (*trnak iltihabı-topallık*), karaciğer apseleri, abomasum deplasmanı ve düşük süt yağı düzeyi (*düşük yağ testi*) üzerinde durulacaktır.

Asidozis

Entansif besicilikte karşılaşılan en önemli sağlık sorunlarından biri asidozistir. Asidoz, hayvanın doğrudan ölümüne yol açmasa da, performansını önemli ölçüde düşürmektedir. Rumen asidozisi, özellikle hızlı karbonhidratların yıkılması sonucu organik asitlerin birikmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bu durum, aşırı miktarda kesif yem tüketimi yapılan her koşulda gelişebilmektedir. Akut asidoz, genellikle hayvanın 1-2 saat içinde, vücut ağırlığının yaklaşık %2'si kadar kesif yem tükettiği zaman meydana

gelmektedir. Bu durumda rumen pH'sı 5.5'in altına düşecek ve laktik asit birikimi başlayacaktır. Şiddetli vakalarda rumen pH'sı 4.5 civarına kadar inebilmekte, bu da rumen hareketlerinin yavaşlamasına, rumen papillalarının zarar görmesine ve ilerleyen durumlarda rumen duvarında ülser oluşumuna neden olabilmektedir. Eğer asidoz şiddetliyse ve asit kana karışırsa, sistemik asidoz ve ölüm riski ortaya çıkacaktır. Bu durumda hayvan yaşama şansı bulsa bile, genellikle ishal gibi sindirim sorunları gelişecektir.

Asidoz riskinin azaltılması için aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

Kaba yem oranı: Rasyonda en az %10 oranında kaba yem bulunması, rumen pH'sının stabil kalmasına yardımcı olacaktır.

Nişasta kaynakları: Rasyonda arpa, buğday gibi hızlı yıkılabilir nişasta kaynakları kullanılıyorsa, bu yemlerin mısır veya sorgum gibi dirençli nişasta kaynaklarıyla kombinasyonu önerilmektedir. Bu uygulama, rumen pH'sının hızlı değişimini engelleyecektir.

Tam yemleme: Tam yemleme sisteminin tercih edilmesi, kaba ve kesif yemlerin birlikte verilmesini sağlayacaktır. Bu durum, çiğneme ve geviş getirme uyarılarak rumen pH'sının stabil kalmasını sağlayacaktır.

Yardımcı uygulamalar: Rasyonda tampon maddeler, probiyotikler veya iyonofor antibiyotiklerin kullanımı, rumen pH'sının korunmasına yardımcı olacaklardır.

Yemlik yönetimi: Ani yem değişimleri ve aşırı kesif yemle besleme gibi hatalar, asidoz riskini artıracaktır. Bu nedenle yemleme yönetiminde dikkatli olunmalıdır.

Şişme

Şişme, rumende gaz birikmesi sonucu normal fonksiyonların bozulmasıyla meydana gelen metabolik bir hastalıktır. Bu durum, besleme hataları, yemin bileşenleri, hayvanın fizyolojik özellikleri ve mikrobiyel faktörlerden kaynaklanabilmektedir. Normalde, gazlar rumende mikroorganizmalar tarafından üretilmektedir; yem tüketimi çok düşük olan hayvanlarda gaz üretimi dakikada 0.2L iken, normal beslenenlerde bu miktar 2L/dakikaya kadar çıkabilmektedir. Bu gazlar genellikle gaz çıkarma (*erüktasyon*) yoluyla rumenden atılmaktadır. Bu süreç, ön mide kompleksinin bir dizi kasılma hareketi ile gerçekleşmekte ve serbest gazlar yemek borusu aracılığıyla ağız yoluyla vücuttan dışarı atılmaktadır. Ancak bu normal

fonksiyonlar herhangi bir nedenle engellendiğinde şişme problemi ortaya çıkacaktır.

Gaz birikmesi başlarsa, şişen rumen diyafram ve akciğer üzerine baskı yaparak solunum zorluğuna yol açacak ve bu durum ölümlü sonuçlanacaktır (Stone, 2004). Stone (2004) göre şişme vakaları, genellikle iki ana başlık altında incelenmektedir: (1) Serbest gaz şişmesi ve (2) Köpüklü şişme'dir. Serbest gaz şişmesinin sebepleri arasında yemek borusunun tıkanmasına yol açan yemlerin (örneğin, patates, elma, şalgam gibi) tüketilmesi, şiddetli pnömoni nedeniyle vagus sinirinin zarar görmesi ve bu sinirin ön mide hareketlerini engellemesi yer almaktadır. Ayrıca, ödem ve yangılar nedeniyle yemek borusunun şekil değiştirmesi ve sıkışması da gaz çıkışını engelleyebilmektedir. Şiddetli asidoz, yani aşırı kesif yem tüketimi, rumen hareketlerini yavaşlatarak gaz birikmesine neden olabilmektedir. Ayrıca, kas kasılmalarında rol oynayan kalsiyum eksikliği (*hipokalsemi*) da rumen duvarlarındaki kasılmaların güçsüzleşmesine yol açarak gaz birikimini artırabilmektedir. Serbest gaz şişmesi genellikle yemek borusundaki tıkanma giderilerek veya gaz rumenden mide sondası ya da trokar kullanılarak alınarak tedavi edilebilmektedir. Ancak bazı durumlarda, şiddetli şişme nedeniyle hayvanın gaz çıkarma refleksi kalıcı olarak bozulabilmekte ve bu durumda hayvanda sürekli şişme görülmesine neden olmaktadır. Entansif besi şartlarında, şişme vakaları genellikle hayvanların kesif yem yoğun rasyonlara yeterince adapte edilmeden hızla yoğun besiyeye alınmasından kaynaklanmaktadır. Serbest gaz şişmesi, hızlı bir şekilde ortaya çıkmakta ve ölümlü sonuçlanabilmektedir; bu yüzden köpüklü şişmeden daha fazla dikkat edilmesi gerektirmektedir. Yine de, besi ve süt sığırları işletmelerinde, özellikle besi işletmelerinde, şişme vakalarının %90'ı köpüklü şişme nedeniyle gerçekleşmektedir. Normal şartlar altında rumende oluşan gazlar, kabarcıklar şeklinde rumende bulunan yem parçacıkları ve sıvı içerik arasından geçerek rumenin üst kısmında toplanmaktadır. Rumen içindeki basınç belli bir seviyeye ulaştığında, gaz çıkarma refleksi devreye girmekte ve gazlar ağız yoluyla dışarı atılmaktadır. Ancak, köpük oluşumuna neden olan bazı faktörler bu gazların köpük içinde hapsolmesine yol açacak, bu da gaz çıkarma refleksini engelleyerek köpüklü şişme meydana gelecektir.

Köpüklü şişmeye yol açan iki ana kaynak vardır. Merada veya taze otlarda bulunan stoplazmik proteinler, bu proteinler rumende köpük oluşumuna

neden olmaktadır. Entansif besicilikte ise, bu tür durumların kaynağı genellikle mikroorganizmalardır. Mikroorganizmaların faaliyetleri sırasında rumende köpük oluşumu tetiklenmektedir. Bu nedenle, şişme vakaları merada görülen şişme (*mera şişmesi*) veya kesif yemle beslenmeye bağlı şişme (*besi şişmesi*) olarak iki gruba ayrılabilir. Köpüklü şişme durumunda, daha önce önerilen yöntemler olan mide sondası veya rumen trokarı ile gaz çıkarılması mümkün olmayabilmektedir. Çünkü gaz, köpük içinde hapsolmuş durumdadır. Bu nedenle, köpük önleyici maddeler kullanılması önerilebilmektedir. Entansif besicilikte görülen köpüklü şişmenin temel nedeni, hücrelerin aşırı yıkılmasıyla birlikte mikrobiyel mukopolisakkaritler ve tanımlanamayan makromoleküllerin oluşmasıdır. Bu maddeler, rumende köpük oluşumuna neden olacaktır. Yüksek enerji içeren rasyonları tüketen hayvanlarda, *Streptococcus bovis* ve *Lactobacillus spp.* gibi mikroorganizmalar, hücrelerin içindeki karbonhidratları depolar ve mukopolisakkarit üretmektedirler. Bakteriyel parçalanma sonucu, bu maddeler rumen sıvısındaki viskoziteyi azaltacak ve köpük oluşumuna yol açacaktır. Protozoalar, rumende bulunan bakterileri tüketerek beslenmekte ve nişasta granüllerini absorbe edebilmektedirler. Bu durum, rumende asit oluşum hızını ve dolayısıyla köpük oluşumunu engelleyebilmektedir. Ancak, şişme ile protozoalar arasındaki ilişki henüz net olarak belirlenmemiştir.

Şişme, entansif besicilikte oldukça yaygın ve ciddi sağlık sorunlarından biridir. Besleme hataları, hayvanın beslenme alışkanlıkları ve mikrobiyel faktörler, şişmeye neden olan ana etkenlerdir. Bu tür sorunların önlenmesi için, yemlerin uygun şekilde yönetilmesi, hayvanların rasyonlarına dikkat edilmesi ve mikroorganizmalara karşı önleyici tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, şişme vakalarının tedavi edilmesi için doğru yöntemlerin ve önleyici tedbirlerin uygulanması gerekmektedir.

Şişmeyi önlemek amacıyla alınabilecek çeşitli önlemler bulunmaktadır. Bu önlemler, özellikle mikroorganizmaların faaliyetlerini sınırlayarak, rumende gaz birikimini ve dolayısıyla şişme riskini azaltmayı hedeflemektedir. İyonofor antibiyotik kullanımı, bunlardan en önemlilerindendir. İyonoforlar, *Streptococcus bovis* ve *Lactobacillus spp.* gibi gram pozitif bakterilerin faaliyetlerini inhibe ederek, bu bakterilerin ürettiği laktik asit ve mukopolisakkaritlerin birikimini engellemektedir.

Laminitis (Tırnak İltihabı-Topallık)

Laminitis, ayakta deri içinde meydana gelen iltihaplanma olarak tanımlanabilmektedir (Maclean, 1965). Ancak bu hastalık çoğu zaman asidozisle birlikte gelişmektedir. Rumen pH'sındaki düşüş, sindirim sistemindeki ve karaciğerdeki patojenlerin etkisini artırarak sığırları laminitise daha yatkın hale getirmektedir. Laminitisin gelişiminde, aşırı karbonhidrat tüketimiyle ortaya çıkan asidozun yanı sıra, sert zemin ve yataklık yetersizliği gibi çevresel faktörler de önemli rol oynamaktadır (Shaver, 2005). Laminitiste tırnaklarda gözlemlenen ödemin başlıca sebeplerinden biri, rumende asidoz gelişmesiyle birlikte histamin seviyesinin yükselmesidir (İzci, 1994). Asidozun, laminitise yatkınlık oluşturması mekanizması, kan damarlarının pH'daki düşüş nedeniyle zarar görmesiyle ilgilidir. Bunun sonucunda, tırnaklara ulaşan kükürlü aminoasitlerin miktarının azalması, tırnaklarda yeterli keratin oluşumunu engelleyebilmektedir. Bu da, laminitisin sıklığını artıracaktır.

Karaciğer Abseleri

Rumende asidoz geliştiğinde, rumen duvarında meydana gelen yangı ve hiperkeratoz sonucu rumen duvarı üzerinde erozyonlar ve ülserler oluşmaktadır. Bu hasarlar, bazı patojen mikroorganizmaların kan dolaşımına geçmesine zemin hazırlayacaktır. Asidozun etkisiyle rumende *Fusiformis necrophorus* gibi bakterilerin çoğalması için uygun bir ortam oluşacaktır (Muruz ve Yörük, 2007). Bu bakteri, rumen duvarındaki hasarlı bölgelerden kan dolaşımına sızarak karaciğere ulaşacak ve burada apselerin meydana gelmesine sebep olacaktır. Karaciğer fonksiyonları bu apseler nedeniyle bozulabilmektedir. Bu tür hastalıkların önlenmesinde, rumen pH'ını düşüren faktörlerin ortadan kaldırılması oldukça önemlidir. Bu amaçla, yemleme stratejileri dikkatlice düzenlenmeli ve rumendeki asidik ortamın dengede tutulmasına yönelik adımlar atılmalıdır. Bunların yanında, özellikle mikroorganizma faaliyetlerini sınırlamak ve karaciğerin sağlıklı fonksiyonlarını sürdürebilmesi için çeşitli beslenme düzenlemeleri ve bakım yöntemleri uygulanmalıdır. Bu tür önlemler, yalnızca karaciğer apseleri ve rumen duvarı erozyonlarını engellemekle kalmayacak, aynı zamanda hayvan sağlığını genel anlamda iyileştirecektir.

Abomasum Kayması (*Deplasmanı*)

Abomasumun anatomik olarak bulunduğu yerden genişleyerek hareket etmesine abomasum deplasmanı denir (Mecitoğlu, 2010). Bu yer değiştirme sağa veya sola olabilmektedir; ancak en yaygın görülen durum, abomasumun sola doğru deplase olmasıdır (Mecitoğlu, 2010). Abomasumun sola deplase olmasında bir dizi faktör rol oynamaktadır. Geçiş dönemindeki yetersiz KMT nedeniyle rumen tam olarak dolmamakta ve oluşan boşluğu doldurmakta zorlanabilmektedir. Bu etken, abomasumun yerinden kaymasını teşvik eden bir predispozisyon yaratacaktır. Bu durum, hayvanların verimliliğini ve sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir, bu yüzden geçiş dönemi yönetimi çok önemlidir.

Düşük Yağ Testi (*Süt Yağ Düzeyi Düşüklüğü*)

Asidozis, ruminantların beslenmesinde ve genel sağlık durumunda önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Asidozisle birlikte, süt yağ düzeyinin düşmesi, bu hastalığın en yaygın ve dikkat edilmesi gereken etkilerindendir. Asidozis, özellikle rumende selüloz sindirimini zayıflatarak, hücresel düzeyde birçok değişikliği tetikleyebilmektedir. Bunun başlıca nedeni, asidozise yol açan rasyonların genellikle kesif yemler açısından zengin olmasıdır. Bu durumda, rumendeki fermentasyon faaliyetleri, daha çok propiyonik asit üretimine yönelmektedir. Ancak bu durum, süt yağ asitlerinin sentezi için gerekli olan asetik asidin üretimini kısıtlayacaktır. Asetik asit, süt yağ asitlerinin yeniden sentezi için en önemli kaynaklardan biri olduğu için, bu asidin eksikliği süt yağının düşmesine yol açacaktır. Bu sorunun önlenmesi, uygun kaba yem miktarı, partikül boyutu ve gerektiğinde tampon maddelerin kullanımıyla sağlanacaktır. Doğru beslenme stratejileri ve rumen sağlığının izlenmesi, süt üretimi ve kalitesi üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır.

Mineral Metabolizması Hastalıkları

Makro ve mikro mineraller, süt sığırlarının sağlıklı bir şekilde büyüme, gelişme ve normal işlevlerini sürdürebilmesi için kritik öneme sahip inorganik maddelerdir (Soetan vd., 2010). Bu mineraller, hayvanların fizyolojik süreçlerinde, özellikle sağlık, büyüme, üreme, bağışıklık ve hormonal sistemlerin işlevselliğinde önemli roller oynamaktadır. Eksiklikleri, çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilmekte ve bu da üretim verimliliğini olumsuz etkileyebilmektedir (Ballantine vd., 2002). Özellikle demir (Fe), çinko (Zn), manganez (Mn), bakır (Cu), kobalt (Co), selenyum (Se), iyot (I) ve krom (Cr)

gibi mikro elementler, ruminantlarda çeşitli metabolik süreçlerde etkin rol oynamaktadırlar. Bu mineraller, enerji metabolizması, bağışıklık sisteminin işlevselliği, üreme sağlığı, mastitis insidansı ve ayak hastalıklarının yönetimi gibi bir dizi önemli süreçte yer almaktadır (Nocek vd., 2006).

Süt Humması (*Hipokalsemi*)

Hipokalsemi, süt sığırlarında özellikle laktasyon dönemi başlangıcında, kalsiyumun vücutta iyonize formda hızla azalması sonucu ortaya çıkan, kas spazmları, lokal felç, şuur kaybı ve ölüm gibi ciddi sonuçlarla seyreden bir metabolik hastalıktır. Bu hastalık, özellikle yüksek süt verimi gösteren ineklerde, ikinci laktasyondan sonra daha sık gözlemlenmektedir. Avrupa Birliği'nde yapılan bir araştırmada, süt sığırı yetiştiren işletmelerin %6'sında klinik hipokalsemi, %18'inde ise subklinik hipokalsemi vakalarına rastlandığı bildirilmiştir (Tanör, 1997).

Yetişkin sığırların kanındaki kalsiyum seviyesi genellikle 9-10 mg/dl civarındadır, ancak hipokalsemi tanısı konulabilmesi için bu seviyenin 5 mg/dl'nin altına düşmesi gerekmektedir (NRC, 2001; Arslan ve Tufan, 2010). Kalsiyum, rumen duvarındaki düz kasların düzgün çalışabilmesi için gerekmektedir. Hipokalsemi durumu geliştiğinde, rumen kaslarının kontraksiyonu zayıflayacak ve bu durum sindirimi olumsuz etkileyecektir. Bu durumda, ketozis ve abomasum deplasmanı gibi hastalıkların riski artacak ve üreme problemleri de meydana gelecektir (Curtis vd., 1985; Drackley vd., 2005). Rasyonda %10,5-20 arasında kalsiyum bulunmasının hipokalsemi riskini artırabileceği belirtilmiştir (Block, 1984; Qelzet vd., 1991). Kuru dönemde, rasyonda kalsiyum miktarını ayarlamak oldukça zordur, ancak bu dönemde rasyondaki kalsiyum miktarının düşürülmesi önerilmektedir (Moreira vd., 2009). Kuru dönemde yüksek potasyum içeren ürünlerin kullanımı, kalsiyum emilimini engelleyecektir (Goff ve Horst, 1997). Bu hastalıkların önlenmesi, hayvan sağlığını iyileştirirken aynı zamanda üretkenliği artırarak çiftlik ekonomisinin verimliliğini de olumlu yönde etkileyecektir.

Ot Tetanisi (*Hipomagnezemi*)

Magnezyum eksikliği, bazı süt ineklerinde kanda ve ekstraselüler sıvılarda düşük Mg seviyeleri nedeniyle ot tetanisi (*tetanik kramp*) gelişmesine yol açabilmekte ve bu durum ölümle sonuçlanabilmektedir. Ot tetanisi, özellikle serin iklimlerde taze meralarda otlayan süt ineklerinde yaygın olarak

gözlemlenen bir rahatsızlıktır (Vallentine, 2000). Bu meralar, potasyum (K) bakımından zengin ancak magnezyum (Mg) bakımından yetersiz olmaktadır. Bunun temel nedeni, bu tür meralara uygulanan yüksek potasyum (K) ve azot (N) içeren gübrelerdir. Yüksek miktarda potasyum içeren gübreler, bitkilerin topraktan magnezyum alımını engellemekte ve bu da bitkilerin Mg açısından yetersiz olmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, yüksek potasyum oranı, sindirim sisteminde magnezyum emilimini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu durum, vücutta magnezyum rezervleri tükenmeden bile ot tetanisi vakalarının ortaya çıkmasına yol açabilecektir.

Ot tetanisinin başlıca belirtileri arasında aşırı hassasiyet, sinirlilik, yorgunluk, istemsiz kas kasılmaları (*seğirmeler*), kas sertliği, dişlerin gıcırdatılması ve aşırı tükürük salgılanması yer almaktadır. Buzağılarda ise deneysel hipomagnezemi sonucunda iştahsızlık, artan kan akışı, kolayca uyarılma, yumuşak dokularda kemikleşme gibi belirtiler gözlemlenebilmektedir. Bu rahatsızlığın önlenmesinde, uygun önlemler alınması oldukça önemlidir. Özellikle, ot tetanisi gelişimine uygun koşulların olduğu durumlarda, meraların Mg içeren gübrelerle gübrelenmesi, hayvanlara geçiş dönemi boyunca dikkatli bir şekilde taze mera verilmesi ve hayvanların dengeli mineral karışımları ile desteklenmesi önemlidir.

En güvenli tedavi yöntemi, Ca-Mg preparatlarının birlikte kullanılmasıdır. Bunun için önerilen tedavi şekli, 500 ml %25'lik Ca-boroglukonat ve %5'lik magnezyum hipofosfit karışımının kullanılmasıdır (Martens vd., 2018). Alternatif olarak, intravenöz yolla 200-300 ml %20'lik Mg Sülfat uygulaması da tedavi için etkili bir seçenek olarak göz önünde bulundurulabilir (Martens vd., 2018).

Meme Ödemi

Meme ödemi, doğum öncesi dönemde, meme bezi ve çevresindeki dokularda aşırı sıvı birikimiyle gelişen bir durumdur (Ghodasara vd., 2012). Bu durum, genellikle meme bezlerinin hücre aralarındaki sıvı birikiminin artması sonucu ortaya çıkmaktadır (Kojouri vd., 2015). Meme ödeminin gelişmesinde pek çok faktör etkili olabilmektedir. Bunlar arasında, uterusun vena ve lenf damarlarına baskı yapması, yüksek enerjili kesif yemlerle yapılan besleme, aşırı miktarda sodyum (Na) ve potasyum (K) alımı, serbest oksijen radikalleri ve aflatoksinler gibi zararlı maddeler yer almaktadır (Kojouri vd., 2015).

Ayrıca, meme ödeminin gelişimini tetikleyen bir diğer etken, rasyonun yeterli miktarda E vitamini, bakır (Cu), magnezyum (Mg), çinko (Zn), manganez (Mn) ve selenyum (Se) gibi mikro besin maddelerini içermesidir (Emery vd., 1969; NRC, 2001).

Meme ödemi görülme sıklığını ve şiddetini azaltmak amacıyla yapılan araştırmalar, çeşitli tedavi yöntemlerinin ve beslenme yaklaşımlarının etkili olabileceğini göstermektedir. Örneğin, diüretik etkisi olan anyonik kalsiyum klorit kullanımı, doğum sonrasında meme ödeminin belirgin bir şekilde azaldığına dair bulgular sunmaktadır. Anyonik kalsiyum klorit, vücutta sıvı dengesini düzenlemeye yardımcı olarak meme ödeminin önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (NRC, 2001).

Süt Sığırlarda Beslenme Stratejileri

Geçiş dönemi, süt sığırcılığı işletmelerinde, hem hayvan sağlığı hem de süt verimi açısından kritik bir süreçtir. Bu dönemin doğru şekilde yönetilmesi, özellikle KMT gibi hastalıkların risklerini azaltmak için oldukça önemlidir. KMT'nin baskılanmasıyla ilişkilendirilen NED durumu, sığırların enerji gereksinimlerinin karşılanamaması nedeniyle ortaya çıkan bir durumdur ve bu durumun şiddetinin ve süresinin en düşük seviyeye indirilmesi gerekmektedir (Serbest, Çınar ve Hayırlı, 2012). Eğer bu süreç doğru bir şekilde yönetilemezse, NED'in şiddeti artacak ve bu da hem hayvan sağlığını hem de işletmenin verimliliğini olumsuz etkileyecektir. Bu yüzden, geçiş döneminde hayvanların beslenme ihtiyaçları özel bir dikkatle değerlendirilmelidir.

NED'in şiddetini azaltmak ve bu durumu en kısa sürede atlatmak amacıyla üç ana beslenme stratejisi uygulanabilmektedir. İlk strateji, kolay sindirilebilir karbonhidrat kaynaklarının kullanılmasıdır. İkinci beslenme stratejisi, kaliteli ve yeterli protein kullanımını içermektedir. Üçüncü beslenme stratejisi ise hipoglisemiye engellemek amacıyla glikoz prekürsörlerinin kullanılmasına dayanmaktadır. Bu beslenme stratejilerinin doğru bir şekilde uygulanması, sadece NED'in şiddetini azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda geçiş dönemindeki diğer potansiyel sağlık sorunlarının önüne geçilmesine de katkıda bulunacaktır (Serbest, Çınar ve Hayırlı, 2012). Etkili bir geçiş dönemi yönetimi, hayvanın genel sağlığını iyileştirirken, işletmenin verimliliğini artıracak ve ekonomik kayıpların önlenmesine yardımcı olacaktır.

Karbonhidratların Kullanımı

Doğum öncesi dönemde, süt sığırlarının beslenmesinde karbonhidratların önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu dönemde rasyona eklenen kolay sindirilebilir karbonhidratların miktarını artırmak, rumende propiyonik asit üretiminin artmasına yol açacaktır. Propiyonik asit, ruminantların sindirim sistemindeki önemli bir kısa zincirli yağ asididir ve bu asidin artışı, karaciğerde glikoneogenez sürecini teşvik edecektir. Glikoneogenez, karaciğerin kan şekeri seviyelerini yükseltmek için yeni glikoz üretimini sağlamak ve bu durum, süt sığırlarında metabolik dengeyi korumaya yardımcı olmaktadır (Arslan ve Tufan, 2010). Rasyondaki kolay sindirilebilir karbonhidratların artırılmasının, KMT riskini artırdığı, ancak aynı zamanda glikoz ve yağ metabolizması üzerinde olumlu etkiler yarattığı bildirilmektedir. Bu karbonhidratlar, hayvanın enerji dengesini iyileştirerek, metabolik stresin azalmasını sağlayacaktır. Bunun sonucunda, süt veriminde gözle görülür bir artış da yaşanacaktır. Kolay sindirilebilir karbonhidratlar, ruminantların enerji gereksinimlerini karşılamalarına yardımcı olurken, vücut yağlarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.

Proteinlerin Kullanımı

Rasyonlarda protein oranının artırılması, kan glikoz seviyelerini yükseltebilecek önemli bir etkiye sahiptir. Yüksek protein seviyeleri, glikojenik prekürsörlerin temin edilmesini sağlayarak vücutta glikoz üretimini artıracaktır. Bu mekanizma, özellikle geçiş dönemi gibi metabolik stresin yüksek olduğu zamanlarda büyük önem taşımaktadır. Örneğin, Putnam ve Varga (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, prepartum dönemde farklı protein oranlarına sahip rasyonların etkileri incelenmiştir. Çalışmada, rasyonlardaki protein oranı arttıkça, kan glikoz seviyelerinin de yükseldiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, protein oranındaki artış ile birlikte serbest yağ asitlerinin seviyelerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, yüksek proteinli rasyonların, enerji dengesini iyileştirerek metabolik stresin hafiflemesine yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Glikoz Prekürsörlerinin Kullanımı

Geçiş dönemi, süt sığırlarında metabolik stresin yüksek olduğu ve çeşitli hastalıkların gelişebileceği kritik bir süreçtir. Bu dönemde özellikle enerji ve glikoz dengesizliği, çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu nedenle,

geçiş döneminde beslenmenin hastalıkların önlenmesindeki rolü oldukça büyüktür. Özellikle, son yıllarda süt verimi yüksek sığırların daha verimli ve sağlıklı bir şekilde üretim yapabilmesi için hipoglisemiyi engellemek ve enerji ile glikoz eksikliğini gidermek adına yapılan beslenme düzenlemeleri giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Liu vd., 2009; Erdoğan, 2014). Bu bağlamda, peripartum dönemde glikojenik özellik gösteren maddelerin kullanımı, hem metabolizmanın düzenlenmesine hem de geçiş dönemi hastalıklarının engellenmesine yardımcı olmaktadır.

Glikoz prekürsörleri arasında en bilinen ve yaygın olarak kullanılan maddeler propilen glikol (PG) ve gliserol'dür. Propilen glikol, enerji metabolizmasında doğrudan glikoza dönüşebilir ve rumende propiyonik asit sentezine katkıda bulunmaktadır. Bu sayede, hem doğrudan enerji sağlanmakta hem de glikoz üretimi desteklenmektedir. Ayrıca, glikoneogenez süreci için glutamin, alanin ve glisin gibi amino asitler de kullanılabilir. Bu amino asitler, özellikle geçiş döneminde enerji üretimi için kritik bir rol oynamakta ve metabolik dengeyi sağlamaya yardımcı olmaktadır (Şahal vd., 2011).

Propilen Glikol

Propilen glikol (PG), özellikle süt sığırlarında enerji ve glikoz dengesini sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılan bir bileşiktir. PG'nin bazı özellikleri arasında uçuculuğunun düşük olması, su, alkol ve eterle karışabilir olması yer almaktadır. PG'nin hayvancılıktaki en önemli kullanım alanlarından biri, özellikle yüksek süt verimi gösteren sığırların enerji ihtiyacını karşılamaktır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, Propilen glikol peripartum dönemde, yani doğum öncesi ve sonrası dönemde, sığırların enerji ve glikoz eksikliklerini gidermek için etkili bir glikojenik katkı maddesi olarak kullanıldığını ortaya koymuştur (Erdoğan, 2014). PG, yüksek süt verimi olan sığırların karaciğer yağlanmasını önlemek ve ketozis gibi metabolik hastalıkları engellemek amacıyla kullanılmaktadır. PG, aynı zamanda antiketonik bir madde olup, enerji dengesini sağlamakla birlikte vücutta keton cisimciklerinin birikmesini önlemektedir (Butler vd., 2006).

Gliserol

Biyodizel üretiminin küresel ölçekte hızla artışı, yan ürün olarak üretilen gliserolün miktarının da önemli derecede yükselmesine yol açmıştır. Bu artış, gliserolün pazarlanmasında çeşitli zorlukları beraberinde getirmiştir ve bu

nedenle alternatif kullanım alanları üzerine yoğunlaşan araştırmalar hız kazanmıştır.

Geçiş dönemindeki süt sığırlarının metabolizmasında gliserolün önemli bir rol oynadığına dair çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Özellikle postpartum dönemde, NED engellemek ve glikoz kaynağı sağlamak amacıyla gliserol rasyonlara eklenmektedir (DeFrain vd., 2004; Chung vd., 2007). Schröder ve Sükedum (1999) tarafından yapılan çalışmada, gliserolün süt sığırlarının rasyonlarına nişasta miktarına göre %10-20 oranında eklenebileceği ve bu uygulamanın süt verimini artırmada etkili olduğu belirtilmiştir. Yüksek süt verimli süt sığırlarının metabolik hastalıklar ve ketozis gibi sorunlarla karşılaşmalarını engellemek için, günlük gliserol alım miktarının 0,86 ile 3 litre arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Schröder ve Sükedum, 1999).

Sonuç ve Değerlendirme

Süt sığırcılığı, yüksek verim elde etmek ve bu verimi sürdürülebilir bir şekilde devam ettirebilmek için dikkatli bir yönetim gerektiren bir sektördür. Bu yönetimin temel taşlarından biri, ineklerin geçiş döneminde yaşadığı metabolik değişimlerin doğru bir şekilde yönetilmesidir. Geçiş dönemi, doğumdan sonraki yaklaşık 3-4 haftalık bir zaman dilimini kapsamakta ve bu süre zarfında ineklerin enerji ve besin ihtiyaçları önemli ölçüde değişebilmektedir. Bu dönemde görülen metabolik bozukluklar, doğrudan üretim kayıplarına yol açabilmekte ve uzun vadede hayvan sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir.

Geçiş dönemi, süt sığırlarının en hassas olduğu bir dönemdir, çünkü inekler doğumdan hemen sonra hem doğumun fizyolojik stresinden hem de yüksek süt üretimi için artan enerji ihtiyaçlarından dolayı metabolik olarak zorlanabilmektedirler. Vücutta meydana gelen enerji dengesizlikleri, NED gibi durumlara yol açabilmektedir. NED, özellikle yetersiz beslenme ve enerji alımının yetersizliği durumunda daha belirgin hale gelmekte ve bu, metabolizmanın sağlıklı bir şekilde çalışmasını engelleyebilmektedir. NED'nin en yaygın sonuçları, ketozis gibi hastalıkların gelişmesidir. Ayrıca, geçiş dönemi sırasında ineklerin yetersiz beslenmesi, bağışıklık sistemlerinin zayıflamasına yol açacak ve bu durum, çeşitli enfeksiyonlara karşı yatkınlık yaratacaktır. Bununla birlikte, geçiş dönemi boyunca yapılan doğru beslenme müdahaleleri ve yönetim stratejileri, ineklerin bu dönemi sağlıklı bir şekilde

atlatmalarını ve daha sonraki dönemlerde yüksek verim elde etmelerini sağlayacaktır. Bu noktada, hem enerji hem de temel besin maddeleri açısından dengeli bir beslenme programı hazırlamak, hem sağlık hem de verimlilik açısından kritik bir öneme sahiptir.

Süt sığırlarında metabolik hastalıklar genellikle geçiş dönemiyle ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır. Bu hastalıklar, ineklerin yaşamlarını ve verimliliklerini olumsuz etkileyen durumlardır. Örneğin, yağlı inek sendromu, aşırı vücut yağ birikimi nedeniyle oluşan metabolik bir hastalık olup, bu hastalık, genellikle düşük enerji alımı ile birlikte ineklerin vücutlarındaki yağ depolarının mobilizasyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır. Ketozis de benzer şekilde, enerji açığını kapatmak için yağların hızla yakılması sonucu oluşmakta ve bu durum, hem süt üretimini hem de genel sağlığı olumsuz etkileyebilmektedir.

Süt üretiminde kullanılan kaba yem miktarı ve kalitesi de metabolik hastalıkların ortaya çıkmasında önemli bir faktördür. Özellikle asidozis, düşük kaliteli kaba yemlerin tüketimi sonucu rumen pH'nın düşmesi ve asidik ortamın oluşmasıyla meydana gelmektedir. Bu durum, sindirim sistemi problemlerine yol açarken, aynı zamanda laminitis (*turnak iltihabı*) gibi daha ciddi hastalıkların gelişmesine de neden olabilecektir. Asidozisten etkilenen inekler, hem sindirim sorunları hem de mekanik problemler yaşayacaklar, bu da süt verimini olumsuz yönde etkileyecektir.

Mineral dengesizlikleri de metabolik hastalıkların önemli bir nedenidir. Hipokalsemi (*süt humması*) ve hipomagnezemi (*ot tetanisi*), mineral dengesizliği sonucu meydana gelmekte ve bu hastalıklar, özellikle ineklerin doğumdan hemen sonra sıklıkla karşılaşılan durumlar arasında yer almaktadır. Hipokalsemi, kalsiyum seviyesinin düşmesi sonucu kas güçsüzlüğü, titreme ve genel halsizlik gibi belirtilerle kendini göstermektedir. Bu durum, hayvanın süt üretim kapasitesini direkt olarak etkileyebilmekte ve tedavi edilmediği takdirde ölümle sonuçlanabilmektedir. Hipomagnezemi ise magnezyum eksikliğinden kaynaklanmakta ve bu da benzer şekilde kasılmalar, sinirsel bozukluklar ve ölüm riski yaratabilmektedir.

Geçiş dönemi boyunca, ineklerin bağışıklık sistemleri de büyük bir stres altına girmektedirler. Yetersiz beslenme, stres ve metabolik bozukluklar, bağışıklık sistemini zayıflatacak ve bu da çeşitli enfeksiyonların ortaya çıkmasına zemin hazırlayacaktır. Mastitis, metritis, endometritis gibi uterin

hastalıklar, bağışıklık sisteminin zayıf olduğu dönemde sıkça görülmektedir. Bu hastalıklar, doğrudan üretimi etkileyebileceği gibi, ineklerin üreme sağlığını da olumsuz yönde etkileyecektir. Uterin problemlerinin başında gelen metritis (*rahim iltihabı*), doğum sonrası dönemde meydana gelen bir enfeksiyon olup, ilerleyen aşamalarda daha ciddi sağlık sorunlarına yol açacaktır.

Süt sığırlarında metabolik hastalıkların önlenmesi, doğru beslenme stratejileriyle mümkündür. Karbonhidratlar, ineklerin enerji ihtiyacını karşılamak için temel kaynaklardan biridir. Geçiş dönemi boyunca, ineklerin yeterli enerji alması, negatif enerji dengesinin önlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Protein kullanımı da, özellikle yüksek süt verimi olan ineklerde, kas kütesinin korunması ve süt üretiminin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Yetersiz protein alımı, büyüme geriliği ve düşük süt verimi gibi problemlere yol açacaktır. Glikoz prekürsörleri gibi takviyeler, enerji metabolizmasını desteklemekte ve ketozis gibi hastalıkların önlenmesine yardımcı olabilmektedir. Propilen glikol ve gliserol, glikoz üretiminin artırılmasına katkıda bulunarak, enerji dengesini iyileştirir ve ketozis riskini azaltmaktadır. Bu tür takviyelerin doğru zamanda ve doğru dozda kullanılması, metabolik hastalıkların önlenmesinde etkili bir strateji sunacaktır.

Sonuç olarak, süt sığırcılığında metabolik hastalıkların önlenmesi ve yönetimi, üretim verimliliği ve hayvan sağlığı açısından kritik öneme sahiptir. Geçiş dönemi, metabolik hastalıkların en sık görüldüğü ve en hassas olduğu dönemin başında yer almaktadır. Bu dönemde, ineklerin enerji ve besin ihtiyacının doğru bir şekilde karşılanması, metabolik dengenin sağlanmasında kilit bir rol oynamaktadır. Karbonhidratlar, proteinler, yağ asitleri ve glikoz prekürsörleri gibi besin maddelerinin doğru şekilde kullanımı, metabolik hastalıkların önlenmesinde etkili bir strateji sunmaktadır. Ayrıca, mineral dengesizliklerinin önlenmesi ve bağışıklık desteği, geçiş dönemi sağlığının korunmasında önemli faktörlerdir. Çiftlik yönetiminin bu konuda bilinçli bir yaklaşım sergilemesi, sağlıklı ve verimli bir süt sığırcılığı işletmesi için vazgeçilmezdir. Geçiş döneminde yapılan doğru beslenme ve yönetim stratejileri, sadece hayvan sağlığını iyileştirmekle kalmayacak, aynı zamanda üretim verimliliğini artırarak işletme karlılığını da sağlayacaktır. Bu bağlamda, beslenme stratejilerinin dikkatle planlanması ve uygulaması, süt sığırlarında metabolik hastalıkların önlenmesi için en etkili yol olacaktır.

KAYNAKÇA

- Arslan, C., Tufan, T. (2010) Geçiş Dönemindeki Süt İneklerinin Beslenmesi I. Bu Dönemde Görülen Fizyolojik, Hormonal, Metabolik Ve İmmünolojik Değişiklikler ve Beslenme İhtiyaçları. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 151-158.
- Ballantine, H. T., Socha, M.T., Tomlinson, D. J. (2002). Effects of feding complexed zinc, manganese, copper, and cobalt to late gestation and lactating dairy cows on claw integrity, reproduction, and lactation performance. *The Professional Animal Scientist*, 18(3), 211-218
- Block, E. (1984). Manipulating the dietary anions and cations for prepartum cows to reduce the incidence of milk fever. *Journal of Dairy Science*, 67, 2939-2948.
- Blood, D.C., & Radostits, O.M. (1989). *Veterinary Medicine*. 7th Ed, Bailliere Tindall, Philadelphia, (p. 1128-1138).
- Butler, S. T., Pelton, S. H. and Butler, W. R. (2006) Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *Journal of Dairy Science*, 89, 2938-2951.
- Chung, Y. H., Rico, D. E., Martinez, C. M. (2007) Effects of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. *Journal of Dairy Science*, 90, 5682-5691.
- Curtis, C., Erb, H., Sniffen, C. B. (1985). Path analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reprotuctive disorders and mastitis in holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 68, 2347-2360.
- DeFrain, J. M., Hippen, A. R., Kalscheur, K. F. (2004) Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 87, 4195-4206.
- Drackley, J. K., Dann, H. M., Douglas, N. (2005) Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Italian Journal of Animal Science*, 4, 323-344.
- Emery, R. S., Hafs, H. D., Armstrong, D. (1969). Prepartum grain feeding effects on milk production, mammary edema and incidence of diseases. *Journal of Dairy Science*, 52, 345-351.

- Erdoğan, S. (2014). Biyodizel üretimi sırasında yan ürün olan gliserolün ruminant beslemede enerji kaynağı olarak kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24, 94-100.
- Ghudasara, S., Savsani, H. ve Vataliya, P.(2012). Therapeutic management of periparturient udder edema iv Jaffrabadi buffaloes and gir cows. *Buffalo Bull*, 31(3), 111-113.
- Goff, J. P., Horst, R. L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, 80, 1260-1268.
- Grummer, R. R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*, 73, 2820-2833.
- Hayırlı, A., Kaynar, Ö., Serbester, U. (2012) Hepatik lipidoz ve ketozis. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*, 3, 38-69.
- İzci, C. (1994). Sığırarın Önemli Bir Ayak Hastalığı; Laminitis. *Lalahan Hay. Arş. Ens. Der.*, 34(1-2) 25-37.
- Kabu, M., Cıngı, C. Ç., Civelek, T. (2008). Süt ineklerinde yağlı karaciğer sendromu ve korunma yolları. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 1, 83-87.
- Kojouri, G. A., Pouryeganeh, M. M., Nekouei, S. ve Nazifi, S. (2015). Udder edema and association with some serum biochemical measurands and dietary factors in first calving cows. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 16(4), 345.
- Liu, Q., Wang, C., Yang, W. Z. (2009) Effects of feeding propylene glycol on dry matter intake, lactation performance, energy balance and blood metabolites in early lactation dairy cows. *The Animal Consortium*, 3, 1420-1427.
- Maclean, C. W. (1965), Observations on acute laminitis of cattle in south Hampshire. *Vet. Rec.*, 77, 662-672.
- Martens, H., Leonhard-Marek S., Röntgen M., Stumpff F. (2018). Magnesium Homeostasis in Cattle: Absorption and Excretion. *Nutr Res Rev.*, 31(1), 114-130.
- Muruz, H. ve Yörük, M. A. (2007). Yüksek düzeyde tahıl içeren rasyonlarla beslenen besi sığırlarında görülen karaciğer apseleri. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(1-2), 49-53.

- Mecitoğlu, Z. (2010). *Abomasum Deplasmanlı İneklerde Glukoz Metabolizmasının Değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa.
- Moreira, V. R., Zeringue, L. K., Williams, C. C. (2009). Influence of calcium and phosphorus feeding on markers of bone metabolism in transition cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 5189-5198.
- Morrow, D. A. (1976). Fat Cow Syndrome. *J. Dairy Sci.* 59(9), 16-25.
- Nocek, J. E., Socha, M. T., Tomlinson, D. J. (2006). The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89, 2679-2693.
- NRC, (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th revised edition, National. Academies Press, Washington, D.C.
- Oetzel, G. R. (2004). Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20, 651-674.
- Putnam, D. E., Varga, G. A. (1998). Protein density and its influence on metabolite concentration and nitrogen retention by Holstein cows in late gestation. *Journal of Dairy Science*, 81, 1608-1618.
- Schröder, A., Südekum, K. H. (1999). *Glycerol as a byproduct of biodiesel production in diets for ruminants*. 10th Int. Rapeseed Cong. Canberra, Australia.
- Serbester, U., Çınar, M., Hayırlı, A. (2012). Sütü ineklerde negatif enerji dengesi ve metabolik indikatörleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18, 705-711.
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O., Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5), 200-222.
- Şahal, M., Colakoğlu, E.C., Alihossenini, H. (2011). Ketozis ve yağlı karaciğer sendromunun tedavisinde güncel yaklaşımlar ve tedavideki başarısızlığın nedenleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*, 2(2), 140-150.
- Tanör, M. A. (1997). Yüksek verimli süt ineklerinin kuru dönemde beslenmesi ve hipokalsemi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14(2), 57-61.

BÖLÜM 18

SÜT SIĞIRCILIĞINDA GEÇİŞ DÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Abdulkadir ERİŞEK¹
Hüseyin USLU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.17794600>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tokat/Türkiye e-posta: abdulkadir.erisek@gop.edu.tr. ORCID:0000-0002-4724-0031.

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, LEE., Zootečni Bölümü, Tokat/Türkiye. e-posta: h.uslu80@hotmail.com ORCID: 0000-0002-2642-1175.

GİRİŞ

Süt sığırcılığı sektörü, dünya genelinde önemli bir ekonomik faaliyet alanıdır ve bu sektördeki verimliliği artırmak, sürdürülebilirliği sağlamak ve hayvan sağlığını iyileştirmek için bilimsel araştırmalar büyük bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, geçiş dönemi metabolik hastalıklarının araştırılması ve bu hastalıkların yönetilmesi amacıyla geliştirilen beslenme stratejilerinin değerlendirilmesi, sektördeki ekonomik kayıpların önlenmesinin yanı sıra, daha sağlıklı ve verimli sürüler için temel bir adım olacaktır. Süt sığırcılığında geçiş dönemi, ineklerin doğumdan sonra süt üretim sürecine geçtiği, metabolizmalarının hızla değiştiği ve çeşitli fizyolojik zorluklarla karşılaştıkları kritik bir evredir (Alaçam, 2011). Bu dönemde, ineklerin vücutları enerji, mineral ve besin maddelerinin dengesini sağlamakta zorlanabilir. Enerji metabolizmasındaki bozulmalar, negatif enerji dengesi (*NED*), ketozis, yağlı inek sendromu gibi hastalıkların gelişmesine zemin hazırlayabilmektedir (Serbest, Çınar ve Hayırlı, 2012). Ayrıca, yüksek süt verimi beklentisiyle beslenme stratejilerinin yanlış yönetilmesi, asidozis, şişme, laminitis (*turnak iltihabı*), karaciğer abseleri gibi başka metabolik bozukluklara yol açabilir. Geçiş döneminde sığırlarda karşılaşılan bu hastalıklar, sadece hayvanların sağlığını değil, aynı zamanda süt üretiminde verim kayıplarına, üreticiye büyük ekonomik zararlara ve sektörde sürdürülebilirliği tehdit eden durumlara yol açmaktadır. Örneğin, ineklerdeki kısırlık, metritis, endometritis gibi üreme sorunları, hem sağlıklı süt üretimini engelleyebilir hem de sürüdeki genel verimliliği olumsuz etkileyebilir. Bunun yanı sıra, bu hastalıkların doğru bir şekilde tanı konulmadan tedavi edilmemesi, hayvanların sağlığına kalıcı zararlar verebilir ve tedavi maliyetlerini arttırabilmektedir. Bu bağlamda, geçiş döneminin yönetimi, metabolik hastalıkların anlaşılması ve doğru beslenme stratejilerinin uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle, süt sığırcılığında geçiş dönemi boyunca karşılaşılan metabolik hastalıkların daha iyi anlaşılması ve bu hastalıkların önlenmesi amacıyla uygulanan beslenme stratejilerinin etkinliğinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Süt sığırcılığında geçiş dönemi, ineklerin yaşam döngüsünde en kritik dönemlerden biridir. Bu dönemde, ineklerin beslenme ve sağlık yönetimi, sürünün verimliliğini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Bu dönemin iyi yönetilmemesi, sadece hayvan sağlığını olumsuz yönde etkilemekle

kalmamakta, aynı zamanda üreticiye büyük ekonomik zararlar verebilmektedir. Geçiş dönemi metabolik hastalıkları, yüksek tedavi maliyetleri ve düşük süt verimi gibi problemlere yol açabilmektedir. Aynı zamanda, bu hastalıkların erken teşhisi ve uygun tedavi stratejilerinin geliştirilmesi, hayvan sağlığını iyileştirmek ve üretim verimliliğini artırmak açısından son derece önemlidir. Bu bağlamda, geçiş dönemi beslenme stratejileri, hayvan sağlığı ve süt üretim verimliliği arasında güçlü bir bağlantı kurarak, sürdürülebilir süt sığırcılığı işletmeleri için temel bir rol oynayacaktır.

Bu çalışmanın temel amacı, süt sığırcılığında en önemli dönemi olan geçiş döneminin önemi ve bu dönemde meydana gelen metabolik olayları detaylı bir şekilde ele almaktır.

Süt Sığırcılığında Geçiş Dönemi

Gebeliğin son evresi ile laktasyonun başlangıç dönemi arasındaki zaman dilimi, hayvan sağlığı ve verimliliği açısından kritik bir öneme sahiptir ve bu süreye “*Geçiş Dönemi*” adı verilmektedir. Geçiş dönemi, inekler gibi süt veren hayvanlar için, metabolik ve fizyolojik değişikliklerin hızla gerçekleştiği ve özellikle beslenme gereksinimlerinin önemli ölçüde değiştiği bir süreçtir. Bu dönemin ilk aşaması, doğum öncesi ilk üç hafta boyunca meydana gelir ve bu kesim “*Prepartum Dönem*” olarak tanımlanmaktadır (Grumer, 1995). Prepartum dönemde, fetüs anne karnında hızlı bir şekilde büyümeye başlar. Bu gelişim süreci, annede birçok önemli değişikliği de tetiklemektedir. Özellikle hormonal, metabolik ve beslenme açısından yaşanan değişiklikler, hem annenin hem de yavrunun sağlıklı bir şekilde bu dönemi geçirebilmesi için büyük bir önem taşımaktadır (Drackly, 1999). Doğumdan sonraki ilk üç hafta ise “*Postpartum Dönem*” olarak adlandırılmaktadır ve bu dönemde de benzer şekilde önemli fizyolojik ve metabolik değişiklikler meydana gelmektedir. Anne, doğum sonrası süt üretimi için büyük bir enerji ve besin maddesi talep eder, bu da beslenme stratejilerinin dikkatle düzenlenmesini gerektirir. Ayrıca, doğumdan önceki birkaç gün ve doğum sonrası birkaç gün süren zaman dilimi de “*Peripartum Dönem*” olarak ifade edilmektedir (Grumer, 1995). Peripartum dönemi, geçiş döneminin çok kısa ama kritik bir aşamasıdır ve bu süreçte ineklerin metabolizması, bağışıklık sistemi, ve genel sağlığı açısından ciddi etkiler gözlemlenebilir. Bu dönemin zorlukları, doğru beslenme ve yönetim stratejilerinin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle enerji dengesinin

korunması ve gerekli besin maddelerinin doğru zamanlamayla verilmesi, hem doğum öncesi hem de doğum sonrası sağlık açısından büyük önem taşımaktadır.

Süt Sığırcılığında Geçiş Döneminin Önemi

Geçiş dönemi, ineklerin yaşadığı en kritik ve karmaşık evrelerden biridir ve bu dönemde ineklerin hormonal, metabolik ve beslenme ihtiyaçları önemli ölçüde değişmektedir. Doğumun başlangıcıyla birlikte, inekler laktasyona hazırlık sürecine girmektedirler. Gebelik süreci boyunca, progesteron hormonu kanda yüksek seviyelerde bulunmakta ve bu durum doğumdan hemen önce ani bir düşüş göstermektedir. Bununla birlikte, doğumun yaklaşmasıyla birlikte kan plazmasındaki östrojen seviyeleri, fetal kortizon ile etkileşim halinde artmaya başlayacaktır. Prostaglandin F₂ (PGF₂ α) hormonunun seviyeleri gebelik süresince genellikle düşük seyrederken, doğum öncesinde bu düzeyler yükselmeye başlamakta ve doğum anında zirveye ulaşmaktadır (Goff ve Horst, 1997). Bu süreç, korpus luteumun (CL) lize olmasına neden olacak ve bu da progesteron seviyelerinin düşmesine yol açacaktır. Doğumun yaklaştığı bu dönemde kandaki östrojen yoğunluğunun yüksekliği, ineklerin kuru madde tüketimini önemli ölçüde azaltacaktır. Kuru madde alımındaki bu azalma, hayvanın metabolik dengesinin bozulmasına ve çeşitli sağlık problemleri ile karşılaşmasına sebep olabilmektedir. Geçiş dönemi sırasında meydana gelen bu hormonal değişikliklerin etkisi, özellikle üreme, sindirim, bağışıklık sistemleri ve meme bezleri gibi önemli vücut fonksiyonlarında hızla hissedilmektedir. Bu değişikliklerin, hayvanın genel sağlığı üzerindeki etkileri belirgin olup, metabolik hastalıkların gelişiminde etkili olabilmektedir (Drackley, 1999; Grummer, 1995; Hayırlı vd., 2012; LeBlanc vd., 2006).

Geçiş döneminde bulunan süt sığırlarının, özellikle erken laktasyon sürecinde, büyüyen fetus için gerekli enerji ve besin maddelerinin ihtiyacı önemli ölçüde artmaktadır. Bu dönemde ineklerin beslenme ihtiyaçları hızla değişmekte, ancak bu ihtiyaçları karşılamak amacıyla yapılan rasyon değişikliklerine rağmen, ineklerin kuru madde tüketimi %30 oranında bir azalma göstermektedir. Kuru madde alımındaki bu azalma, genellikle istenilen seviyelere ulaşamamaktadır ve bu durum negatif enerji dengesi (NED) oluşumuna yol açmaktadır (Grummer, 1995; Ingvarstsen ve Andersen, 2000).

Dolayısıyla NED, ineklerin vücutlarında yeterli enerji alımının sağlanamaması nedeniyle hayati önem taşıyan bir problem haline gelecektir.

Geçiş döneminde, mineral dengesinin bozulması, süt sığırlarında çeşitli sağlık problemlerine yol açabilmekte ve en önemli sorunlardan biri hipokalsemidir. Kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) dengesindeki bozukluklar, hipokalseminin gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Geçiş döneminde, özellikle süt üretiminin artması ve fetüsün gelişimi gibi faktörler, ineklerin vücudundaki mineral dengesini zorlayabilmektedir. Kalsiyum ve fosfor gibi minerallerin eksikliği, hem süt verimliliğini hem de genel sağlık durumunu olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca, mineral dengesizlikleri, geçiş dönemi sırasında metabolik hastalıkların ortaya çıkması için uygun bir ortam hazırlayabilmektedir. Bu durum, hayvanların bağışıklık sistemini zayıflatarak daha fazla sağlık sorunu ile karşı karşıya kalmalarına neden olacaktır. Mineral dengesizliğinin etkileri sadece metabolizma ile sınırlı kalmaz; aynı zamanda üreme sağlığını da olumsuz etkileyecektir. Hipokalsemi, kalsiyum eksikliği nedeniyle kas fonksiyonlarının bozulmasına yol açarak, doğum sonrası komplikasyonları artırabilmekte ve süt üretimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Aynı zamanda bu tür mineral eksiklikleri, geçiş dönemi hastalıklarının riskini de artıracaktır. Hipokalsemi, ineklerin bağışıklık sisteminin baskılanmasına neden olarak, enfeksiyonlara karşı duyarlılıklarını artırmaktadır. Bu dönemde, metritis, mastitis ve diğer enfeksiyöz hastalıkların sıklığı artmaktadır (Alaçam, 2011; Bobe vd., 2004; Goff ve Horst, 1997). Bu enfeksiyonlar, yalnızca hayvan sağlığını tehdit etmekte kalmayacak, aynı zamanda süt verimliliğini de düşürerek ekonomik kayıplara yol açacaktır.

Süt sığırcılığı işletmelerinde, peripartum dönemde karşılaşılan hastalıklar, ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu dönemde yaşanan problemler, kesime sevk edilen hayvanlar, ölümler, süt verimindeki azalmalar, üreme problemleri ve veteriner hizmetlerine yapılan harcamaların artışı gibi faktörlerle birlikte yetiştiricilerin maliyetlerini yükseltmektedir (Deluyker vd., 1991). Bu durum, yalnızca işletme kârını düşürmekle kalmaz, aynı zamanda kaybedilen hayvanlar, ülke genelindeki hayvancılık sektörüne de olumsuz bir şekilde yansiyacaktır. Hayvan sağlığına yönelik yaşanan bu tür sorunlar, tüm sektörde verimliliğin azalmasına neden olacak ve hayvancılıkla uğraşan çiftçilerin gelir düzeyini olumsuz etkileyecektir.

Geçiş dönemi boyunca hayvanların ihtiyaçları doğru şekilde karşılanmazsa, hem sağlıkları olumsuz etkilenecek hem de işletme verimliliği düşecektir. Bu nedenle, geçiş dönemindeki yönetim ve beslenme stratejilerinin optimize edilmesi, yalnızca hayvan sağlığını iyileştirmekle kalmayacak, aynı zamanda işletme karını artırmaya da katkı sağlayacaktır.

Süt Sığırcılığında Geçiş Döneminde Meydana Gelen Metabolik Olaylar

Geçiş dönemi, süt sığırlarının vücudunda çeşitli fizyolojik değişikliklerin meydana geldiği kritik bir süreçtir. Bu dönemde, özellikle metabolik, endokrin ve hormonal düzeylerde belirgin değişiklikler gözlemlenir (Overton ve Waldron, 2004). Geçiş dönemi, sığırların Kuru Madde Tüketimini (KMT) etkileyen faktörlerin başında gelmekte ve bu dönemde yaşanan değişiklikler, sığırların genel sağlık durumunu ve verimliliğini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Ingvartsen ve Andersen, 2000). Bu süreç, hem anne'de hem de fetüste önemli fizyolojik değişikliklere yol açmaktadır. Özellikle, fetüsün gelişiminin büyük kısmı gebeliğin son üç aylık döneminde gerçekleşecek ve bu dönemde fetüs hızla büyüyerek annenin karın boşluğunda daha fazla yer kaplamaya başlayacaktır. Fetüsün hızla büyümesi, rumen hacminin daralmasına neden olacaktır. Rumenin daralması, ineklerin kuru madde tüketimini olumsuz etkileyebilmektedir; çünkü rumen kapasitesinin azalması, ineklerin yeterli miktarda besin alımını zorlaştıracaktır (Goff ve Horst, 1997). Bununla birlikte, geçiş dönemindeki hormonal değişiklikler, özellikle erken laktasyon sürecinde, kuru madde tüketimini daha da düşürerek enerji alımını olumsuz etkilemektedir. Hormonal değişiklikler, hayvanın vücut yapısındaki metabolik değişimlerin yanı sıra, süt üretimi için gereken enerji ihtiyacının artmasına yol açabilmektedir; ancak bu dönemde ineklerin enerji alımının yetersiz kalması, negatif enerji dengesi (NED) gibi sağlık sorunlarına zemin hazırlayabilmektedir (Ingvartsen ve Andersen, 2000). Geçiş dönemi, aynı zamanda ineklerin metabolik ve endokrin sistemlerinde, besin maddelerinin etkin şekilde kullanılabilmesi için önemli değişimlerin meydana geldiği bir dönemdir. Ancak, bu dönemde hayvanların beslenme ihtiyaçlarını doğru bir şekilde karşılamak ve yönetmek, laktasyon sürecinde karşılaşılan sorunları minimize etmek adına büyük bir öneme sahiptir. Hormonal ve metabolik değişimlerin etkisiyle, geçiş döneminde kuru madde tüketimi düşse de, doğru

beslenme stratejileri ile bu olumsuz etkiler dengeye getirilebilmekte ve süt verimliliği artırılabilir.

Geçiş döneminin başlangıcından doğuma kadar olan süreçte, plazma insülin konsantrasyonu genellikle düşerken, plazma somatotropin düzeyinde önemli bir artış gözlemlenmektedir (Grummer, 1993; Yavuz, 2008). Bu durum, metabolik düzenlemelerin karmaşık yapısını ve geçiş döneminin hayvan sağlığı üzerindeki etkilerini yansıtmaktadır. Prepartum dönemde, doğuma kadar geçen süreçte insülin seviyesindeki düşüş, ineklerin beslenme durumunu ve enerji kullanımını doğrudan etkileyen bir faktördür. Bu azalma, ruminal fermentasyonun ve kuru madde tüketiminin düşmesiyle bağlantılıdır. Kuru madde tüketiminin azalması, özellikle bu dönemde süt verimi ile paralel olarak glikoz eksikliğine yol açmaktadır. Glikoz eksikliği ise pankreasın β -hücrelerinden insülin salınımını yeterince gerçekleştirememesine sebep olmaktadır (Djokovic vd., 2009). İnsülin seviyelerindeki bu azalma, özellikle kuru dönemde aşırı kondisyona sahip ineklerde daha belirgin hale gelmektedir. Aşırı vücut kondisyonu, ineklerin metabolizmasını olumsuz etkileyerek insülin sekresyonunda yetersizliğe neden olabilmektedir. Bu durum, glikozun vücut tarafından etkin bir şekilde kullanılmamasına yol açacak ve geçiş dönemi boyunca hayvanın enerji dengesini bozarak, negatif enerji dengesi (NED) gibi metabolik hastalıkların gelişme riskini artıracaktır. Ayrıca, süt verimi üzerinde olumsuz etkiler görülecek ve bu da işletme verimliliğini doğrudan etkileyecektir. Somatotropin seviyelerindeki hızlı artış ise, süt üretimi için enerji ve besin maddeleri gereksinimini artırırken, insülinin bu süreci yeterince desteklememesi, metabolik stresin derinleşmesine yol açacaktır. Sonuç olarak, geçiş dönemindeki insülin ve somatotropin seviyelerindeki değişiklikler, hayvanların enerji metabolizmasında ve genel sağlık durumunda önemli rol oynamaktadır. Bu değişikliklerin yönetilmesi, geçiş döneminde başarılı bir laktasyon için kritik öneme sahiptir ve doğru beslenme stratejileriyle bu süreç daha sağlıklı bir şekilde yönetilebilmektedir.

Ruminantlarda kan glikoz seviyeleri, diğer hayvan türlerine kıyasla farklı bir düzen izlemektedir. İnsanlarda gıda alımının ardından insülin seviyeleri artarken, ruminantlarda bu durum tersine dönmekte ve glukagon seviyesi yükselmektedir (Hayırlı vd., 2012). Bu farklılık, ruminantların sindirim sistemlerinin özel yapısı ve besin maddelerinin metabolize edilme şekliyle ilişkilidir. Gebelik sürecinde progesteron hormonu, gebeliğin devamını

sağlamak için baskın bir rol oynar ve bu hormon, doğuma kadar yüksek seviyelerde bulunmaktadır. Ancak doğum öncesinde, özellikle doğumun başlamasından hemen önce, plazma progesteron düzeylerinde hızlı bir düşüş gözlemlenmektedir. Bu hormonal değişim, doğum sürecini başlatan önemli bir mekanizma olarak görev yapmaktadır (Grummer, 1993; Yavuz, 2008). Doğuma yakın dönemde, plazmadaki östrojen ve kortizol seviyelerinde artış yaşanmaktadır. Özellikle östrojenin artışı, kuru madde tüketimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. KMT'nin azalması, enerji alımını sınırlayarak, hayvanın enerji dengesi üzerinde baskı yaratacaktır. Bu durumun bir sonucu olarak, kortizol seviyesi artacak ve bu hormon, glikoneogenezis (*glikoz üretimi*) sürecini hızlandırarak kan glikoz seviyesinin düzenlenmesine yardımcı olacaktır (Hayırlı vd., 2012). Bu mekanizma, geçiş döneminde hayvanların metabolik stresle başa çıkmalarına olanak tanyacaktır. Ancak, doğumdan birkaç gün sonra östrojen ve kortizol düzeyleri normal seviyelerine geri dönecek, hormonal denge yeniden sağlanacaktır.

Hormonal değişikliklerin yanı sıra, doğuma yakın dönemde büyüyen fetüsün annedeki fizyolojik değişimlere etkisi de büyük rol oynamaktadır. Özellikle fetüsün büyümesi, rumen hacminin daralmasına sebep olacaktır. Rumenin hacminin küçülmesi, kuru madde tüketiminin azalmasına yol açar ve bu da ineklerin enerji alımını sınırlayarak metabolik sorunlara neden olabilmektedir. Doğumdan sonra, KMT'de bir artış olsa da, laktasyonun başlamasıyla birlikte süt üretimi için gereken enerji gereksinimlerini karşılayabilecek seviyeye ulaşmakta zorlanılmaktadır (Goff ve Horst, 1997; Grummer, 1995; Ingvarsen ve Andersen, 2000). Bu durum, geçiş döneminde enerji dengesizliklerinin ve bunun sonucunda gelişebilecek metabolik hastalıkların önünü açmaktadır. Sonuç olarak, geçiş dönemindeki hormonal dalgalanmalar ve metabolik değişiklikler, süt sığırlarının enerji yönetimini oldukça zorlaştıran faktörlerdir. Bu dönemde yaşanan hormonal değişiklikler, hayvanın vücut kondisyonunu ve enerji dengesini etkileyerek, süt verimini ve genel sağlığı doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle, geçiş dönemi yönetimi, doğru beslenme ve hormon düzeylerinin dengelenmesi ile optimize edilmelidir.

Negatif Enerji Dengesi (NED)

Enerji dengesi, bir organizmanın enerji alımı ile bu enerjinin çeşitli fizyolojik süreçler için harcanması arasındaki farkı ifade etmektedir. Bu denge, özellikle yaşama, gebelik, laktasyon ve büyüme gibi farklı vücut fonksiyonlarını desteklemek için gerekli enerjinin tüketilen enerji ile karşılaştırılmasıyla belirlenmektedir (Grummer, 2008). Yaşamın devamını sağlayan enerji ile gebelik sürecinde fetüsün gelişimi için gereken enerji, süt üretimi için gerekli enerjiden çok daha düşük seviyelerde kalmaktadır. Bu nedenle, enerji dengesini belirleyen başlıca iki faktör, KMT ve süt verimidir. Bu iki parametre, bir sığırın enerji gereksinimlerinin ne şekilde karşılandığını ve enerji dengesinin nasıl şekillendiğini belirleyen en kritik unsurlardır (Grummer ve Rastani, 2003). Enerji dengesinin negatif olduğu durumlar, organizmanın enerji ihtiyacını karşılamak için vücut depolarını kullanmaya başladığını göstermektedir. Bu, hayvanın mevcut enerji stoğunun, yaşama ve diğer fizyolojik ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kaldığı anlamına gelmektedir. Pozitif enerji dengesi ise, sığırın vücutta fazla enerji depoladığı durumu tanımlamaktadır. Bu durum, genellikle sığırların yüksek enerji alımını ve dolayısıyla fazla vücut yağ depolamaları ile ilişkilidir (Grummer ve Rastani, 2004).

Süt sığircılığı işletmelerinde, negatif enerji dengesi çok önemli bir sorun oluşturmaktadır. NED'nin yönetilmesi, sadece süt üretiminin değil, aynı zamanda sürü sağlığının, üreme performansının ve genel işletme verimliliğinin iyileştirilmesinde de kritik rol oynamaktadır. Bu nedenle, NED'nin süresi ve şiddeti doğru şekilde izlenmeli ve yönetilmelidir. Geçiş dönemi, özellikle bu tür sorunların en yoğun görüldüğü zamandır; bu dönemde doğru beslenme ve enerji yönetimi uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, KMT ve süt verimi gibi faktörler dikkatlice izlenmeli ve gerekirse müdahale edilmelidir (Serbester vd., 2012; LeBlanc vd., 2006; Rukkwamsuk vd., 1998). NED'nin tespit edilmesi için genellikle biyokimyasal parametreler kullanılmaktadır. Bu parametreler arasında Beta-hidroksi-butirat (BHBA), kan glikoz seviyesi ve serbest yağ asitleri (NEFA) düzeyleri yer almaktadır. Bu biyomarkerler, hayvanın enerji durumunu ve vücutta meydana gelen metabolik değişiklikleri takip etmek için kullanılmaktadır (Butler, 2000). Örneğin, BHBA seviyelerinin artması, yağ mobilizasyonunun ve dolayısıyla negatif enerji dengesinin bir göstergesi olabilmektedir. Ayrıca, kan glikoz seviyelerinin düşmesi ve NEFA

düzeylerinin yükselmesi, hayvanın enerji ihtiyacını karşılamak için vücut yağlarını kullandığını göstermektedir.

NED, süt sığırlarında özellikle geçiş dönemlerinde yaygın olarak karşılaşılan bir durumdur ve esas olarak, KMT'nin yetersiz kalmasıyla besin maddelerinin ihtiyaç duyulan düzeylere ulaşamamasından kaynaklanmaktadır (Drackley, 2008). Bu dönemde, doğum sonrasında KMT'nin artışı, süt verimiyle kıyaslandığında daha yavaş bir hızda gerçekleşmektedir, bu da enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli bir sıkıntıya yol açmaktadır (Hayırlı vd., 2012). Peripartum dönemde, besin madde gereksinimlerinin arttığı bir dönemde KMT'nin yeterli olmaması, ciddi beslenme sorunlarına neden olmaktadır. Bell'in (1995) ifade ettiği gibi, bu durumun etkisi oldukça belirgindir ve hayvanın sağlıklı bir şekilde laktasyona geçebilmesi için gerekli besin maddeleri sağlanamamaktadır.

Laktasyon dönemi başladığında, süt üretimi için gerekli olan net enerjinin %97'si ve metabolik proteinin %83'ü, geçiş dönemindeki yetersiz kuru madde tüketimi ile karşılanmaktadır (Drackly, 1999). Bu durum, süt sığırlarının enerji ve protein ihtiyaçlarını karşılamakta büyük zorluklar yaşamasına neden olacaktır, çünkü besin maddeleri ancak kısıtlı miktarda sağlanabilmektedir (Serbester vd., 2012). Serbester vd.,'e (2012) göre bu da, özellikle yaşama payı için gereken besin maddelerinin ciddi şekilde sınırlandırılmasına yol açacaktır. Bu dönemde yaşanan beslenme sıkıntıları, sığırın metabolizmasını olumsuz yönde etkileyerek süt üretiminin verimliliğini de engelleyebilmektedir. Laktasyonun ilk 40-60 günü, süt veriminin en yüksek olduğu dönemdir (Şekerden ve Özkütük, 1995). Ancak bu dönemde, süt veriminin sürekli artması, kuru madde tüketiminin yetersizliği nedeniyle karaciğerde üretilen ruminal propiyonik asit miktarında düşüşe neden olacaktır (Defrain vd., 2005; Drackly, 1999). Bu, enerji açığının dengelenmesini zorlaştırarak, süt üretimi için gerekli enerjinin sağlanmasında sorunlara yol açacaktır. Laktasyonun başlarında meydana gelen bu metabolik dengesizlik, özellikle geçiş dönemi sırasında mevcut olan enerji açığıyla daha da karmaşık hale gelecektir (Alaçam, 2011). Geçiş dönemi, süt sığırlarında normalde NED'in meydana geldiği bir dönemdir. Çünkü ruminantlarda karbonhidratlar rumende fermente edilmekte ve yalnızca çok az miktarda bu besin maddesi ince bağırsaklara geçebilmektedir (Annisan ve Bryden, 1998). Bu durum, özellikle enerji açığının büyük olduğu ve metabolik süreçlerin aksadığı geçiş döneminde,

hayvanların enerji gereksinimlerini tam olarak karşılayamamasına yol açmaktadır. Bu da, metabolik hastalıkların riskini artıracak, genel sağlık durumunu olumsuz etkileyecektir.

KMT'in yetersizliği, özellikle laktasyonun başladığı dönemde ve artan enerji gereksinimleriyle birlikte, metabolik dengesizliklere yol açmaktadır. Bu durum, propiyonik asidin eksikliği gibi sorunlara neden olur ve doğrudan okzaloasetat (OAA) yetersizliğine yol açacaktır. OAA, trikarboksilik asit (TCA) siklusunun önemli bir bileşimidir ve burada asetik asit, bütirik asit ve serbest yağ asitleri (NEFA) enerjiye dönüştürülmek üzere kullanılmaktadır. OAA eksikliği, bu bileşiklerin enerji üretimi için TCA siklusuna katılmalarını engellemektedir. Bu durum, enerji üretiminin verimsizleşmesine ve ketozis gibi metabolik sorunların ortaya çıkmasına neden olabilir (Goff ve Horst, 1997).

Propiyonik asit eksikliği, hipoglisemiye yol açarak, adipoz dokudan karaciğere serbest yağ asitlerinin (NEFA) mobilizasyonunu artırmaktadır. Bu süreç, vücutta ciddi bir enerji dengesizliğine işaret etmekte ve metabolik hastalıkların gelişimine zemin hazırlamaktadır (Yıldız, 2019). Bu tür metabolik bozukluklar, ineklerin genel sağlık durumunu olumsuz yönde etkileyecek ve süt verimliliği gibi üretkenliklerini düşürecektir. NEFA, NED'in (*Negatif Enerji Dengesi*) bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Doğumdan önceki dönemde NEFA seviyelerinin artışı, enerji dengesizliğinin ve potansiyel NED'in erken belirtisi olabilmektedir. Özellikle doğumdan 2-4 gün önce NEFA seviyeleri yükselmeye başlamakta ve postpartum dönemin üçüncü gününde zirve yapmaktadır (LeBlanc, 2010). NED'in daha ileri evrelerinde, doğumdan sonraki 2-14 gün arasında NEFA seviyesinin $>0,4$ mmol/L olması, NED'in ciddi şekilde şekillendiğinin bir göstergesidir (Duffield, 2006; Townsend, 2011).

Bu bağlamda Drackley, (2008) ve Rukkwamsuk, (1998) göre NEFA'ların karaciğerdeki işleme süreçleri, üç ana aşamada gerçekleşecektir:

Tam Oksidasyon: NEFA'lar, enerji elde etmek amacıyla tamamen oksidasyona uğramaktadırlar ve karbondioksit (CO₂) ile sonlanmaktadırlar.

Kısmi Oksidasyon: Bazı NEFA'lar, keton cisimciklerinin üretimi için kısmi oksidasyona uğramaktadırlar.

Trigliserid Üretimi: Diğer NEFA'lar, karaciğerde tekrar trigliserid (TG) formuna dönüştürülmekte ve vücutta enerji depolama işlevi görmektedirler.

Bu süreçler, karaciğerin hem enerji üretimi hem de yağ depolama kapasitesine önemli katkılarda bulunmaktadır. Yağ dokusundaki mobilizasyon sonucunda artan NEFA seviyelerinin bir kısmı karaciğerde oksidasyona uğrar, ancak geri kalan kısmı süt yağının sentezinde kullanılmaktadır. Özellikle, laktasyonun dördüncü gününde, süt yağ asitlerinin %40'ının NEFA'lardan türediği gözlemlenmiştir (Bell vd., 2000).

Laktasyonun ilk altı haftası, NED'in en yoğun yaşandığı dönemlerden biridir. Bu dönemde, enerji dengesindeki bozulma, sütteki yağ asitlerinin profilinde belirgin değişikliklere yol açmaktadır. Örneğin, oleik asit, vücutta yağ dokusunun bir bileşiği olarak yüksek düzeylerde bulunmaktadır. Enerji dengesinin negatif olduğu dönemlerde, oleik asit yağ dokusundan mobilize olmakta ve dolaşıma salınmaktadır. Bu durum, laktasyonun erken dönemlerinde süte oleik asit seviyelerinin yüksek olmasına yol açmaktadır (Gross vd., 2011). Oleik asit, özellikle subklinik ketozis gibi metabolik hastalıkların teşhisinde önemli bir biyomarkerdir. Van Haelst vd., (2008) tarafından yapılan araştırmada, subklinik ketozis tanısı konan ineklerin sütlerinde, sağlıklı ineklere göre %3,3 daha yüksek oleik asit seviyeleri tespit edilmiştir. Ancak, sütteki oleik asit düzeylerinin değişkenliği, subklinik ketozis teşhisinde tek başına güvenilir bir gösterge olmasını engellemektedir. Van Haelst vd.,'e (2008) göre bu değişkenlik, laktasyon dönemi, rasyon düzenlemeleri ve mevsimsel etkenlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu yüzden, yalnızca oleik asit seviyelerinin izlenmesi, subklinik ketozis gibi hastalıkların teşhisinde yeterli olmayabilir ve daha kapsamlı bir değerlendirme gerekmektedir (Van Haelst vd., 2008; Stoop vd., 2009; Rutten vd., 2009).

Karaciğer, süt sığırlarının metabolik işlemlerinde kritik bir rol oynayan organlardan biridir. NEFA'lar (*serbest yağ asitleri*), karaciğerde trigliseridlere (TG) dönüşmekte ve bu TG'ler, karaciğerin VLDL (*çok düşük yoğunluklu lipoprotein*) formunda kan dolaşımına salınabilmektedir. Ancak, ruminantlarda, özellikle süt sığırlarında, karaciğerin VLDL üretme kapasitesi sınırlıdır. Bu sebeple, karaciğerdeki tüm TG'ler VLDL'ye dönüşemez ve bazıları karaciğerde birikmeye başlayacaktır (Drackley, 2008). Bu birikim, karaciğerin normal fonksiyonlarını yerine getirmesini engelleyerek, metabolik sorunlara yol açacaktır. Karaciğer hücrelerinde yağ birikmesi sonucu

karaciğerin fonksiyonları bozulacak ve bu durum, karaciğerdeki hücrel dejenerasyonla birlikte karaciğerin yağlanmasına yol açacaktır.

Doğum sonrası, NED'in uzun süre devam etmesi, ovülasyon sürecini olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle ilk ovülasyonlarda gecikme ve korpus luteum (CL) fonksiyonlarında azalma gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Alaçam, 2011). Bu durum, üreme performansını etkileyerek gebe kalma oranlarında düşüşe neden olabilecektir. Ayrıca, lüteinleştirici hormon (LH) salgılanmasının baskılanması, glikoz, insülin ve IGF-1 (*insülin benzeri büyüme faktörü-1*) seviyelerinde bir düşüşe yol açarak, dominant folikül tarafından sentezlenen östrodiol üretimini engelleyecektir. Bu durum, gebe kalma oranlarının düşmesine ve kistik ovaryum ya da inaktif ovaryum gibi fonksiyonel sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Butler, 2000; Butler vd., 2006; Alaçam, 2011).

Sonuç olarak doğum sonrası NED'in uzaması, sadece hayvanın genel sağlığını değil, aynı zamanda üreme performansını da olumsuz şekilde etkilemektedir. Karaciğerin yağlanması, NEFA ve BHBA düzeylerinin artması, metabolik hastalıkların gelişimini teşvik etmekte ve bu da hem bireysel hayvan sağlığını hem de sürüdeki verimliliği etkileyecektir. Bu nedenle, sığırların enerji dengesi dikkatle izlenmeli ve gerekli beslenme düzenlemeleri yapılmalıdır. Süt sığırlarının sağlıklı bir şekilde laktasyon dönemi geçirebilmeleri için beslenme stratejileri, karaciğer fonksiyonları ve üreme sağlığı göz önünde bulundurularak optimize edilmelidir.

Süt Sığırcılığında Geçiş Döneminde Gerekli Olan Temel Besin Maddeler

Süt sığırı işletmelerinde başarılı bir üretim sağlamak için temel hedeflerden biri, hayvanların beslenme ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde dengeli bir rasyon hazırlamaktır. Bu rasyonun hazırlanmasında, hayvanların enerji, protein ve mineral gereksinimlerinin doğru bir şekilde hesaplanması önemlidir. Ancak, bu ihtiyaçlar yalnızca teorik hesaplamalarla belirlenmemektedir. Çünkü süt sığırlarının gereksinimleri, yaşama payı, gebelik, laktasyon verimi ve büyüme gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterecektir. Örneğin, süt verimi yüksek olan bir inek, enerji ve protein gibi besin maddelerini daha fazla talep edecektir (NRC, 2001; Kara, 2009).

Hayvanların bu besin maddelerini en verimli şekilde kullanabilmesi için, rasyonun içerdiği besin öğelerinin kullanılabilirliğine dikkat edilmelidir. Rumende yıkım ve yıkım olmayan proteinler, toplam protein gereksinimini etkileyen unsurlar arasında yer alırken, rasyondaki kuru madde tüketimi ve kullanılabilir enerji düzeyleri de bu ihtiyacı şekillendirmektedir. Aynı şekilde, mineral gereksinimleri de rasyondaki minerallerin biyo yararlanabilirliğine göre değişiklik göstermektedir. Bu faktörler göz önünde bulundurularak hazırlanan bir rasyon, ineklerin hem sağlığını hem de verimliliğini artıracaktır (NRC, 2001). Özellikle yüksek süt verimi olan bir inek, günde yaklaşık 50 litre süt ürettiğinde, vücudundan önemli miktarda besin maddesi kaybetmektedir. Buna örnek olarak, bu ineğin vücudundan yaklaşık olarak 2 kg yağ, 1,6 kg protein, 2,5 kg laktoz, 65 gram kalsiyum (Ca), 50 gram fosfor (P) ve 8 gram magnezyum (Mg) kaybolmaktadır. Bu kayıpların yerine konulması için ek enerji, protein ve minerallerin sağlanması gereklidir. Böylece, inek bu kayıpları telafi edebilir ve hem sağlığını hem de süt verimini sürdürebilir (House ve Bell, 1993; Bell vd., 1995).

Erken kuru dönemde, süt sığırlarının rasyonlarında enerji düzeyini düşük tutmak, hayvanların ideal kondisyonlarını korumalarına yardımcı olmaktadır. Bu dönemde yapılan düşük enerjili besleme, postpartum dönemde karşılaşılabilecek abomasum deplasmanı, metritis, mastitis ve güç doğum gibi sağlık problemlerinin önlenmesine katkı sağlamaktadır (Boisclair vd., 1987). Bu tür besleme yöntemleriyle, hayvanlarda postpartum dönemde vücut ağırlığı kaybı sınırlı olmakta ve kan NEFA ile karaciğer trigliserid düzeyleri daha düşük seviyelerde kalmaktadır (Rukkamsuk vd., 1998).

Geçiş dönemi boyunca, hayvanın KMT'si ciddi bir değişim geçirmektedir. Doğumdan önce KMT seviyelerinin %32 gibi düşük bir orana indiği, ancak doğumdan sonra bu seviyenin %89'a kadar düştüğü bildirilmiştir (NRC, 2001; Melendez, 2006). Bu düşüş, özellikle laktasyonun ilk haftasında enerji ihtiyacını karşılamak için ekstra enerji gereksinimlerinin ortaya çıkmasına yol açacaktır. KMT'nin yetersizliği, süt sığırlarının enerji ihtiyaçlarının karşılanamamasına neden olmakta ve bu durum, NED'in oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Bell vd., 1995; Hayırlı vd., 2012). Laktasyonun başlangıcında süt veriminin artmasıyla, enerji ihtiyacı hızla artmaktadır. Bu süreçte, teorik olarak KMT'nin 5 kat artması gerektiği belirtilmektedir (VandeHaar ve Pierre, 2006). Mineral gereksinimleri de geçiş

dönemi için kritik öneme sahiptir. Özellikle kalsiyum (Ca), süt sığırlarının geçiş dönemindeki en önemli mineraldir. Doğumdan iki hafta önce kolostyum üretiminin başlamasıyla birlikte, ineklerin kanda kalsiyum seviyeleri düşmeye başlamaktadır. Laktasyon dönemi başladığında ise, kalsiyum ihtiyacı 4 kat artmaktadır (NRC, 2001; Arslan ve Tufan, 2010). Ayrıca, geçiş dönemi boyunca, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi amacıyla rasyona E vitamini, selenyum (Se), bakır (Cu) ve çinko (Zn) gibi mikromineralerin eklenmesi önemlidir (Duffield vd., 2009; Spears ve Weiss, 2008).

Süt sığırcılığı işletmelerinde sürdürülebilir ve ekonomik bir üretim için, hayvanların enerji ve mineral metabolizmasının dengelenmesi büyük önem taşımaktadır. İyi bir enerji dengesi sağlanmış, gebelik oranı yüksek ve süt verimi tatmin edici olan sürüler, işletme sahiplerine yüksek ekonomik kazanç sağlayacaktır. Ancak, süt veriminin düşük olması, tedavi masraflarının artması ve gebelik oranlarının düşmesi gibi durumlar, hem hayvanın finansal değerini düşürmekte hem de işletmeye ciddi ekonomik kayıplar yaşatmaktadır. Bu nedenle, geçiş dönemi boyunca ihtiyaç duyulan glikoz, amino asitler ve yağ asitlerinin dengeli bir şekilde sağlanması gerekmektedir. Bu besin maddeleri, hem süt sığırının yaşama payı, hem de süt verimi için hayati öneme sahiptir.

Glikoz

Süt sığırlarının metabolizmasındaki glikoz seviyesi, özellikle laktasyon dönemi ve kuru dönemde önemli dalgalanmalar göstermektedir. Kuru dönemin ikinci yarısında glikoz seviyesi genellikle sabit bir seviyede kalmaktadır. Ancak, doğum anında kan glikoz seviyesi belirgin bir şekilde yükselmekte ve bu artış doğumdan hemen sonra hızla düşmektedir. Bu durumun nedeni, doğum öncesinde vücudun kendini büyük bir enerji talebine hazırlamasıdır. Çünkü doğum, hayvanın metabolizmasını oldukça zorlayan ve stresli bir süreçtir. Bu dönemde, büyük miktarda enerjiye ihtiyaç duyulması nedeniyle kan glikoz seviyesi yükselecektir (Umurcular ve Gülşen, 2005).

Kuru dönemde glikoz seviyesi sabit kalsa da, laktasyonun başlangıcıyla birlikte enerji ihtiyacı hızla artmaktadır. Bu noktada, hayvanın KMT'nin yeterli düzeylere ulaşamadığı için, vücutta glikoz seviyesi düşecek ve hipoglisemi (*kan şekerinin normalden düşük olması durumu*) gelişecektir. Hipoglisemi durumu, hayvanın enerji gereksinimini karşılamak için yağ dokularının mobilizasyonu ve glikoneogenezis adı verilen bir mekanizma ile telafi

edilmeye çalışılmaktadır (Umurcular ve Gülşen, 2005). Örneğin, ortalama 35 kg süt verimi olan bir inek, günlük yaklaşık 2,9 kg glikoza ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyacın %93'ü, yani 2,7 kg'ı glikoneogenezis yoluyla karşılanmaktadır (Young, 1976).

Bağıışıklık sisteminin düzgün çalışabilmesi için gerekli enerji kaynakları arasında glikoz, yağ asitleri ve glutamin bulunmaktadır. Özellikle glikoz, lökosit ve lenfosit aktiviteleri için temel enerji kaynağıdır (Lucy, 2001; Calder, 2013). Bu nedenle, süt sığırlarının bağışıklık sisteminin güçlü olabilmesi için yeterli glikoz seviyesi hayati önem taşımaktadır. Glikojen sentezi ve parçalanması ise, hayvanın beslenme durumuna ve hormon düzeylerine bağlı olarak kontrol edilen karmaşık bir süreçtir. İnsülin ve glukokortikoidler glikojen sentezini artırırken, epinefrin ve glukagon hormonları glikojenin parçalanmasını teşvik etmektedir. Karaciğer, kas dokusundan farklı olarak insülinin bağımsız bir şekilde glikoz almakta, bu da karaciğerin glikoz metabolizmasındaki önemli rolünü ortaya koymaktadır (Ortmeyer ve Bodkin, 1998; Hayırlı vd., 2012).

Süt sığırlarının rasyonlarında tüketilen karbonhidratlar, rumende fermentasyona uğrayarak uçucu yağ asitlerine (UYA) dönüşmektedir. UYA asetik asit, propiyonik asit, butirik asit, formik asit ve valerik asit gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Rumen fermentasyonunun sonucunda hangi UYA'nın hangi miktarlarda oluşacağı, hayvanın tükettiği rasyonun içeriğine göre değişmektedir. Konsantrasyonun fazla olduğu bir rasyonda propiyonik asit oranı artarken, kaba yem ağırlıklı bir rasyon tüketildiğinde ise asetik asit miktarı da artacaktır (Murphy vd., 1986). Bu UYA'lar, rumende enerji kaynağı olarak kullanılmakta ve ruminantların enerji ihtiyacını karşılamaktadırlar (Öztürk vd., 2001). UYA'lar, enerji kaynağı olarak ruminantlar için oldukça önemlidir ve toplam enerji ihtiyacının %80'ini karşılamaktadır (Hayırlı vd., 2012). Butirik asit, rumen duvarından emildiğinde doğrudan β -hidroksi-bütilat (BHB) formuna dönüşmekte ve sistemik dolaşıma katılmaktadır. Aynı zamanda, süt yağı sentezine katılmak üzere meme bezine de taşınacaktır. Propiyonik asitin büyük kısmı karaciğere taşınırken, bir kısmı da laktik aside dönüşerek kan dolaşımına geçecektir. Hem laktik asit hem de propiyonik asit, karaciğerde ve böbreklerde glikoneogenezis yoluyla glikoza dönüştürülmektedir (Hayırlı vd., 2012). Bu metabolik süreçler, süt sığırlarının

enerji ve besin maddelerini verimli bir şekilde kullanmalarını sağlayarak, sığırlarının genel sağlıklarını ve verimliliklerini artıracaktır.

Aminoasitler

Rasyonla alınan amino asitler, vücutta protein sentezi ve enerji üretimi için kullanılmakta, ancak depolanamadıkları için karaciğerde parçalanarak üreye dönüşmektedirler. İnce bağırsaklardan emilen bu amino asitler, vücudun çeşitli işlevleri için önemli proteinlerin sentezini sağlamaktadırlar. Bu proteinler, özellikle uterus sağlığının korunmasında, geçiş döneminin başında meme bezlerinin yeniden yapılandırılmasında ve sınırlı miktarda da olsa glikoneogeneze görev almaktadırlar. Doğumdan yaklaşık iki hafta önce kolostrum üretiminin başlamasıyla ve doğum sonrası süt veriminin artmasıyla, amino asitlerin vücutta kullanımı belirgin şekilde yükselmektedir (Overton vd., 1996; Broderick vd., 2008). Erken laktasyon döneminde, yeterli KMT sağlanamaması yalnızca enerji dengesini bozmakla kalmayacak, aynı zamanda protein sentezini de olumsuz etkileyecektir. Bu durum, kas dokularında yıkım sürecinin başlatılmasına ve bu yıkımın giderek artmasına yol açacaktır. Bu süreçte kas doku sentezi duracak ve vücut organlarının işlevlerini sürdürdürebilmesi için karaciğerde protein sentezi artış gösterecektir (Umurcular ve Gülşen, 2005). Bu durum, özellikle erken laktasyon döneminde, sığırların sağlık ve verimliliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Yetersiz KMT ve amino asit kullanımı, sadece enerji dengesini bozmakla kalmayacak, aynı zamanda hayvanın kas dokusundaki yıkımı hızlandırarak metabolik sorunlara yol açacaktır. Bu süreçte karaciğerin rolü artacak ve protein sentezini artırarak bu kayıpları telafi etmeye çalışacaktır. Ancak uzun vadede, bu dengeyi sağlamak için doğru beslenme stratejilerinin uygulanması gerekmektedir.

Yağ Asitleri

Metabolizmada enerji sağlamak için kullanılan yağ asitleri, ya doğrudan besin yoluyla rasyondan ya da vücuttaki yağ dokularının mobilizasyonu ile elde edilmektedir (Timms, 1980) Rasyonla alınan yağ asitleri, özellikle süt yağında bulunan yağ asitlerinin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Bu, süt üretiminin enerji kaynaklarını ve verimini doğrudan etkileyen bir faktördür. Süt sığırlarında, anabolizma ve katabolizma süreçleri, yağ dokusundaki lipojenez (*yağ üretimi*) ve lipoliz (*yağ yıkımı*) gibi metabolik işlemleri düzenlemektedir. Bu işlemler, nöroendokrin sistemin etkisiyle kontrol edilmektedir. Anabolik

durumda insülin hormonu, lipoprotein lipaz enzimi aracılığıyla yağ asidi ve gliserolün birleşerek trigliserit (TG) oluşturmasını sağlamaktadır. Bu süreç, özellikle yağın adipoz dokularda depolanmasına yol açacaktır. Glukoz, asetik asitten trigliseritlerin sentezlenmesi için gerekli olan NADPH₂'nin üretimi için önemli bir rol oynamaktadır. Ancak glukoz doğrudan yağ depolama işlemiyle ilişkilendirilmemektedir; bunun yerine dolaylı olarak bu süreçte yer almaktadır (Brockman, 1978). Katabolik durumda ise, vücut enerji ihtiyacını karşılamak için norepinefrin ve glukagon gibi hormonları kullanılmaktadır. Bu hormonlar, trigliseritlerin yağ asitleri ve gliserole hidrolize edilmesini sağlayacaktır. Bu işlem sonucunda açığa çıkan gliserol, yağ dokusunda gliserol kinaz enziminin sınırlı bulunması nedeniyle tekrar yağ asitleriyle birleşerek trigliserit oluşturamayacaktır. Bu nedenle, gliserol karaciğere gönderilmekte ve burada glukoz üretimi için kullanılmaktadır (Hayırlı vd., 2012). Rasyonla birlikte alınan ve rumende fermente edilen karbonhidratlardan ortaya çıkan UYA arasında yer alan asetik asit, doğrudan süt yağında bulunan kısa ve orta zincirli yağ asitlerinin sentezinde kullanılmaktadır. Bu süreçte asetik asit karaciğerde herhangi bir değişikliğe uğramadan lipojenezde kullanılmakta ve süt üretiminde önemli bir rol oynamaktadır (Hayırlı vd., 2012).

SONUÇ

Süt sığırcılığı, yüksek verim elde etmek ve bu verimi sürdürülebilir bir şekilde devam ettirebilmek için dikkatli bir yönetim gerektiren bir sektördür. Bu yönetimin temel taşlarından biri, ineklerin geçiş döneminde yaşadığı metabolik değişimlerin doğru bir şekilde yönetilmesidir. Geçiş dönemi, doğumdan sonraki yaklaşık 3-4 haftalık bir zaman dilimini kapsamakta ve bu süre zarfında ineklerin enerji ve besin ihtiyaçları önemli ölçüde değişebilmektedir. Bu dönemde görülen metabolik bozukluklar, doğrudan üretim kayıplarına yol açabilmekte ve uzun vadede hayvan sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir.

Geçiş dönemi, süt sığırlarının en hassas olduğu bir dönemdir, çünkü inekler doğumdan hemen sonra hem doğumun fizyolojik stresinden hem de yüksek süt üretimi için artan enerji ihtiyaçlarından dolayı metabolik olarak zorlanabilmektedirler. Vücutta meydana gelen enerji dengesizlikleri, NED gibi durumlara yol açabilmektedir. NED, özellikle yetersiz beslenme ve enerji alımının yetersizliği durumunda daha belirgin hale gelmekte ve bu,

metabolizmanın sağlıklı bir şekilde çalışmasını engelleyebilmektedir. NED'nin en yaygın sonuçları, ketozis gibi hastalıkların gelişmesidir. Ayrıca, geçiş dönemi sırasında ineklerin yetersiz beslenmesi, bağışıklık sistemlerinin zayıflamasına yol açacak ve bu durum, çeşitli enfeksiyonlara karşı yatkınlık yaratacaktır. Bununla birlikte, geçiş dönemi boyunca yapılan doğru beslenme müdahaleleri ve yönetim stratejileri, ineklerin bu dönemi sağlıklı bir şekilde atlattıklarını ve daha sonraki dönemlerde yüksek verim elde etmelerini sağlayacaktır. Bu noktada, hem enerji hem de temel besin maddeleri açısından dengeli bir beslenme programı hazırlamak, hem sağlık hem de verimlilik açısından kritik bir öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

- Alaçam, E. (2011). Sütçü İneklerde Geçiş Dönemi ve Önemli Sorunları. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*, 2, 85-95.
- Arslan, C., Tufan, T. (2010) Geçiş Dönemindeki Süt İneklerinin Beslenmesi I. Bu Dönemde Görülen Fizyolojik, Hormonal, Metabolik Ve İmmünolojik Değişiklikler ve Beslenme İhtiyaçları. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 151-158.
- Bell, A. W., Slepatis, R., Ehrhardt, R. A. (1995). Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 78, 1954-1961.
- Bell, A. W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science*, 73, 2804-2819.
- Bell, A. W., Burhans, W.S., Overton, T. R. (2000) Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cows. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59, 119-126.
- Bobe, G., Young, J.W., Beitz, D. C. (2004). Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal Of Dairy Science*, 87, 3105-3124.
- Boisclair, Y., Grieve, D. G., Allen, O. B. (1987). Effect of prepartum energy, body condition, and sodium bicarbonate on health and blood metabolites of holstein cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 70, 2280-2290.
- Brockman, R. P. (1978). Roles of Glucagon and Insulin in the Regulation of Metabolism in Ruminants: A Review. *The Canadian Veterinary Journal La Revue Veterinaire Canadienne*, 19, 55-62.
- Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60: 449-457.
- Butler, S. T., Pelton, S. H. and Butler, W. R. (2006) Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *Journal of Dairy Science*, 89, 2938-2951.
- Calder, P. C. (2013) Conference on 'Transforming the nutrition landscape in Africa' plenary session 1 Feeding the immune system. *Proc Nutr Soc*, 72: 299-309.

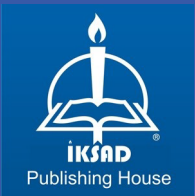
- DeFrain, J. M., Hippen, A. R., Kalscheur, K. F. (2004) Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 87, 4195-4206.
- DeFrain, J. M., Hippen, A. R., Kalscheur, K. F. (2005) Effects of feeding propionate and calcium salts of long-chain fatty acids on transition dairy cow performance. *Journal of Dairy Science*, 88, 983-993.
- Deluyker, H.A., Gay, J.M., Weaver, L.D. (1991) Change of milk yield with clinical diseases for a high producing dairy herd. *Journal of Dairy Science*, 74, 436-445.
- Djokovic, R., Samanc, H., Ilic, Z. (2009) Blood glucose, insulin and inorganic phosphorus in healthy and ketotic dairy cows after intravenous infusion of glucose solution. *Acta Veterinaria Brno*, 78, 449-453.
- Drackley, J. K., Richard, M. J., Ber, D. C., & Young, J. W. (1992). Metabolic Changes in Dairy Cows with Ketonemia in Response to Feed Restriction and Dietary 1,3 Butanediol. *Journal of Dairy Science*, 75, 1622-1634.
- Drackley, J. K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 82, 2259-2273.
- Drackley, J. K., Dann, H. M., Douglas, N. (2005) Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Italian Journal of Animal Science*, 4, 323-344.
- Drackley, J.K. (2008). Steady as she goes: rethinking dry cow nutrition. *MidSouth Ruminant Nutrition Conference*, 25-26.
- Duffield T. F. (2006) Minimizing subclinical metabolic diseases in dairy cows. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 18, 43-55.
- Duffield, T. F., Lissemore, K. D., McBride, B. W. (2009) Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*, 92, 571-580.
- Goff, J. P., Horst, R. L. (1997). Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, 80, 1260-1268.
- Gross, J., Van Dorland, H.A., Bruckmaier, R. M. (2011) Milk fatty acid profile related to energy balance in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, 78, 479-488.

- Grummer, R. R. (1993) Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76, 3882-3896.
- Grummer, R. R., Winkler, J. C., Bertics, S. J. (1994) Effect of propylene glycol dosage during feed restriction on metabolites in blood of prepartum holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 77, 3618-3623.
- Grummer, R. R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*, 73, 2820-2833.
- Grummer, R. R., Rastani, R.R. (2003). When should lactating cows reach positive energy balance? *The Professional Animal Scientist*, 19: 197-203.
- Grummer, R. R., Rastani, R.R. (2004) Why reevaluate dry period length?. *Journal of Dairy Science*, 87, E77-E85.
- Grummer, R.R. (2008). Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. *Veterinary Journal*, 176, 10-20.
- Hayırlı, A., Bremmer, D., Bertics, S. (2001). Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84, 1218-1230.
- Hayırlı, A, Grummer, R. R. (2004). Factors affecting dry matter intake prepartum in relationship to etiology of peripartum lipid-related metabolic disorders: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, 84, 337-347.
- Hayırlı, A., Kaynar, Ö., Serbester, U. (2012) Hepatik lipidoz ve ketozis. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences*, 3, 38-69.
- House, W. A., Bell, A. W. (1993). Mineral accretion in the fetus and adnexa during late gestation in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 76, 2999-3010.
- Ingvartsen, K. L., Andersen, J.B. (2000) Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *Journal of Dairy Science*, 83, 1573-1597.
- İnal, M.E., Atik, U., Aksoy, N. (2007). *Marks' Temel Tıbbi Biyokimyası*. Güneş Tıp Kitapları, Ankara.
- Kara, Ç. (2009). *Süt sığırlarının geçiş dönemlerinde kalsiyum propiyonat katkısının süt verimi ve bileşimi ile ketozis, hipokalsemi ve bazı döl verimi parametrelerine etkileri*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

- LeBlanc, S. J., Lissemore, K.D., Kelton, D.F. (2006) Major advances in disease prevention in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89, 1267-1279.
- LeBlanc, S. (2010). Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of Reproduction and Development*, 56, 29-35.
- Liu, Q., Wang, C., Yang, W. Z. (2009) Effects of feeding propylene glycol on dry matter intake, lactation performance, energy balance and blood metabolites in early lactation dairy cows. *The Animal Consortium*, 3, 1420-1427.
- Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 84, 1277-1293.
- Melendez, P., Donovan, G. A., Risco, C. A. (2003). Effect of calcium-energy supplements on calving-related disorders, fertility and milk yield during the transition period in cows fed anionic diets. *Theriogenology*, 60, 843-854.
- Melendez, P. (2006). *Nutritional management of the transition period to optimize fertility in dairy cattle*. In: Proceedings 3rd Florida and Georgia Dairy Road Show Conference, Tifton, GA, USA, 1-50.
- NRC, (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th revised edition, National. Academies Press, Washington, D.C.
- Oba, M., Allen, M. S. (1999). Evaluation of the Importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82, 589-596.
- Ortmeyer, H. K., Bodkin, N. L. (1998) Lack of defect in insulin action on hepatic glycogen synthase and phosphorylase in insulin-resistant monkeys. *Am. J. Physiol.* 274(6), 1005-1010.
- Ospina, P. A., Nyndam, D. V., Stokol, T. (2010). Associations of elevated nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate concentrations with early lactation reproductive performance and milk production in transition dairy cattle in the northeastern United States. *Journal of Dairy Science*, 93, 1596-1603.
- Overton, T. R., Waldron, M. R. (2004) Nutritional management of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87, 105-119.
- Öztürk, D., Kamalak, A., Işık, S. Ş. (2001). Rumende uçucu yağ asitleri ile protein üretimi ve ölçülmesi. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4, 158-168.

- Putnam, D. E., Varga, G. A. (1998). Protein density and its influence on metabolite concentration and nitrogen retention by Holstein cows in late gestation. *Journal of Dairy Science*, 81, 1608-1618.
- Putnam, D. E., Varga, G. A., Dann, H. M. (1999) Metabolic and production responses to dietary protein and exogenous somatotropin in late gestation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 82, 982-995.
- Rukkwamsuk, T., Wensing, T., Geelen, J. H. (1998) Effect of overfeeding during the dry period on regulation of adipose tissue metabolism in dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, 81, 2904-2911.
- Rutten, M. J. M., Bovenhuis, H., Hettinga, K. A. (2009). Predicting bovine milk fat composition using infrared spectroscopy based on milk samples collected in winter and summer. *Journal of Dairy Science*, 92, 6202-6209.
- Serbester, U., Çınar, M., Hayırlı, A. (2012). Sütçü ineklerde negatif enerji dengesi ve metabolik indikatörleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18, 705-711.
- Sheldon, I. M., Lewis, G.S., LeBlanc, S., Gilbert, R. O. (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*, 65, 1516-1530.
- Sheldon, I. M., Cronin, J., Goetze, L. (2009). Defining postpartum uterine disease and the mechanisms of infection and immunity in the female reproductive tract in cattle. *Biology of Reproduction* 81: 1025-1032.
- Sordillo, L. M. (2016) Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity. *Journal of Dairy Science*, 99, 4967-4982.
- Spears, J. W., Weiss, W. P. (2008). Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176(1), 70-76.
- Stoop, W. M., Bovenhuis, H., Heck, J. M. L. (2009) Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein Friesian cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 1469-1478.
- Şekerden, Ö., Özkütük, K. (1995). *Büyükbaş Hayvan Yetiştirme*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Ofset Atolyesi, Adana.
- Townsend, J. (2011). *Cowside tests for monitoring metabolic disease*. TriState Dairy Nutrition Conference, April 19-20, Indiana, 55-60.

- VandeHaar, M. J., St-Pierre, N. (2006). Major advances in nutrition: Relevance to sustainability of dairy industry. *Journal Dairy Science*, 89(4), 1280-1291.
- Van Haelst, Y. N. T., Beeckman, A., Van Knegsel, A. T. M. (2008) Elevated concentrations of oleic acid and long chain fatty acids in milk fat of multiparous subclinical ketotic cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 4683-4686.
- Van Knegsel, A. T. M., Van Der Drift S. G. A., Horneman, M. (2010) Ketone body concentration in milk determined by Fourier transform infrared spectroscopy: Value for the detection of hyperketonemia in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93, 3065-3069.
- Velez, J. C., Donkin, S. S. (2005). Feed restriction induces pyruvate carboxylase but not phosphoenolpyruvate carboxykinase in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 2938-2948.
- Yavuz, H. M. (2008). Geçiş döneminde süt sığırlarının beslenme yönetimi. *Sürü Sağlığı ve Yönetim Sempozyumu*, 50-57.
- Yıldız, R., İder, M., Ok M (2019) Beta hidroksi bütirik asit düzeyinin diğer metabolik test parametreleri üzerine etkisi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 90(1), 15-21.
- Young, J. W. (1976). Gluconeogenesis in cattle: significance and methodology. *Journal of Dairy Science*, 60, 1-15.



ISBN: 978-625-378-414-0