

DOĞA TEMELLİ ÇÖZÜMLER VE TARIM- I

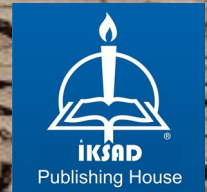
EDİTÖRLER

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER

Doç. Dr. Halil ERDEM

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN

Dr. Aysel ERGÜN



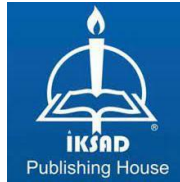
DOĞA TEMELLİ ÇÖZÜMLER VE TARIM-I

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER
Doç. Dr. Halil ERDEM
Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN
Dr. Aysel ERGÜN

YAZARLAR

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK
Prof. Dr. Arda YILDIRIM
Prof. Dr. Aysun ÇELİK
Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK
Prof. Dr. Esen ORUÇ
Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER
Doç. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ
Doç. Dr. Halil ERDEM
Doç. Dr. H. Sibel Gülse BAL
Doç. Dr. Kadriye Özlem SAYGI
Doç. Dr. Merve AYYILDIZ
Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN
Dr. Öğr. Üyesi Handan SARAÇ
Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ
Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR
Dr. Öğr. Üyesi Sevtap DOKSÖZ BONCUKÇU
Arş. Gör. Dr. Damla TURAN BÜYÜKDİNÇ
Dr. Aysel ERGÜN
Dr. Cabir Çağrı GENÇE
Dr. Ercan MEVLİYAOĞULLARI
Ziraat Yük. Müh. Tuğçe ÜNSAL
Zir. Müh. Fatma DUMLU
Zir. Müh. Zeynep KILINÇ
Enes Mustafa BALEL
Tuğçe BİLİCİ ÖZTORNACI
Zehra ERDOĞAN



Copyright © 2024 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 – 2024©

ISBN: 978-625-378-001-2

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2024

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM I

DOĞA TEMELLİ ÇÖZÜMLER KAPSAMINDA TARIMSAL YAKLAŞIMLAR

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN

Doç. Dr. Halil ERDEM

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER.....3

BÖLÜM II

DOĞA TEMELLİ BİR YAKLAŞIM: AgroEkoloji

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN.....39

BÖLÜM III

EKOSİSTEM TABANLI YAKLAŞIMLAR: TARIM EKOSİSTEMLERİ VE FAYDALARI

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN.....69

BÖLÜM IV

TÜRKİYEDE ORGANİK TARIM SİSTEMİNİN KURUMSAL YAPISI ve GELİŞİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ

Zir. Müh. Fatma DUMLU.....105

BÖLÜM V

TÜRKİYE'DE TARIMSAL ARAZİ YÖNETİM SİSTEMİ İÇİN ÖNERİLER

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK

Doç. Dr. Merve AYYILDIZ

Zehra ERDOĞAN.....129

BÖLÜM VI

TOPRAK ve SU KORUMADA ANA PROBLEMLER

Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR.....153

BÖLÜM VII

KANATLI BESLENMESİNDE AMİNO ASİT DENGESİ ve LİSİN İLE ARJİNİNİN OPTİMAL ORANININ ÖNEMİ

Prof. Dr. Arda YILDIRIM

Dr. Ercan MEVLİYAOĞULLARI.....173

BÖLÜM VIII

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SÜRECİNDE DOMATES ÜRETİMİNİN SÜRDÜRÜLME EĞİLİMİ (TOKAT İLİ MERKEZ İLÇE ÖRNEĞİ)

Prof. Dr. Esen ORUÇ

Dr. Aysel ERGÜN.....209

BÖLÜM IX

MODERN TARIMDA YAPRAKTAN GÜBRELEMENİN POTANSİYELİ

Doç. Dr. Halil ERDEM

Dr. Cabir Çağrı GENÇE.....241

BÖLÜM X

BAĞCILIĞIN İKLİM DEĞİŞİLİĞİNE ADAPTASYONU: ÜZÜM MEYVESİNDEKİ FENOLİK BİLEŞENLER ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Kadriye Özlem SAYGI

Doç. Dr. H. Sibel Gülse BAL.....285

CHAPTER XI

NUTRIENT CONCENTRATIONS OF MILK THISTLE PLANT SEEDS COLLECTED FROM NATURE

Assist. Prof. Dr. Handan SARAÇ

Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ.....301

BÖLÜM XII

HANEHALKI GELİRİNİN GIDA TÜKETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: ADANA İLİ ÖRNEĞİ

Tuğçe BİLİCİ ÖZTORNACI

Prof. Dr. Dilek BOSTAN BUDAK.....317

BÖLÜM XIII

KURAKLIK STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLERİN BİYOKİMYASAL, FİZYOLOJİK ve MOLEKÜLER TEPKİLERİNDE NANOPARTİKÜLLERİN ROLÜ

Araş. Gör. Dr. Damla TURAN BÜYÜKDİNÇ

Dr. Öğr. Üyesi Sevtap DOKSÖZ BONCUKÇU.....331

BÖLÜM XIV

KAZ GÖLÜ FLORASINDA BULUNAN ENDEMİK BİTKİLERİN PEYZAJDA KULLANIM OLANAKLARI

Ziraat Yük. Müh. Tuğçe ÜNSAL

Prof. Dr. Aysun ÇELİK

Ziraat Müh. Zeynep KILINÇ.....355

BÖLÜM XV

HİDROLOJİK MODELLERİN DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR.....391

BÖLÜM XVI

SİVAS KENTİ PARK VE REKREASYON ALANLARINDAKİ BİTKİ MATERYALİNİN TASARIM İLKELERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Enes Mustafa BALEL

Prof. Dr. Aysun ÇELİK.....417

BÖLÜM XVII

KÖPEK BESLENMESİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARI VE YENİ EĞİLİMLER

Dr. Ercan MEVLİYAĞULLARI

Prof. Dr. Arda YILDIRIM.....453

ÖNSÖZ

Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 10 milyara yaklaşacağı tahmin edilmektedir. Bu durum, gelecekteki nüfusu sürdürülebilir bir şekilde beslemek ve su kaynaklarına erişimini sağlamak gibi hayati bir sorumluluğu beraberinde getirmektedir. Günümüzde, küresel gıda sistemi, 7.5 milyar tüketiciyi ve bir milyardan fazla üreticiyi birbirine bağlayan, **10 trilyon dolarlık** devasa bir ekonomiyi yönlendirmektedir. Ancak, bu sistemin temeli olan sağlıklı topraklar ve temiz su kaynakları, artan bir baskı altındadır. Dünya üzerindeki yaşanabilir **toprakların yaklaşık yarısı** tarım için kullanılmakta, ancak bu faaliyetler gezegenin ekosistemlerini geri dönülmez biçimde tahrip etmektedir. Güncel verilere göre, **tarım arazilerinin %52'si orta veya şiddetli düzeyde bozulmuş** durumdadır ve her yıl milyonlarca hektar arazi, kullanılmaz hale gelerek terk edilmektedir.

Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan arazi kaybı, artan gıda talebiyle birleştiğinde, **doğal yaşam alanlarının %80'inin** kaybına neden olmaktadır. Ayrıca, tarım sektörü, tatlı su kaynaklarının bölgelere göre **%70-90'ını** tüketmekte ve su kirliliğinin en büyük nedenlerinden biri olmaktadır. Bu bağlamda, çevresel etkilerin azaltılmasını ve tarımsal üretkenliğin artırılmasını amaçlayan **Doğa Temelli Çözümler (NbS)** önemli bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) tarafından tanımlanan bu kavram, *“toplumsal sorunları etkin ve uyarlanabilir yöntemlerle ele almayı; aynı anda insan refahı ile biyolojik çeşitlilik için faydalar sağlamayı hedeflemektedir. Bu çözümler, doğal ya da dönüştürülmüş ekosistemlerin korunması, sürdürülebilir yönetimi ve restorasyonuna”* dayanmaktadır.

İklim değişikliği, ekosistemlerin işleyişini ve hizmetlerin sürekliliğini derinden etkilemekte ve bu durum, ekosistemlere bağımlı toplulukların refahı üzerinde ciddi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Tarımsal arazi kaynakları ile iklim değişikliği arasındaki karmaşık ilişki, bütüncül ve stratejik bir yanıt gerektirmektedir. Bu stratejiler, doğal kaynak yönetimini çevresel ve sosyo-ekonomik unsurlarla bütünleştirerek geniş çaplı, disiplinler arası yaklaşımlar sunmalıdır. İnsan faaliyetlerini ve kurumlarını da sistemin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendiren bu yaklaşımlar, **Tarımsal Doğa Temelli Çözümler (Ag-NbS)** aracılığıyla sürdürülebilir arazi ve su yönetimi ile iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunabilir.

FAO tarafından desteklenen bu çözümler, su kaynaklarının kalitesini ve bulunabilirliğini artırırken, ekosistemlerin ve toprakların restorasyonuna da olanak tanımaktadır. Böylece, önemli sektörler arasında sinerji yaratarak küresel gıda güvenliğini sağlama yolunda etkili bir araç haline gelmektedir. Ayrıca, bu yaklaşımlar, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'nin birden fazla hedefine ulaşılmasına katkı sunmaktadır.

Her ne kadar "**Doğa Temelli Çözümler**" kavramı yeni bir terim gibi görünsede, yerel bilgiye dayalı ve uzun yıllardır farklı adlar altında uygulanan yöntemleri kapsamaktadır. Özellikle Orta Asya gibi bölgelerde, bu çözümlerin kökenleri oldukça eskilere dayanmaktadır. Ancak, çevresel tahribatın ve iklim değişikliğinin artışı, bu yaklaşımların sistematik bir şekilde geliştirilmesi için yeni fırsatlar yaratmış ve uluslararası düzeyde giderek daha fazla kabul görmesini sağlamıştır. Türkiye'de de bu alandaki çalışmalar hızla artmakta ve konuya olan ilgi giderek yaygınlaşmaktadır.

Bu bağlamda, ülkemizde konunun tanıtımına katkıda bulunmak ve araştırmalara rehberlik etmek amacıyla hazırlanan "**Doğa Temelli Çözümler ve Tarım-I**" başlıklı bu kitabın, tarım sektörü ile araştırmacılara önemli bir kaynak teşkil etmesini temenni ediyoruz. Kitabın, bu alandaki bilgi birikimine katkıda bulunması ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etme çabalarına destek olması en büyük dileğimizdir.

TOKAT- ARALIK- 2024

Editörler

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER¹

Doç. Dr. Halil ERDEM²

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN³

Dr. Aysel ERGÜN⁴

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Tokat, Türkiye, nihat.yesilayer@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-6995-5855

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

⁴ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Tokat, Türkiye. aysel.ergun3018@gop.edu.tr, Orcid ID:0000-0003-0784-6298

BÖLÜM I

DOĞA TEMELLİ ÇÖZÜMLER KAPSAMINDA TARIMSAL YAKLAŞIMLAR

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN¹

Doç. Dr. Halil ERDEM²

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14480315>

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

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

³Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tokat, Türkiye. nihat.yesilayer@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-6995-5855.

GİRİŞ

Günümüzde küresel gıda sistemi, 7,5 milyar tüketiciyi ve 1 milyardan fazla çeşitli gıda üreticisini) birbirine bağlayan on trilyon dolarlık bir ekonomiyi yönlendirmektedir ve yaşanabilir topraklarının yaklaşık yarısı tarım için kullanılmakta ve gezegenimiz dönüştürmektedir (Ritchie ve Roser, 2024). Geleceğe baktığımızda, küresel gıda talebinin 2050 yılına kadar %70'lik bir protein talebi artışı da dahil olmak üzere %50 artması beklenmektedir (Abbassian ve ark., 2018). Önümüzdeki birkaç on yıl içinde katlanarak artan nüfus artışı ve buna bağlı olarak gıdaya olan talebin artması, tarım sektörünü daha fazla arazi yoğun bir gıda üretim sistemine zorlayacaktır, bu durum tarımsal faaliyetlerin doğal ortamlara baskısını giderek artıracığı anlamına gelmektedir (Peter ve ark., 2017). Tarım, tarımsal üretim de dahil olmak üzere yeryüzü üzerindeki tüm yaşamın bağlı olduğu biyolojik çeşitliliğin hızla çöküşünün ana itici gücüdür; değişen bir iklim rejimi altında büyüyen bir insan nüfusunu besleme zorluğuyla karşı karşıya olduğumuz için, biyolojik çeşitlilik üzerindeki baskının daha da yoğunlaşması beklenmektedir (García-Vega ve ark., 2024).

Doğa temelli çözümler, 2000'lerin sonlarında gerçekleşen ve doğayı kendi iyiliği için korumaktan, doğayı insanlar için korumaya ve '*insanları doğanın pasif yararlanıcıları olarak görmekten aktif koruyucular ve onarıcılar olarak görmeye*' doğru bir geçişi içeren büyük paradigma değişiminden ortaya çıktı (Cohen-Shacham ve ark., 2019). Doğa tabanlı çözümler (NbS), doğal veya değiştirilmiş ekosistemleri korumak, sürdürülebilir bir şekilde yönetmek ve eski haline getirmek, aynı anda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik faydaları sağlamak için savunulmuştur (Chee ve ark., 2021). Doğa Temelli Çözümler (NbS), toplumsal zorlukları etkili ve uyarlanabilir bir şekilde ele alırken aynı zamanda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik yararları sağlayan doğal veya değiştirilmiş ekosistemleri korumak, sürdürülebilir şekilde yönetmek ve restore etmek için çok çeşitli eylemleri kapsar (Chee ve ark., 2021; Cohen-Shacham ve ark., 2019). "NbS" terimi 2000'li yılların sonlarında ortaya çıkmış ve o zamandan beri çeşitli uluslararası çevre belgelerinde ve çerçevelerinde kullanılmış olup, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik kaybı krizlerini ele alan eylemler olarak öne çıkmaktadır. Bu çözümler, geniş sosyo-çevresel zorluklara uygun maliyetli bir yanıt olarak doğanın gücünden yararlanmaya odaklanır (European

Commission: Directorate-General for, 2015). Keza NbS ayrıca insanları ve mülkü korumak için kıyı savunması sağlanması, gelişmiş balıkçılık ve turizm faaliyetleri yoluyla küresel ekonomilerin desteklenmesi, çevredeki estetiğin iyileştirilmesi, yeşil peyzajların oluşturulması ve genel olarak doğal ekosistemlerin çevresel bozulmalara karşı dayanıklılığının artırılması dahil olmak üzere bir dizi ortak fayda da sağlar (Chee ve ark., 2021; Gómez Martín ve ark., 2020).

Dolayısıyla sürdürülebilir bir kalkınma yaklaşımının benimsenmesi, artan nüfus baskısına rağmen doğal kaynakları korumanın temel yolu olarak giderek daha fazla teşvik edilmektedir. Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılamayı gerektiren bu yaklaşım, Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (UN, 2022) gibi mevcut önde gelen küresel çerçevelerin ve uluslararası iş birliğinin temelidir (Chee ve ark., 2021). Tarımsal Doğa Tabanlı Çözümler (Ag-NBS), sürdürülebilir arazi ve su kaynakları yönetimi ve iklim değişikliğiyle mücadele için etkili, uzun vadeli, maliyet açısından verimli bir yaklaşımdır. Bu uygulamalar, su bulunabilirliğini ve kalitesini iyileştirmenin yanı sıra dünya çapında ekosistemleri ve toprakları eski haline getirmeye yardımcı olabilirken, önemli sağlık ortak faydaları sunabilir ve küresel gıda güvenliğini sağlayabilir. Bu stratejiler, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündeminin birden fazla hedefine ulaşılmasına katkıda bulunabilir (Sonneveld ve ark., 2018).

Tarımsal NbS'ler, uygun şekilde gerçekleştirildiğinde üçlü bir fayda sağlayabilir: çiftçilerin geçim kaynaklarını ve tarımın dayanıklılığını iyileştirmek, toprak, sulak alanlar ve ormanların karbon tutulması yoluyla iklim değişikliğini hafifletmek ve buna uyum sağlamak, doğayı ve biyolojik çeşitliliği geliştirmek. Gıda sistemlerinin geleceğini sürdürmek için, dünya çapındaki tarımsal üreticiler, verimli ve sürdürülebilir gıda sistemlerini geliştirirken doğayı yenileyen ve onaran üretim uygulamalarına geçişini yöneteceklerdir (Sonneveld ve ark., 2018). NbS'nin kullanımı çevre koşulları ve sosyo-ekolojik süreçlerle ilgili olarak bölgesel olarak farklılık göstermektedir ve bazı ülkeler diğerlerinden daha fazla kullanım göstermektedir (Chee ve ark., 2021). NbS'nin uygulanması, ekosistem tarafından sağlanan hizmetlerin değerlendirilmesiyle başlayan yapılandırılmış ve kapsamlı bir yaklaşım gerektirir. Kullanım ve kullanım dışı değerlerin tüm

kümesi, finansal olarak; NbS'nin uygulanmasını yönlendirmek için gerçekçi bir temel sağlar; bu da ideal olarak disiplinler arası ilkelere göre yapılır, yani ilgili paydaşları içeren uyarlanabilir bir karar alma sürecinde ekosistemin bilimsel ve vaka özelinde bilgiyle tamamlanır (Sonneveld ve ark.,2018). Bu kitap bölümünde yeni gelişmekte olan güncel bir konuda araştırmacıları ve tarım sektörünü çalışanlarına yönelik konunun ve tarım alanındaki konu fırsatlarını kısa tanıtımını yapılmıştır.

1. Doğa Temelli Çözümler Kavramı ve Kapsamı

NbS'nin kökenleri Doğa Tabanlı Çözümler (NbS), iklim değişikliği, gıda güvenliği veya doğal afetler gibi toplumsal zorlukları ele almak için ekosistemleri ve sağladıkları hizmetleri kullanır. IUCN, NbS'yi şu şekilde tanımlar: *"Toplumsal zorlukları etkili ve uyarlanabilir bir şekilde ele alan, aynı anda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik faydaları sağlayan doğal veya değiştirilmiş ekosistemleri koruma, sürdürülebilir bir şekilde yönetme ve restore etme eylemleri* (Cohen-Shacham ve ark., 2016).

Doğa Tabanlı Çözümler genellikle diğer müdahale türleriyle birlikte kullanılabilir. Örneğin, gıda güvenliği zorlukları, NbS (örneğin tarımsal ormancılık sistemlerini tanıtmaya, sulak alanları restore etme) ve gıdaya erişimi iyileştirme ve ticaret politikasını yerel gıda tedarikini daha destekleyici hale getirme gibi daha geleneksel çözümlerin bir kombinasyonu kullanılarak en iyi şekilde ele alınır (Cohen-Shacham ve ark., 2016). Temel anlayış, NbS için ekosistemlerin yönetiminin ilgili tüm bilimsel alanları kapsamaya gerektirir (disiplinler arası bir yaklaşım olmalıdır) ve bilimsel ve vakaya özgü bilgiyi sorun çözme deneyimi ve uygulamasıyla bütünleştirmesi gerektirir (yani aynı zamanda disiplinler arası bir yaklaşımdır). Bu, NbS'nin hükümet katılımından tabandan sorumlu kişilerin daha yüksek katılım seviyelerini koordine etmeye kadar tüm ilgili paydaşları içermesi anlamına gelir. Bu, karşılıklı güven, öğrenme isteği, sabır ve koşulların gerekliliklerine uyum sağlama yeteneği gerektirir (Mander ve ark., 2017; Rockström ve ark., 2009).

NbS, çeşitli yaklaşımları kapsayan bir şemsiye kavram olarak düşünülebilir. Bu yaklaşımlar çeşitli alanlardan ortaya çıkmıştır (bazıları bilimsel araştırma alanından, diğerleri uygulama veya politika bağlamlarından) ancak ekosistem hizmetlerine ortak bir odaklanmayı paylaşır ve toplumsal zorlukları ele almayı amaçlar. Bu NbS yaklaşımları şu şekilde

sınıflandırılabilir: (i) ekosistem restorasyon yaklaşımları (örn. ekolojik restorasyon, ekolojik mühendislik ve orman manzarası restorasyonu); (ii) soruna özgü ekosistemle ilgili yaklaşımlar (örn. ekosistem tabanlı adaptasyon, ekosistem tabanlı hafifletme ve ekosistem tabanlı afet riskini azaltma); (iii) altyapıyla ilgili yaklaşımlar (örn. doğal altyapı ve yeşil altyapı yaklaşımları); (iv) ekosistem tabanlı yönetim yaklaşımları (örn. entegre kıyı bölgesi yönetimi ve entegre su kaynakları yönetimi); ve (v) ekosistem koruma yaklaşımları (Cohen-Shacham ve ark., 2016).

İşlevsel netliğin eksikliği, koruma ve kalkınma alanlarında yeni kavramların güvenilirliği ve uygulanabilirliği önünde büyük bir engel teşkil etmektedir. Belirli NbS yaklaşımları (Ekosistem Tabanlı Uyarılma ve REDD+ gibi) için operasyonel parametreler geliştirmek üzere şu anda birkaç paralel çalışma yürütülüyor ve her biri kendi kriter setini öneriyor. Bu kriterlerin birçoğu NbS 'ailesi' içindeki diğer yaklaşımlar için de geçerli olabilir ve muhtemelen her türlü NbS müdahalesinin uygulanmasına rehberlik edebilecek kapsamlı bir parametre veya 'standart' seti vardır. Bu çabaya yardımcı olmak için beş ön parametre önerilmiştir: ekolojik karmaşıklık, uzun vadeli istikrar, ekolojik organizasyonun ölçeği, doğrudan toplumsal faydalar ve uyarlanabilir yönetim. NbS yaklaşımlarını tek bir operasyonel çerçeve altında birleştirerek, bunların uygulanmasını ölçeklendirmek ve dünyanın en acil zorluklarını hafifletmedeki etkilerini güçlendirmek mümkün hale gelir (Cohen-Shacham ve ark.,2016).



Şekil 1. Doğa temelli çözümlerin kavramsal diyagramı (Seddon ve ark.,2021'den değiştirilerek). Doğa temelli çözümler, doğayla birlikte çalışmayı içeren toplumsal zorluklara yönelik çözümler, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik kaybının ikiz krizlerini ele alabilen ve çok çeşitli sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyen bütünleşik bir yaklaşım olarak son zamanlarda popülerlik kazanmıştır. NbS, doğal ve yarı doğal ekosistemlerin korunması, restorasyonu veya yönetimi, çalışma alanlarının ve su sistemlerinin sürdürülebilir yönetimi veya yeni ekosistemlerin oluşturulması olarak geniş bir şekilde kategorize edilen eylemlerdir (Seddon ve ark., 2021). Durum şekil 1'de özetlenmiştir.

Hem IUCN hem de EC'nin NbS tanımları, doğayla çalışarak elde edilebilecek çoklu faydaları vurgular (Tablo 2-3). IUCN bunları biyolojik çeşitlilik ve insan refahı açısından çerçeveledirirken EC, yenilikçilik ve ekonomik maliyet etkinliğine vurgu yaparak, biyomimikri ve kentsel yeşil altyapı ile kırsal ekosistemlerle çalışma da dahil olmak üzere 'çevresel, sosyal ve ekonomik zorlukları yenilikçi fırsatlara dönüştürmek için doğanın gücünden ve karmaşıklığından yararlanmayı' hedefler (European Commission: Directorate-General for, 2015). IUCN tanımı daha yaygın olarak kullanılır ve NbS için Küresel Standardın temelini oluşturur (Seddon ve ark., 2021). NbS'nin nasıl çerçevelediği, tanımlandığı ve uygulandığı zaman içinde evrimleşmiştir. Yerel toplumlar, binlerce yıldır doğal afetlerin ve iklim değişikliğinin etkileriyle başa çıkmak için doğayla birlikte çalışmaktadır (Berkes ve ark., 2000). Örneğin, yerel geçim kaynaklarını artırmak veya sel koruması sağlamak için mangrovların restorasyonu gibi müdahalelerin uzun bir belgelenmiş geçmişi vardır. Bu tür uygulamalara ancak son yıllarda

bilimsel isimler verilmiştir ve daha da yakın zamanda NbS olarak sınıflandırılmıştır. NbS kavramının kurulması ve tanınmasıyla, bu tür uygulamalara olan küresel ilgi hızla artmış ve NbS belediye, ulusal ve uluslararası düzeylerde siyasi gündemlerde üst sıralara yükselmiştir (Seddon ve ark., 2021).

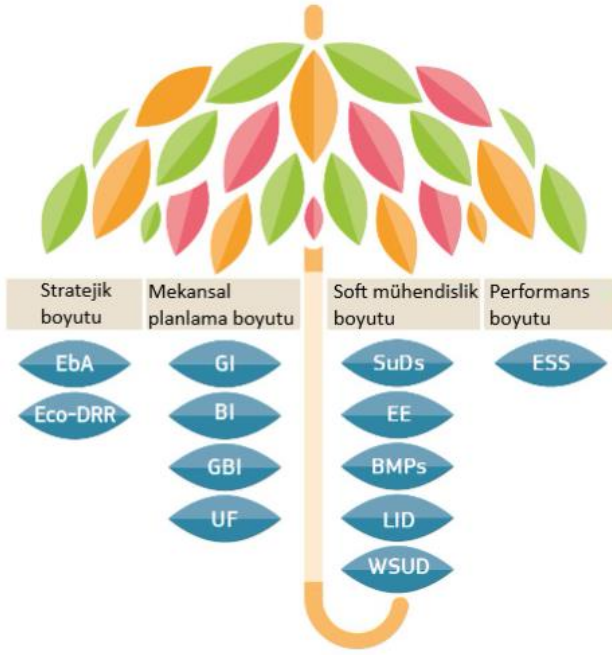
Doğa Temelli Çözümler (NbS) yaklaşımını Avrupa Komisyonu (EC) kavramsal olarak benimsedi, tanımladı ve bu kavramın pratikte etkili bir şekilde ölçeklenmesini sağlamak için uzmanların değerlendirmesine dayalı operasyonel çerçeveler önermiştir. Bu şekilde, EC (2020) NbS'yi: *Doğadan ilham alan ve desteklenen, maliyet açısından etkili olan, aynı anda çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlayan ve dayanıklılığın oluşturulmasına yardımcı olan çözümler* şeklinde tanımlamaktadır.

Tablo 1. Nbs şemsiyesi altına giren doğa temelli çözümlerin tanımları ve yaygın olarak kullanılan terimler ve yaklaşımlar ile Nbs ile ilişkili temel kavramlar (Seddon ve ark.,2021).

Terim (ve kısaltması)	Tanımları ve kaynakçası
Doğa temelli çözümler (NBS)	Toplumsal zorlukları etkili ve uyumlu bir şekilde ele alan, aynı zamanda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik açısından faydalar sağlayan doğal veya değiştirilmiş ekosistemleri koruma, sürdürülebilir şekilde yönetme ve restore etme eylemleri, Cohen-Shacham ve ark. (2019); IUCN (2012). Doğa temelli çözümler, toplumların çeşitli çevresel, sosyal ve ekonomik zorlukları sürdürülebilir yollarla ele almasına yardımcı olmayı amaçlar. Bunlar, doğadan ilham alan, doğa tarafından desteklenen veya doğadan kopyalanan eylemlerdir; hem zorluklara yönelik mevcut çözümleri kullanır ve geliştirir hem de daha yeni çözümler keşfeder, örneğin insan olmayan organizmaların ve toplulukların çevresel aşırılıklarla nasıl başa çıktığını taklit eder, EC, Avrupa Komisyonu (2015).
Doğa temelli çözümlerin kapsadığı terimler	
Ekolojik mühendislik	Her iki tarafın da yararına olacak şekilde insan toplumunu doğal çevresiyle bütünleştiren sürdürülebilir ekosistemlerin tasarımı, Odum (1962); Mitsch ve Jørgensen (2003).
Ekosistem tabanlı adaptasyon (EbA)	İnsanların iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlamalarına yardımcı olmak amacıyla genel bir uyum stratejisinin parçası olarak biyolojik çeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin kullanılması, CBD (2009).
Ekosistem tabanlı afet riskinin azaltılması (eko-DRR)	Sürdürülebilir ve dayanıklı kalkınmayı sağlamak amacıyla afet riskini azaltmak amacıyla ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi, korunması ve restorasyonu, PEDDR (2010).
Yeşil/mavi altyapı (GI/GBI/BI)	Tarım arazileri, yeşil koridorlar, kent parkları, orman rezervleri, sulak alanlar, nehirler, kıyı ve diğer su ekosistemleri de dahil olmak üzere çok işlevli doğal, yarı doğal ve insan yapımı yeşil ve mavi özelliklerin stratejik olarak planlanmış ve yönetilmiş, mekansal olarak birbirine bağlı ağı, EC, (2013). Kentsel yeşil alanlar, yeşil yollar, parklar, yağmur bahçeleri, yeşil yollar, kent ormancılığı, kentsel tarım, yeşil çatılar ve duvarlar vb. gibi doğal ve yarı doğal alanların ve özelliklerin bütünlük ağı, De la Sota ve ark.(2019).
Entegre arazi yönetimi (ILM), Sürdürülebilir arazi yönetimi (SLM), Havza yönetimi (BM) ve Ekosistem yaklaşımı(EA)	Tüm paydaşların katılımıyla, tüm manzaraların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine yönelik çeşitli yaklaşımlar, CBD (2000); Thomas ve ark. (2018).
Tarımsal ormancılık, ormanlık-tarla ve ormanlık-mera alanları dahil	Tarım arazilerine, ekinlerin arasına sıra olarak veya hayvanlara barınak olarak ağaç dikme uygulaması, Torralba ve ark.(2016).
Tarımsal ekoloji, koruma tarımı ve organik tarım	Toprak sağlığını korumayı amaçlayan sürdürülebilir tarıma yönelik çeşitli yaklaşımlar, Warren ve ark. (2008)
Orman ve peyzaj restorasyonu (FLR)	Ormanların yok edildiği veya bozulduğu bir ormanlık alanda ekolojik bütünlüğün yeniden kazanılmasını ve insan refahının artırılmasını amaçlayan bir süreç, Maginnis ve Jackson (2012).
Ormanların yok edilmesi ve bozulmasından kaynaklanan emisyonların azaltılması+ (REDD+)	Ormanların yok edilmesi ve ormanların bozulmasından kaynaklanan emisyonların azaltılması, ormanların korunmasının, sürdürülebilir yönetiminin ve gelişmekte olan ülkelerde orman karbon stoklarının artırılmasının teşvik edilmesi. REDD+ 'kural kitabı', aynı zamanda REDD için Varşova Çerçevesi olarak da bilinir (UNFCCC, 2016); Paris Anlaşması (Madde 5); (UNFCCC, 2015).
Doğal iklim çözümleri (NCS) / Doğa temelli iklim çözümleri (NbCS)	Ekosistemlerden kaynaklanan sera gazı (GHG) emisyonlarını azaltan ve karbon depolama potansiyellerini harekete geçiren koruma ve yönetim eylemleri, Griscom ve ark. (2017).
Yönetilen Yeniden Düzenleme	Sürdürülebilir sel riski yönetimi için mevcut kıyı savunmalarını ihlal ederek ek çevresel faydalar sağlayan sulak alanlar yaratmak, Esteves ve Thomas (2014).
Doğa temelli çözümlerle ilişkili temel kavramlar	
Mavi Karbon	Okyanuslar ve kıyı ekosistemleri, özellikle bitki örtüsü olan kıyı ekosistemleri: deniz çayırları, gelgit bataklıkları ve mangrov ormanları tarafından yakalanan ve depolanan organik karbon, Macreadie ve ark (2019)
Doğal sermaye	Ekosistemler, türler, tatlı su, toprak, mineraller, hava ve okyanuslar ile doğal süreçler ve işlevler de dahil olmak üzere insanlara doğrudan veya dolaylı olarak değer üreten doğa unsurları. Janssen ve ark. (2020); NCC (2014)
Ekosistem hizmetleri (ES)	İnsan refahına katkıda bulunan ekosistemlerin sağladığı faydalar. Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (2005)
Doğanın insanlara katkıları (NCP)	İnsanların doğadan elde ettiği tüm olumlu katkılar, faydalar ve zaman zaman da olumsuz katkılar, kayıplar veya zararlar. Diaz ve ark. (2018)
Doğanın uyum sağlamaya katkısı (NCA) eski adı uyum hizmetleri	Gelecekteki geçim kaynakları ve dönüştürücü değişime uyum için seçenekler sunan ekosistemlerin özellikleri. Colloff ve ark., (2020)

Doğa temelli çözümler, kritik toplumsal zorluklara entegre, çok işlevli çözümler sunar (Arnés García ve Santivañez, 2021). Bunlar, "doğadan ilham alan ve doğa tarafından desteklenen, maliyet açısından etkili, aynı anda çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlayan ve dayanıklılığın oluşturulmasına yardımcı olan çözümlerdir. Bu tür çözümler, yerel olarak uyarlanmış, kaynak açısından verimli ve sistemik müdahaleler yoluyla şehirlere, manzaralara ve deniz manzaralarına daha fazla ve daha çeşitli doğa ve doğal özellikler ve süreçler getirir. Doğa temelli çözümler bu nedenle biyolojik çeşitliliğe fayda sağlamalı ve bir dizi ekosistem hizmetinin sunulmasını desteklemelidir" (European Commission: Directorate-General for ve Innovation, 2021).

European Commission: Directorate-General for ve Innovation (2021)'e göre doğa temelli çözümler, koruma alanları kurmak gibi sıfır veya asgari müdahaleden, bir toplum bahçesi, bir şehir parkı veya bir mangrov gibi yeni ekosistemlerin yaratılmasına kadar uzanır. Doğa temelli çözümler, kentsel ormancılık (UF), yeşil ve mavi altyapı (GI, BI) veya ekosistem hizmetlerinin sunulması (ESS) gibi benzer fikirleri ifade etmek için kullanılan terimlerin bir evrimini temsil eder. NBS şemsiyesi altında geniş bir şekilde yerleştirilebilecek ek kavramlar ve uygulamalar arasında ekosistem temelli adaptasyon (EbA), ekosistem temelli afet riski azaltma (Eco-DRR), yeşil-mavi altyapı (GBI), düşük etkili kalkınma (LID), en iyi yönetim uygulamaları (BMP'ler), suya duyarlı kentsel tasarım (WSUD), sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri (SuD'ler) ve ekolojik mühendislik (EE) bulunur (Şekil 2). Bu mevcut kavramlar, doğa temelli çözümleri içeren eylemlerin stratejik, mekansal planlama, yumuşak mühendislik ve performans boyutlarında uygulanabilir (European Commission: Directorate-General for ve Innovation, 2021).



Şekil 2. Doğa temelli çözümler bir şemsiye kavramdır ve mevcut bir dizi kavram ve uygulamayı kapsar. EbA = ekosistem temelli adaptasyon; Eko-DRR = ekosistem temelli afet riski azaltma; GI = yeşil altyapı; BI = ipucu altyapısı; GBI = yeşil-mavi altyapı; UF = kentsel ormancılık; SuDS = sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri; EE = ekolojik mühendislik; BMP'ler = en iyi yönetim uygulamaları; LID = düşük etkili tasarım; WSUD = suya duyarlı kentsel tasarım; ESS = ekosistem hizmetleri. (EC,2021'den değiştirilerek).

1.1. Doğa Temelli Çözümlerin İlkeleri

IUCN ve Ekosistem Yönetimi Komisyonu (CEM), NbS'yi açıklığa kavuşturmak ve işlevsel hale getirilmesini sağlamak için NbS tanım çerçevesini geliştirmektedir. Kurumun düşüncesini pekiştirmek için, ilkeler IUCN ve diğer kuruluşların NbS hakkında ortak bir dil ve anlayış oluşturmalarına yardımcı olmak için bir araç olarak geliştirilmiştir. Pratik olarak, IUCN ve CEM'in dahili danışma süreçleri ve NbS için bir taslak tanım çerçevesi (tanım, amaç ve ilkeler listesi) ile sonuçlanan bir çalıştay sonucunda 8 ilkedен oluşan bir liste oluşturulmuştur. İlkelerin çoğu bağlantılıdır ve bazı durumlarda birbirine bağımlı olabilir (Cohen-Shacham ve ark., 2019).

1. NbS doğa koruma normlarını (ve ilkelerini) benimser: NbS doğa korumaya bir alternatif veya onun yerine geçen bir şey değildir, doğa

koruma kendi başına önemli bir küresel öncelik olmaya devam etmektedir.

2. NbS tek başına veya toplumsal zorluklara yönelik diğer çözümlerle (örneğin, teknolojik ve mühendislik çözümleri) entegre bir şekilde uygulanabilir.

3. NbS, geleneksel, yerel ve bilimsel bilgiyi içeren yerel doğal ve kültürel bağlamlar tarafından belirlenir.

4. NbS, şeffaflığı ve geniş katılımı teşvik eden bir şekilde adil ve eşit bir şekilde toplumsal faydalar üretir.

5. Doğal kaynaklar, biyolojik ve kültürel çeşitliliği ve ekosistemlerin zaman içinde evrimleşme yeteneğini korur.

6. NbS'ler bir manzara ölçeğinde uygulanır. Birçok NbS, genellikle birkaç ekosistemi (tarımsal, iç sular, kıyı, orman vb.) birleştiren ve bazı durumlarda sınır ötesi olabilen su havzaları veya büyük ormanlar gibi büyük mekansal ölçeklerde uygulanır.

7. NbS, kalkınma için birkaç acil ekonomik faydanın üretimi ile ekosistem hizmetlerinin tüm yelpazesinin üretimi için gelecekteki seçenekler arasındaki takasları tanımlar ve ele alır. NbS, doğal karma ormanlık alanı monokültür ağaç plantasyonu ile değiştirmek gibi belirli bir hizmet veya kaynak lehine bir ekosistemi değiştirmekten veya basitleştirmekten kaçınılmalıdır.

8. NbS, belirli bir zorluğun üstesinden gelmek için politikaların ve önlemlerin veya eylemlerin genel tasarımının ayrılmaz bir parçasıdır.



Şekil 3. NbS'lerin toplumsal zorlukları ele alış ve çözüm konuları (EC, 2021'den değiştirilerek)

European Commission: Directorate-General for ve Innovation (2021)'e göre NBS'ler Şekil 3'le bağlantılı olmak üzere aşağıdaki toplumsal zorlukları ele alır ve çözümler.

1-Su Yönetimi: Doğa temelli çözümler hem su kalitesi hem de su miktarı (taşkın, kuraklık) sorunlarını etkili bir şekilde ele almak için kullanılabilir ve su güvenliğine ve çevre kalitesine katkıda bulunur. Doğa temelli çözümlerin sağlayabileceği su yönetimi faydalarından bazıları şunlardır:

- Yağmur olaylarından sonra yüzey akışının azaltılması
- Yüzey suyu depolamasının ve/veya yeraltı suyunun yeniden doldurulmasının artırılması

• Kirletici yüklerinin azaltılması dahil olmak üzere iyileştirilmiş su kalitesi

2- Doğal ve İklim Tehlikeleri: Doğa temelli çözümler, doğal ve iklim tehlikeleriyle ilişkili riskleri azaltabilir. İklim değişikliğiyle ilişkili giderek daha sık ve yoğun fırtına olaylarının yanı sıra heyelan ve çığ gibi diğer doğal tehlikelerle ilgili riskleri azaltabilirler. Doğa temelli çözümler, örneğin şunları yapabilir:

- Doğal afetlerden olumsuz etkilenen kişi sayısını azaltmak
- Doğal ve iklim tehlikelerinden kaynaklanan doğrudan ve dolaylı mali kayıpları azaltmak
- Kritik altyapı risklerini azaltmak

3- Yeşil Alan Yönetimi: Yeşil alan yönetimi, kentsel alanlarda yeşil ve mavi altyapının planlanması, kurulması ve bakımı anlamına gelir. Doğa temelli çözümler, özellikle kentsel/kentsel alanların yaşanabilirliğini artırarak kamusal yeşil alanların niceliğini, niteliğini ve erişilebilirliğini artırabilir:

- Tüm vatandaşlar için kamusal yeşil alana erişilebilirliğin artırılması
- İnşa edilmiş alanlardaki yeşil alanların toplam oranının artırılması
- Yeşil, mavi ve yeşil-mavi alanların kalitesinin artırılması

4- Biyoçeşitliliğin Geliştirilmesi: Biyoçeşitliliğin kaybı ve ekosistem çöküşü, toplumumuzun yakın vadede karşı karşıya olduğu en büyük tehditler arasındadır. Doğa temelli çözümlerin uygulanması, artan biyoçeşitliliği destekler ve şu gibi faydalar sağlar:

- Doğal alanların parçalanmasının azaltılması/bağlantısının artırılması
- Polinatörler de dahil olmak üzere yerel türlerin sayısının artırılması
- Hem flora hem de faunanın tür çeşitliliğinin artırılması

5-Hava Kalitesi: İnsan egemen ortamlarda ekosistemlerin yaratılması, iyileştirilmesi veya restore edilmesine dayanan NBS, hava kirleticilerini ve karbondioksiti ortadan kaldırmada, hava sıcaklıklarını düşürmede ve ortam oksijen konsantrasyonunu

artırmada önemli bir rol oynar. Doğa temelli çözümlerin sunduğu hava kalitesi faydalarından bazıları şunlardır:

- Havadaki partikül madde, yer seviyesindeki ozon, nitrojen ve kükürt dioksitler, karbon monoksit ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar dahil olmak üzere doğa temelli çözümün yakınında hava kalitesi sınırlarının aşılmasının azaltılması
- Ortam hava kirliliğine maruz kalan nüfusun oranında azalma

6-Yer yenileme: Doğa temelli çözümler, yeşil alanların niceliğini ve kalitesini artırarak, insan-doğa bağlantılarını teşvik ederek ve çevresel ayak izimizin azaltılmasına katkıda bulunarak inşa edilmiş çevrenin yenilenmesini destekler. Doğa temelli girişimlerin bunu başarabileceği yollardan bazıları şunlardır:

- Doğa temelli çözümler için terk edilmiş arazilerin geri kazanılması
- Vatandaşlar arasında yer kimliğini veya "yer duygusunu" geliştirmek
- Kamusal yeşil alanların rekreasyonel ve estetik değerini artırmak

7- Sürdürülebilir Kentsel Dönüşüm için Bilgi ve Sosyal Kapasite Oluşturma:

Çevresel eğitim fırsatları sosyal bağlantıyı ve güveni teşvik edebilir ve çevresel bilgiyi ve derneksel ve gönüllü katılımı artırabilir. Doğa temelli çözümler, topluluk bahçeciliği ve ağaç dikimi, kuşaklar arası öğrenme ve kolektif karar alma gibi yönetim eylemlerinde vatandaş katılımı için kolektif fırsatlar sunarak aşağıdaki gibi faydalar sağlar:

- Çevresel eğitim faaliyetlerinde artan vatandaş katılımı
- Ekosistemler ve işlevleri konusunda sosyal öğrenmeyi destekleme
- Vatandaşlar arasında çevre dostu davranışı geliştirme

8-Katılımcı Planlama ve Yönetim: Kentsel çevresel dönüşüm, açık işbirlikçi yönetim ve katılımcı planlama için sağlam kapasiteler gerektiren oldukça karmaşık bir girişimdir. Doğa temelli çözümler, ekosistem hizmetleri sunumu için kalitelerini korurken yeşil alanlara erişimi destekleyen planlama ve yönetim yaklaşımları gerektirir. Doğa temelli çözümlerin uygulanması şunları destekleyebilir:

- Katılımcı süreçlerin artan açıklığı ve bu süreçlere dahil olan vatandaşların oranında artış
- Vatandaşlar arasında artan güçlenme duygusu
- Karar vericilere ve kararsızlık prosedürlerine olan güvenin artması
- Ekosistemler ve işlevleri konusunda sosyal öğrenmenin desteklenmesi
- Vatandaşlar arasında çevre dostu davranışların geliştirilmesi

9-Sosyal Adalet ve Sosyal Uyum: Sosyal uyum, uzun vadeli çevresel sürdürülebilirlik için önemli bir kaynaktır. Doğa temelli çözümler, tipik olarak dışlanmış sosyal gruplar arasında sosyal uyumu teşvik edebilir ve mahalle yeşil alanlarına eşit erişim sağlayarak sosyal adaleti destekleyebilir. Doğa temelli çözüm eylemlerinden elde edilen bazı faydalar şunlardır:

- Sosyal gruplar içinde ve arasında etkileşimlerin kalitesinin iyileştirilmesi
- Tipik olarak dışlanmış sosyal grupların daha fazla dahil edilmesi
- Topluluk içinde artan hoşgörü ve saygı

10- Sağlık ve Refah: Doğal bir ortamda geçirilen zaman zihinsel ve fiziksel sağlığı destekler ve psikolojik rahatlama ve stres azaltma sağlayarak, bağışıklık fonksiyonunu güçlendirerek, sosyal uyumu teşvik ederek, fiziksel aktiviteyi destekleyerek ve hava kirleticilerine, gürültüye ve aşırı ısıya maruziyeti azaltarak hastalık yükünü azaltır. Doğa temelli çözümler örneğin şunları destekler:

- Obezitenin ve kardiyovasküler hastalıkların azalmasına yol açan artan fiziksel aktivite

- İyileştirilmiş zihinsel sağlık ve azaltılmış kronik stres
- Hava kalitesini iyileştirerek akciğer hastalıklarını ve genel ölüm oranını azaltma

11- Yeni Ekonomik Fırsatlar ve Yeşil İşler: Doğa temelli çözümlerin benimsenmesi ve uygulanması, düşük karbonlu, kaynak açısından verimli ve sosyal olarak kapsayıcı ekonomik büyümeyi mümkün kılarak yeşil sektörde yeni ekonomik fırsatlar ve işler yaratma potansiyeline sahiptir. Faydaları şunları içerebilir:

- Ortalama arazi verimliliği ve karlılığında artış dahil olmak üzere doğal sermayenin artan değeri
- Doğa temelli çözümlere yakınlıkta artan arazi veya mülk değeri
- Doğa temelli çözümlere yakınlıkta artan perakende ve ticari faaliyet

NbS, belirli veya birden fazla toplumsal zorluğu ele alan bir dizi ekosistem tabanlı yaklaşımı kapsayan bir şemsiye kavram olarak düşünülebilir ve aynı zamanda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik faydaları sağlar. NbS çatısı altında yer alan yaklaşımlar beş kategoriye yerleştirilebilir (Cohen-Shacham ve ark., 2019).

- Restoratif (Ekolojik restorasyon, Orman manzarası restorasyonu, Ekolojik mühendislik);
- Konuya özgü (Ekosistem tabanlı uyum; Ekosistem tabanlı hafifletme; Ekosistem tabanlı afet riskinin azaltılması; İklim uyum hizmetleri);
- Altyapı (Doğal altyapı; Yeşil altyapı);
- Yönetim (Bütünleşik kıyı alanı yönetimi; Bütünleşik su kaynakları yönetimi vb.);
- Koruma (Korunan alan yönetimi ve diğer etkili alan bazlı koruma önlemleri dahil olmak üzere alan bazlı koruma yaklaşımları).

1.2. Doğa Temelli Çözümler Kavramının Tarihsel Gelişimi

Doğa temelli çözümler (NbS), IUCN tarafından doğal veya değiştirilmiş ekosistemleri korumak, sürdürülebilir şekilde yönetmek ve restore etmek için toplumsal zorlukları (örneğin iklim değişikliği, gıda ve su güvenliği veya doğal afetler) etkili ve uyarlanabilir bir şekilde ele alan ve aynı zamanda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik faydaları sağlayan eylemler olarak tanımlanmaktadır. Çevre bilimleri ve doğa koruma bağlamlarında kullanılan NbS kavramı, uluslararası kuruluşların iklim değişikliği etkilerine uyum sağlamak ve bunları azaltmak için geleneksel mühendislik çözümlerine (deniz duvarları gibi) güvenmek yerine ekosistemlerle çalışmanın yollarını aramasıyla son on yılda ortaya çıkmıştır.

NbS, hala çerçevelenme sürecinde olan nispeten 'genç' bir kavramdır. NbS kavramının uygulamalarına rehberlik edebilecek operasyonel bir çerçeveye doğru ilerlemek için artık NbS anlayışımızı derinleştirmemiz ve NbS'nin dayandığı ilkeleri doğrulamamız gerekiyor. Aşağıdaki NbS ilkeleri kümesi önerilmiştir (Cohen-Shacham ve ark., 2016).

NbS kavramının çevre bilimleri ve doğa koruma bağlamlarında ortaya çıkışı, IUCN ve Dünya Bankası gibi uluslararası örgütlerin, iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak ve bunları azaltmak, sürdürülebilir geçim kaynaklarını iyileştirmek ve doğal ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği korumak için geleneksel mühendislik müdahalelerine (deniz duvarları gibi) güvenmek yerine ekosistemlerle çalışmak için çözümler aramasıyla gerçekleşti (Mittermeier vd., 2008). Aynı yaklaşımı izleyerek, 'Doğal çözümler' benzer bir kavram olarak kullanılmış, bu durumda iklim değişikliği ve çölleşme gibi toplumsal zorluklara çözüm sunmada korunan alanların özel rolüne odaklanılmıştır (Dudley vd., 2010).

Kavramın tarihsel gelişimi Sowińska-Świerkosz, ve García , 2022; tarafından aşağıdaki gibi özetlenmiştir: *Doğa temelli çözümler (NBS) kavramı ilk olarak 2008 yılında Dünya Bankası tarafından dile getirildi . NbS üzerine ilk araştırma programı 2013 yılında başlatıldı. Kavram, hem doğa hem de toplum için faydaları dengeleyebilecek bir şekilde doğal sistemleri yönetmek için yenilikçi çözümler arayışından ortaya çıktı. Başka bir deyişle, doğaya karşı değil, doğayla birlikte çalışarak insan toplulukları dayanıklı, kaynak açısından verimli ve yeşil bir ekonomiye yönelik çözümler geliştirebilir ve uygulayabilir. Son on yılda, 'NBS' terimini kesin bir şekilde tanımlamak ve açıklığa kavuşturmak için çeşitli girişimlerde*

bulunuldu. 2015 yılında, NBS ilk kez Avrupa Komisyonu tarafından resmi olarak tanımlandı, 'doğanın sağladığı faydaları en üst düzeye çıkararak çevresel, sosyal ve ekonomik zorlukları aynı anda ele alan eylemler (...) doğadan ilham alan, doğa tarafından desteklenen veya doğadan kopyalanan' şeklinde tanımlandı. Uluslararası Doğa Koruma Birliği tarafından ortak olarak kabul edilen bir diğer tanım, 'toplumsal zorlukları etkili ve uyarlanabilir bir şekilde ele alan, aynı zamanda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik yararları sağlayan doğal veya değiştirilmiş ekosistemleri koruma, sürdürülebilir bir şekilde yönetme ve onarma eylemleri' olarak verilmiştir. NbS hakkındaki en son EC raporu, 'doğa temelli çözümler kavramının, sosyal, çevresel ve ekonomik alanlara eşit derecede güvenerek sosyo-ekolojik adaptasyon ve dayanıklılığa yaklaşmanın yeni yollarını temsil ettiğini' belirtmektedir.

Ekosistemlerin insan refahını desteklemede oynadığı temel rolün kabulü, birçok yerli halkın inanç sistemlerinin temel taşıdır ve yüzyıllardır geleneksel bilgi sistemlerine yansımıştır. Ancak, çevresel veya ekosistem hizmetleri fikri modern bilimsel literatürde kendini ancak 1970'lerde göstermeye başlamıştır. 1990'lara gelindiğinde, insanlar ve doğa arasındaki bu ilişkiyi belgelemek ve anlamak için daha sistematik bir yaklaşımın gerekli olduğu genel olarak fark edilmiştir. Kendisi de bu artan farkındalığın bir ürünü olan 2005 Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi, ekosistemlerin korunmasını, restorasyonunu ve sürdürülebilir yönetimini teşvik etmek için sonraki politikalar için güçlü bir kanıt temeli sağlarken, aynı zamanda ekosistem hizmetlerine yönelik artan talepleri de hesaba katmıştır (Reid ve ark., 2005). Birkaç yıl sonra, 2000'lerin sonlarında, 'Doğa Tabanlı Çözümler' terimi ortaya çıktı ve bakış açısında incelikli ama önemli bir değişime işaret etti: İnsanlar sadece doğanın faydalarından pasif olarak faydalanmakla kalmıyor, aynı zamanda büyük toplumsal zorlukları ele almak için amaçlı ve önemli bir katkı olarak doğal ekosistemleri proaktif olarak koruyabiliyor, yönetebiliyor veya restore edebiliyorlar (Cohen-Shacham ve ark., 2016).

Doğa temelli çözümler (NbS), doğal ve yarı doğal ekosistemlerin korunması, restorasyonu veya yönetimini; su sistemlerinin ve tarım arazileri veya ormanlık alanlar gibi çalışma alanlarının sürdürülebilir yönetimini veya şehirlerde ve çevresinde veya daha geniş manzarada yeni ekosistemlerin yaratılmasını içerir. Bunlar, biyolojik çeşitlilik tarafından desteklenen eylemlerdir ve Yerli halkların ve yerel toplulukların tam katılımı ve rızasıyla tasarlanır ve uygulanır. İnsanlar ve doğa birlikte (sarı daire), topluma fayda

sağlayan çeşitli sonuçlar (ekosistem hizmetleri veya Doğanın İnsanlara Katkıları, mavi bant) üretir; bu faydalar, sırayla, ekosistem sağlığını destekleyebilir (mavi oklar). NbS'nin nihai hedefi, insan sağlığı ve refahı da dahil olmak üzere sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek olsa da NbS sağlayan ekosistemler, bu tür faydaların uzun vadede sağlanması için sağlıklı, işlevsel ve biyolojik çeşitliliğe sahip olmalıdır. Bu nedenle, bir NbS olarak nitelendirilebilmesi için, bir eylemin insanlara sürdürülebilir bir şekilde bir veya daha fazla fayda sağlaması (örneğin sel riskini azaltma veya karbon depolama) ve müdahale öncesi duruma kıyasla biyolojik çeşitlilik veya ekolojik bütünlükte kayba (veya tercihen bir kazanıma) neden olmaması gerekir. Sadece bir toplumsal faydaya sahip eylemler NbS olarak sınıflandırılabilir de doğaya yapılan bir müdahalenin genellikle iklim ve sosyo-ekolojik sistem üzerinde birbiriyle bağlantılı birden fazla etkisi vardır. Tüm bu etkileri belirleyerek, müdahaleler sinerji oluşturmak ve gelecekteki iklim ve sosyo-ekonomik değişime karşı dayanıklı olmak üzere tasarlanabilir.

2. Tarımda Doğa Temelli Çözümler

2.1. NbS tarımında uygulamalar

Doğa tabanlı çözümler (NbS), tarım uygulayıcıları tarafından veya üretim için kullanılan arazilerde veya sularda doğrudan gıda ve lif üretimi bağlamında uygulanabilen çok çeşitli uygulamaları kapsar (Miralles-Wilhelm, 2021). Birçok NbS doğrudan tarımsal üretim ve otlatma yönetimi alanında meydana gelir ve öncelikle çiftçiler veya üreticiler tarafından uygulanır. Bu faaliyetler, daha geniş toplumsal faydaya ek olarak, artan verim veya azaltılmış maliyetler açısından üreticiye doğrudan ekonomik fayda sağlayabilir. Toprak sahibine sağlanan faydalar yeterliyse, kalıcı değişiklikler elde etmek için teknik yardım ve geçiş fonu yeterli olabilir. Bu uygulamaların çoğu, 'yenileyici tarım' adı verilen yeni bir uygulama alanıyla uyumludur (Iseman ve Miralles-Wilhelm, 2021). Koruma tarımı, örtü bitkilerinin yetiştirilmesi ve azaltılmış toprak işleme veya sıfır toprak işleme uygulamalarına geçiş gibi bir dizi uygulamayı içeren yaygın olarak bilinen bir terimdir; bu uygulamalar küresel olarak yaklaşık 125 milyon hektarda uygulanmıştır (Friedrich ve ark., 2012; Iseman ve Miralles-Wilhelm, 2021). Bu uygulamalar, yenileyici tarımla birlikte, tarımsal üretkenliği destekleyen doğal süreçleri geliştirmek için tasarlanmıştır. Bu uygulamalar aynı zamanda

mevcut sürdürülebilir yönetimin ve iklim açısından akıllı yaklaşımların ayrılmaz bir parçasıdır. Çiftçiler ayrıca besinleri daha iyi yönetmek için uygulamalar kullanabilir (örneğin, baklagiller ekilebilir), karbon depolamasını geliştirmek için biyokömür kullanabilir veya ekili alanlara ağaçlar ekleyebilir. Otlama ve hayvan yönetiminde doğa temelli seçenekler de vardır, örneğin optimum otlama yoğunluğu, hayvan beslenmesi için silvopasture uygulamalarının benimsenmesi, gölge ve çitleme, ekili meralara baklagiller ekilmesi ve yem kalitesinin iyileştirilmesi. Genel olarak, bu önlemler karbon emisyonlarını önleyebilir ve toprak karbon depolamasını artırabilir ve ayrıca su kalitesi ve mevcudiyeti, habitat ve hava kalitesi için önemli ortak faydalar sağlayabilir (Iseman ve Miralles-Wilhelm, 2021).

Ormancılık ve aktif kereste yönetimi alanında üretkenliği artırabilen ve toplumsal faydalar sağlayabilen bir dizi doğa temelli uygulama vardır. Doğal orman yönetimi, kereste rotasyonlarının uzatılması, etkisi azaltılmış kereste uygulamaları ve gönüllü sertifika uygulamalarını içerir. Ayrıca, örneğin monokültürler yerine polikültürleri, egzotikler yerine yerlileri, bozulma desenini çoğaltmayı, daha uzun rotasyonları ve erken seyreltmeyi teşvik ederek plantasyon yönetimini geliştiren uygulamalar da vardır. Son olarak, daha verimli pişirme sobalarının veya alternatif yakıtların benimsenmesi, ormanlık alanlarda yiyecek ve habitat için doğal malzemeler bırakarak odun yakıt hasadından kaçınmaya yardımcı olabilir. Benzer şekilde, tipik olarak tarım arazileri olarak kabul edilenlerin dışında, tatlı su, kıyı veya deniz ortamlarında uygulanabilen ve yiyecek üretimini ve karbon depolamasını artırabilen Doğa Temelli Çözümler vardır (Iseman ve Miralles-Wilhelm, 2021; Theuerkauf ve ark., 2019).

125 milyon hektarlık tarımsal arazilerde NbS ve benzer uygulamalar, kamu kurumları, şirketler ve özel arazi sahipleri de dahil olmak üzere çeşitli paydaşlar tarafından arazi veya ekosistem ölçeğinde uygulanmaktadır. Çiftlik ölçeğinde NbS'ye bir örnek olarak, ekosistemler doğal işlevlerini ve hizmetlerini korumak için bir kenara bırakılabilir ve korunabilir (Iseman ve Miralles-Wilhelm, 2021). Buna, kaçınılan mera dönüşümü, kaçınılan orman dönüşümü ve kaçınılan kıyı sulak alanları ve diğer su ekosistemi etkileri dahil olabilir (Griscom ve ark., 2017). Genellikle bu önlemler korunan alanların kurulması ve uygulanmasıyla gerçekleştirilir ancak tarım arazilerinde de bir kenara bırakılabilir. Arazi yöneticileri ayrıca kamu, kabile veya özel

arazilerde kıyı sulak alanlarının, su ekosistemlerinin, turbalıkların ve ormanların yeniden ormanlandırılması, ağaçlandırılması, yangın yönetimi ve restorasyonunu üstlenebilir. Benzer şekilde, deniz manzaraları söz konusu olduğunda, alan bazlı balıkçılık yönetimi önlemleri daha geniş ölçeklerde koruma deniz manzaralarının bağlantısını ve entegrasyonunu iyileştirmeye katkıda bulunabilir. Bu önlemler, ticari balık üretimini destekleyen ekosistemleri korumak ve restore etmek, popülasyonları korumak veya yeniden inşa etmek veya gerektiğinde daha geniş bir antropojenik baskı yelpazesini sınırlamak için etkili doğa tabanlı araçlar olabilir (Iseman ve Miralles-Wilhelm, 2021). FAO, ekosistemlerinin sağlığını, üretkenliğini ve dayanıklılığını artırmada oynayabileceği rol hakkında farkındalığı artırarak iyelerini desteklemektedir (FAO, 2020d).

2.2. Tarımda Doğa temelli çözüm faydaları

Tarımsal NbS'ler, uygun şekilde gerçekleştirildiğinde üçlü bir fayda sağlayabilir: çiftçilerin geçim kaynaklarını ve tarımın dayanıklılığını iyileştirmek, toprak, sulak alanlar ve ormanların karbon tutulması yoluyla iklim değişikliğini hafifletmek ve buna uyum sağlamak, doğayı ve biyolojik çeşitliliği geliştirmek. Gıda sistemlerinin geleceğini sürdürmek için, dünya çapındaki tarımsal üreticiler, verimli ve sürdürülebilir gıda sistemlerini geliştirirken doğayı yenileyen ve onaran üretim uygulamalarına geçişini yöneteceklerdir (Sonneveld ve ark., 2018). Tarımsal NbS'ler, uygun şekilde gerçekleştirildiğinde üçlü bir fayda sağlayabilir: çiftçilerin geçim kaynaklarını ve tarımın dayanıklılığını iyileştirmek, toprak, sulak alanlar ve ormanların karbon tutulması yoluyla iklim değişikliğini hafifletmek ve buna uyum sağlamak, doğayı ve biyolojik çeşitliliği geliştirmek. Doğa temelli çözümler, tarımsal üretim ve dayanıklılığın oluşturulması, iklim değişikliğinin hafifletilmesi ve doğa ile biyolojik çeşitliliğin artırılması açısından doğru bir şekilde uygulandığında üçlü bir fayda sağlayabilir. Tanınan NbS ortak faydaları son yıllarda literatürde giderek daha fazla belgelenmiştir (Iseman ve Miralles-Wilhelm, 2021). Iseman ve Miralles-Wilhelm (2021) tarımsal uygulamada NbS'nin getirebileceği faydaları şu şekilde özetlemektedir;

Dayanıklı gıda üretimi: Doğa temelli çözümler, çiftçilerin kuraklık, şiddetli fırtınalar veya kıyı taşkınları gibi gelecekteki hava koşullarına uyum sağlamalarına ve gıda üretiminin daha dayanıklı olmasını sağlamalarına

yardımcı olabilir. Toprak sağlığını ve su tutmayı iyileştirerek, toprak erozyonunu azaltarak ve kıyı şeritlerini tamponlayarak ve ayrıca çeşitlendirilmiş üretim sistemleri ve gelir kaynakları aracılığıyla gıda ve beslenme güvenliğini iyileştirebilir. Kimyasal katkı maddelerinin kullanımını azaltabilir, bu da üretim maliyetlerini düşürür ve daha güvenli gıdalar yaratır.

İklim değişikliğini azaltma: Doğa temelli çözümler, gıda sektöründen kaynaklanan karbon emisyonlarını azaltabilir ve karbonu depolayabilir, en önemlisi ormansızlaşmayı ve doğal yaşam alanlarının dönüştürülmesini önleyerek, su ekosistemlerini (örneğin su havzaları, sulak alanlar, kıyı mangrovları, deniz çayırları ve mercan resifleri) koruyarak, restore ederek ve sürdürülebilir bir şekilde yöneterek karbon sekestrasyonundaki rollerini güçlendirerek ve ayrıca bitkilerde ve topraklarda tutulan karbonu güçlendirecek şekilde ürün kalıntılarını, örtü bitkilerini ve işleme uygulamalarını değiştir.

Doğayı ve biyoçeşitliliği geliştirme: Doğa temelli çözümler, yaşam alanı çeşitliliğini artırarak, su ekosistemlerini ve sulak alanları restore ederek ve suyun kalitesini ve güvenilirliğini iyileştirerek ekosistemleri ve türleri geliştirebilir.

Tablo 2. Tarımda NbS faaliyetleri, fayda işlevi ve nicel örnekler (Hallstein ve Iseman, 2021).

NbS TARIM		İKLİM	BİYOÇEŞİTLİLİK		SU	TOPRAK	HAVA
NbS faaliyeti	01 Otlatmayı optimize etmek	02 İyileştirilmiş pirinç yetiştiriciliği	03 Biyokömür	04 Zirai alanda besleyici element yönetimi	05 Korumalı tarım	06 Ziraat alanlarında ağaç dikimi	07 İyileştirilmiş iklim/yetiştirme
NbS faydaları							
İşlevleri	Hayvan otlatma yoğunluğunu iyileştirin. Sera gazlarını azaltmaya yönelik mera yönetimi ve yem uygulamaları	Su yönetimi tekniklerini benimseyin, su drenajında kalıntı düzeylerini iyileştirin.	Karbon depolamayı artırmak için biyokömür kullanımını artırın	Aşırı gübre kullanımını ve diğer katkı maddelerini azaltın ve gübre kullanımını artırıcı teşvikleri kaldırın	Nadas döneminde ek örtü bitkileri yetiştirin; azaltılmış veya sıfır toprak işleme yapın	Habitat değerini artırmak için ağaçların tarım alanlarına entegrasyonu teşvik edin	Yoğun yönetilen üretim ormanlarında hasat rotasyonu sürelerini uzatın
NbS faydalarının nicel göstergeleri	1.4 milyar	2.9:1	1,102 milyon	44 milyon	4.8 milyar	1,040 milyon	257 milyon
	Potansiyel sığır adeti; dünyadaki sığırların %90'ından fazlası	fayda-maliyet oranı su kalitesinde iyileşme	ton CO ₂ azaltımı/yıl	ton azot azaltımı/yıl	hektar koruma alanı	ton CO ₂ azaltımı /yıl	potansiyel hektar

Miralles-wilhelm (2021); NbS'nin tarım için getirebileceği faydaları aşağıdaki gibi açıklamaktadır; “*Son yıllarda, tarımsal uygulamalar ve arazi bozulmasından etkilenen çevrenin ve arazilerin ekosistem işlevlerini iyileştirirken, geçim kaynaklarını ve diğer sosyal ve kültürel işlevleri geliştiren Doğa Tabanlı Çözümler (NbS) alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu, sağlıklı ve üretken tarımsal sistemleri korurken aynı anda koruma, iklim ve sosyoekonomik hedeflere yönelik pragmatik bir yol sunan bir NbS seçenekleri portföyü yol açmıştır. NbS, doğal süreçleri taklit edebilir ve aynı anda bitki örtüsünü ve su bulunabilirliğini ve kalitesini iyileştirmeyi ve tarımsal üretkenliği artırmayı amaçlayan arazi restorasyonu ve operasyonel su-arazi yönetimi kavramları üzerine inşa edilebilir. NbS, doğal ekosistemleri korumayı veya rehabilite etmeyi ve/veya değiştirilmiş veya yapay ekosistemlerde doğal süreçlerin geliştirilmesini veya yaratılmasını içerebilir. Tarımsal alanlarda, NbS toprak sağlığı, toprak nemi, karbon azaltımı (toprak ve ormancılık yoluyla), aşağı akış su kalitesi korumaları, biyolojik çeşitlilik faydaları ve net sıfır çevresel etkiyi elde etmek için tarımsal üretim ve tedarik zincirleri ve gıda ve su güvenliğini sağlamak ve iklim hedeflerini karşılamak için uygulanabilir. NbS, doğal ekosistemlerin korunması veya rehabilite edilmesini ve/veya değiştirilmiş veya yapay ekosistemlerde doğal süreçlerin geliştirilmesini veya yaratılmasını içerebilir*”. Bu durumlar Tablo 2-3'te özetlenmiştir.

Tablo 1 ve 2'de sunulan doğa temelli çözümler etkin seviyelerde uygulanırsa ve fosil yakıt emisyonlarındaki artışlar 10 yıl boyunca önlenirse ve daha sonra 2050'ye kadar mevcut seviyelerin %7'sine ve ardından 2095'e kadar sıfıra düşürülürse küresel ısınmanın 2 °C'nin altında tutulabileceğini öngörülmektedir. NbS, şu an ile 2030 arasında gerekli iklim azaltımının %37'sini ve şu an ile 2050 arasında %20'sini sağlayabilir (Miralles-Wilhelm, 2021).

Tablo 3. NbS'nin tarımsal faydaları (Miralles-Wilhelm, 2021).

TARIM VE MERA	Nbs Faydaları ve Faaliyetleri
Otlak dönüşümünden kaçınmak	Çayırların ekili tarım alanlarına dönüştürülmesini önlemek için korunan alanların kurulması ve daha iyi uygulamalarla; arazi kullanım hakkının mevcut tarım alanlarında yoğunlaştırılması
Biyokömür	• Biyokömür yönetimi konusunda kapasite oluşturuvcu programlar; toprak yapısının iyileştirilmesi; sertifikasyon sistemleri; teşvik programları
Tarım alanı besin elementleri yönetimi	• Aşırı gübre kullanımını azaltarak su kalitesini korumayı amaçlayan sertifikasyon programları; su kalitesi/kirillik azaltma; kredi/ticaret programları; aşırı gübre uygulamasına neden olan ters teşvikler yaratan düzenlemelerin kaldırılması; iyileştirilmiş gübre yönetimi
Korumalı tarım	• Nadas dönemlerinde ek örtü bitkilerinin yetiştirilmesi; azaltılmış toprak işleme veya sıfır toprak işleme sistemlerine ve diğer korumalı tarım uygulamalarına geçiş, örtü bitkilerinin toprak karbondan fýararlanmasını artırabilir
Tarım alanlarındaki ağaçlar	Ağaçların tarım alanlarına entegre edilmesini teşvik eden düzenlemeler ve sertifikasyon programları; tarımsal ormancılık sertifikasyon sistemleri; rüzgar kırıcılar (korunak kemerleri olarak da adlandırılır), ara sokak ağaç dikimi ve çiftçi tarafından yönetilen doğal yenilenme ile tarım alanlarındaki ağaç sayısının artırılması
Otlatma – hayvan yönetimi	Hayvan sağlığı, azaltılmış ölümler oranlarında dtişme, güçlendirilmiş genetik yapı ve canlı ağırlık artışı sağlayıcı iyi yönetim uygulamaları
Otlatma – uygun yoğunluk	En yüksek üretimi mümkün kılan yem tüketim oranlarının uygulanması; sertifikasyon programları
Otlatma – baklagil meraları	Mevcut ekili meralara baklagiller ekilmesi.
Otlatma – geliştirilmiş yem	Metan emisyonlarını azaltmak için; yem kalitesini iyileştirilmesi ve yemlere tahıl taneleri dahil edilmesi.
İyileştirilmiş piriñç yetiştiriciliği	Alternatif ıslatma ve kurutma , mevsim ortası drenajı gibi su yönetimi tekniklerinin benimsenmesi; kalıntı maddeleri ve gübre yönetimi

2.3. Tarımda doğa temelli çözüm fırsatları

Son yıllarda, antropojenik uygulamalar ve müdahalelerden etkilenen ortamların ve manzaraların ekosistem işlevlerini iyileştirirken, geçim kaynaklarını ve diğer sosyal ve kültürel işlevleri geliştiren doğa temelli çözümler (NbS) alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu, sağlıklı ve üretken arazi ve su sistemlerini korurken aynı anda iklim, koruma ve sosyoekonomik hedeflere yönelik pragmatik bir yol sunan bir NbS seçenekleri portföyü açmıştır. NbS, doğal süreçleri taklit edebilir ve aynı anda su bulunabilirliğini ve kalitesini iyileştirmeyi ve tarımsal üretkenliği artırmayı amaçlayan operasyonel arazi-su yönetimi konseptleri üzerine inşa edilebilir. NbS, doğal ekosistemlerin korunmasını veya rehabilite edilmesini ve/veya değiştirilmiş veya yapay ekosistemlerde doğal süreçlerin geliştirilmesini veya yaratılmasını içerebilir. Örneğin, tarımsal alanlarda NbS, toprak sağlığı, toprak nemi, karbon azaltımı (toprak ve ormancılık yoluyla), akış aşığı su kalitesinin korunması, biyolojik çeşitlilik faydaları ve ayrıca gıda ve su güvenliğini sağlamak ve iklim hedeflerine ulaşmak için net sıfır çevresel etki elde etmek amacıyla tarımsal üretim ve tedarik zincirleri için uygulanabilir (Miralles-Wilhelm, 2023).

Doğa temelli çözümler (NbS), mevcut gelişmeyi doğayla uyumlu çevre dostu teknolojiyle daha sürdürülebilir bir yola yönlendirmek için bir fırsat olarak ana akıma giriyor. Tarımda, bu çözümler tarımsal ekosistemlerin ve manzaraların daha iyi yönetimini -üretkenliği, gıda güvenliğini ve ekonomik sürdürülebilirliği artırarak ve koruyarak- doğal kaynakların, biyolojik çeşitliliğin ve krizlere, afetlere ve iklim değişikliğine karşı dayanıklılığın sürdürülebilir yönetimini garanti altına alarak- gerçekleştirmek için bir fırsattır (Arnés García ve Santivañez, 2021). NbS projelerinin potansiyeli, NCC (2016) 'nin belirttiği gibi çok daha büyük olabilir. Küresel ekonomi önümüzdeki 15 yıl içinde yaklaşık 90 trilyon ABD doları değerinde yeşil altyapıya ihtiyaç duyacaktır, şu anda ise yılda yaklaşık 3-4 trilyon ABD doları harcanmaktadır. Doğa Temelli Çözümler (NbS), üretken amaçlar ve insan tüketimi için suyun bulunabilirliğini ve kalitesini artırmaya yönelik umut verici bir katkı sunarken, aynı zamanda ekosistemlerin bütünlüğünü ve içsel değerini korumaya çalışır (Sonneveld ve ark., 2018). Dahası, ekosistemler büyük ve karmaşıktır ve dahil olan birçok paydaşın çıkar çatışmaları olabilir (Sonneveld ve ark., 2018). FAO, sürdürülebilir gıda ve tarım sistemlerine küresel geçişi hızlandırma ihtiyacını vurgulayarak, ürün üretimi, hayvancılık, ormancılık, balıkçılık ve tarımda ve doğal kaynakların yönetiminde sürdürülebilirliği sağlamak için entegre bir yaklaşımı savunmaktadır (FAO, 2014).

Hallstein ve Iseman (2021); yoğun tarımın gezegenimize verdiği zararları aşağıdakiler gibi özetlemiştir.

- Tarım ve gıda sisteminin doğrudan ve dolaylı emisyonları, küresel sera gazı emisyonlarının %24'ünü oluşturur ve bunun yarısı ormansızlaşma ve arazi dönüşümünden kaynaklanır.
- Tarımsal genişleme, küresel olarak yerel yaşam alanı kaybının %80'inin birincil itici gücüdür ve her yıl en az 10.000 türün yok olması söz konusudur.
- Küresel balıkçılık kaynağının %90'ı tamamen veya aşırı avlanmakta ve hayvansal üretimde en hızlı büyüyen doğal kaynak üzerine baskı oluşturabilen su ürünleri yetiştiriciliği sektörü ortaya çıkmaktadır.
- Tarım arazilerinin %52'si ciddi veya orta derecede bozulmuş olup, yılda 12 milyon hektarın terk edilmesine yol açmaktadır.

- Havza düzeyinde tatlı su talebinde ve arzında %40'lık bir fark vardır ve tarım su tüketim kullanımının %90'ını oluşturmaktadır.

Gelecekteki dünya nüfusunu sürdürülebilir ve tatmin edici bir şekilde beslemek, diğerlerinin yanı sıra, yeterli miktar ve kalitede su kaynaklarına erişim gerektirir. Tarım için temiz ve yeterli su kaynaklarına erişim, giderek artan dünya nüfusunu sürdürülebilir bir şekilde beslemenin anahtarıdır. NbS'nin tarımsal amaçlar için sürdürülebilir bir su yönetimi stratejisini destekleme potansiyeli vardır, bu durum giderek artan sayıda vakada gösterilmiştir (Sonneveld ve ark., 2018). Tarım için su emini ile ekosistem hizmetleri sağlayan sulak alanların su kalitesi aynı zamanda yüksek konsantrasyonlarda tarımsal kimyasallardan etkilenmektedir. Önümüzdeki birkaç on yılda tarım sektörünün suyun baskın kullanıcısı olmaya devam edeceği öngörülmektedir. Yine de ekosistemlerin durumunu ve kalitesini sürdüren veya iyileştiren müdahalelerin tarımsal kalkınma ve tarımsal su yönetimi için de faydalı olduğu konusunda giderek artan bir anlayış oluşmaktadır. **Dahası, NbS, tarım sektörünü ekosistemlerin hem yararlanıcısı hem de koruyucusu haline getirmek için potansiyel olarak güçlü bir stratejidir.** Gerçekten de NbS'nin benimsenmesi, sürdürülebilir gıda üretimini desteklemek ve iyi işleyen bir ekosistemin faydalarını toplamak için tarım-ekosistem-su arasındaki bağlantıyı organize etme fırsatları sağlar (Sonneveld ve ark., 2018).

FAO'nun yeni Stratejik Çerçevesi 2022-2031, daha verimli, kapsayıcı, dayanıklı ve sürdürülebilir tarımsal gıda sistemlerine dönüşümü teşvik ediyor. Bu dönüşüm, FAO'nun Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşma konusundaki yüksek bağlılığı ve Gündem 2030'un temel taşı olan tarımsal gıda sistemlerimizin herkes için sürdürülebilir bir şekilde sağlıklı bir diyet sağlamasına olanak tanıyan sağlıklı bir gezegen ile uyumludur. Bu, her Üye Ülkenin durumuna uyarlanmış politikalar ve uygulamalarla uygun şekilde kıyıya getirilmesi gereken kavramsal bir yaklaşımdır. Tarımda NbS'nin büyük ölçüde yol açabileceği yer burasıdır (Arnés García ve Santivañez, 2021). NbS, çeşitli sosyo-ekonomik ve çevresel ortak faydalar üreten ekosistem hizmetlerinin sunulmasını destekleyerek SDG'lerin başarılmasına katkıda bulunma potansiyeline sahiptir (Gómez Martín ve ark., 2020). NbS, ekosistemlerin korunmasını ve restorasyonunu doğrudan kolaylaştırır ve

böylece SDG 13 (İklim eylemi), 14 (Su altındaki yaşam) ve 15'in (Karada yaşam) başarılmasına katkıda bulunur. Ancak, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği değil aynı zamanda sosyal ve ekonomik boyutu da sağlamak ve böylece SDG 11'in (Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar) ve 12'nin (Sorumlu tüketim ve üretim) gerçekleştirilmesini ele almak için tasarlanmıştır. Tarımsal gıda sistemlerinde NbS, gıda ve geçim güvenliği için doğal kaynakları ve biyolojik çeşitliliği koruyan uygulamaların, tekniklerin ve teknolojinin teşvik edilmesi ve uygulanması (SDG 2: Sıfır açlık), temiz su ve hava sağlanmasını (SDG 6: Temiz su ve sanitasyon) ifade eder. Ayrıca, geleneksel ve yerel uygulamaların değerini kabul ederek küçük çiftçilerin çalışmalarını onurlandırır ve tarımsal gıda sistemindeki eşitsizlikleri (SDG 5: Cinsiyet Eşitliği ve 10: Azaltılmış Eşitsizlikler) ve yoksulluğu (SDG 1: Yoksulluk yok) azaltır (Arnés García ve Santivañez, 2021).

2.4. Tarımda NbS beklentileri, zorlukları ve yol haritası

Gıda ve tarım sistemleri, bir yandan yalnızca daha fazla gıda değil, aynı zamanda daha fazla kaynak yoğun gıda talep eden giderek daha aç bir nüfusa hitap etmek, diğer yandan da iklim değişikliğinin etkilerine maruz kalan doğal, insan ve finansal kaynaklar üzerindeki yoğunlaşan rekabeti ele almak için bir dizi baskı altındadır. Doğal kaynak tabanı zaten önemli seviyelere kadar bozulmuştur ve her zamanki gibi iş artık bir seçenek değildir. Kaynak kullanım verimliliğindeki ve kaynak üretkenliğindeki artışlara depolama, nakliye, dağıtım, soğutma, pazarlama, tüketim ve geri dönüşümdeki iyileştirmeler eşlik edecektir. Bitkisel üretimi ve tarımsal verimi artıran yeşil devrim, yüksek verimli çeşitler, sulama ve yüksek kimyasal girdi seviyeleri gerektiren tarımın yoğunlaştırılmasının bir sonucuydu. Yoğunlaştırmanın gerekçesi hem artan üretim perspektifinden hem de koruma perspektifinden, aksi takdirde tarım arazisine dönüştürülecek milyonlarca hektar orman, ölçülemez miktarda ekosistem hizmeti tasarrufu ve yaklaşık 590 milyar ton CO₂'nin atmosfere salınmasının engellenmesi açısından literatürde iyi bir şekilde dile getirilmiştir (Burney ve ark., 2010; Sonneveld ve ark., 2018). Tarım küresel çevresel değişimin ana itici gücü olmaktan çıkıp, verimi artırma ve ekosistem hizmetlerini geliştirme gibi çift hedefleri birleştiren ve sürdürülebilirliğe geçişe önemli bir katkıda bulunan bir konuma gelmelidir. Bu, birçok alanda, mahsul çeşitliliğinin ve verimdeki artışların çevresel

iyileştirmelerle karşılıklı olarak destekleyici olacağı anlamına gelir. Sürdürülebilirliği sağlamak için daha düşük verim veya arazi yeniden tahsisi, biyolojik çeşitliliğin korunması, karbon depolama, sel ve kuraklıklardan korunma ve rekreasyon gibi faydalarla dengelenir (Rockström ve ark., 2009). Gıda ve tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması beş temel unsura sahiptir (FAO, 2014; Sonneveld ve ark., 2018);

- Kaynakların, özellikle su kaynaklarının kullanımında verimliliği artırmak,
- Doğal kaynakları korumak ve geliştirmek için doğrudan ve bilinçli eylemlerde bulunmak,
- Kırsal geçim kaynaklarını, eşitliği ve sosyal refahı korumak ve geliştirmek,
- İnsanların, toplulukların ve ekosistemlerin dayanıklılığını artırmak,
- Sorumlu ve etkili yönetim mekanizmaları sağlamak.

Prensip olarak, NbS doğal süreçleri taklit edebilir ve aynı anda su bulunabilirliğini ve kalitesini iyileştirmeyi ve tarımsal üretkenliği artırmayı amaçlayan tam işlevsel su alanı yönetimi konseptleri üzerine inşa edebilir. Bu nedenle, NBS, iyileştirilmiş su kullanım verimliliği, entegre havza yönetimi, kaynak-deniz girişimleri, ekosistem yaklaşımları, eko-hidroloji, agroekoloji ve yeşil ve mavi altyapı geliştirme gibi yakından ilişkili konseptleri içerir (Sonneveld ve ark., 2018).

Doğa Temelli Çözümler'in (NbS) tanımı ve kapsamıyla uyumlu veya karşılaştırılabilir birçok kavram mevcuttur. Prensip olarak, NbS hem mikro hem de makro düzeylerde su kaynaklarının daha iyi yönetilmesine katkıda bulunmayı hedefler. NbS, doğal ekosistemlerin korunmasını veya rehabilite edilmesini ve/veya değiştirilmiş veya yapay ekosistemlerde doğal süreçlerin geliştirilmesini veya oluşturulmasını içerebilir. Dahası, yeniden kullanım ve geri dönüşüm süreçleri yoluyla atıkları azaltırken ve kirliliği önlerken daha fazla kaynak üretkenliğini savunan dairesel bir ekonomiyi desteklerler. NBS, insan ve doğa arasındaki eşitliği savunan çok sayıda dini ve kültürel inançla tutarlıdır. NBS sağlam bilim ve ekonomiye dayalı olsa da geleneksel ve modern paradigmalarda bir köprü oluşturabilir. NbS teriminin kapsayıcılığı, aynı zamanda, göçebe çobanlar tarafından kurak alanların paylaşılması veya balıkçılar tarafından iç göllerdeki balık tutma alanlarının

ortak yönetimi gibi ortak kaynakların sürdürülebilir yönetimini öngören yerli halkların düzenlemelerinin ve örf ve adet yasalarının değerini de kabul eder (Sonneveld ve ark., 2018). Eggermont ve ark. (2015) paydaşlar için mühendislik derecesi ile ekosistem hizmetlerinin sunumu arasındaki takasları açıklığa kavuşturan üç NbS tipolojisi önerdi (Sonneveld ve ark., 2018);

NbS Tipolojisi

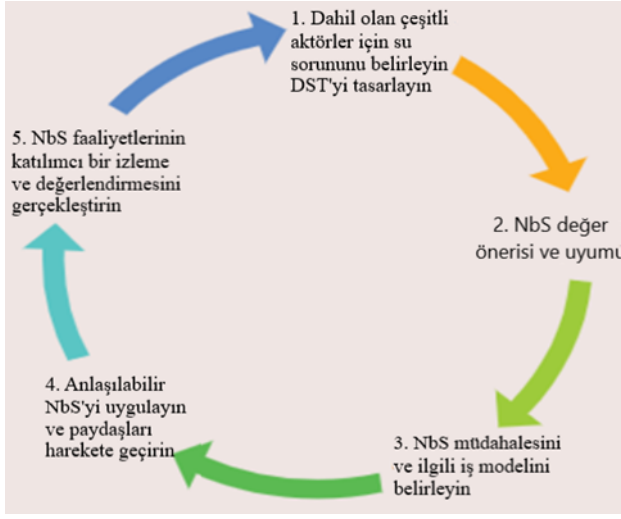
- Tip 1: Ekosistemlere hiç veya asgari müdahale. Bu tür, korunan ekosistemlerin ekosistem hizmetlerinin sunumunu korur/iyileştirir. Bu NBS, insanların sürdürülebilir bir şekilde
 - yaşadığı ve çalıştığı alanları içerir; bunlara doğa koruma ve milli parklar dahildir.
 - Tip 2: Ekosistemlere kısmi müdahaleler. Bu tür, seçili ekosistem hizmetlerinin sunumunu iyileştiren sürdürülebilir ve çok işlevli ekosistemler ve manzaralar geliştirir.
 - NbS'ler, doğal tarım sistemlerinden faydalanma ve agroekolojiyi koruma ile güçlü bir şekilde bağlantılıdır.
 - Tip 3: Ekosistemlere kapsayıcı müdahale. Bu tür, ekosistemleri müdahaleci yollarla yönetir ve gri altyapılar kullanılarak bozulmuş veya kirlenmiş alanların tamamen restore edilmesini içerir.

Hem miktarı hem de kalitesi göz önünde bulundurulduğunda, doğru zamanda ve yerde su mevcudiyeti, tarım ve gıda güvenliği için önemli bir ekosistem hizmetidir. Ekosistemin temel mekanizmalarını ve tarım ve gıda güvenliği için hacim ve kalite açısından su mevcudiyeti üzerindeki etkisini anlamak, hedefli NbS müdahaleleri için kılavuzlar sağlar. Odak noktamız, tarımsal girişimlerin sürdürülebilir gelişimi için suyla ilgili ekosistem hizmetlerini artıran ve su ve toprak kaynakları üzerindeki dış etkileri azaltan NbS müdahaleleridir (Hattingh ve ark., 2007; Sonneveld ve ark., 2018).

Tarımsal NbS müdahaleleri için bir yol haritasının amacı, kaynak kullanıcılarının çıkarlarını ekosistemin kalitesi ve sürdürülebilirliğiyle dengeleyen üretken bir paydaş katılımı yaratmaktır. Bu sosyal süreç, dahil olan aktörlerin (bireyler, gruplar ve kuruluşlar) ve çıkarlarının yapılandırılmış bir envanteriyle başlar ve her aktörün kendi hedefleri ve stratejileri olduğunu ve herhangi bir siyasi süreçte olduğu gibi katılımcılar arasında olası çatışan hedefler olduğunu kabul eder. NbS müdahaleleri, diğer ekosistem yönetim stratejileri ve ilgili kentsel ve kırsal planlama faaliyetleriyle rekabete dayalı

olmak yerine, bunları kapsayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu nedenle, yapısal paydaş katılım stratejisi, NBS yönetim planlarının aktif katılımını ve ortak tasarımını içerir. Bu ortak paydaş süreci, özel destek araçlarının geliştirilmesinden büyük ölçüde yararlanır. Bu araçlar, ekosistemlerin mekansal ve zamansal boyutlarının ve bunların belirli ekosistem hizmetleriyle ilişkilerinin yeterli temsilini sağlayabilir. Geliştirilen araçlar, NBS müdahalelerinin sonuçlarını geniş bir kitle için yorumlanabilir ve çeşitli seçenekler arasında karşılaştırmalar yapılmasını mümkün kılan sinoptik tablolarda ve renkli haritalarda göstermeyi içerebilir. Şekil 'de gösterildiği üzere NBS müdahaleleri için beş adımlı yol haritası gerekmektedir (Sonneveld ve ark., 2018).

- Adım 1. Bu sosyal süreç, her bir aktörün kendi hedefleri ve stratejileri olduğunu kabul ederek, sorunlu aktörlerin ve çıkarlarının yapılandırılmış bir envanteriyle başlar.
- Adım 2. Bir uyum sürecinde proje, olası çatışan hedefleri çözmeyi amaçlar ve sübvansiyon ilkesinin korunduğunu kabul eder: NBS'nin ana çevresel etkisinin olduğu yere en yakın olan paydaşların aktif katılımını sağlar. Bu ortak paydaş süreci, çok disiplinli ve disiplinler arası bilgi birikimini biriktiren ve NBS müdahalelerinin ekosistemler üzerindeki etkisinin yeterli bir mekansal ve zamansal temsilini sağlayan özel destek araçlarının (DST) geliştirilmesinden büyük ölçüde yararlanır.
- Adım 3. Bir iş modeli, NBS'nin kullanıcılarına nasıl değer kattığını ve nasıl finanse edildiğini açıklamalıdır.
- Adım 4. Uygulama, projenin iş paketleri ve teslimatlar açısından formüle edilen daha küçük bileşenlere ayrıştırıldığı bir yönetim planını takip eder.
- Adım 5. Bir izleme şeması, yeterince bilgilendirilmiş paydaşlara parasal ve ekolojik maliyetler ve faydaların kapsamlı bir analizini sağlar. Dahası, izleme şeması NBS'nin iyi işleyişini ödüllendirmek ve kötüye kullanım müdahalelerini cezalandırmak için kullanılır.



Şekil 4. Tarımda NbS müdahaleleri için yol haritası Sonnevelde ve ark. (2018)'den değiştirilerek).

Gıda sistemi talepleri son yıllarda katlanarak artmıştır ve küresel nüfus arttıkça ve ekonomik refah genişledikçe büyümeye devam edeceği tahmin edilmektedir. Ancak, üretken bir sistemin temeli olan sağlıklı topraklar ve topraklar ile temiz su temini halihazırda muazzam bir baskı altındadır. Aslında, en güvenilir tahminlere göre, küresel tarım arazilerinin %52'sine kadarı artık orta ila şiddetli derecede bozulmuş durumdadır ve her yıl milyonlarca hektar arazi, arazi yöneticileri tarafından terk edilecek noktaya kadar bozulmaktadır. Üretken arazi kaybı, artan gıda talebiyle birleşince, tarımı doğal yaşam alanı kaybının %80'inde birincil itici güç haline getirmektedir. Tarımsal sulama, yüksek riskli havzalardaki su kıtlığı sorunlarının çoğunu yönlendirerek gıda sistemlerini, toplum su kaynaklarını ve ekosistem sağlığını tehdit etmektedir. Bu baskılar, küresel tarım sektörünün diğer tüm sektörlerden daha fazla biyolojik çeşitlilik kaybına, doğal yaşam alanlarının tahribatına, toprak bozulmasına ve doğal kaynakların tükenmesine yol açmasına neden olmuştur (Iseman ve Miralles-Wilhelm, 2021). Iseman ve Miralles-Wilhelm (2021); Tarımda NbS'nin benimsenmesi için kilit yol haritası olarak aşağıda hususları sunmuşlardır;

- Doğa Temelli Çözümler (NbS), iklim değişikliğini azaltırken ve çevreyi iyileştirirken tarım ve gıda üretiminde dayanıklılığı artırabilen maliyet açısından etkili müdahalelerdir.

- Tarımsal üreticilerin NbS'yi kendi operasyonlarında uygulamada kritik bir rolü vardır ve Doğa Temelli Çözümlere yönelik daha geniş ölçekli manzara yaklaşımlarını şekillendirmeye yardımcı olabilirler.
- Politika yapıcılar, yasa ve yönetmelikler, ekonomik teşvikler, kapasite geliştirme ve iletişimler dahil olmak üzere çeşitli yollarla doğa temelli yaklaşımların uygulanmasını sağlayabilirler.

Tarımsal gıda sistemleri birçok sosyal, ekonomik ve çevresel zorlukla karşı karşıyadır. Bu nedenle, bu zorluklarla başa çıkabilen daha sürdürülebilir ve dayanıklı gıda sistemlerine doğru bir geçişe acil ihtiyaç vardır. Tarımdaki Doğa Tabanlı Çözümler, doğayla el ele inşa edilmiş bir yol çizerek bu dönüşümde önemli bir rol oynayabilir. Gıda sistemlerindeki doğa, doğal kaynakları, tarımsal ekosistem hizmetlerini ve gıda ve tarım için biyolojik çeşitliliği, yani doğal sermayeyi içerir. Gıda üretimi, işlevlerini yerine getirmek için doğal sermayeye bağlı olan hayati tarımsal ekosistemlerde sürdürülür. Gıda sistemlerinin bize gıda sağlama ve zaman içinde sürdürülebilirliğini sağlama yeteneği, değişen bir ortamda meydana gelen olayları gözleme, anlama ve öngörme konusundaki yaratıcılığımıza bağlıdır (Arnés García ve Santivañez, 2021).

NbS kavramı, IUCN ve Avrupa Komisyonu gibi diğer kuruluşlar tarafından giderek daha fazla geliştirilmekte ve uygulamaya sokulmaktadır.

NbS ilgili uluslararası sözleşmeler ve antlaşmalar (WWF, 2022);

- Sürdürülebilir Kalkınmayı Desteklemek İçin Doğa Temelli Çözümler Hakkında BM Çevre Meclisi'nin (UNEA 5.2) 5. oturumunun devam eden kararı
- Afet Riskini Azaltma İçin Sendai Çerçevesi
- Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG)
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)
- Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD)
- Sulak Alanlar Hakkında Ramsar Sözleşmeleri (Ramsar)
- Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (UNCCD)
- Yeni Kentsel Gündem (UN Habitat)

Sonuç olarak; yeni gelişen ve çok disiplinli bir alan olarak “doğa temelli çözümler” başta aday olma yolunda ilerlediğimiz Avrupa Birliği olmak üzere birçok saygın uluslararası kurum ve kuruluşlarca destek görmektedir. Türkiye için ise çok yeni sayılabilecek bir konu olup; araştırmacıların ve ilgili kamu ve özel sektör temsilcilerinin zaman geçirilmeden dikkatinin çekilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abbassian, A., Adenäuer, M., Altendorf, S., Amrouk, E., Enciso, S. R. A., Bachis, E., Bedford, D., Ben-Belhassen, B., Brooks, J., Cardenas, A. (2018). OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027. In *OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027* (pp. 1-112).
- Arnés García, M., Santivañez, T. (2021). Hand in hand with nature–Nature-based Solutions for transformative agriculture.
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251-1262. <https://doi.org/10.2307/2641280>
- Burney, J. A., Davis, S. J., Lobell, D. B. (2010). Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(26), 12052-12057. <https://doi.org/10.1073/pnas.0914216107>
- Chee, S. Y., Firth, L. B., Then, A. Y.-H., Yee, J. C., Mujahid, A., Affendi, Y. A., Amir, A. A., Lau, C. M., Ooi, J. L. S., Quek, Y. A., Tan, C. E., Yap, T. K., Yeap, C. A., McQuatters-Gollop, A. (2021). Enhancing Uptake of Nature-Based Solutions for Informing Coastal Sustainable Development Policy and Planning: A Malaysia Case Study [Original Research]. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.708507>
- Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, C. R., Renaud, F. G., Welling, R., Walters, G. (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science & Policy*, 98, 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.014>
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. *IUCN: Gland, Switzerland*, 97, 2016-2036.
- Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P. (2015). Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe. *GAIA-Ecological perspectives for science and society*, 24(4), 243-248.

- European Commission: Directorate-General for, R., Innovation. (2021). *Evaluating the impact of nature-based solutions : a handbook for practitioners*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/244577>
- European Commission: Directorate-General for, R. I. (2015). *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities : final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities': (full version)*. Publications Office. <https://doi.org/10.2777/479582>
- FAO. (2014). Building a common vision for sustainable food and agriculture: principles and approaches. In: FAO Rome.
- Friedrich, T., Derpsch, R., Kassam, A. (2012). Overview of the global spread of conservation agriculture. *Field actions science reports. The journal of Field Actions*(Special Issue 6).
- García-Vega, D., Dumas, P., Prudhomme, R., Kremen, C., Aubert, P.-M. (2024). A safe agricultural space for biodiversity [Review]. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1328800>
- Gómez Martín, E., Giordano, R., Pagano, A., van der Keur, P., Máñez Costa, M. (2020). Using a system thinking approach to assess the contribution of nature based solutions to sustainable development goals. *Science of The Total Environment*, 738, 139693. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139693>
- Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R. T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M. R., Herrero, M., Kiesecker, J., Landis, E., Laestadius, L., Leavitt, S. M., Minnemeyer, S., Polasky, S., Potapov, P., Putz, F. E., Sanderman, J., Silvius, M., Wollenberg, E., Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44), 11645-11650. <https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114>
- Hallstein, E., Iseman, T. (2021). *Nature-based solutions in agriculture: Project design for securing investment*. Food & Agriculture Org.

- Hattingh, J., Maree, G. A., Ashton, P. J., Leaner, J. J., Turton, A. R. (2007). A dialogue model for ecosystem governance. *Water Policy*, 9(S2), 11-18. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.130>
- Iseman, T., Miralles-Wilhelm, F. (2021). *Nature-based solutions in agriculture: The case and pathway for adoption*. Food & Agriculture Org.
- Mander, M., Jewitt, G., Dini, J., Glenday, J., Blignaut, J., Hughes, C., Marais, C., Maze, K., van der Waal, B., Mills, A. (2017). Modelling potential hydrological returns from investing in ecological infrastructure: Case studies from the Baviaanskloof-Tsitsikamma and uMngeni catchments, South Africa. *Ecosystem Services*, 27, 261-271.
- Miralles-Wilhelm, F. (2021). *Nature-based solutions in agriculture: Sustainable management and conservation of land, water and biodiversity*. Food & Agriculture Org.
- Miralles-Wilhelm, F. (2023). Nature-based solutions in agricultural landscapes for reducing tradeoffs between food production, climate change, and conservation objectives [Review]. *Frontiers in Water*, 5. <https://doi.org/10.3389/frwa.2023.1247322>
- NCC. (2016). *The state of natural capital: restoring our natural assets*. N. C. Committee.
- Peter, B. G., Mungai, L. M., Messina, J. P., Snapp, S. S. (2017). Nature-based agricultural solutions: Scaling perennial grains across Africa. *Environmental Research*, 159, 283-290. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.011>
- Reid, W., Mooney, H., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S., Chopra, K. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis*.
- Ritchie, H., Roser, M. (2024). Half of the world's habitable land is used for agriculture. *Our World in Data*.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin Iii, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., de Wit, C., Hughes, T., Van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P., Costanza, R., Svedin, U., Foley, J. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475.

- Seddon, N., Smith, A., Smith, P., Key, I., Chausson, A., Girardin, C., House, J., Srivastava, S., Turner, B. (2021). Getting the message right on nature-based solutions to climate change. *Global Change Biology*, 27(8), 1518-1546. <https://doi.org/10.1111/gcb.15513>
- Sonneveld, B. G., Merbis, M., Alfara, A., Ünver, O., Arnal, M. F. (2018). Nature-based solutions for agricultural water management and food security.
- Theuerkauf, S. J., Morris, J. A., Jr., Waters, T. J., Wickliffe, L. C., Alleway, H. K., Jones, R. C. (2019). A global spatial analysis reveals where marine aquaculture can benefit nature and people. *PLOS ONE*, 14(10), e0222282. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222282>
- UN. (2022). *The Sustainable Developments Goals Report 2020* (View Article, Issue. U. Nations.
- WWF, I. (2022). *Working with Nature to Protect People How Nature-Based Solutions Reduce Climate Change and Weather-Related Disasters*. IFRC - International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies and WWF – World Wide Fund For Nature (Formerly World Wildlife Fund).

BÖLÜM II

DOĞA TEMELLİ BİR YAKLAŞIM: AgroEkoloji

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14480448>

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

GİRİŞ

Tarım ve gıda üretimindeki teknolojik gelişmelere rağmen, dünya nüfusunun büyük bir kısmı hala gıda güvensizliği ve yetersiz beslenmeden muzdariptir . 2022'de dünya nüfusunun yaklaşık %30'u, 2,5 milyar kişi orta ve şiddetli gıda güvensizliği yaşadı; bunlar aynı zamanda küresel gıda sisteminin tek kültüre, yoğun çiftçilik uygulamalarına ve endüstriyel ölçekli üretime bağımlılığının bir sonucu olarak gelişti (FAO-Web2). Yoğun tarım, biyolojik çeşitliliğin kaybı, iklim değişikliği, erozyon, hava ve su kirliliği gibi çeşitli dezavantajlara yol açmıştır. Potansiyel bir çözüm, toprak verimliliği ve biyolojik düzenleme gibi ekosistem hizmetlerinin sağlanma düzeyini artıran yönetim uygulamalarının gerçekleştirilmesindedir (Duru ve ark.,2015). Monokültür ve endüstriyel üretim sistemleri, tek ürüne odaklanan büyük ölçekli çiftçilik çeşitli ekosistemleri zayıflatarak gıda sistemlerinin çevresel şoklara ve streslere karşı dayanıklılığını azalttığı için **biyolojik çeşitliliğin kaybolmasına** yol açmıştır. Mevcut gıda sistemi ayrıca iklim değişikliğine de katkıda bulunmaktadır; tarım ve hayvancılık üretimi küresel sera gazı emisyonlarının üçte birini oluşturmaktadır. AgroEkolojik üretim uygulamalarına geçilmez, gıda israfını azaltmaz ve daha sağlıklı beslenmeye başlamazsak, yalnızca tarımsal üretimden kaynaklanan metan emisyonları dünya ortalama sıcaklıkların 1,5 °C'nin üzerine çıkmasına neden olacaktır. Gıda sistemlerinin endüstrileşmesi ayrıca yerel gıda kültürlerini ve bilgi sistemlerini aşındırmaktadır (FAO-Web2).

AgroEkolojinin en geniş tanımlarından biri; *ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutları kapsayan tüm gıda sistemlerinin ekolojisinin bütüncül incelenmesi veya daha basitçe gıda sistemlerinin ekolojisi* olarak sunulmuştur (Francis ve ark.,2003; FAO-Web 2;). Uluslararası kabul gören en geniş tanımı ise “ *bilimsel bir disiplin, bir dizi uygulama ve bir toplumsal hareket; bir bilim olarak ise, tarımsal ekosistemin farklı bileşenlerinin nasıl etkileşime girdiğini inceler. Bir dizi uygulama olarak, verimi optimize eden ve sabitleyen sürdürülebilir çiftçilik sistemleri arar. Bir toplumsal hareket olarak, tarım için çok işlevli roller üstlenir, toplumsal adaleti teşvik eder, kimliği ve kültürü besler ve kırsal alanların ekonomik yaşayabilirliğini güçlendirir. AgroEkoloji, ekolojik ve toplumsal kavramları ve ilkeleri gıda ve tarımsal sistemlerin tasarımına ve yönetimine aynı anda uygulayan bütünleşik bir yaklaşımdır* (FAO,2018; FAO-Web2). Uygulamada yerel yenilenebilir

kaynakların sürdürülebilir kullanımı, yerel çiftçilerin bilgi ve öncelikleri, ekosistem hizmetleri ve dayanıklılık sağlamak için biyolojik çeşitliliğin akılcıca kullanımı ve yerelden küresel çoklu faydalar (çevresel, ekonomik, sosyal) sağlayan çözümler esas alınmaktadır. Bir hareket olarak küçük çiftçileri ve aile çiftçiliğini ve kırsal toplulukları, gıda bağımsızlığını, yerel ve kısa gıda tedarik zincirlerini, yerli tohum ve ırk çeşitliliğini, sağlıklı ve kaliteli gıdayı savunur. *AgroEkoloji*, bütünün parçaların toplamından daha fazlası olduğunu kabul eder ve dolayısıyla bilgi paylaşımını ve eylemi kolaylaştırarak bilim, uygulama ve hareketlerdeki aktörler arasındaki etkileşimleri teşvik eder (EC-Web1).

Bu kitap bölümünde tarımın vazgeçilmezliği dikkate alınarak; iklim değişimi yaşadığımız bu zaman diliminde, tarım ve doğal ekosistemleri yoğun tarımın baskılarından kurtarma keza tarımın sürdürülebilirliğini sağlama potansiyeli taşıyan son derece güncel bir konu “**agroEkoloji**” yaklaşımına odaklanılmıştır.

1. AgroEkoloji Kavramı ve tarihsel gelişimi

AgroEkoloji hem bir bilim ve uygulama, hem de toplumsal bir hareket olarak ele alınmaktadır. Topraktan insan toplumlarının organizasyonuna kadar tüm gıda sistemini kapsar. Değer yüküdür ve temel ilkelere dayanır. Bir bilim dalı olarak eylem araştırmalarına, bütüncül ve katılımcı yaklaşımlara, farklı bilgi sistemlerini kapsayan disiplinlerarasılığa öncelik verir (EC-Web1). *Agroekoloji* ve sürdürülebilir gıda üretimi ile ilişkili pek çok terim ve kavram bulunmaktadır. *AgroEkolojinin* ilk, tarihsel tanımı Kaliforniya Üniversitesi Biyoloji Bölümünden Altieri (1983)’tarafından “*ekolojik prensiplerin tarıma uygulanması*” olarak verilmiştir (Altieri,1983; FAO-Web2). *AgroEkolojinin* en geniş tanımlarından biri; *ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutları kapsayan tüm gıda sistemlerinin ekolojisinin bütüncül incelenmesi veya daha basitçe gıda sistemlerinin ekolojisi* olarak sunulmuştur (Francis ve ark.,2003; FAO-Web2). Uluslararası kabul gören en geniş tanımı ise “*bilimsel bir disiplin, bir dizi uygulama ve bir toplumsal hareket; bir bilim olarak ise, tarımsal ekosistemin farklı bileşenlerinin nasıl etkileşime girdiğini inceler. Bir dizi uygulama olarak, verimi optimize eden ve sabitleyen sürdürülebilir çiftçilik sistemleri arar. Bir toplumsal hareket olarak, tarım için çok işlevli roller üstlenir, toplumsal adaleti teşvik eder, kimliği ve kültürü besler ve kırsal*

alanların ekonomik yaşayabilirliğini güçlendirir. **AgroEkoloji**, ekolojik ve toplumsal kavramları ve ilkeleri gıda ve tarımsal sistemlerin tasarımına ve yönetimine aynı anda uygulayan bütünlük bir yaklaşımdır (FAO,2018; FAO-Web2).

Agroekoloji ve sürdürülebilir gıda üretimi ile ilişkili pek çok terim ve kavram bulunmaktadır. AgroEkolojinin ilk, tarihsel tanımı Kaliforniya Üniversitesi Biyoloji Bölümünden Altieri, (1983)'tarafından “*ekolojik prensiplerin tarıma uygulanması*” olarak verilmiştir (Altieri,1983; FAO-Web2). AgroEkolojinin bir diğer tanımı ise; *ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutları kapsayan tüm gıda sistemlerinin ekolojisinin bütüncül incelenmesi veya daha basitçe gıda sistemlerinin ekolojisi* olarak sunulmuştur (Francis ve ark., 2003; FAO-Web2). Uluslararası kabul gören yoğun kullanılan tanımı ise “*bilimsel bir disiplin, bir dizi uygulama ve bir toplumsal hareket; bir bilim olarak, tarımsal ekosistem farklı bileşenlerinin nasıl etkileşime girdiğini inceler. Bir dizi uygulama olarak, verimi optimize eden ve sabitleyen sürdürülebilir çiftçilik sistemleri arar. Bir toplumsal hareket olarak, tarım için çok işlevli roller üstlenir, toplumsal adaleti teşvik eder, kimliği ve kültürü besler ve kırsal alanların ekonomik yaşayabilirliğini güçlendirir. Tarım ekolojisi, ekolojik ve toplumsal kavramları ve ilkeleri gıda ve tarımsal sistemlerin tasarımına ve yönetimine aynı anda uygulayan bütünlük bir yaklaşımdır* (FAO,2018; FAO-Web 2).

Monokültür ve endüstriyel üretim sistemleri, tek ürüne odaklanan büyük ölçekli çiftçilik; çeşitli ekosistemleri zayıflatarak gıda sistemlerinin çevresel şoklara ve streslere karşı dayanıklılığını azalttığı için **biyolojik çeşitliliğin** kaybolmasına yol açmıştır. Mevcut gıda sistemi ayrıca **iklim değişikliğine** de katkıda bulunmaktadır; tarım ve hayvancılık üretimi küresel sera gazı emisyonlarının üçte birini oluşturmaktadır. AgroEkolojik üretim uygulamalarına geçilmez, gıda israfı azaltılmaz ve daha sağlıklı beslenmeye başlamazsak, yalnızca tarımsal üretimden kaynaklanan metan emisyonları dünya sıcaklıklarının 1,5 °C'nin üzerine çıkmasına neden olacaktır. Gıda sistemlerinin endüstrileşmesi ayrıca yerel gıda kültürlerini ve bilgi sistemlerini aşındırmaktadır (FAO- Web2).

Uygulamada yerel yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir kullanımı, yerel çiftçilerin bilgi ve öncelikleri, ekosistem hizmetleri ve dayanıklılık sağlamak için biyolojik çeşitliliğin akıllıca kullanımı ve yerelden küresele

çoklu faydalar (çevresel, ekonomik, sosyal) sağlayan çözümler esas alınmaktadır. Bir hareket olarak küçük çiftçileri ve aile çiftçiliğini ve kırsal toplulukları, gıda bağımsızlığını, yerel ve kısa gıda tedarik zincirlerini, yerli tohum ve ırk çeşitliliğini, sağlıklı ve kaliteli gıdayı savunur. AgroEkoloji, bütünün parçaların toplamından daha fazlası olduğunu kabul eder ve dolayısıyla bilgi paylaşımını ve eylemi kolaylaştırarak bilim, uygulama ve hareketlerdeki aktörler arasındaki etkileşimleri teşvik eder (EC-Web1).

Agroekolojinin bilimsel bir disiplini, bir dizi uygulama ve bir hareket olarak evrimi: *agro*Ekoloji kavramının kronolojik gelişimi aşağıda sunulduğu gibidir (Silici ve ark.,2014; FAO-Web2);

Erken çalışmalar, 1930'lar: *Agro*Ekoloji, ilk olarak 1930'larda tarımsal ekosistemin diğer doğal unsurları ile bitkiler arasındaki biyolojik etkileşimleri incelemek amacıyla, agronomi ve ekoloji olmak üzere iki geleneksel disiplinin birleştirilmesiyle bilimsel literatürde yer almıştır.

Yerli tarımdan dersler, 1960'lar: 60'lardan 70'lere kadar, bu araştırma alanı analiz ölçeğini genişleterek (araziden çiftliğe ve geniş arazi düzeyine) ve diğer disiplinleri entegre ederek (sosyoekonomik ve politik değerlendirmeleri içeren disiplinler arası yaklaşım) vizyonunu giderek genişletti. Bu araştırmacılar, mahsulleri doğal çevrenin değişkenliğine uyum sağlayan, dış girdiler kullanmadan zararlılardan ve rekabetten korunan, yerel tarımların incelenmesinden etkilendiler. Yerli tarımsal bilgiyi değerlendirme fikri uygulayıcılar arasında yayılmaya başladı. Buna paralel olarak, yeşil devrimin olumsuz etkilerinin farkına varılmasıyla körüklenen ekolojist hareketin ortaya çıkışı da bazı çiftçi toplulukları arasında *agroekolojik* uygulamaların erken benimsenmesine fırsat verdi.

Endüstriyel gıda sistemini ve toplumsal hareketi sorgulamak, 1980'ler: 80'lerde, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde *agro*Ekolojik uygulamaların artan tanıtımı için kavramsal bir çerçeve sağlamıştır. Sosyal savunucular ve taban hareketleri giderek endüstriyel gıda sistemine karşı; küçük ölçekli çiftçilerin yanında durmuşlardır.

AgroEkoloji için birleşik bir çerçeveye doğru 2000'ler: 2000'lerden bu yana, *agroekolojik* çerçeve, küresel bir gıda üretim, dağıtım ve tüketim ağı olarak tanımlanan tüm gıda sistemini kapsadı. *Agro*Ekoloji son zamanlarda çeşitli forumlarda giderek daha fazla tanınmakta, tartışılmakta ve yeni aktörler tarafından sahiplenilmektedir. Son yıllarda, araştırmacılar, öğrenciler,

uygulayıcılar ve savunucular kıtasal ağlar, sempozyumlar ve forumlar etrafındaki ivmelerden de anlaşılacağı gibi, *agroekoloji* etrafında bir toparlanma başladı. Örneğin, birçok uluslararası örgüt, bilimsel veya çok paydaşlı kuruluşlar uluslararası olarak kabul görmüş tanımlar ortaya koydu (örneğin Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Dünya Gıda Güvenliği Komitesi (CFS), Gıda Güvenliği ve Beslenme Yüksek Düzeyli Uzman Paneli (HLPE)).

Tarım ve gıda sistemlerinin karşı karşıya olduğu zorlukların büyüklüğü ve aciliyeti, gerçek dönüştürücü değişim ve sürdürülebilirlik elde etmek için insan faaliyetinin farklı yönlerinde derin değişiklikler talep etmektedir. Sürdürülebilirliği sağlamanın içsel karmaşıklığının genellikle karar almada bir caydırıcı olarak görüldüğünü kabul eden Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), tarım ve gıda sistemleri dönüşümü için farklılaştırılmış yolların tasarlanmasını desteklemek için analitik bir çerçeve olarak *AgroEkolojisinin 10 Unsurunu* onaylamıştır, böylece politika yapıcılar, uygulayıcılar ve diğer paydaşlar tarafından farklı bağlamlarda çeşitli düzeylerde ve çeşitli ölçeklerde daha iyi karar alma kolaylaştırılmıştır. Biyolojik çeşitlilik, tüketiciler, eğitim ve yönetim, olası sosyo-ekolojik geçiş yörüngelerini grafiksel olarak incelemek için “*AgroEkolojisinin 10 unsuruna dayanan*” görsel anlatılar kullanan umut verici bir süreç başlatılmıştır (Barrios ve ark.,2020).

2. *AgroEkolojinin İlkeleri*

FAO'nun Sürdürülebilir Gıda ve Tarıma İlişkin Ortak Vizyonu (FAO,2014) beş genel ilkedен oluşmaktadır: (i) kaynak kullanımında verimliliği artırmak; (ii) doğal ekosistemleri korumak, kollamak ve geliştirmek; (iii) kırsal geçim kaynaklarını, eşitliği ve sosyal refahı korumak ve geliştirmek; (iv) insanların, toplulukların ve ekosistemlerin dayanıklılığını artırmak ve (v) hem doğal hem de insan sistemlerin iyi yönetişimini teşvik etmek. Gıda ve tarımın sürdürülebilirliğini artırmak için FAO, bu Ortak Vizyonu işler hale getirmek amacıyla farklı çerçeveler, yaklaşımlar, politikalar, araçlar ve teknikler geliştirmiştir (örneğin iklim açısından akıllı tarım; balıkçılık/su ürünleri yetiştiriciliğine ekosistem yaklaşımı; Tasarruf Et ve Büyüt; Sürdürülebilir Arazi Yönetimi gibi). Sektörler arasında daha

bütünsel bir yaklaşım için çağrılar arttıkça, sosyal eşitliği çevresel güvencelerle birlikte benimseyen FAO, Sürdürülebilir Gıda ve Tarım için Ortak Vizyonu işler hale getirmek için alternatif bir yol olarak *agro*Ekoloji alanını yapılandırmak, tanımlamak ve keşfetmek için bir çerçeve olması amacıyla *agro*Ekolojinin 10 Unsurunu önermektedir (Barrios ve ark.,2020).

AgroEkolojinin üç temel yaklaşımı (CIDSE-Web3);

- Tarımsal ekosistemlerin ve gıda sistemlerinin bütünsel çalışmasını içeren bilimsel bir araştırma yaklaşımıdır,
- Toplumsal bütünlüğü korurken gıda ve çiftçilik sistemlerinin dayanıklılığını ve sürdürülebilirliğini artıran bir dizi ilke ve uygulamadır,
- *Agro*Ekolojinin pratik uygulamasına odaklanan, tarımı, işlenmesini, dağıtımını, gıda tüketimini ve toplum ve doğayla ilişkilerini ele almanın yeni yollarını arayan bir sosyo-politik harekettir.

AgroEkoloji, hem bilimde hem de uygulamada güçlü bir şekilde kök saldı ve yeterli gıda hakkı ilkeleriyle güçlü bağlantılar gösterdiği için gelecekteki çiftçilik sistemlerini tasarlamak için tutarlı bir kavramdır.

Olivier De Schutter*

(*Yoksullukla mücadele eden bir hukukçu bilim insanı, BM Yoksulluk ve İnsan Hakları Özel Raportörü) (CIDSE-Web3)

AgroEkolojinin unsurları aşağıda sunulduğu gibidir (FAO-Web2);

- Çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla birlikte gıda sisteminin bütününe **incelenmesi**.
- Dönüşümü sağlamak için kanıta dayalı, bilimsel yaklaşımlara (çiftçiler ve araştırmacılar) dayanan **bilimsel bir disiplin**.
- (Biy)çeşitlilik, ekolojik döngüler ve süreçler üzerine kurulu, hayvanlar, bitkiler, mikroorganizmalar ve toprak arasında sinerji yaratan ve bunları güçlendiren **bir dizi uygulama**.
- Gıda güvenliğini ve dayanıklılığı artırmak için katılıma, ortak yaratıcılığa ve sosyal adalete odaklanan **bir sosyal harekettir**.

AgroEkolojinin ilkeleri, uygulamasının yapı taşlarını oluşturan bir dizi geniş kılavuzdur CIDSE (Web3) *Agro*Ekolojinin ilkeleri ve boyutlarını aşağıdaki özelliklere dayandırmaktadır. Bunlar (CIDSE,2018-Web3);

- *Agro*Ekoloji, bir geçiş sürecinin kuralları veya tarifleri yerine ilkeleri teşvik eder,

- *Agro*Ekoloji, ilkelerinin ve bunların altında yatan değerlerin alternatif çiftçilik ve gıda sistemlerinin tasarımında ortaklaşa uygulanmaların bir sonucudur. Bu nedenle, ilkelerin uygulanmasının kademeli olarak yapılacağı kabul edilmektedir,
- İlkeler konumlar arasında geçerlidir ve farklı uygulamaların farklı yerlerde ve bağlamlarda kullanılmasına yol açar,
- Tüm ilkeler, doğa ile entegrasyonun iyileştirilmesi ve insanlar, diğer canlılar ve süreçler için adalet ve onur bağlamında yorumlanmalıdır.

***Agro*Ekolojinin çevresel boyutu (CIDSE-Web3);**

- *Agro*Ekoloji, tarımsal ekosistemlerin unsurları (bitkiler, hayvanlar, ağaçlar, toprak, su vb.) ile gıda sistemleri (su, yenilenebilir enerji ve yeniden yerleştirilmiş gıda zincirlerinin bağlantıları) arasındaki olumlu etkileşimi, sinerjii, entegrasyonu ve tamamlayıcılıkları artırır.
- *Agro*Ekoloji, bitki büyümesi için elverişli koşullar sağlamak amacıyla toprakta yaşamı inşa eder ve korur.
- *Agro*Ekoloji, tarım ve gıda sistemlerinde mevcut besleyici elementleri ve biyokütleği geri dönüştürerek kaynak döngülerini optimize eder .
- *Agro*Ekoloji, zaman ve mekanda (arazi, çiftlik ve peyzaj düzeyinde) yer üstünde ve altında biyolojik çeşitliliği (geniş bir tür ve çeşit yelpazesi, genetik kaynaklar, yerel olarak uyarlanmış çeşitler/ırklar vb.) optimize eder ve korur.
- *Agro*Ekoloji, çiftçilerin ekolojik yönetim yoluyla zararlıları, yabancı otları kontrol etmelerini ve verimliliği artırmalarını sağlayarak harici sentetik girdilerin kullanımını ve bunlara bağımlılığı ortadan kaldırır.
- *Agro*Ekoloji, fosil yakıtların daha az kullanımı ve topraklarda daha yüksek karbon tutulması yoluyla sera gazı emisyonlarının azaltılmasına (azaltma ve tutma) katkıda bulunurken iklim adaptasyonunu ve dayanıklılığı destekler.

***Agro*Ekolojinin sosyal ve kültürel boyutu (CIDSE-Web3);**

- *Agro*Ekoloji, yerel toplulukların kültürüne, kimliğine, geleneğine, yenilikçiliğine ve bilgisine dayanır.
- *Agro*Ekoloji, sağlıklı, çeşitlendirilmiş, mevsimsel ve kültürel olarak uygun beslenme tarzlarına katkıda bulunur.

- *AgroEkoloji*, bilgi yoğun bir alandır ve bilgi, beceri ve yeniliklerin paylaşımı için yatay (çiftçiden çiftçiye) temasları, çiftçiye ve araştırmacıya eşit ağırlık veren ittifaklarla birlikte teşvik eder.
- *AgroEkoloji*, kültürel olarak çeşitli insanlar (örneğin, aynı değerleri paylaşan ancak farklı uygulamalara sahip farklı etnik gruplar) ve kırsal ve kentsel nüfuslar arasında dayanışma ve tartışma fırsatları yaratır ve bunları teşvik eder.
- *AgroEkoloji*, cinsiyet, ırk, cinsel yönelim ve din açısından insanlar arasındaki çeşitliliğe saygı gösterir, gençler ve kadınlar için fırsatlar yaratır ve kadın liderliğini ve cinsiyet eşitliğini teşvik eder.
- *AgroEkoloji*, genellikle üretici-tüketici ilişkilerine ve güvene dayalı işlemlere dayandığı için pahalı dış sertifikasyon gerektirmez ve PGS (Katılımcı Garanti Sistemi) ve CSA (Topluluk Destekli Tarım) gibi alternatif sertifikasyona teşvik eder.
- *AgroEkoloji*, insanların ve toplulukların toprakları ve çevreleriyle manevi ve maddi ilişkilerini sürdürmelerini destekler.

***AgroEkolojinin ekonomik boyutu* (CIDSE-Web3);**

- *AgroEkoloji*, doğrusal dağıtım zincirleri yerine adil, kısa dağıtım ağlarını teşvik eder ve üreticiler ile tüketiciler arasında şeffaf bir ilişki ağı (resmi ekonomide genellikle görünmez) kurar.
- *AgroEkoloji*, öncelikle köylü ailelerin geçim kaynaklarını sağlamaya yardımcı olur ve yerel pazarları, ekonomileri ve istihdamı daha güçlü hale getirmeye katkıda bulunur.
- *AgroEkoloji*, sosyal ve dayanışmacı bir ekonomi vizyonu üzerine kurulmuştur.
- *AgroEkoloji*, çiftçilere daha fazla mali bağımsızlık kazandırarak çiftlik içi gelirlerin çeşitlendirilmesini teşvik eder, üretim ve geçim kaynaklarını çoğaltarak dayanıklılığı artırır, dış girdilerden bağımsızlığı teşvik eder ve çeşitlendirilmiş sistemiyle ürün başarısızlığını azaltır.
- *AgroEkoloji*, gıda üreticilerinin ürünlerini adil fiyatlarla satmalarını ve yerel pazar talebine aktif olarak yanıt vermelerini sağlayarak yerel pazarların gücünden yararlanır.
- *AgroEkoloji*, sürdürülebilir geçim kaynaklarını ve onuru teşvik ederek yardımlara olan bağımlılığı azaltır ve topluluk özerkliğini artırır.

AgroEkolojinin politik boyutu (CIDSE-Web3);

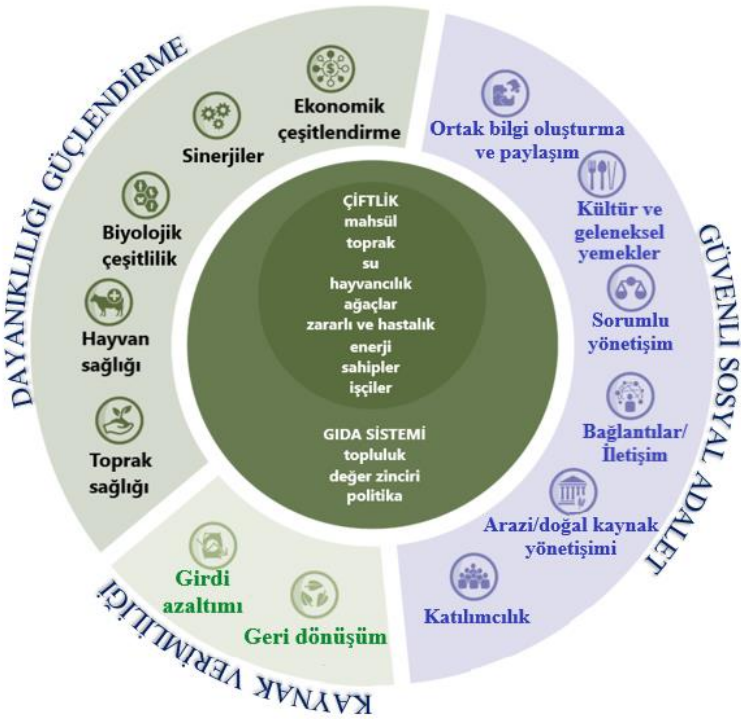
- *AgroEkoloji*, dünya gıda üretiminin çoğunluğunu tedarik eden küçük ölçekli gıda üreticilerinin ihtiyaç ve çıkarlarına öncelik verir ve büyük endüstriyel gıda ve tarım sistemlerinin çıkarlarını önemsizleştirir.
- *AgroEkoloji*, tohum, biyolojik çeşitlilik, toprak ve bölgeler, su, bilgi ve ortak alanların kontrolünü gıda sisteminin parçası olan insanların eline verir ve böylece daha iyi entegre kaynak yönetimi elde eder.
- *AgroEkoloji*, gıda üreticilerinin ve tüketicilerin gıda sistemleri üzerindeki karar alma süreçlerine daha fazla katılımını teşvik ederek güç ilişkilerini değiştirebilir ve yeni yönetim yapıları sunar.
- *AgroEkoloji*, tam potansiyeline ulaşmak için bir dizi destekleyici, tamamlayıcı kamu politikası, destekleyici politika yapıcılar ve kurumlar ve kamu yatırımı gerektirir.
- *AgroEkoloji*, merkezi olmayan yönetim, gıda ve tarım sistemlerinin yerel uyarlanabilir yönetimi için gereken sosyal örgütlenme biçimlerini teşvik eder. Ayrıca yerelden küresele (çiftçi örgütleri, tüketiciler, araştırma örgütleri, akademik kurumlar, vb.) farklı düzeylerdeki grupların ve ağların kendi kendini örgütlemesini ve kolektif yönetimini teşvik eder.

Kavramsal bir çerçeve olarak *agroEkoloji*, bir dizi rehber ilkeye dayanır. Bu ilkeler, uygulayıcıların, politika yapıcılarının ve diğer paydaşların *agroEkolojik* geçişleri planlamalarına, yönetmelerine ve değerlendirmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Ancak, bir dizi uygulama veya sabit yönetim kuralı bulunmamaktadır. Farklı ölçeklerde uygulanırlar, ormancılık, su yönetimi, arazi kullanımı gibi farklı sektörleri içerirler ve farklı karmaşıklık dereceleri gerektirirler. Zaman içerisinde farklı aktörler ve girişimler tarafından farklı ilke setleri geliştirilmiştir. Bunlar; *agroEkolojinin* tarihsel ilkeleri, genel ekolojik ilkeler, en son yaklaşımlar olarak gruplanabilir (Nicholls ve ark.,2016; CIDSE,2018; FAO-Web 2);

AgroEkolojiye ilişkin anlatıyı ve savunuculuğu güçlendirecek Şekil 1-2'de sunulan 24 ilke belirlenmiştir (Nicholls ve ark.,2016; CIDSE,2018; FAO-Web 2); *agroEkolojinin* 13 temel ilkesi de aşağıda sunulduğu gibidir(HLPE 2019; Web1);

1. **Geri dönüşüm:** Yerel yenilenebilir kaynakları tercihen kullanın ve besin maddesi ve biyokütle kaynak döngülerini mümkün olduğunca kapatın,
2. **Girdi azaltımı:** Satın alınan girdilere olan bağımlılığı azaltın veya ortadan kaldırın,
3. **Toprak sağlığı:** Özellikle organik maddeyi yöneterek ve toprak biyolojik aktivitesini artırarak, bitki büyümesini iyileştirmek için toprak sağlığını ve işlevini güvence altına alın ve geliştirin,
4. **Hayvan sağlığı:** Hayvan sağlığını ve refahını sağlayın,
5. **Biyolojik Çeşitlilik:** Tür çeşitliliğini, işlevsel çeşitliliği ve genetik kaynakları koruyun ve geliştirin; tarla, çiftlik ve peyzaj ölçeklerinde zaman ve mekânda tarımsal ekosistemdeki biyolojik çeşitliliği koruyun,
6. **Sinerji:** Tarımsal ekosistemlerin unsurları (bitkiler, hayvanlar, ağaçlar, toprak, su) arasındaki olumlu ekolojik etkileşimi, sinerjiyi, entegrasyonu ve tamamlayıcılığı artırın,
7. **Ekonomik çeşitlendirme:** Küçük ölçekli çiftçilerin daha fazla finansal bağımsızlığa ve katma değer fırsatlarına sahip olmasını sağlayarak çiftlik içi gelirleri çeşitlendirin ve tüketicilerin talebine yanıt verebilmelerini sağlayın,
8. **Ortak bilgi oluşturma ve paylaşım:** Yerel ve bilimsel yenilikler de dâhil olmak üzere, özellikle çiftçiden çiftçiye değişim yoluyla, ortak bilgi oluşturun ve yatay bilgi paylaşımını geliştirin,
9. **Kültür ve geleneksel yemekler:** Yerel toplulukların kültürüne, kimliğine, geleneğine, sosyal ve cinsiyet eşitliğine dayalı, sağlıklı, çeşitlendirilmiş, mevsimsel ve kültürel olarak uygun besinler sağlayan gıda sistemleri oluşturun.
10. **Sorumlu yönetim:** Gıda sistemlerinde yer alan tüm aktörler, özellikle küçük ölçekli gıda üreticileri için adil ticaret, adil istihdam ve fikri mülkiyet haklarının adil muamelesi temelinde onurlu ve sağlam geçim kaynaklarını destekleyin,
11. **Bağlantılar/İletişim:** Üreticiler ve tüketiciler arasında adil ve kısa dağıtım ağlarının teşvik edilmesi ve gıda sistemlerinin yerel ekonomilere yeniden yerleştirilmesi yoluyla yakınlık ve güven sağlayın,

12. **Arazi ve doğal kaynak yönetimi:** Aile çiftçilerinin, küçük çiftçilerin ve köylü gıda üreticilerinin sürdürülebilir yöneticileri, doğal ve genetik kaynakların koruyucuları olarak ihtiyaçlarını ve çıkarlarını tanıyın ve destekleyin,
13. **Katılımcılık:** Tarımsal ve gıda sistemlerinin yerel uyarlanabilir yönetimini ve merkezi olmayan yönetimi desteklemek için gıda üreticileri ve tüketicilerinin sosyal örgütlenmesini ve karar alma süreçlerine daha fazla katılımını teşvik edin.



Şekil 1. Sürdürülebilir gıda sistemlerinin işleyiş ilkesine bağlı on üç *agro*Ekoloji ilkesi. Şeklin iç daireleri başarılı bir geçiş için ana kaldıraçları göstermektedir (FAO-Web2'den değiştirilerek).

*Agro*Ekolojinin, coğrafi konuma göre de farklılık gösteren çeşitli tanımları vardır. Ancak, 2019 yılında Gıda Güvenliği ve Beslenme Yüksek Düzeyli Uzman Paneli (HLPE-FSN) ***agro*Ekolojinin 13 ilkesini** yayınlamıştır. Bunlar, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) *agro*Ekoloji konusundaki stratejisine rehberlik etmek üzere düzenlediği çok

paydaşlı bir süreçte 197 ülke tarafından onaylanan **agroEkolojinin 10 ögesini** tamamlar ve onlarla uyumludur. İki çerçeveye arasındaki temel fark, 13 ilkenin toprak ve hayvan sağlığına açık referanslar içermesi ve biyolojik çeşitlilik ile ekonomik çeşitlendirme arasında ayırım yapmasıdır (Şekil 2) (HLPE, 2019).

HLPE (2019) raporunda, gıda güvenliği ve beslenmeyi sağlamak için sürdürülebilir gıda sistemlerine yönelik agroekolojik bir yaklaşım tanımlanıyor: *AgroEkolojik yaklaşımlar doğal süreçlerin kullanımını destekler, satın alınan girdilerin kullanımını sınırlar, minimum olumsuz dışsallıklarla kapalı döngüleri teşvik eder ve deneyim yoluyla bilgi ve uygulama geliştiren yerel bilgi ve katılımcı süreçlerin önemini vurgular ve daha geleneksel bilimsel yöntemleri kullanır ve toplumsal eşitsizlikleri ele alır. AgroEkolojik yaklaşımlar, tarımsal gıda sistemlerinin gıda üretiminden tüketime kadar birleşik toplumsal-ekolojik sistemler olduğunu ve gıda güvenliği ve beslenmeyi ele almak için bilim, uygulama ve toplumsal bir hareketin yanı sıra bunların bütünsel entegrasyonunu içerdiğini kabul eder.*

HLPE (2019); farklı agroEkolojik ilke kümeleri üzerine inşa edilen en küçük, tekrarlanmayan ancak kapsamlı ilke kümesine ulaşmayı amaçlar ve 13 agroEkoloji ilkesini ortaya koyar (Şekil 2). Her agroEkolojik ilke belirli bir operasyonel ilkeye bağlı olsa da, çoğu zaman agroEkolojik ilkeler birkaç operasyonel ilkeye katkıda bulunur. Gliessman (2007) 'ın 5 seviyesine göre, Seviye 3'e ulaşılmışsa bir sistem temel agroEkolojik ilkelerle uyumludur. Seviye 4 ve 5 üretimin ötesine geçer ve yetiştiriciler ile tüketiciler arasındaki bağlantıları yeniden kurma ve sorumlu yönetim gibi sosyoekonomik yönlere odaklanır (FAO-Web 2'den değiştirilerek). Bu prensipler yukarıda sunulmuştur.

5 GIDA GEÇİŞİ SEVİYESİ



13 İLKE



10+ ÖĞE



Şekil 2. Gliessmann (2007)'dan uyarlanan beş gıda geçiş seviyesine göre düzenlenmiş 13 ilke ve 10+ agroekoloji unsuru (Web 2; FAO'dan değiştirilerek).

3. AgroEkoloji ve benzer yaklaşımların ortak temeli

AgroEkoloji, bir dizi ilkeye dayalı genel bir çerçeve ve çiftçilik sistemlerinin dayanıklılığını ve sürdürülebilirliğini artırmak için farklı kombinasyonlarda kullanılabilen bir dizi uygulama olarak gelişmiştir. Yıllar içinde ve dünyanın çeşitli bölgelerinde *agro*Ekolojinin ne olduğu konusunda çeşitli yaklaşımlar ortaya çıktı. Bu yaklaşımın ortak noktası aşağıdaki sunulduğu gibidir (Web 2; FAO).

- Yaklaşımın genel hedefleri
- Bütünsel yaklaşım
- 3 yönlü yaklaşım
- Ekolojik ilkelere dayalı yaklaşım
- Uzun vadeli yaklaşım
- Disiplinlerarası yaklaşım
- Dönüştürücü yaklaşım
- Bilgi yoğun yaklaşım
- Yerel olarak uyarlanmış ve esnek yaklaşım

*Agro*Ekolojinin çeşitli yorumları ve sıkça dile getirilen temel ayrışma noktaları şunlardır (FAO-Web 2) ;

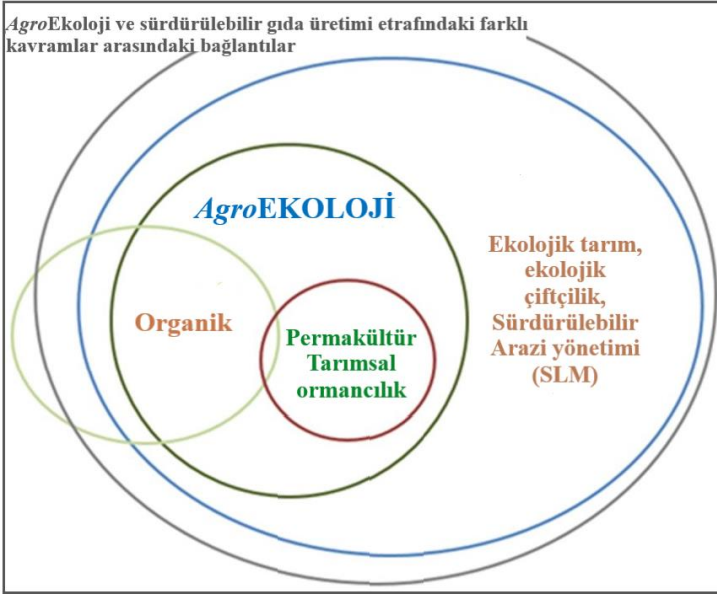
- Sistemin sınırları
- Çiftçilerin bilgisi ve resmi bilgi
- Toplumsal hareketin amaçları ve biçimleri

- AgroEkolojik geçişlerin yolları
- Uygulamaların sürekliliği

AgroEkoloji rehber ilkeleri, uygulayıcıların, politika yapımcıların ve diğer paydaşların *agro*Ekolojik geçişleri planlamalarına, yönetmelerine ve değerlendirmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır. *Agro*Ekoloji esas olarak tarıma sürdürülebilir bir yaklaşımdır. Diğer çözümlerde olduğu gibi, tek başına bir çözüm olmayabilir ve sunabileceği sosyal, çevresel ve ekonomik faydalar arasında bir denge içerir, ancak aşağıdaki hususları ile diğer çözümlerden farklılıklar içerir(FAO-Web 2).

- *Agro*Ekoloji, sınırları henüz çok net olmayan güncel bir konudur.
- *Agro*Ekoloji, tarımın bugün karşı karşıya olduğu iki temel zorluğu uzlaştıran bütünlük bir çözüm olarak sıklıkla sunulmaktadır.
- Doğal kaynakları korurken büyüyen bir nüfusu beslemeyi amaçlar.

Aynı zamanda dünyayı etkisi altına alan küresel değişimlerle de ilgilidir, (örneğin; iklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, arazi kullanım değişiklikleri, sağlık ve çalışma sorunları vb.)



Şekil 3. *Agro*Ekoloji ve sürdürülebilir gıda üretimi etrafındaki farklı kavramlar arasındaki bağlantılar; sürdürülebilir tarım, iklime duyarlı tarım, korumacı tarım, permakültür, ekolojik tarım, ekolojik çiftçilik, sürdürülebilir arazi yönetimi (SLM) (FAO-Web2’den değiştirilmiştir).

Konu benzer diğer kavramların listesi

(FAO-Web2)

İklim dostu tarım: İklim Akıllı Tarım (CSA), tarım sistemlerini yöneten insanların iklim değişikliğine etkili bir şekilde yanıt vermesine yardımcı olmak için bir yaklaşımdır. CSA yaklaşımı, sürdürülebilir bir şekilde üretkenliği ve gelirleri artırma, iklim değişikliğine uyum sağlama ve mümkün olduğunda sera gazı emisyonlarını azaltma gibi üçlü hedeflerini takip eder.

Topluluk destekli tarım: Çiftçiliğin risklerinin ve ödülleri paylaşıldığı bir çiftlik ile tüketiciler arasındaki bir ortaklıktır.

Korumacı tarım: Korumacı Tarım, kalıcı bir toprak örtüsünün korunmasını, minimum toprak bozulmasını (yani toprak işleme yok) ve bitki türlerinin çeşitlendirilmesini destekleyen bir çiftçilik sistemidir. Yer üstü ve yer altı yüzeyindeki biyolojik çeşitliliği ve doğal biyolojik süreçleri geliştirir, bu da artan su ve besleyici element kullanım verimliliğine, iyileştirilmiş ve sürdürülebilir mahsul üretimine katkıda bulunur.

Ekosistem yaklaşımı: Ekosistem yaklaşımı, korumayı ve sürdürülebilir kullanımı adil bir şekilde teşvik eden, toprak, su ve canlı kaynaklarının entegre yönetimi için bir stratejidir. Organizmalar ve çevreleri arasındaki temel süreçleri, işlevleri ve etkileşimleri kapsayan biyolojik organizasyon düzeylerine odaklanan uygun bilimsel metodolojilerin uygulanmasına dayanır ve kültürel çeşitlilikleriyle insanların ekosistemlerin ayrılmaz bir bileşeni olduğunu kabul eder.

Organik tarım: Biyolojik çeşitlilik, biyolojik döngüler ve toprak biyolojik aktivitesi dahil olmak üzere tarımsal ekosistem sağlığını destekleyen ve geliştiren bütünsel bir üretim yönetim sistemidir. Bölgesel koşulların yerel olarak uyarlanmış sistemler gerektirdiğini göz önünde bulundurarak, çiftlik dışı girdilerin kullanımı yerine yönetim uygulamalarının kullanımını vurgular. Bu, sistem içindeki herhangi bir belirli işlevi yerine getirmek için sentetik malzemeler kullanmak yerine mümkün olduğunda agronomik, biyolojik ve mekanik yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir.

Permakültür: Permakültür, doğal ekosistemlerin çeşitliliğine, istikrarına ve dayanıklılığına sahip tarımsal olarak üretken ekosistemlerin bilinçli tasarımı ve bakımınıdır. Arazinin ve insanların sürdürülebilir bir şekilde yiyecek, enerji, barınak, diğer maddi ve maddi olmayan ihtiyaçlarını sağlayarak uyum içinde bütünleşmesidir.

Hassas tarım: Hassas tarım, üretim girdilerini hassas ve ekonomik bir şekilde yönetmek ve optimize etmek için sahaya özgü bilgileri kullanan bir yönetim stratejisidir. Bilgi ve teknolojiye dayalı, sahaya özgü bir yönetim sistemi, optimum karlılık, sürdürülebilirlik ve çevrenin korunması için veri kaynaklarından (topraklar, mahsuller, besleyici elementler, zararlılar, nem veya verim) bir veya daha fazlasını kullanır. Bilgisayarların, uydu konumlandırma

sistemlerinin ve uzaktan algılama cihazlarının kullanımını kapsar ve bu sayede gelişmiş kararlar alınabilir.

Sürdürülebilir Gıda Sistemleri: Sürdürülebilir gıda sistemi (SFS), gelecek nesillerin gıda güvenliğini ve beslenmesini sağlayacak ekonomik, sosyal ve çevresel temellerin tehlikeye atılmadan herkes için gıda güvenliğini sağlayan bir gıda sistemidir.

Sürdürülebilir yoğunlaştırma: Sürdürülebilir yoğunlaştırma, aynı arazi alanından daha fazla üretim yaparken olumsuz çevresel etkileri azaltmak, doğal sermayeye ve çevresel hizmet akışına katkıyı artırmak olarak tanımlanmıştır.

4. AgroEkoloji ve iklimsel dayanıklılık

İklim değişikliğinin dünya çapında geçim kaynakları ve gıda sistemleri üzerinde ciddi olumsuz etkileri vardır. Son senaryolara göre gelecekteki iklimimiz, özellikle Sahra Altı Afrika'da gıda güvenliği ve beslenme durumunu iyileştirme yönündeki mevcut çabaları ciddi şekilde baltalamaktadır. Bunu tam anlamıyla ele almak için, gıda sistemlerimizde daha fazla sürdürülebilirlik ve dayanıklılık yönünde acil bir dönüşüme ihtiyaç vardır. AgroEkoloji burada hayati bir rol oynayabilir. FAO'nun yönetim organlarının agroEkoloji üzerine kanıta dayalı çalışmaların artırılması çağrısına yanıt olarak, bu çalışma agroEkoloji ile iklim değişikliği arasındaki mevcut bağlantıları ayrıntılı olarak ele almayı amaçlamaktadır (Leippert ve ark.,2020).

Gıda sistemlerimizde daha fazla sürdürülebilirlik ve dayanıklılığa doğru dönüşümsel bir değişikliğe acil ihtiyaç vardır. Bu durum yakın zamanda Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC,2019) 1,5°C Küresel Isınma Özel Raporu ve İklim Değişikliği ve Toprak Özel Raporu ve Gıda ve Tarım için Dünya Biyoçeşitliliğinin Durumu Raporu ve iklim değişikliğiyle ilgili konulardaki diğer çeşitli önemli yayınlar tarafından vurgulanmıştır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (UNFCCC) 2015'teki 21. Taraflar Konferansı'nda (COP21), Paris Anlaşması "gıda güvenliğinin korunması ve açlığın sona erdirilmesinin temel önceliğini ve gıda üretim sistemlerinin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı özel kırılganlıklarını" kabul etmiştir. İki yıl sonra, Bonn'daki COP 23'te, uluslararası toplum Koronivia Tarım Ortak Çalışması (KJWA) aracılığıyla tarım konusunda bir çalışma akışı oluşturma kararı almıştır. Uyum sağlama, azaltma ve dayanıklılık oluşturma potansiyelleri sayesinde ekolojik ve

sürdürülebilir tarım ve ilgili gıda sistemleri, iklim değişikliğiyle mücadele çözümünün temel bir parçasıdır. Bu yaklaşımlar, ülkelerin iklim hedeflerine ve Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi'ne ulaşmalarına yardımcı olmak için benzersiz bir konumdadır (Leippert ve ark.,2020).

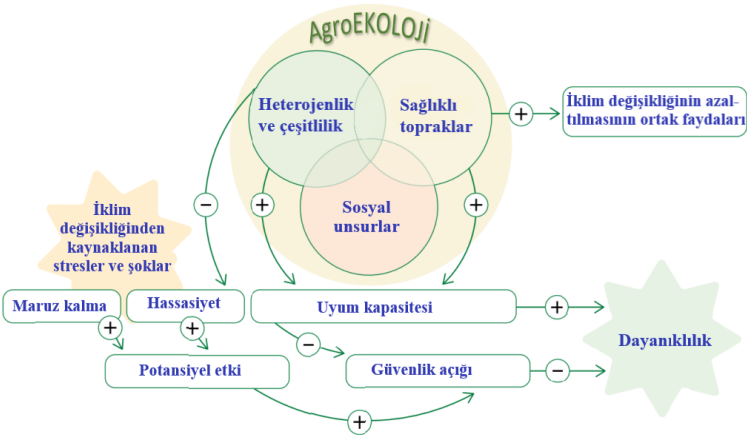
*Agro*Ekolojinin tarım ve gıda sistemlerini dönüştürmede önemli bir rolü vardır. Sahadan ve çeşitli ülkelerden birkaç veri, sonuç, kanıt ve deneyim seti mevcuttur. Bunlar genellikle çiftçiler, STK'lar, araştırma kurumları tarafından gözlemlenir ve *agro*Ekolojiyi destekleyen hükümetler tarafından gözetilir. Bu tür kanıtlar, tarım ve gıda sistemlerinde adaptasyon ve azaltma potansiyellerini açığa çıkararak iklim değişikliğini ele almak için umut verici bir sistemsal yaklaşım olarak *agro*Ekolojiyi sunan; “nihayetinde dayanıklılığı artıracak ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik edecek” çok sayıda rapora yol açmıştır (Leippert ve ark.,2020).

Kamusal tartışmalardaki bu artan görünürlüğe ve tarımı artan sürdürülebilirliğe doğru dönüştürmede *agro*Ekolojinin iyi performansına rağmen, henüz çiftçiler tarafından yaygın olarak benimsenmemiştir. Bu, destekleyici kurumsal ve politika ortamlarının eksikliği, devam eden sanayileşme ve ticarileştirme süreçlerinden kaynaklanan güçlü baskı veya araştırma ve eğitim için fon eksikliği gibi çeşitli nedenlere dayanmaktadır (Nicholls ve Altieri, 2018; Leippert ve ark.,2020).

*Agro*Ekoloji yaklaşımları, doğal süreçlerin kullanımını destekler, sentetik girdilerin kullanımını sınırlar, minimum olumsuz dışsallıklarla kapalı döngüleri teşvik eder ve deneyim yoluyla bilgi ve uygulama geliştiren yerel bilginin ve katılımcı süreçlerin önemini vurgular ve daha geleneksel bilimsel yöntemleri kullanır ve toplumsal eşitsizlikleri ele alır. *Agro*ekolojik yaklaşımlar, tarımsal gıda sistemlerinin gıda üretiminden tüketime kadar birbiriyle bağlantılı sosyoekolojik sistemler olduğunu; gıda güvenliği ve beslenmeyi ele almak için bilim, uygulama ve toplumsal hareketlerin yanı sıra bunların bütünsel entegrasyonunu içerdiğini kabul eder (HLPE, 2019). *Agro*Ekoloji, bütünsel ve sistematik bir yaklaşıma dayalı olarak daha sürdürülebilir gıda sistemlerine doğru olası geçiş yolları sağlar (IPES-Food, 2016). Tarihsel evrimi boyunca *agro*Ekolojinin odak noktası, tarla, çiftlik ve tarımsal ekosistem ölçeklerinden, son on yılda tüm gıda sistemini kapsayacak şekilde geliştirilmiştir (Leippert ve ark.,2020).

Leippert ve ark.,(2020)'ın bildirdiği üzere *agro*Ekolojinin iklim dayanıklılığını artırdığını gösteren sağlam bilimsel kanıtlar;

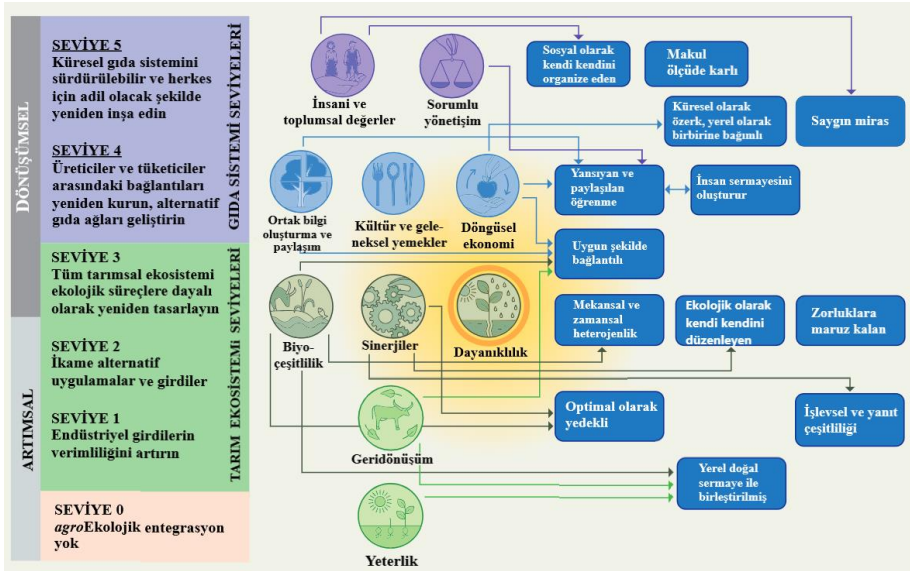
- *Agro*Ekoloji üzerine hakemli çalışmaların meta analizi net kalıplar ortaya koyuyor,
- *Agro*Ekoloji, iklim dayanıklılığıyla güçlü bir pozitif korelasyona sahip temel özelliklere dayanıyor,
- İklim dayanıklılığı için artan adaptif kapasite ve azalan kırılganlık yoluyla güçlendirmeye ilişkin en sağlam kanıt, iyileştirilmiş toprak sağlığı, yüksek düzeyde tarımsal biyoçeşitlilik ve yüksek çeşitlendirme yoluyla elde edilir; örneğin, farklı ırkları, çeşitleri ve türleri tarımsal üretim sistemlerine entegre ederek verimliliği artırmak ve verim istikrarını korur (Şekil 4).
- Azaltma eş faydaları da elde edilir; bunlar esas olarak artan toprak organik maddesi (karbon tutulması) ve mineral azotlu gübrelerin kullanımının azaltılmasıyla ilgilidir.
- Danışmanlık hizmetleri ve çiftçiden çiftçiye yaklaşımlar aracılığıyla bilgi ortak yaratımı ve yayılımı gibi kurumsal yönler, *agro*Ekolojinin geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve benimsenmesini desteklemek için önemli bir role sahiptir. *Agro*Ekolojiyi desteklerken ve iklim dayanıklılığını teşvik ederken, işlevsel ve bağlama özgü bilgi ve katılımcı inovasyon sistemleri kurmak ve güçlendirmek önemlidir.



Şekil 4. Ana *agro*Ekolojik dayanıklılık güçlendirme yollarının özeti (Leippert ve ark., 2020'den değiştirilmiştir).

5.AgroEkolojinin unsurlarında ölçeklendirme

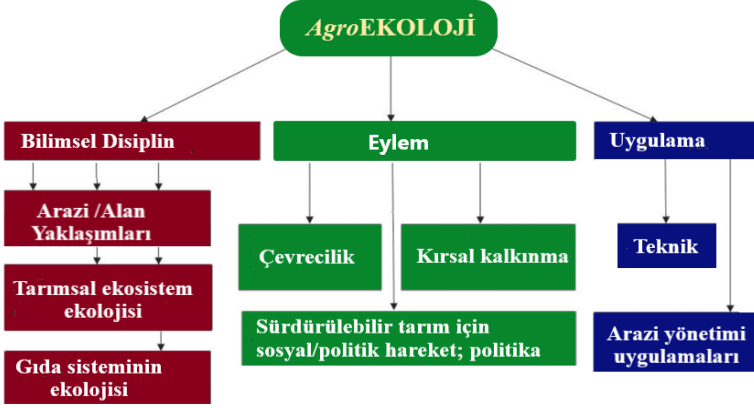
10 Agroekoloji unsuru bir sentez süreciyle geliştirilmiştir. Altieri (1995)'nin beş *agro*Ekoloji ilkesi ve Gliessman'ın (2014) beş agroekolojik geçiş seviyesinden sonra 2015'ten 2017'ye kadar FAO'nun *agro*Ekoloji üzerine çok aktörlü bölgesel toplantıları sırasında atölye ortamlarında yapılan tartışmalarla ilkeler tamamlanmıştır. Bu toplantılarda *agro*Ekoloji üzerine sivil toplum değerleri de dahil edilmiş ve ardından uluslararası ve FAO uzmanları tarafından birkaç tur revizyon yapılmıştır (Leippert ve ark.,2020). *Agro*Ekolojik sistemlerin dayanıklılığında; genel olarak sürdürülebilirliğin unsurları olan insan, doğal, sosyal, finansal ve fiziksel sermaye altında gruplandırılabilir. Bunlar sürdürülebilir geçim kaynaklarının sermayeleridir. Bunun genel kavramsallaştırması aşağıdaki Şekil 5'te gösterilmiştir (Leippert ve ark.,2020).



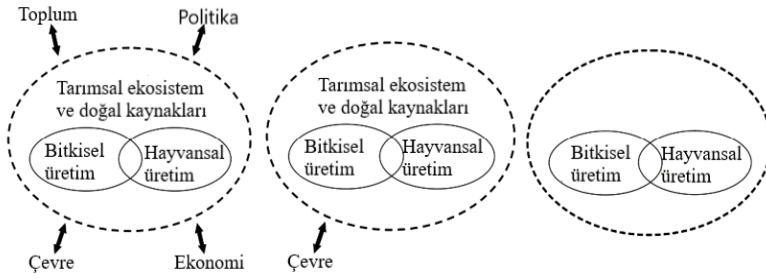
Şekil 5. FAO'nun *agro*Ekolojinin 10 unsuru ve Gliessman'ın beş gıda sistemi seviyesinin dönüşümünü 13 keskin dayanıklılık göstergesiyle bağlamak (Leippert ve ark., 2020'den değiştirilerek).

*Agro*Ekolojinin bu üç temel yorumu - bir hareket olarak, bir bilim olarak ve bir uygulama olarak; (i) bilimsel disiplin için tanımlar, (ii) hareketlerin temel hedefleri ve (iii) farklı uygulama ölçekleri ile ilgili olarak daha da rafine edilebilir (Şekil 6). Örneğin, *Agro*Ekosistemin ölçeği, bilimsel

disiplinin, çevresel ve kırsal kalkınma hareketlerinin yaklaşımının belirlenmesinde ve ayrıca arazi ölçeğindeki belirli uygulamalar için önemlidir. Son yıllarda, hem bir hareket hem de bir uygulama olarak *agroekolojinin* yorumlarının genişlemesinde politika geliştirme ve ekosistem yönetimi uygulamalarının yeni yönleri de ortaya çıkmıştır (Wezel,2017).



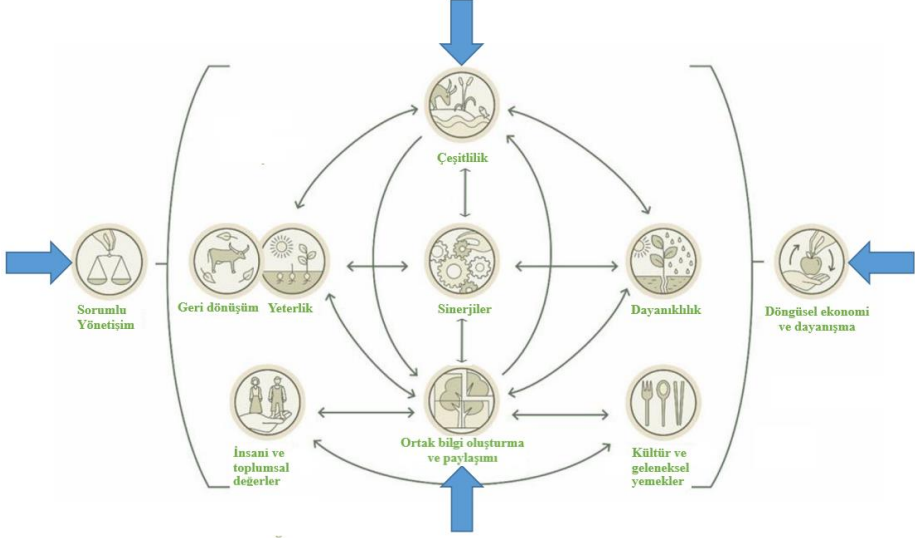
Şekil 6. *AgroEkolojinin* mevcut anlamlarının çeşitliliği ve ölçekle ilişkileri politika ve peyzaj yönetimi uygulamaları, 2009'da sunulan anlamlara kıyasla yenidir (Wezel,2017'den değiştirilerek).



Şekil 7. Güncel araştırmalarda *agroekolojinin* farklı tanımları ve görüşleri (sol: gıda sistemleri yaklaşımı, orta: *agroekosistem* yaklaşımı, sağ: arazi veya tarla yaklaşımı) (Wezel,2017'den değiştirilerek).

AgroEkoloji daha küçük ölçeklerde, arsa/tarla/hayvancılık düzeyindeki *AgroEkolojik* araştırmalarla, daha sağlıklı ve daha sağlam sistemler sağlayan yeni çiftçilik uygulamaları geliştirmeyi amaçlamaktadır (Şekil 7), örnek olarak bunlar; doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını teşvik eden, besleyici element döngüsünü iyileştiren ve toprak organizmaları, mahsuller ve

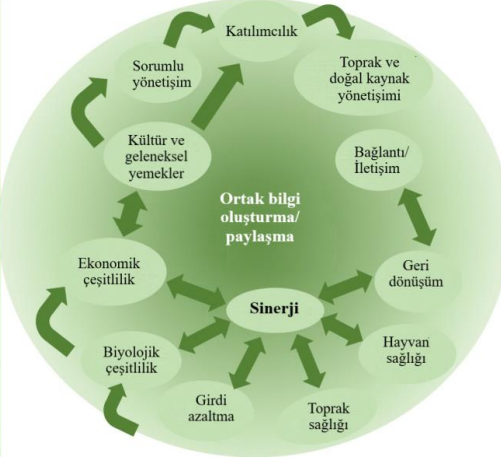
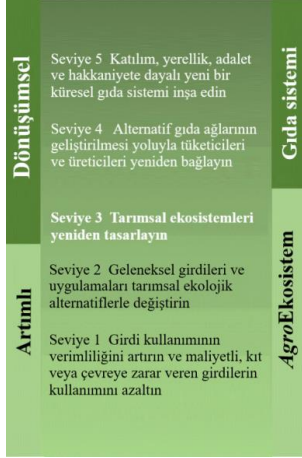
hayvancılık dahil olmak üzere çiftlik içi çeşitliliği artıran uygulamalardır (Wezel ve ark., 2015).



Şekil 8. Sürdürülebilir gıda ve tarım sistemlerine doğru dönüştürücü değişim yolları inşa etmek için FAO'nun 10 *agro*Ekoloji unsuru çerçevesindeki dört temel giriş noktası (saat yönünde dört temel giriş noktası tanımlanmış ve makul geçiş yollarını tanımlamak için kısa anlatılar kullanılmıştır. İlk olarak, çeşitlilik giriş noktası: çeşitlendirme, tarımsal kullanımdaki ve bitki ile hayvan çeşitliliğinin yönetimindeki farklılıklar, tarımsal sistemlerin iklim değişikliğine uyum kapasitesi ve besleyicik ve sağlıklı beslenmeye katkıları üzerinde önemli etkilere sahip olabileceğinden, iklim değişikliğiyle ve beslenme zorluklarıyla yüzleşmede merkezi bir öneme sahiptir (FAO 2018'den değiştirilmiştir).

Son yıllarda *agro*Ekoloji ilkeleri, tarla, çiftlik ve arazi ölçeklerinde tarımsal uygulamalarla ilgili olanlara ek olarak, bütün gıda sistemlerinin sosyal ve kültürel yönlerini de kapsayacak şekilde gelişmiştir. *Agro*Ekolojinin bir bilim, bir uygulama seti ve bir toplumsal hareket olarak ortaya çıktığı literatürden oluşturulmuş 13 ilkeden oluşan konsolide bir set (HLPE, 2019), FAO tarafından geliştirilen *agro*Ekolojinin 10 unsuru ile iyi bir şekilde uyumlu ve tamamlayıcı bulunmuştur. Genel olarak formüle edilmiş olsalar da ilkeler yerel olarak uygulanır ve paydaşlarla bilginin ortak oluşturulması yoluyla, çeşitli ve yerel olarak uyarlanmış *agro*Ekoloji uygulamaları üretir. İlkeler, hem tarımsal sistemlerin küresel gıda güvenliğini sağlamaya

dönüştürülmesi, hem de iklim değişikliğine uyum sağlayarak tarımın dayanıklılığının oluşturulması için önemlidir (Wezel,2017).



Şekil 9. Sürdürülebilir gıda sistemlerine geçiş seviyeleri ve ilgili konsolide edilmiş *agro*Ekoloji prensipleri. Sağdaki ovaler Tablo 1'deki *agro*Ekoloji prensiplerine karşılık gelir. İlkeler 1-7 (sağ alt taraf) öncelikle tarımsal ekosistem ölçeğiyle ilgilidir, oysa 9-13 (sağ üst taraf) ölçekler arasında bilginin ortak yaratımının merkezi olduğu gıda sistemiyle ilgilidir. 1 ve 2. seviyeler artımlı, 3-5. seviyeler dönüşümseldir. Oklar prensipler arasındaki önemli etkileri gösterir (Wezel,2017'den değiştirilmiştir).

6. *Agro*Ekoloji ve Sürdürülebilir Kalkınma Küresel Amaçları

Sürdürülebilir kalkınmanın üç temel unsuruyla (çevre, sosyal ve ekonomik) ilgili yönleri kapsayan çeşitli *agro*Ekoloji ilkeleri, içsel özelliklerini karakterize etmek ve ortak bir anlayış sağlamak için farklı aktörler tarafından geliştirilmiştir (Leippert ve ark.,2020). Ekolojik ve sosyal boyutları birleştiren, insan merkezli, bilgi yoğun ve sürdürülebilirliğe dayalı *agro*Ekoloji yaklaşımları, 2030 Gündemi'nde (FAO, 2018) beklendiği gibi, gıda ve tarım sistemlerini dönüştürmeyi, sorunların temel nedenlerini ele almayı, bütünsel ve uzun vadeli çözümler sağlamayı amaçlamaktadır. *Agro*Ekoloji özellikle yoksulluğun ortadan kaldırılmasına SDG1, açlığın sıfırlanmasına (SDG 2), iyi sağlık ve refaha (SDG 3), insana yakışır iş ve ekonomik büyümeye (SDG 8), sorumlu



tüketim ve üretime (SDG 12), iklim eylemine (SDG 13) ve karada yaşama (SDG 15) katkıda bulunur. Ayrıca, *agro*Ekoloji uygulamalarının üzerine inşa edildiği temel ilkeler (çeşitlilik, doğal kaynakların verimli kullanımı, besin maddeleri geri dönüşümü, doğal düzenleme ve sinerjiler) iklim değişikliğine karşı içsel adaptasyon ve dayanıklılık potansiyellerini karakterize eder (Leippert ve ark.,2020).

Tablo 1. 13 *agro*Ekoloji ilkesinin konsolide edilmiş seti, uygulama ölçekleri ve FAO tarımsal ekoloji unsurlarına karşılıkları. *FI* , tarla; *FA* , çiftlik; tarımsal ekosistem; *FS* , gıda sistemi (Wezel,2017'den).

İlkeler	Uygulama ölçeği	FAO unsurlarına uygunluk
1. <i>Geri dönüşüm</i> . Yerel yenilenebilir kaynakları tercih edin ve besin ve biyokütle kaynak döngülerini mümkün olduğunca kapatın.	Fİ, FA	Geri dönüşüm
2. <i>Girdi azaltımı</i> . Satın alınan girdilere olan bağımlılığı azaltmak veya ortadan kaldırmak ve kendi kendine yeterliliği artırmak.	FA, FS	Yeterlik
3. <i>Toprak sağlığı</i> . Özellikle organik maddeyi yöneterek ve toprak biyolojik aktivitesini artırarak, bitki büyümesini iyileştirmek için toprak sağlığını ve işlevini güvence altına alın ve geliştirin.	FI	Çeşitlilik, sinerji ve dayanıklılıkta yansıtıldı
4. <i>Hayvan sağlığı</i> . Hayvan sağlığını ve refahını sağlamak.	Fİ, FA	Dayanıklılıkta yansıdı
5. <i>Biyolojik Çeşitlilik</i> . Tür çeşitliliğini, işlevsel çeşitliliği ve genetik kaynakları koruyun ve geliştirin ve böylece tarla, çiftlik ve peyzaj ölçeklerinde zaman ve mekanda genel tarımsal ekosistem biyolojik çeşitliliğini koruyun.	Fİ, FA	Çeşitliliğin bir parçası
6. <i>Sinerji</i> : Tarımsal ekosistemlerin unsurları (hayvanlar, ürünler, ağaçlar, toprak ve su) arasındaki olumlu ekolojik etkileşimi, sinerjiyi, entegrasyonu ve tamamlayıcılığı artırmak.	Fİ, FA	Sinerjiler
7. <i>Ekonomik çeşitlendirme</i> . Küçük ölçekli çiftçilerin daha fazla finansal bağımsızlığa ve katma değer fırsatlarına sahip olmalarını sağlayarak ve tüketicilerin talebine yanıt verebilmelerini sağlayarak çiftlik içi gelirleri çeşitlendirin.	FA, FS	Çeşitliliğin yanı sıra dairesel ve dayanışma ekonomisinin parçaları
8. <i>Ortak bilgi oluşturma ve paylaşım</i> . Yerel ve bilimsel yenilikler de dahil olmak üzere, özellikle çiftçiler arası değişim yoluyla, bilginin ortak yaratımını ve yatay paylaşımını geliştirmek.	FA, FS	Ortak yaratım ve bilgi paylaşımı
9. <i>Kültür ve geleneksel yemekler</i> . Sağlıklı, çeşitlendirilmiş, mevsimsel ve kültürel olarak uygun diyetler sağlayan yerel toplulukların kültürüne, kimliğine, geleneğine, sosyal ve cinsiyet eşitliğine dayalı gıda sistemleri oluşturun.	FA, FS	İnsani ve toplumsal değerler Kültür ve yemek gelenekleri

Tablo 1'in devamı

İlkeler	Uygulama ölçęi	FAO unsurlarına uygunluk
10. <i>Sorumlu yönetim.</i> Adil ticaret, adil istihdam ve fikri mülkiyet haklarının adil bir şekilde ele alınması temelinde, gıda sistemlerinde yer alan tüm aktörler, özellikle de küçük ölçekli gıda üreticileri için onurlu ve sağlam geçim kaynaklarını destekleyin.	FA, FS	İnsan ve toplumsal değerlerin bir parçası
11. <i>Bağlantı/İletişim.</i> Üreticiler ve tüketiciler arasında adil ve kısa dağıtım ağlarının teşvik edilmesi ve gıda sistemlerinin yerel ekonomilere yeniden yerleştirilmesi yoluyla yakınlık ve güvenin sağlanması.	FA	Dairesel ve dayanışma ekonomisinin bir parçası
12. <i>Arazi ve doğal kaynak yönetimi.</i> Aile çiftçilerinin, küçük çiftçilerin ve köylü gıda üreticilerinin doğal ve genetik kaynakların sürdürülebilir yöneticileri olarak tanınması ve desteklenmesi de dahil olmak üzere kurumsal düzenlemeleri iyileştirmek için güçlendirmek.	FA, FS	Sorumlu yönetim
13. <i>Katılımcılık.</i> Tarımsal ve gıda sistemlerinin yerel uyarlanabilir yönetimini ve merkezi olmayan yönetimi desteklemek için gıda üreticilerinin ve tüketicilerinin sosyal örgütlenmesini ve karar alma süreçlerine daha fazla katılımını teşvik etmek.	FS	İnsan ve toplumsal değerlerin bir parçası

Sonuç olarak; *Agro*Ekoloji uygulanması ve ilkelerinin birlikte ve ilerici bir şekilde uygulanması için birçok tamamlayıcı politik eylem, bir geçiş süreci ve bir paradigma değişimi gerekmektedir. İklim değişimi, kirlilik, arazi bozulmaları ve tarımın kendi içsel sorunlarından kaynaklanan nedenlerden dolayı; ekosistemler, tarım arazileri ve biyolojik çeşitlilik hızlı bir tahribe girmiştir. Hem tarımı dışsal etkilere karşı dayanıklı hale getirmek hem de gıda güvenliği ve ekosistem sağlığını korumak için *agro*Ekolojik ilkelere dayalı bir tarımsal dönüşüme gidilmesi ve ilgililerin dikkatinin çekilmesi önemlidir.

KAYNAKÇA

- Agroecology Europe. (2017). Our understanding of agroecology.
<http://www.agroecology-europe.org/ourapproach/our-understanding-of-agroecology/>
- Altieri, A.M. (1983). *Agroecology, the Scientific Basis for Alternative Agriculture*. Berkeley, U.C. Berkeley. [66]
- Altieri, M.A. (1995): “Agroecology: The science of sustainable agriculture“. *Agroforestry Systems* 35: 111-115
- Barrios, E., Gemmill-Herren, B., Bicksler, A., Siliprandi, E., Brathwaite, R., Moller, S., Tiftonell, P. (2020). The 10 Elements of Agroecology: enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People*, 16(1), 230–247.
- CIDSE (2018). *The Principles of Agroecology – Towards just, resilient and sustainable food systems*.
- Duru, M., Therond, O., Martin, G. et al. How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1259–1281 (2015).
- FAO (2014). *Building a common vision for sustainable food and agriculture, Principles and Approaches*, E-ISBN 978-92-5-108472-4 Roma,
- FAO (2018). *10 Elements of Agroecology guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. Roma, <http://www.fao.org/3/i9021en/i9021en.pdf>
- Gliessman, S.R. 2007. *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. 2nd edition. Boca Raton, USA, CRC Press. 384 pp.
- Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, TA, Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L. et al. (2003). *Agroecology: The Ecology of Food Systems*, *Journal of Sustainable Agriculture*, 22(3), 99-118.
- Gliessman S. (2016): *Transforming food systems with agroecology, Agroecology and Sustainable Food Systems*. 40:3, 187-189.
- Gliessman, Stephen R, Eric Engles, and Robin Krieger. 1998. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. CRC Press.
- HLPE, (2019). *Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and*

- nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- IPES-Food. (2016). From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems.
- IPCC. (2019). Climate Change and Land, Intergovernmental Panel in Climate Change IPCC.
- Leippert, F., Darmaun, M., Bernoux, M. and Mpheshea, M. 2020. The potential of agroecology to build climate-resilient livelihoods and food systems. Rome. FAO and Biovision. <https://doi.org/10.4060/cb0438en>
- Nicholls, C.I., Altieri, M.A. & Vazquez, L. (2016). Agro ecology: Principles for the conversion and redesign of farming systems. *Journal of Ecosystem & Ecography*, S5:010.
- Nicholls, CI & M.A. Altieri (2018): Pathways for the amplification of agroecology, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, DOI: 10.1080/21683565.2018.1499578
- Silici, L. (2014): “Agroecology: What it is and what it has to offer”. IIED Issue Paper, London.
- Web1: <https://www.agroecology-europe.org/our-approach/principles/>
- Web2: <https://agroecology-investment-guide.com/>
- Web3: The Principles off Agroecology towards just, resilient and sustainable food systems. https://www.cidse.org/wp-content/uploads/2018/04/EN_The_Principles_of_Agroecology_CIDSE_2018.pdf
- Wezel, A. & Silva, E. (2017). Agroecology and agroecological cropping practices. In: A. Wezel, ed. *Agroecological practices for sustainable agriculture: principles, applications, and making the transition*, pp. 19–51. Hackensack, USA, World Scientific Publishing
- Wezel, A., & Silva, E. (2017). Agroecology and Agroecological Cropping Practices. *Agroecological Practices for Sustainable Agriculture*, 19–51. doi:10.1142/9781786343062_0002
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. & David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4): 503–515
- Wezel, A., Herren, B.G., Kerr, R.B. et al. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food

systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 40, 40.
<https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646->

Wezel, A., Soldat, V. (2009): "A quantitative and qualitative historical analysis of the scientific discipline agroecology". *International Journal of Agricultural Sustainability*. 7, 3–18.

Wezel, A. (2017). *Agroecological practices for sustainable agriculture: principles, applications, and making the transition*. World Scientific, 504 p., 978-1-78634-305-5

BÖLÜM III
EKOSİSTEM TABANLI YAKLAŞIMLAR: TARIM
EKOSİSTEMLERİ VE FAYDALARI

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14480711>

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

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun bu hızla artması sonucunda 2050 yılına kadar 10 milyara yaklaşması beklenmektedir. Tarımın küresel çevresel etkilerinin, nüfus, ekonomik büyüme ve beslenme değişiklikleri tarafından yönlendirilerek genişlemeye devam etmesi beklenmektedir (Yi Yang ve ark.,2024). Bu durum, tarım ve yerleşimler için arazi talebini önemli ölçüde artıracak ve bunun sonucunda arazi bozulması, biyolojik çeşitlilik habitat kaybı ve atık üretiminde artış görülecektir (Abdourahamane ve Oeba, 2020). Tarım, tarımsal üretim de dahil olmak üzere yeryüzü üzerindeki tüm yaşamın bağlı olduğu biyolojik çeşitliliğin hızlı çöküşünün ana itici gücüdür; değişen iklim rejimi altında büyüyen insan nüfusunu besleme zorluğuyla karşı karşıya olduğumuz için,biyolojik çeşitlilik üzerindeki baskının daha da yoğunlaşması beklenmektedir (García-Vega ve ark.,2024).

- Yoğun tarım, aşırı besleyici element akışı, kimyasal pestisitlerin kullanımı, biyolojik çeşitlilik kaybı ve sera gazı emisyonları gibi birden fazla çevresel zorluk yaratmaktadır. Büyüyen küresel nüfusu besleyen tarımın bu olumsuz etkilerini azaltmak büyük bir zorluk oluşturmaktadır ve bu durum iklim değişikliği katalizörlüğünde daha da kötüleşecektir (Yi Yang et al.,2024).

HallsteinveIseman(2021); yoğun tarımın gezegenimize verdiği olumsuzluklara aşağıdakiler gibi vurgu yapmaktadır;

- Tarım ve gıda sisteminin doğrudan ve dolaylı emisyonları, küresel sera gazı emisyonlarının %24'ünü oluşturur ve bunun yarısı ormansızlaşma ve arazi dönüşümünden kaynaklanır.
- Tarımsal genişleme, küresel olarak yerel yaşam alanı kaybının %80'inin birincil itici gücüdür ve her yıl en az 10.000 türün yok olmasına neden olunmaktadır.
- Küresel balıkçılık kaynağının %90'ı tamamen veya aşırı avlanmakta ve hayvansal üretim grupları içerisinde en hızlı büyüyen su ürünleri yetiştiriciliği sektörü doğal kaynak üzerine önemli baskılar oluşturmaktadır.
- Tarım arazilerinin %52'si ciddi veya orta derecede bozulmuş olup, yılda 12 milyon hektarın terk edilmesine yol açmaktadır.
- Havza düzeyinde tatlı su talebinde ve arzında %40'luk bir fark vardır ve tarım su tüketim kullanımının %90'ını oluşturmaktadır.

Yoğun tarım, biyolojik çeşitliliğin kaybı, iklim değişikliği, erozyon, hava ve su kirliliği gibi çeşitli sorunlara yol açmıştır. Potansiyel bir çözüm, toprak verimliliği ve biyolojik düzenleme gibi ekosistem hizmetlerini sağlayan yönetim uygulamalarının gerçekleştirilmesidir(Duru ve ark.,2015).

Ekosistem yaklaşımı, toprak, su ve canlı kaynaklarının bütünleşik yönetimi için, korumayı ve sürdürülebilir kullanımı adil bir şekilde teşvik eden bir stratejidir (CBD,Web1). Ekosistem yönetimi, popüler ve profesyonel literatürde doğal kaynakları ve ekosistemleri yönetmenin modern ve tercih edilen yolu olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kullanıcılar, ekosistem yönetimini çevreyi koruyacak, sağlıklı ekosistemleri sürdürecektir, biyolojik çeşitliliği ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlayacak bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır (Lackey,1998).Tarım, doğal kaynak tüketiminde baskındır ve ekosistem hizmetlerine hem bağımlıdır hem de bu hizmetlerin sağlayıcısıdır. Tarım, küresel sürdürülebilirlik hedeflerinin çoğuna ulaşılmasına olumlu katkı sağlayacak şekilde yönetilebilir. Tarımsal ekosistemler insanlara yiyecek, yem, biyoenerji ve ilaç sağlar ve insan refahı için gereklidir. Bu sistemler, tozlaşma, biyolojik zararlı kontrolü, toprak yapısının ve verimliliğinin korunması, besin döngüsü ve hidrolojik hizmetler dâhil olmak üzere doğal ekosistemler tarafından sağlanan ekosistem hizmetlerine dayanır(Power, 2010).

Ekosistem hizmeti tabanlı bir yaklaşım, tarımın insan refahının çoklu boyutlarına yapabileceği çok işlevli katkıları vurgulayarak sürdürülebilirliğe katkıda bulunan uygun tarımgeçişini yönlendirecektir. Dahası, ekosistem hizmetlerinin kendi kendini organize eden doğası, müdahale eylemlerine dayanıklılık niteliklerini geliştirir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmak, tarımın sürdürülebilirlikteki merkezi rolünün kabul edilmesini gerektirir.Tarımın dayandığı doğal kaynak tabanını ve ekosistem hizmetlerini güvence altına alan yeni yaklaşımlar, tarımın gıda ve beslenme güvenliği de dâhil olmak üzere çoklu küresel taleplere olan katkısını yükselterek sözkonusu baskıları hafifletebilir (DeClerck, 2016).

Bu kitap bölümünde tarımın vazgeçilmezliği dikkate alınarak; iklim değişimi yaşadığımız bu zaman ölçeğinde ekosistemleri hem tarımın baskılarından kurtarmak hem de tarımın sürdürülebilirliğini sağlama potansiyeli olan; son derece güncel iki konu “**ekosistem yaklaşımlarıve hizmetleri**” yaklaşımlarına odaklanılmıştır.

2. Ekosistem Tabanlı Yaklaşımlar

2.1. Tanımlar ve gelişimi

Ekosistem yaklaşımı (EA); toprak, su ve canlı kaynaklarının bütünleşik yönetimi için, korumayı ve sürdürülebilir kullanımı adil bir şekilde teşvik eden bir stratejidir. Ekosistem yaklaşımının uygulanması, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD) EA için aşağıda sunulan tanımları kabul etmiştir (CBD,1998; Web1). Bunlar;

1. Ekosistem yaklaşımı, toprak, su ve canlı kaynaklarının bütünleşik yönetimi için, korumayı ve sürdürülebilir kullanımı adil bir şekilde teşvik eden bir stratejidir. Bu nedenle, ekosistem yaklaşımının uygulanması, Sözleşmenin üç hedefinin dengelenmesine yardımcı olacaktır: koruma; sürdürülebilir kullanım ve genetik kaynakların kullanımından doğan faydaların adil ve eşit paylaşımı.
2. Bir ekosistem yaklaşımı, organizmalar ve çevreleri arasındaki temel yapı, süreçler, işlevler ve etkileşimleri kapsayan biyolojik organizasyon düzeylerine odaklanan uygun bilimsel metodolojilerin uygulanmasına dayanır. İnsanların, kültürel çeşitlilikleriyle birlikte, birçok ekosistemin ayrılmaz bir bileşeni olduğunu kabul eder.
3. Yapı, süreçler, işlevler ve etkileşimlere bu odaklanma, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nin 2. maddesinde yer alan "ekosistem" tanımıyla tutarlıdır:

"Ekosistem", bitki, hayvan ve mikroorganizma toplulukları ile bunların cansız çevrelerinin işlevsel bir birim olarak etkileşim içinde olduğu dinamik bir komplekstir."

1. Bu tanım, Sözleşmenin "habitat" tanımının aksine, belirli bir mekânsal birim veya ölçek belirtmez. Bu nedenle, "ekosistem" terimi, zorunlu olarak "biyom" veya "ekolojik bölge" terimlerine karşılık gelmez, ancak herhangi bir ölçekte herhangi bir işlevsel birimi ifade edebilir. Aslında, analiz ve eylem ölçeği, ele alınan soruna göre belirlenmelidir. Örneğin, bir toprak tanesi, bir gölet, bir orman, bir biyom veya tüm biyosfer olabilir.
2. Ekosistem yaklaşımı, ekosistemlerin karmaşık ve dinamik yapısı ve işleyişleri hakkında tam bilgi veya anlayışın olmamasıyla başa çıkmak için uyarlanabilir yönetim gerektirir. Ekosistem süreçleri genellikle doğrusal değildir ve bu tür süreçlerin sonuçları genellikle zamansal

boyutludur. Sonuç, sürpriz ve belirsizliğe yol açabilen kesintilerdir. Yönetim, bu tür belirsizliklere yanıt verebilmek ve "yaparak öğrenme" veya araştırma geri bildirimini unsurlarını içerebilmek için uyarlanabilir olmalıdır. Bazı neden-sonuç ilişkileri henüz bilimsel olarak tam olarak kurulmamış olsa bile önlemler alınması gerekebilir.

3. Ekosistem yaklaşımı, biyosfer rezervleri, korunan alanlar ve tek türlü koruma programları gibi diğer yönetim ve koruma yaklaşımlarını ve mevcut ulusal politika ve yasal çerçeveler altında yürütülen diğer yaklaşımları engellemez, ancak bunun yerine karmaşık durumlarla başa çıkmak için tüm bu yaklaşımları ve diğer metodolojileri entegre edebilir. Ekosistem yaklaşımını uygulamanın tek bir yolu yoktur, çünkü yerel, il, ulusal, bölgesel veya küresel koşullara bağlıdır.

Convention on Biological Diversity (CBD)'e göre önemli tarihsel süreç aşağıda sunulduğu gibidir (Web1);Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD) Taraflar Konferansı (COP) , Kasım 1995'te Cakarta'da düzenlenen ikinci toplantısında , Sözleşme kapsamındaki eylem için birincil çerçeve olarak ekosistem yaklaşımını benimsemiş ve daha sonra Sözleşme kapsamındaki çeşitli tematik ve kesişen konulara ilişkin çalışma programlarının hazırlanması ve uygulanmasında ekosistem yaklaşımına atıfta bulunmuştur. İlgili tematik ve kesişen hususlar şunlardır:

- İç su ekosistemlerinin biyolojik çeşitliliği; deniz ve kıyı biyolojik çeşitliliği, tarımsal biyolojik çeşitlilik,
- Orman biyolojik çeşitliliği ve biyolojik çeşitlilik göstergeleri,
- Çevresel etki değerlendirmesi ile teşvik tedbirleri.

COP, Mayıs 1998'de Bratislava'da düzenlenen dördüncü toplantısında , ekosistem yaklaşımının uygulanabilir bir tanımı ve daha ayrıntılı açıklamasının gerekliliğini kabul etmiştir. Ekosistem yaklaşımıyla ilgili diğer COP kararları ise şunlardır: İç suların biyolojik çeşitliliği, Tarımsal biyolojik çeşitlilik; Tanımlama, izleme, göstergeler ve değerlendirmeler, Küresel Taksonomi Girişimi, Bitki Koruma için Küresel Strateji, Orman Biyolojik Çeşitliliği, Ekosistemleri, yaşam alanlarını veya türleri tehdit eden yabancı türler.

Uluslararası Biyoçeşitlilik Yılı 2010 yılı dokuzuncu taraflar konferansında ekosistem yaklaşımına ilişkin ilave kararlar almıştır; Tarımsal biyoçeşitlilik çalışma programının derinlemesine incelenmesine ilişkin karar,

Tarımsal biyoçeşitlilik, biyoyakıtlar ve biyoçeşitlilik hakkında karar, ekosistemleri, habitatları veya türleri tehdit eden yabancı türler üzerindeki devam eden çalışmaların derinlemesine incelenmesine ilişkin karar, Orman biyoçeşitliliğine ilişkin karar, Biyoçeşitlilik ve iklim değişikliği hakkındaki karar, Kuru ve yarı nemli toprakların biyoçeşitliliğine ilişkin karar, Korunan alanlara ilişkin karar, Deniz ve kıyı biyoçeşitliliğine ilişkin karar, Ada biyoçeşitliliğine ilişkin karar ve Küresel Taksonomi Girişimi vesonuç odaklı çıktılarının geliştirilmesi de dâhil olmak üzere karar olmak üzere ekosistemlerle ilgili çok sayıda karar alınmıştır.

2.2. Ekolojik Yaklaşımların İlkeleri

Convention on Biological Diversity (CBD)'e göre EA'nın ilkeleri aşağıda sunulduğu gibidir (Web1);

Aşağıdaki 12 ilke birbirini tamamlayıcı ve birbiriyle bağlantılıdır.

- İlke 1: *Toprak, su ve canlı kaynaklarının yönetim amaçları toplumsal tercih meselesidir:* Toplumun farklı kesimleri ekosistemlere kendi ekonomik, kültürel ve toplumsal ihtiyaçları açısından bakar. Topraklarda yaşayan yerli halklar ve diğer yerel topluluklar önemli paydaşlardır ve hakları tanınmalıdır. Hem kültürel hem de biyolojik çeşitlilik ekosistem yaklaşımının temel bileşenleridir ve yönetimler bunu hesaba katmalıdır. Toplumsal tercihler mümkün olduğunca açık bir şekilde ifade edilmelidir. Ekosistemler, içsel değerleri ve insanlar için somut veya soyut faydalar açısından adil ve eşit bir şekilde yönetilmelidir.
- İlke 2: *Yönetim, uygun olan en alt kademeye dağıtılmalıdır:* Merkezi olmayan sistemler daha fazla verimlilik, etkinlik ve hakkaniyete imkân verir. Yönetim tüm paydaşları dahil etmeli ve yerel çıkarları daha geniş kamu çıkarlarıyla dengelemelidir. Yönetim ekosisteme ne kadar yakınsa, yerel bilginin sorumluluğu, sahiplenilmesi, hesap verebilirliği, katılımı ve kullanımı o kadar yüksek olur.
- İlke 3: *Ekosistem yöneticileri, faaliyetlerinin bitişik ve diğer ekosistemler üzerindeki (gerçek veya potansiyel) etkilerini dikkate almalıdır:* Ekosistemlerdeki yönetim müdahalelerinin diğer ekosistemler üzerinde genellikle bilinmeyen veya öngörülemeyen

etkileri vardır; bu nedenle olası etkilerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi ve analiz edilmesi gerekir. Bu, karar alma sürecine dâhil olan kurumların gerekirse uygun uzlaşmalar yapması için yeni düzenlemeler veya organizasyon yolları gerektirebilir.

• İlke 4: *Yönetimden elde edilebilecek potansiyel kazanımları fark ederek, genellikle ekosistemi ekonomik bir bağlamda anlama ve yönetme ihtiyacı vardır. Bu tür herhangi bir ekosistem yönetim programı şunları yapmalıdır:* Biyolojik çeşitliliği olumsuz etkileyen piyasa bozulmalarını azaltmak; Biyolojik çeşitliliğin korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını teşvik etmek için teşvikleri uyumlu hale getirilmeli; mümkün olduğu ölçüde, verili ekosistemdeki maliyetler ve faydalar içselleştirilmelidir. Biyolojik çeşitliliğe yönelik en önemli tehdit, alternatif arazi kullanım sistemleriyle değiştirilmesidir. Bu tür uygulamalar, genellikle doğal sistemleri ve populasyonları küçümseyen ve arazinin daha az çeşitli sistemlere dönüştürülmesini desteklemek için ters teşvikler ve sübvansiyonlar sağlayan piyasa bozulmaları yoluyla ortaya çıktığı bilinmelidir. Genellikle korumadan faydalananlar korumayla ilişkili maliyetleri ödemezler ve benzer şekilde çevresel maliyetler (örneğin kirlilik) üretenler sorumluluktan kaçarlar. Teşviklerin hizalanması, kaynağı kontrol edenlerin faydalanmasını sağlar ve çevresel maliyetler üretenlerin ödeme yapmasını garanti eder.

• İlke 5: *Ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilmesi için ekosistem yapısının ve işleyişinin korunması ekosistem yaklaşımının öncelikli hedefi olmalıdır:* Ekosistem işleyişi ve dayanıklılığı, türler içinde, türler arasında ve türler ile abiyotik çevreleri arasındaki dinamik ilişkiye ve çevre içindeki fiziksel ve kimyasal etkileşimlere bağlıdır. Bu etkileşimlerin ve süreçlerin korunması ve uygun olduğu durumlarda restorasyonu, biyolojik çeşitliliğin uzun vadeli sürdürülmesi için türlerin korunmasından daha büyük önem taşır.

• İlke 6: *Ekosistem, kendi işleyiş sınırları içinde yönetilmelidir:* Yönetim hedeflerine ulaşma imkânını veya kolaylığını değerlendirirken, doğal üretkenliği, ekosistem yapısını, işleyişini ve çeşitliliğini sınırlayan çevresel koşullara dikkat edilmelidir. Ekosistem işleyişinin sınırları; geçici, öngörülemeyen veya yapay olarak

sürdürülen koşullar tarafından farklı derecelerde etkilenebilir ve buna göre yönetim uygun şekilde özenli olmalıdır.

• İlke 7: *Ekosistem yaklaşımı uygun mekânsal ve zamansal ölçeklerde gerçekleştirilmelidir*: Yaklaşım, hedeflere uygun mekânsal ve zamansal ölçeklerle sınırlandırılmalıdır. Yönetim sınırları, kullanıcılar, yöneticiler, bilim insanları ve yerli ve yerel halklar tarafından operasyonel olarak tanımlanacaktır. Gerekliğinde alanlar arasındaki bağlantı teşvik edilmelidir. Ekosistem yaklaşımı, genlerin, türlerin ve ekosistemlerin etkileşimi ve entegrasyonu ile karakterize edilen biyolojik çeşitliliğin hiyerarşik doğasına dayanmaktadır.

• İlke 8: *Ekosistem süreçlerini karakterize eden değişken zamansal ölçekler ve gecikme etkileri dikkate alınarak, ekosistem yönetimine ilişkin hedefler uzun vadeli olarak belirlenmelidir*: Ekosistem süreçleri, değişken zamansal ölçekler ve gecikme etkileriyle karakterize edilir. Bu, insanların gelecekteki kazançlar yerine kısa vadeli kazanımları ve anlık faydaları tercih etme eğilimiyle doğal olarak çelişir.

• İlke 9: *Yönetim, değişimin kaçınılmaz olduğunu kabul etmelidir*: Ekosistemler, tür kompozisyonu ve nüfus bolluğu dahil olmak üzere değişir. Bu nedenle, yönetim değişikliklere uyum sağlamalıdır. Ekosistemler, içsel değişim dinamiklerinin yanı sıra, insan, biyolojik ve çevresel alanlarda bir belirsizlik ve potansiyel "sürprizler" kompleksiyle kuşatılmıştır. Geleneksel bozulma rejimleri, ekosistem yapısı ve işleyişi için önemli olabilir ve sürdürülmesi veya restore edilmesi gerekebilir. Ekosistem yaklaşımı, bu tür değişiklikleri ve olayları öngörmek ve karşılamak için uyarlanabilir yönetimi kullanmalı ve seçenekleri engelleyebilecek herhangi bir karar verirken dikkatli olmalı, ancak aynı zamanda iklim değişikliği gibi uzun vadeli değişikliklerle başa çıkmak için hafifletici eylemleri de göz önünde bulundurmalıdır.

• İlke 10: *Ekosistem yaklaşımı, biyolojik çeşitliliğin korunması ve kullanımı arasında uygun dengeyi ve entegrasyonu sağlamalıdır*: Biyolojik çeşitlilik hem içsel değeri hem de ekosistemi ve hepimizin nihayetinde bağımlı olduğu diğer hizmetleri sağlamada oynadığı kilit rol nedeniyle kritik öneme sahiptir. Geçmişte biyolojik çeşitliliğin

bileşenlerini korumalı veya korumasız olarak yönetme eğilimi olmuştur. Koruma ve kullanımın bağlam içinde görüldüğü ve tüm önlemlerin sıkı bir şekilde korunan ekosistemlerden insan yapımı ekosistemlere kadar bir süreklilikte uygulandığı daha esnek durumlara geçiş ihtiyacı vardır.

- İlke 11: *Ekosistem yaklaşımı, bilimsel, yerli ve yerel bilgi, yenilikler ve uygulamalar dâhil olmak üzere her türlü ilgili bilgiyi dikkate almalıdır*: Etkili ekosistem yönetim stratejilerine ulaşmak için tüm kaynaklardan gelen bilgiler kritik öneme sahiptir. Ekosistem işlevleri ve insan kullanımının etkisi hakkında çok daha iyi bir bilgi arzu edilir. İlgili herhangi bir alandan gelen tüm bağlantılı bilgiler, diğerlerinin yanı sıra Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'nin 8(j) Maddesi uyarınca alınacak herhangi bir karar da dikkate alınarak tüm paydaşlar ve aktörlerle paylaşılmalıdır. Önerilen yönetim kararlarının arkasındaki varsayımlar açıkça belirtilmeli ve paydaşların mevcut bilgi ve görüşlerine göre kontrol edilmelidir.

- İlke 12: *Ekosistem yaklaşımı toplumun ve bilim disiplinlerinin tüm ilgili kesimlerini kapsamalıdır*: Biyolojik çeşitlilik yönetimine ilişkin sorunların çoğu karmaşıktır, çok sayıda etkileşim, yan etki ve sonuç içerir ve bu nedenle yerel, ulusal, bölgesel ve uluslararası düzeyde gerekli uzmanlığı ve paydaşları uygun şekilde dâhil etmelidir.

2.3.Uygulamadaki ekosistem tabanlı yaklaşımlar

Ekosistem Tabanlı Yönetim (EbM);

Long ve ark. (2015) EbM için “*Ekosistem tabanlı yönetim, sürdürülebilir kaynak kullanımını sağlamak için belirli bir coğrafi alanda uygun zamansal ve mekansal ölçeklerde ekolojik, sosyal ve yönetim ilkelerini dengeleyen disiplinler arası bir yaklaşımdır. Bilimsel bilgi ve etkili izleme, bir ekosistem içindeki bağlantıları, bütünlüğü ve biyolojik çeşitliliği, dinamik yapısı ve ilişkili belirsizliklerle birlikte kabul etmek için kullanılır. EbM, kararların toplumsal seçimi yansıttığı entegre ve uyarlanabilir bir yönetim sürecine dahil olan paydaşlarla birleştirilmiş sosyo-ekolojik sistemleri tanıır*” ifadesini kullanmışlardır. Ekosistem Tabanlı Yönetim (EbM) son yıllarda uluslararası popülerlik kazanmıştır, ancak tanımı konusunda fikir birliğinin tam olmaması evrensel bir uygulama çerçevesinin kullanılmasını

engellemiştir(Long ve ark.,2015). Long ve ark., (2015) yaptığı bir çalışmada literatürde görünme sıklığına göre azalan sıraya göre temel özellikler belirlemiştir;

- *Ekosistem bağlantılarını göz önünde bulundurma,*
- *Uygun mekansal ve zamansal ölçekler,*
- *Uyarlanabilir yönetim ,*
- *Bilimsel bilginin kullanımı,*
- *Entegre yönetim,*
- *Paydaş katılımı,*
- *Ekosistemlerin dinamik doğasını dikkate alınması,*
- *Ekolojik bütünlük ve biyoçeşitlilik,*
- *Sürdürülebilirlik ,*
- *Eşleştirilmiş sosyo-ekolojik sistemleri tanınması,*
- *Kararların toplumsal seçimi yansıtması,*
- *Ayrık sınırlar belirlenmesi,*
- *Disiplinlerarasılık,*
- *Uygun izleme*
- *Belirsizliğin kabulü.*

Ekosistem yönetimi, popüler ve profesyonel literatürde doğal kaynakları ve ekosistemleri yönetmenin modern ve tercih edilen yolu olarak yaygın bir şekilde önerilmektedir. Savunucular, ekosistem yönetimini çevreyi koruyacak, sağlıklı ekosistemleri sürdürecektir, biyolojik çeşitliliği koruyacak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlayacak bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır (Lackey,1998).

Öte yandan Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD) ekolojik, sosyal ve yönetim hedeflerini bütünleştirerek ekosistem yaklaşımını şu şekilde tanımlamaktadır:

“Toprak, su ve canlı kaynaklarının korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını adil bir şekilde teşvik eden bütünleşmiş yönetim stratejisi”(COMPASS,2005). **Bilim ve Deniz için İletişim Ortaklığı** (COMPASS), Amerika Birleşik Devletleri'ndeki iki yüzden fazla bilim ve politika uzmanı tarafından geliştirilen daha derinlemesine, kapsayıcı bir tanım yayınladı. EbMburada şu şekilde tanımlandı: *“İnsanlar da dahil olmak üzere tüm ekosistemi dikkate alan bütünleşmiş bir yönetim yaklaşımı. EbM'nin*

amacı, ekosistemi sağlıklı, üretken ve dayanıklı bir durumda tutarak insanların istediği ve ihtiyaç duyduğu hizmetleri sağlayabilmesidir. EbM, genellikle tek bir türe, sektöre veya faaliyete veya endişeye odaklanan mevcut yaklaşımlardan farklıdır; farklı sektörlerin kümülatif etkilerini dikkate alır” (CBD,2011).

EbM ilkelerinin kısa bir tarihi

EbM'nin daha yakın zamanda popüler olmasına rağmen, arkasındaki felsefeler yeni olmaktan uzaktır ve bazı bölgelerde **yerli halklar tarafından on bin yıldan uzun** süredir uygulanmaktadır. Yaygın olarak tanınmasa da, genel ekosistem sağlığını doğal kaynak yönetimi ilkelerine dahil eden ilk büyük girişimlerden biri, 1970'lerde, Kuzey Amerika'daki çok çeşitli disiplinlerden ve kuruluşlardan profesyonellerin katıldığı bir dizi yaban hayatı yönetimi çalışmayı sırasında gerçekleşmiştir. Bu noktadan önce EbM terimi literatürde yaygın olarak görünmemektedir. Çalıştayda geliştirilen, *Yaban Hayatı Kaynaklarının Korunması İçin Yeni İlkeler* başlıklı dört yönetim ilkesi listesi, 1978'de **Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku** Konferansı'nda (UNCLOS) kullanıldığında uluslararası tanınırlık kazanmış ve bu nedenle deniz politikasında önemli bir basamak taşı oluşturmuştur (Long ve ark.,2015) . Bunlar aşağıdaki dört ilke olarak belirlenmiştir;

1. Ekosistem, arzu edilen bir durumda muhafaza edilmelidir, böylece;
 - a) tüketimsel ve tüketim dışı değerler sürekli olarak en üst düzeye çıkarılabilir,
 - b) mevcut ve gelecekteki seçenekler güvence altına alınır ve
 - c) kullanım sonucu geri dönüşü olmayan değişiklik veya uzun vadeli olumsuz etki riski en aza indirilir.
2. Yönetim kararları, bilginin sınırlı ve kurumların kusurlu olduğu gerçeğini göz önünde bulundurarak bir güvenlik faktörü içermelidir.
3. Yabani yaşam kaynağını korumaya yönelik tedbirler, diğer kaynakların israfını önleyecek şekilde formüle edilmeli ve uygulanmalıdır.
4. Araştırma veya izleme, analiz ve değerlendirme, planlanan kullanımdan önce yapılmalı ve yabani yaşam kaynaklarının gerçek kullanımına eşlik etmelidir. Sonuçlar, eleştirel kamu incelemesi için öncelikle kullanılabilir hale getirilmelidir.

1996'da Mangel ve ark. (1996)' bu prensipleri güncellemeye ve daha güncel yönetim sorunlarından ve uygulamalarından bazılarını hesaba katmaya çalıştı. 1992 ile 1994 yılları arasında dünyanın dört bir yanında bilim insanları ve yöneticilerle birkaç toplantı düzenlendi ve her biri için uygulama mekanizmalarıyla birlikte yedi yönetim prensibine ilişkin uluslararası bakış açılarını dahil etmek için son bir çalıştay düzenlendi ve bu çalıştaylar daha sonra Yaban Yaşam Kaynaklarının Korunması Prensipleri olarak geliştirildi ve yayımlandı (Long ve ark.,2015). Bunlar yedi prensip olarak şu şekildedir;

- "İlke I. Yaban yaşam kaynaklarının sağlıklı popülasyonlarının sonsuza dek sürdürülmesi, bu kaynaklara yönelik insan tüketiminin ve talebinin sınırsız büyümesiyle tutarsızdır.
- İlke II. Korumanın amacı, genetik, tür, populasyon ve ekosistem düzeylerinde biyolojik çeşitliliği koruyarak mevcut ve gelecekteki seçenekleri güvence altına almak olmalıdır; genel bir kural olarak, ekosistemin ne kaynağı ne de diğer bileşenleri doğal varyasyon sınırlarının ötesinde bozulmamalıdır.
- İlke III. Kaynak kullanımının olası ekolojik ve sosyolojik etkilerinin değerlendirilmesi hem önerilen kullanımdan hem de devam eden bir kaynağın kullanımının önerilen kısıtlanmasından veya genişletilmesinden önce yapılmalıdır.
- İlke IV. Canlı kaynakların kullanımının düzenlenmesi, kaynağın bir parçası olduğu ekosistemin yapısı ve dinamiklerinin anlaşılmasına dayanmalı ve kaynak kullanımını doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen ekolojik ve sosyolojik etkileri hesaba katmalıdır.
- İlke V. Doğal ve sosyal bilimlerden elde edilen bilgi ve becerilerin tamamı koruma sorunlarına uygulanmalıdır.
- İlke VI. Etkili koruma, tüm kullanıcıların ve paydaşların motivasyonlarını, çıkarlarını ve değerlerini anlamayı ve hesaba katmayı gerektirir, ancak yalnızca konularının ortalamasını almayı gerektirmez.
- İlke VII. Etkili koruma, etkileşimli, karşılıklı ve sürekli iletişim gerektirir" Mangel ve ark., 1996 ;Long ve ark.,2015).

EbM'in unsurları aşağıda sunulduğu gibidir (Long ve ark.,2015).

- Ekosistem bağlantılarını göz önünde bulundurun,
- Belirsizliği kabul edin,

- Uygun mekânsal ve zamansal ölçekler,
- Uyarlanabilir yönetim,
- Bilimsel bilginin kullanımı,
- Paydaş katılımı,
- Entegre yönetim,
- Sürdürülebilirlik,
- Ekosistemlerin dinamik yapısını hesaplayın,
- Ekolojik bütünlük ve biyoçeşitlilik,
- Eşleştirilmiş sosyal-ekolojik sistemleri tanıyın,
- Kararlar toplumsal seçimi yansıtır,
- Ayrık sınırlar,
- Disiplinlerarasılık,
- Uygun izleme,
- Ekosistem dayanıklılığını kabul edin,
- Ekonomik bağlamı göz önünde bulundurun,
- Önlemsel yaklaşımı uygulayın,
- Toplam etkileri göz önünde bulundurun,
- Örgütsel değişim,
- Tavizleri açıkça kabul edin,
- Komşu ekosistemler üzerindeki etkileri göz önünde bulundurun,
- Eşitlik ilkelerine bağlı kalın,
- Uzun vadeli hedefler geliştirin,
- Her türlü bilginin kullanımı,
- Teşviklerin kullanımı.

Ekosistem yönetiminin yedi temel ilkesi, kavramı tanımlar, sınırlar ve operasyonel anlam sağlar:

- (1) ekosistem yönetimi, sosyal değerlerin ve önceliklerin devam eden evriminde bir aşamayı yansıtır; ne bir başlangıç ne de bir sonudur,
- (2) ekosistem yönetimi yer temellidir ve yerin sınırları açık ve resmi olarak tanımlanmalıdır,
- (3) ekosistem yönetimi, istenen sosyal faydaları elde etmek için ekosistemleri uygun koşullarda tutmalıdır;
- (4) ekosistem yönetimi, ekosistemlerin çeşitli stres faktörlerine, doğal ve insan yapımı, yanıt verme yeteneğinden yararlanmalıdır, ancak tüm

ekosistemlerin stres faktörlerini karşılama ve istenen durumu sürdürme yeteneği sınırlıdır;

(5) ekosistem yönetimi, biyolojik çeşitliliğe vurgu yapılmasına neden olabilir veya olmayabilir;

(6) Sürdürülebilirlik terimi, ekosistem yönetiminde kullanılacaksa, açıkça tanımlanmalıdır- özellikle, endişenin zaman çerçevesi, endişenin faydaları ve maliyetleri ve faydaların ve maliyetlerin göreceli önceliği ve

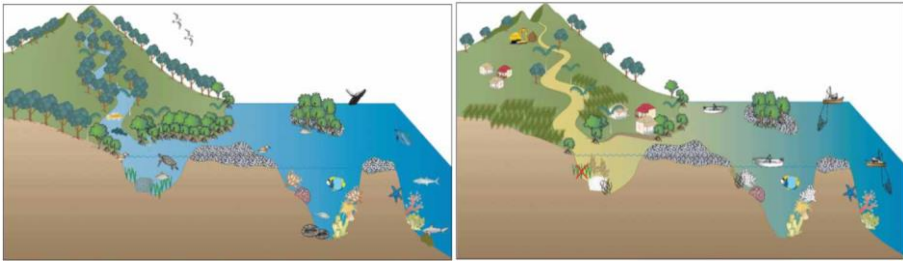
(7) Bilimsel bilgi, etkili ekosistem yönetimi için önemlidir, ancak temelde kamu ve özel seçimlerden oluşan bir karar alma sürecindeki unsurlardan yalnızca biridir.

Yedi ilkeye dayanan bir ekosistem yönetimi tanımı şöyledir: *“tanımlı bir coğrafi alan içinde ve belirtilen bir süre boyunca istenen sosyal faydaları elde etmek için ekolojik ve sosyal bilgilerin, seçeneklerin ve kısıtlamaların uygulanması”*. Tüm yönetim paradigmasında olduğu gibi, 'doğru' karar diye bir şey yoktur, bunun yerine bir karar alma süreci aracılığıyla ifade edildiği gibi toplumun mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarına en iyi şekilde yanıt veren kararlar vardır (Lackey,1998).

CBD, ekosistem tabanlı yaklaşımı “toprak, su ve canlı kaynaklarının korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını adil bir şekilde teşvik eden entegre bir yönetim stratejisi” olarak tanımlıyor.CBD'nin aynı bölümü ayrıca bunun “organizmalar ve çevreleri arasındaki temel yapıyı, süreçleri, işlevleri ve etkileşimleri kapsayan biyolojik organizasyon düzeylerine odaklanan uygun bilimsel metodolojilerin uygulanmasını içerdiğini açıklıyor. İnsanların kültürel çeşitlilikleriyle birçok ekosistemin ayrılmaz bir bileşeni olduğunu kabul ediyor.” Bu, zihnimizde kavramı zorlaştıran bir kavram, bu yüzden bunu parçalara ayırarak inceleme gerekir (Web2);

- “Uygun bilimsel metodolojilerin uygulanması” Yönetim kararları, korunan özellikler veya alan için alakalı ve uygun olduğundan emin olmak için **mevcut en iyi bilimsel kanıtlara** dayanmalıdır. Kanıtların eksik olduğu veya kanıtlara olan güvenin düşük olduğu durumlarda, korumanın işe yarama olasılığını artırmak için yönetim önlemlerinin daha muhafazakâr olacağı anlamına gelen bir '**önlem yaklaşımı**' benimsenebileceği genel olarak kabul edilir;

- “Organizmalar ve çevreleri arasındaki temel yapı, süreçler, işlevler ve etkileşimleri kapsayan biyolojik organizasyon düzeylerine odaklanmıştır... ” Yönetim, korunan şeyle ilgili olarak **ekosistemin tüm yönlerini** dikkate almalıdır; örneğin, bir fok kolonisinin korunması için tasarlanan yönetim önlemleri, hayatta kalmak ve popülasyonlarını sürdürmek için ihtiyaç duydukları tüm şeyleri hesaba katmalıdır. Buna koloninin gerçek fiziksel alanı (karada), fokun birincil av türleri ve beslenme alanları (denizde), hayatta kalmalarını etkileyebilecek tüm baskıların neden olduğu etkilerin değerlendirilmesi ('toplam etkiler') ve belirli mevsimsel hassasiyetlerin (üreme veya yavrulama dönemleri gibi) dikkate alınması dâhil olabilir;
- " İnsanların kültürel çeşitlilikleriyle birçok ekosistemin ayrılmaz bir parçası olduğunu kabul eder." İnsanlar diğer türler kadar ekosistemin bir parçasıdır. Denizlerden yiyecek, enerji, sağlık ve refahımız dâhil olmak üzere birçok fayda elde ediyoruz- bu faydalar '**ekosistem hizmetleri**' olarak bilinir ve yönetim önlemleri bunların bizim ve gelecek nesiller için güvence altına alınmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. İnsanların ekosistemin bir parçası olarak açıkça tanınması, **insanların karar alma sürecinin bir parçası olması gerektiği** ve kamu yararı ve görüşünün tüm yönlerinin mümkün olduğunca temsil edilmesi gerektiği anlamına da gelir (Web2).



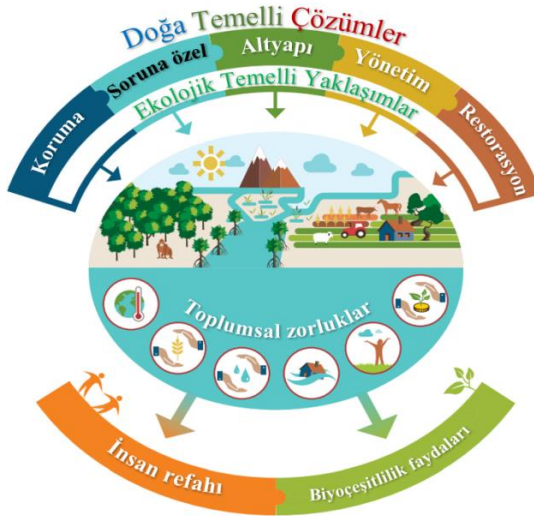
Şekil 1. Bitişik ekosistemler arasındaki sağlıklı bağlantının şematik diyagramı (üst), insan faaliyeti nedeniyle ekosistem bağlantısının kesintiye uğramasını gösteren şematik diyagram (alt) (Clarke ve Jupiter, 2010'dan değiştirilerek).

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration); ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi **Ekosistem Tabanlı Yönetimi** şu şekilde tanımlanmaktadır (Web3); “kaynak yönetimi kararlarına insanlar da dâhil

olmak üzere tüm ekosistemi kapsayan ve uyarlanabilir bir yönetim yaklaşımıyla yönlendirilen bütünleşik bir yaklaşım”.

Ekosistem Tabanlı Yönetimin sürekliliği NOAA’ya göre aşağıdakiler gibidir (Web2);

- EbM, insanları ekosistemlerin bir bileşeni olarak entegre eder,
- EbM, toplumun ve çevrenin çeşitli ve birbirine bağlı ihtiyaçlarını dengeler,
- EbM, ekosistem bileşenlerini içsel olarak bağlantılı olarak yönetir,
- EbM aşamalı bir süreçtir,
- EbM, yönetim seviyelerinin sürekliliğinde çalışabilir.

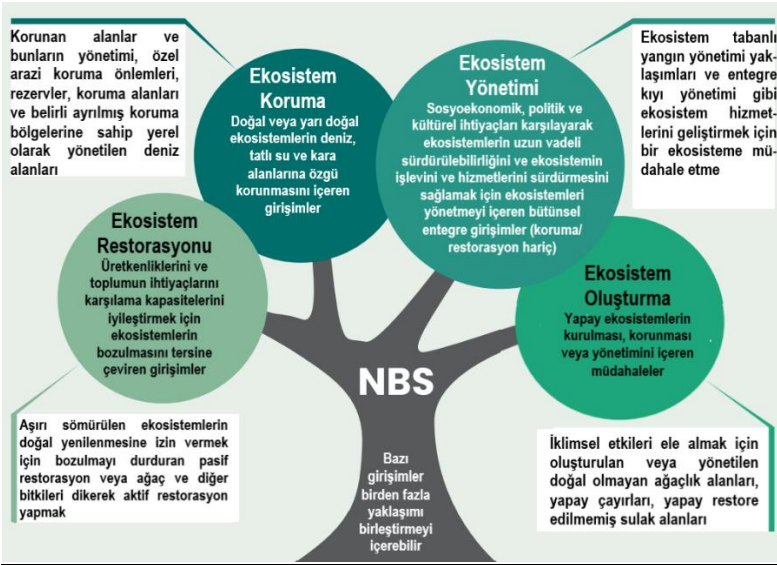


Şekil 2. Ekosistem temelli yaklaşımların kavramsal diyagramı (Seddon ve ark.,2021’den değiştirilerek).

Cohen-Shacham ve ark.,2019 tarafından Tablo 1’de verilen yakın ilgili tanımlamalar verilmiştir (Şekil 2-3).

Tablo 1. Bu yazıda analiz edilen beş ekosistem tabanlı yaklaşımın tanımı(Cohen-Shacham ve ark.,2019).

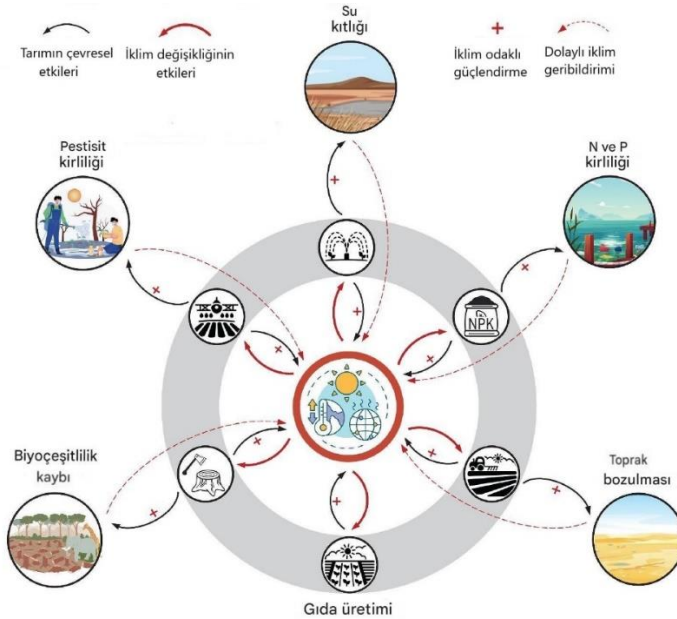
İsim	Tanım
Ekosistem Yaklaşımı	Toprak, su ve canlı kaynaklarının korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını adil bir şekilde teşvik eden bütünleşik yönetim stratejisi (CBD, 2004). (Şekil 2).
Orman arazisinin restorasyonu	Ormansızlaştırılmış veya bozulmuş orman arazilerinde ekolojik işlevselliği yeniden kazanma ve insan refahını artırmaya yönelik uzun vadeli süreç (IUCN ve WRI, 2014).
Ekosistem tabanlı adaptasyon	İnsanların iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum sağlamalarına yardımcı olmak amacıyla genel bir uyum stratejisinin parçası olarak biyolojik çeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin kullanılması (CBD, 2009).
Ekolojik restorasyon	Bozulup zarar görmüş veya yok olmuş bir ekosistemin iyileşmesine yardımcı olma süreci
Korunan Alanlar	Doğanın, ilişkili ekosistem hizmetleri ve kültürel değerlerin uzun vadeli korunmasını sağlamak için yasal veya diğer etkili araçlarla tanınan, adanmış ve yönetilen, açıkça tanımlanmış coğrafi alan



Şekil 3. Ekosistem temelli yaklaşımların benzeşimi, soy ağacı (Web4-5'den derlenmiştir).

3. Ekosistem Yaklaşımı ve Tarım

Yoğun tarım, aşırı besin maddelerinin akışı, kimyasal pestisitlerin kullanımı, biyolojik çeşitlilik kaybı ve sera gazı emisyonları gibi birden fazla çevresel zorluk yaratır. Büyüyen küresel nüfusu beslerken tarımın bu olumsuz etkilerini azaltmak zaten büyük bir zorluktur ve iklim değişikliğiyle daha da kötüleşecektir (Yi Yang *et al.*,2024).Modern tarımın sera gazı (GHG) emisyonlarından su ve hava kirliliğine ve biyolojik çeşitlilik kaybına kadar büyük küresel çevresel etkileri vardır. Tarımın çevresel etkilerinin, büyüyen ve daha zenginleşmek isteyen küresel nüfusun “muhtemelen gıda, yem, lif ve biyoyakıt gibi daha fazla tarımsal ürün talep edeceği”kaçınılmaz görüldüğünden baskısının artacağı beklenmektedir. Bu konuda daha az çalışılmış olsa da iklim değişikliği, tarımsal çevresel etkilerin ikincil potansiyel güçlendiricisidir. İklim değişikliği yoğunlaştıkça, yalnızca tarımsal üretkenlik için büyük riskler oluşturmakla kalmaz, aynı zamanda modern tarımın evrimleştiği ve uzun süredir faaliyet gösterdiği nispeten istikrarlı durumdan sapması, tarımın çevreyle nasıl etkileşime girme durumu ve bunun tersi üzerinde de derin etkiler bulunmaktadır (Yi Yang *et al.*,2024).



Şekil 4. İklim değişikliğinin potansiyel olarak şiddetlendirdiği tarımsal sistemlerin başlıca çevresel etkileri (Yi Yang *et al.*,2024'ten değiştirilerek).

Ekosistem tabanlı yaklaşım (EbA), toprak, su ve canlı kaynaklarının bütünleşik yönetimi için, korumayı ve sürdürülebilir kullanımı adil bir şekilde teşvik eden bir stratejidir. İnsan-doğa ilişkilerinin kendi kendini idame ettirme kapasitesini geri kazandırmayı veya güçlendirmeyi amaçlar (Richter ve ark. 2015) ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD) kapsamında bir eylem çerçevesini temsil eder (Abdourahamane ve Oeba, 2020). Bunlar bir yandan tarımsal sistemlerin üretkenliğinin azalmasına ve aşırı sömürülmesine, diğer yandan gübre ve pestisit gibi kimyasalların kullanımının artmasına ve bunların çevre sağlığı (toprak, su ve hava), insan refahı ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerine katkıda bulunmaktadır. Tarımın zayıf performans gösterdiği bu bağlamda, 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündeminin benimsenmesinde öngörüldüğü gibi gıda üretimi ve beslenmede değişime yönelik önemli davranış değişiklikleri uygulanmadığı sürece açıklıkla mücadelenin başarılı olamayacağı açıktır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin (SKH) ve 2030 hedeflerinin gerçekleştirilmesi, tüm ülkeler ve tüm paydaşlar tarafından işbirlikçi ortaklık içinde uygulanacak, insanlar, gezegen ve refah için paylaşılan eylem için bir çerçeve sağlamıştır. 2. SKH, açlığı sona erdirmeyi, gıda güvenliğini ve iyileştirilmiş beslenmeyi sağlamayı ve gıda üretimi ve gıda güvenliği için bir çözüm olarak sürdürülebilir tarımı teşvik etmeyi hedeflemektedir (Rockstrom ve ark., 2017; Abdourahamane ve Oeba, 2020).

EbA'nın, toprak, su ve canlı kaynakların entegre yönetimi yoluyla tarım sistemleri gibi sosyo-ekosistemin kendi kendini idame ettirme kapasitesini geri kazandırmayı veya güçlendirmeyi hedeflediği için oldukça yararlı olacağı ortaya çıkmıştır; bu da korumayı ve sürdürülebilir kullanımı adil bir şekilde teşvik eder. Bütünsel bir yaklaşım olarak, çeşitli alanlardan aktörleri dâhil eden disiplinler arası eylemler ve yeterli politikaların uygulanmasını gerektirir. Bu yaklaşım, ekosistem üzerinde minimum etkiyle gıda üretiminde sürdürülebilirliği sağlamak için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Ekosistem tabanlı bir yaklaşım tarımda benimsenip yeterli şekilde uygulandığında, sürdürülebilir bir tarımsal gelişmeyi garanti eder ve gıda üretiminde, bulunabilirliğinde ve tüketiminde sürdürülebilirliği sağlar (Şekil 5).



Şekil 5. Tarımda sürdürülebilirliği sağlayan ekosistem yaklaşımları ilişkileri (Abdourahamaneve Oeba, 2020'den değiştirerek).

Bu bağlamda, ekosistem tabanlı bir yaklaşımın tarıma uygulanması, tarımsal ekosistemlerin gelişimini ve sürdürülebilir gıda tüketimini; daha iyi üretken yapan ve gıda bulunabilirliğini sağlayan temel alternatiflerden biri olarak temsil eder. Bu nedenle, bu yaklaşımın gıda güvenliğine katkısı çok önemlidir çünkü yalnızca tarımsal sistemlerin üretkenliğini artırmakla ve çevre üzerindeki etkilerini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda davranışta bir değişiklik yoluyla gıda israfının azaltılmasına da katkıda bulunur (Abdourahamaneve Oeba, 2020).

4. Sürdürülebilir Tarım Sistemlerinin Kurulmasına Yönelik Ekosistem Tabanlı Bir Yaklaşım

Tarım tüm dünyada hızlı değişmekte olup; yoğunlaştırma, çeşitlendirme, enerji verimliliği, su yönetimi, toprak restorasyonu, entegre zararlı yönetimi, sürdürülebilirlik ve iklim değişikliği çiftçiler için temel konular olmuştur; ancak en iyi çözümler, tarıma alternatif tekniklerin ve davranışların çok disiplinli uygulamaları yoluyla ekosistem tabanlı bir yaklaşım şeklinde olmalıdır. Bu yaklaşım, ekosistem tarafından sağlanan hizmetlere dayalı tarımsal sistemlerin kurulmasının ve çiftlik faaliyetlerinin dayanıklılıklarına bağlı olarak tahmin edilmesinin, antropojenik faaliyetlerin çevre üzerindeki etkilerini önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Sürdürülebilir tarım sistemleri, özellikle gıda krizlerinin tekrarladığı ve küçük

ölçekli çiftçilerin açlığın hafifletilmesinde anahtar rol oynadığı gelişmekte olan ülkelerde ekolojik bütünlüğü ve sosyal refahı garanti eden çok işlevli, entegre üretim sistemleridir (Vignola ve ark. 2015; Abdourahamane ve Oeba, 2020). Küçük ölçekli çiftçilik sisteminde sürdürülebilirliği sağlamak için, gelişmekte olan ülkelerde ekolojik yoğunlaştırma (Vall vd. 2017) ve iklim değişikliğine ekolojik adaptasyon stratejileri uygulamaya konmuştur (Vignola ve ark. 2015; Abdourahamane ve Oeba, 2020). Vignola ve ark. (2015) göre, bu ekosistem tabanlı adaptasyonlar, yalnızca aşağıdaki üç boyutu kademeli olarak karşıladığında küçük çiftçiler için uygun kabul edilebilir;

- Ekosistemin, biyolojik çeşitliliğin ve/veya işlev ve süreçlerin (besin döngüsü, toprak oluşumu, su sızması, karbon tutulması vb. gibi) korunması, restorasyonu ve sürdürülebilir yönetimine dayalı olması,
- Tarımsal sistem verimliliğinin iyileştirilmesine, dışsallıkların biyofiziksel etkilerinin azaltılmasına ve iklim değişikliği ve iklim değişikliği karşısında ürün zararlılarının ve hastalıklarının azaltılmasına katkıda bulunan adaptasyon faydaları,
- Gıda güvenliği, gelir üretiminin çeşitlendirilmesi, yerel bilginin kullanımı ve uygun uygulama maliyeti gibi geçim güvenliğinin sağlanmasıdır.

5. Gıda Sistemi ve Tarımsal Ekosistem

Gıda Sistemi; Gıda Güvenliği ve Beslenme Yüksek Düzeyli Uzman Paneli'ne (HLPE) göre, bir gıda sistemi gıdanın üretimi, işlenmesi, dağıtımı, hazırlanması ve tüketimi ile ilgili tüm unsurları (örneğin çevre, insanlar, girdiler, süreçler, altyapı ve kurumlar) ve faaliyetleri ve bu faaliyetlerin sosyo-ekonomik ve çevresel çıktıları da dâhil olmak üzere tüm unsurları bir araya getirir. Sürdürülebilir gıda sistemleri, gelecek nesillerin gıda güvenliğini ve beslenmesini sağlamak için ekonomik, sosyal ve çevresel temellerin tehlikeye atılmaması için herkes için gıda güvenliğini ve beslenmeyi sağlar. Bir gıda sistemini üç temel unsur oluşturur (GIZ, 2023).

- Gıda tedarik zincirleri (üretim, depolama, dağıtım, işleme, paketleme, perakende satış ve pazarlama),
- Gıda ortamı,
- Tüketici davranışı.

Tarımsal ekosistem; bilimsel, insan tarafından yönetilen bir ekosistem olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel bir tarımsal ekosistemin bilinen bir örneği, Güneybatı Çin'deki Hani teraslarındaki pirinç-balık-ördek sistemidir; bu sistem, döngüsel bir ekonomiye dayalı olarak mahsul ve hayvanların entegrasyonuna odaklanır: Pirinç, balıklar ve ördekler için yiyecek, barınak ve gölge sağlar. Aynı zamanda balıklar ve ördekler yabancı otları ve zararlıları yer ve pirinç için yetiştirme ortamını iyileştirmek üzere toprağı gevşetir (GIZ, 2023).

6. Ekosistem Tabanlı Uyum ve *agro*Ekoloji:

Ortak İlkeler ve Hedefler: *Agro*Ekoloji ve EbA farklı politika ve bilgi topluluklarından kaynaklansa da (*agro*Ekoloji sürdürülebilir tarım, EbA ise iklim ve biyoçeşitlilik alanlarından) ortak ilkeleri ve temel özellikleri paylaşırlar ve bu da ortak politikaları, programları ve stratejileri destekleyebilir;

1. Hem EbA hem de *agro*Ekoloji, sürdürülebilir geçim kaynakları ve ekolojik, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik için ekosistem hizmetlerini güçlendirme ve sürdürmeyi amaçlayan NbS'dir.
2. Bunlar doğası gereği sistemiktir ve bir gıda sistemi veya ekosistem olsun, belirli bir sistemin yalnızca seçilmiş yönlerini hedefleyen müdahalelerin ötesine geçer.
3. Her ikisi de bir dizi politika önceliği ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ne hitap ederek acil toplumsal zorlukları ele alır.

Bu iki yaklaşımın birleştirilmesi, tamamlayıcı bakış açılarını, uzmanlığı ve kaynakları bir araya getirerek iklim değişikliği ve gıda güvensizliğiyle mücadelede daha hızlı ve daha büyük etkiler yaratma potansiyeline sahiptir.

Özellikle Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına odaklanarak FAO, *agro* Ekolojinin iklim değişikliğine karşı içsel adaptasyon ve dayanıklılık potansiyelini, *agro*Ekoloji uygulamalarının dayandığı temel ilkeler (yani biyoçeşitlilik, doğal kaynakların verimli kullanımı, besleyici element geri dönüşümü, doğal düzenleme ve sinerjiler) nedeniyle vurgulamaktadır (GIZ, 2023).

20. yüzyılda endüstriyel tarıma geçiş tarımsal üretkenlik ve verimliliğin artmasıyla sonuçlansa da, küresel gıda güvenliğinin sağlanması hâlâ belirsizliğini korumaktadır. İklim değişikliğinin tarım sektörü mevcut ve

öngörülen etkilerinin gıda güvensizliğinin görülme sıklığını daha da kötüleştirme muhtemeldir. Son yıllarda, iklim açısından akıllı tarım, gıda güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunma ve iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonunu geliştirme potansiyeline sahip bir mekanizma olarak kabul görmüştür (Tablo 1-2) (Akamani, 2021).

Tablo 1. İklim dostu tarım için ekosistem tabanlı stratejiler (Akamani, 2021).

Varsayımlar: Sosyal-ekolojik sistemlerin karmaşıklığını benimseyin

- Tarımsal sistemleri karmaşık sosyo-ekolojik sistemler olarak tanımak,
- Uyum ve dönüşüm kapasitelerinin oluşturulması ihtiyacına öncelik vermek,
- Uyarlanabilir yönetimi kullanarak belirsizlikleri yönetin ve dayanıklılığınızı artırın.

Yönetim hedefleri: Entegre yönetim hedeflerini teşvik edin

- Tarımsal alanlarda üretilen sosyal, ekonomik ve ekolojik değerlerin çeşitliliğini tanımak,
- İklim değişikliği politikaları ile gıda, enerji ve su güvenliği arasındaki sinerjileri ve karşılıklı etkileşimleri analiz etmek,
- Arazi mülkiyeti türleri ve idari sınırlar arasında yönetim çabalarını koordine ederek manzara ölçeğinde yönetim sağlamak,
- Tarım ile enerji, su ve ormancılık gibi ilgili seçiciler arasındaki iş birliğini teşvik etmek.

Bilgi gereksinimleri: Çeşitli bilgi sistemleri geliştirin

- Çok disiplinli, disiplinlerarası ve disiplinler arası araştırmalar yoluyla sosyal ve ekolojik bilimler arasındaki bilgi bütünleşmesini teşvik etmek,
- Geleneksel bilginin önemini kabul etmek ve geleneksel bilginin modern bilimsel bilgiyle bütünleşmesini teşvik etmek,
- Sosyal öğrenme ve bilgi ortak üretimi için katılımcı süreçleri kolaylaştırmak.

Tablo 2. Ekosistem tabanlı iklim dostu tarımın önündeki zorluklar (Akamani, 2021).

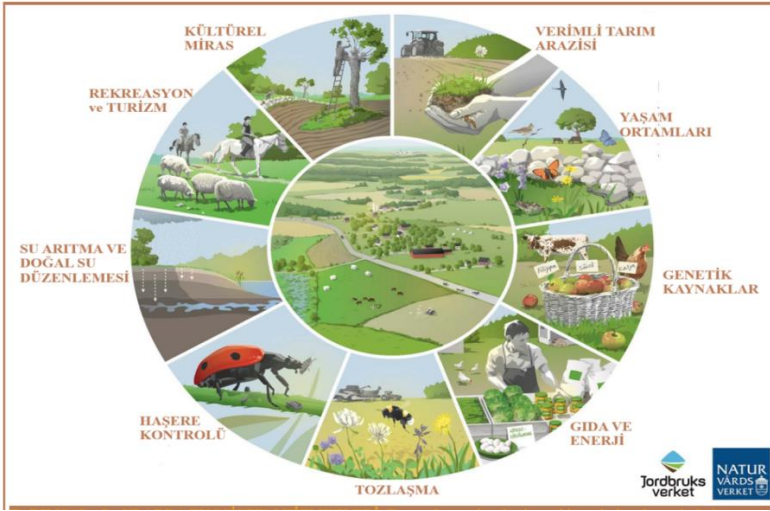
Uyarlanabilir ve bütünlük yönetim hedeflerine ulaşmada karşılaşılan zorluklar
<ul style="list-style-type: none"> • Dünya görüşündeki farklılıklar, örneğin antroposentrizm ile biyosentrizm/ekosentrizm, • Karmaşıklık ve belirsizliği kucaklamada siyasi iradenin eksikliği, Ekosistem hizmetlerinin tüm yelpazesini değerlendirmek için yetersiz geliştirilmiş araştırma araçları, • Birden fazla hedef arasındaki sinerjileri ve uzlaşmaları analiz etmeye yönelik yetersiz geliştirilmiş karar araçları, • İzleme ve adaptif yönetimin önceliklendirilmemesi, • İklim değişikliği etkilerinin riskini artıran hassas ekosistemler.
Bilgi entegrasyonundaki zorluklar
<ul style="list-style-type: none"> • Nicelleştirmeyi, öngörüü ve genellemeyi vurgulayan pozitivist/post-pozitivist bilim geleneğinin hâkimiyeti, • Sosyal bilimlerin marjinalleşmesi; • Disiplinler arası felsefe, kavramsal çerçeve ve yöntem farklılıkları, • Geleneksel ve yerel bilgiye karşı saygı ve güven eksikliği, • Farklı bilgi sistemlerine sahip katılımcılar arasındaki güç farklılıkları.
Kurumsal zorluklar
<ul style="list-style-type: none"> • Statükodan çıkar sağlayan çıkar gruplarının direnişi, • Geleneksel paradigmanın yol kırılmasındaki zorluklar; • Peyzaj ölçeğinde yönetim için yeni kurumlar tasarlanmasının zorluğu, • Sektörler arası örgütler arasında sorumluluk ve yetki parçalanması, • Kapasite kısıtlamaları, örneğin finansman, personel ve zaman, • Uyarlanabilir yönetimi destekleyen etkin politika çerçevelerinin eksikliği, • Beklenmeyen olumsuz sonuçların potansiyeli, örneğin sosyal eşitsizlik ve kaynakların bozulması.

7. Ekosistem Faydaları ve Tarım

Ekosistem hizmetleri kavramı 1990'ların başında ortaya çıktı, ancak ekosistemlerin insanlar için önemi fikri çok daha önce ortaya çıktı. Amaç, insanların ekosistemlerin parçası olduğunu ve onlarla nasıl etkileşime girdiğini göstermek ve insanların işleyen ekosistemlere bağımlılığı konusunda anlayış yaratmaktır. 2000'li yılların başında, BM Genel Sekreteri Kofi Annan'ın, insanın çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için *Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MEA)* çağrısında bulunmasıyla bu kavram daha büyük bir etki kazandı. Konsept daha sonra İsveç'te ve uluslararası alanda çeşitli hedeflere, stratejilere ve politikalara entegre edildi. Ekosistem hizmetleriyle yapılan çalışmalar hem uluslararası sözleşmelerde hem de AB'nin biyolojik çeşitlilik stratejisinde ve ulusal/uluslararası düzeylerde hükümetler tarafından çevresel hedef çalışmalarında destek almaktadır. *Ekosistem hizmetleriyle ilgili çalışmaların önemli bir temeli BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesidir (CBD)*. Ekosistem hizmetleri aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmaya yönelik küresel hedeflerin çoğu olan **Gündem 2030** ile de bağlantılıdır (Web6). Ekosistem hizmetlerinin en çok alıntılanan tanımlarından biri Costanza ve ark.'nın (1997) tanımıdır, "insan popülasyonlarının ekosistem işlevlerinden doğrudan veya dolaylı olarak elde ettiği faydalar." 10 yıldan fazla bir süre sonra, tutarlı ve işlevsel bir tanım sağlamayı amaçlayan Fisher ve ark. (2009); "ekosistem hizmetlerinin, insan refahını artırmak için (aktif veya pasif olarak) kullanılan ekosistemlerin unsurları" olduğunu belirttiler. Burada, ekosistem unsurları ekosistemlerin hem yapısına hem de süreçlerine (veya işlevlerine) karşılık gelir. Ekosistem yapısı, biyotik ve abiyotik bileşenlerin (varlıkların) bileşimini (doğa ve bolluk) ve organizasyonunu (mekansal dağılım) kapsar (Duru ve ark.,2015). Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi'nden (MEA, 2005) bu yana, ekosistem hizmetleri genellikle dört kategoriye sınıflandırılmaktadır: tedarik hizmetleri (yani, ekosistemlerden elde edilen gıda, yem, yem, lif ve yakıt gibi ürünler), düzenleyici hizmetler (örneğin, iklim düzenlemesi), kültürel hizmetler (yani, estetik ve eğlence amaçlı keyif gibi maddi olmayan faydalar) ve besin döngüsü gibi diğer üç hizmet türünün uygun şekilde sunulması için gerekli olan destekleyici hizmetler, yani geri bildirim hizmetleridir (Duru ve ark.,2015).

Ekosistem hizmetleri genellikle işlevlerine göre dört kategoriye ayrılabilir (Web6):

- Destekleyici ekosistem hizmetleri, örneğin ekosistemler ve habitatlar için alan, fotosentez, toprak oluşumu ve biyojeokimyasal döngüler gibi diğer ekosistem hizmetlerinin işleyişi için temel koşulları sağlar.
- Ekosistem hizmetlerinin sağlanması bize gıda, içme suyu, lif hammaddeleri ve biyoenerji üretimi için hammadde sağlar.
- Düzenleyici ekosistem hizmetleri, örneğin havanın, toprağın ve suyun arıtılmasının yanı sıra tozlaşma yoluyla bize istikrarlı ve sağlıklı bir doğal ortam sağlar. Düzenleyici ekosistem hizmetleri aynı zamanda su düzenlemesi, karbon tutumu ve gürültü azaltma gibi yöntemlerle rahatsızlıkların ve aşırı hava koşullarının etkilerini de yumuşatır.
- Kültürel ekosistem hizmetleri bize açık hava yaşamı, rekreasyon ve doğal ve kültürel miras deneyimleri şeklinde zengin deneyimler ve yaşam kalitesi sunar.



Şekil 6. Tarım ekosistemlerinin faydaları (Web6’ dan değiştirilmiştir).

7.1. Tarımsal Alanlarda Ekosistem Hizmetleri

Tarımsal peyzajın ekosistem hizmetleri; gıda üretimimiz ve yaşam çevremiz için temel oluşturur. Çiftçilik topluma tarımsal ekosistem hizmeti sunabilmesi için gerekli bir faaliyetler olup, aşağıdakileri kapsar (Web6);

- **Rekreasyon ve Turizm:** Tarımsal peyzajın çeşitliliği toplumsal açıdan takdir edilecek bir durumdur. Bu çeşitlilik yaşam kalitesini yükselmesini sağlar ve kırsal turizm ve ilgili geçim kaynaklarına imkân sunar.
- **Su Arıtma ve Doğal Su Düzenlemesi:** Toprak ve bitki örtüsü içerisinde süzülen su; istenmeyen besleyici maddelerle kirlenir. Uygun kalitede toprak yapısı hem mahsul gelişimi hem de çevre faydasına bu suyu geçici olarak depolar. Tarımsal sulakalanlar (gölcük, havuzlar, drenaj kanalı vb.) araziden su akışını geciktirir, akış hızını yavaşlatır ve dinlenen su; doğal ortamlara ulaşmadan besim elementi ve kirlilik yükünü azaltır.
- **Haşere Kontrolü:** Bitki zararlılarının doğal düşmanı canlılar (uğur böceği, solucan, örümcek vb.) kullanıldığında mahsullere zarar veren saldıkları kontrol altına alınabilir. Bu sayede kimyasal bitki ürünleri kullanımını azaltılabilir.
- **Tozlaşma:** Yabani ve çiftlik arıları gibi tozlayıcılar; yonca, meyve ağaçları, yağlı tohumlu bitkiler gibi birçok zirai türün daha kaliteli ve yüksek verime ulaşmasında önemli rol oynar. Tarla kenarları, sırtları ve meralardaki zengin ve çeşitli bitki örtüsü; tozlaştırıcıların yıl boyunca eşit miktarda polen ve nektar kaynağına sağlaması açısından önemlidir.
- **Gıda ve Enerji:** Tarımsal ortamda hayvanların ve insanların tükettiği gıda ve yemler büyük çoğunluğu üretilmektedir. Ayrıca zirai ürünler biyoenerji, yapı malzemesi gibi birçok kullanım alanı bulunmaktadır. Gıda ve enerji tefariği için sağlıklı ekosistemlerin yanı sıra aktif çiftçilere de ihtiyaç bulunmaktadır.
- **Genetik Kaynaklar:** Tarımsal arazilerde evcil hayvanlar, kültür bitkileri bulunurken yakın çevresinde yabani türler de bulunmaktadır. Bu türlerin genetik yapısı gelecekteki gıda tedarik sistemimizde; verimli mahsuller geliştirmek ve değişen iklime uyum sağlama da ve yeni tarımsal açılımlar geliştirmede kullanılabilir.
- **Yaşam Ortamları:** Çevresindeki peyzajla birlikte tarım arazileri birçok türün yetiştiği çeşitli ortamlar sunmaktadır. Sırtlar, hendekler, taş duvarlar, ürün yığınları, yol kenarları, tarla çit bitkileri ve kenarlıkları; değişik türden bitkilerin, böceklerin, kelebeklerin,

kuşların, sürüngenlerin, av hayvanları gibi birçok canlı türünün yaşam ortamlarıdır. Mera ve çayır alanları birçok türe ev sahipliği yapan önemli yaşam ortamlarıdır.

- **Verimli Tarım Arazisi:** Tarım arazileri yüzyıllar boyunca otlayan hayvanların ve insanların araziyi işlemesinin etkisiyle şekillenmiştir. Topraktaki mikroorganizmalar, mantarlar, solucanlar ve diğer ayrıştırıcılar toprağın verimliliğinin artmasına yardımcı olur. Yonca ve diğer azot sabitleyici bitkiler toprağı gübreler ve humus içeriği yüksek olan verimli topraklara havadaki karbondioksiti bağlar.

- **Kültürel Miras:** Arazideki kalıntı ve izler, farklı peyzajların toplum tarafından nasıl kullanıldığını bilgisini sunar ve geçmişle bağlantı kurmamızı sağlar. Bunlar, ekim tepeleri, hendekler, çiftlik sokakları, teraslar, taş duvarlar, çayır ahırları veya çiftlik ev temelleri olabilir. Çiftlik ağaçları, caddeler, biçilen ve otlatılan bitki ve hayvanlar biyolojik kültürel mirasımızdır.

Tarım, doğal kaynak tüketiminde baskındır ve ekosistem hizmetlerine hem bağımlıdır hem de bu hizmetlerin sağlayıcısıdır. Tarım, küresel sürdürülebilirlik hedeflerinin çoğuna ulaşılmasına olumlu katkı sağlayacak şekilde yönetilebilir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşmak, tarımın sürdürülebilirlikteki merkezi rolünün kabul edilmesini gerektirir (DeClerck ve ark., 2016). Ekosistem hizmetleri ve dayanıklılık, gıda güvenliği ve refaha katkı sağlamayı vurgulayarak bu geçişi kolaylaştırır. **Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri**, doğal kaynakları korurken insan refahını iyileştirme fırsatı sunar. Ekosistem hizmetleri, tarımsal ekosistemler de dâhil olmak üzere ekosistemlerin sağladığı insan refahı faydalarını vurgular. Tarımsal sistemler gıdamızın çoğunu üretirken, önemli çevresel bozulmaya neden olurlar. Kalkınma ve çevre koruma hedefleri arasındaki bu zorlama, tarımsal sistemler aynı anda hem bağımlı hem de ekosistem hizmetleri sağlayıcısı olduğundan değişmez bir sonuç değildir. Bu ikiliği fark etmek, çevresel ve kalkınma hedeflerinin bütünleştirilmesine olanak tanır ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için tarımsal ekosistem hizmetlerinden yararlanır (DeClerck ve ark.,2016). Ekosistem hizmeti tabanlı bir yaklaşım, tarımın insan refahının çoklu boyutlarına yapabileceği çok işlevli katkıları vurgulayarak sürdürülebilirliğe katkıda bulunan tarıma doğru bu geçişi yönlendirir. Dahası, ekosistem hizmetlerinin kendi kendini organize eden doğası, müdahale

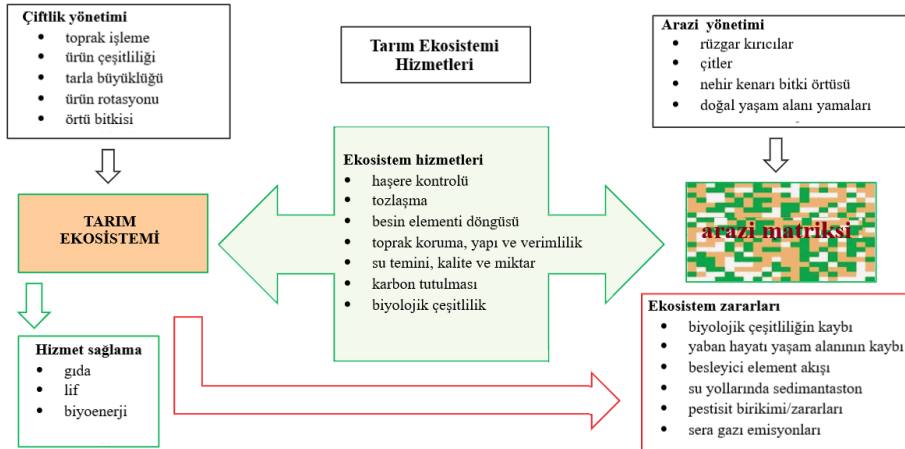
eylemlerine dayanıklılık niteliklerini yerleştirir. Tarımın dayandığı doğal kaynak tabanını ve ekosistem hizmetlerini güvence altına alan yeni yaklaşımlar, tarımın gıda ve beslenme güvenliği de dâhil olmak üzere çoklu küresel taleplere katkısını artırarak baskıları hafifletebilir (DeClerck, 2016).

8. Tarım için bir ekosistem hizmeti ve dayanıklılık çerçevesi

Ekosistem hizmeti ve dayanıklılık temelli yaklaşımların tarımsal kalkınmada daha fazla dahil edilmesi ve işlevsel hale getirilmesine doğru ilerlemek, sürdürülebilirlik zorluklarının ön saflarında yer alan karmaşık uyarlanabilir; sosyo-ekolojik sistemler olarak tarımsal sistemlerin yeniden tasarlanmasını gerektirir. Aşağıda sunulan ilkeler tarıma ekosistem hizmeti olarak dayanıklılık sunabilecektir (DeClerck, 2016);

- İnsanların ihtiyaçlarını karşılamak temeldir,
- İnsanlar geçim kaynaklarına maddi ve manevi faydalar sağlayan doğayı kullanır, değiştirir ve ona bakar,
- Tarımsal alanlardaki ekosistem hizmetlerinin ölçek ve düzeyler arası etkileşimleri, kalkınma sonuçlarını olumlu yönde etkileyecek şekilde yönetilebilir,
- Yönetişim mekanizmaları, ekosistem hizmetlerine eşit erişimin sağlanması ve bu hizmetlerin eşit bir şekilde sunulması için hayati önem taşıyan araçlardır,
- Dayanıklılık oluşturma, toplulukların belirsiz bir dünyada sürdürülebilir bir şekilde gelişme kapasitesini artırmakla ilgilidir.

Yoğun tarım, biyolojik çeşitliliğin kaybı, iklim değişikliği, erozyon ve hava ve su kirliliği gibi çeşitli dezavantajlara yol açmıştır. Potansiyel bir çözüm, toprak verimliliği ve biyolojik düzenleme gibi ekosistem hizmetlerinin sağlanma düzeyini artıran yönetimin uygulanmasındadır (Duru ve ark.,2015). Tarımsal ekosistemler insanlara yiyecek, yem, biyoenerji ve ilaçlar sağlar ve insan refahı için olmazsa olmazdırlar. Bu sistemler, tozlaşma, biyolojik zararlı kontrolü, toprak yapısının ve verimliliğinin korunması, besin döngüsü ve hidrolojik hizmetler dâhil olmak üzere doğal ekosistemler tarafından sağlanan ekosistem hizmetlerine dayanır(Power, 2010).



Şekil 7. Çiftlik ve arazi yönetiminin, tarımsal ekosistemlere yönelik ekosistem hizmetleri ve olumsuzluklarının akışı üzerindeki etkileri (Power, 2010'den değiştirilerek).

Tarım, küresel olarak baskın bir arazi yönetimi biçimidir ve tarımsal ekosistemler, yeryüzünün karasal yüzeyinin yaklaşık %40'unu kaplar. Tarımsal ekosistemler, ekosistem hizmetlerinin hem sağlayıcıları hem de tüketicileridir (Şekil 7). İnsanlar bu sistemleri başlıca tedarik hizmetleri için değerlendirir ve bu yoğun yönetilen ekosistemler gıda, yem, lif, biyoenerji ve ilaçlar sağlamak üzere tasarlanmıştır. Buna karşılık, tarımsal ekosistemler, doğal, yönetilmeyen ekosistemler tarafından sağlanan bir dizi ekosistem hizmetine güçlü bir şekilde bağlıdır. Destekleyici hizmetler arasında, bitki ve hayvancılıkta kullanılan genetik biyoçeşitlilik, toprak oluşumu ve yapısı, toprak verimliliği, besleyici element döngüsü ve su sağlanması gibi ekolojik hizmetleri kapsar. Düzenleyici hizmetler, doğal bitki örtüsünden tarımsal ekosistemlere geçen polinatörler ve doğal düşmanları tarafından tarıma sağlanabilir. Doğal ekosistemler ayrıca suyu artabilir ve tarımsal sistemlere akışını düzenleyerek bitki büyümesi için uygun zamanda yeterli miktarda su sağlayabilir (Power, 2010).

Ekosistem hizmetlerinin tarım için değerinin çok yüksek olduğunu ancak yeterince dikkate alınmadığını göstermektedir. Tarımsal ekosistemler ayrıca toprak ve su kalitesinin düzenlenmesi, karbon tutulması, biyolojik çeşitliliğe destek ve kültürel hizmetler gibi çeşitli ekosistem hizmetleri de üretir. Yönetim uygulamalarına bağlı olarak tarım, yaban hayatı habitatının kaybı, besleyici element akışı, su yollarının sedimantasyonu, sera gazı

emisy onları ve insanların ve hedef dışı türlerin pestisit zararları dâhil olmak üzere çok sayıda olumsuz hizmetin de kaynağı olabilir (Power, 2010). Tedarik hizmetleri ile diğer ekosistem hizmetleri ve olumsuz hizmetler arasında meydana gelebilecek takaslar, mekânsal ölçek, zamansal ölçek ve geri döndürülebilirlik açısından değerlendirilmelidir. Ekosistem hizmetlerini değerlendirmek için daha etkili yöntemler mevcut hale geldikçe, 'kazan-kazan' senaryoları potansiyeli artar. Tüm senaryolarda, ekosistem hizmetlerinin faydalarının gerçekleştirilmesi ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan olumsuzlukların azaltılması için uygun tarımsal yönetim uygulamaları kritik öneme sahiptir (Power, 2010).

Sonuç olarak; tarımın vazgeçilmezliği dikkate alınarak, iklim değişimi yaşadığımız bu zaman ölçeğinde ekosistemleri hem tarımın baskılarından kurtarmak hem de tarımın sürdürülebilirliğini sağlamak için “ekosistem yönetimi ve hizmetleri” yaklaşımlarına gereği ölçüde değer verilmesi gerekmektedir. Toplum ve ekosistem sağlığı keza tarımın sürdürülebilirliği bu konulara eğilmekle gerçekleşebilecektir.

KAYNAKÇA

- Abdourahamane Illiassou, S., & Oeba, V. O. (2020). Ecosystem-based approach for sustainable agricultural development in addressing food security and nutrition. In *Zero Hunger* (pp. 252-262). Cham: Springer International Publishing.
- Akamani, K. (2021). An Ecosystem-Based Approach to Climate-Smart Agriculture with Some Considerations for Social Equity" *Agronomy* 11, no. 8: 1564. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081564>
- Clarke, P and Jupiter, S. (2010). Principles and Practice of Ecosystem-Based Management: A Guide for Conservation Practitioners in the Tropical Western Pacific. Wildlife Conservation Society. Suva, Fiji.
- Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., et.al., (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science & Policy*, 98, 20-29.
- COMPASS (Communications Partnership for Science and the Sea), (2005). Scientific consensus statement on marine ecosystem-based management.
- Costanza R, D'arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, Van Den Belt M (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260
- DeClerck, F., Jones, S., Attwood, S., Bossio, D., Girvetz, E., Chaplin-Kramer, B., Zhang, W. (2016). Agricultural ecosystems and their services: the vanguard of sustainability? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 23, 92–99.
- Duru, M., Therond, O., Martin, G. et al. (2015). How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1259–1281.
- Fisher B, Turner RK, Morling P (2009) Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecol Econ* 68: 643–653.
- GIZ (2023) Agroecology – Making Ecosystem-based Adaptation Work in Agricultural Landscapes. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn, Germany.

- García-Vega D, Dumas P, Prudhomme R, Kremen C and Aubert P-M (2024) A safe agricultural space for biodiversity. *Front. Sustain. Food Syst.* 8:1328800. doi: 10.3389/fsufs.2024.1328800
- Hallstein, E., and Iseman, T. (2021). Nature-based solutions in agriculture – Project design for securing investment. Virginia. FAO and The Nature Conservancy. <https://doi.org/10.4060/cb3144en>
- HLPE. 2019. Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome
- Lackey, R. (1998). Seven pillars of ecosystem management. *Landscape and Urban Planning*, 40:21-30.
- Long, R. D., Charles, A., & Stephenson, R. L. (2015). Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, 57, 53–60.
- Mangel, M. L.M. Talbot, G.K. Meffe, M.T. Agardy, D.L. Alverson, J. Barlow, et al., (1996). Principles for the conservation of wild living resources, *Ecol Appl*, 6, pp. 338-362.
- MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment: Current State and Trends Assessment. Island Press, Washington, DC.
- Power Alison G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies *Phil. Trans. R. Soc.* B3652959–2971.
- Seddon, N., Smith, A., Smith, P., Key, I., Chausson, A., Girardin, C., House, J., Srivastava, S., Turner, B. (2021). Getting the message right on nature-based solutions to climate change. *Global Change Biology*, 27(8), 1518-1546. <https://doi.org/10.1111/gcb.15513>
- Richter CH, Xu J, Wilcox MA (2015) Opportunities and challenges of the ecosystem approach. *Futures* 67, 40–51.
- Rockstrom J, Williams J, Daily G, Noble A, Matthews N, Gordon L, Wetterstrand H, DeClerck F, Shah M, Steduto P, De Fraiture C, Hatibu N, Unver O, Bird J, Sibanda L, Smith J (2017). Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio* 46: 4–17
- CBD, United Nations Convention on Biological Diversity. Ecosystem Approach; 2011, <http://www.cbd.int/ecosystem/>

- Vignola R, Harvey CA, Bautista-Solis P, Avelino J, Rapidel B, Donatt C, Martinez, R. (2015). Ecosystembased adaptation for smallholder farmers: definitions, opportunities and constraints. *Agriculture. EcosystEnviron*, 211:126–132.
- Yang, Y., D. Tilman, Z.N. Jin, P. Smith, C.B. Barrett, Y.G. Zhu, J. Burney, P. D’Odorico, P. Fantke, J. Fargione, J.C. Finlay, M.C. Rulli, L. Sloat, K.J.V. Groenigen, P.C. West, L. Ziska, A.M. Michalak, T.C.A. Team, D.B. Lobell (2024). Climate change exacerbates the environmental impacts of agriculture, *Science*, 385), p. 6713, 10.1126/science.adn3747.
- Web1. <https://www.cbd.int/ecosystem>
- Web2:<https://www.scotlink.org/the-ecosystem-based-approach-to-environmental-management/>
- Web3:<https://www.integratedecosystemassessment.noaa.gov/about-iea/ecosystem-based-management>
- Web4:<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/cnv/publikationer/vagledning-est-webbversion.pdf>
- Web5:https://www.ifrc.org/sites/default/files/2022_05/IFRC_%26_WWF_V_6-LR.pdf
- Web6:<https://www.naturvardsverket.se/arnesomraden/markochvattenanvandning/ekosystemtjanster/fragor-och-svar/>

BÖLÜM IV
TÜRKİYEDE ORGANİK TARIM SİSTEMİNİN KURUMSAL
YAPISI ve GELİŞİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARADAĞ¹

Zir. Müh. Fatma DUMLU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14480869>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye. hakan.karadag@gop.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1458-7645>

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye. fatma.dumlu7222@gop.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8109-6988>

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki hızlı artış, çeşitli ihtiyaçların doğmasına yol açmıştır. Bu ihtiyaçların en önemlilerinden biri beslenmedir. Artan nüfusun gıda gereksinimlerini karşılamak, geçtiğimiz yüzyılda çözülmesi gereken başlıca küresel sorunlardan biri olmuştur. BM raporunda, dünya nüfusunun %29,6'sının gıdaya sürekli erişiminin olmadığı, %42'sinin ise sağlıklı gıdaya erişemediği ifade edilmektedir (UNICEF, 2022). Son yıllarda yapılan çalışmalarda ve dünya sağlık örgütü (WHO) raporlarına göre dünyada yaşayan nüfusunneredeys e üçte biri açlık sınırında yaşamaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü 2023 yılı raporunda, dünyada nüfusunun 1/10'u açlık sınırında olduğu, 733 milyon kişinin kronik olarak açlığın pençesinde yaşamını sürdürdükleri belirtilmiştir.(FAO;Anonim, 2024a).

Ülkemizde 1970 yılında nüfus 35 milyon seviyelerinde iken 2023 yılında ise 85,4 milyona ulaşmıştır (Anonoim, 2023c). Dünya nüfusu ise 1970 yılında 3,5 milyar kişi iken 2024 yılında 8,15 milyar sayısına ulaşmıştır. BM'ye göre nüfus artış hızı beklenen şekilde devam ederse 2037 yılında 9 milyara ulaşacaktır. Konu ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda 2075 yılında dünya nüfusunun 30 milyara yükseleceği uzmanlar tarafından tahmin etmektedirler. (Çamurcu, 2016).

Son yıllarda Türkiye ve dünya genelinde nüfus artış hızında düşüş yaşansa da toplam nüfus artışı sürmektedir. Türkiye'nin nüfus artış hızı 1970 yılında %2,34 iken, 2022'de %0,71'e gerileyerek dünya genelindeki artış hızına yaklaşmıştır.

Birleşmiş Milletler'e göre, "doğumun ölüme ikamesi" seviyesi (küresel yenilenme doğurganlığı) yaklaşık 2045 yılında gerçekleşecektir. 2025 itibarıyla dünya nüfusunun 8,5 milyara, hatta 9,4 milyara ulaşabileceği öngörülmektedir. Gelişmiş ülkelerde nüfus artışının durma noktasına geleceği ve hatta bazı bölgelerde azalma yaşanacağı öngörülürken, gelişmekte olan ülkelerde hızlı ve yoğun bir nüfus artışı devam etmektedir. Bu durum, küresel demografik dengesizliklerin derinleşmesine yol açabilir.

Önümüzdeki kırk yıl içinde dünya nüfusuna iki milyar kişinin daha ekleneceği öngörülmektedir. Bu artışla birlikte, yiyecek, su ve barınma ihtiyaçlarının karşılanması gerekecektir. Ancak, iklim değişikliğinin etkileri bu ihtiyaçların karşılanmasını daha karmaşık ve acil hale getirerek küresel öncelikli sorunlar arasında üst sıralarda yer almaktadır.

Ülkeler, artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için bilimsel ve teknolojik alanda önemli yatırımlar yapmıştır. Ancak yoğun tarımın hızla yayılması, çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tarım, sanayi üzerinde etkili olmanın yanı sıra küresel ısınmaya da kayda değer bir katkı sağlamaktadır.

2023 yılının, 1850'den itibaren kaydedilen en sıcak yıl olması ve okyanus sıcaklıklarının artışı, küresel ısınmayı son yıllarda dünya gündeminin öncelikli konularından biri haline getirmiştir (WWF, 2023). Küresel ısınmanın kaynaklarından biri olarak gösterilen tarım kaynaklı atıklara yönelik alternatif çözümler geliştirilmiş, bu çerçevede organik tarım öne çıkan bir yaklaşım olmuştur. İklim değişikliği nedeniyle her yıl artan sıcaklıklar tarımsal üretimi, ürün desenini ve biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkilemeye devam etmektedir.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ve NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından 2024 yılında yapılan açıklamaya göre 2023 yılı 1880 yılından beri kaydedilen en sıcak yıl olmuştur. Bir önceki yıl olan 2016 yılının önüne geçmiştir. 2023 yılında dünya sıcaklığı 1,36°C (2,45 F) daha yükselmiştir. Araştırmacılar 2023 yılındaki marjinal artışın yüzyılın en büyük artışı olduğunu belirtmişlerdir (NOAA, 2024; NASA, 2024).

Yirminci yüzyılın sonlarına doğru artan çevre kirliliği, doğal dengeyi ve canlıların sağlığını ciddi şekilde tehdit etmeye başlamıştır (İpek, 2010). Bu durum, ekolojinin sürdürülebilirliğini tehlikeye atmıştır. Doğal kaynakların korunmasını sağlayacak, çevreye zarar vermeyen tarımsal teknolojiler ve tarım teknikleri kullanarak sürdürülebilir bir tarım yapısının oluşturulması gerekliliği öne çıkmıştır. Kimyasal pestisitler ve sentetik gübreler gibi doğal olmayan girdilere büyük ölçüde izin vermeyen, kalite, sağlık ve çevre standartları ile uyumlu bir tarım yöntemi olan organik tarım, sürdürülebilir tarımda önemli bir rol oynamaktadır.

Organik tarımın özellikleri incelenirken, IFOAM tarafından yapılan bir tanımda, organik tarımın gelenekselliği, inovasyonu ve bilimi birleştirerek çevrenin sürdürülebilir şekilde korunmasını sağladığı ve çevreye dost bir üretim yöntemi olarak tanımlandığı vurgulanmıştır. Bu yaklaşım, doğaya zarar vermeden tarımsal üretimin gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır.

Organik tarımın küresel iklim değişikliği üzerindeki etkisi şu şekillerde görülmektedir (Anonim, 2015a):

- Sera gazı etkisini azaltır, özellikle kimyasal azotlu gübrelerin kullanılmaması nedeniyle nitrojen salınımı düşer ve azot kayıpları en aza indirilir.
- Organik madde üretimi sayesinde karbon, toprakta ve bitkilerde depolanır, bu da ekosistemin daha temiz olmasına katkı sağlar.
- Enerji kullanımını minimuma indirir, böylece enerji tüketimi ve sera gazı salınımı azalır.

Üretim alanlarının sınırlı olması, birim alandan alınan verimin artırılması çalışmalarını hızlandırmış ve bu çabalar konvansiyonel tarımın teknolojik gelişmelerle paralel bir şekilde evrilmesine yol açmıştır. Ancak, tarım tekniklerindeki hızlı değişiklikler, beslenme kaynaklı sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Özellikle konvansiyonel tarımda kullanılan kimyasal tarımsal girdiler, teknolojik ilerlemelerle birlikte çeşitlenmiş ve insan sağlığını tehdit etmeye başlamıştır. Bu tehdit, kimyasalların doğrudan zararı ile sınırlı kalmayıp, besin maddeleri ve su kaynaklarına karışarak kronik zararlar yaratmaktadır. FAO verilerine göre, 2019 yılında dünya çapında 4,16 milyon ton pestisit ve 100 milyon ton kimyasal gübre kullanılmıştır. Ülkemizde ise 2022 yılı itibarıyla gübre pazarı 5,9 milyon tonluk bir büyüklüğe ulaşmış olup, bunun 3,6 milyonu yurtiçi üretimden, 2,9 milyon tonu ise ithalat yoluyla karşılanmıştır.

Bu girdilerin yanında, son yıllarda tarımsal üretimde payı her geçen gün artan ve üzerinde oldukça fazla tartışma yaşanan Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar “GDO” (GMO) ortaya çıkmıştır. GDO’ların Organik Tarımda kullanımı, ülkemizde; “Organik Tarımın Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik”inde açıkça belirtildiği üzere tamamen yasaklanmıştır.

Organik tarımın sağladığı en önemli faydalardan biri, tarımsal üretimde kullanılan girdilerin azaltılması, çiftlik öz kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması ve geri dönüşüm yöntemleriyle sürdürülebilir ekonomik gelir elde edilmesidir. Ekonomik açıdan, üretim maliyetlerini artıran başlıca faktörler enerji, zaman, bitki besleme ve zirai mücadele ürünleri olarak öne çıkmaktadır. Organik tarım, bu girdilerin kullanımını minimize ederek, planlı bir üretim yöntemiyle en yüksek verimi sağlamak ve böylece işletme ekonomisine önemli bir katma değer yaratmaktadır (Dolun, 2003).

Dünya’da Organik Tarım

İnsanlık tarihi kadar eski olan tarım, bu süreçte gelişimini sürdürmüş ve birçok değişikliğe uğramıştır. Bu değişimlerden en önemlisi ve dönüm noktası olarak adlandırabileceğimiz, 20 yüzyılda yaşanan kimyasal ilaç ve gübrelerin tarımda kullanımı ile “Yeşil Devrim” olarak adlandırılan gelişim evresidir. Tarımsal üretimde doğrudan ürün artışını hedefleyen bu sistem tarımın sürdürülebilir olmasını ikinci planda bırakmıştır. Bu durum bazı sorunları da beraberinde getirmiştir (Deniz, 2009). Bu sorunlar ilk olarak girdilerin keşfedildiği andan itibaren yoğun olarak kullanıldığı gelişmiş ülkelerde ortaya çıkmıştır. Arazi ve su kaynaklarının kirlenmesi, insan ve çevre sağlığının bozulması yoğun kimyasal kullanımının sebep olduğu başlıca problemlerdir. Bu sorunlara bağlı olarak üreticiler ve tüketiciler konvansiyonel tarıma alternatif tarım sistemleri arayışlarına başlamışlardır.

Organik tarımın gelişimi, 1910’lu yıllarda İngiltere’de organik tarım görüşünün ortaya çıkmasıyla başlamıştır. Albert Howard’ın "Tarımsal Vasiyetnamesi"nin 1940’ta yayımlanması, bu süreci pekiştirmiştir. Avrupa’da ise alternatif tarım arayışlarının öncüsü olarak Dr. Rudolf Steiner öne çıkmaktadır. Steiner, 1924 yılında Biyodinamik Tarım Yöntemi üzerine bir kurs düzenlemiş ve 1928’de Biyodinamik Tarım Enstitüsü’nü kurmuştur. 1930’larda İsviçre’de Müeller ve Rusch, organik tarımın ilkelerini oluşturan Kapalı Sistem Tarım (dış girdi ihtiyacını en aza indiren tarım) üzerine çalışmalar yapmışlardır. Aynı dönemde, Fransa’da Lemaire-Boucher bazı alglerin, bitkilerde doğal dayanıklılığı artırma amacıyla kullanılabileceğini keşfetmiştir.

Zamanla, konvansiyonel tarımın olumsuz etkileri gözlemlendikçe, her ülke kendi organik tarım çalışmalarına başlamıştır. Bu çalışmalar, organik tarımın hızlı bir yükselişe geçmesine neden olmuştur. IFOAM ve FAO verilerine göre, 1999 yılında dünya çapında 11 milyon hektar alanda organik tarım yapılırken, 2012’de bu alan 37,5 milyon hektara ulaşmıştır ve artış devam etmektedir. 2021 yılında organik tarım yapılan alan, dünya genelindeki toplam tarım alanının %1,6’sını oluşturmaktadır.

Organik tarım alanları kıtasal bazda incelendiğinde, Avustralya 53 milyon hektar ile en yüksek üretim alanına sahip kıta olarak öne çıkmaktadır. Avustralya, coğrafi uygunluk ve düşük nüfus yoğunluğu sayesinde organik tarım açısından avantajlı bir konumda bulunmaktadır. Avrupa ise 18,4 milyon

hektar alanla ikinci sıradadır ve bu alan, kıtanın toplam tarım alanlarının %19,1'ini oluşturur. Avrupa kıtası, konvansiyonel tarımın yoğun olduğu bir bölge olmasına rağmen organik tarıma büyük önem vermektedir. Bu durum, ülkelerin ekonomik refah seviyelerinin, beslenme alışkanlıkları üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu göstermektedir. Afrika kıtası ise organik tarım alanı bakımından en düşük orana sahip olup, burada organik tarım daha çok uluslararası şirketlerin talepleri ve yönlendirmeleri doğrultusunda yapılmaktadır.

Tablo 1. Bazı ülkelerin organik tarım üretim alanları (Anonim, 2024)

Üretici Ülke	Üretim alanı (Ha)	Üretici Ülke	Üretim alanı (Ha)
Avustralya	53.016.058	Hindistan	4.726.715
Arjantin	4.064.739	Çekya	562.395
ABD	2.060.741	Meksika	432.141
Çin	2.898.191	İsveç	597.204
İspanya	2.675.331	Yunanistan	924.853
İtalya	2.349.880	Kazakistan	103.447
Almanya	1.859.842	Romanya	578.718
Fransa	2.876.052	Ukrayna	263.619
Uruguay	2.740.999	Uganda	505.308
Kanada	1.567.077	Portekiz	759.977
Brezilya	996.413	Peru	285.534
Polonya	509.286	Rusya	187.021
İngiltere	491.300	Japonya	15.319
Avusturya	705.835		
Türkiye	310.584	Dünya Toplam	96.376.196

Hızla büyüyen organik tarım pazarı 2000 li yılların başında 15 milyar \$ seviyesinde iken bu rakam 2022 yılında 57,5 milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. Amerika Birleşik Devletleri 25,5 milyar \$ ile en büyük pazar payına sahip ülke iken bunu sırasıyla 8,3 milyar \$ ile Almanya ve 4,3 milyar \$ ile Fransa takip etmektedir (Anonim, 2016e).

Avrupa Birliği'nde Organik Tarım

Avrupa Birliği (AB), dünya organik tarım gıda pazarının %50'sinden fazlasına sahip olup, aynı zamanda dünyanın en büyük organik tarım ithalatçıları konumundadır. 1 Ocak 2005 tarihinde yürürlüğe giren Ortak Tarım Politikası (OTP) ile organik tarım, AB'nin tarım politikasının merkezine yerleşmiş ve tarım sübvansiyon politikası tamamen yeniden

düzenlenmiştir. Yeni düzenlemelerle çevrenin korunması, gıda güvenliği, hayvan ve bitki sağlığı, ayrıca tarımsal alanların sürdürülebilir kullanımı hedeflenmiştir. Ayrıca, çevre politikaları çerçevesinde yapılan düzenlemeler ve tarım-çevre ilişkilerini kapsayan önlemlerle, AB'ye üye ülkeler kendi koşullarına uygun ulusal programlar geliştirerek organik tarımın yönlendirilmesine katkıda bulunmaktadır (İpek ve Çil, 2010).

AB'de organik tarımsal üretim alanı, 1985 yılında 94.430 hektar iken, 2022 yılında bu alan 16,9 milyon hektara ulaşmıştır. Aynı dönemde, organik üretim yapan işletme sayısı da 6.318'den 419.000'e yükselmiştir. Bu artış, organik ürünlere olan talebin ve tüketimin etkisiyle gerçekleşmiştir.

Türkiye'de Organik Tarım

Türkiye'de organik tarımın gelişimi, gelişmiş ülkelere kıyasla farklı bir yol izlemiştir. İlk organik tarım faaliyetleri, Avrupa ülkelerinin talepleri doğrultusunda ihracata yönelik olarak başlamış ve 1984-1985 yıllarında Ege Bölgesi'nde kuru incir ve kuru üzüm üretimiyle gerçekleşmiştir. Avrupa'dan gelen taleplerin artmasıyla organik üretim çeşitlenmiş, 1980'li yılların ortalarından itibaren tüm ülkeye yayılmıştır. Zamanla kuru kayısı ve fındık gibi ürünler de organik üretime dahil olmuş, ticaret ABD ve Japonya gibi büyük pazarlara kadar genişlemiştir (Rehber ve Turan, 2002; Demiryürek, 2004; Deniz, 2009).

1991'e kadar, ithalatçı ülkelerin organik tarım mevzuatına uygun şekilde yapılan üretim, Avrupa Birliği'nin 24 Haziran 1991 tarihli yönetmeliği doğrultusunda şekillenmiştir. Avrupa Birliği'nin 1992 tarihli 2092/91 sayılı yönetmeliği ve ek düzenlemeleri, organik ürün ihracatı için ülkelerin kendi mevzuatlarını oluşturmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu kapsamda Türkiye, 24.12.1994 tarihli "Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretilmesine İlişkin Yönetmelik" ile organik tarım mevzuatını geliştirmiştir. Daha sonra 2002 yılında "Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik" yürürlüğe girmiş, bu düzenleme 2004 yılında çıkarılan 5262 sayılı "Organik Tarım Kanunu" ile desteklenmiştir. 2005 yılında ilgili yönetmelik güncellenmiş ve organik tarım uygulamaları bu kapsamda devam etmiştir (Deniz, 2009).

Organik tarım sektörünün dinamik yapısı nedeniyle yönetmeliklerde ihtiyaçlara yanıt vermek için sık sık değişiklikler yapılmıştır. En son,

10.01.2018 tarihli ve 30297 sayılı yönetmelik yürürlüğe girmiştir ve günümüzde organik tarım faaliyetleri bu düzenlemeler doğrultusunda sürdürülmektedir.

Tablo 2.Organik Tarım yönetmeliğinde yapılan değişiklikler (Anonim, 2024)

	Yönetmeliğin Yayımlandığı Resmî Gazete'nin	
	Tarihi	Sayısı
	10/06/2005	25841
18/8/2010	27676	
	Yönetmelikte Değişiklik Yapan Yönetmeliklerin Yayımlandığı Resmî Gazetelerin	
	Tarihi	Sayısı
	1.	6/10/2011
2.	14/8/2012	28384
3.	24/5/2013	28656
4.	15/2/2014	28914
5.	22/08/2015	29422
6.	10/01/2018	30297

Türkiye'de organik tarım genellikle, organik üreticiler ile şirketler arasında yapılan sözleşmeli tarım modeliyle uygulanmaktadır. Bu modelde üreticiler, proje yöneticilerinin yönlendirmeleri doğrultusunda sentetik gübre ve tarım ilacı kullanmamayı taahhüt ederek, organik girdiler ve tarım yöntemleriyle üretim yapmaktadır. Üretim sürecindeki kontrol ve sertifikasyon işlemleri, Tarım ve Orman Bakanlığı ile Avrupa Birliği tarafından yetkilendirilen ve akredite edilen bağımsız kontrol ve sertifikasyon kuruluşları (KSK) tarafından gerçekleştirilmektedir. Sözleşmeli tarımda, şirketlerin temel sorumluluğu, üreticilerden sözleşmede belirtilen miktarda, organik olarak yetiştirilmiş ve KSK tarafından sertifikalanmış ürünleri temin etmektir.

Türkiye'de sözleşmeli organik tarım modeli kapsamında kontrol ve sertifikasyon işlemleri genellikle şirketler tarafından organize edilmekte ve bu süreçlerin masrafları yine şirketlerce karşılanmaktadır. Şirketler, üreticilere danışmanlık, kayıt tutma, girdi sağlama ve kredi temini gibi destekler sunarak üretim sürecinde önemli rol oynamaktadır. Sözleşmeler kapsamında şirketler, organik üreticilere, piyasa fiyatına ek olarak belirli bir prim fiyat (piyasa fiyatı + prim) ödemeyi taahhüt etmektedir. Ancak bu prim, şirketlerin sağladığı destek hizmetlerinin masraflarının mahsup edilmesinden sonra ödenmektedir.

Bu sistem, üreticilere de çeşitli sorumluluklar yüklemektedir. Organik üreticiler, ulusal yönetmelik ve uluslararası organik tarım standartlarına uygun şekilde, sözleşmede belirtilen miktar ve kalitede organik ürün yetiştirmekle yükümlüdür. Ayrıca ürünlerin sertifikasyonu sağlandıktan sonra, ürünlerini sözleşmede belirlenen fiyattan sözleşmeli oldukları pazarlama firması ya da temsilcilerine teslim etme zorunluluğu taşımaktadırlar (Demiryürek, 2000; 2004).

Son yıllarda, organik üreticiler ile sözleşme yaptıkları firmalar arasında yaşanan anlaşmazlıklar, bazı üreticilerin kendi üretici birliklerini kurmalarına neden olmuştur. Bu birlikler, üreticilere daha fazla özgürlük ve kontrol sağlamakta, üreticiler kendi örgütleri aracılığıyla kontrol ve sertifikasyon kuruluşlarından (KSK) sertifikalarını temin ederek organik ürünlerini doğrudan yurt içi ve yurt dışı pazarlara sunmaya çalışmaktadırlar (Günay, 2007; Demiryürek ve Ceyhan, 2008; Demiryürek ve ark., 2008).

Bu pazarlama modeli, üreticilere çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Üretici birlikleri, bağımsız olarak pazar bulma ve kendi fiyat politikalarını belirleme esnekliği kazandıkları için rekabet güçlerini artırmaktadır. Bu durum, üreticilerin gelirlerini optimize etmelerine olanak tanırken, aynı zamanda organik tarım sektöründe daha adil bir değer zincirinin oluşmasını desteklemektedir.

Türkiye Organik Tarım Pazarındaki Gelişmeler

Türkiye organik tarım pazarı, son yıllarda gerek üretim kapasitesindeki artış gerekse sektörle ilgili kamu ve özel sektör girişimlerinin etkisiyle hızlı bir büyüme göstermiştir. Yurtdışından gelen talebin artması, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın organik tarıma verdiği destekler, üniversitelerin ve araştırma kuruluşlarının organik tarım projelerine odaklanmaları, sivil toplum kuruluşlarının (STK) faaliyetleri, yerli tüketicilerin bilinçlenmesi ve iç pazarın oluşumu gibi faktörler bu büyümeyi destekleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır (Aksoy ve Altındışli, 1999; Kenanoğlu ve Karahan, 2002; Demiryürek ve ark., 2008).

Son 20 yılda Türkiye'de organik tarım alanında önemli bir ivme yakalanmıştır. Resmi istatistiklere göre, 2002 ile 2022 yılları arasında organik üretim alanı 3,4 kat artmış ve organik tarım yapan üretici sayısı yaklaşık 3,6 katına çıkmıştır. Bu büyüme, Türkiye'nin Avrupa Birliği ülkelerine organik

ürün ihraç eden önemli ülkelerden biri haline gelmesini sağlamıştır. Artan üretim kapasitesi ve genişleyen pazar, Türkiye'yi global organik tarım zincirinde daha stratejik bir konuma taşımaktadır. 2000 li yılların başında organik tarım üretiminde 12.428 üretici varken bu sayı 2022 yılı itibariyle 44.927 kişiye ulaşmış ve artış devam etmektedir. 89.827 hektar olan organik tarım yapılan alan 3.4 kat artarak 310.584 hektara ulaşmıştır. Yıllık üretim alanlarındaki % değişimler ekolojik faktörler, ülkenin ithalat ve ihracat durumlarına göre inişli çıkışlı bir seyir izlemektedir.

Tüketicilerin artan talepleri ve devletin sağladığı destekler, doğal toplama alanlarının hızla genişlemesini sağlamıştır. Bu durum, organik tarımın önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Doğal toplama alanlarının artışı, ülkemizin ekolojik zenginliklerinin korunması açısından stratejik bir rol oynamaktadır. Kontrollü ve sürdürülebilir toplama yöntemleri sayesinde biyolojik çeşitlilik korunmakta, bu alanların farklı amaçlarla kullanılmasının önüne geçilmektedir.

Organik tarım ve doğal toplama alanlarının önemi şu şekilde özetlenebilir:

Biyolojik çeşitliliğin korunması: Sertifikalı toplama alanları, bitki ve hayvan türlerinin yaşam alanlarını güvence altına alarak biyolojik çeşitliliği desteklemektedir.

Ekosistemin sürdürülebilirliği: Aşırı otlatma, yapılaşma ve çevresel tahribat gibi olumsuz etkilerin önüne geçilmektedir.

Ekonomik teşvik ve koruma mekanizması: Çiftçilerin bu alanlardan kazanç elde etmesi, doğal kaynakların korunmasına yönelik ekonomik bir teşvik sunmaktadır. Çiftçiler, bu gelir kaynağını koruma içgüdüleriyle hareket ederek, alanların sürdürülebilirliğini kendi çabalarıyla sağlamaktadır.

Bu gelişmeler, hem ekolojik dengeyi korumak hem de yerel üreticilere ekonomik destek sağlamak açısından organik tarımın çift taraflı bir fayda sunduğunu göstermektedir. Organik tarım, yalnızca sağlıklı üretim ve tüketim zincirini oluşturmakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel koruma ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını teşvik eden bir yaşam biçimine dönüşmektedir.

Organik tarım ürünlerine yönelik talep, özellikle kuzey yarımküredeki Batı Avrupa ve Kuzey Amerika ülkelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu

bölgelerdeki tüketicilerin artan sağlık bilinci, çevreye duyarlılıkları ve yüksek alım gücü, organik ürünlere olan talebin hızla yükselmesine neden olmaktadır.

Bu talebi karşılamak için, organik tarım ürünlerinin önemli bir kısmı gelişmekte olan ülkelerden sağlanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, organik tarımın yaygınlaşması hem ekonomik bir fırsat sunmakta hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından katkı sağlamaktadır. Bu durum, şu faydaları beraberinde getirmektedir:

Ekonomik Fırsatlar: Gelişmekte olan ülkeler, organik tarım ürünlerini ihraç ederek dış ticaret gelirlerini artırmakta ve kırsal bölgelerde istihdam olanakları yaratmaktadır.

Doğal Kaynakların Korunması: Organik tarım, kimyasal kullanımını sınırladığı için toprak, su ve biyolojik çeşitlilik üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır.

Pazara Erişim: Gelişmekte olan ülkelerdeki çiftçiler, uluslararası standartlara uygun üretim yaparak küresel organik pazarında yer edinmekte ve rekabet avantajı kazanmaktadır.

Ancak, bu sürecin sürdürülebilir olması için gelişmekte olan ülkelerdeki üreticilerin desteklenmesi, sertifikasyon süreçlerinin kolaylaştırılması ve adil ticaret ilkelerinin benimsenmesi büyük önem taşımaktadır. Her ülke kendi potansiyelini değerlendirerek, ekonomik, demografik, stratejik kararları ve planları doğrultusunda nasıl politika belirliyorsa, organik tarım konusunda da yıllık, beş yıllık ve uzun vadeli politikalar oluşturmalıdır. Bu politikalar doğrultusunda üreticilerini yönlendirmeli, eğitmeli ve desteklemelidir. Ülkemizde bu doğrultuda çalışmalarını hızlandırmış ve Tarım Orman Bakanlığı tarafından “Türkiye 2024-2028 Organik Tarım Stratejik Planını” oluşturmuştur.

Ifoam 2014 raporuna göre, Türkiye tarımının büyük bir bölümü hâlâ geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Küçük aile işletmeleri tarafından yürütülen bu tarımsal faaliyetler, düşük girdi kullanımı ve yüksek iş gücü gereksinimi ile karakterize edilmektedir. Türkiye, tarım tarihi boyunca özellikle sert kabuklu meyveler (fındık, antep fıstığı, badem vb.) ve kurutulmuş meyveler (kuru üzüm, kuru incir, kuru kayısı vb.) gibi ürünlerin üretiminde lider bir konumda olmuştur.

1980’lerden itibaren, Türkiye’deki tarım sektöründe girdilerin azaltılması ve modernizasyon çalışmaları, Avrupa’daki sağlıklı gıda ticareti

yapan firmaların ilgisini çekmiştir. Özellikle Rapunzel ve Good Food Foundation gibi önemli firmalar, Türkiye’den organik sertifikalı ürün ithalatına başlamıştır. Bu dönemde başlayan ihracat girişimleri, Türkiye’de organik tarım sektörünün büyümesine ve ürün çeşitliliğinin artmasına zemin hazırlamıştır.

Bu gelişmeler;

Ürün Çeşitliliğinde Artış: İlk etapta kurutulmuş ve sert kabuklu meyvelerle başlayan organik tarım, kısa sürede farklı ürünlere yönelmiştir.

Üretici Sayısında Artış: Küçük aile işletmeleri ve diğer çiftçiler, organik tarımın getirdiği ekonomik fırsatları değerlendirerek bu sektöre yönelmiştir.

Uluslararası Tanınırlık: Türkiye, Avrupa ve diğer küresel pazarlar için önemli bir organik ürün sağlayıcısı haline gelmiştir.

IPCC (2014) verileri, Türkiye’nin geleneksel tarım yapısının yanı sıra organik tarıma yönelik gelişmelerin, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 3. FAO verilerine göre 1000 ha alan için kullanılan pestisit miktarları (ton)(Anonim, 2024b)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Avusturya	2.68	3.09	3.31	3.79	3.56	4	4.16	4.37
Belçika	7.6	7.53	7.27	7.27	6.74	6.38	6.27	5.71
Çin	2.63	2.58	2.48	10.65	2.12	2.01	1.9	1.83
Kolombiya	9.19	8.59	9.72	8.49	15.13	7.8	8.2	16.02
Fransa	3.42	3.73	3.62	4.39	2.86	3.28	3.52	3.45
Almanya	3.97	3.92	4.04	3.77	3.79	4.04	4.11	4.06
İtalya	6.97	6.55	6.12	5.9	5.19	6.01	5.36	4.69
Japonya	12.05	11.41	11.76	11.84	11.82	11.18	11.22	11.63
Hollanda	9.22	10.1	9.81	8.84	8.77	9.47	8.99	8.38
Kore	11.6	12.04	12.37	11.73	10.59	10.95	12.29	13.01
İsviçre	5.22	5.05	4.74	4.77	4.53	4.43	5.28	5.14
Türkiye	1.63	2.11	2.31	2.59	2.22	2.31	2.25	2.22
Birleşik Krallık	3.05	3.18	3.12	3.17	3.2	2.49	2.44	2.81
ABD	2.66	2.82	2.8	2.87	3.13	3.02	2.78	3.02

Pestisit kullanım miktarları ve oranları incelendiği zaman (Tablo 3), Kore, Japonya ve Kolombiya tarımsal üretimde en fazla pestisit kullanımı gerçekleştirirken, bu miktarın Türkiye’de ortalama 2022 yılında 2,22 ton/ha olduğu görülmektedir. Türkiye için büyük bir dış Pazar olma niteliği taşıyan Avrupa Birliği ülkelerinde de pestisit kullanımının oldukça yoğun olduğu görülmektedir (Tablo 3). Ülkemizde geleneksel tarım yöntemleri günümüzde hala kullanılıyor olması Organik Tarım açısından bir avantaj sağlamaktadır. Tarımsal açıdan gelişmiş ülkeler ve özellikle AB pazarına yakın olmamız ve hem altyapı olarak hem de teknolojik olarak ilerleyişimizi Organik Tarım konusunda bir avantaja dönüştürerek, arazilerimiz korumalı ve uygun alanlarda Organik Tarıma yönelmeliyiz.

2002 yılında 12.428 kişi organik tarım alanında üretim yaparken bu sayı 2022 yılı itibariyle 44.927 üreticiye ulaşmıştır. Ülkemizde tarım konusunda yaşanan sorunlar göz önüne alındığı zaman organik tarımın etkili bir alternatif olduğu ortaya çıkmaktadır.

Organik tarım üretimi miktarı, çiftçi sayısındaki ve üretim alanlarındaki artışa paralel olarak hızlı bir artış göstermiştir. 2002 yılında 310.125 ton olan organik üretim 2020 yılında 1.631.943 tona ulaşmıştır. Üretimdeki dalgalanmalar ekolojik faktörlere göre yıllık bazda değişim göstermiştir.

Türkiye’de üretimi yapılan organik ürünlerin büyük bir bölümü ihracat yoluyla pazarlanmaktadır. Fakat son yıllarda iç pazarda organik ürünlere olan talep artmış ve organik ürünlerin yurtiçi Pazar payı da buna bağlı olarak büyümüştür.

Türkiye’de organik ürün ihracatına ilişkin önemli bir sorun, organik ürünlere özgü Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu (GTİP) numarasının olmamasıdır. Bu durum, organik ürün ihracatının gerçek hacmini ortaya koymayı zorlaştırmaktadır. Bazı organik ürünlerin, konvansiyonel ürünler gibi kaydedilerek ihraç edilmesi, organik ürün ihracatıyla ilgili resmi verilerin doğruluğunu olumsuz etkilemektedir. Bu eksiklik, organik ürün pazarının büyüklüğünü ve ekonomik katkısını değerlendirmede ciddi bir sorun teşkil etmektedir.

Türkiye’de organik iç pazar, gelişme aşamasında olmasına rağmen bu alanda yapılmış kapsamlı araştırmalar ve veri setleri oldukça sınırlıdır. 1990’lı yıllardan itibaren, organik ürünler daha çok büyük şehirlerdeki süpermarketlerin belirli bölümlerinde, organik tarım dükkânlarında veya

aktarlarda, genellikle “doğal ürünler” adı altında satılmaya başlanmıştır. Bu durum, tüketicilerin organik ürünlere olan ilgisinin artmasına rağmen, ürünlerin organik olup olmadığını ayırt etmede zorluk yaşadığını göstermektedir.

Son yıllarda, STK’lar ve belediyelerin girişimleriyle Türkiye’nin farklı illerinde organik ürünlerin daha erişilebilir hale gelmesi hedeflenmiştir. Özellikle İstanbul, Bursa, Ankara, Antalya ve Samsun gibi büyük şehirlerde kurulan %100 Ekolojik Halk Pazarları, organik ürünlerin tüketicilere doğrudan ulaşmasını sağlamaktadır. Bu girişimler, hem tüketiciler hem de üreticiler için fayda sağlamış, organik iç pazarın gelişmesine katkıda bulunmuştur. Bu illeri, diğer şehirler de takip ederek organik pazarların sayısı artmıştır ve bu trend, organik tarıma olan ilginin sürdürdüğünü göstermektedir.

Ürünler açık bir şekilde, dökme olarak pazarda satılabilmektedir. Pazar açılmadan bir gün önce üreticilerin hasat ettikleri ürünler bu pazarlar vasıtasıyla doğrudan tüketiciye sunulmaktadır. Ürünlerin pazara kabul edilmeleri için, fatura, irsaliye, üretici belgesi veya müstahsil makbuzu bulunmak zorundadır. Bu yöntemle üreticinin sattığı ürünler kayıt altına alınmakta ve kontrol firmalarına bildirilmektedir. Satılan ürünlere ait sertifikalar pazarda tezgah üzerinde bulundurulmaktadır. Bu sayede tüketici almış olduğu ürün hakkında bilgi sahibi olabilir ve ürünün menşeyini öğrenebilir. Organik ürünler hal kanunundan muaf oldukları için bu pazarlar doğrudan üretici ve tüketicinin buluşma noktalarıdır. Yüzyüze iletişim olanağında hem organik ürünlere olan talebin artmasına hem de organik ürün pahalıdır imajının yıkılmasına katkı sağlamaktadır (Akgün, 2016).

Organik ürünlerin iç pazardaki yaygınlaşmasını sınırlandıran çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bunların başında organik ürünlerin fiyatlarının yüksekliği gelmektedir. Üretim süreçlerinde kullanılan organik girdilerin maliyeti ve verim düşüklüğü nedeniyle organik ürünlerin fiyatları, konvansiyonel ürünlere göre genellikle daha yüksektir. Ayrıca, tüketiciler arasında organik ürünler hakkındaki bilgi eksikliği ve bu ürünlerin sağlık, çevre veya kalite açısından avantajlarının yeterince bilinmemesi, organik ürünlere olan talebi olumsuz etkileyen diğer önemli unsurlardır. Taze organik sebze çeşitliliğinin sınırlı olması, özellikle günlük tüketim ihtiyaçlarını karşılamada tüketicileri zorlamaktadır ve bu durum, iç pazarda organik ürünlerin çeşitlenmesini engellemektedir.

Bununla birlikte, organik ürünlere olan talep, özellikle belli bir sosyo-ekonomik kesim arasında giderek artmaktadır. Görece daha yüksek gelir ve eğitim seviyesine sahip, çevre ve sağlık riskleri konusunda bilinçli, orta yaş grubundaki ve genellikle büyük şehirlerde yaşayan tüketiciler, organik ürünlere yönelik artan bir ilgi göstermektedir. Bu profil, organik ürün pazarının geleceği açısından önemli bir tüketici kitlesini oluşturmaktadır. Ayrıca, sağlıklı yaşam tarzına yönelik artan farkındalık, organik ürünlerin tercih edilmesinde etkili olmaktadır (Akgüngör ve ark., 1999; Kayahan, 2001; Aksoy, 2001; Sayın ve ark., 2005; Akgüngör ve ark., 2007; Demiryürek ve ark., 2008).

Organik ürünlerin fiyatlarının düşürülmesi, bilgi eksikliğinin giderilmesi ve çeşitliliğin artırılması gibi önlemlerle bu pazarda daha geniş bir tüketici kitlesine ulaşılması mümkündür. Bu durum, aynı zamanda iç pazarın büyümesini ve sürdürülebilirliğini destekleyecektir.

Türkiye’de Organik Tarımın Kurumsal Yapısı ve Gelişimi **Tarım ve Orman Bakanlığı**

Ülkemizde organik tarımın yönetimi ve denetimi, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Bakanlık, organik tarım ve gıda sektöründe yer alan üreticiler, işleyiciler, ihracatçılar, girdi satıcıları, sivil toplum kuruluşları (STK) gibi çeşitli paydaşlarla iş birliği yaparak organik tarımın gelişmesi için öncelikleri ve ulusal stratejileri belirlemektedir. Ayrıca, bu alandaki düzenleme ve denetleme görevlerini üstlenerek organik tarımın sürdürülebilirliği ve gelişimi için kapsamlı bir sorumluluk taşımaktadır.

Bakanlık, organik tarımda faaliyet gösteren çiftçilere ve sektörde görev yapan personellere yönelik eğitim programları düzenlemektedir. Bu programlarla, ulusal ve uluslararası yönetmelikler hakkında bilgi aktarımı sağlanırken, çiftçilerin organik üretim teknikleri konusunda bilgi ve becerilerini artırmaları amaçlanmaktadır.

Organik işletmelere yönelik organik tarım desteği, uygun koşullarda işletme ve yatırım kredileri gibi finansal araçlar sunulmaktadır. Bu destekler, organik tarım faaliyetlerinin cazip hale getirilmesini ve yaygınlaştırılmasını sağlamaktadır.

Organik tarımla ilgili araştırma projelerini destekleyen Bakanlık, bu sektördeki yenilikçi çözümler için gerekli altyapıyı oluşturmayı hedeflemektedir.

Tarım ve Orman Bakanlığı, organik ürünlerin ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak üretilmesi ve sertifikalanmasını sağlamak amacıyla, kontrol ve sertifikasyon firmalarını yönlendirmektedir. Ayrıca, özellikle AB ülkelerine ve diğer dış pazarlara ihracat miktarını artırmaya yönelik uluslararası standart ve kriterlerin karşılanması için sektör paydaşlarına rehberlik etmektedir.

Bakanlık, Türkiye'nin organik ürünlerinin uluslararası pazarda rekabet edebilmesi için özellikle Avrupa Birliği standartlarına uyum çalışmalarına öncelik vermektedir. Bu kapsamda, hem üreticiler hem de sertifikasyon firmaları, uluslararası yönetmelikler ve kriterler hakkında sürekli bilgilendirilmektedir. Bu çabalar, organik tarım ürünlerinin ihracatında istikrar ve büyüme sağlamayı hedeflemektedir.

Tarım ve Orman Bakanlığı, 24 Mart 2023 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) tarafından kabul edilen 422 Sayılı Kanun Teklifi ile organik tarım ve genel tarım üretiminde önemli adımlar atmayı hedeflemektedir. Bu düzenleme, Türkiye'de tarım sektörünün daha sürdürülebilir ve verimli hale gelmesine yönelik bir dizi stratejiyi kapsamaktadır. Kanun teklifi, özellikle üretim planlaması, sözleşmeli üretim, boş kalan arazilerin üretime kazandırılması ve orman köylülerinin refah seviyesinin artırılması gibi kritik konuları içermektedir.

Kanun teklifi, sözleşmeli tarım sisteminin yaygınlaştırılmasını hedeflemektedir. Bu sistem, üreticiler ile pazarlama firmaları arasındaki sözleşmelerle organik üretimin daha kontrollü ve verimli bir şekilde yapılmasını sağlayacaktır. Girdi kullanımı daha sıkı bir şekilde denetlenecek ve tarımsal üretimde verimlilik artışı sağlanacaktır. Bu durum, hem üreticilerin maliyetlerini azaltacak hem de arz güvenliğinin sağlanmasına katkıda bulunacaktır.

Sözleşmeli tarım, üreticilerin daha düşük maliyetlerle daha kaliteli üretim yapmalarını sağlayacak bir yapıyı teşvik etmektedir. Bu sistem sayesinde üreticiler, organik tarımda gerekli olan girdi ve teknoloji desteği ile daha verimli üretim yapabileceklerdir. Bu da Türkiye'deki tarımsal üretim kapasitesinin artırılmasına yardımcı olacaktır.

Kanunla birlikte, üretim yapmayan arazilerin yeniden tarıma kazandırılması hedeflenmektedir. Bu strateji, daha fazla üretim alanı yaratmayı ve tarımsal üretimde sürdürülebilirliği artırmayı amaçlamaktadır.

Orman köylülerinin ekonomik durumlarını iyileştirmeye yönelik projelerin hayata geçirilmesi, hem çevresel koruma hem de ekonomik kalkınma açısından önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Organik tarım ve iyi tarım uygulamaları yoluyla daha kapalı devre üretim sistemlerinin kurulması öngörülmektedir. Bu tür sistemler, çevresel etkileri minimuma indirirken verimliliği artırmaya yönelik pratik çözümler sunmaktadır. Aynı zamanda bu uygulamalar, organik tarımın daha yaygın hale gelmesini destekleyecektir.

Bu yasal düzenleme, Türkiye'deki tarımsal üretim sistemlerinin daha sürdürülebilir, verimli ve çevre dostu hale gelmesini sağlayacak önemli bir adımdır. Sözleşmeli üretimin yaygınlaştırılması, üretici maliyetlerinin düşürülmesi ve boş arazilerin üretime kazandırılması gibi stratejilerle tarımsal üretimdeki verimlilik artırılacak ve arz güvenliği sağlanacaktır. Ayrıca organik tarımın teşvik edilmesi, çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek ülkenin tarımsal üretim kapasitesini iyileştirecektir.

Organik Tarım Komitesi

Organik tarım ile ilgili karar alma süreçleri, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın çeşitli genel müdürlüklerinden üyelerin yer aldığı komisyonlar tarafından yönetilmektedir. Ayrıca, organik tarımın ulusal stratejilerinin, eylem planlarının ve araştırma konularının tartışıldığı, hükümet ve sivil toplum kuruluşlarının (STK) temsilcilerinden oluşan bir danışma komitesi de bulunmaktadır. Ülkemizdeki 81 Tarım İl Müdürlüğü'nde görevli olan teknik personelin bir kısmı, organik tarım çalışmalarının yürütülmesinden sorumludur. Tarım ve Orman Bakanlığı, organik tarım üretimi, işlenmesi ve pazarlanması konusunda faaliyet gösteren özel sektör kuruluşları, STK'lar ve üniversitelerden gelen temsilcilerle işbirliği yaparak komiteler aracılığıyla danışmanlık desteği almaktadır. Bu işbirlikleri, "Ulusal Strateji" ve organik tarımla ilgili proje önerilerinden oluşan "Eylem Planı"nı oluşturmak amacıyla düzenlenen çalıştaylar çerçevesinde gerçekleştirilmekte ve bu süreçte ortaklaşa çalışmalar yürütülmektedir.

Kontrol ve Sertifikasyon (Belgelendirme)

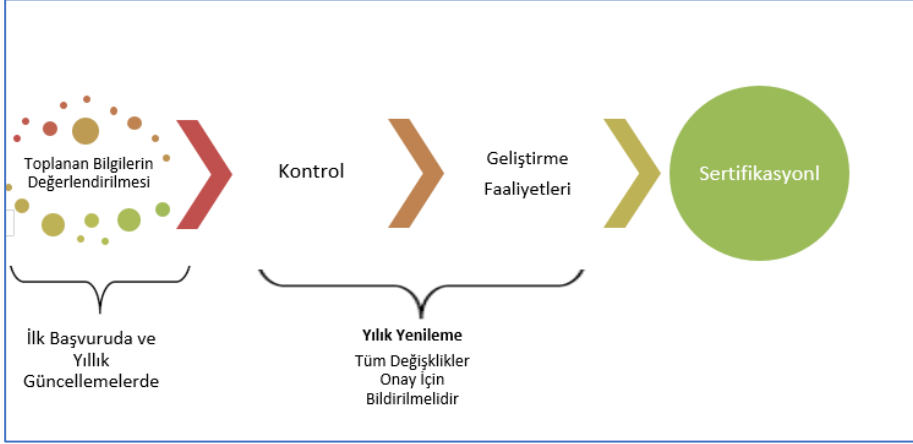
Sertifika (belge) yetkili kuruluş tarafından kontrol edilen ürün için hazırlanmış, ürünün organik tarım esaslarına göre üretildiğini gösterir belgedir. Sertifikalar uzman raporları doğrultusunda hazırlanarak kontrol ve sertifikasyon firmalarının komisyon kararları doğrultusunda verilir (Kırımhan, 2005).

Organik Tarımda ürün sertifikasyonu çoğunlukla Avrupalı merkezli Şirketler tarafından yapılmaktadır. Önceleri her ülkenin kendine ait oluşturduğu kurallarla yürütülen organik tarım faaliyeti, 1972 yılında Almanya’da Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM)’nun kurulmasıyla bütün dünyada ortak kurallar çerçevesinde yürütülmeye başlanmıştır (Kortbech, 2000). Halen AB uluslararası kabul gören 2092/91 No’lu AB Organik Tarım Yönetmeliği ile dünya organik tarımını yönlendirmektedir (Sayın, 2002).

Başlangıçta ülkemizde organik üretim faaliyetlerinin danışmanlık, teftiş ve sertifikasyon gibivazgeçilmez esasları tamamıyla yabancı kişi ve kuruluşlar tarafından yürütülürken, 1990’lı yılların başında bu konularda az sayıda da olsa Türk uzmanlar yetişmiş ve yabancı firmaların ülkemizdeki temsilciliğini yapmaya başlamışlardır. Ülkemizde Organik Tarım konusunda kontrol ve sertifikasyonun işleyişi ve uygulaması; “Organik Tarımın Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik” kapsamında, Üçüncü Kısım, Kontrol ve/veya Sertifikasyon Sisteminin İşleyişi Bölümü altında açıklanmıştır.

Kontrol sisteminin özellikleri MADDE 33 – (1) Organik üretimin özelliği, her aşamasının kontrollü olması ve ürünün sertifikalandırılmasıdır. Bu Yönetmelik hükümlerine göre, ürünün güvence altına alınmasındaki iki temel unsur, kontrol ve sertifikasyondur. Kontrol ve sertifikasyon işlemi, aynı kuruluş tarafından yapılabileceği gibi ayrı ayrı kuruluşlar tarafından da yapılabilir. Kontrol ve sertifikasyon kuruluşları Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş ulusal veya uluslararası kuruluşların Türkiye yapılanmalarıdır. Madde 33’de belirtildiği gibi kontrol ve sertifikasyon ayrı ayrı kurumlar tarafından yapılabilir, fakat bu durum müteşebbise hem maddi olarak hem de işgücü olarak bazı kayıplar yaşatacaktır. Kontrol ve sertifikasyon kuruluşu müteşebbis tarafından tercih edilir ve gerekli şartları sağladıktan sonra sözleşme sürecine geçilir(Şekil 1). Sistemin doğru işlemesi amacıyla kontrol ve sertifikasyon kuruluşları da belirli aralıklarla denetlenerek

akreditasyonları sağlanır. Kontrollerde gerekli olan şartları sağlayamayan kuruluşların akreditasyonları iptal edilir. Ülkemizde 2024 yılı itibariyle faaliyet gösteren Tarım ve Orman Bakanlığı tarafında denetlenerek faaliyet gösteren kırk(40) adet KSK bulunmaktadır. (Tarım Orman Bakanlığı, 2024)



Şekil 1. Organik tarım sertifikasyon şeması (Orijinal)

Organik Tarım Bilgi Sistemi (OTBİS)

2005 yılında, kontrol ve sertifikasyon kuruluşları ile Tarım ve Orman Bakanlığı'nın merkez ve taşra teşkilatları arasında etkili bilgi alışverişini sağlamak amacıyla "Organik Tarım Bilgi Sistemi" (OTBİS) kurulmuştur. Bu sistem, Türkiye'deki organik tarım faaliyetlerinin dijital ortamda kaydedilmesini ve izlenmesini mümkün kılmaktadır.

OTBİS, organik tarım faaliyetlerinde bulunan işletmeler, müteşebbisler ve projelere ait kimlik, arazi, ürün ve üretim bilgilerini kayıt altına alırken, aynı zamanda kontrol ve sertifikasyon kuruluşları ile bu kuruluşlarda görevli personele ait bilgilere de yer vermektedir. Bakanlık tarafından yürütülen Çiftçi Kayıt Sistemi ile entegre bir şekilde çalışan OTBİS, çiftçilerin desteklenmesinde de önemli bir rol oynamaktadır.

İhracat verilerinin daha doğru ve güvenilir bir şekilde elde edilmesi amacıyla Ege İhracatçılar Birliği ile bir protokol imzalanmış ve Birliğin kullanımına açılan sistem, organik ürün sertifikalarına dair verilere ulaşılmasını sağlamıştır. Ayrıca, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu ile yapılan protokol çerçevesinde, AB hibe desteklemelerinden faydalanmak isteyen üreticilerin sertifika bilgilerine erişim sağlanmıştır.

Üniversiteler ve Araştırma Kuruluşları

Üniversiteler, organik tarım alanında araştırmalar yaparak bilimsel bilgi üretir ve sektöre yönelik eğitimler düzenler. Ayrıca, üniversiteler aracılığıyla organik tarımın sürdürülebilirliği ve verimliliği üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), organik tarıma ilişkin Ar-Ge projelerine öncülük eder ve çeşitli akademik çalışmalar yürütür.

Sivil Toplum Kuruluşları ve Üretici Birlikleri

Türkiye’de organik tarımın yaygınlaşması amacıyla faaliyet gösteren birçok sivil toplum kuruluşu (STK) ve üretici birliği bulunmaktadır. Bu kuruluşlar, çiftçilerin organik tarıma geçiş sürecinde desteklenmesini, eğitim programlarının düzenlenmesini ve organik ürünlerin pazarlama süreçlerini organize eder. Örneğin, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği (ETO) ve Buğday Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği, organik tarımı teşvik eden önemli STK'lardandır.

Sonuç

Organik tarım, çevresel sürdürülebilirlik, insan sağlığının korunması ve ekonomik kalkınma açısından alternatif bir üretim modeli olarak oldukça önemlidir. Türkiye'nin organik tarımdaki potansiyeli, coğrafi ve iklimsel avantajlarıyla birleştiğinde, üretim alanlarında, çiftçi sayısında ve ihracat kapasitesinde gözlenen artışlarla desteklenmektedir. Ancak, iç pazarın yeterince gelişmemiş olması, tüketici bilincinin sınırlı olması ve sertifikasyon süreçlerindeki maliyetler gibi yapısal sorunlar, sektörde daha fazla ilerlemenin önündeki başlıca engeller olarak değerlendirilmektedir.

Organik tarımın sağladığı çevresel faydalar, enerji ve kimyasal girdi kullanımının azaltılması, karbon ayak izinin azaltılması ve toprak sağlığının iyileştirilmesi gibi unsurlarla somut olarak ortaya çıkmaktadır. Ekonomik düzeyde, üretim maliyetlerinin kontrol altına alınması ve uluslararası pazarlarda talebin artırılması, organik tarımı stratejik bir sektör haline getirmektedir. Ancak, fiyat istikrarı ve ürün çeşitliliğinde yaşanan zorluklar, sektörde bütünsel bir kalkınma için ele alınması gereken önemli konulardır.

Sonuç olarak, organik tarım, Türkiye'nin tarımsal üretim stratejilerinde sürdürülebilir bir yapı kurmak için önemli bir fırsat sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akgün, T. (2016). Organik Tarım. GEKA (Güney Ege Kalkınma Ajansı), Uzman İzleme ve Değerlendirme Birimi.
- Akgüngör, S., B. Miran, C. Akbay, E. Olhan ve N.K. Nergis, (1999). İstanbul, Ankara ve İzmir illerinde tüketicilerin çevre dostu tarım ürünlerine yönelik potansiyel talebinin tahminlenmesi, TEAE Raporu: 1999-3, No:15, Ankara.
- Akgüngör, S., B. Miran ve C. Abay, (2007). Tüketici Tercihleri ve İç Piyasa Oluşumu. Organik Tarımda Yeni Ufuklar Toplantısı (Basılmamış), 19 - 20 Mart 2007, FAO, TKB, İBB ve İHE, İstanbul.
- Aksoy, U., Altındişli, A. (1999). Dünyada ve Türkiye de Ekolojik Tarım Ürünleri Üretimi, İhracatı ve Geliştirme Olanakları. İstanbul Ticaret Odası Yayınları. Yayın No: 1999-70. İstanbul 125.s.
- Aksoy, U. (2001). Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu. 14-16 Kasım, Antalya, NAR-SER ve ETO. TKB Tarım 2000 Vakfı Yayınları, Ankara, s.3-10
- Anonim,(2015a).
http://www.ifoam.bio/sites/default/files/annual_report_2013_web.pdf
- Anonim, (2015e). Organik Tarımın Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik. Resmi Gazete. 22 Temmuz 2015 Çarşamba. Sayı: 29422
- Anonim, (2016a). World Health Organization.
<http://www.who.int/mediacentre>. (15.02.2016)
- Anonim, (2016d). In the World and in some major producing countries within the total agricultural area of organic agriculture % change.
<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Anonim, (2016e). <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx> Organic Agriculture Products Trade 01.01.2016
- Çamurcu, H. (2016). Dünya nüfus Artışı ve Getirdiği Sorunlar. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.
sbe.balikesir.edu.tr/dergi/edergi/c8s13/makale/c8s13m9.pdf
- Deniz, E. (2009). Organik Tarım Sektör Raporu. Competitiveness and Innovation Framework Programme 2007-2013. Avrupa İşletmeler Ağı, Karadeniz, S:23

- Demiryürek K., (2004). Dünya ve Türkiye’de Organik Tarım. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, C: 8, S. 3-4, s.63-71, Şanlıurfa.
- Demiryürek, K. and V. Ceyhan, (2008). Economics of organic and conventional hazelnut production in Turkey. Renewable Agriculture and Food Systems, 23 (3), 217-227.
- Demiryürek, K., C. Stopes and A. Güzel, (2008). Organic Agriculture: The Case of Turkey. Outlook on Agriculture, 37 (4), 7-13.
- Demiryürek, K. ve Aydoğan, M. (2010). Türkiye’nin Organik Tarım ve Gıda Ürünleri İhracatının Sosyal Ağ Analizi ile Ortaya Konulması, Türkiye 9. Tarım Ekonomisi Kongresi, 2010.
- Dolun, L. (2003). Organik Tarım. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Araştırma Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- FAO, (2024a). <https://www.fao.org/newsroom/detail/hunger-numbers-stubbornly-high-for-three-consecutive-years-as-global-crisis-deepens-un-report/en>
- FAO, (2024b). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP> Erişim Tarihi: 02.11.2024
- GTHB, (2015a). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bitkisel Üretim. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>
- GTHB, (2015b). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Bitkisel Üretim, Desteklemeler. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Destekler>
- Günay, S. (2007). Türkiye’de Ekolojik Fındık Tarımının Başlaması ve Etkileri Üzerine Bir Örnek: Çamlıca Köyü (Samsun). Ekoloji 63: 7-15.
- IPCC, (2014)., Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- İpek, S., Çil, G.Y. (2010). Uluslararası Ticari Boyutuyla Organik Tarım ve Devlet Destekleri. Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi - Journal of Entrepreneurship and Development 5(1):135-162
- Kayahan, H.S., (2001). Ekolojik tarımda iç pazarın gelişimi. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu. 14-16 Kasım, Antalya, NAR-SER ve ETO. Ankara: TKB Tarım 2000 Vakfı Yayınları, s.24-29.

- Kenanoğlu, Z. and O. Karahan, (2002). Policy Implementations for Organic Agriculture in Turkey, *British Food Journal*, Vol. 104(3-5), pp.300-318 (19).
- Kırımhan, S., (2005). *Organik Tarım Sistemleri ve Çevre*. Turhan Kitabevi Ofset Matbaacılık Tesisleri, Çevre Yönetimi Dizisi No: 2 ISBN 975-00284-0-6, 352 s, Ankara
- Kortbech, O. R. (2000). “Export Opportunities of Organic Food From Developing Countries”. www.ifoam.org/orgagri/worldorganics-2000-conference.html
- Kızılaslan, N., Özyurt, Ç., (2012). Sürdürülebilir Kırsal Kalkınmada Ekoturizmin Önemi: Tokat İli Örneği. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* 1 (2012) 50-62 ISSN: 2146-8168
- NASA, (2024). <http://climate.nasa.gov/>
- NOAA, (2024). <http://www.ncdc.noaa.gov/cdr/atmospheric>
- Rehber, E. and S. Turhan, (2002). Prospects and Challenges for Developing Countries in Trade and Production of Organic Food and Fibers: The Case of Turkey, *British Food Journal*, Vol. 104(3-5), 371-390.
- Sayın, C., R.G. Brumfield, B. Özkan and N.M. Mencet, (2005). The Organic Farming Movement in Turkey. *Production and Marketing Report*, Hort Technology, Vol. 15(4)
- Sayın, C., (2002). Avrupa Birliği’nde Organik Tarıma Yönelik Politikalar. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2),31-38
- WHO GLOBOCAN, (2012). Estimated Cancer incidence, mortality and prevalence worldwide in 2012. International agency for research on cancer.
<http://globocan.iarc.fr/Default.aspx>
- WWF,(2023).<https://www.wwf.org.tr/?14180/2023-en-sicak-yil#:~:text=1850%20y%C4%B1n%C4%B1na%20kadar%20uzanan%20aletli,1.48%20%C2%BC%20daha%20s%C4%B1cakt%C4%B1>
- Tarım Orman Bakanlığı, (2024). Yetkili Kuruluşlar <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Yetkili-Kuruluslar-KSK>

BÖLÜM V
TÜRKİYE’DE TARIMSAL ARAZİ YÖNETİM SİSTEMİ İÇİN
ÖNERİLER

Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK¹

Doç. Dr. Merve AYYILDIZ²

Zehra ERDOĐAN³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14480965>

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

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Yozgat, Türkiye. Merve.ayyildiz@yobu.edu.tr, Orcid ID:0000-0002-9012-0756

³Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Tokat, Türkiye. ze98hra@gmail.com, Orcid ID:0009-0005-8403-6426.

GİRİŞ

Nüfus ve gelir artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı, tarımsal üretimi her geçen gün daha önemli kılmaktadır. Yakın zamanda yaşanan pandemi ve ülkeler arasındaki sorunlar tarımsal üretimin ve gıdanın önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Küresel ve bölgesel sorunlar tarımsal üretimi etkilemekte ve zorunlu tüketimin en önemli unsurlarından olan gıda ihtiyacı tüm dünyayı etkisi altına almaktadır. Uluslararası ticaretin yaygınlaştığı günümüzde ülkelerin gıda ihtiyacının karşılanmasının önem kazanması, tarım sektörünü ve tarımsal arazilerin yönetimine ilişkin konuları öne çıkarmaktadır.

Tarım arazilerinin sınırlı olması birim alandan daha fazla verim alınmasına ilişkin klasik düşüncelerin ötesindeki arayışları da beraberinde getirmektedir. Bu konuda ilk ve en önemli hususun tarım arazilerini korumak olduğu bilinen bir gerçektir. Tarım arazileri, tarımsal üretimin yanı sıra diğer sektörlerin arazi ihtiyaçlarını da karşılamak durumunda olduğundan, her geçen gün tarım arazileri üzerindeki baskı artmaktadır. Diğer yandan tarım arazileri, tarımsal üretim alanı olarak kullanılmasının yanında kırsal kesimde yaşayanların barınma ve yaşam alanı olarak da kullanılmaktadır. Kırsal kesimdeki nüfus artışı ve bunun sonucunda miras hukukundan dolayı araziler parçalanmakta ve işletme ölçeği azalmaktadır. Bütüncül yapıda olmayan işletmelerin en temel sorunlarından birisi çok parçalı ve çok mülkiyetli olmalarıdır. Türkiye’de uzun dönemde tarım işletmesi sayısı, ortalama işletme genişliği, ortalama parsel sayısı ve ortalama parsel genişlikleri Tablo 1’de görülmektedir. 1950 yılında yaklaşık 2,5 milyon adet olan işletme sayısı, 1991 yılı genel tarım sayımı sonuçlarına göre yaklaşık 4,0 milyona yükselmiş, ancak kırsal kesimde yaşanan göçler sonucunda 2016 yılında 3,1 milyona düşmüştür. Buna karşın ortalama işletme genişliği yaklaşık son 70 yılda değişmemiştir. Ortalama parsel sayısı ise 1950 yılında 7,7 adet iken 2016 yılında 5,9’a düşmüştür. Ortalama parsel genişliği ise 9,98 dekardan 12,9 dekara yükselmiştir. Bu artışın arazi toplulaştırma çalışmalarından kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo 1. Türkiye’de işletme sayıları, ortalama işletme büyüklüğü ve ortalama parsel genişliği

Yıl	Toplam işletme sayısı (bin adet)	Tarım arazisi (bin hektar)	Ort. işletme genişliği (da)	Ort.parsel sayısı (adet)	Ort.parsel genişliği (da)
1950	2528	19 452	76,9	7,7	9,98
1980	3 559	22 764	63,9	6,4	9,98
1991	3 967	23 451	59,1	5,9	10,0
2001	3 022	18 435	61,0	6,1	10,0
2016	3 116	23 711	76,1	5,9	12,9

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, Genel Tarım Sayımı Sonuçları, muhtelif yıllar

Türkiye’de işletme büyüklüğüne göre işletme başına düşen parsel sayısı ve ortalama parsel genişlikleri Tablo 2’de görülmektedir. İşletme büyüklüğü arttıkça işletme başına düşen parsel sayısının ve ortalama parsel genişliğinin arttığı görülmektedir. Ancak ülkedeki tarım işletmelerinin büyük çoğunluğunun küçük ölçekli olduğu göz önüne alındığında parçalılığın önemli bir sorun olduğu söylenebilir.

Tablo 2. İşletme büyüklük grubuna göre işletme başına düşen parsel sayısı ve ortalama parsel büyüklüğü (2016 yılı)

İşletme büyüklüğü grubu (dekar)	İşletme başına düşen parsel sayısı (adet)	Ortalama parsel büyüklüğü (dekar)
-5	1,5	1,6
5-9	2,4	2,7
10-19	3,4	3,8
20-49	4,7	6,4
50-99	6,9	9,4
100-199	10,1	12,9
200-499	13,7	20,6
500-999	21,1	30,3
1000+	36,9	60,3
Genel	5,9	12,9

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016 yılı Genel Tarım Sayımı Sonuçları

Türkiye ile bazı AB ülkelerinin ortalama işletme genişlikleri kıyaslandığında, Türkiye’deki ortalama işletme genişliğinin düşük olduğu

görülmektedir (Tablo 3). Türkiye'deki işletme genişliğine yakın olan ülkeler Yunanistan, Polonya ve İtalya'dır. Diğer ülkelerdeki işletme genişliklerinin daha fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Bazı ülkelerde tarımsal işletme sayısı ve ortalama işletme büyüklüğü

Ülkeler	Tarım işletmesi sayısı (adet)	Tarımsal arazi miktarı (ha)	Ortalama işletme genişliği (da)
Avusturya	140430	2 597,5	185,0
Belçika	37 760	1 365,7	361,7
Bulgaristan	254 410	5 047,0	198,4
Çekya	26 250	3 529,8	1 344,7
Danimarka	38 280	2 618,0	683,9
Finlandiya	54 400	2 268,0	416,9
Fransa	452 210	28 553,8	631,4
Almanya	285 030	16 591,0	582,1
Yunanistan	709 500	5 867,2	82,7
Macaristan	491 330	5 043,7	102,7
İrlanda	139 600	4 337,0	310,7
İspanya	965 000	26 228,4	271,8
İtalya	1 010 330	12 403,0	122,8
Hollanda	67 480	1 812,0	268,5
Polonya	1 429 010	14 499,5	101,5
TÜRKİYE	3 116 000	23 711,0	76,1

Kaynak: EUROSTAT ve TÜİK

Yukarıdaki paragraflarda ve tablolarda görüldüğü gibi Türkiye'de tarım işletmelerinde parsel sayısının yüksek olduğu ve ortalama parsel genişliklerinin düşük olduğu görülmektedir. Aşağıdaki bölümlerde ülkenin farklı bölgelerinde yapılan araştırmalarda işletme genişliği, parsel sayısı ve ortalama parsel genişliklerine ilişkin detaylı bilgiler verilmiştir. İşleme genişliğini artırmak ya da en azından korumak için yapılan yasal düzenlemeler ve özellikle arazi toplulaştırma çalışmaları sonucunda gelinen nokta ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca farklı ülkelerdeki uygulamalardan örnekler verilerek Türkiye'de bu konuda yapılması gerekenler konusunda öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır.

Türkiye'de Farklı Bölgelerdeki İşletme Genişliği, Parsel Sayısı ve Ortalama Parsel Genişliği

Türkiye'de ortalama işletme genişliğinin düşük olmasının yanında özellikle bazı bölgelerde bu değer, ortalamanın altında olduğu

görülmektedir. Bu durum coğrafi bölgelere göre yeter gelirli işletme büyüklüğü kavramını doğurmaktadır. Yeter gelirli işletme büyüklüğü; bölgeye, ile, ilçeye, sulu ve kuru tarım yapılan alanlara göre değişmektedir. Türkiye’de il ve ilçelere göre kuru ve sulu tarım için yeter gelirli işletme büyüklüğüne ilişkin olarak Tarım ve Orman Bakanlığı alt ve üst sınırları belirlemiştir. Bu sınırlar genellikle bölgedeki gerçek işletme büyüklüklerinin üzerindedir. Aşağıdaki tablolarda Türkiye’nin farklı bölgelerinde yapılmış araştırmalarda ortalama işletme genişlikleri ve ortalama parsel büyüklükleri verilmiştir. Bu tablolar incelendiğinde aynı bölgenin farklı yörelerinde ve farklı ürünler yetiştiren işletmeler için işletme ve ortalama parsel genişliklerinin birbirinden çok farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 4’de Ege ve Marmara Bölgesi’nde yapılan araştırmalarda ortalama işletme genişlikleri ve ortalama parsel genişlikleri verilmiştir. İşletme tipine göre değişmekle beraber ortalama parsel genişliğinin 3,14 da ile 61,50 dekar arasında değiştiği görülmektedir. İşletme başına düşen ortalama parsel sayısı ise 1,35 ile 15,55 adet arasında değişmektedir.

Tablo 4. Ege ve Marmara Bölgesi'nde yapılan araştırmalarda ortalama işletme genişliği, ortalama parsel sayısı ve ortalama parsel genişliği

Bölge	Alt bölge ve işletme tipi	Ort. İşletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ort. parsel genişliği (da)	
Manisa	Yunt dağı köyleri, genel	21,9	2,70	8,99	
Aydın, genel		129,1	2,09	61,50	
Aydın, İzmir, Manisa ve Muğla, zeytin işletmeleri		91,2	6,59	13,85	
İzmir	Torbali, sivribiber üreten işletmeler	96,6	4,10	22,80	
	Çeşme, kavun üreten işletmeler	89,8	5,80	15,48	
	Ödemiş ve Tire, süt sığırcılığı işletmeleri	47,6	3,31	14,37	
	Ödemiş, Tire, Bayındır ve Kiraz, süt işletmeleri	54,0	4,00	13,50	
	Menemen, Torbali ve Tire, genel	124,1	6,23	19,91	
	Menderes, genel	35,2	4,30	8,18	
	Ödemiş, Tire, Bayındır ve Bergama süt sığırcılığı	115,0	4,90	23,46	
	Menemen ve Torbali, genel	177,8	3,42	52,05	
	İzmir, Aydın ve Manisa, zeytin üreten işletmeler	63,1	5,00	12,80	
	Bayındır, Kemalpaşa ve Torbali, zeytin işl.	45,2	5,40	8,37	
	Bayındır, Tire, Ödemiş, Kiraz ve Torbali, genel	37,6	4,31	8,71	
	Menemen, damızlık sığır yet. birliği üyesi	138,9	6,14	22,62	
	İzmir ve Manisa, ceviz yetiştiren işletmeler	26,6	2,97	8,97	
	Urla, bamya yetiştiren işletmeler	16,2	3,09	5,24	
Kemalpaşa, KKYDP'den yararlanan	13,5	2,79	4,84		
Kemalpaşa, KKYDP'den yararlanmayan	13,0	1,50	8,66		
Çanakkale	Çanakkale, IPARD makine desteği, sulu tarım işl.	60,2	4,90	12,28	
	Çanakkale, IPARD makine desteği, kuru tarım işl.	49,7	5,00	9,94	
Edirne	Edirne, genel	304,6	15,55	19,59	
Balıkesir	Gönen, süt sığırcılığı işletmeleri	141,3	14,17	9,97	
	Altteylül ve Gönen, manda yetiştiren işletmeler	58,6	11,24	5,21	
	Balıkesir, genel	178,0	11,00	16,18	
Kırklareli	Kırklareli, yağlık ayçiçeği üreten işletmeler	248,5	8,85	28,08	
Bursa	Bursa, üzümü meyve üreten işletmeler	33,7	7,87	4,29	
	Mustafakemalpaşa, yerel ürün yetiştiren işletmeler	83,5	10,27	8,12	
	Karacabey ovası arazi toplulaştırma proje öncesi köylerin arazi varlığı	Beyköy	20,6	2,48	8,32
		Belik	39,1	5,63	6,94
		Durumtay	43,9	4,62	9,50
		Hotanlı	107,5	12,57	8,55
		Kepekler	84,1	5,72	14,70
		Küçük karaağaç	155,8	4,50	34,61
Ovaesemen		26,3	3,32	7,92	
Yolağzı	67,7	1,35	50,17		
Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ, genel		117,5	4,95	23,74	
Eskişehir ve Bilecik, domates üreten işletmeler		16,8	5,35	3,14	

İç Anadolu ve Akdeniz Bölgesi'nde yapılan araştırmalarda ortalama işletme genişliği 11,0 dekar ile 393,8 dekar arasında değişmektedir. Parsel sayısı ise 1,81 adet ile 33,94 adet arasındadır. Ortalama parsel genişliğinin 3,66 dekar ile 64,12 dekar arasında olduğu görülmektedir.

Tablo 5. İç Anadolu ve Akdeniz Bölgesi'nde yapılan araştırmalarda ortalama işletme genişliği, ortalama parsel sayısı ve ortalama parsel genişliği

Bölge	Alt bölge ve işletme tipi	Ort. işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ort. parsel genişliği (da)
Ankara	Polatlı, tiftik keçisi işletmeleri	131,3	7,50	17,50
	Ayaş, tiftik keçisi işletmeleri	176,5	8,21	21,50
	Gödül, tiftik keçisi işletmeleri	115,6	9,82	11,77
	Beypazarı, tiftik keçisi işletmeleri	116,4	7,31	15,92
	Nallıhan, tiftik keçisi işletmeleri	101,7	7,25	14,02
	Evren, genel	116,2	4,65	24,98
Konya	Sarayönü, genel	267,1	6,78	39,40
	Konya, yonca üreten işletmeler	393,8	8,00	49,22
	Konya, koyunculuk işletmeleri	110,5	6,60	43,66
	Konya ilçeleri, buğday işletmeleri	312,0	6,00	52,00
	Beyşehir, aspir üreten işletmeler	299,5	33,94	9,01
	Kadınhanı, genel	209,1	11,00	19,01
	Ereğli, genel	199,2	3,60	55,30
Sivas	Sivas, yem bitkisi üreten işletmeler	146,9	20,47	18,07
Yozgat	Yozgat ilçeleri, genel	114,6	9,21	21,46
Kırşehir	Merkez, buğday üreten işletmeler	388,8	15,94	24,47
	Kırşehir, genel	154,3	5,60	27,36
Çankırı	Çankırı ilçeleri, genel	229,0	28,20	8,12
Antalya	Merkez, Manavgat ve Serik, genel	43,4	3,80	11,50
	Antalya, DSYB'ne üye olan	108,3	9,00	12,10
	Antalya, DSYB'ne üye olmayan	55,9	5,40	10,40
Isparta	Eğirdir, Gelendost ve Senirkent elma ürt. İşl.	30,5	5,75	5,29
	Eğirdir, genel	30,5	3,58	7,84
	Isparta, genel	43,5	4,32	10,06
	Isparta, gül üreten işletmeler.	11,0	3,00	3,66
	Isparta ilçeleri, DGD'den yararlanan	71,4	13,10	5,80
	Isparta ilçeleri, DGD'den yararlanmayan	37,6	7,60	4,70
Adana	Adana, erkenci patates ürt. İşl.	137,4	3,60	38,40
	Adana, nar yetiştiren işletmeler	116,1	1,81	64,12
	Seyhan ve Yüreğir, süt sığırcılığı işletmeleri.	132,3	3,89	34,00
Kahramanmaraş	Türkoğlu ve Pazarcık, pamuk üreten işletmeler	113,6	2,14	53,09
	Kahramanmaraş, genel	65,0	5,00	13,00
Mersin, taze kayısı üreten işletmeler	49,0	3,53	13,92	
Adana, Osmaniye, Mersin, Hatay ve K.maraş, süt sığırcılığı işl.	109,8	4,00	27,45	

Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan araştırmalarda ortalama işletme genişliği, ortalama parsel sayısı ve ortalama parsel genişlikleri Tablo 6'da verilmiştir. Ortalama işletme genişliğinin 7,9 dekar ile 320,8 dekar arasında değiştiği görülmektedir. Parsel sayısı 1,48 ile 10,90 adet arasındadır. Diğer yandan ortalama parsel genişliği ise 2,92 dekar ile 115,50 dekar arasında değişmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi bu değerler bölgeye ve işletme tiplerine göre değişkenlik göstermektedir.

Tablo 6. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan araştırmalarda ortalama işletme genişliği, ortalama parsel sayısı ve ortalama parsel genişliği

Bölge	Alt bölge ve işletme tipi	Ort. işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ort. parsel genişliği (da)
Erzurum	Merkez, genel	84,3	6,32	19,81
	Pasinler, ayçiçeği üreten işletmeler	95,4	5,26	18,13
	Merkez, Aşkale ve Ilıca, genel	74,2	5,87	12,64
	Erzurum, genel	142,8	10,70	13,34
	Taze fasulye üreten işletmeler	39,4	5,65	5,52
	Oltu, Horasan, Pasinler ve Karayazı, genel	175,5	9,21	19,21
	Buğday, arpa ve çavdar üreten işletmeler	134,9	7,24	18,52
	Erzurum, hayvancılık işletmeler	120,7	10,90	13,60
	Erzurum, genel	125,2	6,32	19,81
	Pasinler, silajlık mısır üreten işletmeler	120,8	9,10	13,88
	Pasinler, bitkisel üreten işletmeler	172,3	8,55	20,15
Pasinler, şeker pancarı üreten işletmeler	104,5	8,65	12,08	
Malatya	Battalgazi, kayısı üreten işletmeler	29,3	1,48	19,80
Van	Gürpınar, yem bitkileri üreten işletmeler	52,1	4,07	12,79
Bitlis	Adilcevaz, genel	94,8	2,18	43,29
İğdir	İğdir, besi sığırcılığı yapan işletmeler	92,8	7,29	12,73
	İğdir, manda yetiştiriciliği işletmeleri	71,0	7,62	9,30
Şanlıurfa	Harran ovası, genel	70,6	1,59	44,38
	Şanlıurfa, pamuk yetiştiren işletmeler	80,3	1,63	49,26
	Merkez, Harran ve Akçakale, genel	320,8	2,57	115,50
	Siverek, koyunculuk işletmeleri	99,7	5,36	18,59
	Harran ovası, sulu tarım işletmeleri	80,5	1,84	43,77
Adıyaman	Harran ovası, kuru tarım işletmeleri	134,9	2,83	47,66
	Çelikhan, tütün üreten işletmeler	7,9	2,70	2,92
Kahramanmaraş ve Gaziantep, Kırmızıbiber ürt. İşl.		120,5	4,54	26,56

Karadeniz Bölgesi'nde işletme genişliğinin 28,1 dekar ile 321,1 dekar arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 7). Ortalama parsel genişliği ise 3,46 dekar ile 21,90 dekar arındadır. Bu bölgede genel olarak ortalama parsel genişliğinin daha düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Karadeniz Bölgesi'nde yapılan araştırmalarda ortalama işletme genişliği, ortalama parsel sayısı ve ortalama parsel genişliği

Bölge, İl	Alt bölge ve işletme tipi	Ort. işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ort. Parsel genişliği (da)	
Tokat	Tokat, genel	57,2	9,88	5,79	
	Pazar, genel	92,1	7,50	12,27	
	Tokat, TKK ortak işletmeler	57,2	9,88	5,79	
	Zile, ayçiçeği üreten işletmeler	54,1	2,93	18,47	
	Merkez, genel	38,8	5,39	7,20	
	Tokat, arıcılık yapan işletmeler	29,5	4,74	6,22	
	Merkez, bağcılık yapan işletmeler	33,2	7,97	4,16	
	Turhal, süt sığırcılığı işletmeleri	47,5	6,56	7,23	
	Turhal, hayvan sigortası yaptıran işl.	39,5	6,28	6,29	
	Turhal, hayvan sigortası yaptırmayan işl.	41,6	6,84	6,08	
Giresun, fındık yeiştiren işletmeler		28,1	4,58	5,91	
Amasya	Suluova, yem bitkisi üreten işletmeler	179,3	11,00	15,78	
Samsun	Ladik, genel	56,4	8,29	6,80	
	Samsun, genel	48,3	5,00	9,65	
Sinop	Sinop, genel	51,4	11,24	4,46	
Bayburt	Bayburt, sığır besiciliği işletmeleri	321,1	11,70	21,90	
	Hayvancılık işletmeleri	111,0	10,00	11,10	
Kastamonu, genel		56,9	10,60	5,36	
Samsun, Amasya, Tokat ve Çorum ayçiçeği yetiştiren işl.		161,3	11,40	14,15	
Doğu Karadeniz bölgesi	Trabzon	Dağımk yerleşim sorunları	-	-	4,38
	Rize		-	-	3,46
	Artvin		-	-	5,16
	Giresun		-	-	5,36
	Gümüşhane		-	-	8,35
	Bayburt		-	-	18,10
Tokat, Amasya, Çorum, Samsun illerinde Genç Çiftçi Desteğinden	Yararlanan	34,5	4,14	8,32	
	Yararlanmayan	38,3	4,31	8,88	

Türkiye’de Tarım Arazilerinde Parçalılığı Gidermeye Yönelik Yasal Düzenlemeler ve Topulaştırma Uygulamaları

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılmış olan araştırmalardan derlenen tarımsal işletme büyüklüğü, parsel sayısı ve ortalama parsel genişliği bölgelere göre çok değişkenlik göstermektedir. Kırsal kesimde nüfus artışı ve miras hukukundan kaynaklanan nedenlerden dolayı zaman içerisinde işletme ölçeği küçülmüş, parsel sayısı ve hisselilik artmış, ortalama işletme genişliği azalmıştır. Bu nedenle Türkiye’de tarım arazilerinin parçalanmasının önlenmesi için bazı yasal düzenlemeler yapılmıştır. Bunların en önemlisi 2005 tarihli ve 5403 nolu “Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu”dur. Kanununun 1. Maddesinde kanunun amacı; “toprağın korunması, geliştirilmesi, tarım arazilerinin sınıflandırılması, sgari tarımsal arazi ve yeter gelirli tarımsal arazi

büyükliklerinin belirlenmesi ve bölünmelerinin önlenmesi, arımsal arazi ve yeter gelirli tarımsal arazilerin çevre öncelikli sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak planlı kullanımını sağlayacak usul ve esasları belirlemektir” şeklinde ifade edilmiştir. Kanunun kapsamı; “arazi ve toprak kaynaklarının bilimsel esaslara uygun olarak sınıflandırılması, tarımsal arazi ve yeter gelirli tarımsal arazilerin asgari büyüklüklerinin belirlenmesi ve bölünmelerinin önlenmesi, arazi kullanım planlarının hazırlanması, koruma ve geliştirme sürecinde toplumsal, ekonomik ve çevresel boyutlarının katılımcı yöntemlerle değerlendirilmesi, amaç dışı ve yanlış kullanımların önlenmesi, korumayı sağlayacak yöntemlerin oluşturulması ile görev, yetki ve sorumluluklara ilişkin usul ve esasları kapsar” şeklindedir (RG, 2005).

Ayrıca ilgili bakanlığın tarım arazilerinin korunması, geliştirilmesi ve kullanımı ile ilgili farklı sınıflandırmalar yapabileceği, asgari tarımsal arazi büyüklüğünün bölge ve yörelerin toplumsal, ekonomik, ekolojik ve teknik özellikleri gözetilerek bakanlık tarafından belirleneceği, ve belirlenen asgari büyüklüğe erişmiş tarımsal arazilerin, bölünemeyeceği belirtilmiştir. Yine tarım arazilerinin bakanlıkça belirlenen büyüklüklerin altında ifraz edilemeyeceği, hisselendirilemeyeceği, hazine taşınmazlarının satış işlemleri hariç olmak üzere pay ve paydaş adedinin artırılamayacağı esasa bağlanmıştır. Büyük ovalarda bulunan tarım arazilerinin hiçbir surette amacı dışında kullanılamayacağı bu kanun ile belirlenmiştir.

Yasal düzenlemelerin yanı sıra tarım arazilerinde ortalama parsel genişliğini artırmak amacıyla uzun yıllardan beri arazi toplulaştırma çalışmaları da yürütülmektedir. Toplulaştırmada temel amaç dağınık parselleri birleştirmektir. Ayrıca her parselde yol ve sulama imkanı sağlamaktır. Diğer yandan toplulaştırılan alanlardaki arazilerin drenaj, tesviye, taşlılık, çoraklık gibi bazı sorunları giderilmektedir. Az da olsa hisseliliği giderecek çalışmalar yapılmaktadır.

Türkiye’de yaklaşık 23 milyon hektar tarım arazisi bulunmaktadır. Bunun 14,3 milyon hektarı toplulaştırmaya uygundur. Diğer alanlar üzerinde çok yıllık bitkiler bulunması, arazinin topoğrafyası ve sulu tarıma ekonomik olarak uygun olmaması nedeniyle toplulaştırmaya uygun değildir. Arazi toplulaştırma çalışmaları; Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, DSİ Genel Müdürlüğü ve İl Özel İdareleri tarafından yürütülmektedir. Geçmiş yıllarda ise ağırlıklı olarak TOPRAKSU Genel Müdürlüğü ve sonrasında Köy

Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmüştür. Türkiye’de ilk arazi toplulaştırma çalışmaları 1961 yılında Konya ili Çumra ilçesi Karkın köyünde uygulanmıştır. 1961 ile 2002 yılına kadar yaklaşık 450.000 hektar alanda toplulaştırma yapılmıştır. 2023 yılı sonu itibariyle toplulaştırma yapılan alan 6,77 milyon hektar alana ulaşmıştır.

Arazi toplulaştırma çalışmaları sulama yatırımları ile birlikte projelendirilmektedir. Türkiye’de 12,5 milyon hektar alan sulanabilir özelliktedir. Ayrıca 8,5 milyon hektarı teknik ve ekonomik olarak sulanabilir konumdadır. Günümüze kadar 6,9 milyon hektar alan sulamaya açılmıştır. Sulamaya açılan alanların çoğunda arazi toplulaştırma çalışmaları tamamlanmıştır. Sulu tarımın olmadığı, özellikle İç Anadolu Bölgesi’ndeki geniş ve kuru tarım alanlarında da toplulaştırma çalışmaları yapılmıştır. Arazi toplulaştırma çalışmalarında; parseller daha düzgün bir forma dönüştürülmekte, parsel sayısı azalmakta, parsel genişlikleri artmakta, hisselilik sorunu kısmi olarak giderilmektedir. Her parsel için yol ve sulama kanalı imkânı sağlanmakta, parsel sınırlarındaki veya içlerindeki verimi düşürücü ağaçlar kaldırılmakta, verimlilik artmakta, drenaj sorunu giderilmekte, araziler, gerekli ise tesviye edilmektedir.

Toplulaştırma çalışmalarında hisselilik sorunu çözülememekte, işletme ölçeği büyütülememekte, işletme ölçekleri küçük olduğu için yeter gelirli işletme büyüklüğü oluşturulamamakta, parçalılık sorunu kısmi olarak çözülmektedir. Aşağıdaki tablolarda Türkiye’nin farklı bölgelerinde yapılmış olan arazi toplulaştırma çalışmalarının sonuçlarına ilişkin bilgiler verilmiştir. Tablo 8, 9 ve 10’daki veriler incelendiğinde arazi toplulaştırma çalışmaları sonucunda ortalama parsel genişliğinin bir miktar arttığı görülmektedir.

Tablo 8. Ege ve Marmara Bölgesi arazi toplulaştırması verileri

Bölge	Alt bölge	Toplulaştırma öncesi			Toplulaştırma sonrası		
		Ort. işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ort. parsel genişliği (da)	Ort. işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ort. parsel genişliği (da)
Denizli	Tavas/ pınarlar köyü	9,5	3,67	2,60	9,5	1,38	6,90
	Tavas/ Altınova mah.	23,7	2,08	11,40	23,7	1,05	22,40
Aydın	Dalama ovası	59,2	12,30	4,81	56,2	4,43	12,69
	Efeler	-	-	6,77	-	-	8,54
Kocaeli	Derince	7,4	3,10	2,38	6,9	1,73	4,00
Balıkesir	Osmanpazarı	-	-	5,80	-	-	8,62
	Musakça	-	-	9,10	-	-	12,66
	Çifteçesmeler	-	-	11,17	-	-	12,71
	Külefli	-	-	29,15	-	-	33,38
	Küçüksoğuklar	-	-	13,49	-	-	19,51
	Hamamlı	-	-	8,63	-	-	14,51
	Ergili	-	-	6,47	-	-	11,14
	Yeniköy	-	-	8,65	-	-	16,32
	Manyas/ Eskicatal	17,8	1,82	9,79	17,8	1,08	16,43
Manyas/ Kayaca	12,0	2,42	4,94	12,0	0,91	13,17	
Bursa	Karacabey/Eskisarbey	21,8	4,83	4,52	18,5	1,08	17,15

Tablo 9. İç Anadolu ve Akdeniz Bölgesi arazi toplulaştırması verileri

Bölge, alt bölge	Toplulaştırma öncesi			Toplulaştırma sonrası			
	Ort. işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ort. parsel genişliği (da)	Ort. işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ort. parsel genişliği (da)	
Konya, Çumra	129,5	6,57	18,22	13,9	3,24	38,73	
Konya, Altınekin	107,7	2,26	47,43	104,5	1,28	81,11	
Konya/Ereğli/Kuskuncuk	-	-	-	62,6	2,91	21,52	
Kayseri	Pınarbaşı	5,2	1,99	2,59	7,5	1,29	5,84
	Yeşilhisar	-	-	18,64	-	-	25,65
Niğde, Hasaköy	52,6	3,72	14,14	47,1	2,29	20,56	
Niğde, Bağlama köyü	65,0	6,55	9,93	61,5	429	14,33	
Niğde, Aşlama köyü	38,7	4,35	8,90	37,9	1,99	19,02	
Niğde, Çarıklı köyü	23,9	1,52	15,70	23,1	1,17	19,77	
Niğde, Çayırılı köyü	22,7	2,50	9,05	22,3	1,60	13,83	
Niğde, Karaatlı köyü	35,5	3,48	10,18	34,7	2,17	16,00	
Eskişehir/Beyazaltın	-	-	18,97	-	-	24,81	
Isparta	81,3	17,25	4,71	88,6	10,70	8,30	
Isparta/Keçiözü/ İncesu	-	-	3,34	-	-	4,81	
Mersin/ Tarsus	Alifakı	34,5	3,00	11,50	33,8	3,60	9,40
	Günyurdu	40,0	3,10	12,90	36,9	3,80	9,70
	Kanberhüyüğü	11,9	2,20	5,40	11,2	2,60	4,30
	Heleke	25,8	2,90	8,90	34,0	4,60	7,40
	Çamtepe	24,0	2,20	10,90	19,0	2,80	6,80
Burdur/Kemer/Elmacık	-	-	2,80	-	-	6,90	
Burdur/Yeşilova/Sazak	14,5	7,33	1,98	13,8	2,70	5,11	
Denizli, Kızılcabölük	-	-	9,48	-	-	12,69	

Tablo 10. Karadeniz Bölgesi arazi toplulaştırması verileri

Bölge, alt bölge		Toplulaştırma öncesi			Toplulaştırma sonrası		
		Ortalama işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ortalama parsel genişliği (da)	Ortalama işletme genişliği (da)	Parsel sayısı (adet)	Ortalama parsel genişliği (da)
Samsun	Bafra ovası	35,1	6,14	5,72	30,4	2,51	12,12
	Dedeli köyü	20,0	2,80	7,15	19,1	1,26	15,15
	Örencik köyü	13,5	3,46	3,91	13,0	1,46	8,93
	Yörgüç köyü	7,0	1,43	4,92	67	1,11	6,03
Tokat, Erbaa		43,5	6,74	6,44	42,5	3,31	12,82
Tokat/Hacıpazar/Değirmeli		-	-	4,99	-	-	10,26
Tokat/Yukarı Çandır köyü		29,5	4,90	6,06	26,9	1,39	19,37
Sinop,Bobabat/ Cemalettin		-	-	1,37	-	-	5,53
Çorum/Alaca/Bolatcık		-	-	13,99	-	-	20,37
Erzurum, Daphan ovası		10,5	1,49	7,05	10,4	0,56	18,55
Bingöl, Merkez ilçe		-	-	15,60	-	-	14,78
Şanlıurfa, Türkeli köyü		250,1	1,98	126,10	234,8	2,77	84,90
Şanlıurfa, Bozca köyü		131,0	1,20	115,00	131,0	1,89	69,00
Gaziantep, Nurdağı/Gedikli		-	-	34,42	-	-	62,10

Tarım Arazilerinde Parçalılığı Gidermeye Yönelik Farklı Uygulama Örnekleri

Tarım arazilerinin parçalı ve çok hisseli olması sadece Türkiye'nin sorunu değildir. Dünya'da birçok ülkede tarım arazilerinin miras yoluyla bölünmesi sonucunda küçük, hisseli, parçalı ve dağınık araziler meydana gelmiştir. İşletme ölçeğinin büyütülmesi, hisselliğin giderilmesi, parsel sayısının azaltılması ve ortalama parsel genişliğinin artırılması ile ilgili birçok ülkede etkin uygulamalar bulunmaktadır. Bu uygulamalar “arazi bankacılığı” ve “doğal toplulaştırma” şeklinde isimlendirilmekte ve uygulamaya genellikle “arazi yönetim sistemi” denilmektedir. Tarım işletmelerini ve arazilerin geliştirilmesini desteklemek amacıyla Avrupa'nın değişik ülkelerinde farklı özellikler barındıran desteklemeler, bankacılık uygulamaları, arazi stoklama, arazi fonları ve kredilendirme gibi araçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda gelişmiş ülkelerde, tarım arazileri tek elden yönetilmekte, isimleri farklı olsa bile tarım arazilerinin ekonomik olarak sürdürülebilir ölçeğe getirilmesi, düzenlenmesi, kırsal alan yönetimi gibi konularda etkin ve verimli arazi kullanım politikaları geliştirilmiştir.

Almanya'da Arazi Bankacılığı farklı eyaletlerde farklı şekillerde uygulanmaktadır. Almanya'da çok sayıda resmi ya da resmi olmayan arazi fonu yönetimi yapan kurumlar bulunmaktadır. Bunlardan en etkin

çalışanlardan birisi “Kırsal Birlik”tir. Bu birlik arazi fiyatlarının düzenlenmesini sağlar ve arazisini satmak isteyenler bu birlikten almak durumundadır. Ayrıca bu kurum ön alım hakkına sahiptir. Bunun dışında Almanya’da "Arazi Fonu" kurumu, arazisini büyütmek isteyen işletmelere kiralama yolu ile arazi edindirmektedir. İspanya’da 2007 yılında “Galicia Arazi Bankası” kurulmuş ve Tarım Bakanlığı’na bağlı olarak çalışmaktadır. Bu banka tarım arazilerinin ölçeğinin büyütülmesi ile etkin ve verimli kullanımının artırılması için arazi piyasasını düzenleyici alım-satım hizmetlerini yürütmekte ve arazi piyasasını izlemektedir. Ayrıca tarım arazilerinin düzenlenmesi, korunması ve kullanımına yönelik olarak faaliyet göstermektedir. Bunların dışında atıl tarım arazilerini değerlendirmekte, arazi stoklamakta, arazi sahipleri ile bunu satın almak isteyenlere aracılık etmektedir. Hollanda’da 1950’li yıllardan bu yana bir kamu kurumu olan "Tarım Arazileri İdaresi", tarım arazilerini gönüllü satın almakta ve bu arazileri toplulaştırma projelerinde kullanmak üzere stoklamaktadır. Bu ülkede arazi bankacılığı ile arazi toplulaştırması uygulamaları birlikte yürütülmektedir. Kurumun satın aldığı araziler arazi toplulaştırma projelerinde kullanılmaktadır. Belçika’da 2006 yılında “Flaman Arazi Bankası” kurulmuştur. Bu kurum ülkenin Flaman bölgesinde tarım arazilerinin miras yoluyla devir işlemlerini yasal düzenlemeler çerçevesinde yürütmektedir. Belçika’da faaliyet gösteren "Finans Fonu" Belçika’nın Flaman Bölgesinde 31 yerel Banka ile birlikte çalışmaktadır. Başlıca amaçları; kamu yatırımları için arazi stoklamak, doğal alanların korunması ve genişletilmesi, arazi ıslahı ve su yönetimi, tarım arazilerinin amaç dışı kullanımının önlenmesi ve atıl arazilerin kullanımını sağlamaktır.

Fransa’da Arazi Bankacılığı faaliyetleri 1960 yılında kurulmuş olan SAFER isimli şirketler tarafından yürütülmektedir. Ülkedede 16 adet SAFER bulunmakta olup, asli görevi kırsal arazi piyasasında şeffaflığın temini, tarımın geliştirilmesi, kırsal yörelerin kalkındırılması, çevrenin, kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin korunmasıdır. Bu kuruluş kırsal kesimde gerçekleşen her satıştan haberdardır ve satılan tarım arazilerinin ön alım hakkına sahiptir. Ayrıca arazi düzenlemesi çalışmalarıyla; arazi alımı ve satımı, arazi kiralama, atıl tarım alanların belirlenmesi ve kontrolü, yıllık olarak tarım arazilerinin fiyatlarının belirlenmesi vb. görevleri yürütmektedir. Macaristan’da ise arazi bankacılığı ve arazi toplulaştırma çalışmalarını yürütmek üzere kar amacı

gütmeyen "Ulusal Arazi Fonu" kurulmuş, tarım arazilerinin kiralanması ve gönüllü satışları konusunda düzenlemeler getirilmiştir. Ulusal Arazi Fonu, tarım arazilerinin kiralanması, kira sözleşmeleri konusunda aracılık faaliyetlerini yönetme ve denetleme, tarım arazilerinin satışlarının düzenlenmesi ve trampa gibi iş ve işlemleri yürütmektedir. Danimarka'da tarım arazilerinin alım-satım ve miras sonucu parçalanması 18. yüzyıldan itibaren sınırlandırılarak, tarım arazilerinin parçalanmasının önüne geçilmiştir. Ülkede Arazi Toplulaştırması ve Arazi Bankacılığı adı altında iki yasal düzenleme bulunmaktadır. Danimarka Arazi Edinme Kanunu'na göre Tarım Bakanlığı, tarım arazilerinin mevcut işletme ölçeğinin ekonomik büyüklüğe ulaştırılmasına ve yeni tarım işletmelerini kurma ya da işletmelerin arasındaki arazilerin yer değiştirmek suretiyle düzenlenmesini sağlamak, tarım arazilerinin tarım dışı kullanımını önlemek, arazi toplulaştırması çalışmalarını yürütmek vb. görevlerden sorumludur. Ukrayna'da özel mülkiyet 100 hektar ile sınırlandırılmıştır ve tarım arazilerinde ön alım hakkı hissedara aittir. Ukrayna Arazi Bankası genç çiftçilerin arazi edinimini sağlamayı, özellikle ziraat eğitimi alan bireylerin, son 5 yılda çiftçilik yapanların, köyde yaşayanların, tarım arazisi maliklerinin ya da kullanıcılarının ve aile çiftçiliği yapan tarım işletmelerinin geliştirilmesini hedeflemektedir.

Yukarıdaki paragrafta yer verilen bilgiler ışığında birçok ülke arazi bankacılığı, doğal toplulaştırma, arazi toplulaştırması ve arazi yönetim sistemi uygulamaları sonucunda ortalama işletme genişliğini artırmıştır. Tablo 11'de bazı ülkelerde ve Türkiye'de 10 yıllık süreçte ortalama işletme genişliklerindeki değişim verilmiştir. Ortalama işletme genişliğindeki en düşük değişimin Türkiye'de olduğu görülmektedir. Bazı ülkelerdeki değişim ise oldukça yüksektir. Bunun yanında ortalama işletme genişliklerine bakıldığında çoğu ülkedeki işletme genişliklerinin yüksek olması dikkat çekmektedir. Bu nedenle Türkiye'deki bu yapısal durumun değerlendirilmesi ve çözümüne yönelik tedbirler alınması gerekmektedir.

Tablo 11. Bazı AB ülkelerinde ve Türkiye’de ortalama tarım işletmesi büyüklükleri ve değişimi

Ülkeler	Ortalama işletme genişliği (dekar)		Değişim (%)
	2005	2016	
Çekya	842,1	1 302,5	54,7
İngiltere	556,5	901,0	61,9
Danimarka	523,9	746,0	42,4
Slovakya	274,4	736,5	168,4
Fransa	486,5	609,3	25,2
Almanya	436,9	605,4	38,6
Estonya	298,7	595,9	99,4
Finlandiya	325,6	449,2	40,0
Belçika	268,8	367,1	36,6
Hollanda	239,3	322,6	34,8
İtalya	73,5	110,0	49,7
Macaristan	59,7	108,6	81,9
Polonya	59,6	102,1	71,3
Yunanistan	47,8	66,5	39,1
TÜRKİYE	61,0	76,1	24,8

Kaynak: EUROSTAT ve TÜİK

SONUÇ

Türkiye’de tarım sektörünün yapısal sorunlarının başında işletme ölçeğinin küçük, işletmelerin çok parselden oluşması ve parsel genişliklerinin az olması gelmektedir. Tarım arazilerinin parçalanmasını önlemek için bazı yasal düzenlemelerin yapıldığı görülmektedir. Ancak bu düzenlemelerin yakın tarihlerde yapılmış olması söz konusu yapısal sorunların sadece artmamasını sağlamıştır. İşletme ölçeğinin ve parsel genişliklerinin artırılmasına yönelik olarak yaygın bir uygulama bulunmamaktadır. Sadece parsel genişliklerinin artırılması, daha düzenli bir forma dönüştürülmesi ve bu parsellere yol ve sulama suyu temini ile bazı sorunların giderilmesine yönelik arazi toplulaştırma çalışmalarının yaygın olarak yürütüldüğü bilinmektedir. Ancak bu çalışmaların yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir. Bu çalışmada farklı ülkelerdeki uygulamalardan verilen örnekler göz önüne alınarak bu konuda neler yapılması gerektiğine ilişkin bazı çıkarımlar geliştirebilir. Öncelikle tüm ülkeyi kapsayacak şekilde “arazi bilgi sistemi” oluşturulmalıdır. Bu konuda arazilerin mülkiyet, büyüklük, verimlilik, değer vb. özellikleri belirlenmelidir. Bahsedilen konuda ilgili bakanlığın bazı çalışmalarının olduğu bilinmektedir. Ayrıca atıl tarım arazilerinin belirlenmesi

ve kullanım planlamasına yönelik düzenlemelere gereksinin vardır. Bu nedenle acilen “arazi yönetim sistemi” oluşturulmalı ve işletme ölçeği ile parsel genişliklerinin artırılmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmelidir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında “arazi yönetimi ofisleri” oluşturulmalı ve arazi bankacılığı ile doğal toplulaştırma çalışmalarına başlanmalıdır. Bu ofislerin örgütlenmesi il veya bölge koordinatörlükleri şeklinde olmalı ve aralarındaki koordinasyonu sağlayacak üst yapılanmaya yer verilmelidir. Örnek verilen ülkelerdeki uygulamalar dikkate alınarak ülkedeki tarım arazilerinin korunması, geliştirilmesi, atıl arazilerin tarıma kazandırılması, işletme ölçeğinin büyütülmesi, parsel genişliklerinin artırılması sağlanabilir. Ayrıca amaç dışı kullanımların önlenmesi, arazilerin daha fazla parçalanmasının önüne geçilmesi, hisseliliğin giderilmesi, arazi fiyatlarının düzenlenmesi, alım-satım işlemlerinin ve kiralama hizmetlerinin yürütülmesi, tarımsal üretim yapmak isteyenlere arazi temin edilmesi vb. birçok faaliyet gerçekleştirilebilir. Bahsedilen konular ile ilgili yapılacak düzenlemeler neticesinde orta vadede ülkedeki işletme ölçeğinin büyütülmesinin ve parsel genişliklerinin artırılmasının yanında, yapısal birçok sorunun çözüme kavuşturulmasını mümkün olabileceği söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Akbay, C., Boz, İ., Tiryaki, G. Y., Candemir, S., & Arpacı, B. (2012). Kahramanmaraş Ve Gaziantep İllerinde Kırmızıbiberin Üretim Yapısı Ve Kurutma Yöntemleri. *Ksü Doğa Bilimleri Dergisi*, 15(2), 1-10.
- Akçaöz, H., Özkan, B., Karadeniz, C. F., & Fert, C. (2006). Tarımsal Üretimde Risk Kaynakları Ve Risk Stratejileri: Antalya İli Örneği. *Akdeniz University Journal Of The Faculty Of Agriculture*, 19(1), 89-97.
- Aksoyak, Ş. (2004). Konya İli Sarayönü İlçesi Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi Ve Planlanması (Doctoral Dissertation, Ankara Üniversitesi (Turkey)).
- Altıntaş, G., Altıntaş, A., & Çakmak, E. (2017). Yem Bitkileri Üretiminde Sürdürülebilirlik Üzerine Bir Çalışma: Sivas İli Örneği. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 38-51.
- Avcı, İ. (2009). Tokat İli Pazar İlçesi Tarla Arazilerinde Kapitalizasyon Oranı Tespiti Üzerine Bir Araştırma (Master's Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Aydın, B., & Unakıtan, G. (2016). Trakya Bölgesinde Faaliyet Gösteren Tarım İşletmelerinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(2), 223-232.
- Aydın, H., & Akay, M. (2008). Zile Ovası Tarla Arazilerinde Kapitalizasyon Oranının Tespiti Üzerine Bir Araştırma. *Journal Of Agricultural Faculty Of Gaziosmanpaşa University (Jafag)*, 2008(1), 23-31.
- Bayav, A. (2007). Isparta İlinde Elma İşletmelerinde Yeniliklerin Ve Araştırma Sonuçlarının Benimsenme Düzeyleri Ve Etki Değerlendirmeleri (Doctoral Dissertation, Adnan Menderes Üniversitesi).
- Bayramoğlu, Z., & Oğuz, C. (2004). Arazi Toplulaştırması Yapılmış Tarım Alanlarında Girdi Tasarrufu Üzerine Bir Araştırma, Çumra Küçükköy Örneği. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(34): (2004) 46-50.
- Berk, A. (2016). Türkiye’de Kuru Fasulye Üreten İşletmelerin Ekonomik Analizi Ve Etkinliklerinin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen

- Bilimleri Enstitüsü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 113s, Adana.
- Boztoprak, T., Demir, O., Çoruhlu, Y. E., & Nişancı, R. (2015). Arazi Toplulaştırmasının Tarımsal İşletmelere Etkilerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 3(3), 1-11.
- Dedeoğlu, M., & Yıldırım, İ. (2006). Emek Tarımsal Kalkınma Kooperatifine Ortak İşletmelerin Ekonomik Analizi. Yuzuncu Yıl University Journal Of Agricultural Sciences, 16(1), 39-48.
- Erdem Yılmaz, R. (2010). Kırşehir İli Merkez İlçede Buğday Yetiştiriciliği Yapan Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir, Türkiye, 98.
- Erdem, E., & Yücel, A. G. (2015). Türk Tarım Sektöründe Tohumluk Kullanımı Ve Verimlilik İlişkisi Üzerine Bir Uygulama. Bilgi Ekonomisi Ve Yönetimi Dergisi, 10(2).
- EUROSTAT, 2024., TheStatistical Office Of The European Union, muhtelif yıllar, Erişim tarihi: 04.11.2024.
- Gülse Bal, H. S. (2003). Orta Karadeniz Bölgesinde Ayçiçeği Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Analizi Ve Kooperatif-Üretici-İşleyici Entegrasyonu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi (Doktora Tezi), 206 Syf.
- Gün, S. (2006). Tarımda Toprak Mülkiyet Yapısı Ve İşletmelerin İyileştirilmesi. Türktarım Dergisi, 171, 34-37.
- Gürel, C., & Akay, M. (2008). Sinop İli Merkez İlçe Tarım İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Yapısı, Arazi Ve Gelir Dağılımı. Journal Of Agricultural Faculty Of Gaziosmanpaşa University (Jafag), 2008(1).
- Hüseyin, S. E. R. T., & İsmet, B. O. Z. (2021). Çorum İli Mecitözü İlçesi Tarla Arazilerinde Kapitalizasyon Faiz Oranının Belirlenmesi. Ispac Journal Of Agricultural Sciences, 5(4), 833-845.
- İnan, S., Erdal, H., & Erdal, G. (2022). Yem Bitkisi Üreten İşletmelerin Yapısal Ve Ekonomik Analizi; Tokat İli, Almus İlçesi Örneği. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 11(2), 135-148.

- İşler, N., & Gözüyeşil, R. (2016). Osmaniye İlinde Yerfıstığı Yetiştiriciliği İle İlgili Sorunların Saptanması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(Özel Sayı-2), 36-41.
- Kan, M., Küçükçongar, M., & Kan, A. (2005). Konya İlinde Yonca Üretimine Yer Veren Tarım İşletmelerinin Özellikleri Ve Etkinliklerinin Karşılaştırılması. Journal Of Crop Research (Turkey), 2(1).
- Karabak, S., & Taşcı, R. (2015). Sivas Ve Yozgat İllerinde Buğday Üretiminde Teknoloji Kullanım Düzeyi. Gap Vıı. Tarım Kongresi.
- Karadaş, K., & Güler, F. (2021). Domates Üreten İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri: Iğdır İli Örneği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(1), 27-35.
- Karagöz, D. E., & Fidan, H. (2011). Ankara İli Polatlı İlçesinde Sulama Kooperatiflerine Ortak Olan Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Journal Of The Institute Of Science And Technology, 1(4), 83-90.
- Karakayacı, Z., Erkan, A., Demirbay, G. H., & Özdemir, N. S. (2022). Lavantanın Ekonomik Analizi: Konya İli Örneği. Proceeding Book, 111-121.
- Karsan, A., & Karlı, B. (2016). Türkiye’de Kırsal Yoksulluğun Genel Bir Değerlendirmesi: Isparta İli Sütçüler İlçesi Örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2).
- Kaya, T. E., & Kızıloğlu, S. (2008). Erzurum İli Pasinler İlçesinde Ayçiçeği Üretimi Yapan İşletmelerin Sermaye Yapısı. Tarım Ekonomisi Dergisi, 14(1 Ve 2), 23-30.
- Kocaköse, B., & Aktürk, D. (2019). Çanakkale ‘De Tarımsal Faaliyet Gösteren İşletmelerin Ekonomik Analizi. Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology, 7(11), 2001-2011.
- Kumbasaroğlu, H., & Dağdemir, V. (2007). Erzurum Merkez İlçede Tarım Arazilerinde Parçalılık Durumuna Göre Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38(1), 49-58.
- Mesci, O., & Karlı, B. (2018). Isparta İlinde Arazi Toplulaştırması Yapılan Alanlardaki Tarım İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Analizi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(1), 106-114.
- Özdemir, A. (2018). Antalya İli Karanfil Yetiştiriciliğinde Maliyet Ve Karlılık Analizi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Özgümüş, İ., & Karlı, B. (2019). Rize İlindeki Çay İşletmelerinin Sosyo-Demografik Özellikleri Ve Pazarlama Sorunları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2), 129-139.
- Paksoy, S. (1998). Harran Ovasında Gap Kapsamında Sulamaya Açılan Arazilerde Pamuk Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Analizi Ve Yörede Pamuğa Dayalı Sanayideki Gelişmeler.
- Paksoy, S., & Karlı, B. (2000). Gap Kapsamında Sulamaya Açılan Harran Ovasındaki Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(4), 154-175.
- Sağlam, C., & Çetin, N. (2017). Kayseri Yöresindeki Çiftçilerin Traktör Seçimi Ve Satın Alma Davranışlarını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2), 109-121.
- Semerci, A. (2019). Yağlık Ayçiçeği Üretiminin Ekonomik Analizi: Kırklareli İli Örneği. *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 616-623.
- Süreklı, G. (2014). Amasya İli Suluova İlçesinde Yem Bitkisi Üreten Tarım İşletmelerinin Yapısal Analizi Üzerine Bir Araştırma (Doctoral Dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Amasya).
- Şahin, K. (2003). Ahlat İlçesinde Patates Üretimi Ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *Yuzuncu Yıl University Journal Of Agricultural Sciences*, 13(2), 81-88.
- Şahin, K., & Yılmaz, İ. H. (2008). Van İli Gürpınar İlçesinde Yem Bitkileri Üretimi Ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tar. Bil. Derg.*, 14(01), 16-22.
- Tan, S. (2018). Çanakkale'de İpard Projesi Kapsamında Makine Ekipman Desteği Alan Üreticilerin Memnuniyet Düzeyini Etkileyen Faktörlerin Analizi. *Çomü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 1-8.
- Tanrıverdi, K., & Çelik, Y. (2016). Konya İli Çumra İlçesi Tarım İşletmelerinde Üreticilerin Toprak Analizi Yaptırma Nedenleri Ve Yaklaşımları. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(1), 35-44.
- Taşcı, R., & Oğuz, C. (2014). Buğday Üretim Maliyetleri Ve Üreticilerin Çeşit Tercihleri; Ankara İli Haymana İlçesi Örneği. *X1. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, S, 606-613.

- Tok, N., & Davran, M. K. (2010). Adana İlinde Erkenci Patates Üreten Tarım İşletmelerinin Sosyo* Ekonomik Yapısı Ve Sorunları. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 16(1 Ve 2), 67-73.
- TÜİK, 2024., Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim tarihi: 04.11.2024.
- Uysal, Ö. K. (2015). Manisa İli Yunt Dağı Köylerinde Çiftçilerin Tarımsal Üretime Yaklaşımlarının Etkileyen Faktörlerin Analizi. *Sosyal Ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 16(35), 76-99.
- Yılmaz, H., Demircan, V., & Dernek, Z. (2008). Türkiye Tarımında Doğrudan Gelir Desteği Uygulamaları Isparta İli Üreticileri Açısından Bir Değerlendirme. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 9(2), 248-265.
- Yılmaz, H., Demircan, V., & Dernek, Z. (2008). Türkiye Tarımında Doğrudan Gelir Desteği Uygulamaları Isparta İli Üreticileri Açısından Bir Değerlendirme. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 9(2), 248-265.
- Yüksel, M., & Gözener, B. (2019). Tokat İli Erbaa İlçesi Tarla Arazilerinde Kapitalizasyon Faiz Oranının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. *Uluslararası Tarım Ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(2), 231-238.
- Yüzbaşıoğlu, R., & Çıkılı, G. (2019). Sivas İli Merkez İlçesinde Tarım İşletmelerinin Mevcut Durum Analizi Ve İşletmecilerin Bilinç Düzeylerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(3), 1-13.

BÖLÜM VI

TOPRAK ve SU KORUMADA ANA PROBLEMLER

Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14481079>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye. saniye.140100@gmail.com, Orcid ID:0000-0003-3908-7070.

GİRİŞ

Toprak ve su koruma, mühendislik ilkelerini kullanarak toprak ve su kaynaklarımızla ilgili sorunlara çözüm bulmayı hedefleyen Toprak ve Bitki Besleme bölümünün araştırma alanıdır (Diyabalanage ve ark., 2017). Bu sayede, hayati kaynaklarımız korunarak, verimli bir şekilde kullanılması ve sürdürülebilir bir üretim sağlanması amaçlanmaktadır.

Toprak ve su koruma alanındaki temel sorunlar erozyon kontrolü, drenaj, sulama, taşkın kontrolü, nem korunması ve su kaynaklarının geliştirmesi olmak üzere altı başlıkta incelenebilir. Doğal koşullarda bile erozyon meydana gelse de, günümüzde bu sorun daha çok insan faaliyetleri, özellikle de doğal bitki örtüsünün tahribi nedeniyle büyümektedir (Zhang, 2022). Drenaj, sulak alanlardaki fazla suyu tahliye etme işlemi iken, sulama ise bitki gelişimi için toprağa su verilmesidir (van der Molen ve Martínez Beltran,2007). Taşkın kontrolü ise şiddetli yağışlarda meydana gelen taşkınların önlenmesi ve su akışlarının düzenlenmesi amacıyla yapılan çalışmaları kapsamaktadır.

Nem koruma, değiştirilmiş toprak işleme, doğal ve yapay malçlama teknikleri, teraslama, konturlu ekim, çukur açma, göletler ve yağışın toprakta tutulmasını ve toprak yüzeyinden buharlaşma kayıplarını azaltmaya yönelik diğer fiziksel yöntemler gibi bitki yetiştirme uygulamalarını içermektedir (Zwartendijk ve ark., 2017). Su kaynakları geliştirme, yeraltı su kaynaklarının yeniden şarj edilmesi ve düzenli geliştirilmesinin yanı sıra yüzey suyunun toplanması ve depolanmasını da içerir.

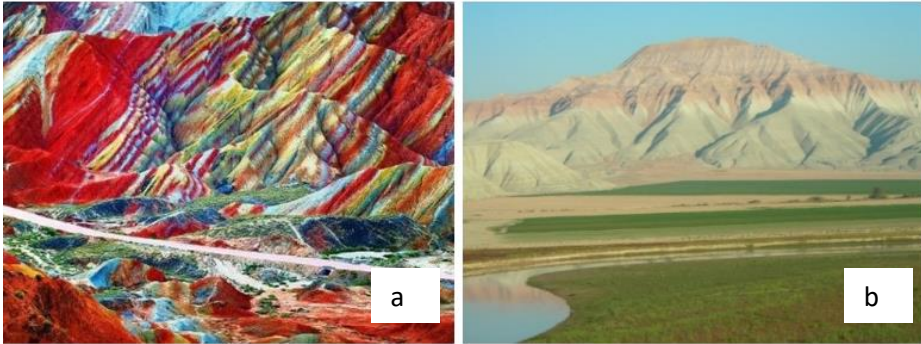
Yeni tarım arazileri geliştirmek ve mevcut tarım arazilerinin verimliliğini artırmak, sürdürülebilir tarım uygulamaları açısından kritik öneme sahiptir. Yeni arazilerin geliştirilmesi, öncelikle drenaj sistemlerinin tasarımı, sulama yöntemlerinin uygulanması ve arazi üzerindeki çalılar, ağaçlar ve kayaların kaldırılması gibi mühendislik süreçleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu mühendislik aşamaları, mevcut tarım arazilerinde üretkenliği artırmaya yönelik stratejilerin uygulanmasında öncelikli olarak dikkate alınmalıdır. Sağlam bir toprak ve su koruma uygulaması, mühendislik, toprak bilimi ve bitki besleme gibi disiplinlerin bir araya gelmesini gerektiren çok yönlü bir yaklaşımdır. Ziraat mühendisleri, mühendislik altyapısına sahip olmalarının yanı sıra toprak, bitki ve su ilişkileri konusundaki kapsamlı bilgi birikimleri sayesinde bu disiplinleri entegre ederek sürdürülebilir tarım

sistemleri geliştirmede önemli bir rol üstlenmektedirler. Bu planı uygulamak için mühendislerin, toprak ile ilgili fiziksel ve kimyasal özelliklerin yanı sıra genel bir bakış açısına sahip olmaları gerekmektedir. Ziraat mühendisleri, çabalarını bitki ve hayvanların optimum üretimi için uygun ortamın yaratılmasına yönelik olarak odaklandıklarından, bu alanda benzersiz bir role sahiptirler. Tüm mesleki grupların, birbirlerinin sorunlarını tam olarak anlayabilmesi ve mümkün olduğunca işbirliği yapabilmesi önemlidir; Zira birçok sorun, tek bir mesleğin sınırları içinde çözülebilecek kadar basit değildir.

Ziraat mühendisleri, toprak ve su koruma uygulamalarında etkili olabilmek için yalnızca teknik bilgiye değil, aynı zamanda bu konunun sosyal ve ekonomik boyutlarına da hakim olmalıdır. Ayrıca, etkili koruma programlarının uygulanmasında rol oynayan devlet kurumları ve mekanizmaları hakkında kapsamlı bir anlayışa sahip olmaları gerekmektedir.

Erozyon Koruma Yöntemleri

Su ve rüzgar kaynaklı toprak erozyonu, küresel çapta tarım verimini düşüren, çölleşmeye yol açan ve biyolojik çeşitliliği azaltan ciddi bir çevre sorunudur (Borrelli ve ark., 2021). Yanlış tarım uygulamaları, aşırı otlatma, ormansızlaşma gibi insan faaliyetleri de erozyonu hızlandıran önemli faktörler arasındadır (Şekil 1).



Şekil 1. a. Çin'de erozyonun etkisi, b. Ankara-Nallıhan-Çayırhan'da erozyonun etkisi (Atabey, E. 2010a).

Mevcut ölçümlere göre, en az 3 milyar insan, erozyonun etkileri nedeniyle yetersiz beslenmektedir. Her yıl milyonlarca hektar tarım arazisi erozyon nedeniyle verimini kaybetmekte ve hatta tamamen kullanılamaz hale gelmektedir. Eğer bir metreküp toprağın ağırlığı yaklaşık 1280 kg olarak kabul edilirse, geniş bir alanda önemli miktarda toprak kaybı yaşanması, toprağın su tutma kapasitesini azaltarak kuraklık riskini artırmakta ve sel felaketlerinin sıklığını yükseltmektedir. Erozyonun sadece toprağı değil, aynı zamanda topraktaki besin maddelerini, organik maddeyi ve su tutma kapasitesini de azaltması, tarımın sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Şekil 2). Ayrıca, erozyon sonucu oluşan sedimentler su kaynaklarını kirleterek canlı yaşamı için risk oluşturmaktadır (Şekil 3).



Şekil 2. Su erozyonu (Atabey, 2010).



Şekil 3. Erozyonun zararları (Atabey, 2010)

2. Şerit Ekimi: Sıra mahsuller ile örtü bitkilerinin dönüştümlü olarak ekilmesidir (Şekil 5). Bu yöntem, toprak yüzeyini bitki örtüsü ile kaplayarak erozyonu önler ve toprağın su tutma kapasitesini artırır.



Şekil 5. Şerit ekim uygulaması, (Çevik, 1998)

3. Teraslama: Eğimli arazilerde, toprak kaybını önlemek için yamaç boyunca yapılan basamaklı tarım uygulamasıdır (Şekil 6). Teraslar, yağmur sularının hızını azaltır ve toprağın erozyona uğramasını engeller.



Şekil 6. Tarım arazisinde teraslama, (Çevik, 1998).

4. Rüzgar Perdeleri: Rüzgar erozyonunu önlemek amacıyla ağaç veya çalı dikimleri ile oluşturulan setlerdir. Rüzgar perdeleri, rüzgar hızını azaltarak toprağın aşınmasını engeller.

5. Bitki Artıklarının Kullanımı: Ekin artıkları, toprağın yüzeyinde tutularak veya toprağa karıştırılarak erozyonu önler ve toprağın organik madde içeriğini artırır (Şekil 7).



Şekil 7. Bitki atıklarının bırakılması, (Çevik, 1998).

6. Asgari Toprak İşleme: Yabancı ot kontrolü ve tohum yatağı hazırlama işlemleri için gerekli olan en düşük düzeyde toprak işleme yapılmasıdır. Fazla toprak işleme, toprağın yapısını bozarak erozyona karşı daha hassas hale getirir.

7. Kalıcı Bitki Örtüsü Oluşturulması: Su yolları ve aşınmış alanlarda kalıcı bitki örtüsü oluşturulması, erozyonu kontrol altına almanın etkili bir yoludur.

8. Dere Yataklarının Sabitlemesi: Dere yataklarında uygun yapıların kullanılmasıyla erozyonun önlenmesi ve toprak kaymalarının engellenmesini içeren yöntemdir.

Bu uygulamaların bir arada veya tek başına kullanılması, erozyonun etkilerini azaltarak toprak verimliliğini artırır ve sürdürülebilir tarımın temelini oluşturur.

Drenaj

Aşırı sulama, tarım alanlarında drenaj sorunlarının başlıca nedenlerinden biridir. Sulama suyu, tarımsal üretimde verimliliği artırmak

amacıyla kullanılırken, bir kısmı buharlaşma, yüzey akışı ve derinlere sızma gibi süreçlerle kaybolmaktadır. Özellikle derinlere sızan sular, toprağın su tutma kapasitesini aştığında drenaj sorunlarına yol açmaktadır. Topografik koşullar uygunsa, bu sular doğal yollarla uzaklaştırılabilir. Ancak, çoğu durumda yapay drenaj sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemlerin yetersizliği veya bulunmaması durumunda, toprakta aşırı su birikimi ve bataklıklaşma gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde, doğal çukur alanlara çevreden gelen suların sızması da drenaj sorunlarını tetikleyebilir (Anonim 2006a).

Türkiye'de tarımsal arazi varlığı envanterine göre, yaklaşık 2.775.115 hektarlık bir alanda drenaj sorunu yaşanmaktadır. Bu alanların büyük bir kısmı (%61) yetersiz drenaj, %28'i kötü drenaj, %10'u bozuk drenaj ve sadece %1'i aşırı drenaj sorunuyla karşı karşıyadır. İllere göre dağılım incelendiğinde, Konya ili 120.594 hektarlık bir alanla en fazla drenaj sorununa sahip il olarak öne çıkmaktadır. Bunu sırasıyla Samsun, Sakarya, Antalya ve Bursa illeri takip etmektedir. Adana, Burdur, Kütahya, Eskişehir ve Van illerinde ise 30.000 hektarı aşan drenaj sorunları tespit edilmiştir (Sönmez, 2004).

Sulama

Sulama, üretimi artırmak için en büyük potansiyellerden birini sunar. Batı bölgelerinde yaygın olarak uygulanan sulama, doğu bölgelerinde de giderek artan bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Yıllık yağış 254 mm'den az olduğunda sulama bir zorunluluktur. Yağış 254 mm ile 508 mm arasında olduğunda, arazi sulanmadıkça bitki üretimi sınırlıdır; ve yağış 508 mm'den fazla olduğunda maksimum üretim için genellikle sulama gereklidir. Sulama yapılacak her alanda, bitkilerin sağlıklı bir şekilde yetişmesi için belirli koşulların sağlanması gerekmektedir. Bu koşullar, toprak yapısının bitkilere uygun olması, fazla suyun topraktan uzaklaştırılması için iyi bir drenaj sisteminin bulunması, sürekli ve kaliteli bir su kaynağının olmasıdır. Örneğin, nemli bölgelerde otlakların sulama ile daha verimli hale getirilmesi veya kurak bölgelerde tarım arazileri oluşturulması gibi farklı amaçlarla yapılan sulamalarda bu temel ihtiyaçlar değişmez.

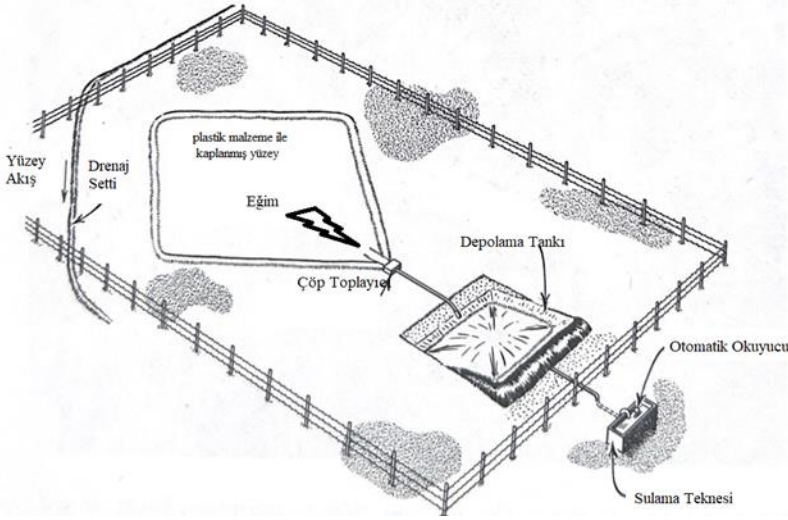
Kurak arazilerin ıslahı genellikle fırçaların temizlenmesini, yüzeyin düzleştirilmesini ve geliştirme sırasında ya da gelecekte araziye drene etmek için gerekli önlemlerin alınmasını gerektirir. Sulama, büyük ölçüde mevcut su kaynakları ile sınırlıdır. Bitkinin ihtiyaçlarını karşılamak ve taşıma, buharlaşma ve sızma gibi kayıpları telafi etmek için nispeten büyük miktarlarda suya ihtiyaç vardır.

Ülkemiz sanıldığı gibi su zengini bir ülke konumunda değildir. 2023 yılı itibari ile kişi başına düşen su miktarı 1313 m³ olup, 2050 yılında nüfusumuzun 100 milyona ulaşması ve kişi başına düşen su miktarının 1120 m³'e düşmesi beklenmektedir (Aküzüm ve ark.,2003). Suyun en yoğun kullanıldığı tarım sektöründe ise su tüketimi hızla artmaktadır. 2021 yılı gerçekleştirmelerine göre, ülkemizde tarımsal sulama maksatlı su kullanımı 45,05 milyar metreküp ile toplam kullanım içinde %77 paya sahiptir. Tarımsal maksatlı sulama, sektörel su kullanımlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Anonymous, 2021).

Sulama alanlarında yeterli altyapı yatırımı yapılmadığı için suyun verimli kullanımı engellenmektedir. Tarlaların düzenlenmesi, suyun depolanması ve fazlalık suyun tahliyesi gibi temel işlemler tam olarak gerçekleştirilemediğinden, sulama sistemlerinde ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Örneğin, su kanallarında suyun biriktirilmesi için yeterli alan bulunmadığından, özellikle su ihtiyacının az olduğu dönemlerde sulama yapılmamakta ve bu da suyun boşa gitmesine neden olmaktadır. Ayrıca, su yarıları yetersiz veya hasarlı olduğu için kanallar tıkanmakta ve bakım maliyetleri artmaktadır. Bu sorunları çözmek için yeni sulama sistemlerinde kapalı borulu sistemlere yönelmek daha uygun olacaktır (Koçak ve Zayıf, 2005).

Su Kaynaklarının Geliştirilmesi

Su kaynaklarının geliştirilmesi, mevcut su kaynaklarının daha verimli kullanılması, yeni su kaynaklarının keşfedilmesi ve suyun kalitesinin korunması gibi çalışmalarını kapsayan geniş bir kavramdır. Artan nüfus, sanayileşme ve iklim değişikliği gibi faktörler, su kaynaklarına olan talebin hızla artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve gelecek nesillere yeterli miktarda temiz su



Şekil 9. Yağmur Suyu Hasat Sistemi (Courtesy Agricultural Research Service)

• **Ormanların korunması ve ağaçlandırma:** Su döngüsünü düzenleyen ve erozyonu önleyen doğal bariyerlerin oluşturulması.

• **Farkındalık yaratma:** Suyun önemi ve tasarrufunun gerekliliği konusunda toplumun bilinçlendirilmesi.

• **Su kaynaklarının yönetim planlarının oluşturulması:** Su kaynaklarının uzun vadeli planlaması ve yönetimi.

Su Kaynaklarının Geliştirilmesinin Önemi

• **Tarım:** Sulama suyu ihtiyacının karşılanması, tarımsal üretimi artırır ve gıda güvenliğini sağlar.

• **Sanayi:** Üretim süreçlerinde su kullanımı, sanayinin gelişimi için önemlidir.

• **Enerji:** Hidroelektrik enerji üretimi için su kaynakları vazgeçilmezdir.

• **Çevre:** Su kaynaklarının korunması, ekosistemlerin dengesini korur ve biyolojik çeşitliliği destekler.

• **Sağlık:** Temiz suya erişim, insanların sağlıklı yaşaması için temel bir ihtiyaçtır.

Türkiye'de Su Kaynaklarının Geliştirilmesi

Türkiye, su kaynakları açısından zengin bir ülke olmasına rağmen, nüfus artışı, iklim değişikliği ve yanlış sulama uygulamaları gibi nedenlerle su sıkıntısı yaşayan bölgeler bulunmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de su kaynaklarının geliştirilmesi için birçok proje yürütülmektedir. Bu projeler arasında baraj inşaatı, sulama sistemlerinin modernizasyonu, atık su arıtma tesislerinin kurulması ve su tasarrufu bilincinin artırılması gibi çalışmalar yer almaktadır.

Toprakta Nem Tutulması

Toprak, bitkisel üretimin sürdürülebilirliği ve tarımsal verimlilik açısından önemli bir su kaynağıdır. Bu kaynak, toprakta bulunan suyun miktarı ve tutulma kapasitesine bağlı olarak değişiklik gösterir. Toprakta nem tutulması, suyun toprak partiküllerine yapışarak depolanması ve belirli koşullarda kök bölgesinde kalmasıyla sağlanır. Toprağın nem tutma kapasitesi ise toprak tekstürü, yapısı, organik madde içeriği ve mineral bileşenleri gibi fiziksel özelliklere bağlı olarak değişir (Anonymous, 2021).

Tarım, suyun etkin kullanımını esas alan bir sistemdir. Bitkilerin sağlıklı büyümesi ve verimli bir hasat elde edilebilmesi için sulama, tarım uygulamalarında vazgeçilmez bir role sahiptir. Ancak, sulamanın bitkinin ihtiyaçlarına uygun ve doğru zamanlarda yapılması büyük önem taşır. Suyun israfını önlemek ve bitki stresini azaltmak için toprak nemi ölçümleri yapılması gereklidir.

Neden Toprak Nemini Ölçmeliyiz?

• **Verim ve Kalite:** Bitkiye verilen su miktarı, ürünün kalitesini ve verimini doğrudan etkilemektedir. Yetersiz sulama bitkiyi susuz bırakırken, aşırı sulama kök çürümesine ve hastalıklara yol açabilir.

• **Su Tasarrufu:** Toprak nemi ölçümleri ile sulama, bitkinin gerçek su ihtiyacına göre planlanabilir. Bu sayede hem su kaynakları korunur hem de sulama maliyetleri azaltılır.

• **Toprak Sağlığı:** Aşırı sulama, toprağın yapısını bozarak havalanmayı engeller. Bu durum, bitki köklerinin oksijensiz kalmasına ve toprağın verimliliğinin azalmasına neden olur.

• **Gübre Kullanımı:** Sulama, gübrelerin toprağa karışmasını ve bitkiler tarafından alınmasını sağlar. Ancak, aşırı sulama gübrelerin topraktan yıkanmasına neden olabilir, bu da gübre kaybına ve çevresel sorunlara yol açar.

Toprak nemi, çeşitli yöntemlerle ölçülebilir:

• **Gravimetrik Yöntem:** Toprak örneği alınarak kurutulur ve su kaybı ölçülür. Bu yöntem en doğru sonuçları verir ancak zaman alıcıdır.

• **Tansiyometre:** Topraktaki suyun emme kuvvetini ölçerek dolaylı olarak nem içeriğini belirler (Şekil 10).



Şekil 10. Tansiyometre ve manometre göstergesi.

<https://olcumcihazlari.com/toprak-nemi-olcumu-icin-tansiyometre-calisma-prensibi>

Dökmen (2023), tarımsal sulamada tansiyometre kullanımının, su kullanımını optimize etmek, su tasarrufu sağlamak, enerji tüketimini azaltmak ve tarımsal ürünlerin kalitesini artırmak için önemli bir araç olduğunu ifade etmiştir. Araştırmada, tansiyometrelerin bitkinin gerçek su ihtiyacını belirlemeye yardımcı olarak sulamanın doğru zamanda yapılmasını sağladığı ve gereksiz su tüketimini önlediği belirtilmiştir. Sonuç olarak, tansiyometre

kullanımı ile sulama süreçleri daha verimli hale gelmekte, maliyetler düşmekte ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkı sağlanmaktadır.

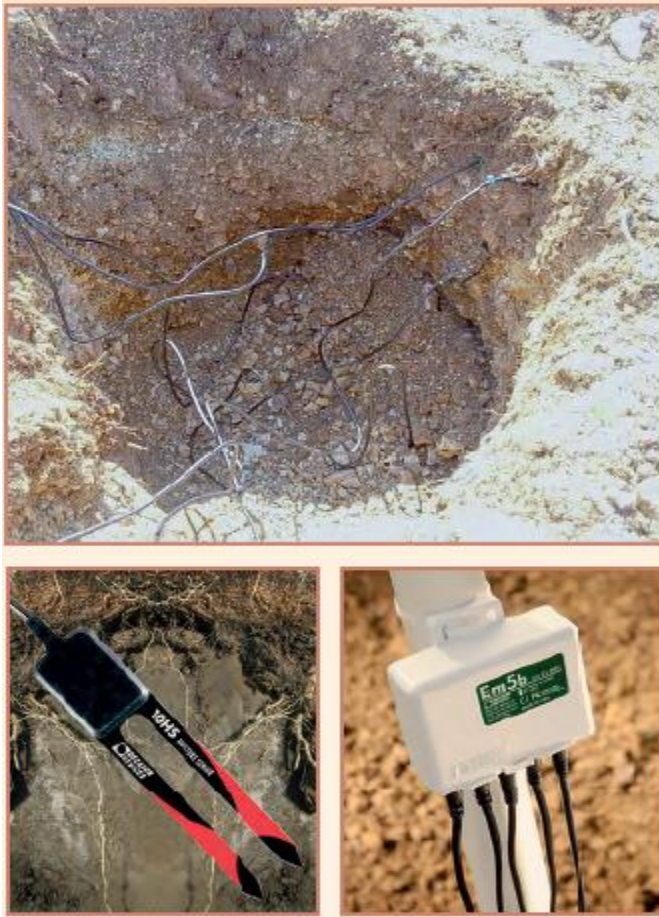
- **Elektriksel İletkenlik:** Toprağın elektriksel iletkenliği, nem içeriği ile ilişkilidir.

- **Nötron Nem Ölçer:** Nötronların topraktaki su molekülleriyle çarpışması sonucu oluşan sinyaller kullanılarak nem ölçülür.

- **TDR (Zaman Etkili Yansıma Ölçer):** Elektromanyetik dalgaların topraktaki yayılım hızına göre nem ölçümü yapılmaktadır. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Orman Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Çankırı Karatekin Üniversitesi işbirliğiyle yarı kurak bölgelerde toprak nemini izlemek ve erozyon kontrolünü güçlendirmek amacıyla gerçekleştirilen projede, farklı toprak işleme yöntemlerinin toprak nemi üzerindeki etkileri araştırılmıştır (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2018). Ankara'nın Gölbaşı ilçesinde yürütülen proje kapsamında, eğim ve bakı özellikleri farklı olan arazilerde çeşitli toprak işleme yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemler, su tutma kapasiteleri ve günlük ile mevsimsel toprak nem değişimleri açısından değerlendirilmiştir.

Projenin ana hedefleri arasında yamaç arazilerde su depolama kapasitesini artırmak, erozyonla mücadele etmek, bitki su stresini azaltmak ve ağaçlandırma ile sel kontrolü çalışmalarında başarı oranını yükseltmek bulunmaktadır. Bu amaçla, farklı derinliklerde toprak nemini ölçmek üzere TDR (Zaman Etkili Yansıma Ölçer) yöntemi kullanılarak 88 sensör ile veri toplanmıştır (Şekil 11). Ayrıca, Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu kurulmuş ve sıcaklık, yağış, buharlaşma gibi iklim verileri toplanmıştır (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2018).

Proje, toprak işleme yöntemlerinin karşılaştırılması yoluyla yarı kurak bölgelerde su tasarrufunu artırmayı, fidan tutma oranını yükseltmeyi ve ekosistemin sürdürülebilirliğini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda elde edilen veriler, ülke genelindeki ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarının başarı oranını artırmak için önemli bir veri tabanı oluşturmaktadır (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2018).



Şekil 11. TDR ile toprak nem tayini (Toprak Nemi İzlenmesi Projesi)

Sel Kontrolü Nedir?

Sel kontrolü, aşırı yağışlar veya kar erimeleri nedeniyle meydana gelen su taşkınlarının olumsuz etkilerini azaltmak veya ortadan kaldırmak amacıyla gerçekleştirilen mühendislik ve yönetimsel faaliyetler bütünüdür. Sel olayları, tarım alanlarına, yerleşim yerlerine ve altyapıya ciddi zararlar verebilir, hatta can kayıplarına neden olabilir. Bu sebeple sel kontrolü, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve doğal afet risklerinin azaltılması açısından kritik bir konudur.

Sel Kontrolü Neden Önemlidir?

• **Can ve Mal Güvenliği:** Sel felaketleri, insan hayatını tehdit etmekte ve büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır.

• **Altyapı Koruma:** Yollar, köprüler ve binalar gibi altyapıya zarar vererek toplumsal yaşamı olumsuz etkilemektedir.

• **Tarım Arazilerinin Korunması:** Tarım arazilerini su altında bırakarak üretimi düşürür ve gıda güvenliğini tehdit etmektedir.

• **Çevresel Etkiler:** Sulak alanların yok olmasına, erozyona ve su kirliliğine neden olabilmektedir.

Sel Kontrolü Yöntemleri

Sel kontrolü için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

• **Barajlar:** Sel sularını tutarak taşkın riskini azaltır.

• **Göletler:** Küçük ölçekli su tutma alanlarıdır.

• **Sıra Kanalları:** Aşırı yağış sularını toplamak ve kontrollü bir şekilde tahliye etmek için kullanılır.

• **Dere Islahı:** Derelerin yataklarının düzenlenmesi ve derinleştirilmesiyle su taşkınlarının önlenmesi amacıyla yapılan faaliyetlerdir.

• **Yeşil Altyapı:** Ağaçlandırma, yeşil çatı ve su tutucu havzalar gibi doğal çözümlerdir.

• **Erken Uyarı Sistemleri:** Sel riskini önceden tahmin etmek ve gerekli önlemleri almak için kullanılır.

Sel Kontrolünde Dikkat Edilmesi Gerekenler

• **Bölgesel Özellikler:** Her bölgenin iklim, toprak ve topografik özellikleri farklıdır. Bu nedenle sel kontrolü projeleri bu özelliklere göre tasarlanmalıdır.

• **Çevresel Etkiler:** Sel kontrolü projelerinin çevreye olan etkileri dikkatlice değerlendirilmelidir.

• **Toplumsal Katılım:** Projelerin planlama ve uygulama aşamalarında yerel halkın görüşleri alınmalıdır.

• **Sürdürülebilirlik:** Sel kontrolü projelerinin uzun vadeli etkileri göz önünde bulundurulmalı ve sürdürülebilir olması sağlanmalıdır.

Türkiye'de 2024 yılı itibarıyla 861 adet baraj bulunmaktadır. Bu barajların bir kısmı, mekanik enerjinin elektrik enerjisine dönüşümünü sağlarken, diğerleri canlılar ve bitkiler için hayati öneme sahip içme suyunu temin etmektedir. Ülkenin çeşitli bölgelerinde, bitkilerin büyümesini teşvik etmek ve yağmur eksikliğini gidermek amacıyla sulama barajları inşa edilmiştir. Ayrıca, suyun taşarak kuru arazilere ulaşmasını sağlayarak taşkınların önlenmesine yönelik barajlar da birçok ilde inşa edilmiştir. Bu yapılar hem tarımsal üretkenliği artırmakta hem de doğal afet risklerini azaltmaktadır. Yeşil altyapı projeleri de Türkiye'de dikkat çekmektedir. İstanbul'da gerçekleştirilen ağaçlandırma ve su tutucu havza projeleri, yağış sularının doğal olarak depolanmasını sağlamaktadır (Şekil 12). Sakarya Nehri kıyısında yapılan ağaçlandırma çalışmaları ve doğal drenaj sistemleri de sel riskini azaltmaktadır. Ayrıca, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından Türkiye genelinde geliştirilen erken uyarı sistemleri, sel ve diğer doğal afetlerin riskini azaltmayı hedeflemektedir. Meteorolojik izleme istasyonları da yağış miktarını ve hava durumunu takip ederek sel riski konusunda uyarılar yapmaktadır.



Atatürk Barajı, Türkiye'nin en büyük hidroelektrik santrali

Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali, Türkiye'nin en büyük sulama projesi

Karakaya Barajı, Türkiye'nin en büyük 2. hidroelektrik santrali

Keban Barajı, Türkiye'nin en büyük 3. hidroelektrik santrali



Çubuk-1 Barajı, Cumhuriyet döneminin ilk barajı

Altinkaya Barajı, Samsun'da Kızılırmak üzerinde bulunan bir baraj

Kılavuzlu Barajı, Akdeniz Bölgesi'nin en büyük sulama barajı

Şekil 12. Türkiye'nin farklı yerlerinde bulunan barajlar.

https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27deki_barajlar_listesi

KAYNAKÇA

- Aküzüm, T., Çakmak, B. ve Gökalp, Z. (2003). Dünyada Su ve Yaklaşan Su Krizi. 2.Ulusal Sulama Kongresi. s.145-154, Kuşadası, Aydın.
- Anonymous, (2003). Turkey Country Report. Prepared for the 3rd World Water Forum March 2003. World Water Council; Ministry of Foreign Affairs, Department of Regional and Transboundary Waters, General Directorate of State Hydraulic Works; Southeastern Anatolia Project, Regional Development Administration, Republic of Turkey.
- Anonim, (2006a). <http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/013rizakanber.pdf>
Erişim Tarihi: 20.09.2006. Konu: Sulama, Drenaj ve Tuzluluk.
- Anonymous (2021). İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Tarımsal Çevre ve Doğal Kaynakları Koruma Daire Başkanlığı, Ankara.
- Dökmen, F. (2023). Tarımsal Sulamada Tansiyometre Kullanımının Önemi. Journal of Kocaeli Health and Technology University, 1(3), 34-41
- Diyabalanage, S., Samarakoon, K.K., Adikari, T. 2017. Hewawasam Impact of soil and water conservation measures on soil erosion rate and sediment yields in a tropical watershed in the Central Highlands of Sri Lanka Appl. Geogr., 79, pp. 103-114, [10.1016/j.apgeog.2016.12.004](https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.12.004)
- P. Borrelli, D.A. Robinson, P. Fleischer LRPanagos. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion Nat. Commun., 8 (1), p. 2013, [10.1038/s41467-017-02142-7](https://doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7)
- Sönmez, B. (2004). Türkiye’de Çorak Islahı Araştırmaları ve Tuzlu Toprakların Yönetimi. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, 2004, Ankara, s.157-162.
- Koçak, M. ve Zayıf, Y.A. (2005).Yüzey ve Basıncılı Sulama Sistemlerinin Karşılaştırılması ve İşletme Hizmetleri Yönünden Değerlendirilmesi. II.Ulusal Sulama Sistemleri Sempozyumu 9-11 Kasım 2005, DSİ Gn.Md., s.193-207, Ankara.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. (2018). Toprak nemi izleme projesi.
- Tepeli, E., Bülbül, R., Karşlı, Z., Sarıtaş, H., Gökalp, Y., Çınar, M., Uyan, A., Çelik, A. (2005). Sulama, Editörler: Tepeli, E., Sarıtaş, H., T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Teşkilatlanma ve Destekleme Genel

Müdürlüğü Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi, YAYÇEP, Yayın No: 42, Baskı:1, Ankara.

- X. Zhang, J. Song, Y. Wang, H. Sun, Q. (2022). Li Threshold effects of vegetation coverage on runoff and soil loss in the loess plateau of China: a meta-analysis. *Geoderma*, 412 (2022), Article 115720.
- van der Molen, W.H., J. Martínez Beltran, W.J. Ochs. Guidelines and computer programs for the planning and design of land drainage systems. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 62, Rome, Italy, 228 pp. + CD-ROM.
- Zwartendijk BW, Van Meerveld HJ, Ghimire CP, Bruijnzeel LA, Ravelona M, Jones JPG. (2017). Rebuilding soil hydrological functioning after swidden agriculture in eastern Madagascar. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.;239:101-111

BÖLÜM VII
KANATLI BESLENMESİNDE AMİNO ASİT DENGESİ ve
LİSİN İLE ARJİNİNİN OPTİMAL ORANININ ÖNEMİ

Prof. Dr. Arda YILDIRIM¹

Dr. Ercan MEVLİYAOĞULLARI²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14482208>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Yemler ve Hayan Besleme Anabilim Dalı, Tokat/Türkiye. arda.yildirim@gop.edu.tr, ORCID iD:0000-0002-5876-4228.

²MEVLİ Evcil Hayvan Beslenme Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti., Adana/Türkiye. emevliya@gmail.com, ORCID İD: 0000-0003-3333-1490.

1. GİRİŞ

Kanatlı hayvanların beslenmesinde, protein metabolizmasının etkinliği ve dolayısıyla büyüme performansı, amino asitlerin doğru oranlarda sağlanmasına bağlıdır. Proteinler, kas, bağ dokusu, deri, tüy ve diğer vücut yapılarının temel yapı taşları olarak hayati önem taşır. Aynı zamanda, proteinler, vücudun enzim sistemlerinin işlevsel parçalarını oluşturur. Kanatlıların beslenmesinde optimal büyüme ve sağlık için protein ve amino asit dengesinin iyi bir şekilde sağlanması zorunludur.

Her protein, belirli amino asitlerin özel dizilimleriyle oluşur ve bu amino asitlerin farklı kombinasyonları, proteinin biyolojik işlevini belirler. Amino asitler, hayvanların vücut proteinlerini sentezlemesi için gerekli olan temel yapı taşlarıdır. Kanatlılar, 22 farklı amino asidi kullanarak protein sentezi yapabilirler. Nitekim bu amino asitlerin bazıları, esansiyel olup mutlaka diyetle alınmalıdır. Lisin, metiyonin, triptofan, threonin ve arjinin gibi esansiyel amino asitler, kanatlı rasyonlarında özenle dengelenmelidir. Amino asit dengesizliği veya antagonizması, hayvanın metabolizmasını ve performansını olumsuz etkileyebilir (Kidd, 2000).

Amino asit dengesizlikleri, rasyondaki ikinci derecede sınırlı bir amino asidin miktarının artırılmasıyla ortaya çıkar ve bu, birinci derecede sınırlı olan aminoaside olan gereksinimi artırır. Örneğin, kanatlı yemlerinde lisin seviyelerinin yükseltilmesi, arjinin ihtiyacını artırabilir. Bu nedenle, rasyonlar desteklenirken önce birinci derecede sınırlayıcı amino asitler, ardından ikinci ve üçüncü derecede sınırlayıcı amino asitler dengelenmelidir (Montanhini Neto ve ark., 2013).

Amino asit antagonizmi, kimyasal yapıları birbirine benzeyen amino asitlerin birbirlerinin etkinliğini azaltmasıdır. Kanatlı beslenmesinde en yaygın görülen antagonizmlerden biri, lisin ve arjinin arasındadır. Lisin fazlalığı, arjinin gereksinimini artırabilir; bu nedenle, rasyonda lisin/arjinin oranı genellikle 1.2/1'i geçmemelidir (Roura ve ark., 1992). Diğer yaygın antagonizmler arasında valin, lösin ve izolösin üçlüsü bulunur. Bu amino asitlerin yanlış oranlarda verilmesi, protein sentezini olumsuz etkileyebilir.

Bazı amino asitler arasında tamamlayıcılık etkisi de gözlenir. Örneğin, metiyonin ve sistin arasında bir tamamlayıcılık vardır. Metiyonin eksik olduğunda, sistin gereksinmesi karşılanabilir. Benzer şekilde, fenilalanin ve tirozin de birbirini tamamlayabilir. Glisin ve serin ise karşılıklı olarak

birbirlerine dönüşebilir, bu da metabolik esneklik sağlar (D'Mello ve Lewis, 1970).

Amino asit dengesi, sadece performans açısından değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik için de önemlidir. Yanlış amino asit oranları, büyüme performansında düşümlere ve metabolik sorunlara yol açabilir. Bununla birlikte, protein fazlalığı veya amino asit dengesizliği, hayvanların sindirim sisteminde gereksiz azot yükü oluşturur. Bu durum, idrar ve dışkı yoluyla çevreye aşırı miktarda azot atıklarının salınmasına neden olur.

Artan azot salınımı, su kaynaklarının kirlenmesine ve toprak kalitesinin bozulmasına yol açarak ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Örneğin, azot kirliliği, göllerde ve nehirlerde ötrofikasyon süreçlerini hızlandırabilir ve bu da sucul yaşamı tehdit eden oksijen seviyelerinin azalmasına neden olabilir. Dolayısıyla, düşük ham proteinli diyetlerin doğru amino asit takviyeleri ile desteklenmesi, çevre üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına katkıda bulunabilir. Bu hem ekonomik verimliliği hem de çevresel sürdürülebilirliği artırarak hayvancılık sektörünün ekolojik ayak izini küçültebilir. Bu nedenle, kanatlı beslenmesinde amino asit dengesinin optimize edilmesi, sadece hayvan sağlığını iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda çevre koruma hedeflerine de hizmet eder. Gelecekteki araştırmaların hem hayvan refahını hem de çevresel etkileri göz önünde bulundurarak besleme stratejilerini geliştirmeye odaklanması önemlidir.

Lisin ve arjinin, kanatlıların büyüme performansı ve bağışıklık sistemleri üzerinde kritik etkileri olan iki temel esansiyel amino asittir (Boorman ve Lewis, 1971; Kidd ve ark., 2001).

Lisin kas gelişimi ve protein sentezi için hayati bir amino asittir. Lisin eksikliği, büyüme hızını yavaşlatır, kas kütleini azaltır ve bağışıklık sistemini zayıflatabilir (Kidd, 2001). Öte yandan, arjinin, protein sentezinde ve bağışıklık fonksiyonlarının desteklenmesinde önemli bir rol oynar. Kanatlılar, arjinini sentezleyemedikleri için bu amino asidi diyet yoluyla almak zorundadır. Arjinin ayrıca, nitrik oksit üretimi yoluyla kan dolaşımını iyileştirir ve metabolik süreçlerde rol oynar (Tamir ve Ratner, 1963; Stevens ve ark., 2000).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, lisin ve arjinin oranının, kanatlıların büyüme performansı, yemden yararlanma oranı, kas gelişimi ve bağışıklık

sistemi fonksiyonları üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Bu amino asitlerin dengesizliği, hayvanlarda metabolik bozukluklara ve protein israfına yol açabilir. Özellikle hızlı büyüyen modern broyler ırkları için amino asitlerin oranlarının optimal seviyede sağlanması, maksimum performans ve verimlilik için gereklidir (Cuca ve Jensen, 1990; Fernandes ve ark., 2009).

Protein sentezinin verimli olması için, esansiyel amino asitlerin her biri uygun miktarda ve aynı anda dokularda bulunmalıdır. Amino asitlerden biri eksik olduğunda, diğer amino asitler kullanılmadığı için atılır ve bu da protein israfına neden olur. Bu nedenle, kanatlı rasyonlarının formüle edilmesi sırasında, amino asit oranlarının dengelenmesi büyüme performansını optimize etmek ve protein kaybını önlemek açısından büyük önem taşır (Christensen, 1993; Woodgate, 1997).

Bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarının doğru kombinasyonu, farklı amino asit profilleri sayesinde birbirlerinin eksikliklerini tamamlayabilir. Bu yaklaşım, protein kullanımını en üst düzeye çıkarmak ve yem maliyetlerini düşürmek için önemlidir. Modern kanatlı besleme stratejileri, lisin ve arjinin gibi temel amino asitlerin doğru oranlarda sağlanmasını hedefler. Bu bölümde, lisin ve arjinin oranının kanatlı beslemesindeki önemine, mevcut literatürden elde edilen bulgular ışığında değinilecektir.

2. LISİN ve ARJİNİNİN AMİNO ASİTLERİNİN KİMYASAL YAPISI ve ÖZELLİKLERİ

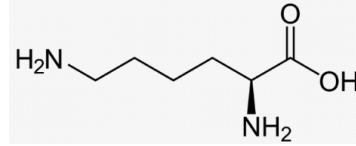
Arjinin ve lisin amino asitleri L formunda olup alifatik amino asitler sınıfının diamino mono karboksilik amino asitler grubunu teşkil etmektedirler. Bu amino asitler bazik karakter gösterip bağırsak duvarını aşarak absorbe edilirler.

2.1. Lisin

Lisin, hayvan organizmasında pratik olarak tüm dokulardaki proteinin yapısal elementini ve enzimlerin bir parçasını kapsamaktadır. Kemikleşmede ve kollojenik dokuların formasyonunda özel etkisi vardır. Çekirdekdeki nükleotitlerin yapısına girerek hücre bölünmesini harekete geçirirler. Arjinin ise guaninden türeyen bir amino asit olup büyümede önemli rol oynar (Kidd ve ark., 2001).

Kimyasal adı: α , ϵ -diaminokaproik asit

Yapısal formülü: $\text{NH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$



Kapalı formülü: $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_2\text{N}_2$

Molekül ağırlığı: 146.19

Görünüş / Koku: Renksiz, açık sarımtırak kristaller; hafif kendine has koku

Çözünürlüğü: 25 °C'de 100 g suda 100 gramdır.

Azot miktarı: %15.3

Dekompozisyon noktası: 253-256 °C

Üretim: Melas, şekerli sos (şurup), nişasta içeren ürünler ve bunların hidrolizleri, azot kaynakları, gibi ham maddelerin mikroorganizmalar tarafından fermente edilmesiyle üretilir.

2.2. Arjinin

Arjinin, guaninden türeyen dibazik bir amino asit olup büyümede önemli bir rol oynar. Özellikle kanatlılarda arjinini sentezleme yeteneği olmadığından, bu amino asidin diyetle alınması zorunludur (Boorman ve Lewis, 1971). Arjinin, nitrik oksit üretimini artırarak bağışıklık sistemini destekler ve kas protein sentezine katkıda bulunur (Stevens ve ark., 2000).

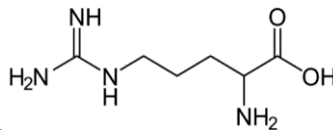
Kimyasal adı: α - amino - β - guanidino - valerik asit

Yapısal formülü: $\text{H}_2\text{N} - \underset{\text{NH}}{\text{C}} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$

Kapalı formülü: $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_2\text{N}_4$

Molekül ağırlığı: 174.20

Çözünürlüğü: 20 °C'de 100 g suda 14.7 gramdır.



Azot miktarı: %32.16

Dekompozisyon noktası: 244 °C

Arjinin, büyüme, enerji metabolizması, bağışıklık tepkisi, yara iyileşmesi ve protein sentezi için gerekli olan işlevsel bir amino asittir (Wu ve

ark., 2009). Ek olarak, arjinin, nitrik oksit (NO), poliaminler, agmatin, kreatin, glutamin, glutamat ve prolin gibi çeşitli biyoaktif moleküllerin öncüsüdür (Montanez ve ark., 2008). Kümes hayvanı yemine arjinin, guanidinoasetik asit (GAA) ve sitrülün gibi metabolitlerin eklenmesi, büyüme performansını, karkas verimini, yağsız et verimini, kemik gelişimini, bağışıklığı ve antioksidan kapasitesini iyileştirmektedir (Zhang ve ark., 2018; Dao ve ark., 2021; Fathima ve ark., 2023).

Kanatlı hayvanlar, işlevsel bir üre döngüsünün yokluğu nedeniyle diyetlerinde arjinine bağımlıdırlar. Arjininin diyet yoluyla alınması gerekliliği, kuşların L-arjinin sentezinde görevli olan karbamoil fosfat sentaz-I enzimine sahip olmamasından kaynaklanmaktadır (Tamir ve Ratner, 1963). Ayrıca, kuşlarda ornitintraskarbamoilaz ve karaciğer arjinaz enzimlerinin aktiviteleri daha düşüktür, bu durum onların diyetle alınan arjinin ihtiyacını artırmaktadır (Khajali ve Wideman, 2010). Bununla birlikte, diyetle alınan sitrülün varlığında, tavuk makrofajları ve böbreklerinde arjinin sentezi gerçekleşebilir (Allen ve Fetterer, 2000).

3. LİSİN ve ARJİNİN AMİNO ASİTLERİNİN METABOLİZMASI

Hayvanlar, dokularında ve organlarında protein biriktirdikçe büyür ve gelişirler. Proteinler, kas, sinir, bağ dokusu, kollojen, deri ve tüy gibi vücut yapılarının temel yapı taşlarını oluşturur. Bunun yanı sıra, proteinler vücudun enzim sistemlerinin işlevselliği için de hayati önem taşır (Wu, 2013).

Her bir protein, belirli bir dizilimle bağlanmış amino asitlerin kombinasyonlarından oluşur. Amino asitlerin farklı sıralanma ve kombinasyonları, oluşan proteinin biyolojik işlevini ve yapısal özelliklerini belirler. Proteinler, katabolizma adı verilen süreçle parçalanıp yeniden sentezlenerek farklı protein türleri oluşturabilir. Örneğin, hayvanın tükettiği protein, sindirim sırasında amino asitlerine ayrılır ve ardından kas proteinleri gibi vücut dokularını oluşturacak şekilde yeniden sentezlenir.

Kanatlı hayvanlar, çeşitli proteinleri sentezlemek için yirmi iki amino asit kullanır. Bu amino asitlerin on ikisi endojen olarak, yani vücut tarafından sentezlenebilir. Ancak, geriye kalan esansiyel amino asitlerin mutlaka diyet yoluyla sağlanması gerekir. Kanatlı hayvanların beslenmesinde amino asitlerin sınıflandırılması, Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kanatlı hayvan beslenmesinde amino asitlerin sınıflandırılması

Tavuklarda sentezlenemeyen amino asitler (esansiyel)	Bazı maddelerden sentezlenebilenler*	Basit maddelerden kolaylıkla sentezlenenler (non esansiyel)
Arjinin	Tirosin	Alanin
Lisin	Sistin	Aspartik asit
Histidin	Hidroksilisin	Asparagin
Lösin		Glutamik asit
İzolösin		Glutamin
Valin		Hidroksiprolin
Metiyonin		Glisin**
Threonin		Serin**
Triptofan		Prolin
Fenilalanin		

* :Tirosin, fenilalaninden, sistin metiyoninden, hidroksilisin ise lisinden sentezlenirler.

** : Glisin ve serin arasında tamamlayıcı bir etki bulunur ve karşılıklı olarak birbirlerine dönüştürülebilirler (Harms, 1991; Baker ve Han, 1994; Schutte ve Pack, 1995; Woodgate, 1997).

Kanatlılar açısından yemlik değeri en yüksek proteinler, vücut dokularındaki proteinlerin amino asit bileşimine en yakın olan proteinlerdir. Hayvan dokularındaki esansiyel amino asit oranlarına benzer protein kaynakları, biyolojik açıdan en yararlı olarak kabul edilir. Hızlı büyüyen modern kanatlı ırkları için ideal rasyonlar, hayvanın iştahla tüketebileceği ve gerekli tüm esansiyel amino asitleri uygun oranlarda içeren proteinleri barındırmalıdır. Bu bağlamda, lisin, arjinin, metiyonin, treonin ve valin gibi amino asitler, beslenme açısından büyük öneme sahiptir (Brosnan ve Brosnan, 2013).

Protein sentezinin verimli bir şekilde gerçekleşebilmesi için tüm esansiyel amino asitlerin doku sentezinde uygun miktarda ve eşzamanlı olarak bulunması gerekir. Herhangi bir esansiyel amino asidin eksikliği, diğer amino asitlerin fazla miktarda mevcut olmasına rağmen protein sentezini sınırlayabilir. Bu durumda, fazla olan amino asitler kullanılamaz, katabolize edilir ve nitrojenli gruplar ürik aside dönüştürülerek vücuttan atılır. Bu durum, protein israfına neden olur. Bu nedenle, kanatlı hayvanların diyetleri hazırlanırken protein içeriğinin sadece yüzdesel miktarı değil, aynı zamanda amino asitlerin dengesi de dikkate alınmalıdır (Wilkinson, 2018).

Protein sentezini, bir fiçinin tahtalarına benzetebiliriz: Tüm tahtalar eşit uzunlukta ve sağlam olduğunda fiçi tamamen dolabilir. Ancak, tahtalardan biri kısa olduğunda, fiçi yalnızca o tahta boyuna kadar dolabilir ve fazla olan tahtaların varlığından faydalanılamaz. Bu benzetme, amino asit dengesizliğinin protein sentezi üzerindeki etkisini açıklamaktadır. Bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarının doğru kombinasyonlarla kullanılması, bir proteindeki eksik amino asitlerin diğerinin fazlasıyla tamamlanmasını sağlayarak protein kullanımını artırır. Rasyondaki amino asitlerin ne kadar iyi dengelendiği, proteinin biyoyararlanımını o derece yükseltir (D'Mello, 2012).

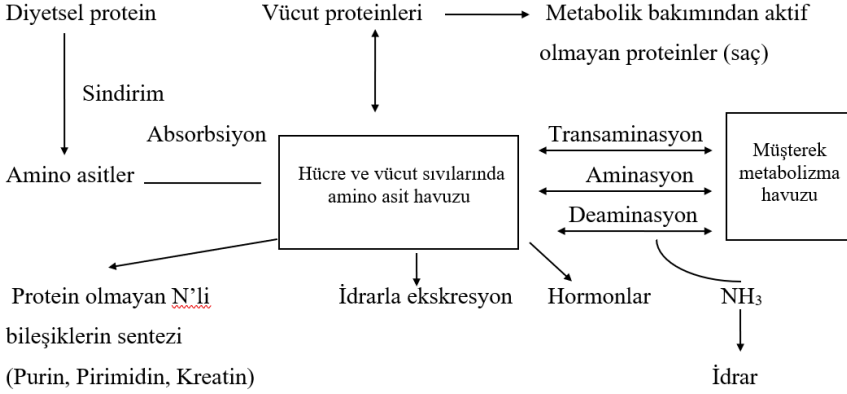
3.1. Lisin ve Arjinin Amino Asitlerinin Taşınması

Amino asitlerin taşınma mekanizması enerji gerektirir ve D formundaki amino asitler, L formlarına göre daha yavaş taşınır. Taşınma sistemleri, amino asitlerin yapısal özelliklerine göre ayrılır: nötral amino asitler için monoaminomonokarboksilik bir sistem, bazik amino asitler (lisin, arjinin, sistin gibi) için ayrı bir sistem ve asidik amino asitler için dikarboksilik bir sistem mevcuttur (Bröer, 2008). Bu taşınma sistemleri, her bir amino asidin emiliminde rekabete neden olabilir, dolayısıyla bazı amino asitlerin yüksek konsantrasyonu diğerlerinin absorpsiyonunu olumsuz etkileyebilir.

İnce bağırsaktan emilen amino asitler hızla nötralize edilir ve toplam in vivo amino asit karışımının absorpsiyonunu etkilemez (Wu, 2013). Sindirim sırasında portal kanda serbest amino asitlerin seviyesi belirgin şekilde yüksektir. İnce bağırsak mukozasından serbest hale gelen amino asitlerin bir kısmı mukoza proteinlerinin sentezinde kullanılırken, bazıları ince bağırsak epiteli içinde metabolize edilir (Brosnan ve Brosnan, 2009). Bu nedenle, sindirim ve absorpsiyon sırasında endojen orijinli amino asitlerle karışım meydana gelir ve bu, portal damarda bulunan amino asitlerin diyetin amino asit kompozisyonunu tam olarak yansıtmasını engelleyebilir.

Emilen amino asitler doğrudan karaciğere taşınır. Karaciğer, bu amino asitlerin bir kısmını karaciğer doku proteinleri veya kan proteinleri sentezinde kullanırken, büyük bir kısmı serbest amino asitler halinde dolaşıma geçer. Vücut hücrelerinin sürekli amino asit ihtiyacını karşılamak için, plazmadaki serbest amino asitler hayati önem taşır (Wilkinson, 2018). Bununla birlikte, amino asitlerin ince bağırsaktan geçişi fasılalı olduğundan, hücrelerin metabolik ihtiyaçlarını karşılamak üzere bir depo mekanizması gereklidir.

Kaslar ve diğer dokular serbest amino asitleri tutabilir ve birkaç saat boyunca kimyasal yapısını değiştirmeden depolayabilirler. Rasyon, doku ve plazma proteinleri ile amino asitler arasındaki ilişkiler Şekil 1'de özetlenmiştir.



Şekil 1. Rasyon, doku ve plazma proteinleri ile amino asitleri arasındaki ilişkiler,(Yazgan ve Aksoy, 1981)

Christensen (1993)'in belirttiği gibi, Van Slyke ve Meyer'in bir araştırmasında, 9 kg canlı ağırlığındaki bir köpeğe damar yoluyla 25 gram amino asit verilmiş ve otuz dakika sonra bu amino asitlerin %11'i idrarla atılmış, %5'i kanda bulunmuş, %2'si ince bağırsak salgılarında yer almış, geri kalan 21 gram ise dokular tarafından tutulmuştur. Amino nitrojen analizine göre, her 100 g doku başına kasın 27 mg, karaciğerin 60 mg, böbreklerin 60 mg ve ince bağırsak duvarının 50 mg amino asit içerdiği anlaşılmıştır. Kaslardaki bu miktar, diğer dokulara göre nispeten yüksek olduğundan, serbest amino asitlerin büyük bir kısmının kaslar tarafından tutulduğu düşünülmektedir (Bröer, 2008).

3.2. Lisin ve Arjinin Amino Asitlerinin Parçalanması

Vücutta protein sentezi için gerekli miktarın üzerinde amino asit fazlalığı olduğunda, bu amino asitler katabolize edilir ve amino asit nitrojeni ürik aside dönüştürülür. Geriye kalan karbon iskeleti glukoneogenez ile glukoz sentezine, lipogenez ile yağa veya enerjiye çevrilebilir. Vücutta her zaman belirli bir düzeyde amino asit parçalanması devam eder ve bu süreç, protein düzeyinin artmasıyla hızlanır. Devam eden parçalanma durumu diyet proteininden tam olarak faydalanılamamasının nedenlerinden birini

oluşturmaktadır. Bu süreç, genellikle diyetteki amino asit konsantrasyonlarına bağlı olarak düzenlenir. Düşük düzeyde amino asit içeren diyetler, bu amino asidin parçalanmasını gerçekleştiren enzimlerin düşük düzeyde olmasını sağlarken, yüksek amino asit düzeyleri bu enzimleri aktive eder (Wu, 2013; Bröer, 2008).

Lisin ve arjinin, hayvan beslenmesinde büyük öneme sahip esansiyel amino asitlerdir. Bu amino asitlerin katabolizması, enerji üretimi ve metabolik süreçler açısından önemli roller üstlenir (D'Mello, 2003). Lisin, vücutta sentezlenemeyen bir amino asit olduğundan, diyetle alınması gerekmektedir. Lisin katabolizması genellikle deaminasyon süreci ile başlar; bu süreçte lisin amino grubu (-NH₂) ayrılarak amonyak ve α-ketoglutarate dönüşür. Amonyak, üre döngüsüne katılarak vücuttan atılır (D'Mello ve Lewis, 1978). Lisin, katabolizmasının bir parçası olarak enerji üretiminde de kullanılır; α-ketoglutarate olarak Krebs döngüsüne katılarak burada ATP üretimine katkı sağlar. Ayrıca, lisin bazı biyolojik moleküllerin sentezinde önemli bir rol oynar; örneğin, karnitin gibi bileşiklerin sentezinde kullanılır.

Kanatlılarda birçok amino asidin parçalanması karaciğer ve böbreklerde gerçekleşir. Kanatlı hayvanlar, memelilerdeki gibi bir üre döngüsüne sahip olmadığından, arjininin sentezi için gerekli enzimlerin eksikliğinden dolayı, arjinin dışarıdan diyet yoluyla sağlanması gereken esansiyel bir amino asittir. Üre döngüsünün birçok enzimi kanatlıların karaciğerinde mevcut değildir (Klasing, 1998). Kanatlılar, fazla nitrojeni ürik asit formunda dışarı atarlar. Ürik asit, purin metabolizmasının bir ürünüdür ve adenin, guanin, ksantin ve hipoksantin gibi bileşikler bir dizi enzimatik reaksiyon sonucu ürik aside dönüştürülerek idrarla atılır (Brosnanve Brosnan, 2009).

Purin Katabolizması Reaksiyonları:

1. Adenin + H₂O → Hipoksantin + NH₃ (adenaz enzimi)
2. Guanin + H₂O → Ksantin + NH₃ (guaninaz enzimi)
3. Hipoksantin + O₂ → Ksantin + H₂O₂ (ksantin oksidaz enzimi)
4. Ksantin + O₂ → Ürik asit + H₂O₂ (ksantin oksidaz enzimi)

Tavuklar, benzoik asit gibi aromatik asitlerin atılımı için özel bir mekanizmaya sahiptir. Bu bileşikler, ornitin ile birleştirilerek dibenzol-ornitin oluşturur ve idrarla atılmadan önce bu formda bulunur. Ancak, ornitin yalnızca arjininin parçalanması ile sağlanabildiği için, aşırı miktarda benzoik

asit alımı arjinin yetersizliğine yol açabilir (Wilkinson, 2018).

Arjininin parçalanması, arjinaz enzimi tarafından katalizlenir ve bu işlem sırasında üre ve ornitin oluşur. Arjinaz enzimi böbrek mitokondrisinde bulunur ve arjininin katabolizması, diyetin içerdiği fazla amino asitlerin, örneğin lisin, histidin, izolösin, tirosin ve ornitin, seviyelerine göre ayarlanabilir. Diyetteki küçük bir lisin fazlalığı, böbrek arjinaz aktivitesini belirgin şekilde artırarak bir lisin-arjinin antagonizmasına neden olabilir. Bu antagonizma, yüksek lisin düzeyinin büyüme depresyonuna yol açtığı durumlarda, diyet arjinin miktarının artırılmasıyla önlenebilir. Genç civcivlerde, büyüme performansını en iyi seviyede tutmak için, diyetin lisin miktarının arjininin yaklaşık 1.2 katını geçmemesi önerilir (Bröer, 2008).

Arjinin ayrıca nitrik oksit (NO) sentezinde de önemli bir öncül maddedir. Nitrik oksit, damar genişlemesi, nörotransmisyon ve bağışıklık tepkileri gibi birçok fizyolojik süreçte kritik bir rol oynar (Moncadave ark., 1991).

Kanatlılarda, lisin ve arjinin gibi amino asitler de deaminasyona uğrayarak amonyak üretir. Ancak, kanatlılar, su kaybını azaltmak ve su tasarrufu sağlamak amacıyla azotlu atıklarını amonyak yerine ürik asit şeklinde atar (D'Mello, 2003). Amonyak, vücut tarafından metabolize edilerek ürik asit oluşturur; bu durum, özellikle su tüketiminin sınırlı olduğu ortamlarda su tasarrufu sağlamak açısından önemlidir. Ürik asit, karaciğerde ve böbreklerde sentezlenir ve vücut sıvılarında çözünmüş halde bulunur. Kanatlılar, ürik asidi azot atığı olarak dışkı yoluyla atar. Ürik asit, su ile seyreltilmediği için katı bir formda dışkıyla birlikte atılır, bu da kanatlıların su kaybını azaltmasına yardımcı olur (O'Neill ve ark., 2002).

Amino asit antagonizmleri, basit dengesizliklerden farklıdır. Büyüme depresyonu gibi dengesizliklerden kaynaklanan sorunlar, genellikle en sınırlı amino asidin diyetle eklenmesiyle düzelir. Ancak antagonizm durumunda, bir amino asidin neden olduğu büyüme gerilemesi, yapı olarak benzer bir başka amino asitle düzeltilenir. Böbrek tübüllerinde amino asitlerin geri emilimi oldukça etkilidir ve amino asitler arasında bir rekabet olduğu gösterilmiştir. Yüksek lisin alımı, genellikle idrarla arjinin kaybını artırır. DL-triptofan gibi D-amino asitler böbrek tübüllerinden etkili şekilde geri emilmez; bu, D formundaki amino asitlerin biyoyararlanımının düşük olduğunu gösterir. Lösin fazlalığı, diyet ek izolösin ve valin içermediğinde büyümeyi ciddi

şekilde geriletebilir. Bununla birlikte, bu büyüme gerilemesi, biraz fazla lösin ilavesiyle düzeltilebilir. Arjinin ihtiyacını etkileyen diğer diyet amino asit fazlalıkları, kanatlıların arjinaz aktivitesini artırarak arjinin gereksinimini yükseltebilir. Ancak, bu amino asitlerin etkisi, lisine kıyasla çok daha yüksek seviyelerde gereklidir (Klasing, 1998).

3.3. Organizmada Lisin, Arjinin ve Diğer Amino Asitlerin Metabolitleri

Amino asit metabolizması, organizmada birçok önemli biyolojik fonksiyon için gerekli olan metabolitlerin sentezini sağlar. Lisin, arjinin ve diğer amino asitlerden türetilen metabolitler, çeşitli fizyolojik ve metabolik süreçlerde hayati roller oynar.

Arjinin Metabolitleri:

- **Ornitin:** Arjinin, ornitine dönüştürülerek üre döngüsünde önemli bir rol oynar. Cıvcıvlerde ornitin, özellikle toksik maddelerin detoksifikasyon reaksiyonlarında kullanılır. Ornitin ayrıca, hücre bölünmesi ve büyüme için önemli olan poliaminlerin (spermin ve spermidin) biyosentezinde bir öncüdür(Morris, 2007).
- **Kreatin:** Kreatin, kas dokusunda enerji depolayan ve kas kontraksiyonları sırasında ATP'yi hızlı bir şekilde yenileyen önemli bir bileşiktir. Arjinin, glisin ve metiyonin amino asitlerinin katıldığı bir biyosentez yoluyla kreatin oluşturur. Kreatin sentezi, enerji metabolizmasının düzenlenmesinde merkezi bir rol oynar (Walker, 2007).
- **Üre:** Arjininin metabolize edilmesiyle üre oluşur ve bu süreç, memelilerde azotlu atıkların atılmasında hayati önem taşır. Ancak, kanatlılar üre yerine ürik asit yoluyla nitrojen atar.

Lisin Metabolitleri:

- **Karnitin:** Lisin, metiyonin ile birlikte karnitin sentezinde önemli bir rol oynar. Karnitin, yağ asitlerinin mitokondriye taşınarak enerjiye dönüştürülmesini sağlar. Bu süreç, yağ metabolizmasının etkinliği açısından büyük öneme sahiptir ve özellikle hızlı büyüyen kanatlı ırklarında enerji dengesinin korunmasına yardımcı olur(Bremer, 1983).
- **Desmosin:** Desmosin, elastin proteininde önemli bir çapraz bağlanma

yapısıdır ve lisin kalıntılarının birleştirilmesiyle oluşur. Bu yapı, bağ dokularının esnekliğini artırır.

Metiyonin Metabolitleri:

- **Homosistein, Sistein ve Sistin:** Metiyonin, homosistein yoluyla sisteine dönüştürülebilir ve bu süreç, sülfür metabolizmasında önemlidir. Sistein, proteinlerin yapısal stabilitesini sağlayan disülfid bağlarının oluşumuna katkıda bulunur. Sistin, iki sistein molekülünün oksidasyonu ile oluşur ve antioksidan savunmada yer alır (Zhou ve ark., 2017).
- **Metil Grupları:** Metiyonin, önemli metilasyon reaksiyonları için metil grubu sağlayan ana kaynaklardan biridir. Bu metilasyon işlemleri DNA metilasyonu ve fosfolipid biyosentezi gibi süreçlerde yer alır ve epigenetik regülasyon için önemlidir (Finkelstein, 2000).
- **Kolin ve Karnitin:** Metiyonin, kolin ve karnitin sentezinde de kullanılır. Kolin, hücre zarının bütünlüğünü ve sinir iletimini destekleyen bir fosfolipid bileşenidir.

Histidin Metabolitleri:

- **Histamin:** Histidin, histamin sentezinde rol oynar ve bu biyojenik amin, inflamatuvar tepkilerde, mide asidi salgısında ve nörotransmisyonunda görev alır. Histaminin düzenlenmesi, alerjik reaksiyonların ve bağışıklık yanıtlarının kontrolünde önem taşır (Ohtsu ve ark., 2001).

Bu metabolitlerin diyetle takviyesi, bazı durumlarda amino asit tasarrufu sağlayabilir. Örneğin, arjininden yoksun bir rasyona kreatin eklenmesi, büyüme performansını artırabilir. Bu, kreatinin biyosentezine arjininin harcanmasını azaltır. Ancak, metiyonin eksikliği olan bir diyetle fazla arjinin, metiyoninden ek metil grubu gerektiren kreatin sentezini artırarak büyüme gerilemesine yol açabilir. Bu nedenle, amino asit dengesi, besleme stratejilerinde dikkatle değerlendirilmelidir (Wuve ark., 2010).

4. KANATLI HAYVANLARDA LİSİN ve ARJİNİN AMİNO ASİTLERİNİN GEREKSİNİMİ

Kanatlıların rasyonlarındaki protein gereksinimleri geçmişte genellikle yüzdesele ham protein (HP) cinsinden belirtilirken, günümüzde her bir amino

asitin diyetteki düzeyi ve biyolojik yararlılığı dikkate alınmaktadır. Esansiyel (temel) ve esansiyel olmayan amino asitler, kanatlıların optimal büyüme ve üretim verimliliği için hücresel seviyede gereksinimlerini karşılamak üzere özenle düzenlenir (D'Mello, 2003).

Yem formülasyonunda öncelikle esansiyel amino asitlerin gereksinimlerinin karşılanması ekonomik olarak önem arz eder. Esansiyel olmayan amino asitlerin sentezinde kullanılacak nitrojen, pratik diyetlerle kolayca sağlanabilmekte, ancak bu durum esansiyel amino asitlerin eksiksiz ve dengeli bir şekilde karşılanmasına bağlıdır. Örneğin, bu amino asitlerin yetersizliği, büyüme performansı ve yem değerlendirme oranlarını ciddi şekilde olumsuz etkileyebilir (Baker, 1997; Fontaine, 2003).

Kanatlılar enerji gereksinimlerini yem tüketimleriyle dengeler. Diyetin enerji düzeyine göre yem tüketimi değişebilir, bu da protein ve amino asit ihtiyaçlarının etkin bir şekilde karşılanmaması veya gereksiz besin tüketimine neden olabilir. Dolayısıyla, yem formülasyonlarında enerji ve protein içeriği birlikte dikkate alınmalıdır (Baker ve ark., 2002).

Arjinin, mısır-soya bazlı kanatlı diyetlerinde beşinci sınırlayıcı amino asit olarak tanımlanmaktadır. NationalResearchCouncil (NRC) tarafından belirlenen arjinin gereksinimleri, etlik piliçler için 3 haftaya kadar %1.25, 3-6 hafta arasında %1.10 ve 6-8 hafta arasında %1.00 olarak önerilmiştir (NRC, 1994). Ancak, bu önerilerin güncellenmesi gereklidir, çünkü son birkaç on yılda ticari etlik piliçler, vücut ağırlığı kazancını ve yem verimliliğini artırmak amacıyla genetik olarak seleksiyon yapılmıştır (Applegate ve Angel, 2014). Bu gelişmeler, NRC'nin 1994'te sunduğu önerilerde yeterince dikkate alınmamıştır. Günümüzdeki araştırmalar, artan büyüme oranları, stresli çevresel koşullar nedeniyle ortaya çıkan pulmoner hipertansiyonun önlenmesi ve arjinin bağımlı bağışıklık yanıtlarının desteklenmesi gibi ihtiyaçları karşılamak için mevcut arjinin gereksinimlerinin yetersiz olduğunu göstermektedir (Khajali ve Wideman, 2010). Bununla birlikte, bazı çalışmalar, arjinin gereksinimlerinin NRC (1994) önerilerine yakın seviyelerde olduğunu bildirmektedir (Jahanian, 2009)

Amino asitler, birbirleriyle etkileşime girerek kanatlıların büyüme ve üretim performansını artırabilir (Zampiga ve ark., 2018). Arjinin ve lisin arasındaki denge, kanatlı hayvanların beslenmesinde önem taşımaktadır. Arjinin ve lisin arasındaki antagonizm ilk olarak 1952 yılında tanımlanmıştır

(Anderson ve Combs, 1952). Antagonizm, bu iki amino asidin böbrek tübülreabsorpsiyonu için rekabet etmesinden kaynaklanır. Lysin içeriğinin yüksek olduğu diyetler, arjininin idrarla atılımını artırarak, arjininin etkisini azaltır (Khajali ve Wideman, 2010).

Yüksek lisin:arjinin oranı, böbrek arjinaz aktivitesini artırarak arjininin parçalanmasını ve idrarda atılmasını teşvik eder. Bununla birlikte, fazla lisin, kanatlıların kas amino asit konsantrasyonunu ve büyümesini olumsuz etkiler. Yüksek lisin içeren diyetlerin, arjininin büyüme üzerinde olumsuz etkiler yarattığı belirtilmiştir (D'mello ve Lewis, 1970). NRC tarafından önerilen optimal diyet arjinin:lisin oranları sırasıyla 0-3 hafta, 3-6 hafta ve 6-8 hafta için 1.14, 1.10 ve 1.18 olarak belirlenmiştir (NRC, 1994). Tablo 2'de kanatlı hayvanların metabolik enerji, ham protein, lisin ve arjinin gereksinimleri verilmiştir.

Tablo 2. Kanatlı hayvanların metabolik enerji, ham protein, lisin ve arjinin aminoasitlerinin gereksinimleri

Kanatlılar	ME	Ham protein	Lisin	Arjinin
	— Kcal/kg —	———— (%) ————		
ETLİK PİLİÇ				
0-3 haftalık	3150	21	1.18	1.28
4-7 »	3200	20	1.06	1.18
>7 »	3250	18	0.93	1.03
Damızlık	2750	16	0.75	0.83
CİVCİV				
0-6 haftalık	2800	18.5	0.86	0.98
7-12 »	2750	15	0.70	0.80
YARKA				
13-20 haftalık	2700	13	0.60	0.69
YUMURTACI				
TAVUKLAR				
115 g yem/tavuk/gün	2850	15	0.73	0.82
120 g yem/tavuk/gün	2700	14	0.70	0.75
HİNDİ				
0-4 haftalık	2800	28	1.60	1.68
5-8 »	2900	25	1.43	1.50
9-12 »	3000	22	1.25	1.31
13-16 »	3100	19	1.01	1.06
>16 »	3200	16	0.90	0.95
Damızlık	2800	16.5	0.75	0.79
ÖRDEK				

0-3 haftalık	2800	20	1.05	-
4-8 »	2800	17	0.85	-
>8 »	2700	14.5	0.65	-
Damızlık	2800	16	0.75	-
KAZ				
0-4 haftalık	2900	20	1.05	-
>4 »	2950	17	0.85	-
Damızlık	2800	16	0.75	-
SÜLÜN				
0-4 haftalık	2900	25	1.45	-
5-12 »	3000	21	1.10	-
>12 »	3000	16	0.75	-
Damızlık	2850	16	0.73	-
BILDIRCIN				
0-6 haftalık	2900	26	1.50	-
>6 »	3000	20	1.10	-
Damızlık	2800	20	1.00	-
BEÇ TAVUĞU				
0-2 haftalık	3000	22	1.25	-
3-6 »	3100	20.5	1.14	-
7-8 »	3150	19	0.96	-
>8 »	3150	17	0.83	-
Damızlık	2600	15	0.70	-

(Anonymous, 1984; NRC, 1984; Summers ve Leeson, 1985; Özen, 1994a; Ertürk ve Özen, 1995; Anonymous,1997)

Etlik piliçlerde lisin gereksinimi yaşa, cinsiyete ve enerji seviyesine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, 0-21 günlük erkek piliçler için ideal sindirilebilir lisin gereksinimi yaklaşık 11.1 g/kg diyet olarak belirtilmiştir, bu oran diyetin metabolik enerji içeriği 13.4 MJ/kg olduğunda geçerlidir. Aynı dönemde dişi piliçlerin gereksinimi 10.2 g/kg'dır. Yaş ilerledikçe bu ihtiyaç azalır ve 42-56 günlük erkek piliçlerde 7.6 g/kg seviyesine düşer (Han ve Baker, 1991, 1993; NRC, 1994).

Yumurta tavuğu için günlük lisin ihtiyacının hesaplanması şu şekilde yapılır:

• $L = 12.6.E + 8.6.\Delta W + 0.04.W$ formülü kullanılır. Burada:

- **L**: Yumurta tavuğunun günlük lisin gereksinimi (mg)
- **E**: Bir günde üretilen yumurta (g)
- ΔW : Vücut ağırlığındaki günlük değişim (g)

- **W:** Tavuğun vücut ağırlığı (g)

Örneğin, günde 50 g ağırlığında yumurta veren, 2 kg canlı ağırlığındaki ve 1 g günlük canlı ağırlık artışı olan bir yumurta tavuğu için:

• $L = 12.6 \times 50 + 8.6 \times 1 + 0.04 \times 2000 = 718.6$ mg lisin gereksinimi ortaya çıkar (Anonymous, 1988).

Kanatlı yemlerinde kullanılan tane yemlerin (buğday, arpa, çavdar, yulaf, darı, mısır) amino asit profili genellikle lisin ve metiyonin açısından sınırlıdır. Ancak, arjinin miktarı genellikle bu tür yemlerde yeterlidir. Amino asit dengesizliği nedeniyle tane yemlerin protein kalitesi düşer ve bu durum performans üzerinde olumsuz etki yaratabilir (Yalçın ve Djeddi, 1997).

Tablo 3. Bazı yem ham maddelerinin ham protein, lisin ve arjinin konsantrasyonu (%90KM)

Ham maddeler	HP		Lisin		Arjinin	
	%	%	g/16 g N	%	g/16 g N	
Buğday	12.5	0.34	2.72	0.59	4.72	
Arpa	12	0.40	3.33	0.55	4.58	
Mısır	8.8	0.27	3.07	0.41	4.66	
Darı	9.0	0.19	2.11	0.29	3.22	
Yulaf	11.6	0.40	3.45	0.74	6.38	
Buğday kepeği	15.4	0.37	2.40	0.62	4.03	
Mısır gluten unu	61.7	0.96	1.56	2.01	3.26	
Soya küspesi	46	2.89	6.28	3.45	7.50	
Ayçiçeği tohumu küspesi	34	1.18	3.47	2.68	7.88	
Pamuk tohumu küspesi	41.5	1.60	3.86	4.47	10.77	
Kolza tohumu küspesi	38.3	2.19	5.72	2.36	6.16	
Yer fıstığı küspesi	52.3	1.79	3.42	5.66	10.82	
Balık unu	65	5.05	7.77	2.82	5.88	
Kan unu	90	8.07	8.97	3.61	4.01	
Et-kemik unu	55	2.88	5.24	3.87	7.04	
Tüy unu	85	1.05	1.24	3.92	4.61	
Süt tozu (yağsız)	33.5	2.40	7.16	1.12	3.34	

(Anonymous,1984; Özen, 1994a; Woodgate, 1997)

Lisin ihtiyacı bitkisel proteinlerle sınırlı kalmamakta, balık unu, et unu gibi hayvansal kaynaklardan veya sentetik amino asitlerden karşılanabilir. L-

Lisinhidroklorit ve L-Lisin sülfat gibi ticari sentetik formların kullanımı, ekonomik faktörler dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Yeterli miktarda soya küspesi varsa, sentetik lisin kullanmak maliyeti artırabilir. Ancak, bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarının yetersiz olduğu durumlarda sentetik amino asit eklenmesi gerekebilir (Özen, 1994b). Bazı yem ham maddelerinin ham protein, lisin ve arjinin konsantrasyonu hem g/100 g yem olarak hem de g/16 g N olarak Tablo 3’de verilmiştir.

5. KANATLI HAYVANLARIN BESLENMESİNDE LİSİN: ARJİNİN ORANI ÜZERİNE YAPILAN BAZI ARAŞTIRMALAR

Cuca ve Jensen (1990), 0-3 haftalık yaştaki erkek etlik civcivlerinin arjinin ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla üç deney gerçekleştirmişlerdir. Birinci deneyde, civcivler %20-23 ham protein ve 3200 kcal/kg metabolize edilebilir enerji (ME) içeren, mısır, soya unu, kazein ve mısır gluten unu içeren temel rasyonlarla beslenmiştir. Regresyon analizleri sonucunda, %20-23 ham proteinli bir rasyon için arjinin ihtiyacının maksimum büyüme oranı ve yemden yararlanma oranı için %1.22 olduğu belirlenmiştir. %23 ham proteinli rasyonda %1.13 ile 1.43 arjinin düzeyleri arasında önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir. İkinci deneyde, %1.03-1.43 arjinin düzeyleri ile %22.5 ham protein ve %17.5 kazein içeren bazal bir rasyon kullanılmıştır. Maksimum canlı ağırlık kazancı için arjinin ihtiyacının %1.18 olduğu regresyon analizleriyle tespit edilmiştir. Üçüncü deneyde, %21-22-23 bazal ham protein içeren rasyonlar kazein kullanılmadan uygulanmış ve araştırmacılar maksimum büyüme ile yem değerlendirmesi için arjinin ihtiyaçlarını üç rasyon için %1.24-1.28 arasında tespit etmişlerdir. Elde edilen verilere göre, başlangıç dönemindeki etlik civcivlerin arjinin ihtiyaçlarının %1.25 olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Etlik piliçlerin soya küspesi ve mısırdaki bulunan sınırlı amino asit düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, 8-22 günlük yaş aralığındaki piliçler için ideal lisin:arjinin oranı 1:1.05 olarak önerilmiştir (Fernandez ve ark., 1994).

Brake ve Ferket (1996), sıcaklık stresine maruz kalan etlik piliçler için optimum arjinin: lisin oranını araştırdıkları çalışmalarında, 21-42 günlük gelişim dönemindeki erkek etlik piliçlere 0.95, 1.10, 1.25 ve 1.40 oranlarında arjinin: lisin içeren büyüme rasyonları sunmuşlardır. Çalışma bulguları,

çevresel sıcaklık stresinin yemden yararlanma oranını artırırken, yem tüketimi ve canlı ağırlık artışını azalttığını ortaya koymuştur. Çevre koşulları ve arjinin: lizin oranı arasındaki etkileşim, 35 ve 42 günler arasındaki canlı ağırlık artışının önemli olduğunu göstermiştir.

England ve Waldroup (1996), büyük beyaz hindiler (BUT-6 ve Nicholas hattı) üzerindeki arjinin: lizin oranındaki değişim ve lizin seviyesinin tepkilerini değerlendirmek amacıyla, NRC'nin önerdiği düzeylerin %100, 110 ve 120 olarak belirlediği rasyonlar hazırlamışlardır. Bu rasyonlarda arjinin: lizin oranları 1:1, 1.1:2, 1.2:1 ve 1.3:1 olacak şekilde ve %100 lizin ile oluşturulan 1:1 arjinin: lizin oranı baz rasyon olarak ele alınmıştır. Deneyin her bir muamelesi, her hat için 4 bölmede 18 hafta boyunca beslenmiştir. 12. haftadan 18. haftaya kadar çevre sıcaklığı genellikle 30 °C üzerinde seyretmiş ve ılımlı sıcaklık stresi gözlemlenmiştir. 18. haftanın sonunda %100 lizin ile beslenen hayvanların, %110 ve %120 lizin ile beslenenlerden önemli derecede daha yüksek canlı ağırlığa sahip olduğu; hat-lizin etkileşiminde %100 lizin seviyesinin BUT hindileri üzerinde Nicholas hindilerinden daha fazla etkili olduğu; artan arjinin: lizin oranının ise 18 haftalık hayvanların vücut ağırlığını etkilemediği tespit edilmiştir. Ayrıca, %100 lizinli diyetlerde arjinin: lizin oranını artırmanın, lizin ile arjinin: lizin etkileşiminde vücut ağırlığını önemli derecede etkilediği ancak yüksek lizin düzeylerinde bu etkinin görülmediği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, arjinin: lizin oranlarının 1:1 oranlarından daha fazla olmaması, yeterli lizin düzeylerinde tatmin edici bulunmuştur.

Mendes ve ark. (1997), üç ile altı haftalık yaştaki erkek etlik piliçlerin performansı ve karkas verimleri üzerindeki sıcaklık stresinin, diyetSEL lizin düzeyi ve arjinin: lizin oranına etkilerini belirlemek amacıyla dört deneme gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, herhangi bir ticari hattaki tavuklar, çevresel kontrollü odalarda bulunan tel ızgaralı bataryalarda 21-42 günlük yaşlar arasında yetiştirilmiş ve odalar, sabit termonötral sıcaklık (21 °C), sabit soğukluk (15.5 °C) ve sirküler sıcaklık (25.5-33.3 °C) koşullarını sağlamak üzere programlanmıştır. Her çevrede üç lizin seviyesi (%1.0, 1.1 ve 1.2) ve dört arjinin: lizin oranı (1.1:1, 1.2:1, 1.3:1 ve 1.4:1) içeren faktöriyel deney tasarımı hazırlanmıştır. Lizin seviyelerinin, üst but verimi ve abdominal yağ içeriğinin tüm çevresel koşullardan etkilendiği, ancak yalnızca soğuk çevre koşullarında göğüs eti verimini artırdığı tespit edilmiştir. Arjinin: lizin oranının artırılmasının, yemden yararlanma oranı ve randımanı artırırken

abdominal yağ içeriğini azalttığı; ancak bu tepkilerin sadece arjininle mi ilgili olduğu yoksa spesifik olmayan azot tepkisinden mi kaynaklandığının tam olarak belirlenemediği bildirilmiştir. Ayrıca, artan lizin seviyeleri veya arjinin: lizin oranlarının ağırlık artışını artırmaması, göğüs eti verimini artırması veya yüksek ve düşük sıcaklıklara maruz kalma nedeniyle ortaya çıkan olumsuz etkileri azaltması sebebiyle 21-42. günler arası için NRC tarafından önerilen lizin ve arjinin oranlarının söz konusu çevresel koşullarda yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Balnave ve Hayat (1999), lizin oranı ve metionin kaynaklarının etlik piliçlerde büyüme performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Deneyler, yüksek sıcaklık altında yetiştirilen 21-48 günlük etlik piliçler üzerinde gerçekleştirilmiş ve farklı lizin oranları (1.03, 1.20 ve 1.34) kullanılmıştır. Sonuçlar, lizin oranının artmasının yem alımını ve vücut ağırlığı kazancını etkilediğini ortaya koymuştur. Özellikle 1.03 oranında beslenen gruplarda, diğer gruplara göre daha iyi büyüme performansı ve yem dönüşüm oranı gözlemlenmiştir. Ayrıca, metionin kaynakları arasında da farklılıklar olduğu, DLM (DL-Metionin) ile beslenen hayvanların performanslarının HMB (metionin hidroksi analogu) ile beslenenlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kidd ve Fancher (2001), lizin gereksiniminin NRC (1994) önerilerinin üzerine çıktığında etlik piliçlerde büyüme performansında önemli artışlar sağlandığını rapor etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, %107 ila %111 NRC lizin seviyelerinde beslenen etlik piliçlerin, %100 NRC'ye göre daha yüksek büyüme oranları ve göğüs eti verimliliği elde ettikleri belirtilmiştir.

Labadan ve ark. (2001), arjininin besin emilimi ve kas gelişimi üzerindeki etkilerini inceleyerek, lizin ile arjinin oranlarının dengeli olması gerektiğini vurgulamıştır. Arjinin takviyesinin etlik piliçlerin vücut ağırlığı kazancı, yem dönüşüm oranı ve göğüs eti verimliliğini artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca, Ajinomoto (2011) tarafından yapılan bir çalışmada lizin gereksinimleri incelenmiş ve lizin seviyelerinin kanatlı hayvanların büyüme performansı ve kas gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, farklı lizin seviyeleri (%0.85 ila %1.30) kullanılarak yapılan deneyler sonucunda, lizin seviyesinin artmasının etlik piliçlerin vücut ağırlığı kazancı ve yem dönüşüm oranı üzerinde pozitif etkileri olduğu görülmüştür. Aynı şekilde, lizin seviyesinin artmasıyla birlikte göğüs eti verimliliğinde de önemli

artışlar elde edilmiştir.

Rostagno ve ark. (2005), genetik gelişmelerin etlik piliçlerin amino asit gereksinimlerini artırdığını ve optimal lisin seviyelerinin büyüme ve et verimliliğini artırmada önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Goulart ve ark. (2008) ise lisin seviyelerinin, etlik piliçlerin ağırlık kazanımını ve yemden yararlanma oranını etkilediğini ve lisin ile arjinin oranlarının dikkatlice dengelenmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Waldroup ve ark. (2006), genç etlik piliçlerde farklı lisin ve arjinin seviyelerinin etkilerini incelemiştir. Çalışmada, bazal diyetlere kristalize lisin ve arjinin eklenmiş ve bağımsız formülasyonlarla protein kaynakları değiştirilmiştir. Araştırmada, 1.1%, 1.2%, 1.3% ve 1.4% lisin ile 1.25%, 1.35%, 1.45%, 1.55% ve 1.65% arjinin seviyeleri kullanılarak büyüme performansı ve yemden yararlanma oranı değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, optimal yemden yararlanma için 1.35% - 1.45% arjinin seviyelerinin gerekli olduğunu göstermiştir. Yüksek lisin seviyelerinin, düşük arjinin seviyelerinde performansı olumsuz etkilediği belirlenmiştir

Stringhini ve ark. (2007), etlik piliçlerde farklı lisin ve arjinin seviyelerinin büyüme performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada, iki farklı lisin seviyesi (%1.056 ve %1.305) ile üç farklı arjinin seviyesi (%1.305, %1.459 ve %1.613) kullanılmıştır. Sonuçlar, arjinin seviyelerinin artmasının yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerinde önemli etkiler yarattığını göstermiştir. Ayrıca, artan arjinin seviyeleri ile proventrikül ve moela ağırlıklarının azaldığı tespit edilmiştir.

Campestrini ve ark. (2010), lisin ve arjinin etlik piliçlerdeki etkilerini incelemiştir. Çalışma kapsamında, iki farklı lisin seviyesi (%1.021, %1.531 ve %2.042) ile üç farklı arjinin seviyesi (%1.071, %1.607 ve %2.142) kullanılmıştır. Sonuçlar, lisin seviyelerinin artmasının yem tüketimi, büyüme performansı ve yemden yararlanma oranı üzerinde önemli etkiler yarattığını göstermiştir. Bununla birlikte, aşırı arjinin seviyelerinin bazı organların gelişimini olumsuz etkileyebileceği bulunmuştur.

Toledo ve ark. (2011), 3.760 Ross erkek etlik piliçini iki farklı çevre koşulunda (temiz ve kirli) besleyerek lisin gereksinimlerini belirlemeye çalışmışlardır. Deney, iki aşamada gerçekleştirilmiştir: 1-11 gün arası ön-başlangıç dönemi ve 12-22 gün arası başlangıç dönemi. Her iki aşamada da 5 farklı sindirilebilir lisin seviyesi (%1.06, %1.12, %1.18, %1.24 ve %1.30)

kullanılmıştır. Sonuçlar, lisin seviyelerinin artmasının etlik piliçlerin ağırlık kazancı ve yemden yararlanma oranını önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Temiz çevrede yetiştirilen hayvanlar, kirli çevrede yetiştirilenlere göre daha yüksek performans sergilemiştir.

Birçok çalışma, lisin oranının kanatlı hayvanlarda büyüme performansını artırdığına ve kas dokusunun gelişimini desteklediğine dikkat çekmektedir. Örneğin, Al-Daraji ve Salih (2012), rasyonlara farklı düzeylerde arjinin ekleyerek, etlik piliçlerin karkas ağırlığı ve kas kütlesi üzerinde önemli iyileşmeler sağlandığını göstermiştir. Bu çalışmada, arjininin %0.04 ve %0.06 oranlarında diyetle eklenmesinin, kontrol grubuna kıyasla karkas ağırlığında ve göğüs, but gibi ana kas gruplarında belirgin artışlara yol açtığı belirtilmiştir. Ayrıca, Fernandes ve ark. (2009), arjininin kas protein sentezine katkıda bulunduğunu ve özellikle göğüs kaslarının gelişiminde olumlu etkiler sağladığını rapor etmiştir. Bu çalışmada, arjininin büyüme hormonu salgılanmasını tetikleyerek IGF-I (insülin benzeri büyüme faktörü) aracılığıyla kas protein sentezini artırdığı vurgulanmıştır.

Yine Al-Daraji ve Salih (2012), etlik piliç üzerinde yaptıkları çalışmada, arjinin takviyesinin kanatlıların kan plazma parametreleri üzerinde olumlu etkiler yarattığını ve protein, albümin ile globulin seviyelerinde anlamlı artışlar gözlemlendiğini rapor etmiştir. Özellikle %0.04 ve %0.06 arjinin eklenen gruplarda, toplam protein ve kalsiyum seviyelerinin arttığı belirtilmiştir. Ayrıca, Stevens ve ark. (2000), arjininin kas performansını iyileştirdiğini ve kas kaybını önleyerek kas büyümesini desteklediğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Huk ve ark. (1997), arjininin vasküler sistemi rahatlatan nitrik oksit üretimini artırarak kan dolaşımını iyileştirdiğini ve kan basıncını düşürdüğünü ifade etmişlerdir (Huk ve ark., 1997).

Tamir ve Ratner (1963) ise arjininin kanatlıların büyümesi için kritik öneme sahip olduğunu, çünkü bu hayvanların arjinini sentezleyemediğini ve bu amino asidin diyetle dışarıdan alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Arjininin büyüme hormonunu serbest bırakarak kas gelişimini artırdığına dair bulgular da önem taşımaktadır.

Bilgili ve ark. (1992), düşük lisin seviyelerinin kas protein sentezini sınırlandırarak göğüs eti verimliliğini azalttığını rapor etmiştir. Aynı şekilde, Tesseraud ve ark. (1992), lisin eksikliğinin kas protein sentezini büyük ölçüde etkilediğini ve RNA içeriğini azaltarak büyümeyi yavaşlattığını bulmuştur.

Acar ve ark. (1991), lisin seviyelerinin artırılmasının, özellikle büyüme ve kas gelişimi üzerinde olumlu etkiler yarattığını, ancak optimal seviyelerin aşılmasının verimlilikte artış sağlamadığını vurgulamıştır. Bu sonuçlar, kanatlı rasyonlarında lisin ve arjinin seviyelerinin dikkatle dengelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Nasrve Kheiri(2012) tarafından yürütülen araştırmada, Arian erkek ve dişi etlik piliçlerde üç farklı lisin seviyesinin (%110 NRC, %100 NRC ve %90 NRC) karkas verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada, 600 etlik civciv kullanılmış ve 42 gün boyunca büyüme performansı, göğüs eti verimi, karın yağ oranı gibi parametreler değerlendirilmiştir. Sonuçlar, %110 NRC lisin seviyesinde beslenen grupların hem karkas ağırlığı hem de göğüs eti oranında diğer gruplara kıyasla önemli artışlar sağladığını göstermiştir. Ayrıca, düşük lisin seviyelerinin (%90 NRC), göğüs eti oluşumunu sınırladığı ve protein birikimini azalttığı belirtilmiştir. Bu çalışma, lisin seviyelerinin artmasının kanatlıların kas gelişimini olumlu yönde etkilediğini ve NRC'nin önerdiği seviyelerin üzerine çıkmanın bile verimliliği artırabileceğini ortaya koymuştur.

Arjinin: lisin oranı, etlik piliçlerin büyüme performansı ve yemden yararlanma oranı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Güncel araştırmalar, optimal vücut ağırlığı kazancı ve yemden yararlanma oranı için daha yüksek bir arjinin: lisin oranının gerekli olduğunu göstermektedir (Zampiga ve ark., 2018; Sirathonpong ve ark., 2019; Corzo ve ark., 2021). Ayrıca, yüksek rakımlarda yetiştirilen kuşlar ile sıcaklık ve soğuk stres koşullarında ve yoğunluk artırıldığında arjinin takviyesine ihtiyaç duymaktadır (Brake ve ark., 1998; Srinongkote ve ark., 2004; KodambashiEmami ve ark., 2017). Bunun yanı sıra, hayvansal protein kaynaklarının azalması ve düşük ham protein içeren yem formülasyonlarının artması, arjinin takviyesini zorunlu hale getirmektedir (DeGroot ve ark., 2018).

Lisin eksikliğinin göğüs kası oranını önemli ölçüde azalttığı ve amino asit dengesizliğinin et kalitesini etkileyen pH değerinde değişikliklere yol açtığı bildirilmiştir (Berri ve ark., 2008). Ayrıca, farklı genotipler ve besleme stratejileri arasında lisin gereksinimlerinin değişebileceği, genetik olarak yağsız tavukların daha az esansiyel amino asit içeren diyetlere karşı daha duyarlı olduğu belirtilmiştir (Leclercq, 1995). Son yıllarda yapılan meta-analizler, düşük ham proteinli diyetlerde amino asit dengesinin sağlanması

için ideal protein profilinin önemini vurgulamaktadır. Bu analizler, amino asitlerin, özellikle lisin ve metiyoninin et kalitesi ve karkas kompozisyonu üzerindeki etkilerini doğrulamaktadır (Doziervé ark., 2010).

AjinomotoEurolysine (2018), lisin ve arjininin dengeli bir şekilde sağlanmasının hayvanların büyüme performansı üzerinde olumlu etkiler yarattığını belirtmektedir. Lisin eksikliği, protein sentezini yavaşlatarak büyüme performansını olumsuz etkilerken, arjinin eksikliği de bağışıklık fonksiyonlarını zayıflatır ve kas gelişimini sınırlandırır. Ayrıca, lisin ve arjininin optimal oranlarının, kanatlı hayvanlarda yemden yararlanma ve protein metabolizmasını optimize ettiği görülmüştür. Bu iki amino asidin oranları, kanatlı hayvanların beslenmesinde özellikle düşük proteinli diyetlerle çalışıldığında daha da önem kazanır. Eksik amino asitlerin tamamlanması, protein sentezinin devamlılığını sağlarken, gereksiz amino asit fazlalığı ise vücut tarafından katabolize edilir, bu da hayvanın enerji kullanımında israf yaratır.

Ullrich ve ark. (2018) çalışmasında, 360 adet Ross 308 etlik piliç, dört farklı diyet grubuna ayrılmıştır: kontrol grubu (CP-%: başlangıç 21.5, büyütme 20.5, bitirme 20.0) ve protein içeriği %1, %2 ve %3 oranında azaltılmış diyetler. Çalışmada, diyetlerdeki arjinin-lisin oranı sabit tutulmuş ve büyümeyi sınırlayan amino asitler eklenmiştir. Elde edilen sonuçlar, %2 protein azaltımı yapılan diyetin, vücut ağırlığını artırdığı (2329 g) ve azot içeriğini gübrede önemli ölçüde azalttığı (36.2 g/kg kuru madde) göstermiştir. Bu sonuçlar, iyi dengelenmiş protein içeriği azaltılmış diyetlerin, optimal Arg-Lys oranı korunarak, çevresel yükü azaltabileceğini ve performansı koruyabileceğini göstermektedir.

Macelline ve ark. (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 210 ve 170 g/kg ham protein içeren diyetlerin, buğday ve sorgum bazlı yemlerin Ross 308 etlik piliçleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. İki farklı arjinin-lisin oranı (104 ve 110) kullanılarak, yemden yararlanma oranı, ağırlık kazancı ve amino asit sindirilebilirliği değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, 170 g/kg ham protein içeren sorgum bazlı diyetlerin, daha iyi performans ve daha düşük abdominal yağ oranları ile buğday bazlı diyetlere göre üstünlük sağladığını göstermiştir. Ayrıca, yüksek arjinin-lisin oranlarının sorgum bazlı diyetlerde performansı artırdığı, ancak buğday bazlı diyetlerde bu etkinin olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Morais ve ark. (2023) çalışmasında, sıcak hava koşullarında yetiştirilen Japon bildircinlerinin termal konfor göstergeleri ile azot sindirilebilirliği, diyetlerindeki sindirilebilir arjinin: lizin oranlarına göre incelenmiştir. Araştırmada, 40 haftalık 240 Japon bildircini, %110, %120, %130, %140 ve %150 arjinin: lizin oranları içeren diyetlerle 63 gün boyunca beslenmiştir. Elde edilen sonuçlar, %130 oranının bildircinlerin ortalama yüzey ve vücut sıcaklığını, ısı gradyanlarını iyileştirdiğini ve sıcaklık stresi ile ilişkili davranışların (içme ve nefes darlığı) sıklığını azalttığını göstermektedir. Ayrıca, bu oran, azot tutulumu ve verimliliğini artırarak bildircinlerin beslenme verimliliğini optimize etmiştir. Genel olarak, %130 arjinin: lizin oranının, sıcak hava koşullarında Japon bildircinlerinin fizyolojik tepkilerini iyileştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Attia ve ark. (2024) tarafından yürütülen bu çalışmada, döngüsel sıcaklık stresi koşullarında 32 haftalık Mandara cinsi tavuklar kullanılmıştır. Tavuklar, 1.25 (pozitif kontrol), 1.25 (negatif kontrol), 1.37 ve 1.50 Arg/Lys oranları ile dört farklı gruba ayrılarak beslenmiştir. Döngüsel sıcaklık stresi, haftada üç gün $38^{\circ}\text{C} \pm 1$ sıcaklık ve %55-65 nem altında uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, 1.37 Arg/Lys oranının yumurta üretimini, yemden yararlanma oranını ve antioksidan kapasiteyi önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, bu oran ile hematolojik ve biyokimyasal parametrelerdeki olumsuz etkilerin azaltıldığı gözlemlenmiştir.

6. SONUÇ

Ülkemizde kanatlı hayvanların beslenmesinde, lizin ve arjinin amino asitlerinin oranları üzerine yapılan araştırmalar henüz sınırlıdır. Ancak, mevcut bilimsel literatür ve yapılan çalışmalar, bu amino asitlerin oranının kanatlı hayvanların büyüme performansı, besin maddelerinin verimliliği, bağışıklık fonksiyonu ve stres tepkileri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Lizin ve arjininin optimal oranlarının belirlenmesi hem hayvanların genetik özellikleri hem de çevresel koşullar göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Kanatlı hayvanların beslenmesinde, yüksek oranda lizin içeren diyetiyle birlikte arjinin oranının da uygun şekilde ayarlanması gerektiği anlaşılmaktadır. Yapılan araştırmalar, lizin oranının yükseltilmesinin, proteinden yararlanmayı sınırlayabileceğini ve dolayısıyla protein gereksiniminin arttığını göstermektedir. Bu bulgular, lizin ve arjininin

doğru dengesinin sağlanması, hayvan performansı ve yem verimliliği üzerinde belirleyici rol oynadığını işaret etmektedir. Öte yandan etlik piliçlerin büyüme performansı ve yemden yararlanma oranı için daha yüksek bir lisin: arjinin oranının daha iyi sonuçlar doğurduğunu gösteren araştırmalar da bulunmaktadır. Nitekim yüksek lisin:arjinin oranlarının, sıcaklık stresi gibi çevresel zorluklarla karşılaşılan durumlarda da olumlu etkiler yaratabileceği vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, yüksek lisin içeren kaynakların kullanımıyla birlikte arjininin dengeli bir şekilde eklenmesinin, hayvanların biyolojik ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılamak için büyük öneme sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle yer fıstığı küspesi, pamuk tohumu küspesi gibi arjinin bakımından zengin protein kaynakları, yüksek lisin içeren yemlerle kombine edildiğinde, bu tür protein kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Bu uygulama, sadece hayvanların büyüme performansını iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda çevresel etkiyi azaltmaya yardımcı olabilir. Diğer taraftan, arjininin beslenme antagonizması ve amino asitlerin sinerjik etkilerinin göz önünde bulundurulması, daha verimli ve sürdürülebilir yem formülasyonlarının geliştirilmesi açısından önemlidir. Arjinin, yalnızca protein sentezinde değil, aynı zamanda bağışıklık tepkileri, enerji metabolizması ve vücut sıcaklığı regülasyonu gibi hayati süreçlerde de rol oynayan bir amino asittir. Bu nedenle, özellikle çevresel stres koşullarında, lisin:arjinin oranının optimize edilmesi, kanatlı hayvanların daha sağlıklı ve verimli olmasına katkı sağlayacaktır. Bu optimizasyon sadece hayvan performansını artırmakla kalmaz, aynı zamanda daha sürdürülebilir ve çevre dostu kanatlı hayvancılık uygulamalarının önünü açmaktadır. Gelecekte, daha kapsamlı araştırmaların yapılması, özellikle Türkiye'nin iklim koşullarına ve yerel yem kaynaklarına uygun optimum lisin:arjinin oranlarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Acar, N., Moran, E. T., Bilgili, S. F. (1991). Live performance and carcass yield of male broilers subjected to different feeding programs and growing seasons. *Poultry Science*, 70(2), 231-239.
- Ajinomoto Eurolysine (2011). Amino acids: Towards precise nutrition in monogastric animals.
- Ajinomoto Eurolysine. (2018). Amino acids metabolism. Ajinomoto Eurolysine SAS.
- Al-Daraji, H. J., Salih, A. M. (2012). Influence of dietary L-arginine supplementation on growth performance, carcass characteristics, and immune response of broiler chickens. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 26(1), 29-34.
- Allen, C. D., Fetterer, R. D. (2000). Arginine and immune function in poultry. *Poultry Science*, 79(9), 1414-1420.
- Anderson, J. O., and Combs, G. F. (1952). Effect of single amino acid excesses on glucose metabolism and chick growth, as influenced by the dietary amino acid balance. *Journal of Nutrition*, 46 (2), 161–170.
- Anonymous, (1984). Amino Acids for Animal Nutrition. Roonstra Be 5, D-5300, Bonn.
- Anonymous (1988). Amino Acids in Animal Nutrition. Roonstra Be 5, D-5300, Bonn.
- Anonymous (1997). Shaver Starbro Parent Management Guide Ed., Cambridge.
- Applegate, T. J., Angel, R. (2014). Nutritional challenges in the poultry industry. *Poultry Science*, 93(6), 1472-1481.
- Attia, Y. A., El-Shafey, M. M., Abd El-Hack, M. E. (2024). Arginine: lysine ratio influences on performance, egg quality, haematology, biochemistry, antioxidant status and immunity of dual-purpose breeding hens exposed to cyclic heat stress. *Italian Journal of Animal Science*, 23(1), 200-214.
- Baker, D. H. (1997). Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. *BioKyowa Technical Review*, 9, 1-24.
- Baker, D. H., Batal, A. B., Parr, T. M., Augspurger, N. R., Parsons, C. M. (2002). Ideal ratio of isoleucine to lysine in corn and soybean meal

- diets for chicks during the second and third weeks post hatching. *Poultry Science*, 81(4), 485-494.
- Baker, D. H., Han, Y. (1994). Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post hatching. *Poultry Science*, 73(9), 1441-1447.
- Balnave, D., Hayat, J. (1999). The influence of dietary lysine and arginine ratios on broiler performance at elevated environmental temperatures. *British Poultry Science*, 40(3), 411-418.
- Berri, C., Besnard, J., Relandeau, C. (2008). Increasing dietary lysine increases final pH and decreases drip loss of broiler breast meat. *Poultry Science*, 87(3), 480-484.
- Bilgili, S. F., Moran, E. T., Bushong, R. D. (1992). Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirements by least-cost formulation: Live performance, litter composition, and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. *Poultry Science*, 71(10), 1687-1694.
- Boorman, K. N., Lewis, D. (1971). Protein metabolism. In D. J. Bell, B. M. Freeman (Eds.), *Physiology and biochemistry of the domestic fowl*. Academic Press.
- Brake, J., Chapman, H. D., McDaniel, C. D. (1998). Environmental factors affecting broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 7(1), 1-10.
- Brake, J., Ferket, P. R. (1996). Optimum arginine ratio for broiler growth changes during chronic heat stress. *Poultry Science*, 75(Suppl. 1), 25.
- Bremer, J. (1983). Carnitine—metabolism and functions. *Physiological Reviews*, 63(4), 1420-1480.
- Brosnan, J.T., Brosnan, M.E. (2009). Amino acid metabolism in animals: The role of the urea cycle. *Animal Nutrition Review*, 21(4), 163-170.
- Brosnan, J.T., Brosnan, M.E. (2013). Glutamate: A truly functional amino acid. *Amino Acids*, 45(3), 413-418.
- Bröer, S. (2008). Amino acid transport across mammalian intestinal and renal epithelia. *Physiological Reviews*, 88(1), 249-286.
- Campestrini, E., Gomes, P. C., Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Toledo, R.S. (2010). Níveis de lisina digestível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1), 41-47.
- Christensen, H. N. (1993). Amino acid nutrition: A two-step absorptive process. *Nutrition Reviews*, 51(4), 95-98.

- Corzo, A., Gonzalez-Esquerro, R., McDaniel, C. D. (2021). Amino acid requirements for broilers: How do we determine them? *Poultry Science*, 100(2), 865-873.
- Cuca, M., Jensen, L. S. (1990). Arginine requirement of starting broiler chicks. *Journal of Animal Science*, 68(12), 4337-4342. <https://doi.org/10.2527/1990.68124337x>
- Cuca, M.G., Jensen, L.S. (1990). Arginine requirement of starting broiler chicks. *Poultry Science*, 69, 1377-1382.
- D'Mello, J. P. F., Lewis, D. (1970). Amino acid interactions in chick nutrition. *British Poultry Science*, 11(4), 367-385.
- Dao, H. T., Sharma, N. K., Bradbury, E. J., Swick, R. A. (2021). Effects of L-arginine and L-citrulline supplementation in reduced protein diets for broilers under normal and cyclic warm temperature. *Animal Nutrition*, 7(4), 927–938.
- DeGroot, M., Hsiao, Y. H., Shakeri, M. (2018). The effects of reduced animal protein sources on amino acid supplementation in poultry diets. *Poultry Science*, 97(6), 1937-1946.
- D'Mello, J. P. F. (2003). *Amino Acids in Animal Nutrition* (2nd ed.). CABI Publishing.
- D'Mello, J.P.F. (2012). *Amino acids in animal nutrition*. CABI Publishing.
- D'Mello, J.P.F., Lewis, D. (1978). Amino acids in animal nutrition. In M. Rechcigl (Ed.), *Handbook Series in Nutrition and Food* (pp. 441–490). CRC Press.
- Dozier, W.A., Corzo, A., Kidd, M.T., Branton, S.L. (2010). Digestible lysine requirements of broiler chickens from 28 to 42 days of age. *Poultry Science*, 89, 2173-2182.
- England, J. A., Waldroup, P. W. (1996). Increasing arginine ratios in turkey diets does not improve performance when lysine levels are inadequate. *Poultry Science*, 75(Suppl. 1), 3.
- Ertürk, M.M., Özen, N. (1995). Tavukların Besin Madde Gereksinimleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1), 339-352, Antalya.
- Fathima, S., Al Hakeem, W. G., Selvaraj, R. K., Shanmugasundaram, R. (2023). Beyond protein synthesis: The emerging role of arginine in poultry nutrition and host-microbe interactions. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, Article 123456.

- Fernandes, J. I., Murakami, A. E., Martins, E. N., Sakamoto, M. I., Garcia, E. R. M. (2009). Effect of arginine on pectoralis muscle development of broilers. *British Poultry Science*, 50(6), 677-683.
- Fernandez, S. R., Aoyagi, S., Han, Y., Parsons, C. M., Baker, D. H. (1994). Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. *Poultry Science*, 73(12), 1887-1896.
- Finkelstein, J.D. (2000). Pathways and regulation of homocysteine metabolism in mammals. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 26(3), 219-225.
- Fontaine, J. (2003). Amino acid analysis of feeds. In J. P. F. D'Mello (Ed.), *Amino acids in animal nutrition* (2nd ed., pp. 15-40). CABI Publishing.
- Goulart, C. C., Nunes, R. V., Rodrigues, P. B., Bertechini, A. G., Teixeira, A. S. (2008). Lysine levels in diets for broilers from 1 to 42 days of age. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(5), 896-904.
- Han, Y., Baker, D. H. (1991). Lysine requirement of fast and slow growing broiler chicks. *Poultry Science*, 70, 2108-2114.
- Han, Y., Baker, D. H. (1993). Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic strain on the dietary lysine requirement of broiler chickens. *Poultry Science*, 72(4), 701-708.
- Harms, R. H. (1991). Relationship of dietary lysine and arginine levels to broiler breeder performance. *Poultry Science*, 70(4), 945-952.
- Huk, L., Heinemann, L., Hahn, M. (1997). The effects of L-arginine treatment on skeletal muscle injury and repair. *European Journal of Applied Physiology*, 75(1), 146-152.
- Jahanian, R. (2009). Arginine: A critical amino acid for poultry. *World's Poultry Science Journal*, 65(3), 325-338.
- Khajali, F., Wideman, R. F. (2010). The importance of arginine in poultry nutrition. *Poultry Science*, 89(1), 10-19.
- Kidd, M. T. (2000). Nutritional modulation of immune function in broilers. *Poultry Science*, 79(6), 827-832.
- Kidd, M. T., Fancher, B. I. (2001). Lysine needs of starting chicks and subsequent effects during the growing period. *Journal of Applied Poultry Research*, 10(4), 385-393.
- Kidd, M. T., McDaniel, C. D., Peebles, E. D., Barber, S. J., Corzo, A., Branton, S. L., Woodworth, J. C. (2001). Growth and immunity of

- broiler chicks as affected by dietary arginine. *Poultry Science*, 80(11), 1535-1542.
- Klasing, K.C. (1998). *Comparative Avian Nutrition*. CAB International.
- Kodambashi Emami, S. H., Zaghari, M., Golian, A. (2017). The effect of dietary protein levels and amino acids on performance and immune response in broilers. *Poultry Science*, 96(8), 2746-2755.
- Labadan, M. C., Jr., Hsu, K.-N., Austic, R. E. (2001). Lysine and arginine requirements of broiler chickens at two- to three-week intervals to eight weeks of age. *Poultry Science*, 80(5), 599-606.
- Leclercq, B. (1995). Specific effects of lysine on broiler carcass composition. *Annales de Zootechnie*, 44, 85-94.
- Macelline, S.P., Chrystal, P.V., Inanan, C., Toghyani, M., Selle, P.H., Liu, S.Y. (2023). The influence of dietary crude protein concentrations, grain types and arginine ratios on the performance of broiler chickens. *Animal Nutrition*, 14, 259-268.
- Mendes, A. A., Watkins, S. E., England, J. A., Saleh, E. A., Waldroup, A. L., Waldroup, P. W. (1997). Influence of dietary lysine levels and arginine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. *Poultry Science*, 76(3), 472-481.
- Moncada, S., Palmer, R.M.J., Higgs, E.A. (1991). Nitric oxide: physiology, pathophysiology and pharmacology. *Pharmacological Reviews*, 43, 109-142.
- Montanez R., Rodriguez-Caso C., Sanchez-Jimenez F., Medina M. A. (2008). In silico analysis of arginine catabolism as a source of nitric oxide or polyamines in endothelial cells. *Amino Acids*, 34(2), 223-229.
- Montanhini Neto, R., Ceccantini, M. L., Fernandes, J. I. M. (2013). Effects of methionine source, arginine ratio, and sodium chloride level on grower broilers under high temperature. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15(2), 151-160.
- Morais, M.V.M., Lima, H.J.D., Silva, F.N.A., Gomes, M.V.F.C. (2023). Indicators of thermal comfort and nitrogen digestibility as a function of digestible arginine: lysine ratios in the diet of laying Japanese quails raised in hot weather. *Journal of Thermal Biology*, 115, 103597.
- Morris, S.M. Jr. (2007). Arginine metabolism: Enzymology, nutrition, and clinical significance. *The Journal of Nutrition*, 137(6), 1616S-1622S.

- Nasr, J., Kheiri, F. (2012). Effects of lysine levels of diets formulated based on total or digestible amino acids on broiler carcass composition. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14(4), 233-240.
- NRC (National Research Council). (1984). *Nutrient Requirement of Poultry*, 8th revised ed. National Academy Press, Washington D.C.
- NRC (National Research Council). (1994). *Nutrient Requirements of Poultry* (9th ed.). National Academy Press.
- Ohtsu, H., Tanaka, S., Terui, T., Hori, Y., Makabe-Kobayashi, Y., Pejler, G., Watanabe, T. (2001). Mice lacking histidine decarboxylase exhibit abnormal mast cells. *The Journal of Experimental Medicine*, 193(3), 371-380.
- O'Neill, H.G., Rohen, J.A., Aral, N. (2002). The role of uric acid in the maintenance of osmotic homeostasis in birds. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 131(4), 655-661.
- Özen, N. (1994a). Kanatlı beslemede amino asit gereksinimleri. *Hayvansal Beslenme Dergisi*, 5(3), 55-67.
- Özen, N. (1994b). *Tavukçuluk. Yetiştirme, Islah, Besleme, Hastalıklar, Et ve Yumurta Teknolojisi*. 3. Tıpkıbasım, Samsun.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T. (2005). *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos* (2nd ed.). Universidade Federal de Viçosa.
- Roura, E., Homedes, J., Klasing, K. C. (1992). Prevention of immunologic stress contributes to the growth-permitting ability of dietary antibiotics in chicks. *Journal of Nutrition*, 122(12), 2383-2390.
- Schutte, J.B., Pack, M. (1995). Effects of dietary amino acid balance on performance and nutrient retention in broilers. *Poultry Science*, 74(10), 1563-1573.
- Sirathonpong, P., Rattanaporn, P., Thongpraseart, P., Seangwong, P. (2019). Dietary protein and amino acid levels in broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(3), 432-440.
- Srinongkote, S., Chaiyabutr, N., Tewtrakul, S. (2004). The effects of protein levels and amino acids on growth performance and meat quality in broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(2), 215-221.

- Stevens, B. R., Godfrey, D. A., Spruill, S. E., Schwartz, D. (2000). High-intensity dynamic human muscle performance: Bench-press peak power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(2), 160-163.
- Stringhini, J. H., Andrade, M. A., Leandro, N. S. M., Café, M. B., Carvalho, F. B. (2007). Níveis de lisina e arginina digestíveis para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(4), 1094-1101.
- Summers, J.D., Leeson, S. (1985). *Poultry Nutrition Handbook* University of Guelph, Ontario, Canada N1G 2W1.
- Tamir, A., Ratner, M. (1963). The role of arginine in the growth of poultry. *Poultry Science*, 42(1), 81-90.
- Tesseraud, S., Grizard, J., Chagneau, A. M. (1992). Dietary lysine deficiency greatly affects muscle and liver protein turnover in growing chickens. *British Journal of Nutrition*, 75(6), 853-865.
- Toledo, R. S., Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Dionizio, M. A., Carvalho, D. C. O., Nogueira, E. T. (2011). Lysine nutritional requirements of broilers reared in clean and dirty environments during the pre-starter and starter phases. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(10), 2205-2210.
- Ullrich, C., Langeheine, M., Brehm, R., Taube, V., Siebert, D., Visscher, C. (2018). Influence of reduced protein content in complete diets with a consistent arginine-lysine ratio on performance and nitrogen excretion in broilers. *Sustainability*, 10(3827), 1-13.
- Waldroup, P.W., Oviedo-Rondón, E.O., Fritts, C.A. (2006). Influence of dietary formulation methods on response to arginine and lysine in diets for young broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 5(11), 1016-1022.
- Walker, J.B. (2007). Creatine: biosynthesis, regulation, and function. *Advances in Enzyme Regulation*, 45, 15-29.
- Wilkinson, J.M. (2018). Optimizing amino acid nutrition in poultry. *Poultry Nutrition Journal*, 34(2), 78-86.
- Woodgate, S.L., (1997). Broiler Rasyonlarında Kullanılan Hayvansal Proteinler. *Yem Magazin Dergisi*, Aralık sayısı, 48-51, Ankara.
- Wu, G. (2013). Functional amino acids in nutrition and health. *Amino Acids*, 45(2), 407-411.

- Wu, G., Bazer, F. W., Davis, T. A., Kim, S. W., Li, P., Marc Rhoads, J., Carey, S., Meininger, C. J., Yin, Y. (2009). Arginine metabolism and nutrition in growth, health, and disease. *Amino Acids*, 37(1), 153–168.
- Wu, G., Bazer, F.W., Dai, Z., Li, D., Wang, J., Wu, Z. (2010). Amino acid nutrition in animals: protein synthesis and beyond. *Annual Review of Animal Biosciences*, 2, 387-417.
- Yalçın, S., Djeddi, A.N., (1997). Metiyonin ve hayvan beslemedeki önemi. *Yem Magazin Dergisi*, Aralık sayısı, 21-25, Ankara.
- Yazgan, O., Aksoy, A. (1981). *Metabolizma* (Zootečni 246) Ders Notları, 12 Mart, Erzurum.
- Zampiga, M., Sirathonpong, P., Gallo, G. (2018). The effect of dietary amino acid balance on poultry performance. *Poultry Science*, 97(8), 2790-2798.
- Zhang, B., Lv, Z., Li, Z., Wang, W., Li, G., Guo, Y. (2018). Dietary L-arginine supplementation alleviates the intestinal injury and modulates the gut microbiota in broiler chickens challenged by *Clostridium perfringens*. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1716.
- Zhou, X., He, L., Wu, C., Zhang, Y., Wu, X., Yin, Y. (2017). Serine and one-carbon metabolism in cancer. *Nature Reviews Cancer*, 17(10), 695-707.

BÖLÜM VIII
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ SÜRECİNDE DOMATES ÜRETİMİNİN
SÜRDÜRÜLME EĞİLİMİ (TOKAT İLİ MERKEZ İLÇE
ÖRNEĞİ)

Prof. Dr. Esen ORUÇ¹

Dr. Aysel ERGÜN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14482294>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü
Tokat, Türkiye. esen.orucbuyukbay@gop.edu.tr, Orcid ID:0000-0002-0147-2742.

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü
Tokat, Türkiye. aysel.ergun3018@gop.edu.tr, Orcid ID:0000-0003-0784-6298.

GİRİŞ

Domatesin küresel ölçekte dağılıma sahip olan solanaceous familyasındaki iki ana besin ürününden biri olarak anılmaktadır. Bu ünvanda domatese eşlik eden diğer ürün patatestir (Gahati, 2020). Domatesin Güney Amerika And Dağları'nda ortaya çıktığı, ancak gıda olarak kullanımının Meksika'da başladığı bilinmektedir. Dünyaya yayılışının İspanyolların Amerika'yı keşfinin ardından gerçekleştiği aktarılmaktadır (Peralta ve ark., 2005; Gould, 1992). Domates üreticiliğinin son 50 yılda önemli ölçüde genişlediği, dünyada en çok üretilen, tüketilen ve ticarete konu olan ürünler arasında yer aldığı belirtilmektedir (Ahmad ve ark. 2023; TOB, 2021).

İleriki bölümlerde tablo ve grafikler halinde sunulan istatistiksel veriler de dünya domates üretiminin artışını ortaya koymakla birlikte domates üretiminin iklim değişikliği etkileri altında azalış göstereceğine ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Cammarano ve ark., 2022; Hashikowa ve ark., 2021; Bhandari ve ark., 2021; Cammarano ve ark., 2020; Duve ve ark., 2020; Litskas ve ark., 2019). İstatistiklerde dünya domates üretiminde istikrarlı bir artış, Türkiye'de kimi yıllarda düşüş olsa da uzun zaman periyodunda miktar olarak artış, üretim alanlarında azalış, Tokat ili düzeyinde ise hem miktar hem alan bazında azalış olduğu görülmektedir. Dünya üretimindeki artış, bölgesel azalmalar olsa da bir başka bölgenin bu azalışı telafi etmesiyle ilişkilendirilebilir. İklimsel değişimlerin domates üretimini bazı bölgelerde zorlaştırdığı halde bazı bölgelerde daha sınırlı etkilemesi sayesinde, dünya üretiminin henüz artış yönünde seyrediyor olması mümkün görünmektedir. Bunun yanı sıra kapalı ve donanımlı üretim sistemlerinin domatesin birim alandan alınan verimi hem arttırması hem garanti altına alması da dünya üretiminin artarak devam etmesinde önemli bir etkidir. Maureira ve arkadaşları (2022) yüksek teknolojili kapalı domates üretim sistemlerinin bu ürünün sürdürülebilirliği için gerekli olduğunu, bu şekilde şiddetli iklim olaylarından kaynaklı üretim kayıplarının garanti altına alınabileceğini vurgulamaktadır. Araştırmalarında yüksek teknolojili kapalı domates üretim sistemlerine odaklandıkları çalışmalarında, bu sistemler sayesinde domates üretiminin arttığını buna karşın iklim değişimlerinin açık alanda domates üretimini riskli hale getirdiğinden söz etmektedirler.

Aşağıda, domates üretimi Dünya, Türkiye, Tokat ve Tokat İli Merkez İlçe ölçeğinde istatistiksel veriler üzerinden tablo ve grafikler yoluyla detaylı olarak ele alınmıştır.

Tablo 1. Dünya’da ve Türkiye’de domates ekim alanları (2000-2019)

Türkiye			Dünya		
Yıl	Alan (ha)	Değişim (2000=100)	Alan (ha)	Değişim (2000=100)	Türkiye'nin payı (%)
2000	208.410	100,00	3.837.490	100,00	5,43
2001	202.468	97,15	3.802.916	99,10	5,32
2002	210.630	101,07	3.926.233	102,31	5,36
2003	211.290	101,38	3.990.805	104,00	5,29
2004	204.889	98,31	4.151.515	108,18	4,94
2005	201.116	96,50	4.170.595	108,68	4,82
2006	193.910	93,04	4.153.818	108,24	4,67
2007	183.533	88,06	4.222.170	110,02	4,35
2008	195.205	93,66	4.222.163	110,02	4,62
2009	186.946	89,70	4.418.058	115,13	4,23
2010	179.125	85,95	4.429.564	115,43	4,04
2011	181.018	86,86	4.581.939	119,40	3,95
2012	189.202	90,78	4.802.982	125,16	3,94
2013	189.122	90,75	4.848.216	126,34	3,90
2014	183.029	87,82	4.913.212	128,03	3,73
2015	193.572	92,88	4.823.351	125,69	4,01
2016	189.371	90,86	4.850.243	126,39	3,90
2017	187.406	89,92	4.876.264	127,07	3,84
2018	175.137	84,03	4.924.941	128,34	3,56
2019	181.488	87,08	5.030.545	131,09	3,61
2020	174.437	83,70	4.964.947	129,38	3,51
2021	165.204	79,27	5.046.596	131,51	3,27
2022	158.719	76,16	4.917.735	128,15	3,23

Kaynak: FAOSTAT, 2024.

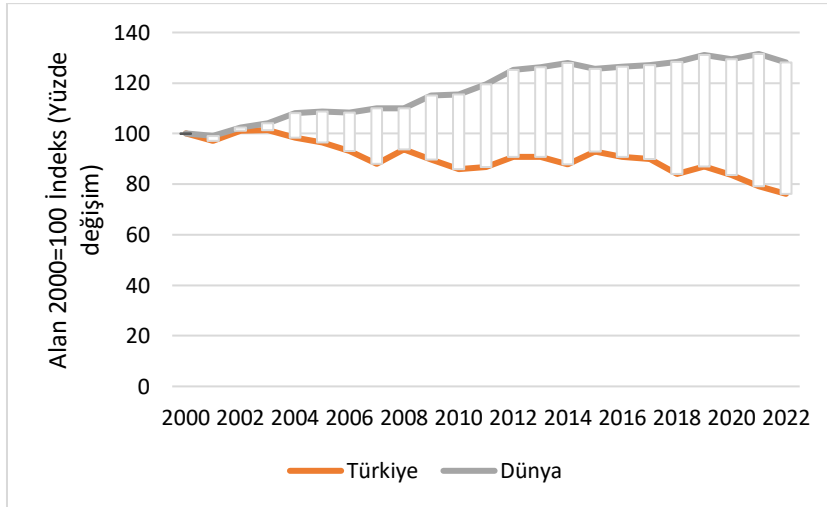
2000-2022 Yılları arasında Türkiye ve dünyaya ait domates üretim alanlarına ilişkin elde edilen veriler Tablo 1’de verilmiştir. 2000 yılı baz alınarak 23 yıllık değişim ortaya konmuştur. Dünya domates üretim alanı

içerisinde Türkiye'nin payında yaşanan değişim oranı da belirlenmiştir. Türkiye'ye ait domates üretim alanlarına ilişkin veriler, 2000 yılında 208.410 hektar alanda domates üretimi yapılırken, 2022 yılında üretim alanının 158.719 hektaragerilediğini göstermektedir. Baz alınan 2000 yılına göre 2002 ve 2003 yılları dışındaki tüm yıllarda domates üretim alanlarında azalış söz konusu olmuştur. İlk yıl (2000) baz alındığında 2022 yılında Türkiye domates üretim alanında %23,8 oranında bir azalış görülmüştür.

Dünya domates üretim alanlarına ilişkin verilere göre, 2000 yılında 3.837.490 hektar alanda yapılan domates üretimi, 2022 yılında 4.917.735 alanda gerçekleştirilmiştir. 23 yıllık veriler domates üretim alanının 2019 ve 2021 yıllarında en yüksek düzeyine ulaştığını göstermektedir. 2000 yılı baz alınarak hesaplanan değişim oranına göre, dünya domates üretim alanı 2022 yılında %28,2 oranında artmıştır.

Dünya domates üretim alanlarında Türkiye'nin aldığı pay 2000 yılında %5,4 iken, 23 yıllık süreçte genel olarak bir azalış göstererek, 2022 yılında %3,2 düzeyine düşmüştür.

2000 ile 2022 yılları arasında Dünyada ve Türkiye'de domates üretim alanlarındaki değişim Grafik 1'de görselleştirilmiştir. Grafik 1'de dünya domates üretim alanlarındaki artışa karşılık, Türkiye domates üretim alanlarındaki azalış açık olarak görülmektedir.



Grafik 1. 2000-2022 Yılları Arasında Dünya ve Türkiye'de ve Domates Üretim Alanlarındaki Değişim (2000=100 indeks değerleri üzerinden yüzde değişim)

Tablo 2’de 2000-2022 yılları arasında Dünyada ve Türkiye’de domates üretim miktarları ve yıllar itibari ile yaşanan değişimler ortaya koyulmuştur. 2000 yılında Türkiye’de domates üretim miktarı yaklaşık 8,9 milyon ton iken, 2022 yılında 13 milyon ton olarak kaydedilmiştir. 23 yıllık (2000-2022) değişim dikkate alındığında en önemli artış %48,5 oranı ile 2020 yılında gerçekleşmiştir.

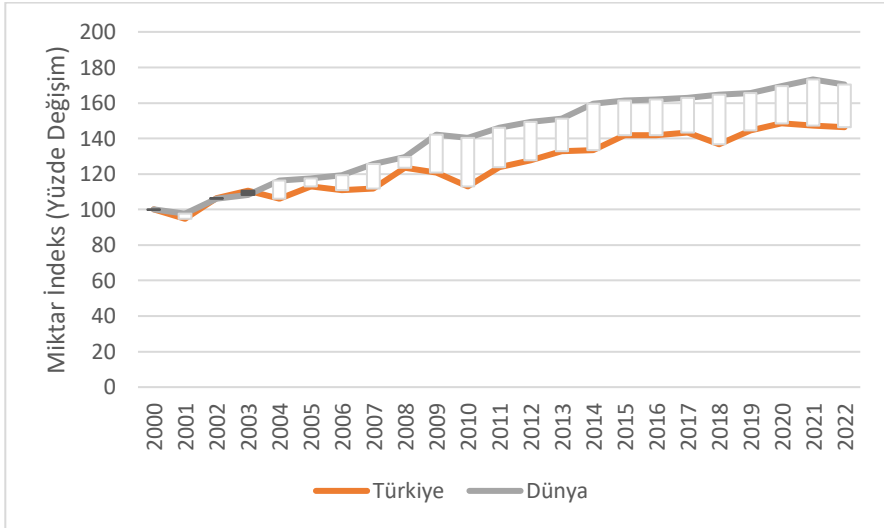
Tablo 2. Dünyada ve Türkiye’de domates üretim miktarı (2000-2019)

Yıl	Türkiye		Dünya		Türkiye'nin payı (%)
	Miktar (ton)	Değişim (2000=100)	Miktar (ton)	Değişim (2000=100)	
2000	8.890.000	100,00	109.259.803	100,00	8,14
2001	8.425.000	94,77	106.715.011	97,67	7,89
2002	9.450.000	106,30	115.761.508	105,95	8,16
2003	9.820.000	110,46	118.226.125	108,21	8,31
2004	9.440.000	106,19	127.031.831	116,27	7,43
2005	10.050.000	113,05	128.363.207	117,48	7,83
2006	9.854.877	110,85	130.451.881	119,40	7,55
2007	9.936.552	111,77	137.132.659	125,51	7,25
2008	10.985.355	123,57	141.620.962	129,62	7,76
2009	10.745.572	120,87	155.256.112	142,10	6,92
2010	10.052.000	113,07	153.288.660	140,30	6,56
2011	11.003.433	123,77	159.469.104	145,95	6,90
2012	11.350.000	127,67	163.164.539	149,34	6,96
2013	11.820.000	132,96	165.224.953	151,22	7,15
2014	11.850.000	133,30	174.454.041	159,67	6,79
2015	12.615.000	141,90	176.467.071	161,51	7,15
2016	12.600.000	141,73	176.857.813	161,87	7,12
2017	12.750.000	143,42	177.816.529	162,75	7,17
2018	12.150.000	136,67	179.897.928	164,65	6,75
2019	12.841.990	144,45	180.766.329	165,45	7,10
2020	13.204.015	148,53	185.234.813	169,54	7,13
2021	13.095.258	147,30	189.281.485	173,24	6,92
2022	13.000.000	146,23	186.107.972	170,34	6,99

Kaynak: FAO, 2024

Dünyada domates üretim miktarı 2000 yılında yaklaşık 109,3 milyon ton, 2022 yılında ise 186,1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 23 yıllık üretim periyodunda domates üretiminin en fazla olduğu yıl 2021 yılıdır. 2021 yılında domates üretimi 189,3 milyon ton olarak gerçekleştirilmiştir. 2021 yılında dünyada domates üretimi 2000 yılına göre %73,2, 2022 yılında %70,3 oranında artmıştır. Dünya üretiminde de son yıl (2022) bir önceki yıla göre %2,9 oranında (3.173.513 ton) bir azalış olduğu görülmektedir.

Türkiye dünya domates üretiminde 2000 yılında %8,1 oranında pay alırken, 2022 yılında bu pay %7'ye gerilemiştir. Türkiye'nin dünya domates üretiminde en önemli paya sahip olduğu yılların 2002 ve 2003 yılları olduğu görülmektedir.



Grafik 2. 2000-2022 Yılları Arasında Dünya ve Türkiye’de Domates Üretim Miktarındaki Değişim (2000=100 indeks değerleri üzerinden yüzde değişim)

Grafik 2, 2000-2022 yılları arasında Dünyada ve Türkiye’de domates üretim miktarındaki değişimi ortaya koymaktadır. Dünya domates üretiminde artış gözlemlenirken, Türkiye domates üretimi de artmış, fakat dünya domates üretimindeki değişim Türkiye’deki değişimden fazla olmuştur. Bu nedenle dünya domates üretiminde Türkiye’nin aldığı pay düşmüştür.

Tablo 3’te Dünyada ve Türkiye’de 2000-2022 yılları arasında domates verimini ortaya koyan veriler yer almaktadır. Türkiye’de domates verimi 2000 yılında hektar başına 42.656,3 kilogram (yaklaşık 43 ton) iken, 2022 yılında

81.905,8 kilogramdır. 23 yıllık (2000-2022) süreçte Türkiye domates üretiminde en fazla verime 2022 yılında ulaşılmış, verim yaklaşık iki katına çıkmıştır. Veriler Türkiye ve dünya için verim artışının domates üretim miktarındaki artışı önemli ölçüde telafi karşıladığını ortaya koymaktadır. Türkiye'deki verim artışının dünya verim artışı üzerinde olduğu görülmektedir. Tarım teknolojilerini sınırlı düzeyde kullanan tarımsal üretimde çok gelişmemiş ülkelerin dünya ortalamasını düşürdüğü tahmin edilmektedir.

Tablo 3. Dünya'da ve Türkiye'de domates verimi (2000-2022)

Yıl	Türkiye (kg/ha)	Dünya (kg/ha)	Fark (kg/ha)
2000	42.656,30	28.471,70	14.184,60
2001	41.611,50	28.061,40	13.550,10
2002	44.865,40	29.484,10	15.381,30
2003	46.476,40	29.624,60	16.851,80
2004	46.073,70	30.598,90	15.474,80
2005	49.971,20	30.778,20	19.193,00
2006	50.821,90	31.405,30	19.416,60
2007	54.140,40	32.479,20	21.661,20
2008	56.276,00	33.542,30	22.733,70
2009	57.479,60	35.141,30	22.338,30
2010	56.117,20	34.605,80	21.511,40
2011	60.786,40	34.803,80	25.982,60
2012	59.988,80	33.971,50	26.017,30
2013	62.499,30	34.079,50	28.419,80
2014	64.743,80	35.507,10	29.236,70
2015	65.169,50	36.586,00	28.583,50
2016	66.536,10	36.463,70	30.072,40
2017	68.034,10	36.465,70	31.568,40
2018	69.374,30	36.527,90	32.846,40
2019	70.759,40	35.933,70	34.825,70
2020	75.695,00	37.308,50	38.386,50
2021	79.267,20	37.506,80	41.760,40
2022	81.905,80	37.844,20	44.061,60

Kaynak: FAOSTAT, 2024

Tablo 4, Türkiye, Tokat ve Tokat ili Merkez ilçede domates üretim alanlarını 2014-2023 yılları itibariyle göstermektedir. 10 yıllık değişimi ortaya koyan veriler, 2014 yılında 1.830.290 dekar olan domates üretim alanının 167.056 dekar azalarak 2023 yılında 1.663.234 dekara gerilediğini göstermektedir. Tokat ili domates üretimi alanı 2014 yılında 75.247 dekar iken, 56.506 dekar azalarak 2023 yılında 18.741 dekara düşmüştür. Tokat ili Merkez ilçede ise 2014 yılında 13.175 dekar olan domates üretim alanı, on yıllık süreçte 8.865 dekar azalarak 2023 yılında 4.310 dekar alanda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. Dünya’da ve Türkiye’de domates verimi (2000-2019)

Yıl	Türkiye (kg/ha)	Dünya (kg/ha)	Fark (kg/ha)
2000	42.656,30	28.471,70	14.184,60
2001	41.611,50	28.061,40	13.550,10
2002	44.865,40	29.484,10	15.381,30
2003	46.476,40	29.624,60	16.851,80
2004	46.073,70	30.598,90	15.474,80
2005	49.971,20	30.778,20	19.193,00
2006	50.821,90	31.405,30	19.416,60
2007	54.140,40	32.479,20	21.661,20
2008	56.276,00	33.542,30	22.733,70
2009	57.479,60	35.141,30	22.338,30
2010	56.117,20	34.605,80	21.511,40
2011	60.786,40	34.803,80	25.982,60
2012	59.988,80	33.971,50	26.017,30
2013	62.499,30	34.079,50	28.419,80
2014	64.743,80	35.507,10	29.236,70
2015	65.169,50	36.586,00	28.583,50
2016	66.536,10	36.463,70	30.072,40
2017	68.034,10	36.465,70	31.568,40
2018	69.374,30	36.527,90	32.846,40
2019	70.759,40	35.933,70	34.825,70
2020	75.695,00	37.308,50	38.386,50
2021	79.267,20	37.506,80	41.760,40
2022	81.905,80	37.844,20	44.061,60

Kaynak: FAOSTAT, 2024

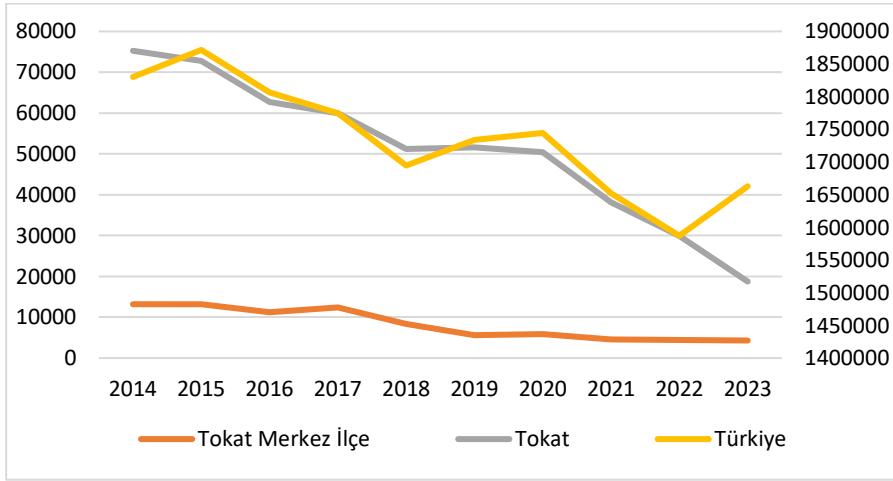
Dünya domates verimi 2000 yılında hektar başına ortalama 28.471,7 kilogram, 2022 yılında ortalama 37.844,2 kilogramdır. Dünya domates üretiminde de en yüksek verime Türkiye’de olduğu gibi 2022 yılında ulaşılmıştır. Türkiye ve dünyada hektar başına ortalama verim farkları yıllar itibari ile hesaplanmıştır (Tablo 3). 2000 yılında 14.184.6 kilogram olan Türkiye ve dünya hektar başına verim farkı, 2022 yılında 44.061,60 kilograma çıkmıştır.

Tablo 5 Türkiye, Tokat ve Tokat ili Merkez ilçede domates üretim alanlarını 2014-2023 yılları itibariyle göstermektedir. 10 yıllık değişimi ortaya koyan veriler, 2014 yılında 1.830.290 dekar olan domates üretim alanının 167.056 dekar azalarak 2023 yılında 1.663.234 dekara gerilediğini göstermektedir. Tokat ili domates üretimi alanı 2014 yılında 75.247 dekar iken, 56.506 dekar azalarak 2023 yılında 18.741 dekara düşmüştür. Tokat ili Merkez ilçede yer alan domates üretim alanı 2014 yılında 13.175 dekar olarak kaydedilmişken, 8.865 dekar azalarak 2023 yılında 4.310 dekar alanda domates üretimi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5. Türkiye ve Tokat İlinde domates üretim alanı (2014-2023)

Yıl	Domates üretim alanı (da)		
	Türkiye	Tokat	Tokat Merkez ilçe
2014	1.830.290	75.247	13.175
2015	1.871.637	72.730	13.187
2016	1.806.873	62.658	11.238
2017	1.774.741	59.969	12.410
2018	1.694.837	51.220	8.315
2019	1.814.880	51.660	5.615
2020	1.744.372	50.408	5.815
2021	1.652.035	38.118	4.615
2022	1.587.191	29.971	4.465
2023	1.663.234	18.741	4.310

Kaynak: TÜİK, 2024



Grafik 3. On Yıllık (2014-2023) Dönemde Türkiye ve Tokat İlinde Domates Üretim Alanlarındaki Değişim

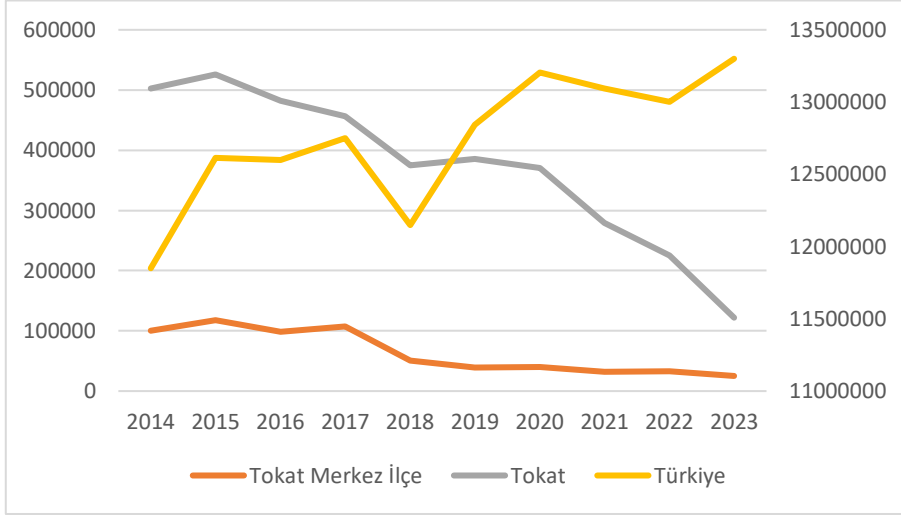
Tablo 6’da, Türkiye, Tokat ve Tokat ili Merkez ilçeye ilişkin 10 yıllık (2014-2023) domates üretim verileri yansıtılmaktadır. 10 Yıllık süreçte Türkiye domates üretim miktarında %12.2 oranında artış, Tokat’ta %44.8 oranında azalış ve Tokat ili Merkez ilçede de yine %75 oranında azalış olmuştur. Türkiye’de 2020 ile 2022 yılları arasında düşüş yaşanmıştır. Ancak Türkiye’deki üretim azalışı Tokat iline oranla çok daha azdır. Tokat ili domates üretiminde istikrarlı ve belirgin bir düşüş olduğu gözlenmektedir. Tokat İli domates üretimi 2022 yılında 2020 yılına göre %39,3 oranında azalmıştır. Tokat İli Merkez ilçede ise domates üretimi 2022 yılında 2020 yılına göre %16,7 oranında azalmıştır.

Tablo 6. Türkiye ve Tokat İlinde domates üretim miktarı (2014-2023)

Yıl	Domates üretim miktarı (ton)		
	Türkiye	Tokat	Tokat Merkez ilçe
2014	11.850.000	502.242	100.477
2015	12.615.000	525.918	117.770
2016	12.600.000	481.843	98.764
2017	12.750.000	456.378	106.958
2018	12.150.000	374.573	50.822
2019	12.841.990	385.702	38.900
2020	13.204.015	370.503	39.920
2021	13.095.258	279.085	32.475
2022	13.000.000	224.984	33.243
2023	13.300.000	121.917	25.125

Kaynak: TÜİK, 2024

Grafik 4 Türkiye, Tokat ve Tokat Merkez ilçe için değişimleri şekilsel olarak ortaya koymaktadır. Grafikte Türkiye'nin domates üretim miktarının bazı yıllarda düşüşler olsa da başlangıç yılına göre arttığını, Tokat İli Merkez ilçede azaldığını, Tokat İli için düşüşün daha belirgin olduğunu görsel olarak ortaya koymaktadır.



Grafik 4. On Yıllık (2014-2023) Dönemde Türkiye ve Tokat İlinde Domates Üretim Miktarındaki Değişim

Bu araştırmada, Tokat İli Merkez ilçe bazında üreticilerin domates üretimini sürdürme eğiliminin ve domates üretimindeki azalışın nedenlerinin üretici açıklamalar temelinde irdelenmesi, konunun iklim değişikliği etkileri boyutu dikkate alınarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla üreticilerle yüz yüze görüşülerek anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın ana materyalini Tokat İli Merkez ilçeye bağlı köylerde domates üreticiliği yapan üreticilerle yüz yüze görüşmeler yoluyla gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilen veriler oluşturmaktadır. Çalışmada ayrıca konuyla ilgili istatistik veriler, ilgili yerel kurum kayıtları ve daha önce yapılmış çalışmalarda ulaşılan sonuçlardan da ikincil nitelikli veriler olarak yararlanılmıştır.

Tokat İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarına göre araştırmanın saha çalışmasının yapıldığı dönemde Tokat ili Merkez ilçeye bağlı köylerde 1.181 işletme domates üretimi yapmaktadır. Merkez ilçeye beğli köyler arasında domates üretiminde öne çıkmış köyler belirlenmiş, bu köylerde toplam kayıtlı üretici sayısı 634 olarak tespit edilmiştir. Belirlenen bu ana popülasyonun %10'u ile çalışılması uygun bulunmuş, bu şekilde araştırma kapsamında görülecek domates üretici sayısı 63 olarak belirlenmiştir. Üreticilerle yapılan görüşmeler yoluyla derlenen anket çalışması verileri frekans ve yüzde dağılım hesaplamaları, ortalama, maksimum ve minimum değerler yoluyla değerlendirilmiştir. İstatistiki verilerin değerlendirilmesinde, 2000 yılı baz alınarak yapılan basit indeks hesaplamaları kullanılmıştır. Bazı parasal değerler için Merkez Bankası Döviz Kuru verileri yoluyla Türk Lirası değerleri Euro değerine dönüştürülmüştür.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Üreticilerin sosyo-demografik özellikleri

Ankete verilerine dayanan bölgesel araştırmalarda hedef kitlenin demografik özelliklerinin bazı temel ölçütlerle tanımlanması önemlidir. Bu araştırmanın konusunu oluşturan domates üreticilerinin demografik yapısı temel olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmaya katılan üreticilerin tamamı erkektir. İşletmecilerin yaş ortalamaları 48'dir ve yaş gruplarında %37 ile 55 ve üstü işletme sahipleri en yüksek oranı almaktadır. En düşük oranı alan yaş aralığı %5 ile 20-29 yaş arasındaki işletmecilerdir. İşletmecilerin büyük bir çoğunluğu %49 ile ilköğretim mezunudur. Lise mezunları %22 ile ikinci, ortaokul-ilköğretim mezunları %21 ile üçüncü sırayı almaktadır. Halen düşük bir oranda da olsa okuryazar olmayan (%3,2) ve okuryazarlığı olmakla birlikte herhangi bir eğitim kademesini tamamlamamış olan üreticiler (%3,2) bulunmaktadır. Lise üzeri eğitime sahip üretici oranı (%1,6) ise oldukça düşüktür. Görüşülen işletmecilerin aileleri ortalaması 5,4 kişiden oluşmaktadır. Ailelerin yarısından fazlası (%58,7) en fazla beş ya da daha az sayıda bireyden oluşmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. Üreticilerin bazı sosyo-demografik özellikleri

Kriterler		Frekans	Oran (%)
Yaş aralıkları	20-29	3	4,8
	30-39	11	17,4
	40-49	16	25,4
	50-54	10	15,9
	55+	23	36,5
Eğitim düzeyi	Okuryazar değil	2	3,2
	Okuryazar	2	3,2
	İlkokul	31	49,2
	Ortaokul	13	20,6
	Lise	14	22,2
	Lisans	1	1,6
Ailede yaşayan fert sayısı	2-5	37	58,7
	6-8	24	38,1
	9 ve üzeri	2	3,2
Gelir kaynakları*	Tarım	63	100
	Emekli maaşı	21	33,3
Ailenin yıllık geliri (₺)	26.000 -50.000	3	4,8
	51.000-120.000	20	31,7
	121.000 - 250.000	27	42,9
	251.000 ve daha yüksek	13	20,6
TOPLAM		63	100,0

*Birden fazla seçenikle cevap verildiği için toplam, katılımcı sayısını (63) ve yüzde dağılım yüzü aşmaktadır.

Üreticilerin tamamı tarımdan gelir elde etmektedir ve yaklaşık üçte ikisinin (%63,5) tek gelir kaynağı tarımdır. Yıllık ortalama gelirin 182.794 ₺ olduğu belirlenmiştir. Anket çalışmasının yapıldığı dönem (Ocak 2023) için üreticilerin yıllık ortalama geliri Merkez Bankası döviz kurları üzerinden 8076,3 € olarak hesaplanmıştır. Üreticilerin gelirleri aylık bazda 15.232,33 ₺ olmaktadır. Aynı dönem için Asgari Ücret Tespit Komisyonu tarafından asgari ücret 10.008 ₺/ay olarak belirlenmiştir (Resmi Gazete, 2022). Buna göre, araştırma bölgesinde domates üreticisi işletmelerin aylık ortalama geliri, asgari ücretin 1,5 katı kadardır. İşletmeler arasında en düşük yıllık gelir 25.000 ₺, en yüksek yıllık gelir ise 816.000 ₺'dir. Asgari ücret düzeyinin altında geliri olan üreticilerin oranı % 36,5 olarak belirlenmiştir (Tablo 7).

3.2. Üreticilerin Tarım İşletmeciliğine İlişkin Bazı Bulgular

Ankete katılan işletme sahiplerinin ortalama çiftçilik deneyimleri 30,8 yıl olarak tespit edilmiştir. İşletmecilerin %85,7 gibi bir bölümünün 20 yıldan fazla çiftçilik deneyimi olduğu görülmektedir (Tablo 8).

Çalışma alanine dahil olan üretici kitlesi için tespit edilen ortalama işletme büyüklüğü 28,6 da'dır. Oransal olarak çoğunluk 10-50 dekar arasında yer almaktadır (Tablo 8).

Aile gelirine ilişkin veriler, tarımın en önemli gelir kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır. İşletmelerin tamamı bitkisel üretim yapmaktadır ve domates pazara yönelik olarak yetiştirilen önemli bir üründür. Hayvancılık ise işletmelerin yarıdan fazlasının (%55,6) tercih etmediği bir faaliyet alanıdır. Bitkisel üretimin yanında hayvancılığa da yer veren işletmeler (%44,4) daha çok büyükbaş hayvancılık yapmaktadır (Tablo 8).

Tablo 8. Tarım işletmeciliğine ilişkin bazı bulgular

	Frekans	Oran (%)	
Çiftçilik deneyimi	0-9	1	1,6
	10-19	8	12,7
	20-29	13	20,6
	30-39	24	38,1
	40 ve daha fazla	17	27,0
İşletme Arazisi Büyüklüğü (da)	10 da altında	8	12,7
	10-25 da	30	47,6
	26-50 da	20	31,8
	51 da ve üzeri	5	7,9
Hayvancılık Faaliyetleri*	Hay. faaliyeti yok	35	55,6
	Süt sığırcılığı	12	19,0
	Besi sığırcılığı	11	17,5
	Koyun yetiştiriciliği	5	7,9
Tarımdan elde edilen gelir (₺)	20.000 -50.000	6	9,5
	51.000 - 100.000	16	25,4
	101.000 - 200.000	26	41,3
	201.000 ve daha yüksek	15	23,8
TOPLAM	63	100,0	

*Birden fazla seçenekle cevap verildiği için toplam, katılımcı sayısını (63) ve yüzde dağılım yüzü aşmaktadır.

Araştırma alanındaki domates üreticilerinin ortalama işletme büyüklükleri 28,7 da'dır. İşletme büyüklüğü 4 da ile 200 da arasında değişmektedir. İşletmelerin büyük çoğunluğunun (%92,1) işletme büyüklüğü 50 dekarın, %12,7'sinin de 10 dekarın altındadır (Tablo 8).

Tarımdan elde edilen yıllık gelir 20.000 ₺ ile 750.000 ₺ arasında değişmektedir ve ortalama olarak 160.794 ₺'dir. En yüksek oran %41,3 ile tarımdan yılda 100.000₺ ile 200.000₺ arasında gelir elde eden üreticilerin oluşturduğu gruba aittir. Tarımdan elde edilen gelir toplam gelirin ortalama olarak %89'unu oluşturmaktadır. Tarımsal gelir oranı %23 ile %100 arasında değişmektedir. İşletmelerin üçte ikisi (%66,7) gelirlerinin tamamını tarımdan sağlamaktadır (Tablo 8).

3.3. Domates Üreticiliğine İlişkin Bilgiler

Üreticilerin domates üretim deneyimi ortalama 20,6 yıldır. Domates üretim deneyiminin çiftçilik deneyiminden 10 yıl daha az olduğu görülmektedir. Buna karşın üreticilerin çoğunluğunun (%77,1) domates üretiminde on yıldan fazla deneyimi bulunmaktadır (Tablo 9).

Domates üretilen alan toplam işletme arazisinin ortalama olarak %58,9'unu oluşturmaktadır. Bu oran işletmeler arasında %5 ile %100 arasında değişmektedir. İşletmelerin %54,0'ü işletme arazisinin yarısından fazlasını, %36,5'i tamamını domates üretimi için kullanmaktadır. Üretim deseni içerisinde domatese %10'dan daha az pay ayıran işletmelerin oranı (%3,2) oldukça düşüktür. Domates üretimi yapılan alan ortalama 15,3, minimum 2, maksimum 85 dekadır. İşletmelerin %76,2'si en fazla 20 da alanda domates üretimi yapmaktadır (Tablo 9).

Tablo 9. Domates üretimine ilişkin bazı bulgular

		Frekans	Yüzde %
Domates yetiştiriciliği deneyimi (yıl)	5 ve daha az	1	1,6
	6-10	9	14,3
	11-20	30	40,6
	21-30	18	28,6
	31-40	5	7,9
Domates üretim alanı (da)	10 da altında	29	46,0
	10 - 20	19	30,2
	21 - 30	7	11,2
	31 – 50	6	9,5
	51 – 85	2	3,2
Domates üretiminden elde edilen gelir (₺/yıl)	10.000 – 25.000	13	20,6
	26.000-50.000	15	23,8
	51.000-100.000	18	28,6
	100.000'den fazla	17	27,0
TOPLAM		63	100,0

Domates üreticiliğinden elde edilen gelir 10.000₺ ile 500.000₺ arasında değişmektedir ve bir işletme için yıllık ortalama olarak 92.143₺'dir. Üreticilerin toplam gelirlerinde domates üretimi gelirinin oranı ortalama %53 olarak belirlenmiştir. Bu oran %4 ile %100 arasında değişmektedir. Gelirinin tamamını domates üretiminden sağlayan işletme oranı %25,4, en az yarısını domatesten elde edenlerin oranı ise %49,2'dir (Tablo 9).

3.4. Domates Üretimine İlişkin Kararları

Üreticilerin domates üretimi konusunda düşünceleri ve buna bağlı olarak sonraki yıllara ilişkin kararları, bu ürünün üretim devamlılığıyla ilgili öngörülere katkı sağlayabilir.

Üreticilerin önceden gelen domates üretim süreci ve sonrası ile ilgili eğilimlerini tanımlamak üzere aşağıdaki ifadeler verilmiş ve kendilerine uygun olanı seçmeleri istenmiştir:

1. *Domates her zaman üreteceğim bir üründür, üretmemeyi hiç düşünmedim.*
2. *Üretip üretmemeyi zaman zaman düşünsem de hemen her yıl domates üretirim.*
3. *Domates genellikle üretmeyi düşündüğüm bir üründür, çok nadir üretmeme kararı alıyorum*
4. *Bazı yıllar domates üretmiyorum.*
5. *Sık sık domates üretiminden çekilip, başka ürünler üretiyorum.*
6. *Her yıl domates üretip üretmeme kararımı piyasa durumuna göre gözden geçirip ona göre karar veriyorum.*
7. *Şimdiye kadar her zaman domates ürettim, ama son yıllarda vazgeçme eğilimindeyim.*

Bunların dışında bie ifadeler kendilerini tanımlayabilecekleri konusunda esneklik de sağlanmıştır. Üreticilerin %90'ı “Şimdiye kadar her zaman domates ürettim, son yıllarda vazgeçme eğilimindeyim” ifadesini tercih etmişlerdir. Önemli çoğunluğu alan bu cevabın dışında, “Üretip üretmemeyi zaman zaman düşünsem de hemen her yıl domates üretirim” %6, “Domates her zaman üreteceğim bir üründür, üretmemeyi hiç düşünmedim” %2 olmak üzere toplam domates üretiminde kararlı olan %8'lik bir üretici grubu vardır. Yine üreticilerin %2'si de “Sık sık domates üretiminden çekilip,

başka ürünler üretiyorum.” cümlesinin domates üretim tercihi konusunda kendilerini ifade ettiğini belirtmişlerdir.

Sonraki yıllarda domates üretim kararlarını daha netleştirmek amacıyla, miktar detayı ile bu konudaki planları sorulmuştur. Hiç üretmeyeceğini belirten üreticilerin oranı %84,1, azaltarak üretmeyi tercih edecek olanlar %9,5’dir. Üretmeye devam etmekte kararlı olanlar ve arttırarak üreteceğini belirtenler toplam %4,8 ile oldukça düşük orandadır (Tablo 10).

Tablo 10. Üreticilerin gelecek yıllarda domates üretim kararı

Domates üretim kararı;	Frekans	Oran (%)
Hiç üretmemek	53	84,1
Azaltarak üretmek	6	9,5
Aynı miktarda üretmek	1	1,6
Arttırarak üretmek	2	3,2
Kararsız	1	1,6
Toplam	63	100

Domates üretiminden vazgeçme eğiliminde olan üreticilere bunun nedenleri sorulmuştur. Vazgeçme eğilimindeki üreticilerin tamamı pazarlama sorunlarını ve hastalık - zararlımücadelesinin giderek zor hale gelmesini bu eğilimlerinin nedeni olarak göstermişlerdir. Domates veriminin istikrarsız ve düşme eğiliminde olması, daha avantajlı alternatif ürüne yönelme ve domates gelirinin iyi gelir sağlamaması, %98 oranında öne sürülen nedenlerdir (Tablo 11). Domates üretiminden vazgeçme eğiliminde olan üreticilerin hemen hemen tamamının aynı nedenlerle bu karara yöneldikleri görülmektedir. Üreticiler verim düşüklüğünü ve zararlı artışını doğrudan iklim değişikliğine bağlamamakla birlikte, son yıllarda çok yüksek girdi ve özellikle kimyasal kullanımı sonucu ortaya çıkan olumsuz ekolojik değişimlerden dolayı, domateste tarımsal mücadelenin çok zorlaştırdığından ve kimi üretim dönemlerinde hastalık ve zararlılar nedeniyle hiç ürün alamadıklarından söz etmektedirler.

Tablo 11. Üreticilerin domates üretiminden vazgeçme eğiliminin nedenleri

Domates üretiminden vazgeçme eğiliminin nedenleri;	Frekans	Oran (%)
Hastalık ve zararlılarla mücadelenin zorlaşması	59	100,0
Pazarlama sorunları	59	100,0
Domates veriminin istikrarsız olması ve düşme eğilimi	58	98,0
Daha avantajlı alternative ürün seçimi	58	98,0
Domatesin iyi gelir sağlamaması	58	98,0
Toplam	*	*

*Birden fazla seçenikle cevap verildiği için toplam, katılımcı sayısını (59) ve yüzde dağılım yüzü aşmaktadır.

Litskas ve arkadaşları (2019) 2050 yılı için sulama tesisleriyle donatılmış alanların domates akar zararlısı iki noktalı örümcek akarı (*Tetranychus urticae*) ve onun başlıca avcısı *Phytoseiulus persimilis* için uygunluğunu modellemişlerdir. Çalışmada, 2050 yılına kadar 1,6 °C'lik bir ısınma altında sulama tesisiyle donatılmış alanların domates üretimi için uygunluğu, Paris anlaşması hedefleri dahilinde değerlendirmişlerdir. Araştırma tahminleri, iklim koşullarının dünyanın en çok domates üreten 29 ülkesinden yedisinde sulama tesisi bulunan alanların %30 ila %100'ünün domates üretimi için uygunsuz hale geleceğini ortaya koymaktadır. Model tahminleri doğrultusunda, iki benekli örümcek akarı salgın potansiyelinin Avrupa, Afrika ve Asya'daki dokuz ülkede önemli ölçüde artacağı, küresel ölçekte biyolojik kontrol başarısızlıklarının meydana geleceği ileri sürülmektedir. Çalışmada domates yetiştiren çiftçilerin iklim değişikliğinin öne çıkaracağı zararlıların salgın potansiyelindeki artışa ve biyolojik kontrolün bozulmasına uyum sağlamaları gerektiği belirtilmektedir.

Gno-Solim Ela (2023) araştırmalarında iklim değişikliğinin Uganda'da araştırma kapsamına alınan Kampala, Namutumba ve Mbale ilçelerinin her birinde domates istilacı böcek zararlılarının çoğalmasını ve oluşumunu farklı şekilde etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Tokat Erbaa Ovasında yapılan bir araştırmada, üreticilerin büyük kısmı (%94) kuraklık yaşadığını, özellikle 2020 yılında bu durumun daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Son 5 yılda kuraklık yaşandı diyen çiftçilere, “ürün kaybı oldu mu” sorusu sorulmuş, %85'i “evet” cevabı vermiştir. Bu çiftçilere en fazla hangi ürünlerde kayıp yaşandığı sorulduğunda, %15 oranında domates cevabı verilmiştir (Bolat ve Bakırcı, 2022). Hazra ve arkadaşları

(2022) çalışmalarında,yüksek sıcaklık stresinin neden olduğu zayıf domates meyve tutumunun, tropikal ve subtropikal domates yetiştirme alanlarında söz konusu olan düşük verimin başlıca nedeni olduğunu belirtmektedirler. Bir başka çalışmada, araştırma kapsamında görüşülen domates üreticilerinin çoğunluğunun, iklimsel değişkenlerin domates verimliliği üzerindeki etkilerini hafifletmek için domatesten diğer ürünlere çeşitlendirme yapmayı tercih ettiklerini ortaya koyulmuştur (Guodaar et al., 2020). Deuter (2008), iklim değişkenliğinin sebze üretimi üzerindeki olumsuz etkileri arasında, yüksek oranda zararlı ve hastalık görülmesi, üretim kaybına neden olan yetersiz su temini ve üst toprağı etkileyen sel gibi aşırı iklim olaylarını sıralamaktadır. Buna karşın bir çalışmada da iklim değişikliğine karşı uygulananstrajilerin de verim düşüklüğü ve zararlı artışına neden olabileceği öne sürülmektedir (Guodaar et al., 2020).

Tokat İli Merkez İlçede domates üreticileri ile yapılan bir başka araştırmada 76 üretici ile görüşülmüş, üreticilerin %49'unun domates üretiminden vazgeçtiği belirlenmiştir. Domates üreticileri için en önemli sorunlar, hastalık, ürün kaybı ve Pazar fiyatının düşüklüğü olarak belirlenmiştir (Yüzbaşıoğlu ve Tosun, 2021). Tokat İli istatistiki verileri de domates üretimindeki azalmayı ortaya koymaktadır.

Üreticilerin gelecek dönem domates üretim planları konusundaki açıklamaları, bir önceki üretim dönemindeki üretim tercihleriyle birlikte değerlendirilmek istenmiş, önceki dönem üretim miktarlarının daha önceki yıllara göre nasıl olduğu sorulmuştur. Önceki üretim döneminde daha önceki yıla göre domates üretimlerini azalttığını belirten üreticilerin oranı %90,5'dir. Üreticilerin %8'i aynı miktarda, %2'si önceki yıldan daha fazla domates üretmişlerdir (Tablo 12). Üretimini azaltan üreticilerin oranı büyük çoğunluğu oluşturmaktadır.

Tablo 12. Üreticilerin Önceki Üretim Döneminde Daha Önceki Yıla Göre Domates Üretim Alanı

<i>Bir önceki yıl daha önceki yıla göre domates üretim alanı</i>	Frekans	Oran (%)
Önceki yıla aynı	5	7,9
Daha fazla	1	1,6
Daha az	57	90,5
Toplam	63	100,0

Buldukları bölgede domatesin verim ve kalite olarak avantajlı üretilebildiğini düşüncelerine karşın, domates üretiminde daha güçlü olunabilmesinin önünde bazı kısıtların olduğu da belirtilmektedir. Üreticilerin tamamı toprak yorgunluğunu, hastalık-zararlı mücadelesi ve pazarlama sorunlarını sınırlılıklar olarak dile getirmişlerdir. Sıcaklık ya da yağış düzeninin toprak üzerinde etkileri, bunların sıradışı şekillerde ortaya çıkışının neden olduğu sonuçlar, toprak ya da hastalık zararlı mücadelesi sorunları olarak kendini göstermektedir. Hastalık- zararlı tür ve popülasyonları ve toprak yapısı sorunlarının iklim değişikliği ile ilişkilerini ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Subedi ve ark., 2023; Caruso ve ark., 2022;Panno ve ark., 2021; Skendžić ve ark., 2021; Gullino ve ark., 2021; Turgut, 2021; Bajwa ark., 2020; Şimşek ve ark., 2010; Önen ve Özcan, 2010; Durak ve Ece, 2010).Şiddetli iklim olaylarının verdiği ürün kayıplarını önemli bir sınırlılık olarak gören üreticiler de bulunmakla birlikte (%4,8) oldukça düşük orandadır (Tablo 12). Buna karşın üreticilerin domates üretim süreci için dile getirdikleri sınırlılık, dezavantaj ya da sorunların, iklim değişikliği etkileriyle ilişkilendirildiğibir çok çalışma bulunmaktadır (Cammarano ve ark., 2022; Caruso ve ark., 2022; Bhandari ve ark., 2021; Dasgan ve ark., 2021; Cammarona ve ark., 2020; Ruiz-Nieves ve ark., 2021; Panno ve ark., 2021; Vijayakumar and Beena, 2020; Dub eve ark.,2020; Guodaar ve ark., 2019).

Görüşülen çiftçilerin çoğunluğu (%84,1), buldukları bölgede domates veriminin Türkiye'nin diğer bölgelerine göre çok yüksek olduğunu düşünmektedir. Verimin diğer bölgelerden düşük ya da çok düşük olduğunu düşünen üretici bulunmamaktadır. Üreticilerin neredeyse tamamı (%97,4) bölgelerindeki domatesin kalite özelliklerinin Türkiye geneline göre yüksek (%6,3) ve çok yüksek (%92,1) olduğunu düşünmektedirler (Tablo 13).

Tablo 13. Üreticilere göre Türkiye'nin diğer bölgeleriyle karşılaştırmalı olarak kendi bölgelerindeki domates üretimi

Üreticilere göre araştırma bölgesinde Türkiye geneline göre;		Frekans	Oran (%)
Domates verimliliği	Çok düşük ya da düşük	-	-
	Aynı-benzer	6	9,5
	Yüksek	4	6,3
	Çok yüksek	53	84,1
Ürün kalitesi	Çok düşük ya da düşük	-	-
	Aynı-benzer	1	1,6
	Yüksek	4	6,3
	Çok yüksek	58	92,1
Bölgede domates üretiminin daha iyi olmasını sınırlandıran nedenler	Toprak yorgunluğu	63	100,0
	Hastalık-zararlı	63	100,0
	Pazarlama sorunları	63	100,0
	İklimsel değişimler-olaylar	3	4,8
	Yetersiz girdi kullanımı	1	1,6
Toplam		63	100,0

Üreticilerden, sağladığı gelir açısından domates üretimini yetiştirebilecekleri diğer ürünlerle karşılaştırması istenmiştir. Bu şekilde vazgeçme eğiliminin ürün karlılığının ilişkisi sorgulanmaya çalışılmıştır. Domatesin sağladığı geliri çok düşük (%4,8) ya da düşük (%23,8) bulan üreticiler çoğunlukta olmamakla birlikte, dörtte birlik oranı aşmaktadırlar. Yaklaşık oranda (%27,0) bir bölümü domatesin diğer ürünlerle benzer bir getirisi olduğunu düşünmektedirler. %44,4 oranındaki üretici ise domatesin diğer ürünlere göre daha yüksek gelir sağladığı görüşündedirler (Tablo 14). Bu sonuca göre domates üretiminden vazgeçme eğiliminde olan bir üretici kesimi aynı zamanda bu ürünün yetiştirebileceği diğer ürünlere göre daha iyi gelir sağladığını düşünmektedir. Araştırma bölgesinde daha önce yapılmış bir çalışma da domatesin karlılık açısından bölgede yetiştirilen diğer ürünlere göre avantajlı olduğunu ortaya koymaktadır (Gündüz ve Esengün, 2007).

Tablo 14. Üreticilere göre diğer ürünlerle karşılaştırmalı olarak domates üretimi

<i>Üreticilerin bakış açısından domates üretimiyle ilgili bazı değerlendirme kriterleri</i>		Frekans	Oran (%)
Diğer ürünlerle karşılaştırmalı olarak domates geliri	Çok düşük	3	4,8
	Düşük	15	23,8
	Aynı-benzer	17	27,0
	Yüksek	28	44,4
	Çok yüksek	-	-
TOPLAM		63	100,0
Domates yerine tercih edilebilecek ürünler*	Mısır	59	93,7
	Ayçiçeği	50	79,4
	Pancar	20	31,7
	Fasulye	17	27,0
	Üzüm	12	19,4
Alternatif ürünlerin avantajları	İş gücü tasarrufu (üretimin daha kolay olması)	63	100,0
	Hastalık-zararlı mücadelesinin kolaylığı	63	100,0
TOPLAM		*	*

*Birden fazla seçenkle cevap verildiği için toplam, katılımcı sayısını (63) ve yüzde dağılım yüzü aşmaktadır.

Tokat ili Merkez ilçede domates üretimi yapan işletmeler için karar destek sistemi geliştirilmesi amacıyla Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılarak yapılan bir araştırmada, sırik domates ve yer domatesi alternatifleri, fiyat, verim, pazarlama, maliyet ve sürdürülebilirlik kriterleri açısından ele alınmıştır. Araştırmada Tokat ili domates üreticileri için, uygun üretim sisteminin %61'lik değerle sırik domates olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Dal ve Kızılaslan, 2013).

Üreticilerin büyük çoğunluğu (%93,7) domatesten vazgeçmeleri durumunda mısır üretimi yapabileceklerini belirtmişlerdir. Diğer alternatifler ayçiçeği, pancar, fasulye ve üzüm olmuştur (Tablo 14).

Trakya Bölgesi koşullarında damla sulama yönteminin ekonomik değerlendirmesi üzerine yapılan bir araştırmada, silajlık mısır, bağ ve domates bitkileri ele alınmıştır. Araştırma sonucunda Trakya Bölgesi için damla sulama yöntemi uygulaması koşullarında domates yetiştiriciliğinin ekonomik olarak çok elverişli bir yatırım olduğu ortaya konulmuştur (Atabey ve Erdem,

2016). Bu araştırma sonuçları Tarkya bölgesi için domatesin diğer ürünlere göre daha avantajlı olduğu yönündedir.

Üreticilerin domatese alternatif olarak düşündükleri ürünlerin avantajları sorulmuş, üreticilerin tamamı, daha az işgücü gerektirmesi ve hastalık-zararlı mücadelesinin daha kolay olması cevaplarında hemfikir olmuşlardır. Bu durumda domates üretiminin çok işgücü gerektirmesi, hastalık-zararlı mücadelesinin zor olması en önemli dezavantajı gibi görünmektedir.

Domatesin pazarlama sorunlarının da üreticiler için domates üretiminde caydırıcı bir neden olduğu katılımcılar tarafından ifade edilmektedir. Domatesin pazarlamasına ilişkin bazı bulgular Tablo 15'te yer almaktadır. Bulgulara göre üreticiler domatesi daha çok kendi üretim alanlarına gelen aracı-nakliyeciyeye (%49,2) ya da sebze meyve haline (%47,6) satmaktadır.

Tablo 15. Domatesin pazarlanmasına İlişkin bazı bulgular

		Frekans	Oran (%)
Domatesin pazarlandığı kişi ya da yer	Nakliyeciyeye ya da aracılara	31	49,2
	Meyve-sebze haline	30	47,6
	Doğrudan tüketiciye	7	11,1
TOPLAM		*	*
Domates satmayı en çok tercih ettiği kişi-yer	Nakliyeciyeye ya da aracılara	38	60,3
	Meyve sebze haline	25	39,7
Domates pazarlamada sözleşmeli tarım konusunda düşünceleri	Bilgisi yok	53	84,1
	Yapmayı düşünmem	4	6,3
	Yapmak istiyor, uygun değil	1	1,6
	Zaten yapıyor	1	1,6
TOPLAM		63	100,0

*Birden fazla seçenekle cevap verildiği için toplam, katılımcı sayısını (63) ve yüzde dağılım yüzü aşmaktadır.

Doğrudan tüketiciye satanların oranı (%11,1) düşüktür. Tercihleri ise %60,3 oranında bir çoğunlukla aracı-nakliyeciyeye olmuştur. Tarım ürünlerinin pazarlanması konusunda aracılara elemine edilerek üreticinin doğrudan tüketiciye satışı sıkça önerilen bir çözüm önerisi iken, bu çalışmada tüketici tercihlerinin bu yönde olmadığı görülmüştür. Sözleşmeli tarım ise bölgedeki

üreticilerin önemli çoğunluğu tarafından bilinmemekte (%84,1), bir bölümü (%6,3) tarafından da tercih edilmemektedir (Tablo 15).

Son olarak üreticilerden, Tokat ilinde domates üretiminin üretim alanı ve üretici sayısı açısından gelecek yıllarda nasıl değişeceği konusunda tahmin yapmaları istenmiştir. Üreticilerin çoğunluğu (%69,8) Tokat ilinde domates üretiminin tamamen biteceği düşüncesindedir. %22,2'si azalacağı yönünde tahmin yaparak daha iyimser bir yaklaşım göstermiştir. Domates üretim alanı ve üretici sayısının artacağı düşüncesinde olanlar (%4,8), gelecek yıllarda kendisi aynı ya da arttırarak üretim yapacağını belirtenlerin (bkz. Tablo 10) oranıyla aynıdır (Tablo 16). Üreticilerin gelecek yıllar için domates üretimi konusunda oldukça karamsar oldukları görülmektedir. Çeşitli çalışmalarda gelecek yıllarda küresel iklim değişikliğinin etkisine bağlı olarak domates üretiminin azalacağına ilişkin tahminler yer almaktadır (Cammarano ve ark., 2022; Hashikowa ve ark., 2021; Bhandari ve ark., 2021; Cammarano ve ark., 2020; Duve ve ark., 2020; Litskas ve ark., 2019).

Tablo 16. Üreticilerin Tokat ilinde domates üretiminin geleceğine ilişkin tahminleri

<i>Üreticilerin tahminlerine göre gelecek yıllarda domates üretici sayısı ve alanı</i>	Frekans	Oran (%)
Biter	44	69,8
Azalı	14	22,2
Artar	3	4,8
Aynı kalır	1	1,6
Fikri yok	1	1,6
Toplam	63	100,0

4. SONUÇ

Tokat İli Merkez İlçe köylerinde domates üretiminin sürdürülme eğilimi üzerine gerçekleştirilen bu araştırma, bölge üreticilerinin domates üretimini azaltma ya da vazgeçme eğiliminde olduklarını ortaya koymuştur.

Görüşülen üretici kitlesi, orta ve ileri yaş düzeyinde ağırlık kazanmış, ortalama olarak 31 yıllık çiftçilik deneyimine sahip, yaklaşık 21 yıldır domates üreten, yine ortalama olarak 29 dekar arazi üzerinde tarım, 15 dekar arazi üzerinde domates üretimi yapan üreticilerdir.

Araştırma sonucunda üreticilerin %90 gibi bir bölümünün son yıllarda domates üretiminden vazgeçme, %86 gibi önemli bir çoğunluğunun ise bir sonraki yıl domates üretmeme kararında olduğu belirlenmiştir. Geçen yıla göre bu yıl daha az domates ürettiğini ifade eden üreticilerin oranı yine %90 olarak tespit edilmiştir.

Domateste verim düşüklüğü, pazarlama sorunları, hastalık – zararlı mücadelesinin güçlüğü, domatesin iyi gelir sağlamaması, avantajlı alternatif ürünlerin bulunuşu, üreticilerin hemen hemen tamamı tarafından vazgeçme nedenleri olarak belirtilmiştir. Buna karşın, üreticilerin %92’si bölgede üretilen domatesin verim ve kalitesinin çok yüksek olduğunu da belirtmiştir.

Üreticilerin domates yerine alternatif olarak tercih edecekleri ürünlerin başında, mısır ve ayçiçeği gelmektedir. Üretici ifadelerine göre bu ürünlerin domatese göre en önemli avantajları, yetiştirme kolaylığı ve hastalık-zararlı mücadelesinin daha rahat olmasıdır.

Üreticilerin domates üretiminden vazgeçmelerine neden olan etkenlerin bir bölümünün iklim değişikliği etkileriyle ilişkili olduğu anlaşılmakta, yukarıda metin içerisinde atıf yapılan konuyla ilgili çok sayıda çalışma da bunu desteklemektedir. İklim değişikliği etkilerini doğrudan dile getiren üreticilerin çok sınırlı bir oranda kalması, yaşadıkları sorunların önemli bir bölümünün iklim değişikliğinin sonucu olarak ortaya çıktığının ya da arttığıının tam anlamıyla farkında olmadıklarına işaret etmektedir. Domates üretiminde hastalık-zararlı mücadelesinin giderek daha zor hale gelmesi, verimlilikte düşüş, toprak sorunları ve benzeri olumsuzlukların iklim olayları ile ilişkisi artık bilimektedir. Üreticilerin bir yandan domatesi kârlı ve bölgeyi domates verim ve kalitesi açısından avantajlı bulurken diğer yandan verim ve sağladığı gelir açısından dezavantajlı olarak değerlendirmeleri, şiddetli iklim olaylarından ve hastalık-zararlı istilasından dolayı bu üründe çok hızlı ve yüksek kayıplara uğramalarıyla ilişkilendirilebilir. Domates, Tokat ili için normal koşullarda yüksek verimli, uygun pazar koşullarında kârlı bir ürün olsa da, aynı zamanda iklim şartlarının uygun gitmediği, ani iklim olaylarının görüldüğü, hastalık-zararlı istilasının söz konusu olduğu durumda üretim kayıplarının çok yüksek olabildiği bir ürün olması nedeniyle, üreticileri devamlılık konusunda tedirgin edebilmektedir.

Domates üretimi için önemli bir potansiyele sahip olan Tokat ili köylerinde bu ürünün üretiminde sürekliliğin sağlanması önemlidir. Bu

nedenle üreticilerin diğer ürünlere kayma sebeplerinden yola çıkılarak sorunlara çözümler getirilmeye çalışılmalıdır. Domates üretiminde yetiştiriciliği ve pazarlamayı kolaylaştıracak çözümler geliştirilmelidir. Hastalık-zararlı mücadelesinde çok etkili ve güçlü destek sağlanması gerektiği açıktır. Ayrıca ani iklim olaylarının etkilerini hafifletebilecek yüksek teknolojili kapalı yetiştirme sistemlerinin bölgede tanıtılması, benimsetilmesi ve kurulumları konusunda bilgi ve maddi destek sağlanması önemlidir.

KAYNAKÇA

- Ahmad, F., Kusumiyati, K., Sundari S.R., Khan, M.R. and Shah, S.M.A. (2023). Factors Influencing The Dynamics of Tomato Crop: A Review. In Book: Food and Agriculture on Social, Economic, and Environmental Linkages, Ed.: R. S. Sundari and K. Bellitürk. Iksad Publications. ISBN: 978-625-6404-78-6.
- Anonim (2024). Tokat İli 2023 Yılı Tarım İstatistikleri. TC Tarım ve Orman Bakanlığı Tokat Tarım İl Müdürlüğü İstatistikleri. <https://tokat.tarimorman.gov.tr/Belgeler/%C4%B0STAT%C4%B0ST%C4%B0KLER/%C4%B0STAT%C4%B0ST%C4%B0KLER%202023.pdf>
- Atabey, B. ve Erdem,T. (2016). Trakya Bölgesi Koşullarında Damla Sulama Uygulamalarının Ekonomik Açından Değerlendirilmesi.
- Bajwa, A. A., Farooq, M., Al-Sadi, A. M., Nawaz, A., Jabran, K., and Siddique, K. H. (2020). Impact of climate change on biology and management of wheat pests. *Crop Protection*, 137, 105304.
- Bolat, Y., ve Bakırcı, M. (2022). Erbaa Ovasında (Tokat) Tarımsal Üreticilerin İklim Değişikliğine Yönelik Bilgi ve Algı Düzeylerinin Belirlenmesi. *Eastern Geographical Review*, 27(48), 37-48.
- Cammarano, D., Jamshidi, S., Hoogenboom, G., Ruane, A. C., Niyogi, D., and Ronga, D. (2022). Processing tomato production is expected to decrease by 2050 due to the projected increase in temperature. *Nature Food*, 3(6), 437-444.
- Cammarano, D., Ronga, D., Mola, I.D., Mori, M. and Parisi, M. (2020). Impact of climate change on water and nitrogen use efficiencies of processing tomato cultivated in Italy. Volume 241, 106336.
- Caruso, A. G., Bertacca, S., Parrella, G., Rizzo, R., Davino, S., & Panno, S. (2022). Tomato brown rugose fruit virus: A pathogen that is changing the tomato production worldwide. *Annals of Applied Biology*, 181(3), 258-274.
- Dal, B. ve Kızılaslan, H. (2013). Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Üretici Kararlarının Analizi (Tokat ili Domates Üreticileri Örneği). *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*(8), 29-39.

- Dasgan, H. Y., Dere, S., Akhoundnejad, Y., and Arpacı, B. B. (2021). Effects of High-Temperature Stress during Plant Cultivation on Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Fruit Nutrient Content. *Journal of Food Quality*, 2021(1), 7994417.
- Deuter, P. 2008. Defining the impacts of climate change on horticulture on Australia.
Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland, Australia.
- Dube, J., Ddamulira, G., & Maphosa, M. (2020). Tomato breeding in sub-Saharan Africa-Challenges and opportunities: A review. *African Crop Science Journal*, 28(1), 131-140.
- Durak, A. ve Ece, A. (2007). İklim Değişikliğinin Toprak Özelliklerine ve Sebze Tarımına Etkisi. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi – TİKDEK 2007, 11 - 13 Nisan, İTÜ, İstanbul.
- FAOSTAT (2024) . Crops and livestock products statistics. Data, Production, Crops and livestock products statistics.
<https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Hazra, P., Samsul, H. A., Sikder, D., & Peter, K. V. (2007). Breeding tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) resistant to high temperature stress. *International Journal of Plant Breeding*, 1(1), 31-40.
- Hoshikawa, K, Pham, D, Ezura, H, Schafleitner, R and Nakashima, K. (2021) Genetic and Molecular Mechanisms Conferring Heat Stress Tolerance in Tomato Plants. *Front. Plant Sci.* 12:786688. doi: 10.3389/fpls.2021.786688
- Gatahi, D.M. (2020). Challenges and Opportunities in Tomato Production Chain and Sustainable Standards. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, Vol. 7, No. 3; September 2020, pp 235-262. DOI: 10.22059/ijhst.2020.300818.361
- Gno-Solim Ela, N., Olago, D., Akinyi, A.D. ve Tonnang H.E.Z. (2023). Assessment of the effects of climate change on the occurrence of tomato invasive insect pests in Uganda. *Heliyon*, Volume 9, Issue 2, e13702
<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S2405-8440%2823%2900909-X>
- Gould, W. A. (1992). *Tomato production, processing and technology*. CTI Publications, ISBN Numbers 0-930027-18-3.

- [https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=cIVwAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Gould,+W.+A.+\(2013\).+Tomato+production,+processing+and+technology.+Elsevier.&ots=DrLMyp08xH&sig=BpsdAfp gOPCrkKGEbbWfOm4wxrA&redir_esc=y#v=onepage&q=2013&f=false](https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=cIVwAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Gould,+W.+A.+(2013).+Tomato+production,+processing+and+technology.+Elsevier.&ots=DrLMyp08xH&sig=BpsdAfp gOPCrkKGEbbWfOm4wxrA&redir_esc=y#v=onepage&q=2013&f=false)
- Gullino, M. L.; Albajes, R.; Al-Jboory, İ; Angelotti, F.; Chakraborty, S.; Garrett, K.A.; Hurley, B.P.; Juroszek, P.; Makkouk, K.; Pan, X. And Stephenson, T. (2021). Scientific review of the impact of climate change on plant pests. FAO and International Plant Protection Convention (IPPC), ISBN 978-92-5-134435-4. <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/149380/2/Full%20reportcb4769en.pdf>
- Guodaar, L., Asante, F., Eshun, G., Abass, K., Afriyie, K., Appiah, D.O., Razak, G., Atampugre, G., Addai, P. ve Kpenekuu, F. (2020) How do climate change adaptation strategies result in unintended maladaptive outcomes? Perspectives of tomato farmers, *International Journal of Vegetable Science*, 26:1, 15-31, DOI: 10.1080/19315260.2019.1573393
- Gündüz, O., and Esengün, K. (2007). Tokat İli merkez ilçede domates yetiştiren işletmelerin risk davranışına göre sosyo-ekonomik Analizi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2007(1), 51-62.
- Jacobsen, E., Daniel, M. K., Bergervoet-van Deelen, J. E. M., Huigen, D. J., & Ramanna, M. S. (1994). The first and second backcross progeny of the intergeneric fusion hybrids of potato and tomato after crossing with potato. *Theoretical and Applied Genetics*, 88, 181-186.
- Maureira, F., Rajagopalan, K. and Stöckle, C. O. (2022). Evaluating tomato production in open-field and high-tech greenhouse systems. *Journal of Cleaner Production*, 337, 130459.
- Önen, H., Özcan, S., 2010. İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Yabancı Ot Mücadelesi. Ed. Sayılı, M., İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri ve Alınabilecek Önlemler. T.C. Kayseri Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayın No: 2, Kayseri, s. 336-357
- Panno S, Davino S, Caruso AG, Bertacca S, Crnogorac A, Mandić A, Noris E, Matić S. (2021) A Review of the Most Common and Economically

- Important Diseases That Undermine the Cultivation of Tomato Crop in the Mediterranean Basin. *Agronomy*. 2021; 11(11):2188.
- Peralta, I. E., Knapp, S., & Spooner, D. M. (2005). New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: *Solanaceae*) from Northern Peru. *Systematic Botany*, 30(2), 424-434.
- Resmi Gazete (2022). 22.12.2022 tarih ve 2022/2 sayılı Asgari Ücret Tespit Komisyonu kararı. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/12/20221229-13.pdf>
- Ruiz-Nieves, J.M., Ayala-Garay, O.J., Serra, V., Dumont, D., Vercambre, G., G'enard, M. and Gautier, H. (2021). The effects of diurnal temperature rise on tomato fruit quality. Can the management of the greenhouse climate mitigate such effects? *Scientia Horticulturae* 278 (2021) 109836.
- Skendžić, S.; Zovko, M.; Živković, I.P.; Lešić, V.; Lemić, D. (2021). The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*. 12, 440.
- Subedi, B., Poudel, A., and Aryal, S. (2023). The impact of climate change on insect pest biology and ecology: Implications for pest management strategies, crop production, and food security. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100733.
- Şimşek, Z.; Kondur, Y. ve Şimşek, M. (2010). Küresel İklim Değişikliğinin Kabuk Böcekleri Üzerine Etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (2): 149-157, ISSN: 1308-3961, <https://www.nobel.gen.tr/>
- TC Merkez Bankası (2024). 31.01.2023 Günü Saat 15:30'da Belirlenen Gösterge Niteliğindeki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Kurları. https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/kurlar_tr.html
- TOB (2021). Tarım ürünleri piyasası domates. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomisi ve Tarımsal Politika Geliştirme Enstitüsü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Haziran%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Domates%2C%20Haziran->

2021%2C%20Tar%2C%20B1m%20%2C%20Cr%20%20BCnleri%20Piyasa
%20Raporu%20TEPGE.pdf.

Turgut, N. (2021). İklim Değişikliğinin Tarıma ve Bitki Korumaya Etkisi. İklim ve Sağlık Dergisi, 2021;1(2):89-96.

TÜİK (2024). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistikler, Tarım İstatistikleri.

<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>.

Vijayakumar, A. and Beena, A. (2020) Chemical Science Review and Letters, 9 (35), 665-681 ISSN 2278-6783 DOI:10.37273/chesci.

Yüzbaşıoğlu, R. ve Tosun, G. (2024). Production and Marketing Problems of Tomato Producers and Quit of Tomato Production: The Case of the Central District of Tokat Province. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 41(1), 17-24.

BÖLÜM IX
MODERN TARIMDA YAPRAKTAN GÜBRELEMENİN
POTANSİYELİ

Doç. Dr. Halil ERDEM¹

Dr. Cabir Çağrı GENÇE²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14482428>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Tokat, Türkiye. erdemh@hotmail.com, Orcid ID: 0000-0002-3296-1549.

² Aksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Aksaray, Türkiye. c.cagrinc@hotmail.com, Orcid ID: 0000-0001-9748-1303.

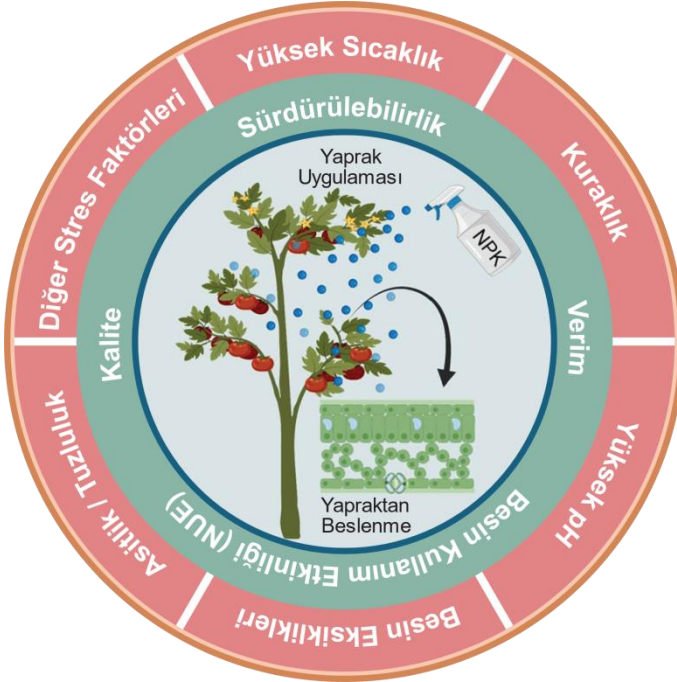
GİRİŞ

Katlanarak artan küresel nüfusla birlikte sürdürülebilir gıda üretimine yönelik artan endişeler, iklim değişikliğinin neden olduğu daha yüksek sıcaklık ve kuraklık olaylarının sıklığı ve yoğunluğu ile daha da göz korkutucu hale gelmektedir (Bongaarts, 2019; Borrelli ve ark., 2020; Wang ve ark., 2018). Bu tür olağandışı streslerin görülmesi, toprak-bitki-atmosfer sürekliliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Rillig ve ark., 2019; Zandalinas ve ark., 2021a; Zandalinas ve ark., 2021b). 2050 yılı itibarı ile dünya nüfusunun 10 milyarı aşması beklenmektedir. Buna bağlı olarak 2 milyardan daha fazla insanı beslemek için gıda üretiminin %50 artırılması ve bu amaçla 4 milyon ton pestisit ve 187 milyon ton gübre tüketilmesi öngörülmektedir (FAO, 2017; Kah ve ark., 2019). Bu kadar yüksek kaynak girdili tarım uygulamaları, uygulanan besin maddelerinin net geri kazanılabilir verimliliğini düşürebileceği gibi ek çevresel kaygılara da yol açabilir (Cui ve ark., 2018; Zhu ve ark., 2018). İklim değişikliğinin artan zorluklarıyla sosyo-ekonomik olarak başa çıkmak için, entegre ve kaynak verimliliği yüksek önlemlere gerek duyulmasına neden olmaktadır.

Son yıllarda, mineral besin maddelerinin yapraktan uygulanması, dünya çapında sürdürülebilir bitkisel üretim için kaçınılmaz bir tarımsal uygulama haline gelmiştir. “Yapraktan besleme”, herhangi bir çözünmüş mineral besin maddesinin doğrudan bitki yapraklarına uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Yaprak gübrelemesi hem optimum hem de elverişsiz büyüme koşullarında (Bahrami-Rad ve Hajiboland, 2017; Ruiz-Navarro ve ark., 2019) daha yüksek ürün verimliliği sağlamak için hızlı, hedefe yönelik ve çevreyle uyumlu bir uygulama olarak dikkat çekmektedir (Malhotra ve ark., 2020; White ve ark., 2021). Genel olarak değerlendirildiğinde yapraktan besleme, farklı büyüme dönemlerinde bitkilerde ortaya çıkan/çıkabilecek besin elementleri eksikliklerini gidermek (El-Hady ve ark., 2020; Pooniya ve Shivay, 2013), aynı zamanda bitkilerin farklı organlarının (yaprak, meyve, tane) biyofortifikasyonu yoluyla mikro besin eksikliklerini gidermesine yardımcı olmak için yapılan bir tarımsal uygulama biçimidir (Hidoto ve ark., 2017; Wang ve ark., 2017). Ayrıca, bitki besin elementlerinden bitkilerin daha yüksek düzeyde kullanımını teşvik etmek ve topraktan kaynaklı ortaya çıkan besin kullanımını etkileyen faktörleri en aza indirmek, (López-Arredondo ve Herrera-Estrella, 2012) ve bitki verimini optimize etmek, ürün kalitesini

artırmak ve özellikle besin maddelerinin yıkanmasını ve buharlaşma kayıplarını azaltmak için kullanılmaktadır.

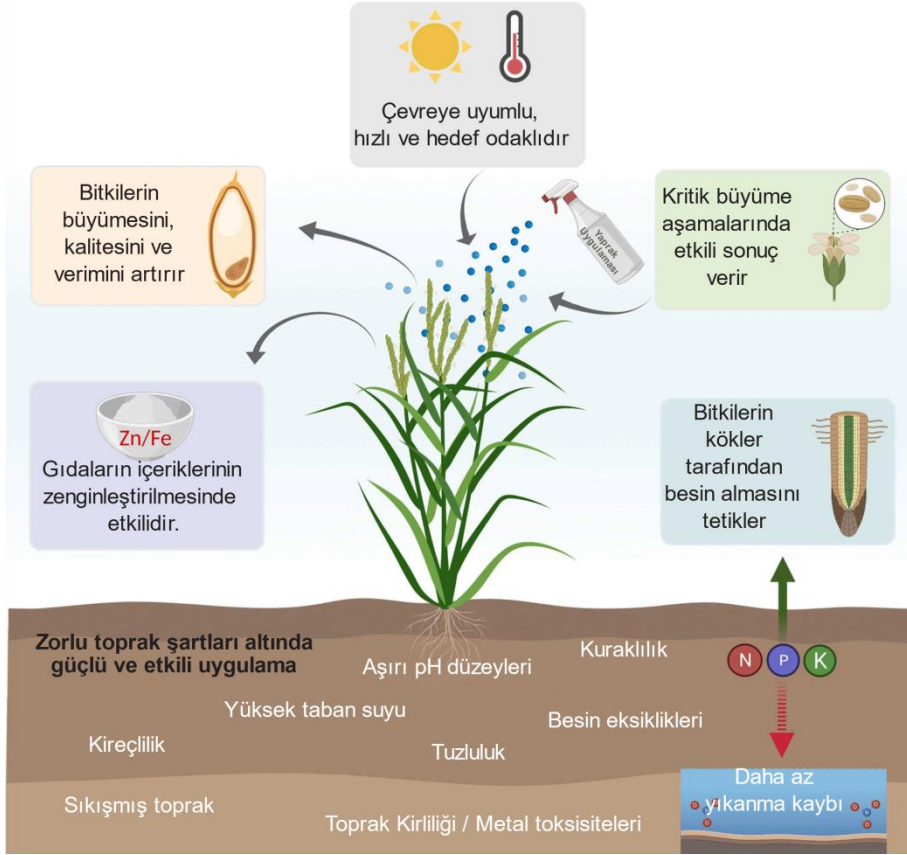
Yapılan çalışmalarda, yapraktan emilim mekanizmasını, etkinliğini ve/veya yaprak gübrelemesinin optimal büyüme koşulları altındaki tarımsal verimlilik üzerindeki potansiyelleri gözden geçirilmiştir (Berry ve ark., 2019; Fernández ve Bahamonde, 2020; Fernández ve Brown, 2013; Fernández ve ark., 2013; Niu ve ark., 2021). Ancak, bugüne kadar çevresel/iklimsel stresler altında modern tarımda yaprak beslemesinin potansiyelleri üzerine kapsamlı bir inceleme yayınlanmamıştır. Bu bölümde, birçok farklı zorlukları içeren tarımsal üretim sistemlerinde besleme etkinliğini optimize etmek için mineral elementlerin yapraktan uygulanmasının gerekliliği ile yapraktan besin elementlerinin alım mekanizmaları kapsamlı bir şekilde anlatılmaktadır. Bununla birlikte, bu bölümde farklı tarımsal zorluklar altında gıda ve besin güvenliğini sağlamak için yapraktan beslemenin potansiyelleri vurgulanarak, bu boşlukları kapatmak amaçlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çok yönlü tarımda, gıda ve beslenme güvenliğini sağlamak amacıyla boşlukları kapatmak için yaprak gübrelemesinin öneminin şematik gösterimi (Ishfaq ve ark., 2022).

1. Modern Tarımda Yapraktan Besleme

Bu bölüm, tarımsal üretim senaryoları altında yapraktan beslemenin önemini ortaya çıkaran son gelişmelere odaklanan genel bakış sunmaktadır. Özellikle yapraktan gübrelemenin, toprak kaynaklı bitki besin elementlerinin kısıtlamalarına karşı potansiyeli, Şekil 2'de gösterildiği gibi, eleştirel bir şekilde tartışılmıştır.



Şekil 2. Çok zorlu tarımsal üretim senaryosu/senaryoları altında mineral besin maddelerinin yapraktan uygulama potansiyeli. Yapraktan beslenme, özellikle çevresel stres koşullarında topraktan kaynaklanan besin eksikliklerini telafi etmek için hızlı ve güvenilir bir araç olabilir (Ishfaq ve ark., 2022) .

1.1. Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Kullanım Verimliliğinde Yapraktan Gübreleme

Yeşil devrimle birlikte, yüksek verimli ve gübreye duyarlı çeşitlerin yetiştirilmesi, daha yüksek verim elde etmek amacıyla başlıca besin maddeleri olan azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gereksinimini artırmıştır. Öte yandan, rizosferde ortaya çıkan ani pH değişiklikleri, topraktaki besin eksiklikleri ve iklim değişikliğinin neden olduğu abiyotik stresler, yani kuraklık, tuzluluk, ısı ve soğuk stresi, toprak kaynaklı besin elementlerinin alımını sınırlamaktadır. Topraktan uygulanan gübreler bitkisel üretiminin önemli bir bileşenidir; ancak, bitkilerin farklı büyüme aşamaları, bitki besin elementlerinin yarayışlılıklarını etkileyen toprak özellikleri nedeni ile bitkilerin büyüme gereksinimlerini karşılamak için yapraktan ek uygulamaya gerek duyulmasına neden olmaktadır (Sabbe ve Hodges, 2010; Tariq ve ark., 2018).

Yapraktan gübrelemenin etkinliği yüksektir çünkü bitki, metabolizmasında doğrudan kullanılır, toprak kaynaklı sorunlar ile yıkanma kayıpları gibi sorunlarla karşılaşmaz (Burkhardt, 2010; Fageria ve ark., 2009). Erken büyüme aşamalarında P ve K'un yapraktan gübrenmesi kök sistemlerini geliştirir ve aynı zamanda toprak kaynaklı P ve K'nın alımını artırmaya yardımcı olur (Kannan, 2010; Mallarino ve ark., 2001; Wakeel ve Ishfaq, 2022a). Sonbaharda, yaprak dökümünden önce makro besin elementlerinin uygulanması meyve ağaçları için faydalıdır, çünkü bu besinler ilkbaharda bitkilerin büyümesi sırasında depolanan dokulardan yeniden harekete geçirilerek bitki gelişimine destek olur (Maillard ve ark., 2015). Bu nedenle, yapraktan gübreleme, besin elementlerince yetersiz topraklarda veya stresli koşullar altında, özellikle kurak veya yarı kurak bölgelerde yetiştirilen bitkilerin beslenmesi için etkili olmaktadır (Hussain ve ark., 2020; Ruiz-Navarro ve ark., 2019).

Benzer şekilde, pH'sı yüksek kireçli topraklarda çinko (Zn), demir (Fe), bor (B), bakır (Cu) ve mangan (Mn) gibi mikro besin eksiklikleri, ürün verimini ve besin kalitesini önemli düzeyde azaltmaktadır (Ishfaq ve ark., 2021a; Nadeem ve Farooq, 2019). Ayrıca, bu mikro besin elementlerini çiftçiler genellikle toprağa atmazlar, bununla beraber birçok edafik ve biyolojik faktör nedeniyle, toprağa uygulanan mikro besin elementlerinin de kullanılabilirliği azalmaktadır (Marschner ve Rengel, 2012; Zhang ve ark.,

2008). Bu gibi durumlarda, mikro besinlerin yapraktan uygulanması, bitkilerin besin gereksinimlerini karşılamada önemli bir rol oynamaktadır (Saifullah ve ark., 2016; Wei ve ark., 2012a).

1.2. Olumsuz Toprak Koşullarına Karşı Yapraktan Besleme

Artan çevresel stresler, toprak özelliklerini ve topraktaki mikrobiyal popülasyonları olumsuz yönde etkilemektedir (Rillig ve ark., 2019). Olumsuz toprak koşulları, topraktan verilen gübrelerden bitkilerin yeterli miktarda yeterli miktarda alabilmesini etkilemektedir. Örneğin, kil yüzeyinde ekstra bazik katyonların bulunması nedeniyle alkali topraklarda birçok mikro elementin alımı sınırlı olmaktadır (Nadeem ve Farooq, 2019). Asidik koşullar altında, Fe ve Al'nin kil yüzeyinde daha yüksek birikim yapması nedeniyle birçok makro besin maddesinin bitkiler için kullanılabilirliği de sınırlı kalmaktadır (Chandra ve Keshavkant, 2021; Ghosh ve ark., 2021). Benzer şekilde, kireçli topraklarda da bitkiler için önemli besin elementlerinin özellikle de Zn, Fe ve P gibi elementlerin eksiklikleri ortaya çıkmaktadır (Mussarat ve ark., 2021; Shi ve ark., 2021). Tuzdan etkilenen topraklar, topraktaki daha yüksek tuz birikimi nedeniyle su potansiyelini düşürür ve nihayetinde bitkilerin mineral besin maddelerinin alımını azaltır (Tariq ve ark., 2018). Benzer şekilde soğuk iklimlerde su basması ve kök bölgesinde meydana gelen yetersiz oksijen bitkilerin besin elementleri alımını azaltır (Robertson ve ark., 2009). Bu koşullar altında, mineral besinlerin yapraktan uygulanması bitkinin besin gereksinimlerini karşılamak için etkili bir araç olmaktadır. Örneğin, yapraktan uygulanan besinler, su basmış koşullar altındaki bitkinin büyümesini destekler ve yaşlanmasını geciktirir, aynı zamanda da kök büyümesinde ve besin maddesi alımlarında ortaya çıkan stresi azaltır (Pang ve ark., 2007). Kireçli topraklarda, demir şelatların topraktan uygulanması ya da demir sülfatın yapraktan uygulanması, Fe eksikliğini giderebilir. Ancak, bu mikroelementin yaprağa püskürtme yoluyla yapılan gübreleme toprak uygulamasına kıyasla bitkilerin ürün verimini ve kalitesini önemli ölçüde artırabilmektedir (Nadeem ve Farooq, 2019). Bu nedenle, toprak kaynaklı besin elementi kısıtlamalarını ve olumsuz toprak koşulları altında bitki büyümesi ve verim üzerindeki sınırlı besin maddeleri kullanılabilirliğinin zararlı etkilerini hafifletmek için topraktan gübreleme ile birlikte yapraktan gübreleme de yapılmalıdır.

1.3. Kritik Büyüme Aşamalarında Yapraktan Gübreleme

Bitki besin elementleri bitkilerde çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri modüle ettiğinden, bitki bünyesinde optimal düzeyde olmalıdır. Bitki besin elementlerinin yapraktan uygulanması, bitki gereksinimlerini hızla karşılamaktadır. Mineral besinler çözelti formunda ve doğrudan bitkinin toprak üstü kısımlarına uygulandığında, yaprak kutikülü, stomalar veya sulu gözeneklerden geçerek besin eksikliğini gidermek için kullanılabilir hale gelirler (El-Jendoubi ve ark., 2014; Fernández ve ark., 2013). Bitki gelişiminin belirli evreleri, verimi ve kaliteyi etkileme açısından kritik kabul edilir ve bu kritik evrelerde bitki besin elementlerinin yapraktan uygulanması bitkinin gereksinimlerini karşılamaktadır. Yapraktan besleme, bitkilerin bu aşamalarda besin eksikliklerinin neden olduğu fizyolojik bozuklukları da hızla giderir.

Makro veya mikro besinlerin yapraktan uygulanması için bazı tarla bitkileri ile meyve ağaçlarının kritik büyüme aşamaları şunlardır: örneğin tahıllarda, buğdayda kardeşlenme, çiçeklenme veya süt olum aşaması (Cakmak ve ark., 2010; Mosali ve ark., 2006), mısırdaki altı veya beşinci yaprak dönemi (Potarzycki ve Grzebisz, 2009), çeltikte kardeşlenme veya salkım başlangıcı (Pooniya ve Shivay, 2013; Wei ve ark., 2012b) ve diğer bitki türlerinde, örneğin pamukta ekimden sonra 60, 90 ve 120. günler (Rajakumar ve Gurumurthy, 2008); elma, muz veya turunçgillerde çiçeklenme veya meyve tutumu (Boaretto ve ark., 2011; Kumar ve Kumar, 2007; Porro ve ark., 2002), domatesteki çiçeklenme aşaması (Azeem ve Ahmad, 2011)'dir. Genellikle yüksek tane konsantrasyonu elde etmek için mikro besin elementlerinin çiçeklenme ve tane tutumu dönemlerinde yapraktan uygulanması sıklıkla yapılan bir uygulamadır (Wei ve ark., 2012b; Zhang ve ark., 2012; Zou ve ark., 2012). Örneğin, buğdayda, tane gelişiminin çiçeklenme veya süt olum aşamalarında yapraktan $ZnSO_4$ veya $FeSO_4$ püskürtüldüğünde, tane Zn konsantrasyonunda maksimum artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Ozturk ve ark., 2006). Genel olarak, çiçeklenme öncesinden tane sütlenme aşamalarına kadar iki ila üç kez yapraktan mineral püskürtme önerilir.

1.4. Bitki Köklerinin Topraktan Besin Alımını Tetiklemede Yapraktan Gübreleme

Toprak kaynaklı minerallerin kullanılabilirliği toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile iklimsel faktörler nedeniyle sınırlı hale geldiğinde, yapraktan uygulanan besin elementleri bitki büyümesini ve verimini önemli ölçüde arttırmaktadır (Hussain ve ark., 2020; Saifullah ve ark., 2016). Ancak, yapraktan uygulanan bitki besin elementlerinin düşük konsantrasyonları, özellikle de daha büyük miktarlarda ihtiyaç duyulan makro besin maddelerinin uygulanması gibi, kültür bitkilerinin besin ihtiyacını nasıl karşılayabilir? Aslında yaprak uygulaması, kaynak-bitki ilişkisini etkileyen çok sayıda morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkiyi de tetikler. Örneğin, K ve/veya Mg beslenmesi, fotosentez süreci ve üretim organlarından birikim organlarına, yani aktif büyüyen kısımlar ve köklere asimilatların taşınması ile yakından ilişkilidir (Ishfaq ve ark., 2022; Tränkner ve ark., 2018; Wakeel ve Ishfaq, 2022b; Zhao ve ark., 2020). Dolayısıyla, K ve/veya Mg gibi minerallerin yeterli arzı kök büyümesini ve kök yüzey alanını iyileştirir (Fontana ve ark., 2020; Ishfaq ve ark., 2022; Ishfaq ve ark., 2021b).

Toprakta kök gelişiminin yüksek olması, bitkinin su ve mineral besin maddelerinden daha iyi yararlanmasını sağlar. (Lynch, 2019; Sun ve ark., 2020). Ancak, yapraklara uygulanan minerallerin farklı kültür bitkilerinin kökleri tarafından toprağa özgü besin maddelerinin emilimini nasıl uyardığı konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Örneğin, ¹⁵N izotop tekniği ile yapılan bir çalışmada, kontrol uygulamasına kıyasla, NH₄-N'nin yapraktan uygulanmasının pamuk köklerinde N alım verimliliğini %28 oranında artırdığı belirlenmiştir (Zheng ve ark., 2018). Yapraktan uygulanan mineraller, diğer mineral besinlerin alımını da iyileştirmektedir. Örneğin, yapraktan üre uygulaması, patatesin büyümesini iyileştirmesinin yanında, bitkinin topraktan N ve P alımını da arttırmıştır (Wei ve ark., 2013). Yapraktan uygulanan K ve B'un, bitkinin topraktan K ve B alımına olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, K'un yapraktan uygulanması, 29 mg kg⁻¹ NH₄OAc-ekstrakte edilebilir K içeren toprakta buğday ve mısır fidelerinin topraktan K alımını %23-55 oranlarında arttırdığı görülmüştür. Benzer şekilde, B'nin yapraktan püskürtülmesi, yarayışlı B konsantrasyonu 0.35 mg kg⁻¹ olan toprakta yetiştirilen şekerpancarı bitkisinin topraktan B alımını %48 oranında arttırmıştır (Tayyab ve ark., 2022). Çalışmalardan ortaya çıkan ilginç bir sonuç

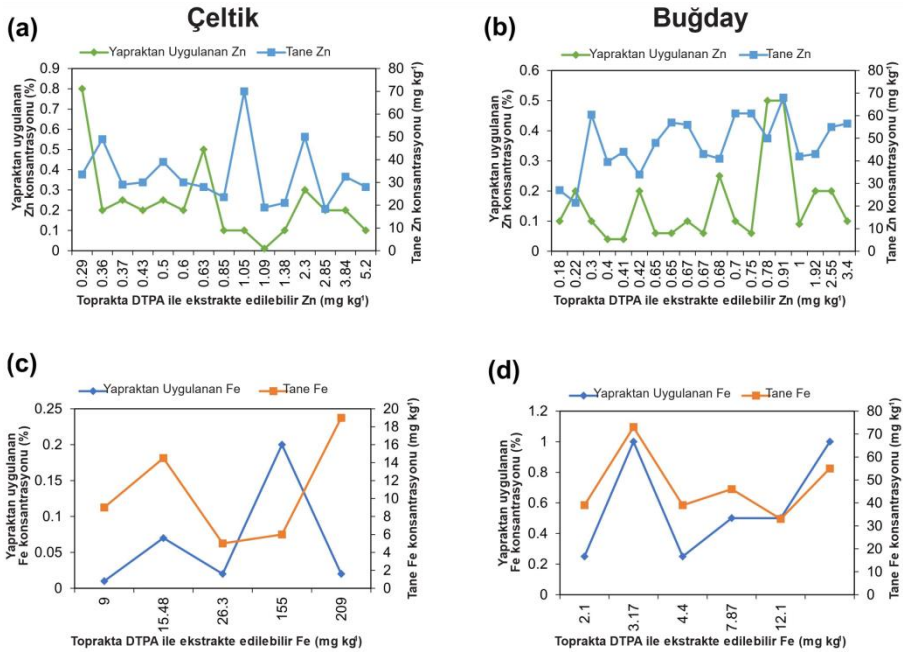
ise, bitkilerin hasadında, yapraktan uygulama yapılan bitkilerin toprağında ~%10 ve %21 daha düşük K ve B bulunduğudur; bu da yapraktan uygulanan besin elementlerinin topraktaki besin elementi alımını pozitif yönde tetiklediğine dair bir kanıt olmuştur. Bu nedenle, yapraktan besleme, kültür bitkilerinin toprak kaynaklı besinlerin kullanmasında avantajlı hale gelmektedir.

1.5. Minerallerin Biyofortifikasyonu: Tek Başına Uygulamadan Karışık Uygulamaya

Biyofortifikasyon, tarımsal gıdaları mineral besin elementlerince zenginleştirmek amacı ile yapılan farklı yöntemlerdir (Montagna ve ark., 2009). Daha geniş bir ifadeyle, insanların mikro besin elementlerince yetersiz beslenmesini önlemek amacıyla, bitkinin yenilebilir kısmındaki bir veya daha fazla temel mineralin agronomik veya genetik yollarla zenginleştirilmesidir (Murgia ve ark., 2012). Agronomik biyofortifikasyon, tahıllarda üreme dönemlerinde minerallerin yapraktan uygulanması yoluyla yapılan çalışmalarda, tanelerin mineral element konsantrasyonlarının diğer uygulamalara (toprak uygulaması, tohuma bulaştırma) göre daha fazla artırdığı bulunmuştur (Aciksoz ve ark., 2011; Fang ve ark., 2008; Hussain ve ark., 2012b). Bu nedenle, mikro besin maddelerinin yapraktan uygulanması, tahılların temel gıda olarak kullanıldığı az gelişmiş/gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenmeyle mücadele için temel besinlerde bu minerallerin konsantrasyonlarını arttırarak beslenmede faydalı olabilir (Imtiaz ve ark., 2006; Ishfaq ve ark., 2021a).

Fe ve Zn gibi mikro besin elementleri yapraktan az miktarlarda uygulansa bile, genellikle tahıl tanelerinde daha yüksek konsantrasyonlara ulaşmasına neden olmaktadır. Topraktan yapılan Zn veya Fe uygulamaları, fosfatlar veya karbonatlar ile çökelerek tahılların Zn veya Fe konsantrasyonunu arttırmada etkisiz olabilmektedir (Şekil 3). Aerobik koşullarda, topraktan yapılan Fe, bitkiler tarafından kullanılamaz form olan Fe^{3+} e dönüşür, buna karşılık yapraktan uygulanan Fe, bu eksikliği gidererek çeltik ve tahıldaki Fe'in biyoyararlılığını arttırmaya yardımcı olur (Wei ve ark., 2012b; Zhang ve ark., 2008). Su baskını koşullarında, topraktan Zn gübrelemesi, azaltılmış redoks potansiyeli ile ilişkili fiksasyon nedeniyle tane Zn konsantrasyonunu veya verimini iyileştirmede etkisiz hale gelmektedir. Bu

nedenle yaprakтан Zn uygulamasının tane Zn konsantrasyonunu iyileştirdiği bildirilmiştir (Fang ve ark., 2008; Johnson-Beebout ve ark., 2009; Rehman ve ark., 2012). Fe veya Zn ile agronomik biyofortifikasyon için bir diğer tamamlayıcı yaklaşım ise bitkilerin N ile beslenme durumunu iyileştirmek ve bu besinlerin konsantrasyonunda olumlu sinerjik etkiler sağlamaktır (Cakmak ve ark., 2010; Kutman ve ark., 2010).



Şekil 3. Yaprğa uygulanan Zn ve Fe'nin, farklı toprak seviyelerinde DPTA ile ekstrakte edilebilir koşullar altında tane Zn ve Fe birikimini gösteren etkisi. (a) Yaprğa uygulanan Zn'den etkilenen çeltik tanesindeki Zn konsantrasyonu, (b) yaprğa uygulanan Zn'den etkilenen buğday tanesindeki Zn konsantrasyonu, (c) Yaprğa uygulanan Fe'den etkilenen çeltik tanesindeki Fe konsantrasyonu ve (d) Yaprğa uygulanan Fe'den etkilenen buğday tanesindeki Fe konsantrasyonu (Ishfaq ve ark., 2022) .

Antagonistik etkilerine rağmen Zn'nin P ile birlikte uygulanmasının, yaprak gübreleme programında tane Zn'sini artırmada ümit verici olduğu, buna karşın Zn emiliminin azalabileceği ancak Zn'nin yaprakтан taneye taşınmasında bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca, Zn ve P'nin kombine yaprak gübrelemesi, tane Fe ve Ca içeriğini iyileştirerek, tanedeki fitik asit mol oranlarını Fe, Zn ve Ca'ya göre azaltmaktadır (Wang ve ark., 2015).

Benzer şekilde, KNO_3 gibi nitrat (NO_3^-) formu uygulamaları iyotun (I) taneye taşınımını arttırmaktadır (Cakmak ve ark., 2017). NO_3^- 'in floemdeki I hareketliliğini arttırmadaki olumlu rolünün yanında, KNO_3 aynı zamanda yüzey aktif madde gibi etki ederek yapraklara uygulanan iyotun yaprak emilimini artırır. Benzer şekilde, Zn ve Fe'in ($ZnSO_4$ ve $FeSO_4$ formlarında) yapraktan birlikte uygulanması tahıllarda N ve ham protein içeriklerini arttırmaktadır (Niyigaba ve ark., 2019). Ancak emilim kapasitesi ve yapraktan uygulanan besin maddelerine bitkilerin tepkisi, bitkinin farklı kısımlarına, yaprak yaşına, yüzey alanına ve genişlemesine göre değişmektedir.

Tarla koşullarında, birden fazla mikro besin eksikliği aynı anda ortaya çıkar ve birden fazla mikro besin içeren kokteyl solüsyonunun yapraktan verilmesi yetersiz beslenmeyi gidermek için umut verici bir biyofortifikasyon stratejisi olmaktadır. Son zamanlarda, I, Zn, Se ve Fe içeren karışım çözeltisinin buğdaya yapraktan püskürtülmesi ile Çin, Pakistan, Hindistan, Türkiye, Güney Afrika ve Meksika gibi birçok ülkede Zn ($47,1 \text{ mg kg}^{-1}$), I ($249 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$), Se ($338 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$) ve Fe (%12 konsantrasyon artışı) konsantrasyonlarının artışı rapor edilmiştir. Ayrıca, mikro besin karışımının, çeltik veriminde herhangi bir azalmaya neden olmadan, tanede aynı anda birden fazla mineral element konsantrasyonunu artırabileceği bildirilmiştir (Prom-U-Thai ve ark., 2020). Ancak, mikro besinlerin uygun olmayan konsantrasyonlarda karıştırılması, yapraklarda yanma riskini artırabilir ve bu durumun daha detaylı araştırılması gerekmektedir. Bununla birlikte, yapraktan uygulanan Zn veya Fe, uygulama çözeltisindeki düşük konsantrasyonları bile, toprakta bu elementlerin yetersizliği veya optimum koşullarında dahi tane konsantrasyonlarını arttırmaktadır (Şekil 3a-d). Bu tepki eğrileri genellikle, herhangi bir toksisite olmaksızın yapraktan artan konsantrasyonlarda besin uygulamaları buğday ve çeltik tanelerinde hedef Fe ve Zn seviyelerine ulaşılmasına yardımcı olmaktadır. Bu tür tepkilerin, besin ihtiyacını karşılamak üzere gıdalarda optimum Se seviyelerine ulaşmak için Se eksikliği veya optimum koşullar altında araştırılması gerekir. Bu nedenle, yapraktan besleme, biyolojik olarak zenginleştirilmiş çeşitlerde bile tahılların biyolojik zenginleştirilmesi için umut verici bir strateji olmakta ve kokteyl uygulamalar mikro besinlerin çoklu eksikliklerini gidermek için uygulanabilir bir seçenek olabilir. Bununla birlikte, biyolojik zenginleştirme için yapraktan uygulama yapılan bitkilere diğer temel besin madde ihtiyaçlarını tamamlamak için

topraktan da uygulanmalıdır. Ayrıca bu uygulama şekli, tane kalitesini artırmak ve yapraktan uygulanan minerallerle olası olumsuz etkileşimlerin kapsamını azaltmak için de yardımcı olmaktadır.

1.6. Pestisitler ve Biyostimülatörlerle Kombine Uygulama

Çiftçiler, bitki hastalıklarını ve böcek saldırılarını önlemek için çeşitli tarımsal kimyasalları bitkilere uygularlar. Benzer şekilde, bitki büyüme düzenleyicileri (biyostimülatörler), meyve ağaçlarında meyve büyüklüğünü ve verimi, besin maddesi miktarını, çevresel streslere toleransını ve tarımsal verimliliği artırmak için farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Tanou ve ark., 2017). Biyostimülant veya tarımsal kimyasallar, üretim maliyetini düşürmek için mineral besin maddeleriyle birlikte uygulanabilmekte ve aynı zamanda tarımsal ürünlerin net verimini ve kalitesini artıran temel besin maddelerini (yani N) de içermektedir. Ancak, büyük ölçekli kombine uygulamaların, mevcut kimyasal düzenlemelerin uyumlu olup olmadığını ve farklı büyüme koşullarında tarlalarda etkili olup olmadığı tam olarak net değildir. Yapılan bazı çalışmalar, Zn ve pestisitlerin yapraktan birlikte uygulamaları çeltik ve buğday gibi bitkilerin büyümesini olumsuz etkilemediğini göstermiştir (Ram ve ark., 2016; Wang ve ark., 2019).

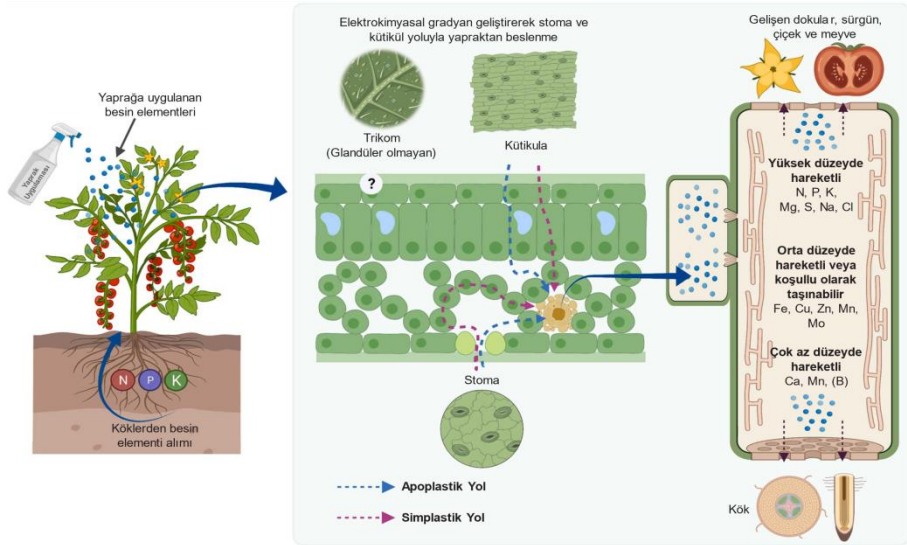
İnsektisit ve fungusitlerle birlikte Zn'nun yapraktan uygulamasının etkileri Çin, Hindistan, Pakistan, Türkiye, Tayland, Zambiya ve Brezilya olmak üzere yedi farklı ülkede araştırılmıştır (Ram ve ark., 2016). Sonuçlar, kontrol bitkilerine kıyasla, yapraktan Zn ile birlikte pestisit uygulamaları ile çeltikte %1.6-4.2 ve buğdayda %5.2-7.7 oranlarında önemli tane verimi artışına neden olduğu görülmüştür. Yapraktan sadece Zn ($41,2 \text{ mg kg}^{-1}$) uygulaması pestisitlerle birlikte yapraktan Zn ($38,4 \text{ mg kg}^{-1}$) uygulaması yapılan buğdayların kontrole kıyasla daha yüksek tane Zn konsantrasyonlarına neden olduğu görülmüştür. Araştırmacılar her iki uygulamada tane Zn konsantrasyonunu arttırmada etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapraktan Zn ile birlikte pestisit uygulamasının kahverengi çeltikte Zn konsantrasyonunu önemli düzeyde artırarak, Zn uygulanmayan kontrol uygulamasının tane Zn konsantrasyonu $19,1 \text{ mg kg}^{-1}$ iken Zn+pestisit uygulamasında bu değer $23,6 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a çıkmıştır. Fasulye tane Zn konsantrasyonu, sadece yapraktan uygulanan Zn ile 68 'den 78 mg kg^{-1} 'a, pestisitlerle kombine Zn uygulamasında ise 77 mg kg^{-1} 'a yükseldiği görülmüştür. Sonuç olarak, yaygın olarak

uygulanan pestisitlerle birlikte yapraktan Zn gübrelenmesi, tane Zn içeriğini iyileştirmek için güvenilir bir yaklaşım olarak önerilmektedir (Ram ve ark., 2016).

Bununla birlikte, Zn'nin makro besin maddeleri, böcek ilaçları ve/veya fungusitlerle (Cakmak, 2012; Zou ve ark., 2012) veya amino asitler gibi biyostimülatörlerle (Wang ve ark., 2020) kombine uygulaması, işçilik maliyetlerini azaltmak için yapılan akıllı bir yaklaşımdır. Üretim maliyetlerini azaltmanın yanı sıra, besin elementlerini ticari olarak mevcut pestisitlerle karıştırmak, bunların etkinliğini de artırarak (Kuepper, 2003) hastalık ve/veya böcek zararlarını önlemekte, bu da pestisitlerin aşırı kullanımını ve çevresel sorunları azaltmaktadır. Son zamanlarda, nanoparçacıkların yapraktan püskürtülmesinin Tütün Mozaik Virüsü (TMV) enfeksiyonunu hafifletmede yardımcı olduğu bulunmuştur (Adeel ve ark., 2021). Ancak, bu uygulamaların etkinliği kullanılan kimyasalların yüzey gerilimi, bitki büyüme aşaması, yaprak yaşı, bitki-su durumu ve stoma işlevlerini etkileyen biyotik ve abiyotik faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Fernández ve Ebert, 2005).

2. Yaprak Uygulamasının Emilim ve Hareket Mekanizmaları

Yapraklara uygulanan moleküllerin emilimi, birçok çevresel faktörün etkisi altında olduğu için bitki içindeki mekanizmalar açısından büyük bir öneme sahiptir. Yapraklara uygulanan minerallerin emiliminin büyük oranda kütikül çatlakları, stoma, sulu ve ektodezma gözenekleri yoluyla gerçekleştiği belirlenmiştir (El-Jendoubi ve ark., 2014; Fernández ve ark., 2013; Li ve ark., 2018) (Şekil 4). Ancak, bu emilim sürecinde hangi yolun diğerlerinden daha etkili olduğu hala tam olarak anlaşılmamıştır (Fernández ve ark., 2021; Stepien ve Wojtkowiak, 2016). Yaprak yoluyla uygulanan moleküllerin emilimi hakkında daha iyi bir anlayışa sahip olabilmek için, farklı temel mekanizmaların açıklanması faydalı olacaktır. Bu bölümde, yaprak yoluyla uygulanan minerallerin emilimi ve bunların floem yoluyla taşınması ile ilgili temel mekanizmaları tartışılmaktadır.



Şekil 4. Bitkilerde yapraktan uygulanan besin maddelerinin alımı ve taşınması. Bitkiler yapraktan uygulanan besin maddelerini şu şekilde alırlar: 1) damlacıklar tarafından yaprak yüzeyinin ıslatılması, 2) elektrokimyasal gradyan geliştirme, 3) stoma, kütikül, sulu gözenekler veya trikoma tarafından penetrasyon, 4) yaprak epidermisine giriş, 5) vasküler demetlere doğru taşınma ve 6) floem yüklenmesi ve havuz (depo) organlarına doğru taşınması (Ishfaq ve ark., 2022) .

2.1. Stoma ve Sulu Gözenekler Üzerinden Taşıma

Yaprakta bulunan stomalar bitkilerin gaz alışverişine izin veren açıklıklardır. Çok daha önceleri, bitkilerin yaprağın iç ve dış bölümleri arasında elektrokimyasal gradyanlar geliştirerek stoma gözenekleri yoluyla yapraktan uygulanan mineral damlalarını emdiği öne sürülmüştür (Middleton ve Sanderson, 1965). Yapraktan uygulanan minerallerin yaprak yüzeyindeki ince nem filmi stoma gözeneklerinden emilebilir (Burkhardt ve ark., 2012) ve bu emilimin çoğundan pasif difüzyon sorumludur. Floresan izleme çalışmaları da yapraktan uygulanan çözeltilerin stoma gözenekleri boyunca difüzyon yoluyla beslendiğini doğrulamıştır (Eichert ve ark., 2008; Lv ve ark., 2019; Xie ve ark., 2020). Benzer şekilde sulu gözenekler, özellikle trikoma taban hücrelerinde, antiklinal duvarlarda ve bekçi hücrelerinde olmak üzere kütiküler çıkıntılar yaprak açıklıklarıdır. Bu gözenekler, fonksiyonel iyonik grupların ve kalıcı dipollerin hidrasyonundan kaynaklanır (Schönherr, 2006) ve bunlar doğası gereği hidrofildir ve büyük ölçüde su penetrasyonunda rol oynar (Schönherr ve Schreiber, 2004). Bunların ortalama gözenek çapları 0.45

ile 1.18 nm arasında değişir ve bu aralıktaki çaplara sahip mineraller, örneğin 0.126 nm çapındaki iyonize Fe, bu gözeneklerden kolayca geçebilir ve epidermise kadar ulaşabilir (Schönherr, 2006).

Stoma gözeneklerinin morfolojisi, yoğunluğu ve açıklığı da bitki türleri arasında farklılık gösterir ve bu da yapraktan uygulanan minerallerin verimliliğini etkileyebilir. Örneğin, çeltik, buğday ve mısır gibi tarla bitkileri arasında, yaprak yüzeyindeki stoma yoğunluğu en düşük çeltikte olup, buna karşın en yüksek stoma yoğunluğu ise buğdaydadır (Ju ve ark., 2017; Teare ve ark., 1971). Buna göre buğdayda Zn gibi yapraktan uygulanan minerallerin daha yüksek penetrasyon ve alım etkinliğine sahip olduğu bulunmuştur (Cakmak ve Kutman, 2018; Rehman ve ark., 2021). Benzer şekilde, adaksiyal (eksene yakın) yaprak yüzeyinden uygulanan çözeltilerin emilimi, abaksiyal (eksen dışı) yüzeyden daha yüksek olup, bu stomanın yoğunluk farkından kaynaklanmaktadır (Peirce ve ark., 2014; Xie ve ark., 2020). Koruyucu hücreler ayrıca mavi ışık, iç yaprak sinyalleri ve su potansiyeli değişimleri gibi dışsal faktörlere yanıt verir (Guzmán-Delgado ve ark., 2021; Outlaw, 2003) ve bunların her biri uygulanan besin maddelerinin yaprak yoluyla emilimini etkileyebilir. Ayrıca, yapraklara uygulanan moleküllerin stomalar aracılığıyla emilim oranını düzenleyen dışsal faktörlerden olan K ve Pb'un, su ve K stresi koşullarında zeytin ağaçlarında emilimi azalttığı görülmüştür (Restrepo-Diaz ve ark., 2008).

Yaprak yoluyla uygulanan besin maddelerinin emilimi aynı zamanda katyonların kimyasal özelliklerine de bağlıdır (Pandey ve ark., 2013). Örneğin, daha yüksek değerlikli katyonların hücrelere nüfuz etme kabiliyetleri daha düşüktür (Mengel, 2001) ve aynı değerlikli katyonların hidrate çapı arttıkça emilimleri de buna bağlı olarak azalmaktadır (Franke, 1967). Buna göre yaprak epidermisi tarafından katyonların emilimi; $NH_4^+ > K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$ şeklinde azalmaktadır. Bu emilen besinler, apoplastik veya simplastik yollarla vasküler dokuya ulaşabilir (Şekil 4).

2.2. Kutiküler ve Ektodesmatal Emilim Yolları

Kutiküler zar, yaprak yüzeyini ve yüksek bitkilerin mezofil hücrelerini kaplayan en dıştaki koruyucu bir tabakadır. Yaprak kutikulası polisakkaritler, fenolikler ve biyopolimer kütinden oluşan lipofilik bir tabakadır (Fernández ve ark., 2016; Lara ve ark., 2019; Philippe ve ark., 2020). Üst yaprak

tarafındaki kalın kütikül tabakası, alt tarafına göre daha az gözeneklidir. Bu nedenle, yaprak kütiküllerinin bu hidrofobik ve daha kalın yapısı minerallerin serbestçe nüfuz etmesini kısıtlar. Bununla birlikte, su ve suda çözünen maddelerin çoğu çatlaklar, sulu gözenekler (hidrofilik) ve kütiküllerdeki kusurlar yoluyla difüze olur. Geçtiğimiz son yıllarda, kütiküler penetrasyonun altında yatan mekanizmayı anlamak için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Kütiküldeki karboksil gruplarının ve pektin tabakasındaki negatif yüklü galakturonik asitlerin iyonizasyonunun negatif bir yük ürettiği ve bu durumun katyonların anyonlardan daha fazla difüze olmasını sağladığı öne sürülmektedir (Guzmán ve ark., 2014; Mengel, 2001).

Stoma gibi, kütiküler emilimin etkinliği de belirli çevresel faktörler ve fizyolojik koşullar tarafından düzenlenebilir (Domínguez ve ark., 2011). Örneğin, yüksek bağıl nemde, yaprak yüzeyine uygulanan çözeltilerin kuruma hızı yavaşlar ve buda hidrasyon süresini artırarak kütiküler geçirgenliği artırır (Schönherr, 2001). Anyonlar büyük ölçüde pasif süreçle kütiküler gözeneklere ve çatlaklara nüfuz eder ve uygun taşıyıcı eleman kullanılarak etkinlikleri artırılabilir (Fagerström ve ark., 2014; Schönherr, 2001). Ayrıca, yaprak kütikülleri genellikle düşük değerlikli katyonlara kıyasla yüksek değerlikli katyonları geçişini kısıtlarlar (Pandey ve ark., 2013; Schönherr, 2006). Ancak, yaprakta uygulanan çözeltilerin kütiküler emiliminin mekanizmaları günümüzde hala tam olarak açıklanamamıştır.

Ektodestoma, bitki hücrelerinde, özellikle epidermis hücreleri arasında bulunan ince kanallar veya bağlantılarıdır. Bu yapılar, hücrelerin su ve besin maddeleri alışverişine yardımcı olurken, aynı zamanda dış etkenlere yönelik koruma sağlamaktadır. Bu gözenekler sayıca değişir ve yoğunluklarının yaprak yüzeyinde yaklaşık 1010 gözenek/cm² olduğu bildirilmiştir (Oosterhuis, 2009). Yapraklara uygulanan çözünen maddeler, gözenek çapı 1 nm'den küçük olan ektodesmalar yoluyla epidermal hücrelere nüfuz edebilir (Schönherr, 2006). Böylece, ektodesmatal gözenekler, üre gibi düşük moleküler ağırlıklı organik çözeltilerin geçişine izin verir; örneğin, üre 0.44 nm çapındayken, şelat formları ve yüksek moleküler iyonik çözeltilerden daha kolay geçiş sağlar (Zhang ve ark., 2009). Ayrıca sabit negatif yüklü poligalakturonik asit, kütikülerin dışından içine doğru hareket yoğunluğunu artırır. Ancak, negatif yük nedeniyle, bu bölge aynı zamanda anyonlardan daha hızlı katyonların difüze olmasını teşvik eder. Ektodesmaların yoğunluğu,

çevresel uyarılar ve diğer stresler, örneğin güneş ışığı, yüksek hava sıcaklığı, kuraklık koşulları veya patojenik enfeksiyonlar ile değişebilir. Bu nedenle, yaprak yoluyla emilim, ektodesmatal gözeneklerin yoğunluğu ve geçirgenliğine bağlıdır (Schönherr, 2006).

2.3. Yaprak Yoluyla Uygulanan Çözeltilerin Floem Üzerinden Hareketliliği

Bitkiler yapraklara uygulanan mineralleri yapraklar aracılığıyla emerler ve bu mineraller apoplastik ve simplastik yollarla epidermisten vasküler dokulara taşınır (Garnett ve Graham, 2005) (Şekil 4). Böylece, yapraklara uygulanan çözünmüş maddeler öncelikle hücreler arası boşluklardan ve plazma membranından, uygulanan mineralin türüne bağlı olarak, konsantrasyon gradyanı boyunca uniporterler (hücre zarından tek yönlü madde taşıyan bir tür protein taşıyıcı) veya kanallar aracılığıyla pasif olarak ya da pompalar, simporterler veya antiporterler aracılığıyla aktif olarak geçerler. Bu mineraller, yaprak vakuollerinde geçici olarak depolanabilir ve tohum gelişim aşamasında tohumlara taşınabilir (Curie ve ark., 2009). Örneğin buğday sürgününde depolanan toplam Fe'nin yaklaşık %77'si floem yoluyla tanelere taşınabilmektedir (Garnett ve Graham, 2005). Yapraktan uygulanan ve vakuollerde biriken mineraller harekete geçirilerek floeme yüklenir ve bu mineraller floem yolu ile ihtiyaç duyulan organlara taşınırlar. Mineraller genellikle, Zn ve Fe gibi ligandlarla kompleksler halinde floem aracılığıyla taşınır; örneğin, Zn ve Fe, nikotianamin ile kompleksler oluşturur (Wei ve ark., 2012a; Wei ve ark., 2012b). Ayrıca, bitkiler içinde hareketliliğe göre mineraller şu şekilde kategorize edilir: yüksek mobiliteye sahip olanlar, N, P, K, Mg, S, Na, Cl gibi; orta veya düşük mobiliteye sahip olanlar, Fe, Zn, Cu, B, Mo gibi; ve nispeten immobil olanlar, Ca, Mn gibi (Marschner, 2011). Bu nedenle, yaprak yoluyla uygulanan mobil besinler teorik olarak immobil olanlara göre daha iyi yanıt verir.

Yapraktan püskürtme yoluyla uygulanan minerallerin biyofortifikasyonu aynı zamanda bunların floem hareketliliğine de bağlıdır. Bitki türü, büyüme aşaması, uygulama yöntemi ve çevresel koşullar gibi çeşitli faktörler, uygulanan minerallerin yeniden mobilizasyonunu etkiler (Cakmak ve Kutman, 2018; Impa ve ark., 2013; Kutman ve ark., 2010). Örneğin, Zn, Fe, Se ve I bitkilerde kısmen mobil olan minerallerdir (Mao ve

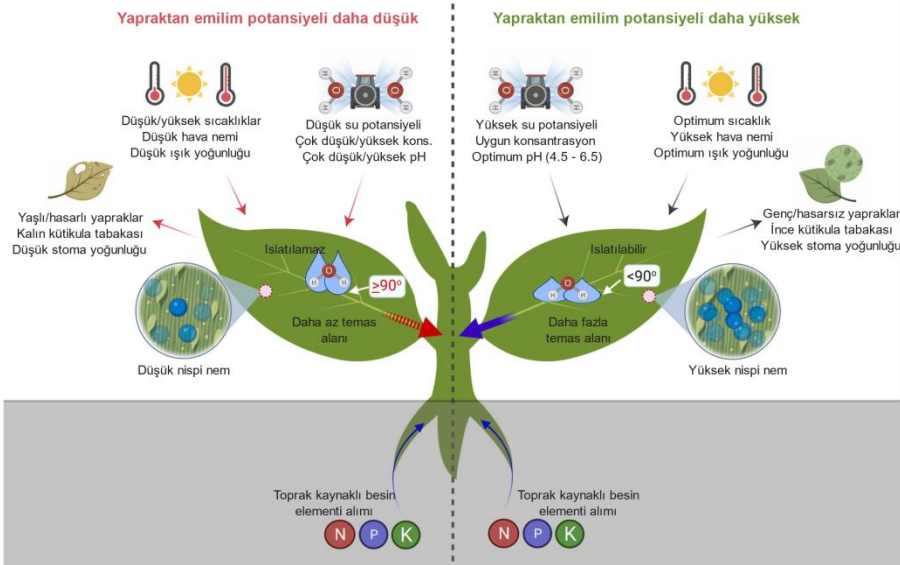
ark., 2014; Nawaz ve ark., 2015; Poggi ve ark., 2000); bu nedenle, bu mineraller tahıllara yapraktan uygulandığında tane konsantrasyonlarında önemli düzeyde artışa neden olmaktadır. Öte yandan, Ca floemde immobil (hareketsiz) olup, biyofortifikasyon amacı ile yapraktan yapılan uygulamalarının etkisiz olduğu bildirilmiştir (Busse ve Palta, 2006). Bununla birlikte, yapraktan uygulanan minerallerin floem hareketliliğinin topraktan elde edilen besin maddelerinden farklı olup olmadığı ve uygulanan mineralin farklı formlarının davranışlarının ne olabileceği hala tam olarak anlaşılamamıştır.

3. Abiyotik Stres Toleransına Karşı Yapraktan Gübreleme

Abiyotik streslerin etkileri, büyüme mevsimi boyunca mekansal ve zamansal olarak değişmekte ve yapraktan uygulanan besin maddelerinin etkinliğini de büyük ölçüde etkilemektedir. Örneğin, yüksek sıcaklık ($\geq 35^{\circ}\text{C}$) apolar (Baur ve ark., 1997) ve polar bileşiklerin (su dahil) beslenmesini iyileştirebilir (Riederer, 2006), şişmeye neden olabilir ve yaprak epidermisindeki polisakkarit özelliklerini etkileyebilir, bu da kütikular mumların fiziksel durumunu ve düzenini değiştirebilir (Schreiber, 2005). Bitkiler yüksek sıcaklık stresi altında stomalarını açarak, kuraklık altında ise su kaybını önlemek için stomalarını kapatarak bitki örtüsünü serinletmek için terleme yaparlar. Ayrıca, sıcaklık ve kuraklık stresinin bir araya gelmesiyle, stomaların kuraklık odaklı düzenlenmesi, sıcaklık stresi odaklı düzenlemenin önüne geçmektedir (Zandalinas ve ark., 2020a; Zandalinas ve ark., 2020b). Yüksek sıcaklık ve ışık stresi altındayken, ısı stresi kaynaklı stoma düzenlemesi, yani açılma, stomaların yüksek ışık kaynaklı kapanmasının üstesinden gelir ve bu da stomaların açılmasıyla sonuçlanır (Balfagón ve ark., 2019). Alternatif olarak yaprak gübrelenmesi, topraktaki besin elementi yetersizliği ve su ve/veya ışık stresini azaltarak fizyolojik mekanizmaları etkiler, bu da yarı kurak ekosistemlerde suyun daha verimli kullanılmasını sağlar (Ruiz-Navarro ve ark., 2019). Ayrıca, kuraklık stresinin yaprak emilimi üzerindeki etkisi tek yönlü değildir, çünkü azalmış yaprak su potansiyeli, suyun (Schreel ve Steppe, 2020; Schreel ve ark., 2019) ve çözünmüş minerallerin yaprak tarafından emilimini artırabilir. Kuraklık stresi altında bazı bitkiler, turgorunu korumak için osmotik ayarlama yapar ve bu da kökler tarafından artan su alımına (Stanton ve Mickelbart, 2014) ve muhtemelen

yaprak emilimine neden olabilir. Bununla beraber, kuraklık aynı zamanda stoma performansı üzerinde kapanma yoluyla olumsuz bir etki yapabilen bir çevresel kısıtlamadır (Reynolds-Henne ve ark., 2010).

Işık, stomanın açılıp kapanmasını etkileyerek yapraktan uygulanan minerallerin etkinliğine pozitif etki etmektedir (Eichert ve Fernández, 2012). Yapılan çalışmalar, ışığa maruz kalmanın mısır bitkilerinde yapraktan uygulanan K^+ alımını hızlandırdığını göstermiştir (Rains, 1967). Bu amaçla, kutikül ve diğer epidermal yapılar, karanlık koşullar altında besin maddelerinin geçişi için kanallar olarak işlev görebilir. Yüksek bağıl nem, damlacık birikintilerini gece boyunca tekrar ıslatırsa kutiküler penetrasyon tehlikeye girebilir (Schreel ve Steppe, 2020; Schreel ve ark., 2019). Aynı şey sis veya çiy sırasında da meydana gelebilir (Eller ve ark., 2013; Goldsmith ve ark., 2017). Havadaki yüksek nem genellikle yapraktan uygulanan mineral besin maddelerinin beslenmesini iyileştirdiğinden (Şekil 5), düşük nem koşullarında ise yaprak yüzeyindeki tuzların hızlı kristalleşmesi nedeniyle düşük higroskopisiteye neden olarak minerallerin penetrasyonunu azaltabilmektedir. Havadaki yüksek nem, kutiküler zarın şişmesine ve bileşenlerinin kaybolmasına neden olabilir.



Şekil 5. Abiyotik ve biyotik faktörlerin ve besin formülasyonlarının yaprağa uygulanan besin maddelerinin etkinliği üzerindeki etkisi (Ishfaq ve ark., 2022) .

Abiyotik stresler altında olduğu gibi, reaktif oksijen türlerinin (ROS) yüksek birikimi ve klorofil bozunması nedeniyle bitkilerin fotosentetik verimliliği azalır, bu da toprak kaynaklı mineral besin maddelerinin alımı ve asimilasyonu için metabolik enerjinin kullanılabilirliğini daha da azaltır (Ahmad ve ark., 2020; Ishfaq ve ark., 2022; Kosar ve ark., 2021; Raja ve ark., 2020). Bu, bitkilerin toprak kökenli besin maddelerini asimile etmesini azaltır. Örneğin, toprak nitratri organik N formuna dahil edilmeden önce nitrite ve ardından amonyuma dönüştürülmelidir (Marschner, 2011). Yaprak gübrelemesi, fotosentetik aktiviteyi, metabolik enerjiyi ve besin asimilasyonunu artırarak topraktaki besin maddeleri kısıtlamalarını hafifletebilir (Görlach ve ark., 2021; Kibria ve ark., 2021; Rossmann ve ark., 2019). Benzer şekilde, yapraktan uygulanan biyostimülantların, metabolik yolları (yani antioksidan savunma sistemlerini), enzim aktivasyonunu, fotosentetik aktiviteyi ve besin asimilasyonunu düzenleyerek çoklu çevresel stresler altında ümit verici faydalı etkiler gösterdiği görülmüştür (Bulgari ve ark., 2019; Franzoni ve ark., 2022; Hasanuzzaman ve ark., 2021; Teklić ve ark., 2021). Dolayısıyla, yapraktan gübreleme, çevresel stresler altında toprak uygulamasına göre daha etkili olabilir. Bu nedenle, yaprak gübrelemesi karmaşık bir süreç gibi görünmektedir ve farklı çevresel koşullar altında bitkilerin nasıl tepkiler vereceği ile ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır (Lobell ve Gourdjı, 2012; Mittler ve Blumwald, 2010).

4. Yaprak Islatma Zamanı ve Süresi

Yaprağı ıslatmanın zamanlaması ve çevresel streslerin çakışması, yapraktan uygulanan çözeltilerin emilim verimliliğini etkileyerek çözeltilerin emilim süresini değiştirmektedir (Dawson ve Goldsmith, 2018; Fernández ve Eichert, 2009). Daha yüksek verim elde etmek için stomaların uygulanan minerallere maruz bırakılması (açılması) ve sıcaklığın çok yüksek olmaması gerekir. Yapraktan yapılan uygulamaların etkinliği bakımından yaprak gübrelemesinin zamanlaması da çok önemli faktördür. Bu da uygulamanın günün en az rüzgâr hızına sahip sabah ve/veya akşam saatlerinde yapılması uygulamadan en yüksek verimin elde edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, uygun yaprak gübreleme zamanı, havadaki sıcaklık nispeten en düşük olduğu saat olan öğleden sonrasıdır. Uygulama zamanıyla ilgili bir diğer faktör de bitki büyümesi ilerledikçe mahsulün belirli besin maddelerine olan

talebidir. Örneğin, P'un yaprakтан gübrenmesi, erken büyüme aşamasından başlanma veya çiçeklenme dönemine kadar olan büyüme aşamalarında çok etkilidir, çünkü bitkiler bu dönemde P'a yüksek düzeyde ihtiyaç duyarlar. Ayrıca, maksimum emilimini belirleyen önemli bir faktör de, uygulanan çözeltilerin yaprak yüzeyinde tutulmasını etkileyen bitki türü ile yaprak alanıdır (Marschner ve Rengel, 2012). Maksimum emilim için, yaprak gübrelerinin yağıştan 12-24 saat önce uygulanması önerilir (Fernández ve ark., 2013). Bu nedenle, ilk 24 saatte sisleme veya yağmurlama sulama sistemleriyle yapılan sulamalar, suyun yaprakları yıkaması nedeniyle yaprakтан uygulanan besin maddelerinin etkinliğini azaltabilir. Ancak yaz mevsiminde yüksek buharlaşma, özellikle yapraklara uygulanan N yaprak yanıklarına neden olabilmekte, ayrıca sabah erken saatlerde yaprakтан yapılan püskürtmelerde de çiğ damlacıklarının varlığı nedeniyle yaprak yanıklarına neden olabilmektedir (Woolfolk ve ark., 2002).

Yüksek sıcaklık koşullarında, yaprakların kuruma süresini uzatmak ve sonuçta yapraklara uygulanan minerallerin etkinliğini artırmak için nemlendiriciler gibi higroskopik bileşikler eklenebilir (Fernández ve Ebert, 2005; Schönherr ve ark., 2005). Yüzey aktif maddelerinin (Fernández ve ark., 2008; Schlegel ve ark., 2006) eklenmesi, dimetilsülfoksit (DMSO) veya glisin-betain (Díaz-Zorita ve ark., 2001; Fernández ve Ebert, 2005) gibi katkı maddelerinin kullanılması çevresel stresler altında yaprak gübrelemesinin emilimini önemli ölçüde iyileştirmektedir. Yüzey aktif maddeleri buharlaşmayı azaltarak yaprak yüzeyindeki sıvı damlacıklarının bulunabilirliğini uzatmaktadır (Januszkiewicz ve ark., 2019). Ancak, yüzey aktif maddenin bileşimi ve konsantrasyonu, aktif bileşenlerin etkinliğini düzenlemede de önemlidir (Räsch ve ark., 2018).

Yaprak yoluyla uygulanan minerallerin etkinliği aynı zamanda bir dizi faktöre bağlıdır: (1) çözeltilerin konsantrasyonu, EC ve çözeltilerin pH'sı, (2) moleküler ağırlık, çözünme noktası, çözünürlük ve çözeltilerin elektrik yükü (3) bitki türü, çeşidi, yaprak fenolojisi, yüzey alanı ve yaşı da etkili olmaktadır (Şekil 5).

5. Abiyotik Stres Koşullarında Yapraktan Gübrelemenin Tarımsal Ürünlerin Verim ve Kalitesine Etkileri

Yapraktan gübreleme, olumsuz çevresel koşullar altında tarımsal ürünlerin verimini (%15 – 19) ve kalitesini (%9 – 29) artırmakta olup, ortaya çıkan bu pozitif etkiler bitki türüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Örneğin, tuzluluk stresinde yapraktan potasyum (K) uygulaması, farklı bitki türlerinde ortalama verimi %1.8 oranında artırmıştır; bu oran buğdayda %10.3, ayçiçeğinde %25.4, üzümde %19.2, domateste %10.6, biberde %26.9 ve diğer bitkilerde %23.8 olarak gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, çinko (Zn) gibi mikro besinlerin yapraktan uygulanması, tuzluluk stresinde ortalama bitki verimini %19.4 oranında önemli derecede ($P<0,05$) artırmıştır. Bu verim artışları çeltikte %19.9, buğdayda %5.6, maş fasulyesinde %32.2, tatlı fesleğende %32.2 ve diğer bitkilerde %19.8 olarak ölçülmüştür (Ishfaq ve ark., 2022).

Kuraklık, dünya genelinde büyük bir sorun olup, bitki verimliliğini önemli derecede etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda potasyum uygulaması kuraklık stresinde toplam ürün verimini su uygulamasına kıyasla %17.7 oranında artırmıştır. Bu verim artışları buğdayda %18.1, mısırdaki %29.4, domateste %7.0, patateste %25.2, pamukta %12.2 ve safran bitkisi ile maş fasulyesi gibi diğer bitkilerde %14.9 olarak gözlemlenmiştir. Yapraktan Zn uygulaması da kuraklık stresinde farklı bitkilerin ortalama verimlerini %15.1 oranında artırmış, bu oran buğdayda %14.0, mısırdaki %17.5, safran bitkisinde %15.6, kolzadaki %9.8, kanoladaki %12.0, ayçiçeğinde %25.5, soya fasulyesinde %12.5 ve keten, maş fasulyesi ve nane gibi diğer bitkilerde %14.7 olarak ölçülmüştür (Ishfaq ve ark., 2022). Yapılan çalışmalarda sıcaklık stresi altında yapraktan potasyum (KH_2PO_4) uygulamasının buğday verimini %34.1 oranında artırdığını (Rahman ve ark., 2014), Zn uygulamasının ise sıcaklık stresi altındaki pamuk bitkisinin tohum verimini %19 oranında artırdığı (Sarwar ve ark., 2019) bildirilmiştir. Demir (Fe) ve bor (B)'un birlikte uygulandığı bir çalışmada ise, tarlada koşullarında yetiştirilen mercimek bitkisinin ısı ve nem stresini hafiflettiği, tane verimini ise %35–38 oranında artırdığı bildirilmiştir (Venugopalan ve ark., 2022). Sonuçlar, K, Zn, Fe ve B'nin yapraktan uygulanmasının, sıcaklık stresinin ürün verimliliği üzerindeki olumsuz etkilerini azaltabileceğini göstermiştir.

Mineral elementlerin yapraktan uygulanmasının stres koşulları altında yetiştirilen bitkilerin kalitesine de önemli derecede etkili olduğu bildirilmiştir. Tuzluluk stresi altındaki farklı bitkilere yapraktan K uygulaması ile bitkilerin ortalama toplam çözüner protein içeriklerini %9.3 oranında artırdığı, bu oranın patatesten %21.7 ve diğer bitkilerde ise %21.4 olduğu bildirilmiştir. Yapraktan K uygulamasının, tuzluluk stresi altındaki buğdayın hamur stabilite süresini %18.2 oranında artırdığı bildirilmiştir (Osman ve ark., 2017). Ayrıca, Zn uygulaması ile tuzluluk stresinde çeltik tanelerindeki Zn konsantrasyonunu önemli derecede (Moradi ve Jahanban, 2018) arttırmıştır.

Kuraklık stresinde yapraktan K uygulaması, farklı bitki türlerinde toplam çözüner proteinleri %9.9 oranında artırmıştır olup, bu artış, mısırdan %11.6, patatesten %21.7, maş fasulyesinde %2.8 ve diğer bitkilerde %8.8 olarak gözlemlenmiştir. Yapraktan Zn uygulaması, kuraklık stresinde bitkilerin yenilebilir kısımlarındaki Zn konsantrasyonlarını ortalama %25.0 oranında artırmış, bu oran buğdayda %24.9, mısırdan %9.3, safran bitkisinde %32.8, kolzada %2.4, soya fasulyesinde %21.1 ve kanola ile nane gibi diğer bitkilerde %46.9 olarak ölçülmüştür (Ishfaq ve ark., 2022).

6. Yapraktan Gübrelemenin Sosyoekonomik Yararları

Mineral besin maddelerinin yapraktan ek olarak uygulanması, topraktaki besin elementlerinin alımlarını kısıtlayan faktörlerin yanında artan çevresel streslerin ürün verimi ve kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini de hafifletmektedir. Yapılan çalışmalar, tek başına toprak uygulamasına kıyasla daha yüksek ürün verimliliği açısından yapraktan ek gübrelemenin gerekliliğini desteklemektedir. (Fernández ve Eichert, 2009; Pavlova ve Michailova, 2009; Sarkar ve ark., 2008; White ve ark., 2015). Karmaşıklığına ve çok sayıda faktöre bağlı olmasına bakılmaksızın, daha az mikrobiyal rekabet ve besin elementi yıkanması ile bu 'doğrudan besleme' taktiği, yapraktan uygulanan minerallerin bitki metabolizmasında hızlı bir şekilde özümlemesine yardımcı olur. Ayrıca, bitkisel üretimde bitkilerin besin gereksiniminin daha düşük olması nedeniyle, makro veya mikro besin elementlerinin yapraktan gübrenmesiyle beslenme bozukluklarının giderilmesi ve ürün verimi ile kalitesinin artırılması mümkün olabilmektedir. Mineral besin maddelerinin yapraktan uygulanması, toprak uygulamasına kıyasla ek ekipman ve işçilik maliyetine (uygulanan elementin kg'ı başına)

neden olabilir. Örneğin, çeltikte B'un yapraktan uygulanması toplam harcamayı ~%3.3 oranında artırdığı bildirilmiştir (Hussain ve ark., 2012a). Ancak, net fayda: maliyet oranı dikkate alındığında, yapraktan gübreleme, düşük uygulama oranı ve verimde neden olduğu artışa paralel olarak toprak uygulaması ile karşılaştırıldığında daha faydalı olduğu belirlenmiştir (Farooq ve ark., 2018). Bu nedenle, yapraktan gübreleme daha yüksek ekonomik getiriler sağlamaktadır (Burkhardt, 2010; Fageria ve ark., 2009; Malhotra ve ark., 2020). Örneğin, Hussain ve ark. (2012a), çeltikte B'un yapraktan uygulamasının net ekonomik getirisinin ~130 ABD\$/hm² olduğunu bildirmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, yapraktan Zn uygulamasının toprak uygulamasına göre çeltikte net faydayı ~124 ABD\$ ha⁻¹ artırmıştır (Farooq ve ark., 2018). Ayrıca, topraktaki besin elementlerinin bitki kökleri tarafından emiliminin sınırlı olduğu durumlarda ve çevresel streslerin olumsuz etkilerini azaltmak için çiftçinin tarla düzeyinde bitki besin elementlerinin yapraktan püskürtülmesi etkili ve ekonomik olarak uygulanabilir bir seçenek olarak öne çıkmaktadır (Imran ve Rehim, 2017; Ruiz-Navarro ve ark., 2019; Waraich ve ark., 2015). Bu nedenle, mineral besin maddelerinin yapraktan uygulanması, çok zorlu tarım koşullarında sürdürülebilir bitkisel üretim ve sosyoekonomik faydalar için çevresel streslerin olumsuz etkilerini azaltmak üzere ürün yönetimi uygulamalarıyla entegre edilebilir. Bununla birlikte, yapraktan gübreleme programında geleneksel toprak gübresine kıyasla göreceli faydanın dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

7. Sonuç ve Öneriler

Yaprak gübrelenmesi, olumsuz çevre koşullarında bile topraktan alınan mineral besin maddelerini tamamlar ve aynı zamanda kritik büyüme evrelerinde bitkinin besin ihtiyacını karşılamaktadır. Bu uygulama, verim boşluklarını kapatmaya ve toprakta ortaya çıkan besin kısıtlamalarını hafifleterek sosyoekonomik sürdürülebilirliği sağlamaya yardımcı olur (Ruiz-Navarro ve ark., 2019). Mineral besin maddelerinin yapraktan uygulanması, tuzluluk ve kuraklık stresi koşullarında bitki verimini %15 – 19 ve kalite özelliklerini %9 – 29 oranında artırabilir. Bu durum, değişen iklim ve ilgili çevresel stresler altında bitki beslenme bozukluklarını gidermek için yapraktan gübrelenmenin önemini göstermektedir. Bu nedenle yaprak gübrelenmesi, toprak uygulamasına göre ekonomik, çevresel ve ekolojik açıdan

sürdürülebilir bir yaklaşım olarak bitkilerin mineral, biyostimülant ve pestisitlerle desteklenmesinde hızlı ve hedefe yönelik bir stratejidir. Emilim mekanizmasını/etkinliğini iyileştirmek için, değişen iklim/çevresel stres koşulları altında yapraktan gübreleme, etkin kullanımları için tutulmayı artırmak üzere uygun yardımcı maddelerin eklendiği formülasyonlar gerektirebilir. Örneğin, yüksek sıcaklıklarda, sprey formülasyonuna nemlendiricilerin eklenmesi, yapraktan uygulanan damlacıkların kolayca kurumasını önemli ölçüde azaltabilir ve performansını iyileştirebilir; bu konuda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Aciksoz, S. B., Yazici, A., Ozturk, L., & Cakmak, I. (2011). Biofortification of Wheat with Iron through Soil and Foliar Application of Nitrogen and Iron Fertilizers. *Plant and soil*, 349, 215-225.
- Adeel, M., Farooq, T., White, J. C., Hao, Y., He, Z., & Rui, Y. (2021). Carbon-Based Nanomaterials Suppress Tobacco Mosaic Virus (Tmv) Infection and Induce Resistance in Nicotiana Benthamiana. *Journal of Hazardous Materials*, 404, 124167.
- Ahmad, P., Alyemeni, M. N., Al-Huqail, A. A., Alqahtani, M. A., Wijaya, L., Ashraf, M., Kaya, C., & Bajguz, A. (2020). Zinc Oxide Nanoparticles Application Alleviates Arsenic (as) Toxicity in Soybean Plants by Restricting the Uptake of as and Modulating Key Biochemical Attributes, Antioxidant Enzymes, Ascorbate-Glutathione Cycle and Glyoxalase System. *Plants*, 9(7), 825.
- Azeem, M., & Ahmad, R. (2011). Foliar Application of Some Essential Minerals on Tomato (*Lycopersicon Esculentum*) Plant Grown under Two Different Salinity Regimes. *Pak. J. Bot*, 43(3), 1513-1520.
- Bahrami-Rad, S., & Hajiboland, R. (2017). Effect of Potassium Application in Drought-Stressed Tobacco (*Nicotiana Rustica L.*) Plants: Comparison of Root with Foliar Application. *Annals of Agricultural Sciences*, 62(2), 121-130.
- Balfagón, D., Sengupta, S., Gómez-Cadenas, A., Fritschi, F. B., Azad, R. K., Mittler, R., & Zandalinas, S. I. (2019). Jasmonic Acid Is Required for Plant Acclimation to a Combination of High Light and Heat Stress. *Plant physiology*, 181(4), 1668-1682.
- Baur, P., Buchholz, A., & Schönherr, J. (1997). Diffusion in Plant Cuticles as Affected by Temperature and Size of Organic Solutes: Similarity and Diversity among Species. *Plant, Cell & Environment*, 20(8), 982-994.
- Berry, Z. C., Emery, N. C., Gotsch, S. G., & Goldsmith, G. R. (2019). Foliar Water Uptake: Processes, Pathways, and Integration into Plant Water Budgets. *Plant, Cell & Environment*, 42(2), 410-423.
- Boaretto, R. M., Quaggio, J. A., Mattos Jr, D., Muraoka, T., & Boaretto, A. E. (2011). Boron Uptake and Distribution in Field Grown Citrus Trees. *Journal of Plant Nutrition*, 34(6), 839-849.

- Bongaarts, J. (2019). Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Global Warming of 1.5°C, Switzerland: Ipcc, 2018. *Population and Development Review*, 45(1), 251-252. doi:https://doi.org/10.1111/padr.12234
- Borrelli, P., Robinson, D. A., Panagos, P., Lugato, E., Yang, J. E., Alewell, C., Wuepper, D., Montanarella, L., & Ballabio, C. (2020). Land Use and Climate Change Impacts on Global Soil Erosion by Water (2015-2070). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(36), 21994-22001.
- Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2019). Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*, 9(6), 306.
- Burkhardt, J. (2010). Hygroscopic Particles on Leaves: Nutrients or Desiccants? *Ecological Monographs*, 80(3), 369-399.
- Burkhardt, J., Basi, S., Pariyar, S., & Hunsche, M. (2012). Stomatal Penetration by Aqueous Solutions—an Update Involving Leaf Surface Particles. *New Phytologist*, 196(3), 774-787.
- Busse, J. S., & Palta, J. P. (2006). Investigating the in Vivo Calcium Transport Path to Developing Potato Tuber Using 45Ca: A New Concept in Potato Tuber Calcium Nutrition. *Physiologia plantarum*, 128(2), 313-323.
- Cakmak, I. (2012). Harvestplus Zinc Fertilizer Project: Harvestzinc. *Better crops*, 96(2), 17-19.
- Cakmak, I., Kalayci, M., Kaya, Y., Torun, A., Aydin, N., Wang, Y., Arisoy, Z., Erdem, H., Yazici, A., & Gokmen, O. (2010). Biofortification and Localization of Zinc in Wheat Grain. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(16), 9092-9102.
- Cakmak, I., & Kutman, U. á. (2018). Agronomic Biofortification of Cereals with Zinc: A Review. *European journal of soil science*, 69(1), 172-180.
- Cakmak, I., Prom-U-Thai, C., Guilherme, L., Rashid, A., Hora, K., Yazici, A., Savasli, E., Kalayci, M., Tutus, Y., & Phuphong, P. (2017). Iodine Biofortification of Wheat, Rice and Maize through Fertilizer Strategy. *Plant and soil*, 418, 319-335.
- Chandra, J., & Keshavkant, S. (2021). Mechanisms Underlying the Phytotoxicity and Genotoxicity of Aluminum and Their Alleviation Strategies: A Review. *Chemosphere*, 278, 130384.

- Cui, Z., Zhang, H., Chen, X., Zhang, C., Ma, W., Huang, C., Zhang, W., Mi, G., Miao, Y., & Li, X. (2018). Pursuing Sustainable Productivity with Millions of Smallholder Farmers. *Nature*, 555(7696), 363-366.
- Curie, C., Cassin, G., Couch, D., Divol, F., Higuchi, K., Le Jean, M., Misson, J., Schikora, A., Czernic, P., & Mari, S. (2009). Metal Movement within the Plant: Contribution of Nicotianamine and Yellow Stripe 1-Like Transporters. *Annals of Botany*, 103(1), 1-11.
- Dawson, T. E., & Goldsmith, G. R. (2018). The Value of Wet Leaves. *New Phytologist*, 219(4), 1156-1169.
- Díaz-Zorita, M., Fernández-Canigia, M., & Grosso, G. (2001). Applications of Foliar Fertilizers Containing Glycinebetaine Improve Wheat Yields. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186(3), 209-215.
- Domínguez, E., Heredia-Guerrero, J. A., & Heredia, A. (2011). The Biophysical Design of Plant Cuticles: An Overview. *New Phytologist*, 189(4), 938-949.
- Eichert, T., & Fernández, V. (2012). Chapter 4 - Uptake and Release of Elements by Leaves and Other Aerial Plant Parts. In P. Marschner (Ed.), *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)* (pp. 71-84). San Diego: Academic Press.
- Eichert, T., Kurtz, A., Steiner, U., & Goldbach, H. E. (2008). Size Exclusion Limits and Lateral Heterogeneity of the Stomatal Foliar Uptake Pathway for Aqueous Solutes and Water-Suspended Nanoparticles. *Physiologia plantarum*, 134(1), 151-160.
- El-Hady, E. S., Merwad, M. A., Shahin, M. F., & Hagagg, L. F. (2020). Influence of Foliar Spray with Some Calcium Sources on Flowering, Fruit Set, Yield and Fruit Quality of Olive Kalmata and Manzanillo Cultivars under Salt Stress. *Bulletin of the National Research Centre*, 44, 1-6.
- El-Jendoubi, H., Vázquez, S., Calatayud, Á., Vavpetič, P., Vogel-Mikuš, K., Pelicon, P., Abadía, J., Abadía, A., & Morales, F. (2014). The Effects of Foliar Fertilization with Iron Sulfate in Chlorotic Leaves Are Limited to the Treated Area. A Study with Peach Trees (*Prunus Persica* L. Batsch) Grown in the Field and Sugar Beet (*Beta Vulgaris* L.) Grown in Hydroponics. *Frontiers in plant science*, 5, 2.

- Eller, C. B., Lima, A. L., & Oliveira, R. S. (2013). Foliar Uptake of Fog Water and Transport Belowground Alleviates Drought Effects in the Cloud Forest Tree Species, *D. Rimys Brasiliensis* (W Interaceae). *New Phytologist*, 199(1), 151-162.
- Fageria, N., Filho, M. B., Moreira, A., & Guimarães, C. (2009). Foliar Fertilization of Crop Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 32(6), 1044-1064.
- Fagerström, A., Kocherbitov, V., Westbye, P., Bergström, K., Arnebrant, T., & Engblom, J. (2014). Surfactant Softening of Plant Leaf Cuticle Model Wax—a Differential Scanning Calorimetry (Dsc) and Quartz Crystal Microbalance with Dissipation (Qcm-D) Study. *Journal of colloid and interface science*, 426, 22-30.
- Fang, Y., Wang, L., Xin, Z., Zhao, L., An, X., & Hu, Q. (2008). Effect of Foliar Application of Zinc, Selenium, and Iron Fertilizers on Nutrients Concentration and Yield of Rice Grain in China. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(6), 2079-2084.
- FAO. (2017). *The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges* (978-92-5-109551-5). Retrieved from Rome:
- Farooq, M., Ullah, A., Rehman, A., Nawaz, A., Nadeem, A., Wakeel, A., Nadeem, F., & Siddique, K. H. (2018). Application of Zinc Improves the Productivity and Biofortification of Fine Grain Aromatic Rice Grown in Dry Seeded and Puddled Transplanted Production Systems. *Field Crops Research*, 216, 53-62.
- Fernández, V., & Bahamonde, H. A. (2020). Advances in Foliar Fertilizers to Optimize Crop Nutrition. In *Achieving Sustainable Crop Nutrition* (pp. 719-744): Burleigh Dodds Science Publishing.
- Fernández, V., & Brown, P. H. (2013). From Plant Surface to Plant Metabolism: The Uncertain Fate of Foliar-Applied Nutrients. *Frontiers in plant science*, 4, 289.
- Fernández, V., Del Río, V., Pumariño, L., Igartua, E., Abadía, J., & Abadía, A. (2008). Foliar Fertilization of Peach (*Prunus Persica* (L.) Batsch) with Different Iron Formulations: Effects on Re-Greening, Iron Concentration and Mineral Composition in Treated and Untreated Leaf Surfaces. *Scientia Horticulturae*, 117(3), 241-248.

- Fernández, V., & Ebert, G. (2005). Foliar Iron Fertilization: A Critical Review. *Journal of Plant Nutrition*, 28(12), 2113-2124.
- Fernández, V., & Eichert, T. (2009). Uptake of Hydrophilic Solutes through Plant Leaves: Current State of Knowledge and Perspectives of Foliar Fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(1-2), 36-68.
- Fernández, V., Gil-Pelegriñ, E., & Eichert, T. (2021). Foliar Water and Solute Absorption: An Update. *The Plant Journal*, 105(4), 870-883.
- Fernández, V., Guzmán-Delgado, P., Graça, J., Santos, S., & Gil, L. (2016). Cuticle Structure in Relation to Chemical Composition: Re-Assessing the Prevailing Model. *Frontiers in plant science*, 7, 427.
- Fernández, V., Sotiropoulos, T., & Brown, P. H. (2013). *Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices*: International fertilizer industry association.
- Fontana, J. E., Wang, G., Sun, R., Xue, H., Li, Q., Liu, J., Davis, K. E., Thornburg, T. E., Zhang, B., & Zhang, Z. (2020). Impact of Potassium Deficiency on Cotton Growth, Development and Potential Microrna-Mediated Mechanism. *Plant physiology and biochemistry*, 153, 72-80.
- Franke, W. (1967). Mechanisms of Foliar Penetration of Solutions. *Annual Review of Plant Physiology*, 18(1), 281-300.
- Franzoni, G., Cocetta, G., Prinsi, B., Ferrante, A., & Espen, L. (2022). Biostimulants on Crops: Their Impact under Abiotic Stress Conditions. *Horticulturae*, 8(3), 189.
- Garnett, T. P., & Graham, R. D. (2005). Distribution and Remobilization of Iron and Copper in Wheat. *Annals of Botany*, 95(5), 817-826.
- Ghosh, D., Mandal, M., & Pattanayak, S. K. (2021). Long Term Effect of Integrated Nutrient Management on Dynamics of Phosphorous in an Acid Inceptisols of Tropical India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(19), 2289-2303.
- Goldsmith, G. R., Bentley, L. P., Shenkin, A., Salinas, N., Blonder, B., Martin, R. E., Castro-Ccosco, R., Chambi-Porroa, P., Diaz, S., & Enquist, B. J. (2017). Variation in Leaf Wettability Traits Along a Tropical Montane Elevation Gradient. *New Phytologist*, 214(3), 989-1001.
- Görlach, B. M., Sagervanshi, A., Henningsen, J. N., Pitann, B., & Mühlhling, K. H. (2021). Uptake, Subcellular Distribution, and Translocation of Foliar-Applied Phosphorus: Short-Term Effects on Ion Relations in

- Deficient Young Maize Plants. *Plant physiology and biochemistry*, 166, 677-688.
- Guzmán-Delgado, P., Laca, E., & Zwieniecki, M. A. (2021). Unravelling Foliar Water Uptake Pathways: The Contribution of Stomata and the Cuticle. *Plant, Cell & Environment*, 44(6), 1728-1740.
- Guzmán, P., Fernández, V., García, M. L., Khayet, M., Fernández, A., & Gil, L. (2014). Localization of Polysaccharides in Isolated and Intact Cuticles of Eucalypt, Poplar and Pear Leaves by Enzyme-Gold Labelling. *Plant physiology and biochemistry*, 76, 1-6.
- Hasanuzzaman, M., Parvin, K., Bardhan, K., Nahar, K., Anee, T. I., Masud, A. A. C., & Fotopoulos, V. (2021). Biostimulants for the Regulation of Reactive Oxygen Species Metabolism in Plants under Abiotic Stress. *Cells*, 10(10), 2537.
- Hidoto, L., Worku, W., Mohammed, H., & Bunyamin, T. (2017). Effects of Zinc Application Strategy on Zinc Content and Productivity of Chickpea Grown under Zinc Deficient Soils. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(1), 112-126.
- Hussain, M., Khan, M. A., Khan, M. B., Farooq, M., & Farooq, S. (2012a). Boron Application Improves Growth, Yield and Net Economic Return of Rice. *Rice Science*, 19(3), 259-262. doi:[https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(12\)60049-3](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(12)60049-3)
- Hussain, M., Tariq, A. F., Nawaz, A., Nawaz, M., Sattar, A., Ul-Allah, S., & Wakeel, A. (2020). Efficacy of Fertilizing Method for Different Potash Sources in Cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Nutrition under Arid Climatic Conditions. *PLoS One*, 15(1), e0228335.
- Hussain, S., Maqsood, M. A., Rengel, Z., & Aziz, T. (2012b). Biofortification and Estimated Human Bioavailability of Zinc in Wheat Grains as Influenced by Methods of Zinc Application. *Plant and soil*, 361, 279-290.
- Impa, S. M., Morete, M. J., Ismail, A. M., Schulin, R., & Johnson-Beebout, S. E. (2013). Zn Uptake, Translocation and Grain Zn Loading in Rice (*Oryza Sativa* L.) Genotypes Selected for Zn Deficiency Tolerance and High Grain Zn. *Journal of Experimental Botany*, 64(10), 2739-2751.

- Imran, M., & Rehim, A. (2017). Zinc Fertilization Approaches for Agronomic Biofortification and Estimated Human Bioavailability of Zinc in Maize Grain. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 63(1), 106-116.
- Imtiaz, M., Alloway, B. J., Aslam, M., Memon, M. Y., Khan, P., Siddiqui, S. u. H., & Shah, S. K. H. (2006). Zinc Sorption in Selected Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 37(11-12), 1675-1688.
- Ishfaq, M., Wakeel, A., Shahzad, M. N., Kiran, A., & Li, X. (2021a). Severity of Zinc and Iron Malnutrition Linked to Low Intake through a Staple Crop: A Case Study in East-Central Pakistan. *Environmental Geochemistry and Health*, 43(10), 4219-4233.
- Ishfaq, M., Wang, Y., Yan, M., Wang, Z., Wu, L., Li, C., & Li, X. (2022). Physiological Essence of Magnesium in Plants and Its Widespread Deficiency in the Farming System of China. *Frontiers in plant science*, 13, 802274.
- Ishfaq, M., Zhong, Y., Wang, Y., & Li, X. (2021b). Magnesium Limitation Leads to Transcriptional down-Tuning of Auxin Synthesis, Transport, and Signaling in the Tomato Root. *Frontiers in plant science*, 12, 802399.
- Januskiewicz, K., Mrozek-Niećko, A., & Rózański, J. (2019). Effect of Surfactants and Leaf Surface Morphology on the Evaporation Time and Coverage Area of Zn Droplets. *Plant and soil*, 434, 93-105.
- Johnson-Beebout, S. E., Lauren, J. G., & Duxbury, J. M. (2009). Immobilization of Zinc Fertilizer in Flooded Soils Monitored by Adapted Dtpa Soil Test. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(11-12), 1842-1861.
- Ju, S., Wang, L., Zhang, C., Yin, T., & Shao, S. (2017). Alleviatory Effects of Silicon on the Foliar Micromorphology and Anatomy of Rice (*Oryza Sativa* L.) Seedlings under Simulated Acid Rain. *PLoS One*, 12(10), e0187021.
- Kah, M., Tufenkji, N., & White, J. C. (2019). Nano-Enabled Strategies to Enhance Crop Nutrition and Protection. *Nature nanotechnology*, 14(6), 532-540.

- Kannan, S. (2010). Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. *Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming*, 371-402.
- Kibria, M. G., Barton, L., & Rengel, Z. (2021). Applying Foliar Magnesium Enhances Wheat Growth in Acidic Soil by Stimulating Exudation of Malate and Citrate. *Plant and soil*, 464(1), 621-634.
- Kosar, F., Akram, N. A., Ashraf, M., Ahmad, A., Alyemeni, M. N., & Ahmad, P. (2021). Impact of Exogenously Applied Trehalose on Leaf Biochemistry, Achene Yield and Oil Composition of Sunflower under Drought Stress. *Physiologia plantarum*, 172(2), 317-333.
- Kuepper, G. (2003). Foliar Fertilization Current Topic, Attra–National Sustainable Agriculture Information Service, Ncat Agriculture Specialist. *March Issue*.
- Kumar, A. R., & Kumar, N. (2007). Sulfate of Potash Foliar Spray Effects on Yield, Quality, and Post-Harvest Life of Banana. *Better crops*, 91(2), 22-24.
- Kutman, U. B., Yildiz, B., Ozturk, L., & Cakmak, I. (2010). Biofortification of Durum Wheat with Zinc through Soil and Foliar Applications of Nitrogen. *Cereal Chemistry*, 87(1), 1-9.
- Lara, I., Heredia, A., & Domínguez, E. (2019). Shelf Life Potential and the Fruit Cuticle: The Unexpected Player. *Frontiers in plant science*, 10, 770.
- Li, C., Wang, P., Lombi, E., Wu, J., Blamey, F. P. C., Fernández, V., Howard, D. L., Menzies, N. W., & Kopittke, P. M. (2018). Absorption of Foliar Applied Zn Is Decreased in Zn Deficient Sunflower (*Helianthus Annuus*) Due to Changes in Leaf Properties. *Plant and soil*, 433, 309-322.
- Lobell, D. B., & Gourdji, S. M. (2012). The Influence of Climate Change on Global Crop Productivity. *Plant physiology*, 160(4), 1686-1697.
- López-Arredondo, D. L., & Herrera-Estrella, L. (2012). Engineering Phosphorus Metabolism in Plants to Produce a Dual Fertilization and Weed Control System. *Nature Biotechnology*, 30(9), 889-893.
- Ly, J., Christie, P., & Zhang, S. (2019). Uptake, Translocation, and Transformation of Metal-Based Nanoparticles in Plants: Recent

- Advances and Methodological Challenges. *Environmental Science: Nano*, 6(1), 41-59.
- Lynch, J. P. (2019). Root Phenotypes for Improved Nutrient Capture: An Underexploited Opportunity for Global Agriculture. *New Phytologist*, 223(2), 548-564.
- Maillard, A., Diquélou, S., Billard, V., Laîné, P., Garnica, M., Prudent, M., Garcia-Mina, J.-M., Yvin, J.-C., & Ourry, A. (2015). Leaf Mineral Nutrient Remobilization during Leaf Senescence and Modulation by Nutrient Deficiency. *Frontiers in plant science*, 6, 317.
- Malhotra, H., Pandey, R., Sharma, S., & Bindraban, P. S. (2020). Foliar Fertilization: Possible Routes of Iron Transport from Leaf Surface to Cell Organelles. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 66(3), 279-300.
- Mallarino, A. P., Haq, M. U., Wittry, D., & Bermudez, M. (2001). Variation in Soybean Response to Early Season Foliar Fertilization among and within Fields. *Agronomy Journal*, 93(6), 1220-1226.
- Mao, H., Wang, J., Wang, Z., Zan, Y., Lyons, G., & Zou, C. (2014). Using Agronomic Biofortification to Boost Zinc, Selenium, and Iodine Concentrations of Food Crops Grown on the Loess Plateau in China. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14(2), 459-470.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*: Academic press.
- Marschner, P., & Rengel, Z. (2012). Chapter 12 - Nutrient Availability in Soils. In P. Marschner (Ed.), *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)* (pp. 315-330). San Diego: Academic Press.
- Mengel, K. (2001). *Alternative or Complementary Role of Foliar Supply in Mineral Nutrition*. Paper presented at the International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants 594.
- Middleton, L., & Sanderson, J. (1965). The Uptake of Inorganic Ions by Plant Leaves. *Journal of Experimental Botany*, 16(2), 197-215.
- Mittler, R., & Blumwald, E. (2010). Genetic Engineering for Modern Agriculture: Challenges and Perspectives. *Annual review of plant biology*, 61(1), 443-462.

- Montagna, P., McCulloch, M., Taviani, M., Trotter, J., Silenzi, S., & Mazzoli, C. (2009). An Improved Sampling Method for Coral P/Ca as a Nutrient Proxy. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73, A895-A895.
- Moradi, S., & Jahanban, L. (2018). Salinity Stress Alleviation by Zn as Soil and Foliar Applications in Two Rice Cultivars. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(20), 2517-2526.
- Mosali, J., Desta, K., Teal, R. K., Freeman, K. W., Martin, K. L., Lawles, J. W., & Raun, W. R. (2006). Effect of Foliar Application of Phosphorus on Winter Wheat Grain Yield, Phosphorus Uptake, and Use Efficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 29(12), 2147-2163.
- Murgia, I., Arosio, P., Tarantino, D., & Soave, C. (2012). Biofortification for Combating 'Hidden Hunger' for Iron. *Trends in Plant Science*, 17(1), 47-55.
- Mussarat, M., Ali, H., Muhammad, D., Mian, I. A., Khan, S., Adnan, M., Fahad, S., Wahid, F., Dawar, K., & Ali, S. (2021). Comparing the Phosphorus Use Efficiency of Pre-Treated (Organically) Rock Phosphate with Soluble P Fertilizers in Maize under Calcareous Soils. *PeerJ*, 9, e11452.
- Nadeem, F., & Farooq, M. (2019). Application of Micronutrients in Rice-Wheat Cropping System of South Asia. *Rice Science*, 26(6), 356-371.
- Nawaz, F., Ahmad, R., Ashraf, M., Waraich, E., & Khan, S. (2015). Effect of Selenium Foliar Spray on Physiological and Biochemical Processes and Chemical Constituents of Wheat under Drought Stress. *Ecotoxicology and environmental safety*, 113, 191-200.
- Niu, J., Liu, C., Huang, M., Liu, K., & Yan, D. (2021). Effects of Foliar Fertilization: A Review of Current Status and Future Perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21, 104-118.
- Niyigaba, E., Twizerimana, A., Mugenzi, I., Ngnadong, W. A., Ye, Y. P., Wu, B. M., & Hai, J. B. (2019). Winter Wheat Grain Quality, Zinc and Iron Concentration Affected by a Combined Foliar Spray of Zinc and Iron Fertilizers. *Agronomy*, 9(5), 250.
- Oosterhuis, D. (2009). *Foliar Fertilization: Mechanisms and Magnitude of Nutrient Uptake*. Paper presented at the Proceedings of the fluid forum.
- Osman, M. E., Mohsen, A. A., Elfeky, S. S., & Mohamed, W. (2017). Response of Salt-Stressed Wheat (*Triticum Aestivum* L.) to Potassium

- Humate Treatment and Potassium Silicate Foliar Application. *Egyptian Journal of Botany*, 57(7th International Conf.), 85-102.
- Outlaw, J., William H. (2003). Integration of Cellular and Physiological Functions of Guard Cells. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(6), 503-529.
- Ozturk, L., Yazici, M. A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bagci, A., Ozkan, H., Braun, H. J., Sayers, Z., & Cakmak, I. (2006). Concentration and Localization of Zinc during Seed Development and Germination in Wheat. *Physiologia plantarum*, 128(1), 144-152.
- Pandey, R., Krishnapriya, V., & Bindraban, P. S. (2013). Biochemical Nutrient Pathways in Plants Applied as Foliar Spray: Phosphorus and Iron. *VFRC Report*, 1, 6-60.
- Pang, J., Ross, J., Zhou, M., Mendham, N., & Shabala, S. (2007). Amelioration of Detrimental Effects of Waterlogging by Foliar Nutrient Sprays in Barley. *Functional Plant Biology*, 34(3), 221-227.
- Pavlova, A., & Michailova, T. (2009). Foliar Fertilization-Profitable Technology. *Laktofol-20 years science and practice*, Sofia, 144.
- Peirce, C., McBeath, T., Fernández, V., & McLaughlin, M. (2014). Wheat Leaf Properties Affecting the Absorption and Subsequent Translocation of Foliar-Applied Phosphoric Acid Fertiliser. *Plant and soil*, 384, 37-51.
- Philippe, G., Geneix, N., Petit, J., Guillon, F., Sandt, C., Rothan, C., Lahaye, M., Marion, D., & Bakan, B. (2020). Assembly of Tomato Fruit Cuticles: A Cross-Talk between the Cutin Polyester and Cell Wall Polysaccharides. *New Phytologist*, 226(3), 809-822.
- Poggi, V., Arcioni, A., Filippini, P., & Pifferi, P. G. (2000). Foliar Application of Selenite and Selenate to Potato (*Solanum Tuberosum*): Effect of a Ligand Agent on Selenium Content of Tubers. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(10), 4749-4751.
- Pooniya, V., & Shivay, Y. S. (2013). Enrichment of Basmati Rice Grain and Straw with Zinc and Nitrogen through Ferti-Fortification and Summer Green Manuring under Indo-Gangetic Plains of India. *Journal of Plant Nutrition*, 36(1), 91-117.

- Porro, D., Comai, M., Dorigoni, A., Stefanini, M., & Ceschini, A. (2002). Manganese Foliar Application to Prevent Leaf Drop. *Acta horticulturae*, 229-236.
- Potarzycki, J., & Grzebisz, W. (2009). Effect of Zinc Foliar Application on Grain Yield of Maize and Its Yielding Component. *Plant, soil and environment*, 55(12), 519-527.
- Prom-U-Thai, C., Rashid, A., Ram, H., Zou, C., Guilherme, L. R. G., Corguinha, A. P. B., Guo, S., Kaur, C., Naeem, A., & Yamuangmorn, S. (2020). Simultaneous Biofortification of Rice with Zinc, Iodine, Iron and Selenium through Foliar Treatment of a Micronutrient Cocktail in Five Countries. *Frontiers in plant science*, 11, 589835.
- Rahman, A., Rahman, M., Hasan, M., Begum, F., & Sarker, M. (2014). Effects of Foliar Application of Potassium Orthophosphate on Grain Yield and Kernel Quality of Wheat (*Triticum Aestivum*) under Terminal Heat Stress. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 39(1), 67-77.
- Rains, D. W. (1967). Light-Enhanced Potassium Absorption by Corn Leaf Tissue. *Science*, 156(3780), 1382-1383.
- Raja, V., Qadir, S. U., Alyemeni, M. N., & Ahmad, P. (2020). Impact of Drought and Heat Stress Individually and in Combination on Physio-Biochemical Parameters, Antioxidant Responses, and Gene Expression in *Solanum Lycopersicum*. *3 Biotech*, 10, 1-18.
- Rajakumar, D., & Gurumurthy, S. (2008). Effect of Plant Density and Nutrient Spray on the Yield Attributes and Yield of Direct Sown and Polybag Seedling Planted Hybrid Cotton. *Agricultural Science Digest*, 28(3), 174-177.
- Ram, H., Rashid, A., Zhang, W., Duarte, A. á., Phattarakul, N., Simunji, S., Kalayci, M., Freitas, R., Rerkasem, B., & Bal, R. (2016). Biofortification of Wheat, Rice and Common Bean by Applying Foliar Zinc Fertilizer Along with Pesticides in Seven Countries. *Plant and soil*, 403, 389-401.
- Räsch, A., Hunsche, M., Mail, M., Burkhardt, J., Noga, G., & Pariyar, S. (2018). Agricultural Adjuvants May Impair Leaf Transpiration and Photosynthetic Activity. *Plant physiology and biochemistry*, 132, 229-237.

- Rehman, H.-u., Aziz, T., Farooq, M., Wakeel, A., & Rengel, Z. (2012). Zinc Nutrition in Rice Production Systems: A Review. *Plant and soil*, 361, 203-226.
- Rehman, R., Asif, M., Cakmak, I., & Ozturk, L. (2021). Differences in Uptake and Translocation of Foliar-Applied Zn in Maize and Wheat. *Plant and soil*, 462, 235-244.
- Restrepo-Diaz, H., Benlloch, M., & Fernández-Escobar, R. (2008). Plant Water Stress and K⁺ Starvation Reduce Absorption of Foliar Applied K⁺ by Olive Leaves. *Scientia Horticulturae*, 116(4), 409-413.
- Reynolds-Henne, C. E., Langenegger, A., Mani, J., Schenk, N., Zumsteg, A., & Feller, U. (2010). Interactions between Temperature, Drought and Stomatal Opening in Legumes. *Environmental and Experimental Botany*, 68(1), 37-43.
- Riederer, M. (2006). Thermodynamics of the Water Permeability of Plant Cuticles: Characterization of the Polar Pathway. *Journal of Experimental Botany*, 57(12), 2937-2942.
- Rillig, M. C., Ryo, M., Lehmann, A., Aguilar-Trigueros, C. A., Buchert, S., Wulf, A., Iwasaki, A., Roy, J., & Yang, G. (2019). The Role of Multiple Global Change Factors in Driving Soil Functions and Microbial Biodiversity. *Science*, 366(6467), 886-890.
- Robertson, D., Zhang, H., Palta, J. A., Colmer, T., & Turner, N. C. (2009). Waterlogging Affects the Growth, Development of Tillers, and Yield of Wheat through a Severe, but Transient, N Deficiency. *Crop and Pasture Science*, 60(6), 578-586.
- Rossmann, A., Buchner, P., Savill, G., Hawkesford, M., Scherf, K., & Mühlhng, K. (2019). Foliar N Application at Anthesis Alters Grain Protein Composition and Enhances Baking Quality in Winter Wheat Only under a Low N Fertiliser Regimen. *European Journal of Agronomy*, 109, 125909.
- Ruiz-Navarro, A., Fernandez, V., Abadia, J., Abadia, A., Querejeta, J. I., Albaladejo, J., & Barbera, G. G. (2019). Foliar Fertilization of Two Dominant Species in a Semiarid Ecosystem Improves Their Ecophysiological Status and the Use Efficiency of a Water Pulse. *Environmental and Experimental Botany*, 167, 103854.

- Sabbe, W. E., & Hodges, S. C. (2010). Interpretation of Plant Mineral Status. In *Physiology of Cotton* (pp. 265-271): Springer.
- Saifullah, Javed, H., Naeem, A., Rengel, Z., & Dahlawi, S. (2016). Timing of Foliar Zn Application Plays a Vital Role in Minimizing Cd Accumulation in Wheat. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 16432-16439.
- Sarkar, N., Paul, A., Rakshit, A., Maiti, R., & Rualthankhuma, R. (2008). Liquid Nutrition, a Modern Technique for Efficient Fertilization.
- Sarwar, M., Saleem, M. F., Ullah, N., Ali, S., Rizwan, M., Shahid, M. R., Alyemeni, M. N., Alamri, S. A., & Ahmad, P. (2019). Role of Mineral Nutrition in Alleviation of Heat Stress in Cotton Plants Grown in Glasshouse and Field Conditions. *Scientific reports*, 9(1), 13022.
- Schlegel, T. K., Schönherr, J., & Schreiber, L. (2006). Rates of Foliar Penetration of Chelated Fe (Iii): Role of Light, Stomata, Species, and Leaf Age. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(18), 6809-6813.
- Schönherr, J. (2001). Cuticular Penetration of Calcium Salts: Effects of Humidity, Anions, and Adjuvants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164(2), 225-231.
- Schönherr, J. (2006). Characterization of Aqueous Pores in Plant Cuticles and Permeation of Ionic Solutes. *Journal of Experimental Botany*, 57(11), 2471-2491.
- Schönherr, J., Fernández, V., & Schreiber, L. (2005). Rates of Cuticular Penetration of Chelated Feiii: Role of Humidity, Concentration, Adjuvants, Temperature, and Type of Chelate. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(11), 4484-4492.
- Schönherr, J., & Schreiber, L. (2004). Size Selectivity of Aqueous Pores in Astomatous Cuticular Membranes Isolated from Populus Canescens (Aiton) Sm. Leaves. *Planta*, 219, 405-411.
- Schreel, J. D., & Steppe, K. (2020). Foliar Water Uptake in Trees: Negligible or Necessary? *Trends in Plant Science*, 25(6), 590-603.
- Schreel, J. D., von der Crone, J. S., Kangur, O., & Steppe, K. (2019). Influence of Drought on Foliar Water Uptake Capacity of Temperate Tree Species. *Forests*, 10(7), 562.

- Schreiber, L. (2005). Polar Paths of Diffusion across Plant Cuticles: New Evidence for an Old Hypothesis. *Annals of Botany*, 95(7), 1069-1073.
- Shi, M., Wang, X., Wang, H., Guo, Z., Wang, R., Hui, X., Wang, S., Kopittke, P. M., & Wang, Z. (2021). High Phosphorus Fertilization Changes the Speciation and Distribution of Manganese in Wheat Grains Grown in a Calcareous Soil. *Science of the Total environment*, 787, 147608.
- Stanton, K. M., & Mickelbart, M. V. (2014). Maintenance of Water Uptake and Reduced Water Loss Contribute to Water Stress Tolerance of *Spiraea Alba Du Roi* and *Spiraea Tomentosa L.* *Horticulture research*, 1.
- Stepien, A., & Wojtkowiak, K. (2016). Effect of Foliar Application of Cu, Zn, and Mn on Yield and Quality Indicators of Winter Wheat Grain. *Chilean journal of agricultural research*, 76(2), 220-227.
- Sun, X., Chen, H., Wang, P., Chen, F., Yuan, L., & Mi, G. (2020). Low Nitrogen Induces Root Elongation Via Auxin-Induced Acid Growth and Auxin-Regulated Target of Rapamycin (Tor) Pathway in Maize. *Journal of Plant Physiology*, 254, 153281.
- Tanou, G., Ziogas, V., & Molassiotis, A. (2017). Foliar Nutrition, Biostimulants and Prime-Like Dynamics in Fruit Tree Physiology: New Insights on an Old Topic. *Frontiers in plant science*, 8, 75.
- Tariq, M., Afzal, M. N., Muhammad, D., Ahmad, S., Shahzad, A. N., Kiran, A., & Wakeel, A. (2018). Relationship of Tissue Potassium Content with Yield and Fiber Quality Components of Bt Cotton as Influenced by Potassium Application Methods. *Field Crops Research*, 229, 37-43.
- Tayyab, M., Wakeel, A., Sanaullah, M., Zahir, M., Mubarak, M. U., Ijaz, M., & Ishfaq, M. (2022). Foliar Application of Boron Enhances Sugar Beet Yield and Industrial Sugar Content by Promoting Indigenous Soil-Boron Uptake. *Pak. J. Bot*, 55, 1295-1303.
- Teare, I., Peterson, C., & Law, A. (1971). Size and Frequency of Leaf Stomata in Cultivars of *Triticum Aestivum* and Other *Triticum* Species 1. *Crop Science*, 11(4), 496-498.
- Teklić, T., Parađiković, N., Špoljarević, M., Zeljković, S., Lončarić, Z., & Lisjak, M. (2021). Linking Abiotic Stress, Plant Metabolites, Biostimulants and Functional Food. *Annals of Applied Biology*, 178(2), 169-191.

- Tränkner, M., Tavakol, E., & Jáklí, B. (2018). Functioning of Potassium and Magnesium in Photosynthesis, Photosynthate Translocation and Photoprotection. *Physiologia plantarum*, 163(3), 414-431.
- Venugopalan, V. K., Nath, R., Sengupta, K., Pal, A. K., Banerjee, S., Banerjee, P., Chandran, M. A. S., Roy, S., Sharma, L., & Hossain, A. (2022). Foliar Spray of Micronutrients Alleviates Heat and Moisture Stress in Lentil (*Lens Culinaris Medik*) Grown under Rainfed Field Conditions. *Frontiers in plant science*, 13, 847743.
- Wakeel, A., & Ishfaq, M. (2022a). Potash Research in Pakistan. *Potash Use and Dynamics in Agriculture*, 67-86.
- Wakeel, A., & Ishfaq, M. (2022b). Potassium in Plants. *Potash Use and Dynamics in Agriculture*, 19-27.
- Wang, S., Li, M., Liu, K., Tian, X., Li, S., Chen, Y., & Jia, Z. (2017). Effects of Zn, Macronutrients, and Their Interactions through Foliar Applications on Winter Wheat Grain Nutritional Quality. *PLoS One*, 12(7), e0181276.
- Wang, S., Li, M., Tian, X., Li, J., Li, H., Ni, Y., Zhao, J., Chen, Y., Guo, C., & Zhao, A. (2015). Foliar Zinc, Nitrogen, and Phosphorus Application Effects on Micronutrient Concentrations in Winter Wheat. *Agronomy Journal*, 107(1), 61-70.
- Wang, S., Tian, X., & Liu, Q. (2020). The Effectiveness of Foliar Applications of Zinc and Biostimulants to Increase Zinc Concentration and Bioavailability of Wheat Grain. *Agronomy*, 10(2), 178.
- Wang, S., Zhang, X., Liu, K., Fei, P., Chen, J., Li, X., Ning, P., Chen, Y., Shi, J., & Tian, X. (2019). Improving Zinc Concentration and Bioavailability of Wheat Grain through Combined Foliar Applications of Zinc and Pesticides. *Agronomy Journal*, 111(3), 1478-1487.
- Wang, Y., Zhang, L., Zhou, N., Xu, L., Zhu, J., Tao, H., Huang, S., & Wang, P. (2018). Late Harvest and Foliar Fungicide Acted Together to Minimize Climate Change Effects on Summer Maize Yield in the North China Plain during 1954–2015. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 265, 535-543.
- Waraich, E. A., Ahmad, Z., Ahmad, R., Saifullah, & Ashraf, M. (2015). Foliar Applied Phosphorous Enhanced Growth, Chlorophyll Contents, Gas

- Exchange Attributes and PUE in Wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 38(12), 1929-1943.
- Wei, D., Wei, J., Wu, X., Liu, H., Xiong, J., & Shi, D. (2013). Effect of Foliage Spray on Dry Matter Accumulation, Nutrient Status and Soil Nutrient of Potato.
- Wei, Y., Shohag, M., & Yang, X. (2012a). Biofortification and Bioavailability of Rice Grain Zinc as Affected by Different Forms of Foliar Zinc Fertilization.
- Wei, Y., Shohag, M., Yang, X., & Yibin, Z. (2012b). Effects of Foliar Iron Application on Iron Concentration in Polished Rice Grain and Its Bioavailability. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(45), 11433-11439.
- White, C., Roques, S., & Berry, P. (2015). Effects of Foliar-Applied Nitrogen Fertilizer on Oilseed Rape (*Brassica Napus*). *The Journal of Agricultural Science*, 153(1), 42-55.
- White, H. J., Caplat, P., Emmerson, M. C., & Yearsley, J. M. (2021). Predicting Future Stability of Ecosystem Functioning under Climate Change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 320, 107600.
- Woolfolk, C. W., Raun, W. R., Johnson, G. V., Thomason, W. E., Mullen, R. W., Wynn, K. J., & Freeman, K. W. (2002). Influence of Late-Season Foliar Nitrogen Applications on Yield and Grain Nitrogen in Winter Wheat. *Agronomy Journal*, 94(3), 429-434.
- Xie, R., Zhao, J., Lu, L., Brown, P., Guo, J., & Tian, S. (2020). Penetration of Foliar-Applied Zn and Its Impact on Apple Plant Nutrition Status: In Vivo Evaluation by Synchrotron-Based X-Ray Fluorescence Microscopy. *Horticulture research*, 7.
- Zandalinas, S. I., Fichman, Y., Devireddy, A. R., Sengupta, S., Azad, R. K., & Mittler, R. (2020a). Systemic Signaling during Abiotic Stress Combination in Plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(24), 13810-13820.
- Zandalinas, S. I., Fritschi, F. B., & Mittler, R. (2020b). Signal Transduction Networks during Stress Combination. *Journal of Experimental Botany*, 71(5), 1734-1741.
- Zandalinas, S. I., Fritschi, F. B., & Mittler, R. (2021a). Global Warming, Climate Change, and Environmental Pollution: Recipe for a

- Multifactorial Stress Combination Disaster. *Trends in Plant Science*, 26(6), 588-599.
- Zandalinas, S. I., Sengupta, S., Fritschi, F. B., Azad, R. K., Nechushtai, R., & Mittler, R. (2021b). The Impact of Multifactorial Stress Combination on Plant Growth and Survival. *New Phytologist*, 230(3), 1034-1048.
- Zhang, J., Wang, M., & Wu, L. (2009). Can Foliar Iron-Containing Solutions Be a Potential Strategy to Enrich Iron Concentration of Rice Grains (*Oryza Sativa L.*)? *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science*, 59(5), 389-394.
- Zhang, J., Wu, L., & Wang, M. (2008). Can Iron and Zinc in Rice Grains (*Oryza Sativa L.*) Be Biofortified with Nitrogen Fertilisation under Pot Conditions? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(7), 1172-1177.
- Zhang, Y.-Q., Sun, Y.-X., Ye, Y.-L., Karim, M. R., Xue, Y.-F., Yan, P., Meng, Q.-F., Cui, Z.-L., Cakmak, I., & Zhang, F.-S. (2012). Zinc Biofortification of Wheat through Fertilizer Applications in Different Locations of China. *Field Crops Research*, 125, 1-7.
- Zhao, W., Dong, H., Zhou, Z., Wang, Y., & Hu, W. (2020). Potassium (K) Application Alleviates the Negative Effect of Drought on Cotton Fiber Strength by Sustaining Higher Sucrose Content and Carbohydrates Conversion Rate. *Plant physiology and biochemistry*, 157, 105-113.
- Zheng, C., Li, P., Sun, M., Pang, C., Zhao, X., Gui, H., Liu, S., Qin, Y., Dong, H., & Yu, X. (2018). Effects of Foliar Nitrogen Applications on the Absorption of Nitrate Nitrogen by Cotton Roots. *Cotton Science*, 30(4), 338-343. doi:10.11963/1002-7807.zcsdhl.20180703
- Zhu, Q., Liu, X., Hao, T., Zeng, M., Shen, J., Zhang, F., & De Vries, W. (2018). Modeling Soil Acidification in Typical Chinese Cropping Systems. *Science of the Total environment*, 613, 1339-1348.
- Zou, C., Zhang, Y., Rashid, A., Ram, H., Savasli, E., Arisoy, R., Ortiz-Monasterio, I., Simunji, S., Wang, Z., & Sohu, V. (2012). Biofortification of Wheat with Zinc through Zinc Fertilization in Seven Countries. *Plant and soil*, 361, 119-130.

BÖLÜM X

BAĞCILIĞIN İKLİM DEĞİŞİLİĞİNE ADAPTASYONU: ÜZÜM MEYVESİNDEKİ FENOLİK BİLEŞENLER ÜZERİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Kadriye Özlem SAYGI¹

Doç. Dr. H. Sibel Gülse BAL²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14482533>

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Tokat Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, Kimya Teknolojileri Programı, TaŐlıçiftlik Yerleşkesi, Tokat, Türkiye. kadriyeozlem.saygi@gop.edu.tr, Orcid, 0000-0001-5945-4419.

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Tokat, Türkiye. hayriyesibel.gulsebal@gop.edu.tr, Orcid ID:0000-0001-7298-1416.

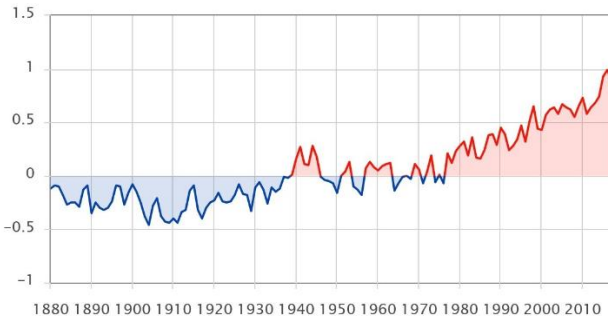
1. GİRİŞ

Küresel ısınma veya iklim değişikliği içinde bulunduğumuz yüzyılda dünya iklimindeki değişiklikleri ifade etmektedir. Tüm dünyada kabul görmeye beraber sebep olduğu/olacağı etkilere karşı yeni eylem planları ve stratejileri belirlenmeye çalışılmaktadır. Uluslararası antlaşmalar, sözleşmeler ile (Paris antlaşması, Kyoto protokolü gibi) olayın ciddiyeti ortaya konulmaktadır. Çünkü bu konu şu anki yaşamın yanında gelecek nesillerin yaşamını da ilgilendirmektedir.

Bu

- Küresel ortalama sıcaklıklarındaki artış
- Sıcak hava dalgaları
- Seller
- Çölleşme
- Buz kütlelerin erimesi ve okyanus su seviyelerinin yükselmesi
- Fırtınalar, kasırgalar, siklonlar

şeklinde kendini göstermektedir. Tüm bunlara atmosferdeki ozon (O_3), su buharı (H_2O), karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), kloroflorokarbonlar (CFCs) ve sera gazlarındaki insan kaynaklı artış, güneşteki bir takım meydana gelen olaylarla güneş radyasyonundaki değişiklikler tüm bu olaylara yol açmaktadır. Bazı bilim adamları sıcaklığın her 100 yılda $+1,18$ °C artacağını öngörmektedirler. Şekil 1.'de geçtiğimiz yüzyıl için iklim değişikliği grafiği; İklim Değişikliği Enstitüsü, Main Üniversitesi, ABD tarafından çizilerek gösterilmiştir. Ayrıca dünyanın kuzeyinde güneyine göre daha fazla ısınma olacağı söylenmektedir (Cataldo ve ark., 2023).



Şekil 1. Geçtiğimiz yüzyıl için iklim değişikliği, İklim Değişikliği Enstitüsü, Main Üniversitesi, ABD, (Cataldo ve ark., 2023)

Avrupa Birliği, yeni sürdürülebilir tarım uygulamaları çağını başlatmak için bir dizi stratejik plan içeren karbon-nötr döngüsel ekonomiye doğru bir rota belirlemiştir. Bu değişimin merkezinde, sadece verimliliği arttırmakla kalmayıp aynı zamanda çevresel ilkelerle de uyumlu olan modern yetiştirme yöntemlerinin benimsenmesi yer almaktadır. Bu yöntemler, artan gıda talebi ile sınırlı kaynakların getirdiği kısıtlamalar arasındaki boşluğu doldurma imkânı sunmaktadır.

Açık alanda tarım ürünleri yetiştiriciliği giderek daha fazla riske maruz kalmaktadır ve aynı zamanda besin kayıplarına, hava-su kirliliğine ve biyolojik çeşitlilik kaybına sebep olmaktadır. Tarım, abiyotik faktörlerin belirli bir ölçüde kontrol edilebildiği ve iklim değişikliklerinin mahsul üretimi üzerindeki etkisinin daha az belirgin olduğu seralara doğru kaymaktadır. Seralar, uygun olmayan arazilerde, kentsel alanlarda mahsul yetiştirilmesine olanak tanıma avantajı sunarken, ekilebilir arazinin azalmasına da sebep olmaktadır. Geliştirilen yeni sistemlerle su ve besin yönetimi sayesinde topraksız bitki üretimi mümkün olabilmektedir (Radman ve ark., 2024).

Çok önceki çağlardan içinde bulunduğumuz zamana kadar var olan **üzüm** tüm dünyada fazla miktarda üretilip tüketilen bir meyvedir. Anavatani Kafkaslar ve Anadolu olan üzüm tüm dünyaya yayılarak bağcılık tarımı yapılmaktadır. Tüm zamanlarda genetik çalışmalar yapılarak farklı klonlar elde edilmiş ve iklim şartlarına adaptasyon süreçleri gerçekleştirilmiştir. Meyve olarak tüketilmesinin yanında asma yaprağı, sirke, reçel, pekmez, meyve suyu, kuru meyve ve şarapçılık endüstrisinde de kullanılmaktadır (Bekar ve ark., 2017; Saygi, 2017; Silva ve ark., 2018). Ülkemiz dünya üzüm sektöründe söz sahibidir. Emir, Boğazkare, Papaz karası, Sergi karası, Merzifon karası, çalkarası, Kalecik karası, narince, sultaniye, Shraz gibi çok çeşitli türleri yetiştirilmektedir (Ozkan ve ark., 2022). Bağcılık ve üzüm yetiştiriciliği ülkemizin tarım ve ekonomisine oldukça fazla katkı sağlamaktadır.

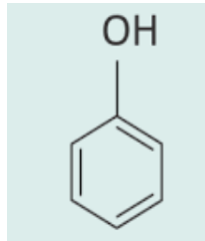
Dünyanın pek çok bölgesinde asma üretiminin sürdürülebilmesi için iklim değişikliğine adaptasyonu gerekmektedir. Bölgenin tipik mikro iklimi, çok özel alanlarda üretilen üzüm türünü karakterize etmek için temeldir. Salkımın tam ve dengeli bir şekilde olgunlaşması, hasat için en iyi zamanı belirlemek için esastır. Kuraklık meyvenin tane büyüklüğüne, şeker oranının artmasına, fenolik içeriklerinin değişimine sebep olmaktadır. Buda sirke ve

şarap üretimi için istenmeyen fermantasyon yan ürünlerine sebep olduğundan ürün kalitesini tehdit etmektedir. Daha kurak şartlara adaptasyonu bağıklık için günden güne önemli hale gelmektedir.

Üzümdeki fenolik bileşik miktarı genetik faktörlerin yanı sıra ultraviyole radyasyon, güneş ışığı, maksimum ve minimum sıcaklıklar, su durumu gibi çevresel şartlardan etkilenmektedir. Tüm bunlara uygun ürün adaptasyon yöntemleri geliştirilip iklim değişikliğinden etkilenmeyecek stratejilerin belirlenmesi tüm tarım sektöründe olduğu gibi bağıklıkta da önem arz etmektedir.

2. FENOLİK BİLEŞİKLERİN SINIFLANDIRILMASI

Sekonder metabolitlerin büyük bir bölümünü oluşturan fenolik bileşikler; yapılarında bir hidroksil grubu (bir hidrojen atomuna kovalent bağlı bir oksijen atomundan oluşan -OH fonksiyonel grubu) ve en az bir aromatik halka bulundurlar (Alara ve ark., 2021; Demir ve ark., 2014; Saygı, 2021). En basit molekül haliyle fenolik bileşik Şekil 1.' de görülmektedir. Meyve, yaprak, tohum, gövde ve kök gibi bitkinin çeşitli bölümlerinde sayısı on bine yakın fenolik bileşik bulunmaktadır. Bu bileşikler çevresel stresler, patojen bulaşması, serbest radikallerin ve diğer oksidatif türlerin güçlenmesini sağladığı gibi bitkileri korumak gibi görevleri de bulunmaktadır (Oroian&Escriche, 2015).



Şekil 1. Fenolik bileşik

2.1. Fenolik bileşikler

- Fenolik asitler

- 1) Hidroksisinnamik asitler
- 2) Hidroksibenzoik asitler
- 3) Hidroksisinnamik Türevleri

4) Dihidrokalonlar

• Flavonoidler

1) Antosiyanidinler

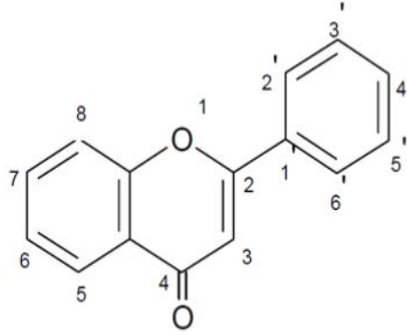
2) Kateşinler

3) Flavonoller

4) Flavonlar

5) Flavanonlar

şeklinde sınıflandırılmaktadır. Fenolik bileşiklerin yarından fazlasını flavonoidler oluşturmaktadır (Şekil2). Daha önceki çalışmalarda flavonoidlerin antikanser aktivitelerini araştıran pek çok çalışma yer almaktadır. (Şirin Şengün & Özenoğlu, 2023).



Şekil 2. Flavonoidin kimyasal yapısı

Tüm bu çalışmalarda flavonoidlerin DNA hasarını onardığı, inflamasyonu, oksidatif stresi ve tümör hücrelerini inhibe ederek anti kanser aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Ben Yakoub ve ark., 2018; Süzgeç ve ark., 2005). Ayrıca antibakteriyel özellik bakımından incelenmiş çalışmalarda bulunmaktadır (Süzgeç ve ark., 2005). Üzüm çekirdeği, kabuğu ve meyvesi ile çok fazla çalışmada biyolojik aktivite gösterdikleri ve özellikle üzüm çekirdeğinin gıdadan kozmetiğe geniş kullanım alanlarına sahip olduğu bilim insanları tarafından test edilmiştir.

2.2. Fenolik bileşiklerin belirlenmesi

Tüm dünyada genelinde tüketiciler tarafından doğal ürünlere olan ilginin artması ile fenolik bileşiklerin analizine yönelik çalışmalarda artmaktadır. Fenolik bileşiklerin belirlenmesinde ve saflaştırılmasında

ekstraksiyon yöntemleri önemlidir. Ekstraksiyon genelde iki karışmayan faz arasındaki madde aktarımı şeklinde olmaktadır. Ve her bir fenolik bileşik için kullanılan ekstraksiyon yöntemi de farklılık göstermektedir (Alara ve ark., 2021; Nacz&Shahidi, 2004). Bitkilerdeki fenolik bileşik analizleri için en çok tercih edilen ekstraksiyon yöntemleri sıvı-sıvı ekstraksiyonu, katı-sıvı ekstraksiyonu ve süper kritik akışkan ekstraksiyonudur. Bitkiler çok farklı bileşenleri içerdiklerinden tek bir çeşit ekstraksiyon yapmak mümkün değildir.



Şekil 3. HPLC görseli kaynakça (Anonim 2024)

2.2.1. Fenolik bileşiklerin analiz yöntemleri

Bitkilerde fenolik bileşik analizleri spektroskopik ve kromatografik yöntemlerle yapılmaktadır. Son yıllarda en çok kullanılan analiz yöntemi HPLC (yüksek basınçlı sıvı kromatografisi) dir (Şekil 3.). HPLC tıp, çevre ve gıda bilimlerinde de kullanılmaktadır. Bunun nedeni HPLC'nin hassaslık, doğruluk ve kesinlik derecelerinin yüksek olması, kantitatif tayinler için kolay uyarlanmasıdır (Saygi, 2017). Çalışma prensibi numunedeki bileşenleri polarite, molekül büyüklüğü ve kimyasal yapısına bağlı olarak ayırmaktır. Bu bileşiklere örnek fenolik bileşiklerin yanında amino asitler, nükleik asitler, karbonhidratlar, ilaç etken maddeleri, vitaminler ve pestisitler verilebilir (Araujo-León ve ark., 2019; Hädener ve ark., 2019; Karioti ve ark., 2014;

Kiljanek ve ark., 2016; Pérez-Navarro ve ark., 2019; Zeraik&Yariwake, 2010).

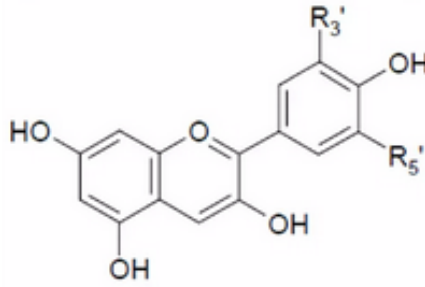


Şekil 4. Farklı Renklerdeki Üzüm Çeşitleri

3. KÜRESEL ISINMA: BAĞCILIK VE ÜZÜM

Üzüm meyvesi içerdiği fenolik bileşenlere ve kabuk rengine bağlı olarak patojenlere ve çevresel hasarlara karşı koruyucu özelliklere sahiptir (Şekil 4.) (Hollecker ve ark., 2009; Iglesias-Carres ve ark., 2019; Kupe ve ark., 2021; Lasaridi ve ark., 2022). Ayrıca üzüm içeriğindeki her bir farklı fenolik bileşik renk, tat ve işlev açısından farklı özellikleri barındırır (Obrequé-Slier ve ark., 2012). Örneğin kırmızı üzümde yer alan antosiyanidin grupları kırmızı şarabın hem rengi hem de tadı ile yakından ilgilidir (Şekil 5.). Kateşinler ve tanenler bazı üzüm cinslerindeki buruk tada sebep olurlar (Iglesias-Carres ve ark., 2019; Pérez-Navarro ve ark., 2019). İşlevsellik bakımından da çok sayıda farklı üzüm çeşidi bulunmaktadır. Üzüm çeşitlerinin çoklu yaz streslerine adaptasyonu ile uyumlu, genetik olarak kontrol edilebilen yeni çeşit geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.Önümüzdeki on yıllar boyunca, bu eğilimlerin artması kuvvetle muhtemeldir. Bitki

materyalinde (asma çeşitleri, klonlar ve anaçlar), bağ yönetim tekniklerinde (asma mimarisi, kanopi yönetimi, hasat tarihleri, bağ tabanı yönetimi, hasat zamanlaması, sulama) veya yer seçiminde (rakım, bakı, toprağın su tutma kapasitesi) yapılacak değişikliklerle önemli adaptasyonlara ulaşılabilir.



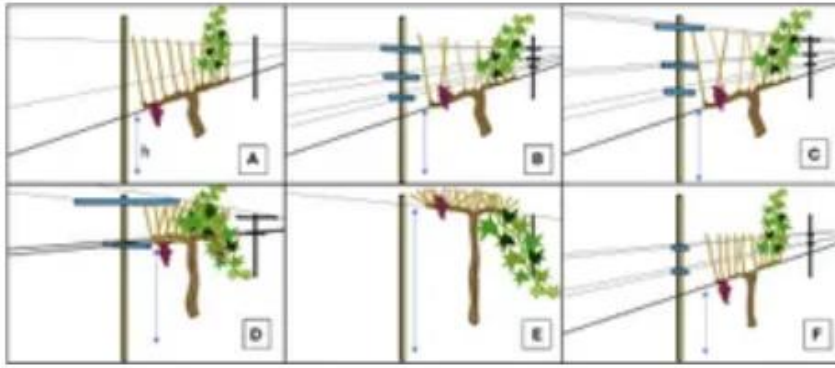
Şekil 5. Antosiyanidin kimyasal yapısı

Değişen iklim şartları yeni sorunlar ortaya çıkarırken bazı fırsatları da yanında getirmektedir. Mesela yüksek rakımlarda üzüm bağlarının kurulması ve o bölgelere adaptasyonu daha uygun olabilmektedir. Diğer bir bakışla ılıman koşulların seçildiği bağcılık, günümüzde bağların yeniden konumlandırılmasını gerektirmektedir. Bu durumda bağların yeri değiştirilirken üretimin çeşitlendirilmesi de içerik açısından göz önünde bulundurulmalıdır. Planlama da daha büyük salkımlı ve daha büyük meyveli türlerin üretimi tercih sebebi olmalıdır.



Şekil 6. Aşırı sıcaktan yanmış asma yaprağı ve zarar görmemiş asma yaprağı

Son yıllarda dikey sürgün şeklinde yapılan bağcılıkta ısı ve ışık stresinin yoğun olmasından dolayı meyvede buruşma ve güneş yanığı hasarı olduğundan bazı endişeleri beraberinde getirmiştir (Şekil 6.). Çeşitli araştırmalarda; farklı yönlerde uzantılı yapılan bağcılığın ısı ve ışığı farklı yönlerde aldığından bitkiye zararı da azalttığı vurgulanmaktadır. Üzümde oldukça fazla bulunan antosiyanidinlerin aşırı sıcaktan olumsuz etkilendiği 35°C'yi aşan sıcaklıklarda bozulduğu rapor edilmiştir. Farklı çalışma gruplarının araştırmalarında; CabernetSauvignon ve Merlot üzüm çeşitleri üzerine sıcaklığın antosiyanidin içeriklerinde değişikliğe sebep olduğu deneysel olarak gösterilmiştir (Cataldo ve ark., 2023).



Şekil 7. Farklı yönlerde kurulan asma yetiştiriciliği denemesi

Bir çalışma grubunun raporlarında asma fidanı çok farklı yönlerde yetiştirilip iklim değişikliğine adaptasyonu 2 yıl boyunca araştırılmıştır (Yu ve ark., 2022). Şekil 7 de E pozisyonunda dikilen asmalarda fenolik içerik miktarı sulamayla birlikte % 25 oranında artmıştır.

Bağcılıkta bir diğer çözümde asmaları iyileştirmek, beslemek, verimliliği artırmak ve çevresel streslere karşı direnç geliştirmek için bitki büyüme ve bitki koruma kompleksleri hazırlamaktır. Buna örnek kaolin kullanımıdır. $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ (kaolin), kil diye de adlandırılan inert, zararsız suda çözünen mineral bileşiktir (Şekil 8.). Kaolin asma yaprağına serptildiğinde yaprağı film şeklinde kaplayarak sıcaklık ve güneş ışınının zararlarını azaltarak meyvenin sağlıklı gelişmesini sağlayıp hastalıklara karşı korumaktadır.

Kaolinin koruyucu olarak kullanıldığı çalışmada antosiyanidin gruplarının arttığı tespit edilmiştir (Cataldo ve ark., 2023). Ayrıca bu tür ürünlerin kullanımı organik tarım içinde uygundur.



Şekil 8. Kaolin

Şarap endüstrisi, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı koymak için, üzümlerin olgunlaşmasını geciktiren teknikler başta olmak üzere çeşitli tekniklere sahiptir (Blanco-Vega ve ark., 2014; Capone ve ark., 2013; Liang ve ark., 2014; Silva ve ark., 2018). Rakım, enlem, bağ yönü, çeşitler, klonlar, anaçlar ve terbiye sistemleri kullanılan stratejileri etkilemektedir. Bahsedilen bu stratejilere bağın kurulma aşamasında karar verilmelidir, çünkü bağın yıllık yönetiminde ek maliyet getirmezler.

4. SONUÇ

Küresel ısınma veya iklim değişikliği içinde bulunduğumuz yüzyılda dünya iklimindeki değişiklikleri ifade etmektedir. Küresel iklim değişikliği, sıcaklıkların artması ve yağışların azalmasına paralel olarak, üzüm meyvesinde şeker ve fenolik bileşen arasındaki dengesizliğin yanında, olgunlaşma üzerine etki ederek üzüm kalitesini ve içeriklerini değiştirmektedir. Üzümün tam olgunlaşmaya ulaşabilmesi için gerekli iklim şartında, en iyi çeşidin belirlenmesi temeldir. Özellikle sıcaklık ve büyüme mevsiminin uzun olması asma verimini ve üzüm tanelerini doğrudan etkileyecek kritik öneme sahiptir. Bu durum geleneksel üzüm yetiştirme alanlarında hızlı olgunlaşmayla birlikte şeker içeriğinin artmasına sebep

olurken üzüm tanelerinin güneşten yanmasına ve büzülmesine neden olmaktadır.

Üzüm meyvesinin içerdiği fenolik bileşenler ve kabuk rengine bağlı olarak patojenlere ve çevresel hasarlara karşı koruyucu özellikleri de değişmektedir. Ayrıca üzüm içeriğindeki her bir farklı fenolik bileşik renk, tat ve işlev açısından farklı özellikleri barındırır. Örneğin kırmızı üzümde yer alan antosiyanidin grupları kırmızı şarabın hem rengi hem de tadı ile yakından ilgilidir. Katesinler ve tanenler bazı üzüm cinslerindeki buruk tada sebep olurlar. Fenolik bileşiklerden olan antosiyanidin grubu bileşikler yüksek sıcaklıklarda bozulmaktadır. Buda üzümdeki faydalı biyoaktif özellikleri azaltmaktadır. Günümüzde çoğu tüketici diyetlerine fonksiyonel ve biyoaktif içeriği olan gıdaları katmayı tercih etmektedir. Özellikle de renkli üzüm ve çekirdeklerinin potansiyelleri çok yüksektir.

Artan kuraklığa yönelik potansiyel uyarlamalar arasında kuraklığa dayanıklı bitki materyalinin kullanılması, özel eğitim sistemlerinin uygulanması, üzüm bağlarının toprağın su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğu yerlere yerleştirilmesi ve uygun olan sulama yönteminin kullanımı yer almaktadır.

İklim değişikliğinin sebep olduğu olumsuz etkilere karşı koymak için yeni bağcılık stratejilerine, daha bağ kurulurken karar verilip ona göre planlama yapmak gerekmektedir. Tür, fiziksel ve kimyasal şartlar, coğrafi alan ve iklimin izin verdiği ölçüde tek bir standardizasyon olmadan esnek ve belki de değişken yaklaşım oluşturulmalıdır. Ürünü bütünüyle ve kendine özgü özellikleri ile ele almak, ekosistemlere uygun çalışmalar yapmak ve rapor etmek gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Anonim. (2024). 4.10.2024 tarihinde <https://biltekmer.mehmetakif.edu.tr/icerik/504/657/hplc-laboratuvarif> adresinden erişildi.
- Alara, O. R., Abdurahman, N. H., & Ukaegbu, C. I. (2021). Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*, 4, 200–214. <https://doi.org/10.1016/J.CRFS.2021.03.011>
- Araujo-León, J. A., Cantillo-Ciau, Z., Ruiz-Ciau, D. V., & Coral-Martínez, T. I. (2019). HPLC profile and simultaneous quantitative analysis of tingenone and pristimerin in four Celastraceae species using HPLC-UV-DAD-MS. *Revista Brasileira de Farmacognosia*.
- Bekar, T., Bayram, M., Cangi, R., Genc, N., & Elmastas, M. (2017). Effects of leaf removals on must and wine chemical composition and phenolic compounds of Narince (*Vitis vinifera*) grape cultivar. *Scientia Horticulturae*, 225, 343–349.
- Ben Yakoub, A. R., Abdehedi, O., Jridi, M., Elfalleh, W., Nasri, M., & Ferchichi, A. (2018). Flavonoids, phenols, antioxidant, and antimicrobial activities in various extracts from Tossa jute leaf (*Corchorus olitorus* L.). *Industrial Crops and Products*, 118, 206–213.
- Blanco-Vega, D., Gómez-Alonso, S., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2014). Identification, content and distribution of anthocyanins and low molecular weight anthocyanin-derived pigments in Spanish commercial red wines. *Food Chemistry*.
- Capone, S., Tufariello, M., & Siciliano, P. (2013). Analytical characterisation of Negroamaro red wines by “Aroma Wheels.” *Food Chemistry*.
- Cataldo, E., Eichmeier, A., & Mattii, G. B. (2023). *Effects of Global Warming on Grapevine Berries Phenolic Compounds-A Review*.
- Demir, N., Yildiz, O., Alpaslan, M., & Hayaloglu, A. A. (2014). Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa* L.) fruits in Turkey. *LWT - Food Science and Technology*, 57(1), 126–133.
- Hädener, M., König, S., & Weinmann, W. (2019). Quantitative determination of CBD and THC and their acid precursors in confiscated cannabis

- samples by HPLC-DAD. *Forensic Science International*, 299, 142–150.
- Hollecker, L., Pinna, M., Filippino, G., Scrugli, S., Pinna, B., Argiolas, F., & Murru, M. (2009). Simultaneous determination of polyphenolic compounds in red and white grapes grown in Sardinia by high performance liquid chromatography–electron spray ionisation-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1216(15), 3402–3408.
- Iglesias-Carres, L., Mas-Capdevila, A., Bravo, F. I., Aragonès, G., Arola-Arnal, A., & Muguerza, B. (2019). A comparative study on the bioavailability of phenolic compounds from organic and nonorganic red grapes. *Food Chemistry*, 299.
- Karioti, A., Chiarabini, L., Alachkar, A., Fawaz Chehna, M., Vincieri, F. F., & Bilia, A. R. (2014). HPLC-DAD and HPLC-ESI-MS analyses of Tiliaeflos and its preparations. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 100, 205–214.
- Kiljanek, T., Niewiadowska, A., Semeniuk, S., Gawel, M., Borzęcka, M., & Posyoniak, A. (2016). Multi-residue method for the determination of pesticides and pesticide metabolites in honeybees by liquid and gas chromatography coupled with tandem mass spectrometry—Honeybee poisoning incidents. *Journal of Chromatography A*, 1435, 100–114.
- Kupe, M., Karatas, N., Unal, M. S., Ercisli, S., Baron, M., & Sochor, J. (2021). *Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Peel, Pulp and Seed Extracts of Different Clones of the Turkish Grape Cultivar “Karaerik”*.
- Lasaridi, K., Elejalde, E., Carmen Villarán, M., Lopez-de-Armentia, I., Ramón, D., Murillo, R., & María Alonso, R. (2022). *Study of Unpicked Grapes Valorization: A Natural Source of Polyphenolic Compounds and Evaluation of Their Antioxidant Capacity*.
- Liang, N. N., Zhu, B. Q., Han, S., Wang, J. H., Pan, Q. H., Reeves, M. J., Duan, C. Q., & He, F. (2014). Regional characteristics of anthocyanin and flavonol compounds from grapes of four *Vitis vinifera* varieties in five wine regions of China. *Food Research International*.
- Naczki, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. In *Journal of Chromatography A* (Vol. 1054, Issues 1–2, pp. 95–111).

- Obreque-Slier, E., López-Solís, R., Castro-Ulloa, L., Romero-Díaz, C., & Peña-Neira, Á. (2012). Phenolic composition and physicochemical parameters of Carménère, Cabernet Sauvignon, Merlot and Cabernet Franc grape seeds (*Vitis vinifera* L.) during ripening. *LWT - Food Science and Technology*.
- Oroian, M., & Escriche, I. (2015). Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. In *Food Research International* (Vol. 74, pp. 10–36). Elsevier Ltd.
- Ozkan, K., Karadag, A., & Sagdic, O. (2022). The effects of different drying methods on the in vitro bioaccessibility of phenolics, antioxidant capacity, minerals and morphology of black ‘Isabel’ grape. *LWT*, 158.
- Pérez-Navarro, J., Izquierdo-Cañas, P. M., Mena-Morales, A., Martínez-Gascueña, J., Chacón-Vozmediano, J. L., García-Romero, E., Hermosín-Gutiérrez, I., & Gómez-Alonso, S. (2019). Phenolic compounds profile of different berry parts from novel *Vitis vinifera* L. red grape genotypes and Tempranillo using HPLC-DAD-ESI-MS/MS: A varietal differentiation tool. *Food Chemistry*, 295, 350–360.
- Radman, S., Dujmovic, M., Fabek Uher, S., idar Benko, B., Toth, N., Petek, M., ˇoga, L. C., VocáVocá, S., & ˇic Z ˇ labor, J. S. (2024). *Boosting nutritional quality of Urtica dioica L. to resist climate change Nevena Opač ic 'lic 'ic 'l*.
- Saygi, K. Ö. (2017). *Determination of Some Phenolic Compounds from Commercial Wine Vinegar Samples in Turkey by High Performance Liquid Chromatography*.
- Saygi, K. Ö. (2021). Quantitative Analysis of Phenolic Compounds and Mineral Contents of *Rosa canina* L. Waste Seeds. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 9(6), 1120–1123.
- Silva, V., Igrejas, G., Falco, V., Santos, T. P., Torres, C., Oliveira, A. M. P., Pereira, J. E., Amaral, J. S., & Poeta, P. (2018). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of phenolic compounds extracted from wine industry by-products. *Food Control*.
- Şirin Şengün, F., & Özenoğlu, A. (2023). EURASIAN JOURNAL OF HEALTH SCIENCES The Effects of Flavonoids on The Development and Progression of Cancer. *Eurasian JHS*, 6(1), 57–65.

- Süzgeç, S., Meriçli, A. H., Houghton, P. J., & Çubukçu, B. (2005). Flavonoids of *Helichrysum compactum* and their antioxidant and antibacterial activity. *Fitoterapia*, 76(2), 269–272.
- Yu, R., Torres, N., Tanner, J. D., Kacur, S. M., Marigliano, L. E., Zumkeller, M., Gilmer, J. C., Gambetta, G. A., & Kurtural, S. K. (2022). Adapting wine grape production to climate change through canopy architecture manipulation and irrigation in warm climates. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1015574.
- Zeraik, M. L., & Yariwake, J. H. (2010). Quantification of isoorientin and total flavonoids in *Passiflora edulis* fruit pulp by HPLC-UV/DAD. *Microchemical Journal*, 96(1), 86–91.

CHAPTER XI

NUTRIENT CONCENTRATIONS OF MILK THISTLE PLANT SEEDS COLLECTED FROM NATURE

Assist. Prof. Dr. Handan SARAÇ¹

Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14483198>

¹Sivas Cumhuriyet University, Sivas Technical Sciences Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Sivas, Türkiye. handansarac@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001- 7481-7978.

²Sivas Cumhuriyet University, Sivas Technical Sciences Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Sivas, Türkiye. ademirbas@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003- 2523-7322.

INTRODUCTION

Plants require at least 17 essential nutrients or elements to grow and develop optimally (Bolat and Kara, 2017; Başı, 2023). Three of these elements are hydrogen (H), carbon (C), and oxygen (O) (Fageria, 2010; Bolat and Kara, 2017), which are primarily obtained from air and water and are therefore considered non-mineral (organic) plant nutrients (Bolat and Kara, 2017; Başı, 2023). Plants absorb the remaining 14 essential elements directly from the soil (Bolat and Kara, 2017). The amount of nutrients plants take up from the soil is influenced by fundamental factors related to soil, the environment, and the plants themselves. Plant factors are among the main criteria that determine the degree of influence of these factors, with the root system, in particular, directly affecting the amount of nutrients absorbed by plants from the soil (Polat, 2022).

Mineral nutrients are essential for plant growth, development, and overall health. These substances affect plants' physiological processes and their resilience to environmental stress factors. Plants need a range of macro and micronutrients to carry out essential functions such as photosynthesis, cellular structure maintenance, enzyme activity regulation, and stress responses (Marschner, 2012). Macro and micronutrients are classified based on their amounts in plants (Bolat and Kara, 2017). Macronutrients are elements required in larger amounts compared to micronutrients. Therefore, micronutrients are also known as minor or trace elements. (Dastan and Sarac, 2018).

Essential minerals such as nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), and sulfur (S) are considered macronutrients, as plants require them in larger amounts. In contrast, micronutrients such as iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), boron (B), copper (Cu), chlorine (Cl), molybdenum (Mo), and nickel (Ni) are needed in smaller amounts but are equally vital for plant health (Bolat and Kara, 2017; Kumar et al., 2021). Plants can absorb these elements in anionic or cationic forms, as well as in molecular forms (Bolat and Kara, 2017). In plant dry matter, micronutrient concentrations are generally less than 100 mg kg⁻¹, while macronutrient concentrations are greater than 1000 mg kg⁻¹ (Marschner, 2012; Başı, 2023). Additionally, certain elements such as aluminum (Al), cobalt (Co), sodium (Na), selenium (Se), and silicon (Si) are considered beneficial/functional

nutrients for some plants, enhancing their resilience against biotic (pathogens) and abiotic (drought, salinity, nutrient toxicity or deficiency, etc.) stress factors (Baş, 2023).

The classification of plant nutrients is presented in Table 1, while Tables 2 and 3 provide details on the uptake forms, functions, and deficiency symptoms of some macro and micronutrients. The explanations in Tables 2 and 3 focus on individual nutrients, excluding the physiological effects of deficiencies and excesses, interactions between elements, soil properties, plant variety and structure, or fertilization practices.

Table 1. Nutrient Classification in Plants (Kacar and Katkat, 2010; Bolat and Kara, 2017)

Organic Macronutrients	Mineral Nutrients	
	Macronutrients	Micronutrients
C	N	B
H	P	Cl
O	K	Mo
	S	Cu
	Ca	Fe
	Mg	Mn
		Zn
		Ni

Table 2. Functions of some macronutrients in plant development (Mengel et al., 2001; Alloway, 2008; Kacar and Katkat, 2010; Çolak, 2014; Bolat and Kara, 2017; Nadeem et al., 2018; Baş, 2023).

Macronutrients	Uptake	Function	Symptoms of Deficiency
N	NO_3^- , NH_4^+	-Essential for the formation of new cells in plants. -Plays a role in the synthesis of amino acids, proteins, and chlorophyll. -Involved in the structure of coenzymes and secondary metabolites. -Serves as a fundamental building block of the plant cell	-The growth rate in plants decreases, especially negatively affecting the development of vegetative organs. -Disrupts the mechanisms of many metabolic activities and energy supply pathways. -Photosynthesis occurs at a reduced rate. -Disrupts the balance in the uptake and transport of essential elements. -Chlorosis develops in old

		<p>wall.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Has a direct impact on plant growth and productivity. 	<p>leaves, stunted growth occurs, leaf size is reduced, root branching weakens, and early flowering is observed.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Flowering and fruit set rates decrease, and the fruits remain small.
P	$H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}	<ul style="list-style-type: none"> -Necessary for the formation of ATP, sugars, and nucleic acids. -Affects cell division and root development. -Plays a crucial role in flower and fruit formation. -Accelerates plant maturation. -Regulates water uptake by plant roots, ensuring efficient water utilization. 	<ul style="list-style-type: none"> -Generative organs such as flowers, fruits, and seeds are most affected. -Growth is retarded. -Shoot and bud formation in fruits and trees decreases. -Leaves become darker green than normal. -Root development in plants weakens. -The plant's resistance to frost events and diseases decreases.
K	K^+	<ul style="list-style-type: none"> -Plays a role in osmoregulation and enzyme activation. -Important for the opening and closing of stomata. -Necessary for maintaining water balance and metabolic functions. -Ensures seed maturation. -Enhances plant resistance to diseases. -Promotes the development of the plant's root system. -Delays early development. 	<ul style="list-style-type: none"> -There is a decline in the growth rate. -Chlorosis and necrosis occur. -Resistance to drought and frost decreases. -Formation of xylem and phloem tissues is delayed.
		<ul style="list-style-type: none"> -Plays a role in the uptake of plant nutrients and in the precipitation of toxic 	<ul style="list-style-type: none"> -Growth of meristematic tissues slows down. -Development halts in the shoot tip buds and root

Ca	Ca^{2+}	<p>substances found in the plant and soil.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Involved in protein formation and the transport of carbohydrates. -Affects root exudates. -Protects plant tissues against freeze-thaw stress. 	<p>growth tips, consequently stopping the plant's overall development.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Young leaves become deformed, and black and brown necrosis appear at the leaf edges.
Mg	Mg^{2+}	<ul style="list-style-type: none"> -It is the central atom of chlorophyll and is essential for photosynthesis. -Plays a role in protein synthesis. -Is an important cofactor in ATP production. -Has a positive effect on carbon dioxide assimilation and the quantity of products such as sugars and starch. -Participates in the activation of numerous enzymes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Chlorophyll amount decreases, and photosynthesis declines. -Developmental retardation and yield loss occur in the plant. -Yellowing appears between veins in old leaves. -Protein synthesis is declines.
S	SO_4^{2-}	<ul style="list-style-type: none"> -Found in the composition of some amino acids. -Necessary for chlorophyll formation. -Part of the structure of some enzymes. -Accelerates root growth and nodule formation. 	<ul style="list-style-type: none"> -A homogeneous yellowing occurs in the leaves. -Protein synthesis is inhibited. -Plant growth slows down, leaf surfaces become narrow, and give a woody feeling when touched.

Table 3. Functions of some micronutrients in plant development (Mengel et al., 2001; Kaçar and Katkat, 2007; Alaoui-Sossé et al., 2004 Alloway, 2008; Kacar ve Katkat, 2010; Çolak, 2014; Bolat and Kara, 2017; Nadeem et al., 2018; Baş, 2023).

Micronutrients	Uptake	Function	Symptoms of Deficiency
Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	<ul style="list-style-type: none"> -Essential for chlorophyll synthesis. -Plays a vital role in electron transport during photosynthesis. -Important in respiration and photosynthesis reactions. -Affects protein mechanisms. 	<ul style="list-style-type: none"> -Plant growth slows down. -Especially affects young leaves, causing chlorosis. -Various green parts of the plant turn white.
Zn	Zn ²⁺	<ul style="list-style-type: none"> -Involved in carbohydrate and protein metabolism. -Contributes to the structure of enzymes and affects their activity. -Protects the cell from damage caused by reactive oxygen species (ROS). -Plays a role in gene transcription. -Necessary for the production of growth hormones (auxins). -Promotes internode elongation. 	<ul style="list-style-type: none"> -The chlorophyll content of plants decreases, and mottled chlorosis develops on the leaves. -Inhibits the synthesis of auxins. -Dwarfism and the formation of small leaves occur in plants. -Internodes shorten at the tips of shoots, and leaves become smaller. -Shoots die, and leaves fall prematurely. -The number of buds decreases, and the bud opening rate declines.
Mn	Mn ²⁺	<ul style="list-style-type: none"> -Functions as a cofactor for many enzymes that regulate growth, development, and stress responses. -Works together with iron in chlorophyll formation. -Regulates the water content of plants. -Involved in the hydrolysis of water in photosynthesis. 	<ul style="list-style-type: none"> -Chloroplast formation is disrupted. -Cells become smaller, and the cell wall becomes more dominant. -Sensitivity to diseases is observed. -Flowering is delayed. -In young leaves of fruit trees and citrus, the interveinal colors lighten and turn pale green or yellow.

		<ul style="list-style-type: none"> -Accelerates seed germination and fruit ripening. -Affects nitrogen metabolism and assimilation. 	
B	BO_3^{3-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	<ul style="list-style-type: none"> -Plays a role in the transport of sugars. -Involved in carbohydrate metabolism and respiration. -Contributes to cell wall synthesis. -Promotes flowering and fruit production. 	<ul style="list-style-type: none"> -Root development in plants decreases or stops. -Fruits become weak and cracked. -Yellowing and shedding of leaves occur. -Hypersensitivity develops in fruit trees and tuberous plants (such as beets, potatoes, etc.).
Cu	Cu^+ , Cu^{2+}	<ul style="list-style-type: none"> -Essential for chlorophyll production, respiration, and protein synthesis. -Important for enzyme activation. -Involved in carbohydrate and fat metabolism. -Plays a role in symbiotic nitrogen fixation. -Affects the regulation of plant moisture. 	<ul style="list-style-type: none"> -Causes disruption in physiological processes such as protein synthesis, photosynthesis, respiration, ion uptake, and cell membrane stability. -Reduces carbohydrate content. -Chlorosis occurs in young leaves of the plant. -Stunted growth occurs. -Causes late ripening. -In some cases, symptoms such as excess colorant in tissues (coffee-colored spots) may be observed.
Cl	Cl^-	<ul style="list-style-type: none"> -Plays a role in photosynthetic oxygen production. -Provides resistance to diseases. -Involved in regulating osmosis. -Functions in the opening and closing of stomata. 	<ul style="list-style-type: none"> -Transpiration is affected. -Chlorosis occurs. -Bronzing appears on the leaves, and leaf edges become scorched. -Development in roots and leaves regresses.
		<ul style="list-style-type: none"> -Involved in oxidation and reduction 	<ul style="list-style-type: none"> -In legumes, a visible reduction in chlorophyll

Mo	MoO_4^{2-}	processes. -Necessary for enzyme activation and nitrogen fixation in legumes. -Affects biological nitrogen fixation.	amount, drying of the upper part of the stem, and leaf edge curling occur. -Nitrate assimilation is prevented. -Symbiotic and asymbiotic nitrogen fixation decreases.
Ni	Ni^{2+}	-It is an activator of the urease enzyme. -Beneficial for nitrogen metabolism in legumes.	-Due to decreased urease activity, toxic levels of urea accumulate at the leaf tips. -Growth in both above-ground and under-ground plant organs decreases. -Chlorosis and necrosis occur between the leaf veins.

Both macro and micronutrients play important roles in plant growth, and their presence in adequate amounts in plants is equally important for animals when consumed. Therefore, the nutritional adequacy of a plant depends on the availability of the necessary minerals (Aygün et al., 2018).

Milk thistle (*Silybum marianum* L.) is a biennial or annual herbaceous plant that naturally grows and can be cultivated, belonging to the *Silybum* genus of the Asteraceae (Compositae) family (Apostol et al., 2017; Eren and Şar, 2020; Hallaç and Kılınççeker, 2023). It is widely found in North Africa, Southern Europe, Russia, and Anatolia (Eren and Şar, 2020). It typically grows along roadsides, field edges, and in empty areas, reaching a height of 30-100 cm (Turgut, 2009; Eren and Şar, 2020). In Germany, it is also called "Saint-Mary's thistle" because it is seen as a religious symbol resembling the Virgin Mary. Additionally, it has been referred to as "sacred thistle" and "enchanted thistle" by Native Americans (Eren and Şar, 2020). In Mediterranean countries, milk thistle is used as a vegetable and is also known as a medicinal and aromatic plant. Therefore, it has beneficial effects on human health (Eren and Şar, 2020; Gürsili and Yeşilkaya, 2020). It has been known since ancient times, especially in European and Mediterranean countries, and its seeds have been used in the treatment of some diseases, especially liver diseases, for almost two thousand years (Apostol et al., 2017; Eren and Şar, 2020; Hallaç and Kılınççeker, 2023). Due to its antioxidant,

anti-inflammatory, antioxidative, antifibrotic, and immune-boosting properties, milk thistle has the potential to reduce oxidative stress, strengthen immunity, improve gallbladder problems, and be a cancer treatment (Gürsili and Yeşilkaya, 2020). Its active compound is silymarin, and is predominantly found in its seeds (Rainone, 2005). Many studies have reported that milk thistle seeds contain 19-30% protein, 20-30% fat, and 24.2-26.3% carbohydrates, may contain approximately 29-30% crude fiber, and are also recognized as a good source of essential amino acids, fatty acids, and minerals (Apostol et al., 2017; Hallaç and Kılınççeker, 2023). In addition to its medicinal use, the milk thistle plant is also of interest in agriculture and environmental sciences. In a study, its potential for soil remediation was investigated, and it was found that due to its tolerance to heavy metals and its ability to accumulate them, it can be used for phytoremediation (El-Khateeb et al., 2015).

The aim of this study was to determine the nutrient amounts of milk thistle seeds collected from the nature in the Sivas region.

MATERIAL AND METHODS

The milk thistle plant determined as the research material was collected from nature in the Yıldızeli district of Sivas province in September 2023, when the plant began to dry and its purple flowers turned into white cotton-like structures. The seeds were separated by gently rubbing the dry flowers after being brought to the laboratory. The seeds were ground in an agate mill, and then 0.2 g of the powdered sample was weighed. Subsequently, it was subjected to wet digestion with a mixture of H_2O_2 - HNO_3 (2 mL 35% H_2O_2 and 5 mL 65% HNO_3) in a microwave device (Milestone Ethos Easy Advanced Microwave Digestion System, Italy). Phosphorus concentration was determined colorimetrically at 882 nm using a spectrophotometer, following the method of Murphy and Riley (1962). Calcium, magnesium, potassium, iron, manganese, zinc, and copper concentrations were measured using an Atomic Absorption Spectrophotometer (Shimadzu AA-7000, Japan), while nitrogen concentrations were determined according to the Kjeldahl distillation method (Bremner, 1965). Each analysis in the study was repeated three times.

FINDINGS AND DISCUSSION

The concentrations of N, P, K, Ca, and Mg in the milk thistle seeds collected from nature are presented in Table 4, and Fe, Zn, Mn, and Cu concentrations are presented in Table 5.

Table 4. N, P, K, Ca, and Mg concentrations of milk thistle plant seeds

Element	Value
N	3.85±0.58
P	0.174±0.01
K (%)	4.58±0.47
Ca	0.22±0.01
Mg	0.73±0.02

The nitrogen concentration of the milk thistle seeds was determined to be 3.85% N, phosphorus concentration 0.174% P, and potassium concentration 4.58% K (Table 4). In a similar study, Sarac et al. (2018) reported that the nitrogen and phosphorus concentrations of the Red poppy (*Glaucium grandiflorum* Boiss. & Huet var. *grandiflorum*) plant, collected from grassy areas at an altitude of 1250-1350 m in May 2018 from the Sivas Cumhuriyet University campus, were 3.25% N and 0.110% P, respectively. Akpınar (2021) reported that the nitrogen concentration (N%) in the Tirsik plants collected from natural areas of Kadirli, Düziçi (Osmaniye), and Andırın (Kahramanmaraş) districts in April and May 2020 was 4.05% N, 3.46% N, and 4.79% N, respectively. The phosphorus concentration (P%) was 0.35% P, 0.36% P, and 0.37% P, respectively, for the same areas. The highest N% concentration, 4.79% N, was found in Tirsik plants collected from the Andırın region, followed by 4.05% N in Kadirli and 3.46% N in Düziçi.

When evaluating the findings regarding calcium and magnesium, the concentrations were found to be 0.22% Ca and 0.73% Mg. In the study by Apostol et al. (2017), which aimed to determine the nutritional composition of partially de-oiled milk thistle seeds, a by-product of oil production, the potassium, calcium, and magnesium contents were found to be 790 mg K/100g, 912 mg Ca/100g, and 433 mg Mg/100g, respectively.

Table 5. Fe, Zn, Mn and Cu concentrations of milk thistle plant seeds

Element	Value
Fe	415.5±2.41
Zn	40.6±1.48
Mn	29.6±2.31
Cu	9.0±0.98

When Table 5 was evaluated in terms of iron and zinc concentrations of milk thistle plant seeds, the iron concentration was found to be 415.5 mg Fe kg⁻¹, and the zinc concentration was 40.6 mg Zn kg⁻¹. The manganese concentration in the seeds was determined to be 29.6 mg Mn kg⁻¹, and the copper concentration was 9.0 mg Cu kg⁻¹. In another study conducted with milk thistle, the iron concentration of the seeds was reported to be 80.5 mg Fe 100^g, zinc concentration 7.38 mg Zn 100^g, manganese concentration 7.97 mg Mn 100^g, and copper concentration 2.69 mg Cu 100^g (Apostol et al., 2017).

CONCLUSION

It is of great importance to know the amounts of nutrients concentrations in medicinal and aromatic plants to evaluate their various uses. Additionally, understanding these concentrations helps avoid financial losses due to overuse of fertilizers, prevents environmental pollution, and avoids economic losses due to insufficient fertilizer application. Medicinal and aromatic plants grown under different ecological conditions and soil types can exhibit significant changes in their nutrient content depending on cultivation practices. Both macro and micronutrients not only improve crop productivity but also enhance the nutritional quality of plant-based foods, as the mineral concentrations in plants directly influence human and animal health.

REFERENCES

- Akpınar, Ç. (2021). Osmaniye İli ve Çevresinden Toplanan Tirşik (Arum Maculatum L.) Bitkisinin Besin Elementi Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(3), 211-216.
- Alaoui-Sossé, B., Genet, P., Vinit-Dunand, F., Toussaint, M. L., Epron, D., & Badot, P. M. (2004). Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents. *Plant Science*, 166(5), 1213-1218.
- Alloway, B. J. (2008). Zinc in soils and crop nutrition. *International Zinc Association and International Fertilizer Association*.
- Apostol, L., Iorga, C. S., Mosoiu, C., Mustatea, G., & Cucu, S. (2017). Nutrient composition of partially defatted milk thistle seeds. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 21, 165-172.
- Aygün, C., Kara, İ., Oral, H. H., Erdoğan, İ., Atalay, A. K., & Sever, A. L. (2018). Bazı çalı bitkilerinin sezonluk (ilkbahar, yaz, sonbahar) yaprak örneklerindeki makro ve mikro besin elementi içerikleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(1), 51-65.
- Baş, B. (2023). Bitki iyonomiks: İyonların biyolojik dili. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1), 263-288.
- Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: Kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228.
- Bremner, J.M. (1965). Method of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. American Society of Agronomy Inc., ss: 1149-1178, Madison, USA.
- Çolak, C. (2014). *Ülkemizde geleneksel tedavilerde yaygın olarak kullanılan bazı tıbbi bitkilerin kök ve çiçeklerinde ağır metal ve mineral besin element tayini* (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Dastan, T., & Sarac, H. (2018). Determination of the nutritional element concentrations of Evelik plant (*Rumex crispus* L.). *Cumhuriyet Science Journal*, 39(4), 1020-1024.
- El-Khateeb, M. A., El-Sawi, S. A., Abou-Zeid, H. M., & Youssef, M. M. (2015). Phytoremediation potential of *Silybum marianum* L. Gaertn. for

- lead polluted soil. *International Journal of Phytoremediation*, 17(7), 667-674.
- Eren, H. B., & Şar, S. (2020). Meryemana Dikeni Bitkisi: Farmakolojik ve Folklorik Bir Değerlendirme. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 10(1), 23-27.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (2010). Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. 3rd Edition, CRC Pres, Boca Raton, FL, USA.
- Gürsili, P. A., & Yeşilkaya, B. (2020). An Anti-Inflammatory Herbal for Health and Diseases: *Silybum marianum* (Milk Thistle)(Sağlık ve Hastalıklar İçin Anti-İnflamatuvar Bir Bitki: *Silibum marinaum* (Deve Dikeni). *International Refereed Academic Journal Of Sports, Health And Medical Sciences*, 28.
- Hallaç, B., & Kılınççeker, O. (2023). Deve Dikeni (*Silybum marianum*) Tohumu Ununun Tavuk Köfte Üretiminde Kullanım Olanakları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(2), 207-212.
- Kacar, B., & Katkat, V. (2010). Bitki Besleme. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Kumar, S., Kumar, S., & Mohapatra, T. (2021). Interaction between macro-and micro-nutrients in plants. *Frontiers in Plant Science*, 12, 665583.
- Marschner, H. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants (No. Ed. 3). Elsevier, London, 649p
- Mengel, K., Kirkby, E. A., Kosegarten, H., & Appel, T. (2001). Plant nutrients. *Principles of plant nutrition*, 1-13.
- Murphy, J., & Riley, J.P. (1962). A modified single solution for the determination of phosphate in natural waters. *Analtica Chemica Acta*, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)88444-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)88444-5).
- Murphy, J., & Riley, J.P. (1962). A modified single solution for the determination of phosphate in natural waters. *Analtica Chemica Acta*, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)88444-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)88444-5).
- Nadeem, F., Hanif, M. A., Majeed, M. I., & Mushtaq, Z. (2018). Role of macronutrients and micronutrients in the growth and development of plants and prevention of deleterious plant diseases-a comprehensive

- review. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 13, 31-52.
- Polat, A. A. (2022). Bazı anaçların Hafif Çukurgöbek yenidoğru çeşidinin makro ve mikro besin elementleri alımına etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1), 92-100.
- Rainone, F. (2005). Milk thistle. *American family physician*, 72(7), 1285-1292.
- Saraç, H., Daştan, T., Durukan, H., Daştan, S. D., Demirbaş, A., &Karaköy, T. (2018). Kırmızı Gelincik (Fam: Papaveraceae, Glaucium grandiflorum Boiss. &Huet var. grandiflorum) Bitkisinin Farklı Özütlelerinin Besin Elementi İçeriğinin ve In Vitro Antiproliferatif Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 417-428.
- Turgut, H. İ. (2009). Sakarya bölgesinde yetişen devedikeni (silybum marianum) bitkisinden peroksidaz enziminin karakterizasyonu (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).

BÖLÜM XII
HANEHALKI GELİRİNİN GIDA TÜKETİMİ ÜZERİNDEKİ
ETKİSİ: ADANA İLİ ÖRNEĞİ

Tuğçe BİLİCİ ÖZTORNACI¹
Prof.Dr. Dilek BOSTAN BUDAK²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14483267>

¹DSİ Adana, Türkiye. tugcebilici@dsi.gov.tr, Orcid ID:0009-0001-2057-3741.

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü Adana, Türkiye.
dbostanbudak@gmail.com, Orcid ID:0000-0001-6318-698X.

GİRİŞ

Ekonominin temel amaçlarının başında toplum refahını arttırmak gelmektedir. Toplum refahının artırılması demek o toplumda yaşayan hanelerin temel ihtiyaçları başta olmak üzere, yaşam standartlarının artırılması demektir.

Ancak günümüzde ülkelerin Gayri Safi Yurtiçi Hasılası (GSYİH) her geçen gün artış gösterse bile, yoksulluk ve açlık gibi sorunların azalmadığı görülmektedir. Birleşmiş Milletlerin, Gıda ve Tarım Organizasyonu (FAO) tarafından her yıl yayımlanan “Dünya’da Gıda Güvenliği ve Beslenme” isimli raporda, 2018 yılında Dünya genelinde 821,6 milyon insanın açlık çektiği belirtilmektedir (FAO, 2020). Bu sayının 2015 yılında 785,4 milyon, 2016 yılında 796,5 milyon ve 2017 yılında 811,7 milyon olduğu göz önünde bulundurulduğunda her geçen yıl açlık ve beslenme sorununun ne kadar önemli bir hale geldiği anlaşılmaktadır (FAO, 2020).

Dünya genelinde milli gelirler artış göstermesine rağmen beslenme gibi temel bir alanda yaşanan sorunların her geçen gün artması dikkate değer bir konudur. Dünya Bankasının verilerine göre Türkiye’de reel olarak kişi başına düşen milli gelir 2002 ile 2017 yılları arasında %85 oranında artmıştır (WB, 2019). Ancak gerçekleşen bu gelir artışının toplum genelinde eşit olarak dağılıp dağılmadığı önemli bir sorundur.

Bir ülkenin ekonomik göstergeleri baz alınarak, gelir dağılımının hanehalkı veya bireyler arasında dengeli ve eşit olarak paylaşılması olasılığından ne derecede sapma gösterdiğini ölçen katsayı olan “Gini” katsayısı 2019 yılı itibarıyla de Türkiye için 0,40 olarak hesaplanmıştır. (TÜİK, 2020).

Hanelerin gıda tüketimlerini etkileyen en önemli faktör gelirleridir. Gelir eşitsizliğinin görece yüksek olduğu ülkelerde, özellikle düşük gelir grubunda yer alan hanelerin gıda tüketimlerinin sınırlı olabileceğini öngörülebilir. Bu durumun Türkiye gibi Gini katsayısı görece yüksek olan ülkelerde gıda güvencesi ve beslenme sorunlarını arttıracak tahmin edilebilir. Dolayısıyla Türkiye’deki gelir eşitsizliğinin hanelerin gıda tüketimlerini nasıl etkilediği ve gıda taleplerinin gelir seviyelerine göre nasıl şekillendiğinin tespit edilmesi, Türkiye için yapılacak olan yoksulluk ve açlıkla mücadele politikaları için önemli veriler sağlayacaktır.

Bu amaç doğrultusunda hanehalkı gelirinin gıda tüketimine etkisini araştırmak için Adana ilinde kapsamlı bir çalışma yapılmıştır. Araştırma alanı olarak belirlenen Adana ili, 2020 nüfus verilerine göre 2 milyon 258 bin ile Türkiye’de 6. sıradadır (TÜİK, 2021a). Türkiye ekonomisine katkısı bakımından ise 8. sıradır. Türkiye’nin 2019 yılı için GSYH değeri 4 trilyon 320 milyar 191 milyon TL olarak, 2020 yılında ise 5 trilyon 47 milyar 909 milyon TL olarak hesaplanmıştır. Adana ilinin cari fiyatlarla GSYH’ ya katkısı ise 82 milyar 074 milyon TL olarak hesaplanmıştır (TÜİK, 2021b). Bu payın önemli bir kısmı ise gıda sektöründen sağlanmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye’deki sosyoekonomik gelişmeler ışığında ailelerin tüketim alışkanlıklarındaki değişimlere paralel olarak, Türkiye için böylesine önemli bir bölge olan Adana ili kentsel alanında ikamet eden hanelerin gıda taleplerine etki eden faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Başka bir ifade ile hanelerin gelirlerinin gıda tüketim alışkanlıkları üzerindeki etkisi ölçülmeye çalışılmıştır. Elde edilen veriler Türkiye için anlamlı sonuçlar üretecektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu araştırmanın ana materyalini, 2020-21 yılında Adana ili kentsel alanda yaşayan bireylerle yüz yüze yapılan anket çalışması sonucunda elde edilen veriler oluşturmaktadır. Anketler, basit tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilen hanelerde, gıda harcamasına karar veren kişilerle yapılmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen anket formu ile ailelerin toplam gelirleri, gıda harcamaları, gıda tüketimlerini etkileyen faktörler ve ailelerin sosyo-ekonomik ve demografik yapıları hakkında veriler elde edilmiştir.

Yöntem

Verilerin Elde Edilmesinde Kullanılan Yöntem

Araştırmanın ana kitesini Adana kentinde ikamet eden hanehalkları oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında farklı sosyo-ekonomik özelliklere sahip hanehalklarının temsil edilebilmesi için basit tesadüfi örnekleme yöntemine başvurulmuştur. Örnek hacminin belirlenmesinde kullanılan basit tesadüfi örnekleme yönteminin formülü aşağıdaki gibidir (İslamoğlu, 2003).

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

Eşitlik 1’de

n = Örnek hacmini

s = Standart sapmayı

t = %95 güven sınırındaki t değerini (1,96)

N = Örnekleme çerçevesine ait toplam birey sayısını

d = Kabul edilebilir hatayı (%5 sapma) ifade eder.

Yukarıdaki eşitliği göre hesaplamalar yapıldığında sonuç 385 kişi olarak bulunmuştur. Yapılan anketlerde hatalar veya eksiklikler olabileceği öngörüldüğünden 500 kişi ile yüz yüze anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen verilere dayanarak tanımlayıcı istatistikler (yüzde, frekans dağılımı, ortalama, standart sapma) hesaplanmıştır.

Verilerin Analizinde Kullanılan Yöntem

Adana ili kent merkezinde gerçekleştirilecek anket verilerinin değerlendirilmesi için STATA programından faydalanılmıştır. Kurulan modelin parametre değerleri en küçük kareler yöntemi ile hesaplanmıştır. Kurulan model aşağıda açıklanmaktadır.

Araştırma kapsamında hanelerin tükettikleri ürünlerin fiyatları ile ilgilenilmemiştir. Bu nedenle bu tür araştırmalarda sıklıkla kullanılan AIDS veya QUAIDS gibi ekonometrik talep modelleri uygun değildir. Hanelerin gelirlerinin gıda taleplerine etkisini ölçmek için fiyat verilerini içermeyen bir model olan Working-Leser (Working, 1943; Leser, 1963) modeli kullanılmıştır.

$$wf = B_0 + B_1 \ln Tg + ef$$

Bu modelde wf ortalama aylık gıda harcamasının toplam aylık hane geliri içerisindeki oranını (Ortalama Aylık Gıda Harcaması/Toplam Aylık Hane Geliri), Loggelir toplam aylık hane gelirinin doğal logaritmasını, ef ise hata terimini ifade etmektedir. Hanelerin gıda tüketimlerini etkileyebileceği tahmin edilen diğer değişkenlerde modele eklendiğinde model aşağıdaki şekilde kurulmuştur.

$$wf = B_0 + B_1 \loggelir + B_2 H + B_3 Y + B_4 C + B_5 \hat{I} + e_f$$

Tablo 1. Ekonometrik modeldeki değişkenler ve açıklamaları

Değişken	Simge	Açıklama
Gıda Harcama Payı	wf	Gıda Harcamalarının Toplam Gelir İçerisindeki Payı (%)
Gelir	Loggelir	Toplam Gelirin Logaritmik Değeri (TL)
Yaş	Y	Hanede Gıda Harcamasına Karar Veren Kişinin Yaşı
Hane Büyüklüğü	H	Hanede Yaşayan Toplam Birey Sayısı
Cinsiyet	C	Hanede Gıda Harcamasına Karar Veren Kişinin Cinsiyeti
İstihdam	İ	Hanede Gıda Harcamasına Karar Veren Kişinin İstihdam Durumu

ARAŞTIRMA BULGULARI

Ankete katılan kişilerin %48'i bekar, %52'si evli bireylerden oluşmaktadır. Hanehalkı reislerinin %34,6'sı kadınlardan, %65,4'ü ise erkeklerden oluşmaktadır. Bireylerin yaş ortalaması 39,48 olarak bulunmuştur. Çalışmaya katılanlar yaş gruplarına göre, 30 yaş altı katılımcı oranı %26 iken, 31-50 yaş arası katılımcı oranı %35,4 ve 50 üstü %38,6 olarak bulunmuştur. Eğitim durumları bakımından, %20,2'si ilköğretim ve altı, %10,8'si ortaokul, %34,2'si lise ve %34,8'sinin ise lisans ve lisansüstü mezunu olduğu tespit edilmiştir. Bireylerin %33,6'sı çalışmıyorken, %66,4'ü çalışmakta; %28,8'si kiracı iken, %71,2'si ev sahibidir.

Çalışmaya katılan bireylerin ortalama aylık geliri 5740 TL olarak hesaplanmıştır. Ortalama aylık hane gelirleri incelendiğinde; %50,2'sinin 5000 TL'nin altında ve %49,8'inin ise 5000 TL'nin üstünde bir ücret elde ettikleri saptanmıştır. Bireylerin ortalama yıllık gıda harcaması 988,89 TL olarak hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında aylık ortalama gıda harcamaları incelendiğinde; %24,2'sinin 1000 TL ve altında ve %75,8'inin ise 1000 TL'nin üstünde aylık ortalama gıda harcaması yaptığı saptanmıştır.

Ankete katılan 500 hanenin genel ortalama tasarruf miktarı aylık 411,00 TL olarak hesaplanmıştır. Araştırma bünyesinde görüşülen 500 hanenin toplamının sadece 72'si (%14,4) tasarruf yapabilmektedir. Tasarruf yapan hanenin ortalama tasarruf miktarı ise aylık 2854,17 TL olarak hesaplanmıştır.

Araştırma bünyesinde görüşülen 500 hanenin aylık ortalama gıda ve alkolsüz içecek harcamalarına baktığımızda; ekmek ve/veya un harcaması 153,80 TL, pirinç, bulgur, makarna harcaması 151,14 TL, et, tavuk, sucuk harcaması 291,05 TL, balık harcaması 76,75 TL, süt, peynir, yumurta harcaması 190,78 TL, katı ve sıvı yağlar harcaması 101,70 TL, sebze ve meyve harcaması 312,66 TL, şeker, reçel, bal, helva vs. harcaması 90,07 TL, salça, tuz, baharat vs. harcaması 46,11 TL ve çay, kahve, meyve suyu vs. harcaması ise 129,90 TL olarak hesaplanmıştır. Alkollü içecekler sigara ve tütün harcamalarının aylık ortalamaları sonuçlarına göre; alkollü içecekler harcamaları 139,36 TL ve sigara, tütün harcamaları 313,20 TL olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama giyim ve ayakkabı harcamalarının sonuçlarına baktığımızda; kıyafet harcamaları 240,44 TL, ayakkabı, bot, terlik vs harcamaları 285,12 TL ve diğer giyim harcamaları (okul kıyafetleri, özel gün kıyafetleri) ise 12,98 TL olarak hesaplanmıştır.

Hanelerin konut, su ve elektrik harcamalarının aylık ortalamaları sonuçlarına baktığımızda; kira bedeli 1182,47 TL, konut, bakım ve onarım için mal ve hizmetler vs. harcamaları 57,57 TL ve elektrik, su, doğal gaz faturası, odun-kömür parası harcamaları ise 469,82 TL olarak hesaplanmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus aylık ortalama kira bedeli hesaplanırken kiracılardan aylık ödenen kira bedeli bilgisi temin edilmiştir. Kiracı olmayanlardan ise, fırsat maliyeti ilkesi gereği, mevcut oturdukları konuta ne kadar kira ödemeleri gerektiği bilgisi elde edilmiştir. Araştırma kapsamındaki 500 hanenin mobilya, ev aletleri ve ev bakım hizmetleri harcamalarının aylık ortalamaları sonuçlarına göre; mobilya ve halı harcamaları 82,64 TL, yorgan, yastık, perde, battaniye, masa örtüsü vs. harcamaları 33,43 TL, buzdolabı, bulaşık makinesi, dondurucu, fırın, klima, ütü vs. harcamaları 70,99 TL, deterjanlar ve diğer ev temizlik ürünleri harcamaları 198,91 TL, ampul, priz, duyu, matkap, tornavida, çeşitli aksesuarlar vs. harcamaları 14,52 TL ve bardak, kaşık, çatal, sürahi, tabak, tencere, cam ve kristal eşyalar vs. harcamaları ise 21,60 TL olarak hesaplanmıştır.

Sağlık ile ilgili yapılan harcamalarının aylık ortalaması 118,74 TL olarak hesaplanmıştır. Görüşülen 500 hanenin sağlık harcamaları muayene ücreti, diş, özel hastane vb. ödemelerden oluşmaktadır. Araştırma kapsamında görüşülen 500 hanenin ulaştırma harcamalarının aylık ortalamaları

sonuçlarına göre; araba, motosiklet aldıysanız aylık taksit ortalaması 191,52 TL, araçların bakım ve tamiri 106,47 TL, benzin, mazot, LPG harcaması 301,42 TL ve dolmuş ve servis ücreti ve şehirlerarası yolculuk vs. harcamaları 132,43 TL olarak hesaplanmıştır. Günümüzde her bireyde cep telefonu bulunmaktadır. Bu nedenle aylık harcama içerisinde cep telefonu harcamaları önemli bir yer tutmaktadır. Elde edilen bulgulara göre hanelerin haberleşme harcamalarının aylık ortalamalarına baktığımızda; telefon faturası, cep telefonu faturası, TL yükleme, internet faturası vs. ödemeleri 230,18 TL ve telefon, cep telefonu satın alımı için ödenen ücret ortalaması 85,38 TL olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama telefon, cep telefonu satın alım harcaması hesaplanırken, hanelerin satın aldıkları telefonların amortisman bedelleri hesaplanmıştır.

Araştırma bünyesinde görüşülen 500 hanenin eğlence ve kültür harcamalarının aylık ortalama sonuçlarına baktığımızda; televizyon, bilgisayar, müzik setleri, DVD vs. satın alımı 52,03 TL, kitap, gazete ve dergiler, kırtasiye materyalleri (kalem, defter, sulu boya, vb.) satın alımı 70,62 TL, hobi harcamaları 102,01 TL ve şans oyunları, spor toto, sayısal loto vs. harcamaları ise 109,09 TL olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar gösteriyor ki çalışma kapsamında görüşülen 500 hanenin şans oyunları, spor toto, sayısal loto vs. harcamaları; kitap, gazete ve dergi satın alım harcamlarından daha fazladır. Televizyon, bilgisayar, müzik setleri, DVD vs. alım harcaması hesaplanırken, hanelerin satın aldıkları ürünlerin amortisman bedelleri hesaplanmıştır. Hanelerin eğitim harcamalarının aylık ortalamaları, hazırlık kursları, dershane, özel okul vs. harcamaları için 80,40 TL, bilgisayar, kursu, yabancı dil kursu, müzik ve resim kursu vb. harcamaları için 18,19 TL, Sınav ücretleri ve özel ders ücreti ile ilgili harcamaları için 78,36 TL ve kreş, anaokulu harcamaları için ise 90,26 TL olarak hesaplanmıştır. Lokanta ve otel harcamalarının aylık ortalamaları sonuçlarına baktığımızda; restoran, lokanta, kafe harcamaları 280,24 TL ve otel, motel, pansiyon, tatil köyleri ile ilgili olarak yapılan harcamalar ise 84,43 TL olarak hesaplanmıştır. 2019 yılının son aylarında ortaya çıkan Koronavirüsle mücadele edilmesi amacıyla, 2020 yılında Dünya'nın birçok ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de sokağa çıkma yasağı kısıtlamaları, seyahat yasakları ve sosyal hayatı kısıtlayıcı adımlar atılmıştır. Bu durumun sonucunda da 2020 tatil harcamalarının nispeten düşük olduğu ortaya konulmuştur. Anket çalışması kapsamındaki 500 hanenin çeşitli

mal ve hizmet harcamalarının aylık ortalamaları sonuçlarına baktığımızda; kişisel bakım harcamaları (kuaför, makyaj, sauna, vs) 218,60 TL, bebek harcamaları (süt, mama, ek besin giderleri, bebek bezi vs.) 34,98 TL, sigorta harcamaları (sağlık, konut, hayat, otomobil ve diğer sigortalar vs.) 116,94 TL ve diğer harcamalar 118,70 TL olarak hesaplanmıştır. Diğer harcamalar araştırma kapsamında gözden kaçabilecek, öngörülemez harcamaları içermektedir.

Hanehalklarının gıda tüketimleri üzerinde etkili olan değişken ve bu değişkenler ile hesaplanan regresyon analizi sonuçları Çizelge 2.'de verilmiştir. Ekonometrik analiz sonuçlarına göre modelin düzeltilmiş r^2 değeri 0,670 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç düşük görüne de gözlem sayısının görece büyük olduğu veri setlerinde bu düzeydeki sonuçlar olağan karşılanmaktadır. Modelin F değeri 89,80 olarak hesaplanmıştır. Bu değere ilişkin p değeri ise $4,30e-67$ olup, istatistiki olarak anlamlıdır.

Ekonometrik analiz kapsamında; hanehalklarının ortalama aylık gıda harcamalarının, ortalama aylık gelirlerine oranları hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar modelde bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Analiz için kullanılan Working-Leser model gereği hanehalkı gelirinin logaritması bağımsız değişken olarak modele dâhil edilmiştir. Loggelir değişkenin katsayısı -47,23, standart hatası 2,58, t değeri 20,60 ve p değeri 0.01'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar göstermektedir ki loggelir değişkeni % 99 güven aralığında anlamlıdır. Hanedekikişisayısı değişkenin katsayısı 3,08, standart hatası 0,45, t değeri 6,89 ve p değeri 0.01'den küçük olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hanedekikişisayısı değişkeni % 99 güven aralığında anlamlıdır. Cinsiyet değişkenin katsayısı 5,89, standart hatası 1,41, t değeri 4,17 ve p değeri 0.01'den küçük olarak hesaplanmıştır. Cinsiyet değişkeni % 99 güven aralığında anlamlıdır. Yaş değişkenin katsayısı 0,18, standart hatası 0,042 t değeri 4,17 ve p değeri 0.01'den küçük olarak hesaplanmıştır. Yaş değişkeni % 99 güven aralığında anlamlıdır. İstihdam değişkenin katsayısı -3,78, standart hatası 1,55 t değeri -2,44 ve p değeri 0.05'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar göstermektedir ki istihdam değişkeni % 95 güven aralığında anlamlıdır. Sabit değişkenin katsayısı 193,131, standart hatası 9,37 t değeri 20,60 ve p değeri 0.01'den küçük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar göstermektedir ki sabit değişkeni % 99 güven aralığında anlamlıdır.

Tablo 2. Ekonometrik analiz sonuçları

	Katsayı	Standart Hata	t	p	
Sabit	193.131	9.37344	20.6041	<0.0001	***
Loggelir	-47.2276	2.58013	-18.3044	<0.0001	***
HanedekiKisiSayisi	3.07642	0.446688	6.8872	<0.0001	***
Cinsiyet	5.88561	1.41058	4.1725	<0.0001	***
Yas	0.175895	0.0421346	4.1746	<0.0001	***
İstihdam	-3.76829	1.54639	-2.4368	0.0152	**

Mean dependent var	38.45812	S.D. dependent var	19.07026
Sum squared resid	95065.81	S.E. of regression	13.87231
R-squared	0.676145	Adjusted R-squared	0.670843
F(5, 494)	89.80194	P-value(F)	4.30e-67
Log-likelihood	-2021.398	Akaike criterion	4054.797
Schwarz criterion	4080.084	Hannan-Quinn	4064.720

Bu sonuçlara göre hanehalklarının gıda tüketimleri üzerinde en etkili değişken hanehalklarının gelirleridir. Hanehalklarının gelirleri artınca, gıda harcamaları oranı düşmektedir. Benzer bir durum istihdam değişkeni içinde söz konusudur. Hanehalkı reisinin çalıştığı durumlarda, hanelerin gıda harcama oranları azalmaktadır. Bu değişkenlerin aksine haneyi oluşturan birey sayısı ve hanehalkı reisinin yaşı arttıkça, hanelerin gıda harcamaları oransal olarak artmaktadır. Hanehalkı reisinin erkek olduğu geleneksel yapıdaki aileler için de gıda harcamaları oransal olarak artmaktadır.

TARTIŞMA

Bu araştırma da hanehalklarının özelliklerinin gıda tüketimleri üzerindeki etkileri hesaplanmıştır. Bu hesaplamada kullanılan ekonometrik model gereği hanehalklarının gelirleri içinde gıda tüketimlerinin paylarına etki eden faktörlerin en önemlisinin gelir faktörü olduğu anlaşılmaktadır. Gelir faktörünün logaritmik değerinin modelde bağımsız değişken olarak kullanılması sonucunda hesaplanan katsayı değeri -47,23 olarak bulunmuştur.

Literatürde hanehalklarının gıda tüketimlerine etki eden faktörlerin ekonometrik yöntemler ile analiz eden pek çok çalışmada AIDS modelin veya QUAIDS modelin kullanıldığı gözlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan Working-Leser model kullanıldığı çalışma sayısı ise oldukça azdır. Türkiye

için Working-Leser modelin kullanıldığı Demirdöğen ve ark. (2019) yaptıkları araştırmada, 2002-17 yılları için, gelir değişkeninin katsayı değerini EKK (OLS) yöntemi ile -0,09, içselliği dikkate aldıkları EKK+IV (OLS+IV) yöntemi ile -0,11 olarak hesaplamışlardır. Türkiye için yine aynı modeli kullanan bir başka çalışma olan Aykaç (2018) araştırmasında, 2003-13 yılları için, gelir değişkeninin katsayısını -12,0 olarak bulmuştur. Gao (2012) ise 138 ülke için 2008 yılı verilerini kullanarak kurduğu Working-Leser model sonucunda gelir değişkeninin katsayısını -0,11 olarak hesaplamıştır. Holcomb ve ark. (1995) ABD’de 1987-88 yıllarını için, Working-Leser modeli kullanarak gelir değişkeninin katsayısının -0,077 olduğunu belirtmişlerdir.

Bu araştırmada elde edilen katsayının negatif değerde olması hem iktisat teorisi ile hem de bilimsel literatür ile uyumludur. Literatürde farklı ülkeler için farklı zaman aralıklarında, farklı veri setleri kullanılarak hesaplanan katsayı değerleri ile bu çalışmada hesaplanan katsayı değeri arasında büyüklük farkları olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada hesaplanan katsayı değerinin (-47,23) yukarıda bazı örnekleri verilen literatürdeki çalışmalardan daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bu çalışmanın daha küçük bir alanda (Adana ilinde), daha kısa bir dönemi içeren (2021 yılı) bir veri seti ile gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklanabilir. Çalışma kapsamında incelenen Adana ilinde ikamet eden haneler için yeterli gelire sahip olmanın hala önemli bir sorun olması, 2020 yılında yaşanan pandeminin gıda fiyatlarını arttırıcı bir etkisinin gözlenmesi vb. nedenler bu hesaplama farkının diğer olası nedenleri arasında sayılabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma kapsamında görüşülen hanelerin en yüksek gıda harcama kalemlerin sebze ve meyveler ile et, tavuk ve sucuk harcamaları olduğu tespit edilmiştir. Yapılan ekonometrik analiz sonuçlarına göre hanelerin gıda tüketimleri üzerindeki en etkili değişkenin gelir olduğu tespit edilmiştir. Gelir değişkeninin katsayısı diğer değişkenlere görece oldukça yüksektir. Engel kanunu ile uyumlu olarak hanelerin gelirleri arttıkça gıda harcamalarının oransal olarak azaldığı hesaplanmıştır. Ayrıca hanehalkı reisinin çalıştığı hanelerde de gıda harcamalarının oransal olarak azaldığı gözlenmektedir. Haneyi oluşturan birey sayısı ve hanehalkı reisinin yaşı arttıkça ve hane

reisinin erkek olduğu ailelerde gıda harcamaları oransal olarak artış göstermektedir.

Araştırma kapsamında yapılan analizler sonucunda elde edilen bilgilerin Türkiye’de hanehalklarının gıda tüketimlerini en çok etkileyen değişkenin gelir değişkeni olduğunu ortaya koyması, Türkiye’de politika yapıcıların halkın gıda güvencesini sağlamak için başlangıç olarak gelir artışına odaklanmaları gerektiği izlenimini doğurmaktadır. Araştırma bünyesinde ayrıca hanelerin en yüksek gıda harcama kalemlerinin et, tavuk ve sucuk ile sebze ve meyve harcamaları olduğunun tespit edilmesi Türkiye’de politika yapıcıların bu gıdaların üretimine ve fiyat istikrarına odaklanmasının hanehalkları için olumlu etkiler yaratabileceği sonucunu düşündürmektedir.

Bu konuda çalışma yapacak olan diğer araştırmacıların Türkiye’nin farklı coğrafi ve kültürel alanlarına odaklanmaları faydalı olacaktır. Farklı alanlarda elde edilen sonuçlar ile bu araştırma sonuçlarının karşılaştırılması Türkiye’de politika yapıcılar için yararlı sonuçlar üretilmesini sağlayabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir ve Ç.Ü. Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Aykaç, G. (2018). Engel Yasası'nın Türkiye Sınaması ve Gıda Talebinin Gelir Esnekliği: Gıda Harcamalarının Bütçe Payının Hane Profili ve Toplam Harcama İle İlişkisi (2003-2013), *Sosyoekonomi*, 26, 105-133.
- Demirdöğen, A., Olhan, E., Aykaç, G. (2019). Türkiye'de Gelirin Gıda Tüketimi Üzerine Etkisi, *Tarım Ekonomisi Dergisi* Cilt: 25, Sayı:1 Sayfa:117-125.
- FAO, 2020. Food Security and Nutrition in The World 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Erişim adresi: <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf> Erişim tarihi: 18/05/2020
- Gao, G.(2012). World food demand. *American Journal of Agricultural Economics*, 94 (1), 25-51.
- İslamoğlu, A. H. (2003). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul, 252s.
- Holcomb, R., Park, J. Capps, O. (1995). Revising Engel's Law: Examining expenditure patterns for food at home and away from home. *American Journal of Agricultural Economics*, 77.
- Leser, C. E. V. (1963). Forms of Engel Functions. *Econometrica*, 31, 694-703.
- TÜİK, (2020). Hanehalkı kullanılabilir gelire göre gini katsayısı ve P80 /P20 oranı. Erişim adresi: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1011 Erişim tarihi: 18/05/2020
- TÜİK, (2021a). İkamet edilen il ve doğum yeri durumuna göre nüfus. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1> Erişim tarihi: 08/05/2021
- TÜİK, (2021b). İl bazında gayrisafi yurt içi hasıla, iktisadi faaliyet kollarına (A10) göre, cari fiyatlarla, 2018-2019. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Il-Bazinda-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-2019-33663> Erişim tarihi: 08/05/2021
- WB, (2019). World Development Indicators [Online]. Erişim adresi: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> Erişim Tarihi: 18/05/2020

Working, H. (1943). Statistical Laws of Family Expenditure. Journal of the American Statistical Association, 38, 43-56.

BÖLÜM XIII

KURAKLIK STRESİ ALTINDAKİ BİTKİLERİN BİYOKİMYASAL, FİZYOLOJİK ve MOLEKÜLER TEPKİLERİNDE NANOPARTİKÜLLERİN ROLÜ

Araş. Gör. Dr. Damla TURAN BÜYÜKDİNÇ¹

Dr. Öğr. Üyesi Sevtap DOKSÖZ BONCUKÇU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14483341>

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Pazar-
Rize, Türkiye. damla.turan@erdogan.edu.tr, Orcid ID:0000-0002-2776-1008.

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat,
Türkiye. sevtap.doksoz@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-9938-3790.

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılı sonunda 9,6 milyara ulaşması beklenmektedir ve bu durum artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için ürün verimliliğinde %70-100 oranında bir artış gerektirmektedir (Rodrigues ve ark., 2017; Alabdallah ve ark., 2021). Ancak, küresel ısınma ve yaşanan ekstrem iklim değişiklikleri, verimli arazilerdeki azalma, aşırı gübre ve pestisit kullanımı ve abiyotik streslerin yoğunluğundaki artışlar önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Hasan ve ark., 2021a; Hasan ve ark., 2021b). Sonuç olarak, verimde azalma küresel gıda güvenliği için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Küresel gıda güvenliğini sağlamak amacıyla abiyotik streslerin bitkiler üzerindeki zararlı etkilerini ortadan kaldırmaya yönelik uygun önlemlerin alınması zorunludur (Genc ve ark., 2019; Hasan ve ark., 2021a). Kuraklık stresinin şiddeti ve sıklığı artarak bitkisel üretim için ciddi tehditler oluşturacaktır (Chapman ve ark., 2021).

Kuraklık; çimlenmeyi, bitki gelişimini, fizyolojik işleyişi, fotosentetik verimliliği ve hormonal faaliyetleri engeller (Rasheed ve ark., 2022a; Shah ve ark., 2022). Bitkilerin kök morfolojisini ve uzamsal dağılımını büyük ölçüde etkiler (Chun ve ark., 2021). Ayrıca klorofil sentezini azaltır ve kanopi sıcaklığını artırır, bu da fotosentez ve bitki metabolik aktivitelerinde azalmaya neden olur (Morales ve ark., 2020). Su eksikliği ayrıca membran geçirgenliğini azaltarak reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini artırır (Rao ve Chaitanya, 2019). Bu durum membran bütünlüğünde bozulmaya neden olur, elektrolit sızıntısını artırır ve DNA, proteinler ve lipitlerde hasara neden olur (Shah ve ark., 2017). Üretimde verimi artırmak ve kuraklığın etkilerine karşı koymak için, toleranslı çeşitlerin ıslahı, ozmolitler, hormonlar, besin uygulamaları dahil olmak üzere çeşitli stratejiler kullanılabilir (Arslan ve ark., 2021). Bu stratejiler bitkileri kuraklık stresinden koruyabilir ve gıda ihtiyacını karşılamak için ürün verimliliğini önemli ölçüde artırabilir (Alabdallah ve ark., 2021; Rasheed ve ark., 2022b).

Nanoteknoloji (NT) gelecek vaadeden bir alan olarak ortaya çıkmıştır ve tarım, gıda ve tıp endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Alabdallah ve Hasan, 2021). Titanyum dioksit (TiO_2), demir oksit (Fe_3O_4), çinko oksit (ZnO), silikon oksit (SiO_2), bakır (Cu -NPs) ve selenyum (Se -NPs) dahil olmak üzere çeşitli nanopartiküller (NP), tarım sektöründe tehdit edici olmayan kullanımları nedeniyle son zamanlarda büyük ilgi görmektedir

(Hafeez ve ark., 2015; Alabdallah ve Hasan, 2021; Hashem ve ark., 2021). NP'leri üretmek için kimyasal, yeşil ve fiziksel süreçler de dahil olmak üzere belirli stratejiler kullanılabilir (Akhtar ve ark., 2022). NP'lerin bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde olumlu etkileri vardır; ancak bu etkiler kökene, boyuta, konsantrasyona ve ürünlere uygulama zamanına göre değişebilir (Rubilar ve ark., 2013). Son zamanlarda yapılan çalışmalar NP'lerin biyotik ve abiyotik stres etmenlerine karşı bitki toleransını geliştirdiğini göstermektedir. NP'ler antioksidanların aktivitelerini artırarak bitkileri oksidatif hasardan korur (Ahmed ve ark., 2021). NP'ler, hidrojen peroksit (H_2O_2) ve malondialdehit (MDA) birikimini azaltarak kuraklığa bağlı toksik etkileri azaltabilir (Adrees ve ark., 2020; Ahmed ve ark., 2021). NP'ler ayrıca bitki kloroplastına nüfuz edebilir ve foto sistem-II (PS-II) reaksiyon merkezine ulaşabilir ve kuraklık stresi altındaki kloroplastlarda elektron iletimini ve ışık emilimini artırabilir, böylece fotosentetik verimliliği ve bitki gelişimini iyileştirebilir (Maity ve ark., 2018).

Ticari kullanımlarının ve çeşitli ürünlerdeki yaygınlıklarının yanı sıra, NP'lerin toksikolojik ve çevresel etkileri konusunda endişeler de mevcuttur (Seabra ve Durán, 2015). Aşırı kullanımları bitkilerde oksidatif strese ve fizyolojik anormalliklere neden olarak antioksidan aktivitelerin ve gaz değişiminin azalmasına yol açmaktadır (Wang ve ark., 2018). NP'ler ayrıca mitotik indeksi azaltır ve hücre bölünmesi ve kök büyümesi süreçlerini bozar (Kumari ve ark., 2011). NP'ler ayrıca büyüme ortamını ve toprak mikrobiyal aktivitelerini değiştirerek dolaylı toksisiteye neden olur (Ge ve ark., 2014). Birçok araştırmacı, NP'lerin kuraklık stresi altında büyüme üzerindeki olumlu etkilerini ve bu koşullarda bitkilerde NP'lerin ve hücreler arası mekanizmaların etkileşiminin anlaşılmasındaki eksikliği bildirmiştir. NP'lerin ve kuraklık stresi altındaki bitkilerin daha iyi anlaşılması, kuraklık koşullarında üretimi iyileştirmek için yeni fırsatlar yaratacaktır (Rasheed ve ark., 2022b).

Metal Oksit Nanopartiküllerin Sentezi ve Karakterizasyonu

NP'lerin üretilmesine yönelik geleneksel yöntemler, büyük enerji gereksinimleri ve çevre üzerinde olumsuz etkileri bulunan tehlikeli ve pahalı maddelerin kullanımını içeren kimyasal ve fiziksel süreçlere dayanmaktadır (Alabdallah ve Hasan, 2021). Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında,

NP'lerin çeşitli organizmalar (algler, bakteriler, mantarlar ve bitkiler) tarafından yeşil sentezi çok daha elverişli bir çevre dostu seçenek sunmaktadır (Durán ve Seabra, 2012; Rubilar ve ark., 2013). Çevre dostu sentezlenmiş NP'ler yüksek foto-katalitik aktiviteye, kimyasal stabiliteye ve oksidasyon potansiyeline sahiptir. Ayrıca bunlar çok çeşitli endüstrilerde kullanılmalarını sağlayan güçlü antimikrobiyal ve antibakteriyel özelliklere de sahiptir (Singh ve ark., 2016; Bahri ve ark., 2021). Zn-NP'ler kozmetik ve güneş koruyucu losyonların formülasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır ve mükemmel antibakteriyel ve antikanser özelliklere sahiptirler (Dutta ve ark., 2012; Bogutska ve ark., 2013; Selvakumari ve ark., 2015). Zn-NP'lerin sentezlenmesi kararlı ve ekonomiktir ve abiyotik stresler altında üretimi iyileştirmek için kayda değer bir potansiyel göstermiştir (Javed ve ark., 2017; Deka ve ark., 2019). Demir oksit NP'ler kanser teşhisi, tedavileri, ilaç dağıtımı ve nükleer manyetik rezonans görüntüleme dahil olmak üzere biyomedikal alanlarda önemli ölçüde kullanılmaktadır (Seabra ve ark., 2014). Molibden (Mo) yüksek konsantrasyonlarda toksiktir ve suda daha düşük çözünürlüğe sahiptir, bu nedenle yüksek basınç ve yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılabilir (Javed ve ark., 2020). Mo-NP'ler çok az miktarda in situ radyoaktivite ile üretilebilir (Feng ve Weicheng, 2016). Mo-NP'ler yeşil sentez yaklaşımıyla da üretilebilir. Bu teknikte, farklı bitkilerin yaprakları alınabilir ve standart prosedürlerle bir özüt hazırlanabilir. Mo-NP'lerin yeşil sentezi, kimyasal senteze kıyasla çevre dostu bir yaklaşımdır (Sreevani ve Anierudhe, 2022).

Nanopartikül Türleri ve Bitkilerde Alım Şekilleri

NP'lerin elektrik iletkenliği, manyetizma, kimyasal reaktivite, optik etkiler ve fiziksel güç gibi özellikleri, geniş yüzey alanları ve küçük boyutları nedeniyle hacimli malzemelerden farklıdır (Asha ve Narain, 2020). Farklı şekil ve boyutlarda NP'ler geliştirmek için kullanılacak farklı NP hazırlama yöntemleri geliştirilmiştir. Genel olarak, NP'leri oluşturmak için iki farklı süreç (aşağıdan yukarıya ve yukarıdan aşağıya;özelden genele ve genelden özele) kullanılmaktadır. Aşağıdan yukarıya süreç atom ve moleküllerden NP'ler (SnS, MoS₂ ve AgS) yaratırken, yukarıdan aşağıya yaklaşım makro ölçekli muadillerinden NP'ler (CuO, MgO, ZnO ve grafit oksit (GO)) yaratır. Yukarıdan aşağıya tekniği, hacimli malzemelerin NP'lere

parçalanmasını içerir ve bu yaklaşım, mikron boyutlu partiküllerin sentezi için kullanılan tekniklerin bir uzantısıdır (Abid ve ark., 2021). Bu tekniğe örnek olarak yüksek enerjili bilyalı öğütme, atomik kuvvet manipülasyonu, gaz yoğunlaştırma ve aerosol spreyleri verilebilir. Öte yandan, aşağıdan yukarıya tekniği, malzemeyi aşağıdan inşa etmeyi ifade eder: atom atom, molekül molekül ve küme küme gibi (Abid ve ark., 2021). Dünya genelinde NP'leri geliştirmek için bu teknikler kullanılmaktadır ve her tekniğin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır.

NP'ler bir boyuta (yüzey filmleri), iki boyuta (iplikçikler veya lifler) veya üç boyuta (parçacıklar) sahip olabilir. Ayrıca, küresel, boru şeklinde veya düzensiz şekillerde bulunabilirler (Das ve Das, 2019). NP'ler dört farklı gruba ayrılabilir; birinci grup metal NP'lere (Au, Ag, Fe, Pt, Zn), ikinci grup karbon bazlı NP'lere (karbon nanotüpler, fullerenler ve grapheme), üçüncü grup polimer bileşiklerine ve dördüncü grup metal oksit NP'lere (FeO₂, TiO₂, ZnO) dayanmaktadır (Paramo ve ark., 2020). NP'lerin biyolojik işleyişi konsantrasyonlarına, özelliklerine ve uygulama yöntemlerine bağlıdır (Ali ve ark., 2021b).

NP'lerin bitkilere, tohum uygulamaları, yaprak spreyleri ve toprağa ilave dahil olmak üzere farklı tekniklerle uygulanması mümkündür (Mahdy ve ark., 2020). NP'ler bitki dokusuna yaralı bölgelerden ve kökten girer; bu bölgelerden hücre duvarlarına ve zarlarına nüfuz ederek yapraklara geçerler (Tripathi ve ark., 2017a). NP'ler ayrıca yaprak kutiküllerine, stomalara, trikromlara, hidatodlara ve hücre sitoplazmasına da geçiş yaparlar (Sharif ve ark., 2013). Hücre sitoplazmasında, NP'ler çeşitli organellere bağlanarak farklı metabolik süreçlere müdahale eder (Zhang ve Monteiro-Riviere, 2009). NP'ler ayrıca tohum kabuğundaki parankimatik hücreler arası boşluklardan doğrudan tohumun içine emilir (Tripathi ve ark., 2017b).

Kuraklık stresine karşı nanopartiküllerin rolü

NP'ler bitki gövdesine kökler ve yapraklar yoluyla girer ve bitki gövdesine girdikten sonra, bitkilerde biyokimyasal, morfolojik, moleküler ve fizyolojik değişikliklere neden olur (Khan ve ark., 2019). Bu değişiklikler, NP'lerin konsantrasyonuna, boyutuna ve uygulama yöntemine bağlı olarak bitki büyümesini önemli ölçüde etkiler. Ayrıca, NP'lerin boyutu, kimyasal yapısı ve reaktivitesi bitkileri önemli ölçüde etkileyebilir. Mevcut kanıtlar,

NP'lerin kuraklık stresinin olumsuz etkilerini azalttığını ve bitki büyüme ve gelişimini kayda değer ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir (Ahmed ve ark., 2021).

Nanopartiküller kuraklık stresi altında fotosentezi iyileştirir

Su eksikliği klorofil sentezini, PS-II verimliliğini ve elektron akış hızını azaltır, böylece genel olarak bitkinin fotosentetik verimliliğini olumsuz etkiler (Semida ve ark., 2021). NP'lerin (ZnO) uygulanması klorofil sentezini, klorofil floresansını ve klorofil sentez enzimlerinin (klorofilaz) aktivitesini iyileştirmiş, bu da kuraklık altında fotosentetik verimliliği artırmıştır (El-Mageed ve ark., 2021; Semida ve ark., 2021). NP'lerin eksojen olarak uygulanması ayrıca kloroplast ve mitokondrinin ultra yapısını stabilize ederek bitkilerin kuraklık stresi altında fotosentetik verimliliklerini korumalarına yardımcı olur (Rahmatpour ve ark., 2018).

NP'lerin (TiO₂) uygulanması, oksijen, elektron ve protonlara ışık kaynaklı su hidrolizini artırır (Silva ve ark., 2022), bu da elektron ve protonların elektron taşıma zincirine girmesini sağlar ve bitki fotosentetik verimliliğinde önemli bir artışa neden olur (Alabdallah ve ark., 2021). Ayrıca, NP'ler (TiO₂), hücre kloroplastında ışık emilimini teşvik eden tilakoid membrandaki genlerin (LHCII-b) ifadesini de geliştirir (Ze ve ark., 2011). Ayrıca, NP'ler (TiO₂) Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (RuBisCO) aktivitesini, nitrojen asimilasyonunu ve nitrat redüktaz aktivitesini de geliştirir, bu da kuraklık stresi altında daha iyi fotosentetik performans sağlar ve bitkilerde fotosentetik verimliliği artırır (Yuan ve ark., 2013; Ali ve ark., 2021a).

Stomalar, atmosfer ile yaprak iç yüzeyi arasındaki su buharı ve CO₂ alışverişini kontrol eder (Suzuki ve ark., 2013). Ayrıca stomaların kapanmasına neden olan ABA sinyal yolunu da aktive eder (Sierla ve ark., 2016; Faraji ve Sepehri, 2020) ancak, NP'lerin uygulanması H₂O₂ aracılı stoma kapanmasını azaltmış ve bitki bu sayede daha iyi CO₂ alımını sürdürmüştür (Djanaguiraman ve ark., 2018). NP (TiO₂) uygulaması, CO₂ fiksasyonu ve klorofil sentezindeki enzimlerin aktivitelerini artırarak fotosentetik pigmentleri ve gaz değişim özelliklerini geliştirir (Mohammadi ve ark., 2016; Faraji ve Sepehri, 2020). NP'ler ayrıca Ca, Mg, N, K ve demir (Fe) alımını artırmış ve kurak koşullar altında daha iyi fotosentez sağlayan gaz

değişim özelliklerini geliştirmiştir (Faraji ve Sepehri, 2020). Karotenoid, stres koşulları altında klorofili oksidatif hasardan korumak için bir antioksidan olarak çalışır (Emiliani ve ark., 2018). NP'lerin (CuO) uygulanması, klorofili bozulmadan koruyan ve klorofil konsantrasyonunu artıran karotenoid içeriklerini önemli ölçüde iyileştirir, böylece kuraklık stresi altında fotosentetik verimliliği artırır (Van Nguyen ve ark., 2022). Sonuç olarak, NP'lerin uygulanması, besin alımını artırarak ve PS-II'nin klorofil sentezini ve verimliliğini geliştirerek fotosentezi iyileştiren etkili bir tekniktir.

Nanopartiküller osmolit birikimini iyileştirir ve kuraklığa tolerans sağlamak için hormonal çapraz iletişimi sürdürür

NP'ler, antioksidan mekanizmayı güçlendirerek oksidatif stresi azaltan osmolitlerin ve hormonların birikimini modüle eder (Silva ve ark., 2022). Prolin birikimi bitki-su durumunu iyileştirir, proteinleri, DNA'yı, enzimleri ve hücrel membranları stabilize eder ve ROS'u temizleyerek bitkileri kuraklığın neden olduğu oksidatif hasardan korur (Farooq ve ark., 2017). NP'lerin (TiO₂) uygulanması, prolin sentezinde rol oynayan d1-pirolin-5-karboksilat sentetazı kodlayan P5CS1 genini indükler (Mohammadi ve ark., 2016) NP'ler, kurak koşullar altında hücrel membranları, proteinleri ve enzimleri koruyan prolin ve şekerlerin sentezini yukarı doğru düzenler, böylece kurak koşullar altında bitki performansını artırır (Gohari ve ark., 2020; Zhang ve ark., 2020). Benzer şekilde, NP'ler (TiO₂) de prolin, çözünür şekerler, toplam proteinler, glisin betain ve fenolik bileşiklerin birikimini önemli ölçüde iyileştirmiş ve kurak koşullar altında bitki büyümesini iyileştirmiştir (Kardavan Ghabel ve Karamian, 2020; Mustafa ve ark., 2021).

NP'lerin uygulanması, indol asetik asit (IAA) ve gibberellinlerin (GA) sentezini artırır ve bu da kurak koşullar altında bitki gelişimini iyileştirir (Churilova ve ark., 2017; Li ve ark., 2021). Fe-NP'lerin uygulanması, bitkilerde önemli bir büyüme hormonu olan salisilik asit (SA) ile birlikte çileğin (*Fragaria × ananassa* Duch.) büyüme ve verimini büyük ölçüde artırmıştır (Havas ve Ghaderi, 2018). Sun ve arkadaşları (2020), NP'lerin melatonin sentezini artırarak kuraklığa toleransı artırdığını ve bunun da NP'lerin endojen hormonları artırarak bitkilerde kuraklık ile mücadeledeki rolünü gösterdiğini belirtmiştir. Mustafa ve arkadaşları (2021), 40 ppm TiO₂-NPs uygulamasının IAA ve GA seviyelerini sırasıyla %49,07 ve %27,43

oranında artırdığını ve ABA seviyelerini %31,32 oranında azalttığını kaydetmiştir (Mustafa ve ark., 2021). Sonuç olarak, NP aracılı hormonal dengein korunması bitkilerde kuraklık toleransını artırabilir.

Nanopartiküller, kuraklık stresi altında fenolik bileşiklerin birikimini iyileştirir

Kuraklık, fenolik bileşiklerin birikimini önemli ölçüde azaltır; ancak NP'ler, bitkilerdeki birikimlerini iyileştirmek için mükemmel bir potansiyele sahiptir. ZnO-NP'lerin (25 ve 50 mg/L) dışarıdan tedariki, kurak koşullar altında fenolik bileşiklerin konsantrasyonunu önemli ölçüde artırmış (El-Zohri ve ark., 2021), bu da antioksidan aktiviteleri artırmış ve böylece MDA ve H₂O₂ birikimini azaltmıştır (El-Zohri ve ark., 2021). Javed ve arkadaşları (2017) ZnONP'lerin *Steviarebaudiana*'nın fenolik içeriği üzerindeki etkisini araştırmış ve ZnO-NP'lerin (100 ve 1000 mg/L) fenolik konsantrasyonunu önemli ölçüde azalttığını kaydetmiştir. Ayrıca, toplam fenolik bileşiklerin ve enzimatik olmayan aktivitelerin (DPPH, ABTS ve FRAP) NP ile muamele edilen bitkilerde önemli ölçüde arttığı ve lipid peroksidasyonunu azaltarak oksidatif hasarı azalttığı bildirilmiştir (Sun ve ark., 2021; Ghani ve ark., 2022).

Antosiyaninler mükemmel antioksidan özelliklere sahip bir grup fenolik bileşiktir (Hoekstra ve ark., 2001). Benzer şekilde, polifenol bileşikleri de muazzam bir antioksidan potansiyele sahiptir (Posmyk ve ark., 2009). Si- ve Se-NP'lerin uygulanması antosiyanin, fenolik ve antioksidan aktivitede belirgin artış sağlamıştır (Zahedi ve ark., 2019; Zahedi ve ark., 2020a; Zahedi ve ark., 2021). Benzer şekilde, NP'lerin (TiO₂) uygulanması da şiringik, sinapik ve ferulik asitlerin senteziyle bağlantılı enzimlerin üretiminde yer alan gen ifadesini artırır (Shoarian ve ark., 2020).

Nanopartiküller kuraklık stresi altında antioksidan savunma sistemini güçlendirir

Su eksikliği MDA, H₂O₂ ve ROS birikimini artırarak oksidatif strese neden olur (Sutulienė ve ark., 2021). NP'ler, kuraklığın zararlı etkilerini azaltmak için antioksidan aktiviteyi geliştirmek adına mükemmel bir potansiyele sahiptir. NP'lerin (ZnO, Se ve Si) uygulanması APX, CAT ve SOD aktivitesini önemli ölçüde iyileştirerek kuraklığa bağlı oksidatif hasarı

azaltmıştır (Hernandez-Viezcas ve ark., 2011; Khan ve ark., 2017; Venkatachalam ve ark., 2017; Zahedi ve ark., 2020b; Ali ve ark., 2021a; Sutulienė ve ark., 2021). Aynı bağlamda, NP'ler kuraklık stresi altında Cu/ZnSOD, APX ve CAT'in göreceli bolluğunu da artırarak ROS'u belirgin şekilde temizler (Sun ve ark., 2020). NP'lerin (ZnO) uygulanması, antioksidan enzimlerle (APX, CAT ve SOD) koordineli olarak çalışan enzimatik olmayan antioksidan aktiviteleri (fenolik bileşikler, AsA) de geliştirir (El-Zohri ve ark., 2021). NP'ler (SiO₂), kuraklık stresi altında yetiştirilen bitkilerde TPC, DPPH ve FRAPS aktivitesini artırarak enzimatik olmayan aktiviteleri önemli ölçüde artırmıştır (Miller ve Rice-Evans, 1997; Sutulienė ve ark., 2021). NP'ler antioksidan genlerin, osmolitlerin, besinlerin ve amino asitlerin birikimini tetikleyerek antioksidan aktiviteleri artırır ve böylece bitkileri oksidatif stresten korur (Mittal ve ark., 2020). NP'lerin (TiO₂) kullanımı nitrat redüktaz aktivitesini ve ozmolit birikimini de artırır. NR aktivitesindeki NP aracılı artışlar, NO oluşumunun indüklenmesine yol açar, bu da prolin ve glisin betain (GB) sentezini uyarır ve bitkileri oksidatif hasardan korur (Khan ve ark., 2020). NP'ler ayrıca antioksidan aktiviteleri artıran ve sonuç olarak kuraklık toleransını geliştiren glikoz, fruktoz, trehaloz ve sukroz birikimini önemli ölçüde artırır (Heikal ve ark., 2022).

Nanopartiküller kuraklık stresi altında büyümeyi, verimi ve kaliteyi artırır

Kuraklık stresinin birincil tepkisi, CO₂ difüzyonunu etkileyen, fotosentezi azaltan ve bitki büyümesini azaltan stomaların kapanmasıdır (Abdelkhalik ve ark., 2019). NP'lerin uygulanması hormonal sinyalleri, kök aktivitesini, su alımını ve antioksidan aktiviteleri tetikleyerek bitki büyümesini iyileştirir (Ahmad ve ark., 2017). NP'lerin yapraktan püskürtülmesi fotosentetik verimliliği, ikincil metabolitlerin ve klorofilin sentezini ve antioksidan (APX ve SOD) aktivitesini geliştirir, böylece kuraklık stresi altında bitki büyümesini iyileştirir (Djanaguiraman ve ark., 2018; Zahedi ve ark., 2019; Semida ve ark., 2021; Van Nguyen ve ark., 2022). Toprak ve yapraktan uygulanan CS-NP'ler (60 ve 90 ppm), kuraklık stresinin olumsuz etkilerini tersine çevirmiş ve kontrole kıyasla verim ve verim bileşenlerini iyileştirmiştir (Behboudi ve ark., 2018). CS-NP'ler pozitif iyonik yüke sahiptir ve bitkilerde yavaş besin salınımı sağlar, bu da kuraklık stresi

altında tane ağırlığını, bitki boyunu ve hasat indeksini iyileştirir (Abdel-Aziz ve ark., 2016).

NP'ler ayrıca su ve besin alımını iyileştirir ve kuraklık stresi altında bitki büyümesini artırabilecek antioksidan aktiviteleri artırarak zararlı serbest radikallerin üretimini azaltır (Behboudi ve ark., 2018). NP'lerin uygulanması, kuraklık stresi altında yetiştirilen ürünlerin kalitesini de önemli ölçüde artırmıştır. Benzer şekilde, NPuygulanmasının kontrole kıyasla maksimum tane protein içeriği konsantrasyonuna yol açtığı kaydedilmiştir (Behboudi ve ark., 2018). NP'lerin uygulanması N alımını artırarak kuraklık stresi altındaki bitkilerde protein sentezini iyileştirir (Hatami ve Ghorbanpour, 2014; Behboudi ve ark., 2018). Kuraklık stresi stresi protein ve nişasta içeriğini azaltır ve Zn-NPs uygulamasının kuraklık stresi altında nişasta ve protein içeriğini iyileştirdiği bildirilmiştir (Waqas Mazhar ve ark., 2022). Başka bir çalışmada, Zn-NP'lerin uygulanması amilaz aktivitesini artırarak besin alımını ve mobilizasyonunu artırmıştır (Do Espirito Santo Pereira ve ark., 2021). Troutwar ve arkadaşları (2020), tohum hazırlama yoluyla uygulanan ZnO-NP'lerin kuraklık stresi altında yetiştirilen pirinç biyo-fortifikasyonunu önemli ölçüde geliştirdiğini belirtmiştir (Troutwar ve ark., 2020). Yasmeen ve arkadaşları (2017) tarafından yürütülen deneyler, Fe- ve Cu-NP'lerin kuraklık stresi altında yetiştirilen buğday bitkilerinin başak uzunluğunu, tane/başak ve tane ağırlığını önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir. Benzer şekilde, pirinç bitkilerinde de ZnO-NP'ler besin alımı ve ediniminde rol oynayan enzimlerin sentezini artırarak besin alımını artırmıştır (Khanra ve ark., 2018). Büyüme, verim ve kalite, kuraklık stresinden kötü etkilenen herhangi bir mahsulün en önemli parametreleridir. NP aracılı verim ve kalite artışı, gelişmiş antioksidan aktivite, fotosentetik verimlilik ve besin ve su alımı ile bağlantılıdır.

Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Kuraklık stresi bitkinin biyokimyasal, moleküler ve fizyolojik süreçlerini bozarak bitki büyüme ve gelişimini önemli ölçüde azaltır. Bununla birlikte, NP'lerin kullanımı bitki performansını önemli ölçüde artırır ve bitkilere kuraklık stresine karşı direnç sağlar. NP'lerin kullanımı membranların stabilitesini, besin ve su alımını artırır ve bitkiyi kuraklık stresinin neden olduğu hasardan korur, böylece kuraklık stresi altında bitki büyümesini iyileştirir. NP'lerin uygulanması ayrıca stres koruyucu hormonların,

ozmolitlerin ve fenoliklerin birikimini de artırır. Ayrıca, NP'ler strese duyarlı ve antioksidan genlerin ekspresyonunu da artırarak kuraklık stresine karşı önemli ölçüde iyileştirilmiş mekanizmalara yol açar. Son yıllarda, NP'lerin kuraklık stresi toleransını indüklemek için çeşitli mekanizmalara aracılık etmedeki rolü araştırılmıştır. NP'lerin ozmolit ve hormon birikimindeki rolü konusunda çalışmalar mevcuttur ancak, NP'lerin kuraklık stresi altındaki bitkilerde hormon ve ozmolit birikimindeki rolünü araştırmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu görülmüştür. NP'lerin bitkilerin ABA'ya bağımlı ve kuraklık stresine bağımsız tepkileri üzerindeki etkisi de ayrıntılı olarak incelenmelidir. NP'lerin salisilik asit, gibberellik asit, sitokinin, etilen, prolin ve glisin-betain üzerindeki etkisi transkriptomik düzeyde araştırılmalıdır. Ayrıca, NP'lerin gen ifadesi ve bu ozmolitlerin sentezi ile bağlantılı enzimler üzerindeki rolü de araştırılmalıdır. NP'lerin farklı hormonlar ve osmolitlerin karşılıklı etkileşimindeki rolünü belirlemek de ilginç olacaktır: bu araştırma boşluğu doldurulmalıdır. Ek olarak, osmolit biyosentetik yollarının hormon aracılı uyarımında yer alan NP aracılı gen ifadesinin tanımlanması ve karakterizasyonu yeni araştırma yönleri açacaktır.

KAYNAKÇA

- Abdel-Aziz, H. M., Hasaneen, M. N., and Omer, A. M. (2016). Nano chitosanNPK fertilizer enhances the growth and productivity of wheat plants grown in sandy soil. *Span. J. Agricul. Res.* 14, e0902–e0902. doi: 10.5424/sjar/2016141-8205
- Abdelkhalik, A., Pascual-Seva, N., Nájera, I., Domene, M. Á ., Baixauli, C., and Pascual, B. (2019). Effect of deficit irrigation on the productive response of dripirrigated onion (*Allium cepa* l.) in mediterranean conditions. *Hortic. J.* 88, 488–498. doi: 10.2503/hortj.UTD-081.
- Abid, N., Khan, A. M., Shujait, S., Chaudhary, K., Ikram, M., Imran, M., et al. (2021). Synthesis of nanomaterials using various top-down and bottom-up approaches, influencing factors, advantages, and disadvantages: A review. *Adv. Colloid. Interface Sci.* 300, 102597. doi: 10.1016/j.cis.2021.102597
- Adrees, M., Khan, Z. S., Ali, S., Hafeez, M., Khalid, S., Ur Rehman, M. Z., et al. (2020). Simultaneous mitigation of cadmium and drought stress in wheat by soil application of iron nanoparticles. *Chemosphere* 238, 124681. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.124681
- Ahmad, J., Bashir, H., Bagheri, R., Baig, A., Al-Huqail, A., Ibrahim, M. M., et al. (2017). Drought and salinity induced changes in ecophysiology and proteomic profile of parthenium hysterophorus. *PloS One* 12, e0185118. doi: 10.1371/journal.pone.0185118
- Ahmed, T., Noman, M., Manzoor, N., Shahid, M., Abdullah, M., Ali, L., et al. (2021). Nanoparticle-based amelioration of drought stress and cadmium toxicity in rice via triggering the stress responsive genetic mechanisms and nutrient acquisition. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 209, 111829. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.111829
- Akhtar, N., Ilyas, N., Meraj, T. A., Pour-Aboughadareh, A., Sayyed, R., Mashwani, Z. U. R., et al. (2022). Improvement of plant responses by nanobiofertilizer: A step towards sustainable agriculture. *Nanomaterials* 12, 965. doi: 10.3390/nano12060965
- Alabdallah, N. M., and Hasan, M. M. (2021). Plant-based green synthesis of silver nanoparticles and its effective role in abiotic stress tolerance in

- crop plants. Saudi. J. Biol. Sci. 28, 5631–5639. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.05.081
- Alabdallah, N. M., Hasan, M. M., Hammami, I., Alghamdi, A. I., Alshehri, D., and Alatawi, H. A. (2021). Green synthesized metal oxide nanoparticles mediate growth regulation and physiology of crop plants under drought stress. *Plants* 10, 1730. doi: 10.3390/plants10081730
- Ali, E., El-Shehawi, A., Ibrahim, O., Abdul-Hafeez, E., Moussa, M., and Hassan, F. (2021a). A vital role of chitosan nanoparticles in improvisation the drought stress tolerance in *Catharanthus roseus* (L.) through biochemical and gene expression modulation. *Plant Physiol. Biochem.* 161, 166–175. doi: 10.1016/j.plaphy.2021.02.008
- Ali, S., Mehmood, A., and Khan, N. (2021b). Uptake, translocation, and consequences of nanomaterials on plant growth and stress adaptation. *J. Nanomat.* 2021, 6677616. doi: 10.1155/2021/6677616
- Arslan, E., Agar, G., and Aydin, M. (2021). Humic acid as a biostimulant in improving drought tolerance in wheat: The expression patterns of droughtRasheed et al. 10.3389/fpls.2022.976179 *Frontiers in Plant Science* 11 frontiersin.org related genes. *Plant Mol. Bio. Rep.* 39, 508–519. doi: 10.1007/s11105-020-01266-3
- Asha, A. B., and Narain, R. (2020). “Nanomaterials properties,” in *Polymer science and nanotechnology* (Elsevier), 343–359. doi: 10.1016/B978-0-12-816806-6.00015-7
- Bahri, S. S., Harun, Z., Hubadillah, S. K., Salleh, W. N. W., Rosman, N., Kamaruddin, N. H., et al. (2021). “Review on recent advance biosynthesis of TiO₂ nanoparticles from plant-mediated materials: characterization, mechanism and application,” in *IOP conf. ser. mater. sci. eng.*, vol. 1142. (IOP Publishing), 012005.
- Behboudi, F., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kassaei, M. Z., Modares Sanavi, S., and Sorooshzadeh, A. (2018). Improving growth and yield of wheat under drought stress via application of SiO₂ nanoparticles. *J. Agricul. Sci. Tech.* 20, 1479–1492.
- Bogutska, K., Sklyarov, Y. P., and Prylutsky, Y. I. (2013). Zinc and zinc nanoparticles: biological role and application in biomedicine. *Ukra. Bioorg. Acta* 1, 9–16.

- Chapman, A., Davies, W., Downey, C., and Dookie, D. (2021) ADB climate risk country profile: Micronesia. ©Asian development bank. Available at: <http://hdl.handle.net/11540/13791>.
- Chun, H. C., Sanghun, L., Choi, Y. D., Gong, D. H., and Jung, K. Y. (2021). Effects of drought stress on root morphology and spatial distribution of soybean and adzuki bean. *J. Integrat. Agricul.* 20, 2639–2651. doi: 10.1016/S2095-3119(20) 63560-2
- Churilova, V. V., Nazarova, A. A., and Polishchuk, S. D. (2017). Influence of biodrugs with nanoparticles of ferrum, cobalt and cuprum on growth, development, yield and phytohormone status of fodder and red beets. *Nano. Hyb. Comp. Trans. Tech. Publ.* 13, 149–155. doi: 10.4028/www.scientific.net/ NHC.13.149
- Das, A., and Das, B. (2019). “Nanotechnology a potential tool to mitigate abiotic stress in crop plants,” in *Abiotic and biotic stress in plants (IntechOpen)*. doi: 10.5772/intechopen.83562
- Deka, D. C., Kalita, A., Bardaloi, S., and Kalita, M. P. (2019). Influence of capping agent on structural, optical and photocatalytic properties of ZnS nanocrystals. *J. Lumin.* 210, 269–275. doi: 10.1016/j.jlumin.2019.02.033
- Djanaguiraman, M., Nair, R., Giraldo, J. P., and Prasad, P. V. V. (2018). Cerium oxide nanoparticles decrease drought-induced oxidative damage in sorghum leading to higher photosynthesis and grain yield. *ACS Omega.* 3, 14406–14416. doi: 10.1021/acsomega.8b01894
- Do Espirito Santo Pereira, A., Caixeta Oliveira, H., Fernandes Fraceto, L., and Santaella, C. (2021). Nanotechnology potential in seed priming for sustainable agriculture. *Nanomaterials* 11, 267. doi: 10.3390/nano11020267
- Durán, N., and Seabra, A. B. (2012). Metallic oxide nanoparticles: state of the art in biogenic syntheses and their mechanisms. *App. Microb. Biotech.* 95, 275–288. doi: 10.1007/s00253-012-4118-9
- Dutta, R. K., Nenavathu, B. P., Gangishetty, M. K., and Reddy, A. (2012). Studies on antibacterial activity of ZnO nanoparticles by ROS induced lipid peroxidation. *Coll. Surf. B.: Bioint.* 94, 143–150. doi: 10.1016/j.colsurfb.2012.01.046

- El-Mageed, A., Taia, A., Shaaban, A., El-Mageed, A., Shima, A., Semida, W. M., et al. (2021). Silicon defensive role in maize (*Zea mays* L.) against drought stress and metals-contaminated irrigation water. *Silicon* 13 (7), 2165–2176. doi: 10.1007/s12633-020-00690-0
- El-Zohri, M., Al-Wadaani, N. A., and Bafeel, S. O. (2021). Foliar sprayed green zinc oxide nanoparticles mitigate drought-induced oxidative stress in tomato. *Plants* 10, 2400. doi: 10.3390/plants10112400
- Emiliani, J., D'andrea, L., Lorena Falcone Ferreyra, M., Mauli3n, E., Rodriguez, E., Rodriguez-Concepci3n, M., et al. (2018). A role for b, b-xanthophylls in Arabidopsis UV-b photoprotection. *J. Exp. Bot.* 69, 4921–4933. doi: 10.1093/jxb/ery242
- Faraji, J., and Sepehri, A. (2020). Exogenous nitric oxide improves the protective effects of TiO₂ nanoparticles on growth, antioxidant system, and photosynthetic performance of wheat seedlings under drought stress. *J. Soil Sci. Plant Nutrit.* 20, 703–714. doi: 10.1007/s42729-019-00158-0
- Farooq, M., Nawaz, A., Chaudhry, M., Indrasti, R., and Rehman, A. (2017). Improving resistance against terminal drought in bread wheat by exogenous application of proline and gamma-aminobutyric acid. *J. Agron. Crop Sci.* 203, 464–472. doi: 10.1111/jac.12222
- Feng, P., and Weicheng, C. (2016). Properties, application and synthesis methods of nano-molybdenum powder. *J. Mater. Sci. Chem. Eng.* 4, no. 09, 36. doi: 10.4236/msce.2016.49004
- Genc, Y., Taylor, J., Lyons, G., Li, Y., Cheong, J., Appelbee, M., et al. (2019). Bread wheat with high salinity and sodicity tolerance. *Front. Plant Sci.* 10, 1280. doi: 10.3389/fpls.2019.01280
- Ge, Y., Priester, J. H., Van De Werfhorst, L. C., Walker, S. L., Nisbet, R. M., An, Y.-J., et al. (2014). Soybean plants modify metal oxide nanoparticle effects on soil bacterial communities. *Environ. Sci. Tec.* 48, 13489–13496. doi: 10.1021/es5031646
- Ghani, M. I., Saleem, S., Rather, S. A., Rehmani, M. S., Alamri, S., Rajput, V. D., et al. (2022). Foliar application of zinc oxide nanoparticles: An effective strategy to mitigate drought stress in cucumber seedling by modulating antioxidant defense system and osmolytes accumulation. *Chemosphere* 289, 133202. doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.133202

- Gohari, G., Mohammadi, A., Akbari, A., Panahirad, S., Dadpour, M. R., Fotopoulos, V., et al. (2020). Titanium dioxide nanoparticles (TiO₂ NPs) promote growth and ameliorate salinity stress effects on essential oil profile and biochemical attributes of *Dracocephalum moldavica*. *Sci. Rep.* 10, 1–14. doi: 10.1038/s41598-020-57794-1
- Hafeez, A., Razzaq, A., Mahmood, T., and Jhanzab, H. M. (2015). Potential of copper nanoparticles to increase growth and yield of wheat. *J. Nanosci. Adv. Technol.* 1, 6–11. doi: 10.24218/jnat.2015.02
- Hasan, M. M., Gong, L., Nie, Z.-F., Li, F.-P., Ahammed, G. J., and Fang, X.-W. (2021a). ABA-induced stomatal movements in vascular plants during dehydration and rehydration. *Environ. Exp. Bot.* 186, 104436. doi: 10.1016/j.envexpbot.2021.104436
- Hasan, M. M., Skalicky, M., Jahan, M. S., Hossain, M. N., Anwar, Z., Nie, Z.-F., et al. (2021b). Spermine: its emerging role in regulating drought stress responses in plants. *Cells* 10, 261. doi: 10.3390/cells10020261
- Hashem, A. H., Abdelaziz, A. M., Askar, A. A., Fouda, H. M., Khalil, A. M., AbdElsalam, K. A., et al. (2021). *Bacillus megaterium*-mediated synthesis of selenium nanoparticles and their antifungal activity against *Rhizoctonia solani* in faba bean plants. *J. Fungi* 7, 195. doi: 10.3390/jof7030195
- Hatami, M., and Ghorbanpour, M. (2014). Defense enzyme activities and biochemical variations of *Pelargonium zonale* in response to nanosilver application and dark storage. *Turk. J. Biol.* 38, 130–139. doi: 10.3906/biy-1304-64
- Havas, F., and Ghaderi, N. (2018). Application of iron nanoparticles and salicylic acid in *in vitro* culture of strawberries (*Fragaria × ananassa* Duch.) to cope with drought stress. *Plant Cell. Tiss. Organ Cul. (PCTOC)*. 132, 511–523. doi: 10.1007/s11240-017-1347-8
- Heikal, Y. M., El-Esawi, M. A., El-Ballat, E. M., and Abdel-Aziz, H. M. (2022). Applications of nanoparticles for mitigating salinity and drought stress in plants: an overview on the physiological, biochemical, and molecular genetic aspects. *New Z. J. Crop Hortic. Sci.*, 1–31. doi: 10.1080/01140671.2021.2016870
- Hernandez-Viezcas, J., Castillo-Michel, H., Servin, A., Peralta-Videa, J., and Gardea-Torresdey, J. (2011). Spectroscopic verification of zinc

- absorption and distribution in the desert plant *Prosopis juliflora*-velutina (velvet mesquite) treated with ZnO nanoparticles. *Chem. Engin.* 170, 346–352. doi: 10.1016/j.cej.2010.12.021
- Hoekstra, F. A., Golovina, E. A., and Buitink, J. (2001). Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends Plant Sci.* 6, 431–438. doi: 10.1016/S1360-1385(01)02052-0
- Itrotwar, P. D., Govindaraju, K., Tamilselvan, S., Kannan, M., Raja, K., and Subramanian, K. S. (2020). Seaweed-based biogenic ZnO nanoparticles for improving agro-morphological characteristics of rice (*Oryza sativa* L.). *J. Plant Grow. Reg.* 39, 717–728. doi: 10.1007/s00344-019-10012-3
- Javed, R., Usman, M., Yücesan, B., Zia, M., and Gürel, E. (2017). Effect of zinc oxide (ZnO) nanoparticles on physiology and steviol glycosides production in micropropagated shoots of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Plant Physiol. Biochem.* 110, 94–99. doi: 10.1016/j.plaphy.2016.05.032
- Javed, R., Zia, M., and Naz, S. (2020). Role of capping agents in the application of nanoparticles in biomedicine and environmental remediation: recent trends and future prospects. *J. Nanobiotech* 18, 172. doi: 10.1186/s12951-020-00704-4
- Kardavan Ghabel, V., and Karamian, R. (2020). The effects of titanium dioxide nanoparticles and spermine on physiological responses of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) to cold stress. *J. Plant Physiol. Breed.* 10, 93–110.
- Khan, M. N., Alsolami, M. A., Basahi, R. A., Siddiqui, M. H., Al-Huqail, A. A., Abbas, Z. K., et al. (2020). Nitric oxide is involved in nano-titanium dioxide-induced activation of antioxidant defense system and accumulation of osmolytes under water-deficit stress in *Vicia faba* L. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 190, 110152. doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.110152
- Khan, M. N., Mobin, M., Abbas, Z. K., Almutairi, K. A., and Siddiqui, Z. H. (2017). Role of nanomaterials in plants under challenging environments. *Plant Physiol. Biochem.* 110, 194–209. doi: 10.1016/j.plaphy.2016.05.038
- Khanra, S., Abdullah-Al Mamun, M., Ferreira, F. F., Ghosh, K., and Guha, S. (2018). Functionalized self-assembled peptide nanotubes with cobalt

- ferrite nanoparticles for applications in organic electronics. ACS App. Nano. Mat. 1, 1175–1187. doi: 10.1021/acsanm.7b00344
- Khan, I., Saeed, K., and Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. Arab. J. Chem. 12, 908–931. doi: 10.1016/j.arabjc.2017.05.011
- Kumari, M., Khan, S. S., Pakrashi, S., Mukherjee, A., and Chandrasekaran, N. (2011). Cytogenetic and genotoxic effects of zinc oxide nanoparticles on root cells of allium cepa. J. Haz. Mat. 190, 613–621. doi: 10.1016/j.jhazmat.2011.03.095
- Li, M., Zhang, P., Adeel, M., Guo, Z., Chetwynd, A. J., Ma, C., et al. (2021). Physiological impacts of zero valent iron, Fe₃O₄ and Fe₂O₃ nanoparticles in rice plants and their potential as Fe fertilizers. Environ. pollut. 269, 116134. doi: 10.1016/j.envpol.2020.116134
- Mahdy, A. M., Sherif, F. K., Elkhatib, E. A., Fathi, N. O., and Ahmed, M. H. (2020). Seed priming in nanoparticles of water treatment residual can increase the germination and growth of cucumber seedling under salinity stress. J. Plant Nutrit. 43, 1862–1874. doi: 10.1080/01904167.2020.1750647
- Maity, A., Natarajan, N., Vijay, D., Srinivasan, R., Pastor, M., and Malaviya, D. R. (2018). Influence of metal nanoparticles (NPs) on germination and yield of oat (*Avena sativa*) and berseem (*Trifolium alexandrinum*). Pro. Nat. Acad. Sci. India. Sect. B.: Biol. Sci. 88, 595–607. doi: 10.1007/s40011-016-0796-x
- Miller, N. J., and Rice-Evans, C. A. (1997). Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS•+ radical cation assay. Free Rad. Res. 26, 195–199. doi: 10.3109/10715769709097799
- Mittal, D., Kaur, G., Singh, P., Yadav, K., and Ali, S. A. (2020). Nanoparticle-based sustainable agriculture and food science: Recent advances and future outlook. Front. Nanotech. 2, 10. doi: 10.3389/fnano.2020.579954
- Mohammadi, H., Esmailpour, M., and Gheranpaye, A. (2016). Effects of TiO₂ nanoparticles and water-deficit stress on morpho-physiological characteristics of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) plants. Acta Agricul. Slo. 107, 385–396. doi: 10.14720/aas.2016.107.2.11

- Morales, F., Ancin, M., Fakhret, D., Gonzá''lez-Torralba, J., Gámez, A. L., Seminario, A., et al. (2020). Photosynthetic metabolism under stressful growth conditions as a bases for crop breeding and yield improvement. *Plants* 9, 88. doi: 10.3390/plants9010088
- Mustafa, H., Ilyas, N., Akhtar, N., Raja, N. I., Zainab, T., Shah, T., et al. (2021). Biosynthesis and characterization of titanium dioxide nanoparticles and its effects along with calcium phosphate on physicochemical attributes of wheat under drought stress. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 223, 112519. doi: 10.1016/j.ecoenv.2021.112519
- Paramo, L. A., Feregrino-Pé rez, A. A., Guevara, R., Mendoza, S., and Esquivel, K. (2020). Nanoparticles in agroindustry: applications, toxicity, challenges, and trends. *Nanomaterials* 10, 1654. doi: 10.3390/nano10091654
- Posmyk, M., Kontek, R., and Janas, K. (2009). Antioxidant enzymes activity and phenolic compounds content in red cabbage seedlings exposed to copper stress. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 72, 596–602. doi: 10.1016/j.ecoenv.2008.04.024
- Rahmatpour, S., Mosaddeghi, M. R., Shirvani, M., and Š imůnek, J. (2018). Transport of silver nanoparticles in intact columns of calcareous soils: The role of flow conditions and soil texture. *Geoderma* 322, 89–100. doi: 10.1016/j.geoderma.2018.02.016
- Rao, D. E., and Chaitanya, K. V. (2019). Morphological and physiological responses of seven different soybean (*Glycine max* l. merr.) cultivars to drought stress. *J. Crop Sci. Biotech.* 22, 355–362. doi: 10.1007/s12892-019-0088-0
- Rasheed, A., Jie, Y., Nawaz, M., Hongdong, J., Yushen, M., Hassan, M. U., et al. (2022a). Improving drought stress tolerance in ramie (*Boehmeria nivea* l) by using molecular techniques. *Front. Plant Sci.* 13, 911610. doi: 10.3389/fpls.2022.911610
- Rasheed A, Li H, Tahir MM, Mahmood A, Nawaz M, Shah AN, Aslam MT, Negm S, Moustafa M, Hassan MU and Wu Z (2022b). The role of nanoparticles in plant biochemical, physiological, and molecular responses under drought stress: A review. *Front. Plant Sci.* 13:976179. doi: 10.3389/fpls.2022.976179

- Rodrigues, S. M., Demokritou, P., Dokoozlian, N., Hendren, C. O., Karn, B., Mauter, M. S., et al. (2017). Nanotechnology for sustainable food production: promising opportunities and scientific challenges. *Environ. Sci.: Nano*, 4, 767–781. doi: 10.1039/C6EN00573J
- Rubilar, O., Rai, M., Tortella, G., Diez, M. C., Seabra, A. B., and Durán, N. (2013). Biogenic nanoparticles: copper, copper oxides, copper sulphides, complex copper nanostructures and their applications. *Biotech. Lett.* 35, 1365–1375. doi: 10.1007/s10529-013-1239-x
- Seabra, A. B., and Durán, N. (2015). Nanotoxicology of metal oxide nanoparticles. *Metals* 5, 934–975. doi: 10.3390/met5020934
- Seabra, A. B., PasquôTo, T., Ferrarini, A. C. F., Santos, M. D. C., Haddad, P. S., and De Lima, R. (2014). Preparation, characterization, cytotoxicity, and genotoxicity evaluations of thiolated-and s-nitrosated superparamagnetic iron oxide nanoparticles: implications for cancer treatment. *Chem. Res. Toxicol.* 27, 1207–1218. doi: 10.1021/tx500113u
- Selvakumari, D., Deepa, R., Mahalakshmi, V., Subhashini, P., and Lakshminarayan, N. (2015). Anti cancer activity of ZnO nanoparticles on MCF7 (breast cancer cell) and A549 (lung cancer cell). *ARP. J. Eng. Appl. Sci.* 10, 5418– 5421.
- Semida, W. M., Abdelkhalik, A., Mohamed, G. F., Abd El-Mageed, T. A., Abd ElMageed, S. A., Rady, M. M., et al. (2021). Foliar application of zinc oxide nanoparticles promotes drought stress tolerance in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Plants* 10, 421. doi: 10.3390/plants10020421
- Shah, Z. H., Rehman, H. M., Akhtar, T., Daur, I., Nawaz, M. A., Ahmad, M. Q., et al. (2017). Redox and ionic homeostasis regulations against oxidative, salinity and drought stress in wheat (a systems biology approach). *Front. Genet.* 8, 141. doi: 10.3389/fgene.2017.00141
- Shah, S. M. D. M., Shabbir, G., Malik, S. I., Raja, N. I., Shah, Z. H., Rauf, M., et al. (2022). Delineation of physiological, agronomic and genetic responses of different wheat genotypes under drought condition. *Agronomy* 12, 1056. doi: 10.3390/agronomy12051056
- Sharif, F., Westerhoff, P., and Herckes, P. (2013). Sorption of trace organics and engineered nanomaterials onto wetland plant material. *Environ. Sci.: Proc. Impacts.* 15, 267–274. doi: 10.1039/C2EM30613A

- Shoarian, N., Jamei, R., Pasban Eslam, B., and Salehi Lisar, S. Y. (2020). Titanium dioxide nanoparticles increase resistance of *L. iberica* to drought stress due to increased accumulation of protective antioxidants. *Iran. J. Plant Physiol.* 10, 3343–3354.
- Sierla, M., Waszczak, C., Vahisalu, T., and Kangasjärvi, J. (2016). Reactive oxygen species in the regulation of stomatal movements. *Plant Physiol.* 171, 1569–1580. doi: 10.1104/pp.16.00328
- Silva, S., Dias, M. C., and Silva, A. (2022). Titanium and zinc based nanomaterials in agriculture: A promising approach to deal with (A) biotic stresses? *Toxics* 10, 172. doi: 10.3390/toxics10040172
- Singh, P., Kim, Y.-J., Zhang, D., and Yang, D.-C. (2016). Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms. *Trends Biotech.* 34, 588–599. doi: 10.1016/j.tibtech.2016.02.006
- Sreevani, K., and Anierudhe, V. V. (2022). Synthesis and characterization of molybdenum oxide nanoparticles by green method useful in antifungal applications against *Colletotrichum gloeosporioides*. *J. Biomat. Tissue Engin.* 12 (6), 1071–1079. doi: 10.1166/jbt.2022.3021
- Sun, L., Song, F., Guo, J., Zhu, X., Liu, S., Liu, F., et al. (2020). Nano-ZnO induced drought tolerance is associated with melatonin synthesis and metabolism in maize. *Int. J. Mol. Sci.* 21, 782. doi: 10.3390/ijms21030782
- Sun, L., Song, F., Zhu, X., Liu, S., Liu, F., Wang, Y., et al. (2021). Nano-ZnO alleviates drought stress via modulating the plant water use and carbohydrate metabolism in maize. *Arch. Agro. Soil Sc.* 67, 245–259. doi: 10.1080/03650340.2020.1723003
- Sutulienė, R., Ragelienė, L., Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Urbutis, M., and Miliauskienė, J. (2021). The response of antioxidant system of drought-stressed green pea (*Pisum sativum* L.) affected by watering and foliar spray with silica nanoparticles. *Horticulturae* 8, 35. doi: 10.3390/horticulturae8010035
- Suzuki, N., Miller, G., Salazar, C., Mondal, H. A., Shulaev, E., Cortes, D. F., et al. (2013). Temporal-spatial interaction between reactive oxygen species and abscisic acid regulates rapid systemic acclimation in plants. *Plant Cell* 25, 3553–3569. doi: 10.1105/tpc.113.114595

- Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, S., Pandey, R., Singh, V. P., Sharma, N. C., et al. (2017a). An overview on manufactured nanoparticles in plants: uptake, translocation, accumulation and phytotoxicity. *Plant Physiol. Biochem.* 110, 2–12. doi: 10.1016/j.plaphy.2016.07.030
- Tripathi, D. K., Singh, S., Singh, V. P., Prasad, S. M., Dubey, N. K., and Chauhan, D. K. (2017b). Silicon nanoparticles more effectively alleviated UV-b stress than silicon in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings. *Plant Physiol. Biochem.* 110, 70–81. doi: 10.1016/j.plaphy.2016.06.026
- Van Nguyen, D., Nguyen, H. M., Le, N. T., Nguyen, K. H., Nguyen, H. T., Le, H. M., et al. (2022). Copper nanoparticle application enhances plant growth and grain yield in maize under drought stress conditions. *J. Plant Growth Reg.* 41, 364–375. doi: 10.1007/s00344-021-10301-w
- Venkatachalam, P., Priyanka, N., Manikandan, K., Ganeshbabu, I., Indiraarulsevi, P., Geetha, N., et al. (2017). Enhanced plant growth promoting role of phycomolecules coated zinc oxide nanoparticles with p supplementation in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Plant Physiol. Biochem.* 110, 118–127. doi: 10.1016/j.plaphy.2016.09.004
- Wang, X., Li, Q., Pei, Z., and Wang, S. (2018). Effects of zinc oxide nanoparticles on the growth, photosynthetic traits, and antioxidative enzymes in tomato plants. *Biol. Plant* 62, 801–808. doi: 10.1007/s10535-018-0813-4
- Yasmeen, F., Raja, N. I., Razzaq, A., and Komatsu, S. (2017). Proteomic and physiological analyses of wheat seeds exposed to copper and iron nanoparticles. *Biochim. Biophys. Acta (BBA)-Prot. Prot.* 1865, 28–42. doi: 10.1016/j.bbapap.2016.10.001
- Yuan, Z., Ye, Y., Gao, F., Yuan, H., Lan, M., Lou, K., et al. (2013). Chitosan-grafted-cyclodextrin nanoparticles as a carrier for controlled drug release. *Int. J. Pharmaceut.* 446 (1-2), 191–198. doi: 10.1016/j.ijpharm.2013.02.024
- Zahedi, S. M., Hosseini, M. S., Daneshvar Hakimi Meybodi, N., and Peijnenburg, W. (2021). Mitigation of the effect of drought on growth and yield of pomegranates by foliar spraying of different sizes of selenium nanoparticles. *J. Sci. Food Agricul.* 101, 5202–5213. doi: 10.1002/jsfa.11167

- Zahedi, S. M., Hosseini, M. S., Meybodi, N. D. H., and Da Silva, J. (2019). Foliar application of selenium and nano-selenium affects pomegranate (*Punica granatum* cv. malase saveh) fruit yield and quality. *South Afri. J. Bot.* 124, 350–358. doi: 10.1016/j.sajb.2019.05.019
- Zahedi, S. M., Karimi, M., and Teixeira Da Silva, J. A. (2020a). The use of nanotechnology to increase quality and yield of fruit crops. *J. Sci. Food Agricul.* 100, 25–31. doi: 10.1002/jsfa.10004
- Zahedi, S. M., Moharrami, F., Sarikhani, S., and Padervand, M. (2020b). Selenium and silica nanostructure-based recovery of strawberry plants subjected to drought stress. *Sci. Rep.* 10, 1–18. doi: 10.1038/s41598-020-74273-9
- Zhang, Y., Liu, N., Wang, W., Sun, J., and Zhu, L. (2020). Photosynthesis and related metabolic mechanism of promoted rice (*Oryza sativa* L.) growth by TiO₂ nanoparticles. *Front. Environ. Sci. Engin.* 14, 1–12. doi: 10.1007/s11783-020-1282-5
- Zhang, L. W., and Monteiro-Riviere, N. A. (2009). Mechanisms of quantum dot nanoparticle cellular uptake. *Toxicol. Sci.* 110, 138–155. doi: 10.1093/toxsci/kfp087

BÖLÜM XIV
KAZ GÖLÜ FLORASINDA BULUNAN ENDEMİK
BİTKİLERİN PEYZAJDA KULLANIM OLANAKLARI

Ziraat Yük. Müh. Tuğçe ÜNSAL¹

Prof. Dr. Aysun ÇELİK²

Ziraat Müh. Zeynep KILINÇ³

DOI:

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye. tugce_9526@outlook.com, Orcid ID:0000-0002-9802-0637

² Tokat Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye, aysun.celik@gop.edu.tr, Orcid ID: 0000 0001 5289 2176

³Tokat Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye, martineden2709@outlook.com, Orcid ID: 0009-0004-9265-2141

GİRİŞ

Doğal bitkiler, insan etkisi olmadan kendiliğinden gelişen, uzun zaman içerisinde (Kaşif B., 2023) buldukları bölgenin iklim, toprak, yağış, kuraklık ve don vb. gibi ekstrem koşullara mükemmel adapte olabilen özellikteki bitkilerdir (Yazgan ve ark. 2005; Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2023).

Doğal dengenin korunmasında büyük önem taşıyan doğal bitkiler ekosistemin onarılması, canlılara ev sahipliği yapması ve ekosistemin devamlılığı için büyük önem taşımaktadır (Çelik Çanga, 2021). Ayrıca egzotik bitkilere göre daha az gübre, daha az su ve daha az bakım istemekte, hastalık ve zararlılara dayanım bakımından egzotik türlere göre daha toleranslı olmaktadırlar (Ünsal ve Çelik Çanga, 2023). Türkiye'nin konumu ve coğrafi özellikleri çok sayıda bitki taksonlarının ortaya çıkmasına katkı sağlamış, ikliminin de etkisiyle morfolojik, floristik ve ekolojik farklılıkları olan bitki türlerinin meydana gelmesinde etkili olmuştur (Günel, N., 2013). Oudolf (2017; 2019)' göre ise doğal bitkiler bir zenginliktir ve bu zenginlik doğal bitkilerin keşfedilip kullanım alanlarına göre peyzajda değerlendirilmesiyle önem kazanmıştır.

Doğal bitkiler, peyzaj alanları başta olmak üzere gıda, tedavi amaçlı, çay, baharat, böcek ilacı, uçucu yağlarından faydalanma, kozmetik sanayisi gibi birçok alanda kullanılmaktadırlar. Özellikle peyzaj alanında doğal bitkilerin kullanılması bitki örtüsündeki bozulmaların önüne geçerek doğayla uyumlu ekonomik bir yaklaşım sergilemekte (Dilaver, 2014; Tuttu et al. 2019), ekosistemi korumakta, doğa bilinci oluşturmakta, doğal türlerin kaybolma tehlikesinin önüne geçmekte ve böylece birçok fayda sağlamaktadır (Dilaver, 2001).

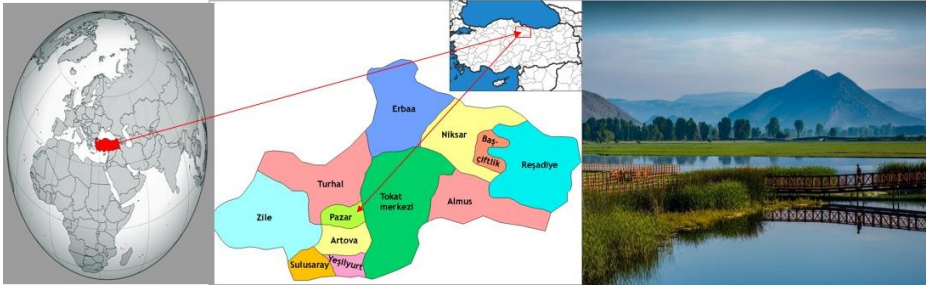
Doğal bitkiler, bulunduğu peyzajın toprak, jeolojik yapı, hidrolojik özellikleri ve iklimi arasında bütünleyici bir etkiye sahip olmakta bu yönüyle de peyzaj mimarlığı açısından yaşamsal önemi olan canlı metaryali oluşturmaktadır (Bayraktar, 1980; Karahan ve Yılmaz, 2001). Kentlerde kullanılan doğal türler yapı kütleleri ile doğal ortam arasında denge kurarak görsel peyzaj kalitesini arttırmaktadır (Barış, 2002; Yazgan vd.,2005; Özyavuz, 2011; Tuttu ve ark., 2019). Ayrıca yapılan birçok uluslararası çalışmalardan edinilen bilgilere göre; kentlerdeki yeşil alan ve doğal bitki türlerinin kullanımının artması kentsel biyoçeşitliliği de artırmaktadır.

Peyzaj tasarım çalışmalarında bitki tercihi yapılırken bitkilerin ekolojik ve fonksiyonel özellikleri yanında estetik özellikleri (renk-şekil-ölçü-doku-koku) de çok önemlidir. Bitkilerin çiçeğinin, yaprağının, meyve ve dallarının dizilişi, şekli ve rengi tasarımda etkili bir kompozisyon oluşturmada ve tasarımda kullanım alanının belirlenmesinde önemli yer tutmaktadır (Dönmez ve ark., 2016).

Bu çalışma Tokat ilinde, Pazar ve Turhal ilçe sınırları içerisinde bulunan Kaz Gölü sulak alanında bulunan endemik bitki türlerinin peyzajda kullanımını olanaklarını belirlemek ve kullanımını yaygın hale getirmek, ayrıca doğal bitkilerin kültür bitkileri kadar peyzaj ve süs bitkileri için kullanılabilceğini vurgulamak, nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan endemik türlerin üretimlerini ve kullanım alanlarını arttırmak amacıyla yapılmıştır.

Kaz Gölü'nün Konumu ve Sınırları

Kaz Gölü Tokat ili Pazar-Zile karayolu üzerinde, Üzümlören Kasabası mevkiinde, Tokat İl merkezine uzaklığı 39 kilometre, Turhal İlçesi'ne 19 kilometre, Pazar İlçesi'ne 11 kilometre, Zile İlçesi'ne 23 kilometre mesafededir. Turhal ve Pazar ilçe sınırları içerisinde Kazova adı verilen bir düzlükte yer almaktadır (URL-1). Çalışma alanının konumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kaz Gölü konumu (URL-2, URL-3 ve URL-4' den yararlanarak)

Kazova, kuzey ve güneyde, doğu-batı doğrultulu basamak şekilli faylarla teşekkül eden bir çöküntü düzlüğüdür. Kazova'nın güneybatısında, Şatıroba ile Çiftlik Köyleri arasında, kuzey-güney istikametinde uzunluğu 3 km, doğu-batı istikametinde ortalama genişliği 0,9 km olan Kaz Gölü yer alır. Yüzölçümü 281 hektar olan Kaz Gölü'nün 180 ha'lık bir "Taşkın Sahası"

bulunmaktadır. Göl derinliği 1 ile 1,5 m arasında değişmektedir. Kaz Gölü, 540 m rakıma sahiptir. Gölü besleyen bir akarsu olmayıp, tamamen yeraltından kaynaklanan su ile beslenmektedir (Acir ve ark., 2013). Kaz Gölü Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nın toplam koruma alanı 1170 hektar olup göl alanı; 73 hektar kuru, 201 hektar sulu olmak üzere 274 hektardır. Kaz Gölü, Uluslararası Tabiat Kaynaklarını Koruma Birliği (IUCN) tarafından kabul edilen kriterlere göre B sınıfı sulak alanlar içerisinde yer almaktadır (Zeybek, 2005). 1998 yılında 'Av ve Yaban Hayatı Koruma Sahası' ve 2006 yılında 'Yaban Hayatı Geliştirme Sahası' olarak ilan edilmiştir ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahası içerisinde su kuşları koruma altındadır (Anonim, 2013).

Kaz Gölü, göçmen kuşların göç yolları üzerinde bulunduğundan hem göçmen kuşlar hem de yerli kuş türleri için konaklama, yuvalama ve kuluçkalama alanıdır. Yıl içerisinde sayısı değişmekle birlikte yaklaşık 108 adet kuş türüne ev sahipliği yapmaktadır. Bu türlerden bazıları; Saksığan, Kara Leylek, Ak Leylek, Angıt, Alacabalıkçıl, Gri Balıkçıl, Ak Kuyruksallayan, Büyük Beyaz Balıkçıl, Sutavuğu, Sakarmeke, Elmabaş, Kamışçın, Batağan, Saz Bülbülü, Karatavuk, Ördek türleri, Kaz türleri, Çulluk, Serçe, Sığırcık, Kızıl gerdan, Söğüt Serçesi, Kara Kızılkuyruk, Kızıkuşu, Çıkrıkçın, Çıvgın, Çayır İncirkuşu gibi türlerdir. Kaz Gölü Kuş Cenneti Projesi kapsamında bir adet ziyaretçi evi ve iki adet kuş gözetleme kulesi mevcuttur. Ayrıca göl çevresinde herhangi bir sanayi kuruluşu bulunmadığından sanayiden kaynaklanan herhangi bir kirlenme söz konusu değildir (URL-5).

Koruma Statüsü

Kaz Gölü, Uluslararası Tabiat Kaynaklarını Koruma Birliği (IUCN) tarafından kabul edilen kriterlere göre B sınıfı sulak alanlar içerisinde yer almaktadır (Zeybek, 2005). 1998 yılında 'Av ve Yaban Hayatı Koruma Sahası' ve 2006 yılında 'Yaban Hayatı Geliştirme Sahası' olarak ilan edilmiş ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahası içerisinde su kuşları koruma altındadır (Anonim, 2013).

Kaz Gölü ve Çevresinin Nüfus Özellikleri

Kaz Gölü Tokat ilinin Pazar ilçesine bağlı Üzümlören Kasabası, Çiftlik ve Beşevler köyleri ile Turhal ilçesine bağlı Şatroba ve Tatlıcak köyleri

sınırları içerisinde yer almaktadır. Kaz gölü ve çevresinin nüfusuna ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir (Tuik, 2022).

Tablo 1. Kaz Gölü ve Çevresi İl/İlçe Merkezi/Belde/Köy Nüfusu

İl/İlçe Merkezi/Belde/Köy Nüfusu			
	İl/İlçe Merkezi (Kişi)	Belde/Köy (Kişi)	Toplam (Kişi)
Tokat (Genel)	407.820	188.634	594.454
Tokat (Merkez)	163.405	43.216	206.621
Turhal	62.030	16.099	78.129
Pazar	4.615	8.228	12.843
İlçelerin Kadın, Erkek ve Toplam Nüfusu			
İlçeler	Köy/Kasaba	Kadın –Erkek	Toplam Nüfus
Pazar	Üzümlören Kasabası	1804-1832	3667
	Çiftlik Köyü	171-180	351
	Beşevler Köyü	15-13	28
Turhal	Şatropa Köyü	114-106	220
	Tatlıcak Köyü	303-345	648

Korunan alanlar çevresinde yerleşim alanlarının varlığı ve nüfusun yoğunluğu, yapılan kültürel faaliyetlerin (yerleşim, yapılaşma, tarımsal faaliyetler, sanayi vb) çeşitliliğini artırmakta olup, sulak alan ekosisteminin doğallığının sürdürülebilirliği üzerinde çok etkili olmaktadır. Tablo 1’e göre, Kaz Gölü çevresindeki yerleşim alanları içerisinde nüfusu en fazla olan ilçe Turhal olmakla birlikte, Köy/kasaba bakımından da en fazla nüfusa sahip olan yerleşim Pazar ilçesine bağlı olan Üzümlören kasabasıdır. Mevcut durumu ile Kaz Gölü, yakın çevresindeki yerleşim alanları ve insan yoğunluğu bakımından tehdit edici bir yoğunluk göstermemektedir.

Sulak alanlar, insanların rekreasyonel ve turistik faaliyetleri için en çok tercih ettikleri yerlerdir. Bu nedenle yakın çevresindeki yerleşim alanlarına olan uzaklığı ile erişim yollarının niteliği ve çeşitliliği bu alanların korunması, korunarak kullanılması bakımından etkilidir. Çalışma alanı olan Kaz gölü, bu özelliği bakımından değerlendirildiğinde en yakın çevresindeki Köy ile olan erişim mesafesi Çiftlikköy olup (1.4 Km), en uzak köy ile olan mesafesi de Kestavur Köyü’dür (5.8 Km) (Tablo 2). Tokat il merkezine olan uzaklığı 36 Km olan Kaz Gölü, Tokat ve çevre illerden de ziyaretçiler çekmektedir.

Tablo 2. Kaz Gölü çevresinde bulunan Köyler ve Kaz Gölü ile arasındaki mesafe

Yer	Mesafe	Yer	Mesafe
Çiftlikköy	1.4 km	Ovayurt	3.8 km
Şatiroba	2.2 km	Çayıraltı	5.1 km
Kaledere	4.2 km	Dimorta	5.5 km
Beşevler	4.5 km	Kestavur	5.8 km
Çayköy	3.9 km		

Kaz Gölü ve Çevresinin İklim Özellikleri

Tokat İli, Karadeniz iklimi ile iç Anadolu'nun step iklimi arasında bir geçiş iklimi özelliği taşımaktadır. Genel olarak yaz mevsimi alçak alanlarda sıcak-kurak, yüksek yerlerde serin yer yer yağışlı, kış mevsimi soğuk ve kar yağışlıdır. Tokat'ın iklim özelliğinde denize olan uzaklığın ve yüksekliğin etkisi önemlidir. Bu nedenle Tokat ikliminde kuzeyden güneye doğru önemli farklılıklar görülmektedir. Güneye doğru kış mevsimi daha sert bir karakter göstermektedir.

Tokat merkezinde yıllık ortalama sıcaklık 12,8 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 444,4 mm, en fazla yağış 58,0 mm ile Mayıs ayı ve 53,7 mm ile Nisan aylarında yaşanmakta iken en az yağış ise 8,6 mm ile Ağustos ayında görülmektedir (URL-6). Yıl içerisinde sıcaklığın 30 derecenin üstüne çıktığı günler 36'dır. 20 C'nin üstüne çıktığı günler ise 176'dır. Isının ortalama 0 C'nin altına düştüğü günler 60'tır. İlin yıllık ortalama sıcaklığı 12,8 C'dir. Ortalama kar yağışlı günlerin sayısı 13'tür. Karın ortalama yerde kalma süresi ise 21 gündür.

Değişik yönlerden esen rüzgarlar Tokat'ın iklimini, florasını ve tarım alanlarını etkilemesi bakımından önemlidir. Yaz aylarında en hakim rüzgar doğu-kuzeydoğu doğrultusunda esen ve sonbahar aylarının başlarında da etkili olan poyrazdır. Bu rüzgar yazın estiğinde serin ve kuru olmaktadır. Yine yaz mevsiminde zaman zaman kıbleden esen samyeli rüzgarları (kaba yel) olup, estiği günlerde kavurucu sıcaklıklara neden olmaktadır. Kışın kuzey batıdan esen karayel, kuzeyden esen yıldız ve doğu-kuzeydoğu yönünden esen poyraz, havaların soğuk geçmesine ve kar yağışlarına neden olmaktadır. İlkbaharda ise batıdan esen rüzgârlar ve güney batıdan esen lodos havaların yumuşamasına ve bol yağışlara neden olmaktadır (URL-7).

Kaz Gölü'ne komşu olan Turhal'ın yıllık ortalama sıcaklığı 9-12 °C arasında değişmekte, yıllık yağış miktarı 413.3 mm ve en az yağışı yaz mevsiminde almaktadır. Yaz aylarında poyraz kuzeyden eserken, bazen güneyden sam yeli rüzgârları, kış aylarında kuzeybatıdan karayel, kuzeyden yıldız rüzgarları esmekte, ilkbahar aylarında ise lodos görülmektedir (URL-8). Pazar ilçesi ise ortalama yıllık sıcaklığı yaz aylarında 13.3⁰C, kış aylarında 3-5 °C arasındadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 448,6 mm'dir (URL-9).

Kaz Gölü Su Özellikleri

Tatlı su içeren Kaz Gölü, yağmur suları, kar erimesi ve yer altı suları tarafından beslenmektedir. Kaz Gölü'nün farklı noktalarından alınan su örneklerinin kimyasal analizlerine göre, güneydeki girişte nötr özellikte olan göl suları, göl çıkışında hafif bazik nitelik taşımaktadır. Tatlı sulu gölde elektrik iletkenliği özellikle girişte oldukça düşüktür. Amonyak, klorür ve nitrit değerleri de göle güneyden girişte, çıkışa göre daha yüksektir. Bir bütün halinde değerlendirildiğinde göl suları girişte amonyak ve nitrit yönünden II. sınıf, diğer parametreler bakımından I. sınıf su özelliğindedir. Kaz Gölü çıkışında ise sular nitrit ve fosfat yönünden II. sınıf, diğer parametreler yönünden yine I. sınıf su niteliğindedir (Zeybek, 2005).

Kaz Gölü Toprak Özellikleri

Kaz Gölü'nün çevresi tamamen Kuvarterner yaşlı alüvyonlarla kaplıdır. Güneyinde alüvyon kalınlığı az ve dar bir alüvyon şeritten sonra Eosen yaşlı çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı serisine geçilmektedir. Yer yer Hidromorfik Alüvyal Topraklara rastlanmaktadır (Tunç, 2019).

Kaz Gölü'nün Flora Özellikleri

Literatür bilgileri incelendiğindeKaz gölü ve çevresi florasında 51 farklı familyaya ait 326 adet takson tespit edilmiştir. Florada yer alan 326 bitkinin % 15'i endemik, % 85'ü endemik olmayan bitkilerden oluşmaktadır.Tespit edilen taksonlar en fazla *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, *Ranunculaceae*, *Poaceae* familyalarına ait, en az taksona sahip familyalar ise; *Alismataceae*, *Araceae*, *Aspleniaceae*, *Berberidaceae*, *Betulaceae*, *Butomaceae*, *Caprifoliaceae*, *Elaeagnaceae*, *Globulariaceae*,

Hypericaceae, *Illecebraceae*, *Lentibulariaceae*, *Potamogetonaceae*, *Resedaceae*, *Salvinaceae* *Tamaricaceae*, *Thelypteridaceae*, *Typhaceae* familyaları olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2013, Tunç, 2019). Kaz Gölü ve çevresinde bulunan bitkiler tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Kaz Gölü ve Çevresinde Bulunan Bitkiler

Kaz Gölü ve Çevresinde Bulunan Bitkiler (Familya/ Latince İsim)
<p>Aspidiaceae/<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott, <i>Polystichum setiferum</i> (Forssk.) Moore ex Woynar Asplenaceae/<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman Equisetaceae/<i>Equisetum palustre</i> L., <i>Equisetum telmateia</i> Ehrh., <i>Equisetum arvense</i> L. Polypodiaceae/<i>Polypodium vulgare</i> L. subsp. <i>vulgare</i> Salvinaceae/<i>Salvinia natans</i> (L.) All. Thelypteridaceae/<i>Thelypteris palustris</i> Schott. Adoxaceae/<i>Sambucus ebulus</i> L., <i>Sambucus nigra</i> L. Amaranthaceae/<i>Amaranthus albus</i> L., <i>Chenopodium botrys</i> L., <i>Chenopodium foliosum</i> (Moench) Asch. Apiaceae/<i>Aegopodium podagraria</i> L., <i>Apium nodiflorum</i> (L.) Lag., <i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville, <i>Conium maculatum</i> L., <i>Daucus carota</i> L., <i>Echinophora tenuifolia</i> L. subsp. <i>sibthorpiana</i> (Guss.) Tutin, <i>Falcaria vulgaris</i> Bernh., <i>Ferula szowitsiana</i> DC., <i>Ferulago platycarpa</i> Boiss.& Bal., <i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm. Asteraceae/<i>Achillea biebersteinii</i> Afan, <i>A. sintenisii</i> Hub.-Mor., <i>A. setacea</i> Waldst. &Kit., <i>Anthemis cotula</i> L, <i>Anthemis cretica</i> L. subsp. <i>pontica</i> (Wild.) Grierson, <i>A. tinctoria</i> L. var. <i>tinctoria</i>, <i>A. tinctoria</i> L. var. <i>pallida</i>, <i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh., <i>Artemisia austriaca</i> Jacq., <i>Carduus nutans</i> L. subsp. <i>nutans</i>, <i>Centaurea carduiiformis</i> DC. subsp. <i>carduiiformis</i> var. <i>carduiiformis</i>, <i>C. depressa</i> Bieb., <i>C. pichleri</i> Boiss. subsp. <i>pichleri</i>, <i>C. polypodiifolia</i> Boiss. var. <i>polypodiifolia</i>, <i>C. sivasica</i> Wagenitz, <i>C. solstitialis</i> L. subsp. <i>solstitialis</i>, <i>C. virgata</i> Lam., <i>Cichorium intybus</i> L., <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop, <i>Cirsium leucocephalum</i> (Willd.) Spreng. subsp. <i>leucocephalum</i>, <i>Cirsium subinermis</i> Fisch. & C.A.Mey, <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist, <i>Crepis macropus</i> Boiss. &Heldr., <i>Crepis foetida</i> L. subsp. <i>rheadifolia</i> (Bieb.) Čelak , <i>Echinops pungens</i> Trautv. Var. <i>pungens</i>, <i>Eupatorium cannabinum</i> L. , <i>Gundelia tournefortii</i> L.var.<i>tournefortii</i> , <i>Helichrysum chionophilum</i> Boiss. &Bal., <i>H. noeanum</i> Boiss., <i>H. plicatum</i> DC. subsp. <i>plicatum</i>, <i>Jurinea consanguinea</i> DC., <i>Leontodon hispidus</i> L. subsp. <i>hispidus</i>, <i>Matricaria chamomilla</i> L. var. <i>recutita</i> (L.) Fiori, <i>Picnomon acarna</i> (L.) Cass., <i>Scariola orientalis</i> (Boiss.) Sojak., <i>Scorzonera parviflora</i> Jacq., <i>S. tomentosa</i> L., <i>Senecio aquaticus</i> Hill. subsp. <i>erraticus</i> (Bertol.) V.A. Matthews, <i>Senecio vulgaris</i> L., <i>Senecio vernalis</i> Waldst. &Kit., <i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>virgaurea</i>, <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill. subsp. <i>glaucescens</i> (Jord.) Ball, <i>Taraxacum revertens</i> G.Hagl., <i>Taraxacum serotinum</i> (Waldst. et Kit.) Poriet, <i>Tragopogon</i></p>

buphthalmoides (DC.)Boiss., *T. coloratus* C.A.Meyer, *Tussilago farfara* L., *Xanthium strumarium* L. subsp. *strumarium*, *Xeranthemum annuum* L., **Berberidaceae**/*Berberis crataegina* DC.**Betulaceae**/*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. subsp. *barbata* (C.A.Mey.) Yalt.**Boraginaceae**/*Anchusa leptophylla* Roem. & Schult. subsp. *leptophylla*, *Cerinthe minor* L. subsp. *auriculata*(Ten.) Domac, *Cynoglossum creticum* Mill, *Lappula barbata* (Bieb.) Gürke, *Lithospermum arvense* L., *Moltkia coerulea* (Willd.)Lehm., *Onosma sintenisii* Hauskn. ex Bornm., *Paracaryum racemosum* (Schreb.) Britten var. *rasemosum***Brassicaceae**/*Aethionema armenum* Boiss., *Alyssum aureum* (Fenzl) Boiss., *Alyssum condensatum* Boiss. & Hauskn. subsp.*condensatum*, *Alyssum desertorum* Stapf, *Alyssum hirsutum* Bieb., *Alyssum macropodum* Boiss.& Bal. var. *macropodum*, *Alyssum minus* (L.) Rothm. var.*minus*, *Alyssum pseudomouradicum* Hauskn. & Bornm. ex Baumg , *Arabis nova* Vill, *Barbarea plantaginea* DC , *Brassica elongata* Ehrh, *Camelina rumelica* Velen., *Camelina sativa* (L.) Crantz, *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik, *Cardamine raphanifolia* Pourr. subsp. *acris* (Griseb.) O.E. Schulz, *Cardamine hirsuta* L., *Cardaria draba* (L.) Desv. subsp.*chalepensis* (L.) Schulz., *Chrysocamela noeana* Boiss. (Boiss.), *Chrysocamela velutina* (DC.) Boiss, *Conringia perfoliata* (C.A.Mey) Busch, *Diploxix viminea* (L.) DC, *Draba verna* L, *Draba minima* (C.A.Mey.) Steud, *Erysimum smyrnaeum* Boiss. &Bal., *Hesperis cappadocica* Fourn., *Iberis taurica* DC., *Isatis glauca* Aucher ex Boiss. subsp. *iconia* (Boiss. et Heldr.) Davis, *Lepidium latifolium* L., *Lepidium perfoliatum* L., *Lepidium vesicarium* L., *Matthiola anchoniifolia* Hub.-Mor., *Sinapis arvensis* L., *Sisymbrium loeselii* L., *Sisymbrium orientale* L., *Thlaspi bornmuelleri* (Rech.) Hedge., *T.perfoliatum* L.,**Caprifoliaceae**/*Dipsacus laciniatus* L.**Caryophyllaceae**/*Agrostemma githago* L., *Gypsophilla eriocalyx* Boiss., *G. perfoliata* L., *Holosteum umbellatum* L.var. *umbellatum*, *Minuartia anatolica* (Boiss.) Woron. var. *tetrasticha* McNeill, *M. corymbulosa* (Boiss.& Bal.) Mc Neill. var.*corymbulosa*, *M. erthrosepala* (Boiss.) Hand.-Mazz var. *erthrosepala*, *M. neglectum* Guss.,*Silene alba* (Mill.) E.H.L.Krause subsp. *ericalycina* (Boiss.) Walters, *S. caryophylloides* (Poir.) Oth subsp. *masmenaea* (Boiss.) Coode & Cullen, *Silene spergulifolia* (Desf) Bieb., *S.supina* Bieb. subsp.*pruinosa* (Boiss.) Chowdh., *S.vulgaris* (Moench.) Garcke. var. *vulgaris*, **Convolvulaceae**/*Calystegia silvatica* (Kit.) Griseb., *Convolvulus arvensis* L. **Dipsacaceae**/*Scabiosa argentea* L., *S. rotata* Bieb.**Elaeagnaceae**/*Elaeagnus angustifolia* L. var. *angustifolia* **Euphorbiaceae**/*Euphorbia eriophora* Boiss, *Euphorbia helioscopia* L. subsp. *helioscopia*, *Euphorbia macroclada* Boiss., *Euphorbia platypyllos* L., *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit.,**Fabaceae**/*Astragalus aucheri* Boiss.,*Astragalus campylosema* Boiss. subsp. *campylosema*., *Astragalus christianus* L., *Astragalus*

dipsaceus Bunge., *Astragalus karamasicus* Boiss. & Bal., *Astragalus karputanus* Boiss. & Noe., *Astragalus lycius* Boiss., *Astragalus microcephalus* Willd., *Astragalus plumosus* Willd. var. *plumosus*, *Astragalus xylobasis* Freyn & Bornm. var. *angustus* (Freyn & Sint.) Freyn & Bornm., *Colutea cilicica* Boiss. & Bal., *Coronilla varia* L., *Ebenus laguroides* Boiss. var. *laguroides*, *Galega officinalis* L., *Genista albida* Willd., *Glycyrrhiza echinata* L., *Hedysarum pestalozzae* Boiss., *Hedysarum varium* Wild., *Lathyrus aphaca* L. var. *affinis* (Guss.) Arc., *Lathyrus aphaca* L. var. *biflorus* Post, *Medicago arabica* (L.) Huds., *Medicago falcata* L., *Medicago lupulina* L., *Medicago officinalis* (L.) Desr., *Medicago X varia* Martyn, *Melilotus albus* Desr., *Melilotus officinalis* (L.) Desr., *Onobrychis argyrea* Boiss. subsp. *argyrea*, *Onobrychis armena* Boiss. & Huet., *Ononis spinosa* L. subsp. *leiosperma* (Boiss.) Sirj, *Tetragonolobus maritimus* (L.) Roth., *Trifolium ambiguum* M. Bieb., *Trifolium pratense* L. var. *sativum* Schreb, *Trifolium physodes* Steven & M. Bieb. var. *psilocalyx* Boiss, *Trifolium physodes* Steven & M. Bieb. var. *physodes*, *Trifolium repens* L. var. *repens*, *Trifolium tumens* var. *tumens* Steven & M. Bieb, *Tripodion tetraphyllum* (L.) Fourr., *Vicia bithynica* L, *Vicia cracca* L. var. *stenophylla* Vel., *Vicia cuspidata* Boiss., **Geraniaceae**/*Erodium acaule* (L.) Becherer. & Thell., *Erodium cicutarium* (L.) L'Her. subsp. *cutarium* **Globulariaceae**/*Globularia trichosantha* Fisch. & Mey. **Hypericaceae**/*Hypericum scabrum* L. **Illecebraceae**/*Paronychia arabica* (L.) DC. subsp. *euphratica* Chaudhri. **Lamiaceae**/*Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber. subsp. *chia* (Schreber.) Arcangeli var. *chia*, *Ajuga salicifolia* (L.) Schreber., *Lamium amplexicaule* L. var. *amplexicaule*, *Lamium purpureum* L. var. *purpureum*, *Lycopus europaeus* L, *Marrubium anisodon* K. Koch., *Marrubium parviflorum* Fisch. & Mey. subsp. *parviflorum*, *Mentha longifolia* (L.) L. Pünk subsp. *longifolia*, *Mentha pulegium* L., *Mentha spicata* L. subsp. *spicata*, *Phlomis oppositiflora* Boiss. & Hausskn., *P. physocalyx* Hub.-Mor., *Salvia aethiopis* L., *Salvia cryptantha* Montbret & Aucher ex Benth., *Salvia multicaulis* Vahl., *Salvia verticillata* L. subsp. *amasiaca* (Freyn & Bornm.) Bornm., *Scutellaria galericulata* L., *Stachys annua* (L.) L. subsp. *annuavar. annua*, *Stachys lavandulifolia* Vahl. var. *lavandulifolia*, *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys*, *Teucrium polium* L. subsp. *polium*, *Thymus pectinatus* Fisch. & Mey. var. *pectinatus*, *T. sipyleus* Boiss. subsp. *rosulans* (Borbas.) Jalas, *Wiedemannia orientalis* Fisch. & Mey., **Lentibulariaceae**/*Utricularia vulgaris* L. **Malvaceae**/*Abutilon theophrastii* Medik., *Malva neglecta* Wallr. **Onagraceae**/*Orobanche cilicica* G. Beck., *Epilobium hirsutum* L., *Epilobium parviflorum* Schreb., **Papaveraceae**/*Glaucium acutidentatum* Hausskn. & Bornm., *Hypocoum procumbens* L. subsp. *procumbens*, *Papaver dubium* L. subsp. *dubium*, *Papaver hybridum* L., *Roemeria hybrida* (L)

DC. subsp. *hybrida*. *Papaver rhoeas* L. **Plantaginaceae**/*Plantago lanceolata* L., *Plantago major* L., *Plantago maritima* L., *Veronica anagallis-aquatica* L., *Veronica beccabunga* L. subsp. *beccabunga*, *Veronica persica* Poir., **Polygonaceae**/*Polygonum amphibium* L., *Polygonum arenastrum* Boreau., *Polygonum cognatum* Meissn., *Rumex crispus* L. **Ranunculaceae**/*Adonis aestivalis* L. subsp. *aestivalis*, *Anemone blanda* Schoot. Et Kotschy, *Consolida hellespontica* (Boiss.) Chater., *Consolida orientalis* (Gay.) Schrod., *Delphinium venulosum* Boiss., *Ranunculus constantinopolitanus* (DC.) d" Urv., *Ranunculus repens* L., *Ranunculus grandiflorus* L., *Ranunculus muricatus* L., *Ranunculus sphaerospermus* Boiss. &Blanche., *Ranunculus trichophyllus* Chaix.

Resedaceae/*Reseda luteola* L., **Rosaceae**/*Agrimonia eupatoria* L. subsp. *eupatoria*, *Potentilla reptans* L., *Rosa canina* L., *Rubus sanctus* Schreb, *Sanguisorba minor* Scop. subsp. *minor*, *Sorbus takhtajanii* Gabr.

Rubiaceae/*Galium cilicicum* Bois, *G. verum* L. subsp. *verum*, *Cruciata taurica* (Pall. ex Willd.) Ehr. **Sahcaceae**/*Linaria kurdica* Boiss. & Hohen. subsp. *kurdica*, *Populus alba* L., *Salix alba* L. subsp. *alba*, *Salix caprea* L., *Salix elaeagnos* Scop. **Scrophulariaceae**/*Linaria kurdica* Boiss. & Hohen. subsp. *kurdica*, *Scrophularia lepidota* Boiss., *Verbascum flavidum* (Boiss.) Freyn & Bornm., *Verbascum orientale* (L.) All. subsp. *orientale*, *Verbascum sinuatum* L. subsp. *sinuatum* var. *adenosepalum* Murb., **Solanaecae**/*Datura stramonium* L., *Hyoscyamus reticulatus* L., *Solanum americanum* Mill. **Tamaricaceae**/*Tamarix smyrnensis* Bunge. **Typhaceae**/*Daphne oleoides* Schreber. subsp. *oleoides*, *Typha domingensis* Pers., *Typha laxmannii* Lepech. **Alismataceae**/*Alisma plantago-aquatica* L. subsp. *plantago-aquatica* **Araceae**/*Lemna trisulca* L. **Butomaceae**/*Butomus umbellatus* L. **Cyperaceae**/*Bolboschoenus maritimus* subsp. *maritimus* (L.) Palla, *Carex divulsa* Stokes, *Carex echinata* subsp. *echinata* Murray, *Cyperus glaber* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult. subsp. *palustris*, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla subsp. *lacustris* **Iridaceae**/*Crocus danfordiae* Maw., *Iris galatica* Siehe, *Iris persica* L., *İris pseudacorus* L. **Juncaceae**/*Juncus gerardi* Loisel subsp. *gerardi*, *Juncus inflexus* L., *Juncus bufonius* L. **Liliaceae**/*Allium atrovioleaceum* Boiss., *Allium pseudoflavum* Vved., *Allium scorodoprasum* L. subsp. *rotundum* (L.) Stearn., *Allium sivasicum* N.Özhatay & Kollmann, *Asphodeline globifera* J.Gay ex Baker, *Colchicum szovitsii* Fisch. & Mey., *Colchicum tripyllum* G. Kunze, *Fritillaria pinardii* Boiss., *Hyacinthella acutiloba* K.M.Perss. & Wendelbo, *Gagea villosa* (Bieb.) Duby var. *villosa*, *Gagea villosa* (Bieb.) Duby var. *hermonis* Dafni & Heyn., *Muscari anatolicum* Cowley & N.Özhatay, *Muscari aucheri* (Boiss.) Baker, *Muscari neglectum* Guss., *Ornithogalum alpigenum* Stapf., *Scilla siberica* Haw. subsp.

armena (Grossh.) Mordak **Poaceae**/*Agrostis stolonifera* L., *Alopecurus myosuroides* Huds. subsp. *myosuroides*, *Arundo donax* L., *Avena fatua* L. var. *fatua*, *Brachypodium pinnatum* (L.) P.Beauv., *Bromus tomentellus* Boiss., *Festuca arundinacea* Schreb. subsp. *arundinacea*, *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Hordeum bulbosum* L., *Hordeum murinum* L. subsp. *glaucum* (Steud.) Tzvelev., *Lolium perenne* L., *Poa bulbosa* L., *Poa tectorum* L., *Poa timoleontis* Heldr. ex Boiss., *Polypogon monspeliensis* (L.) Desf., *Pragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Setaria glauca* (L.) P.Beauv., *Sclerochloa dura* (L.) P. Beauv., *Taeniatherum caput-medusae* (L.) Nevski subsp. *crinitum* (Schreb.) Melderis. **Potamogetonaceae**/*Potamogeton natans* L. **Typhaceae**/*Typha angustifolia* L.

(Anonim, 2013 ve Tunç, 2019'dan yararlanarak).

Kaz Gölü Fauna Özellikleri

Kaz Gölü ve çevresi fauna varlığı açısından önemlidir. Bu alan birçok göçmen kuşlara, memelilere ve sürüngenlere ev sahipliği yapmaktadır (Tablo 4). Yapılan literatür araştırmasında 60 adet kuş türü, 12 adet memeliler, 83 adet alg türü, 93 adet zooplakton türü, 24 adet sucul omurgasız türü, 2 adet balık türü, 7 adet semender ve kurbağa türü ve 2 adet sürüngen türü tespit edilmiştir. Kaz Gölü'nde saptanan Balık türleri; *Cyprinus carpio* (Yaygın sazan), *Scardinius erythrophthalmus* (Kızılkanaat), Semender ve kurbağa türlerinden bazıları; *Ommatotriton ophryticus* (Şeritli Karadeniz Semenderi), *Triturus karelinii* (Pürtüklü Semender), *Bufo bufo* (Siğili Kurbağa), *Bufo viridis* (Gece Kurbağası), Kuş türlerinden bazıları; *Egretta garzetta* (Küçük akbalıkçıl), *Ciconia ciconia* (Leylek), *Ciconia nigra* (Kara leylek), *Anas platyrhynchos* (Yeşilbaş), *Anas strepera* (Boz ördek), *Anas crecca* (Çamurcun), *Anas clypeata* (Kaşıkğaga), *Tadorna ferruginea* (Angit), *Aythya ferina* (Elmabaş patka), *Passer montanus* (Ağaç serçesi), *Passer hispaniolensis* (Söğüt serçesi), *Fringilla coelebs* (İspinoz), *Carduelis Carduelis* (Saka), *Carduelis chloris* (Florya), *Serinus serinus* (Küçük iskete), Sucul omurgasız türlerinden bazıları; *Agabus dilatatus*, *Anax imperator*, *Berosus affinis*, *Callicorixa raddei*, *Corixa affinis*, *Helophorus griseus*, *Helophorus minutus*, *Hydrophilus piceus*, *Ilyocoris cimicoides*, *Micronecta anatolica*, Memelilerden bazıları ise; *Erinaceus concolor* (Kirpi), *Crocodylus leucodon* (Sivriburunlu bahçe faresi), *Eptesicus serotinus* (Geniş kanatlı yaras), *Pipistrellus pipistrellus* (Cüce

yarasa), *Sciurus anomalus* (Anadolu sincabi), *Arvicola amphibius* (Su sıçanı), *Dryomys nitedula* (Hasancık (Bahçe uyuru), *Mustelanivalis* (Gelincik), *Sus scrofa* (Domuz) (Anonim, 2013).

Tablo 4. Kaz Gölü Faunası

Kaz Gölü'nde Bulunan Kuş Türleri	
Yerli Türler	Olan <i>Tachybaptus ruficollis</i> , <i>Ardea cinerea</i> , <i>Ardea purpurea</i> , <i>Casmerodius albus</i> , <i>Egretta garzetta</i> , <i>Anas platyrhynchos</i> , <i>Tadorna ferruginea</i> , <i>Circus aeruginosus</i> , <i>Buteo buteo</i> , <i>Rallus aquaticus</i> , <i>Fulica atra</i> , <i>Grus grus</i> , <i>Columba livia</i> , <i>Streptopelia decaocto</i> , <i>Athene noctua</i> , <i>Alcedo atthis</i> , <i>Dendrocopos syriacus</i> , <i>Dendrocopos medius</i> , <i>Motacilla alba</i> , <i>Erithacus rubecula</i> , <i>Turdus merula</i> , <i>Parus majör</i> , <i>Parus ater</i> , <i>Pica pica</i> , <i>Garrulus glandarius</i> , <i>Corvus monedula</i> , <i>Corvus frugilegus</i> , <i>Sturnus vulgaris</i> , <i>Passer domesticus</i> , <i>Passer montanus</i> ,
Yaz Olan Türler	Göçmeni <i>Ardeola ralloides</i> , <i>Bubulcus ibis</i> , <i>Ciconia ciconia</i> , <i>Ciconia nigra</i> , <i>Charadrius dubius</i> , <i>Cuculus canorus</i> , <i>Apus apus</i> , <i>Merops apiaster</i> , <i>Upupa epops</i> , <i>Delichon urbicum</i> , <i>Ficedula hypoleuca</i> , <i>Ficedula parva</i> , <i>Saxicola forquata</i> , <i>Oenanthe oenanthe</i> , <i>Oenanthe isabellina</i> , <i>Phylloscopus collybita</i> , <i>Acrocephalus arundinaceus</i> , <i>Lanius collurio</i> , <i>Lanius nubicus</i> , <i>Lanius minör</i> , <i>Passer hispaniolensis</i> , <i>Fringilla coelebs</i> , <i>Carduelis Carduelis</i> , <i>Carduelis chloris</i> , <i>Serinus serinus</i> , <i>Miliaria calandra</i> ,
Kış Olan Türler	Göçmeni <i>Anas strepera</i> , <i>Anas crecca</i> , <i>Anas clypeata</i> , <i>Aythya ferina</i>
Kaz Gölü'nde Bulunan Sucul Omurgasız Türleri	
<i>Helix lucorum</i> , <i>Lymnaea stagnalis</i> , <i>Gammarus pulex</i> , <i>Hirudo medicinalis</i> , <i>Agabus bipustulatus</i> , <i>Agabus dilatatus</i> , <i>Anax imperator</i> , <i>Berosus affinis</i> , <i>Callicorixa raddei</i> , <i>Corixa affinis</i> , <i>Helophorus griseus</i> , <i>Helophorus minutus</i> , <i>Hydrophilus piceus</i> , <i>Ilyocoris cimicoides</i> , <i>Micronecta anatolica</i> , <i>Nepa cinerea</i> , <i>Notonecta glauca</i> , <i>Notonecta obliqua</i> , <i>Paracymus aeneus</i> , <i>Ranatra linearis</i> , <i>Sigara nigrolineata</i> , <i>Sigara striata</i> , <i>Lumbricus terrestris</i>	
Kaz Gölü'nde Bulunan Memeli Türleri	
<i>Erinaceus concolor</i> , <i>Crociodura leucodon</i> , <i>Eptesicus serotinus</i> , <i>Pipistrellus pipistrellus</i> , <i>Sciurus anomalus</i> , <i>Apodemus witherbyi</i> , <i>Mus macedonicus</i> , <i>Mus domesticus</i> , <i>Arvicola amphibius</i> , <i>Dryomys nitedula</i> , <i>Mustelanivalis</i> , <i>Sus scrofa</i> ,	
Kaz Gölü'nde Bulunan İki Yaşamlılar (Semender Ve Kurbağa) Türleri	

Ommatotriton ophryticus, Triturus karelinii, Bufo bufo, Bufo viridis, Pelophylax ridibundus, Hyla orientalis, Rana macrocnemis,

Kaz Gölü'nde Bulunan Balık Türleri

Cyprinus carpio, Scardinius erythrophthalmus

Kaz Gölü'nde Bulunan Sürüngen Türleri

Emys orbicularis, Dolichophis caspius, Natrix natrix

(Anonim, 2013'den yararlanarak)

Kaz Gölü Florasındaki Endemik Bitkiler

Endemik; latince 'endemos' kelimesinden dilimize geçmiştir ve 'yerli' anlamına gelmektedir. Endemik bitkiler, yalnızca belirli bölgede yetişen, başka bir bölgede yetişme ihtimali olmayan yöreye özgü bitkilerdir. Türkiye endemik bitki türleri bakımından zengin olup endemik tür sayısı yaklaşık 3 bin civarındadır. Kaz Gölü florasında tespit edilen 326 bitkinin 49 tanesi endemik bitkilerden oluşmaktadır. Bu çalışmada incelenen bitkiler şekil 2'de verilmiştir.



Ferulago platycarpa Boiss. & Bal.



Achillea setacea Waldst. & Kit.



Centaurea sivasica Wagenitz



Crepis macropus Boiss. & Heldr.



Helichrysum chionophilum Boiss. & Bal.



Helichrysum noeantum Boiss.



Scorzonera tomentosa L.



Taraxacum revertens G.Hagl.



Onosma sintenisii Hausskn.
ex Bornm



Paracaryum racemosum
(Schreb.) Britten var. *ramosum*



Hesperis cappadocica Fourn.



Alyssum pseudomouradicum
Hausskn. & Bornm. ex Baumg



Chrysocamela noeana Boiss.
(Boiss.)



Astragalus karamasicus Boiss. &
Bal.



Onobrychis argyrea Boiss.
subsp. *argyrea*



Matthiola anchoniifolia Hub.-
Mor.



Astragalus lycius Boiss.



Gypsophilla eriocalyx Boiss.



Paronychia arabica (L.) DC.
subsp. euphratica Chaudhri



Astragalus karputanus Boiss. &
Noe.



Silene caryophylloides (Poir.)
Ottth *subsp. masmenaea*
(Boiss.) Coode & Cullen



Astragalus campylosema Boiss.
subsp. campylosema



Astragalus christianus L.



Astragalus dipsaceus Bunge.



Astragalus xylobasis Freyn &
Bornm. *var. angustus* (Freyn &
Sint.) Freyn & Bornm.



Ebenus laguroides Boiss. *var.*
laguroides



Hedysarum pestalozzae Boiss.



Crocus danfordiae Maw.



Wiedemannia orientalis Fisch. &
Mey.



Glaucium acutidentatum
Hausskn. & Bornm.



Delphinium venulosum Boiss.



Galium cilicicum Bois



Scrophularia lepidota Boiss.



Hyacinthella acutiloba
K.M.Perss. & Wendelbo



Ornithogalum alpigenum Stapf.



Muscari aucheri (Boiss.)
Baker



Iris galatica Siehe



Onobrychis armena Boiss. &
Huet.



Salvia cryptantha Montbret &
Aucher ex Benth.



Muscari anatolicum Cowley &
N.Özhatay



Allium sivasicum N.Özhatay &
Kollmann

Şekil 2. Kaz Gölü Florasındaki Endemik Bitkiler (URL-10,11,12...23' den kaynaklanarak).

Kaz Gölü Endemik Bitkilerinin Coğrafi Bölge Ve Tehlike Kategorileri

Endemik bitkilerin ekosistemin bütünlüğü, biyoçeşitliliğin sürdürülmesi ve genetik çeşitlilik başta olmak üzere ekonomik, ekolojik ve kültürel değerler açısından önemi bulunmaktadır. Özellikle buldukları bölgenin koşullarına mükemmel adapte olma yeteğine sahip endemik türler iklim değişikliği, tarımsal faaliyetler, ormansızlaşma ve yabancı türlerin istilası gibi olumsuz durumlarda nesilleri tehlike altına girmektedir. Çalışmanın bu bölümünde Kaz gölü ve çevresi florasında bulunan endemik bitkilerin fitocoğrafik bölge ve tehlike durumları tespit edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Endemik Bitki Türlerinin Familya, Latince İsim, Coğrafi Bölge Ve Tehlike Kategorisi

Takım/Familya	Latince İsmi	Coğrafi Bölge	Tehlike Kategorisi IUCN
Apiaceae	<i>Ferulago platycarpa</i> Boiss. & Bal.	İran-Turan	LC
Asteraceae	<i>Achillea setacea</i> Waldst. & Kit.	Avrupa-Sibirya	NT
	<i>Centaurea sivasica</i> Wagenitz	İran-Turan	NT
	<i>Crepis macropus</i> Boiss. & Heldr.	İran-Turan	LC
	<i>Helichrysum chionophilum</i> Boiss. & Bal.	Bilinmiyen	LC
	<i>Helichrysum noeanum</i> Boiss.	İran-Turan	LC
	<i>Scorzonera tomentosa</i> L.	İran-Turan	LC
	<i>Taraxacum revertens</i> G.Hagl.	İran-Turan	LC
Boraginaceae	<i>Onosma sintenisii</i> Hausskn. ex Bornm.	İran-Turan	VU
	<i>Paracaryum racemosum</i> (Schreb.) Britten var. <i>racemosum</i>	İran-Turan	LC
Brassicaceae	<i>Alyssum macropodum</i> Boiss. & Bal. var. <i>macropodum</i>	İran-Turan	LC
	<i>Alyssum pseudomouradicum</i> Hausskn. & Bornm. ex	Kuzey	LC

	<i>Baumg</i>	Türkiye	
	<i>Chrysocamela noeana</i> Boiss. (Boiss.)	İran-Turan	LC
	<i>Hesperis cappadocica</i> Fourn.	Bilinmeyen	LC
	<i>Isatis glauca</i> Aucher ex Boiss. subsp. <i>iconia</i> (Boiss. et Heldr) Davis	İran-Turan	LC
	<i>Matthiola anchoniifolia</i> Hub.-Mor.	İran-Turan	NT
	<i>Thlaspi bornmuelleri</i> (Rech.) Hedge.	İran-Turan	VU
Caryophyllaceae	<i>Gypsophilla ericalyx</i> Boiss.	İran-Turan	LC
	<i>Minuartia anatolica</i> (Boiss.) Woron. var. <i>tetrasticha</i> McNeill	İran-Turan	NT
	<i>Minuartia corymbulosa</i> (Boiss.& Bal.) Mc Neill. var. <i>corymbulosa</i>	İran-Turan	NT
	<i>Silene caryophylloides</i> (Poir.) Otth subsp. <i>masmenaea</i> (Boiss.) Coode & Cullen	İran-Turan	NT
Fabaceae	<i>Astragalus campylosema</i> Boiss. subsp. <i>campylosema</i>	İran-Turan	LC
	<i>Astragalus christianus</i> L.	İran-Turan	LC
	<i>Astragalus dipsaceus</i> Bunge.	İran-Turan	LC
	<i>Astragalus karamasicus</i> Boiss. & Bal.	İran-Turan	LC
	<i>Astragalus karputanus</i> Boiss. & Noe.	İran-Turan	VU
	<i>Astragalus lycius</i> Boiss.	Bilinmeyen	LC
	<i>Astragalus xylobasis</i> Freyn & Bornm. var. <i>angustus</i> (Freyn & Sint.) Freyn & Bornm.	İran-Turan	LC
	<i>Ebenus laguroides</i> Boiss. var. <i>laguroides</i>	İran-Turan	LC
	<i>Hedysarum pestalozzae</i> Boiss.	İran-Turan	LC
	<i>Onobrychis argyrea</i> Boiss. subsp. <i>argyrea</i>	İran-Turan	LC
	<i>Onobrychis armena</i> Boiss. & Huet.	Bilinmeyen	LC
Illecebraceae	<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC. subsp. <i>euphratica</i> Chaudhri	İran-Turan	VU
Lamiaceae	<i>Phlomis oppositiflora</i> Boiss. & Hausskn.	İran-Turan	LC
	<i>Phlomis physocalyx</i> Hub.-Mor.	İran-Turan	VU
	<i>Salvia cryptantha</i> Montbret & Aucher ex Benth.	İran-Turan	LC
	<i>Thymus pectinatus</i> Fisch. & Mey. var. <i>pectinatus</i>	İran-Turan	LC
	<i>Wiedemannia orientalis</i> Fisch. & Mey.	İran-Turan	LC
Papaveraceae	<i>Glaucium acutidentatum</i> Hausskn. & Bornm.	İran-Turan	LC
Ranunculaceae	<i>Delphinium venulosum</i> Boiss.	İran-Turan	LC
Rubiaceae	<i>Galium cilicicum</i> Bois	Doğu Akdeniz	LC
Scrophulariaceae	<i>Scrophularia lepidota</i> Boiss.	İran-Turan	VU
Iridaceae	<i>Crocus danfordiae</i> Maw.	İran-Turan	LC
	<i>Iris galatica</i> Siehe	İran-Turan	LC
Liliaceae	<i>Allium sivasicum</i> N.Özhatay & Kollmann	İran-Turan	LC
	<i>Hyacinthella acutiloba</i> K.M.Perss. & Wendelbo	İran-Turan	LC
	<i>Muscari anatolicum</i> Cowley & N.Özhatay	Avrupa-Sibirya	NT
	<i>Muscari aucheri</i> (Boiss.) Baker	Bilinmeyen	LC
	<i>Ornithogalum alpigenum</i> Stapf.	Doğu Akdeniz	NT

Tehlike Kategorisi: LC: En az endişe verici, NT: Tehdit altına girebilir, VU: Hassas (Anonim, 2013, Tunç, 2019 ve Url-24'den yararlanarak).

Tablo 5'e göre; Kaz gölü çevresi florasında yer alan 326 bitkinin 49 tanesi endemik bitkilerden oluşmaktadır. Tespit edilen 14 familyaya ait 49 adet endemik bitkinin %72' si LC (En az endişe verici), %16'sı NT (Tehdit

altına girebilir), %12'si VU (Hassas) tehlike kategorisinde yer almaktadır. Familyalarına bakıldığında en fazla endemik bitkiye sahip familyalar *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae* ve *Liliceae*, en az endemik bitkiye sahip familyalar ise; *Apiaceae*, *Convolvulaceae*, *Salicaceae*, ve *Rubiaceae* familyalarıdır. Endemik bitkilerin Fitocoğrafik bölgelerine bakıldığında 39 tanesi İran-Turan, 2 tanesi Avrupa-Sibirya, 2 tanesi Doğu Akdeniz, 1 tanesi Kuzey Türkiye coğrafik bölgelerinde yayılış gösterdiği belirlenmiş, yapılan araştırmalarda 5 tanesinin ise fitocoğrafik bölge bilgisi bulunamamıştır.

Kaz Gölü Endemik Bitkilerinin Hapitatu, Ekolojik İstekleri

Bitkiler ekolojik isteklerini karşılayabildikleri yerlerde kendilerinden beklenen tüm fonksiyonları tam olarak yerine getirebilmektedirler. Bu nedenle hem yetiştiriciliği yapılacak alanın hemde kullanılacak peyzaj alanlarının bitkilerin ekolojik istekleriyle uyumlu olması gerekmektedir. Bu çalışmada tespit edilen 49 endemik bitkinin ekolojik isteklerine ait bilgiler yerli ve yabancı kaynaklarda incelenmiş ve tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Endemik Bitki Türlerinin Hapitatu, ve Ekolojik İstekleri

Latince İsmi	Hapitatu	Ekolojik İstekleri
<i>Ferulago platycarpa</i> Boiss. & Bal.	Su içi ve kara bitkisi	Kireçli toprak, Tam güneşli ortam, Ilıman iklim, 15-25 °C, Nemi sever
<i>Achillea setacea</i> Waldst. & Kit.	Su içi ve kara bitkisi	Kumlu-killi toprak, Tam güneşli ortam, Ilıman, 15-25 °C, Düşük nem ister.
<i>Centaurea sivasica</i> Wagenitz	Kara bitkisi	Hafif alkaliKireçli toprak, Tam güneş ortam, Karasal iklim, 16-21°C, Nemi sever.
<i>Crepis macropus</i> Boiss. & Heldr.	Kara bitkisi	Kumlu-killitoprak, Tam güneşli ortam, Karasal iklim, 16-21°C, Nemi sever.
<i>Helichrysum chionophilum</i> Boiss. & Bal.	Su içi ve kara bitkisi	Kireçli toprak, Tam güneşli ortam, Ilıman iklim, 13-20 °C, Düşük nem ister.
<i>Helichrysum noeanum</i> Boiss.	Kara bitkisi	Hafif alkalitoprak, Tam güneşli ortam, Ilıman iklim, 13-20 °C, Düşük nem ister.
<i>Scorzonera tomentosa</i> L.	Su içi ve kara bitkisi	Kumlu-killi toprak, Tam güneşli ortam, Akdeniz iklimi 15-21 °C, Nem sever.
<i>Taraxacum revertens</i> G.Hagl.	Su kıyısı	Kumlu-killi toprak, Yarı güneşli ortam, 18-22°C, Nemi sever.
<i>Onosma sintenisii</i> Hausskn. ex Bornm.	Kara bitkisi	Verimsiz, taşlık-kayalık alanlarda yetişir, kurağa ve dona dayanıklı, Tam güneşli ortam, Düşük nem ister.
<i>Paracaryum racemosum</i> (Schreb.) Britten var. <i>rasemosum</i>	Kara bitkisi	Kireçli toprak, Tam güneşli ortam, Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel

		bilgi yoktur.
<i>Alyssum macropodum</i> Boiss.& Bal. var. <i>macropodum</i>	Kara bitkisi	İyi drenajlı, humuslu topraklar, Yarı Gölge alanlar, 15-25°C, Orta derece nem ister.
<i>Alyssum pseudomouradicum</i> Hausskn. & Bornm. ex Baumg	Su kıyısı	İyi drenajlı, humuslu topraklar, Yarı Gölge alanlar, 15-25°C, Nemi Sever.
<i>Chrysocamela noeana</i> Boiss. (Boiss.)	Kara bitkisi	Verimsiz, taşlık-kayalık alanlarda yetişir, kurağa, soğuğa dayanıklı, Tam güneşli ortam, Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Hesperis cappadocica</i> Fourn.	Su içi ve kara bitkisi	Kumlu-killi toprak, Tam güneşli ortam, 18-24 °C, Orta derece nem ister.
<i>Isatis glauca</i> Aucher ex Boiss. subsp. <i>iconia</i> (Boiss. et Heldr.) Davis	Kara bitkisi	Kumlu-killi toprak, Tam güneşli ortam, Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Matthiola anchoniifolia</i> Hub.-Mor.	Kara bitkisi	Kalkerli toprak, Tam güneşli ortam, 16-22 °C, Nem sever.
<i>Thlaspi bornmuelleri</i> (Rech.) Hedge.	Su içi ve kara bitkisi	Ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Gypsophilla eriocalyx</i> Boiss.	Kara bitkisi	İyi drenajlı, humuslu topraklar, Tam Güneş, Yarı Gölge alanlar, 13-18°C, Orta derece nem ister.
<i>Minuartia anatolica</i> (Boiss.) Woron. Var. <i>tetrasticha</i> McNeill	Kara bitkisi	Verimsiz, taşlık-kayalık alanlar, Tam güneşli ortam, Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Minuartia corymbulosa</i> (Boiss.& Bal.) Mc Neill. var. <i>corymbulosa</i>	Kara bitkisi	Verimsiz, taşlık-kayalık alanlar, Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Silene caryophylloides</i> (Poir.) Oth subsp. <i>masmenaea</i> (Boiss.) Coope & Cullen	Kara bitkisi	Verimsiz, taşlık-kayalık, Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Astragalus campylosema</i> Boiss. subsp. <i>campylosema</i>	Kara bitkisi	Ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Astragalus christianus</i> L.	Kara bitkisi	Seçici değil, Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Astragalus dipsaceus</i> Bunge.	Kara bitkisi	Hafif alkali toprak, Kısmi gölge alanlar, 15-20 °C, Nemi sever.
<i>Astragalus karamasicus</i> Boiss. & Bal.	Kara bitkisi	Toprak isteği bakımından seçici değildir. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Astragalus karputanus</i> Boiss. & Noe.	Kara bitkisi	Toprak isteği bakımından seçici değildir. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Astragalus lycius</i> Boiss.	Kara bitkisi	Toprak isteği bakımından seçici değildir. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Astragalus xylobasis</i> Freyn & Bornm. var. <i>angustus</i> (Freyn & Sint.) Freyn & Bornm.	Kara bitkisi	Toprak isteği bakımından seçici değildir. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Ebenus laguroides</i> Boiss. var. <i>laguroides</i>	Kara bitkisi	kumlu-killi, orta yapılı ve iyi drenaj olmuş toprak. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Hedysarum pestalozzae</i> Boiss.	Kara bitkisi	Verimsiz, taşlık-kayalık alanlar. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Onobrychis argyrea</i> Boiss. subsp. <i>argyrea</i>	Su içi ve kara bitkisi	Toprak isteği bakımından seçici değildir.

<i>Onobrychis armena</i> Boiss. & Huet.	Su içi ve kara bitkisi	Toprak isteği bakımından seçici değildir. Kuraklığa, Tuzluluğa ve kışa dayanıklıdır.
<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC. subsp. <i>euphratica</i> Chaudhri	Kara bitkisi	Kumlu-killi toprak. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Phlomis oppositiflora</i> Boiss. & Hausskn.	Kara bitkisi	Ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Phlomis physocalyx</i> Hub.-Mor.	Kara bitkisi	İyi drenajlı, humuslu topraklar, Tam güneşli ortam, 16-18°C
<i>Salvia cryptantha</i> Montbret & Aucher ex Benth.	Kara bitkisi	İyi drenajlı, humuslu topraklar, Tam güneşli ortam,
<i>Thymus pectinatus</i> Fisch. & Mey. var. <i>pectinatus</i>	Kara bitkisi	İyi drenajlı, humuslu topraklar. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Wiedemannia orientalis</i> Fisch. & Mey.	Kara bitkisi	İyi drenajlı, humuslu topraklar. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Glaucium acutidentatum</i> Hausskn. & Bornm.	Kara bitkisi	Kireçli toprak. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Delphinium venulosum</i> Boiss.	Kara bitkisi	Verimsiz, taşlık-kayalık alanlar. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Galium cilicicum</i> Bois	Su içi ve kara bitkisi	Ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Scrophularia lepidota</i> Boiss.	Kara bitkisi	Ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Crocus danfordiae</i> Maw.	Su kıyısı	Tam güneşli ortam. Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Iris galatica</i> Siehe	Su kıyısı	İyi drenajlı, humuslu topraklar, Tam güneş-Yarı gölge alanlar
<i>Allium sivasicum</i> N.Özhatay & Kollmann	Su kıyısı	Tam Güneşli ortam, Diğer ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Hyacinthella acutiloba</i> K.M.Perss. & Wendelbo	Su kıyısı	Ekolojik isteklerine ilişkin yeterli bilimsel bilgi yoktur.
<i>Muscari anatolicum</i> Cowley & N.Özhatay	Su kıyısı	İyi drenajlı, humuslu topraklar, Tam güneşli ortam, 5-10°C, Nemi sever
<i>Muscari aucheri</i> (Boiss.) Baker	Su kıyısı	İyi drenajlı, humuslu topraklar, Tam güneşli ortam, 5-10°C, Nemi sever
<i>Ornithogalum alpigenum</i> Stapf.	Su kıyısı	Ekolojik isteklerine ilişki yeterli bilimsel bilgi yoktur.

(Anonim, 2013, Tunç, 2019, Url-25, 26....36' dan yararlanılarak).

Kaz Gölü Endemik Bitkilerinin Morfolojik Özellikleri

Bitkilerin morfolojik özellikleri estetik ve işlevsel özelliklerinin yanında peyzajda kullanım potansiyelini etkilemektedir. Bitkiler tek yıllık, çok yıllık olma durumuna göre, yaprağının; renk, şekil, doku özelliklerine, çiçeğinin; renk, şekil, doku, koku özelliklerine ve meyvesi başta olmak üzere diğer morfolojik özelliklerine bakılarak peyzajda kullanım alanları belirlenmektedir. Çalışma alanında bulunan endemik bitkilere ait belirgin morfolojik özellikler tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Endemik Bitki Türlerinin Latince İsmi ve Morfolojik Özellikleri

Tür	Belirgin Morfolojik Özellikleri
<i>Ferulago platycarpa</i> Boiss.& Bal.	Çok yıllık, saçak köklü, otsu bitkidir. Gövde tüysüz ve yeşil reklidir. Yaprak yeşil renkli, mızraksı, tüylü ve kokusuzdur. Çiçeği şemsiye şekilli sarı ve hoş kokuludur. Mayıs-Temmuz arası çiçekli kalır. Meyveleri yuvarlak, tüysüz ve koyu kahvedir.
<i>Achillea setacea</i> Waldst. & Kit.	Çok yıllık, saçak kökü, otsu bitkidir. Gövdesi ipeksi tüylü, yeşil renklidir. Yapağı yeşil renkli, şeritsi-mızraksı, tüylü ve kokusuzdur. Çiçekleri şemsiye şekilli, tüylü, beyaz, hoş kokuludur. Mayıs-Ağustos ayları arası çiçeklenir. Meyveleri tüysüz, basık elips ve koyu kahverengi renklidir.
<i>Centaurea sivasica</i> Wagenitz	Çok yıllık, otsu, yeşil renkli, mızraksı-oval şekilli, pürüzlü yapraklara sahiptir. Çiçekleri pembe, mor, kırmızimsı renkte, çok çiçekli, çiçeklenme zamanı Temmuz-Ağustos ayları arasındır.
<i>Crepis macropus</i> Boiss. & Heldr.	Çok yıllık, saçak köklü, otsu bitkidir. Gödesi odunsu, yayılmış, dik tüylü ve yeşil renktedir. Taprakları yeşil renkte, şeritsi şekillidir. Çiçekleri sarı renkte, tüylüdür. Haziran-Temmuz aylarında çiçeklenir.
<i>Helichrysum chionophilum</i> Boiss. & Bal	Çok yıllık, otsu, beyaz renkte, tüylü gövdeye sahiptir. Yaprakları Beyaz-Gri renkte, tüylü, ters mızraksı şekildedir. Çiçekleri sarı renkte, tüylü, Mayıs-Ekim arası çiçeklenmektedir.
<i>Helichrysum noeanum</i> Boiss.	Çok yıllık, saçak köklü, otsu bitkidir. Gri renkte, şeritsi ve tüylü gövdeye sahiptir. Beyaz-gri renkte, ters mızraksı şekilli, tüylü yaprakları vardır. Çiçekleri limon sarısı renkte, oval şekilli, tüylü, Haziran-Ağustos arası çiçeklenir.
<i>Scorzonera tomentosa</i> L.	Çok yıllık, otsu, Gövdesi kalın, dik, silindirik şekilli, gri, yeşil renkte ve tüylüdür. Yaprakları grimsi-yeşil renkli, mızraksı, sivri uçlu şekilli, tüylüdür. Çiçekleri Sarı renkli, mızraksı şekilli, Haziran-Temmuz ayları arası çiçeklenir. Meyveleri tüysüz, keskin uçlu, pürüzlü, sert kabukludur.
<i>Taraxacum revertens</i> G.Hagl.	Çok yıllık, kazık köklü ve otsu bir bitkidir. Yeşil renkli yaprakları, loblu, geriye kıvrık, sivri uçludur. Sarı renkli çiçekleri Mayıs- Haziran arası çiçeklenir.
<i>Onosma sintenisii</i> Hausskn. ex Bornm.	Çok yıllık, otsudur. Gövdesi tüylü, çok gövdelidir. Yaprakları yeşil renkte, geniş mızraksı şekilli ve tüylüdür. Çok çiçekli, sarı renkte olan çiçekleri çan şeklindedir. Mayıs-Temmuz ayları arasında çiçeklenir. Meyveleri beyaz renkte, buruşuk, yumurtamsı şekillidir.
<i>Paracaryum racemosum</i> (Schreb.) Britten var. <i>raseosum</i>	Çok yıllık, saçak köklü ve otsudur. Dik gövdeli, gövdesi yeşil-mor renkli ve tüylüdür. Grimsi-yeşil renkli yaprakları dar şeritsi şekilli ve tüylüdür. Çiçekleri çan şeklinde mavi renklidir. Mayıs-Haziran aylarında çiçeklenir.
<i>Alyssum macropodum</i> Boiss.& Bal. var. <i>macropodum</i>	Bitkinin genel morfolojik özelliklerine ilişkin bilimsel bilgi bulunamamıştır.
<i>Alyssum pseudomouradicum</i> Hausskn. & Bornm. ex Baumg	Bitkinin genel morfolojik özelliklerine ilişkin bilimsel bilgi bulunamamıştır.
<i>Chrysocamela noeana</i> Boiss. (Boiss.)	Tek yıllık, otsu bitkidir. Gödesi dipten dallanmış, tüylüdür. Yaprakları yeşil renkte, dikkörtlen şekilli ve tüysüzdür. Çiçekleri ters yumurtamsı şekilli, sarı renkli ve çok çiçeklidir. Çiçeklenme zamanı Nisan-Mayıs aylarıdır. Yuvarlak şekilli meyveleri vardır. Otsu
<i>Hesperis cappadocica</i> Fourn.	Çok yıllık, saçak köklü ve otsu bitkidir. Tabandan dallanmış gövdesi yeşil renkte ve tüylüdür. Mayıs ayında çiçeklenen bitkininin çiçekleri pembemsi-açık mor renktedir. Meyveleri kapsül şeklinde, sarkık ve tüylüdür.
<i>Isatis glauca</i> Aucher ex Boiss. subsp.	Çok yıllık, otsu bitkidir. Gövdesi köşeli, silindirik şekilli, yeşil-mor renktedir. Yeşil-sarımsı yaprakları, dişli mızrak şeklinde ve derimsi dokuludur. Çiçekleri salkım şeklinde, sarı renkli, tüysüzdür. Çiçeklenme zamanı Mayıs-Haziran ayları arasındır.

<i>iconia (Boiss. et Heldr.) Davis</i>	Meyvesi dairesel, ekliptik şekilli ve yürekşidir.
<i>Matthiola anthoniifolia Hub.-Mor.</i>	Çok yıllık, saçak köklü ve otsu bitkidir. Gövdesi dik ve soluk yeşil renktedir. Yaprakları gri-yeşil renkte, dikdörtgen şekilli ve tüylüdür. Çiçekleri salkım şekillidir. Temmuz ayında çiçeklenir. Meyveleri tüylü, basık, çizgilidir.
<i>Thlaspi bornmuelleri (Rech.) Hedge.</i>	Tek yıllık, otsudur. Yeşil renkte yaprakları vardır. Çiçekleri beyaz-açık mor renktedir. Çiçeklenme zamanı Mayıs-Temmuz aylardır.
<i>Gypsophilla eriocalyx Boiss.</i>	Çok yıllık, kazık köklü ve odunsu bitkidir. Dik dallanmış gövdesi yeşil renkte ve tüylüdür. Yaprakları yeşil renkte, şeritsi şekilli ve etli, tüsüzdür. Çiçekleri salkım şekilli, beyaz renkli ve şeritsi-dikdörtgensidir. Haziran-Agustos ayları arasında çiçeklenir.
<i>Minuartia anatolica (Boiss.) Woron. var. tetrasticha McNeill</i>	Çok yıllık, otsu bitkidir. Gövdesi mavimsi renkte, tüylü ve yatık şekillidir. Çiçekleri kadifemsi, salkım şeklindedir. Mayıs-Temmuz arası çiçeklenir.
<i>Minuartia corymbulosa (Boiss.& Bal.) Mc Neill. var.corymbulosa</i>	Çok yıllık, otsu bitkidir. Çok gövdeli ve gövdesi tüylüdür. Yaprakları damarlı ve şeritsidir. Çiçekleri salkım, dikdörtgeni şekilli, beyaz renklidir. Temmuz-Agustos ayları arası çiçeklenir. Meyveleri kapsül ve yumurtamsı şekillidir.
<i>Silene caryophylloides (Poir.) Oth subsp. masmenaea (Boiss.) Cooder & Cullen</i>	Çok yıllık, otsu, gövdesi kısa ve tüylüdür. Yaprakları yeşil renkte, mızraklı veya şeritsi şekilli, tüylüdür. Çiçekleri girintili çıkıntılı, iki loblu, beyaz veya pembe renktedir. Meyvesi çanak yaprağa gömülü hafif dışarı çıkmış, kapsül meyve şeklindedir.
<i>Astragalus campylosema Boiss. subsp. campylosema</i>	Çok yıllık, odunsu, dik, çok dallanmış yeşil renkte gövdesi vardır. Yaprakları yeşil renkte, yumurtamsı veya genişçe ekliptik yaprakları tüylüdür. Çiçekleri salkımı silindirik, başak şeklinde, soluk sarı veya kahverengimsi-kırmızımsı mor veya menekşe rengindedir. Çiçeklenme zamanı Mayıs-Haziran ayları arasındır. Silindirik, tüylü meyveleri vardır.
<i>Astragalus christianus L.</i>	Çok yıllık, otsu bitkidir. Cılız, dik gövdesi soluk yeşil renkte ve tüylüdür. Yaprakları dairemsi- ekliptik şekilli küt uçlu, yeşil renkte ve tüylüdür. Çiçekleri seyrek salkım kurulları halinde, tüsüz, sarı, beyaz renktedir. Çiçeklenme zamanı Mart-Temmuz ayları arasındır. Meyvesi baklamsı, yumurta biçiminde ve cılız tüylüdür.
<i>Astragalus dipsaceus Bunge.</i>	Çok yıllık, saçak köklü ve otsu bitkidir. Gövdesi dik, yeşil renkte ve tüylüdür. Yaprakları yeşil renkte, tüylü, dikdörtgenimsi-mızraklı, sivri uçludur. Çiçekleri salkım şekilli, sarı renkte ve hoş kokuludur. Haziran ayında çiçeklenir. Meyveleri kalpsi, yassılaştırmış ve tüylü ve sert uçludur.
<i>Astragalus karamasicus Boiss. & Bal.</i>	Çok yıllık, otsu, gövdesi dik dallanmış, çok gövdeli, yeşil renkte ve tüylüdür. Yaprakları yeşil renkte, ekliptik şekilli ve tüylüdür. Çiçekleri 10-15 çiçekli başak şeklinde, küremsi-yumurtamsı şekilli, pembe-mor renklidir. Haziran-Temmuz ayları arası çiçeklenir. Meyvesi bakla tipi, dikdörtgenimsi şekilli, beyaz renkte ve tüylüdür.
<i>Astragalus karpitanus Boiss. & Noe.</i>	Çok yıllık, otsu bitkidir. Dik dallanmış gövde, yeşil renkte ve tüylüdür. Yaprakları açık yeşil renkte, dar ekliptik şekilli ve ince tüylüdür. Çiçekleri 5-25 çiçekli başak şeklinde, yumurtamsı-küremsi şekilli, beyaz-pembe, lavanta veya menekşe rengindedir. Tüylü, yumurtamsı şekilli meyveleri vardır.
<i>Astragalus lycius Boiss.</i>	Çok yıllık, otsu bitkidir. Yaprakları yeşil renkte, dar ekliptik şekilli ve tüylüdür. Çiçekleri çok çiçekli, küremsi veya dikdörtgeni şekilli ve tüsüzdür. Çiçek rengi pembe-mor ve çiçeklenme zamanı Mayıs-Haziran aylardır. Meyveleri dikdörtgeni şekilli ve tüylüdür.

<i>Astragalus xylobasis</i> Freyn & Bornm. var. <i>angustus</i> (Freyn & Sint.) Freyn & Bornm.	Çok yıllık, otsu bitkidir. Gövdesi dalılı, dik ve odunsu yapıdadır. Yaprakları yeşil renkte, dar ekliptik şekilli ve tüylüdür. Çiçekleri başak şeklinde, mor renkte ve tüysüzdür. Çiçeklenme zamanı Mayıs-Temmuz ayları arasındır. Meyveleri dikdörtgeni şekilli ve tüylüdür.
<i>Ebenus laguroides</i> Boiss. var. <i>laguroides</i>	Çok yıllık, otsu, gövdesi yeşil renkte, dik dalılı ve tüylüdür. Yaprakları yeşil renkte, mızraklı-ekliptik, sivri uçlu ve tüylüdür. Çiçekleri başak şeklinde, ters yumurtamsı şekilli, sivri uçlu ve tüylüdür. Rengi sarı ya da morumsu, Haziran-Temmuz arası çiçeklenmektedir. Meyveleri az tüylü, düz, küçük ve pürüzsüz tohumludur.
<i>Hedysarum pestaloziae</i> Boiss.	Çok yıllık, sürüntücü, yayılıcı bitkidir. Gövdesi yoğun tüylü ve yeşil renktedir. Yaprakları ekliptik-dikdörtgeni şekilli ve yeşil renktedir. Çiçekleri salkım şeklinde, çok çiçekli, pembe renktedir. Mayıs-Temmuz ayları arası çiçeklenir. Meyvesi bakla tipi, dikdörtgeni-ekliptik şekilli ve boğumludur.
<i>Onobrychis argyrea</i> Boiss. subsp. <i>argyrea</i>	Çok yıllık, otsu, dik, çok dalılı gövdesi yeşil renkte ve ipeksi beyaz tüyleri vardır. Yaprakları oval veya dikdörtgen şeklinde, yeşil renkte ve ipeksi tüylüdür. Çiçekleri salkım şeklinde çok çiçekli, sarı renklidir. Çiçeklenme zamanı Haziran-Temmuz ayları arasındır. Dikenli meyveleri bulunur.
<i>Onobrychis armena</i> Boiss. & Huet.)	Çok yıllık, otsu bitkilerdir. Gövdesi odunlaşmış, yeşil renkte, tüylü yada tüysüzdür. Yaprakları yeşil renkte ve ekliptik şekillidir. Çiçekleri salkım şeklinde, pembe renktedir. Mayıs-Haziran ayları arasında çiçeklenir. Meyvesi yumuşak tüylü ve yuvarlak şekillidir.
<i>Paronychia arabica</i> (L.) DC. subsp. <i>euphratica</i> Chaudhri	Çok yıllık, yayılıcı bitkilerdir. Gövde odunlaşmış, çok dalılı, yeşil-kırmızı renkte ve tüylüdür. Yaprakları kahverengimsi yeşil renkte, yumurtamsı şekilli ve tüylüdür. Çiçekleri küme şeklinde dikdörtgeni-mızraklı şekilli, beyaz renklidir. Şubat-Temmuz ayları arasında çiçeklenir.
<i>Phlomis oppositiflora</i> Boiss. & Hausskn.	Çok yıllık, otsu bitkilerdir. Gövde dik, dalılı, tüysüz ve beyaz renktedir. Yaprakları yeşil renkte ve tüylüdür. Çiçekleri sarı renkte ve tüylüdür. Çiçeklenme zamanı Haziran-Temmuz aylarıdır.
<i>Phlomis physocalyx</i> Hub.-Mor.	Çok yıllık, otsu bitkilerdir. Yaprakları koyu yeşil renkte, şeritsi-mızraklı şekilli ve tüylüdür. Çiçekleri yıldız şeklinde 4-6 çiçekli, sarı renkte ve tüylüdür. Haziran-Temmuz ayları arasında çiçeklenir. Meyveleri üçgeni-ovoid şekilli, kahverengi renkte ve tüysüzdür.
<i>Salvia cryptantha</i> Montbret & Aucher ex Benth.	Çok yıllık, çalimsı bitkilerdir. Gövde yumuşak, tüylü, dik dallanmış ve yeşil renktedir. Yaprakları tüylü, yeşil renkte, yumurtamsı-ekliptik şekillidir. Çiçekleri çan şeklinde, 4-10 çiçekli, beyaz-pembe renkli ve tüylüdür. Çiçeklenme zamanı Mayıs-Temmuz ayları arasındır. Meyveleri yuvarlak şekilli ve soluk kahverengidir.
<i>Thymus pectinatus</i> Fisch. & Mey. var. <i>pectinatus</i>	Çok yıllık, çalimsı bitkilerdir. Gövde çok dalılı, dik, kırmızı renkte tüylüdür. Yapraklar dar kaşksı, küt uçlu ve etli yapıdadır. Çiçekleri çan şeklinde, tüylü, pembe-mor renkte ve Temmuz-Eylül ayları arasında çiçeklenmektedir.
<i>Wiedemannia orientalis</i> Fisch. & Mey.	Tek yıllık, otsu bitkidir. Dik, çok dalılı gövde, kırmızımsı renkte ve tüylüdür. Yapraklar yeşil renkte, dikdörtgeni şekilli, dişli ve tüylüdür. Çiçekleri çan şeklinde, çok çiçekli, eflatun, açık mor ve pembe renktedir. Nisan-Haziran arası çiçeklenir.
<i>Glaucium acutidentatum</i> Hausskn. & Bornm.	Çok yıllık, otsu bitkilerdir. Gövde sık dalılı, yeşil renkte ve tüysüzdür. Yapraklar yeşil-soluk yeşil renkte, derin parçalı ve tüysüzdür. Çiçekler oval şekilli, sarı-turuncu renklidir. Mayıs-Haziran aylarında çiçeklenir. Tohumları böbreksi şekilli, siyahımsıkahverengidir.
<i>Delphinium venulosum</i> Boiss.	Tek yıllık, kazık köklü ve otsu bitkidir. Gövde dik, dallanmış ve silindirik şekilli, mat yeşil-mavi renkli ve tüylüdür. Yaprakları yeşil renkte, ekliptik, parçalı ve damarlıdır. Çiçekleri çok çiçekli, parlak menekşe mavisi rengindedir. Çiçeklenme zamanı Temmuz-Ağustos ayları arasındır.
<i>Galium cilicicum</i> Bois	Çok yıllık, odunsu bitkidir. Gövde yatık, sarımsı yeşil renktedir. Yapraklar 6'lı sarmallar halinde, pürüzlü, yeşil renktedir. Çiçekler başak şeklinde, mızraklı şekilli, beyaz renktedir.

<i>Scrophularia lepidota</i> Boiss.	Çok yıllık, gövde çok gövdeli, grimsi yeşil renkte ve tüylüdür. Çiçekler 1-5 çiçekli dikdörtgenimsi linear şekillidir.
<i>Crocus danfordiae</i> Maw.	Çok yıllık, soğanlı bitkidir. Yapraklar dik, linear şekilli, koyu yeşil renklidir. Çiçekler parçalı, tüysüz, beyaz, sarı veya soluk mavidir. Çiçeklenme zamanı Şubat-Mart aylarıdır.
<i>Iris galatica</i> Siehe	Çok yıllık, soğanlı bitkidir. Gövde neredeyse yok, yapraklar tarafından tamamen gizlenmiş, çiçeklenmeden sonra fark edilir derecede uzamıyor. Yapraklar dik, linear şekilli, yeşil renkte ve pürüzlüdür. Çiçekler geriye doğru bükülmüş, ters mızraklı şekilli, kırmızimsi-eflatun, yeşilimsi-sarı veya soluk gümüşümsü-eflatun renklidir. Mart nisan aylarında çiçeklenir.
<i>Allium sivasicum</i> N.Özhatay & Kollmann	Çok yıllık, soğanlı bitkidir. Gövde ince kavisli, yeşil renklidir. Yeşil renkli yapraklara sahiptir. Çiçekler çan şeklinde salkım formunda, pembe mor renklidir. Mayıs-Haziran aylarında çiçeklenir.
<i>Hyacinthella acutiloba</i> K.M.Perss. & Wendelbo	Çok yıllık, soğanlı bitkidir. Gövde dik, yeşil kahverengimsi renktedir. Yapraklar tüysüz, dikdörtgen-eliptik şekilli, yeşilimsi hafif veya benekli morumsu renktedir. Çiçekler çan şeklinde salkım formunda çok çiçekli, mor mavi renktedir. Çiçeklenme zamanı Nisan-Mayıs aylarıdır. Küremsi şekilli meyveleri vardır.
<i>Muscari anatolicum</i> Cowley & N.Özhatay	Çok yıllık, soğanlı bitkidir. Linear şekilli koyu yeşil yaprakları vardır. Çiçekleri çok çiçekli, çan şeklinde, siyahımsı mavi renktedir. Nisan-Haziran ayları arasında çiçeklenir.
<i>Muscari aucheri</i> (Boiss.) Baker	Çok yıllık, soğanlı bitkidir. Yapraklar dik-yayık veya oraksı, tersmızraklı şekilli, mavimsi-yeşil renktedir. Çiçekler salkım şekilli, küremsi ile ters yumurtamsı şeklinde, hoşkokulu, mavi renktedir. Çiçeklenme zamanı Nisan-Haziran ayları arasındadır.
<i>Ornithogalum alpigenum</i> Stapf.	Tek yıllık, gövdesi tüysüz, koyu yeşil yapraklar dar şeritsi ile ipliksi çizgilidir. Çiçekler çok çiçekli, oval şekilde ve beyaz renktedir. Nisan-Temmuz aylarında çiçeklenir. Kapsül şeklinde meyveleri vardır.

(Akçelik, 2009, Alıcı, 2019, Arslan, 2016, Burcu, 2022, Canlı, 2018, Ceylan, 2018, Çaycı, 2019, Çepe, 2022, Fırat, 2023, Genli, 2024, Görgülü, 2012, Gürcan, 2011, Merttürk, 2021, Orakçı, 2014, Ortakçı, 2020, Öztürk, 2007, Sarı, 2023, Sezer, 2012, Tekin ve Meriç, 2013, Tekin ve ark., 2013, Temirtürk, 2017, Türker, 2014, Yalçınkaya, 2017, URL-10,11.....36'dan yararlanarak).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Kaz Gölü florasındaki endemik bitkilerin peyzajda kullanım alanları belirlemek, bitkilerin korunmasını, tanıtılmasını ve ekonomik olarak üretilip değerlendirilmesine katkı sağlamak amacıyla yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen belirgin sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Bitkilerin familya, fitocoğrafik bölge ve tehlike kategorisine ait bulgular incelendiğinde; Kaz Gölü Florasında tespit edilen 49 adet endemik bitkinin %72'si LC (En az endişe verici), %16'sı NT (Tehdit altına girebilir), %12'si VU (Hassas) tehlike kategorisinde yer almaktadır. NT ve VU tehlike kategorisinde bulunan bitkiler koruma altına alınmalı, bitkilere uygun çoğaltma yöntemleri (tohumla, çelikle veya doku kültürü) belirlenmeli, bitkiler tamamen yok olmadan korunması ve çoğaltılması sağlanmalıdır.

Bitkilerin ekolojik istekleri hem peyzaj tasarımlarında hemde yetiştirilicisinde önemli bir yere sahiptir. Bitkiler ekolojik isteklerini tam olarak

karşıladıklarında gelişimleri, hastalık-zararlılara dayanımları, estetik ve fonksiyonellik özelliklerini tam olarak yerine getirebilmektedirler. Bitkilerin habitat ve ekolojik isteklerine ilişkin bilgiler incelendiğinde bitkilerin %63'ünün kara bitkisi, % 19'unun hem kara hem su içi bitkisi, % 18'inin ise su kıyısı bitkisi olduğu tespit edilmiştir. Ekolojik isteklerinde toprak isteği bakımından bitkiler çok çeşitlilik göstermektedir. Bitkilerin toprak isteği bakımından çeşitlilik göstermesi farklı kullanım alanları için bitkilerin önerilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca bir bitkinin aynı anda farklı kullanım alanları içinde uygun olduğu tespit edilmiştir. Ancak yerli ve yabancı kaynaklardan yapılan incelemeler sonucunda bitkilerin ekolojik istekleri hakkında yeterli bilimsel verilere ulaşılamamıştır. Bu bitkilerle yapılacak çalışmaların artması literatürdeki boşlukların giderilmesi için büyük önem taşımaktadır.

Bitkileri peyzaj tasarımında ve yetiştiriciliğinde ekolojik isteklerinin yanında renk, şekil, doku ve ölçü gibi estetik özellikleri de dikkate alınmalıdır. Yapılan bu çalışmada tablo 7'de verilen endemik bitkilerin morfolojik özelliklerine ait bulgulara bakıldığında bitkiler birden fazla peyzaj alanlarında kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanındaki bitkiler ekolojik istekleri, morfolojik özellikleri ve şekil 2'de verilen görselli göz önüne alınarak tablo 8'de verilen peyzajda öneri kullanım alanları geliştirilmiştir.

Tablo 8. Bitkilerin Peyzajda Öneri Kullanım Alanları

Latince Adı	Peyzajda Öneri Kullanım Alanları
<i>Ferulago platycarpa</i> Boiss. & Bal.	Peyzaj Restorasyonu, Su İçi Ve Su Kıyısı Bitkisi
<i>Astragalus karpitanus</i> Boiss. & Noe.	Peyzaj Tasarımları
<i>Achillea setacea</i> Waldst. & Kit.	Peyzaj Tasarımları, Peyzaj Restorasyonu, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar, Kuru Çiçek
<i>Astragalus lycius</i> Boiss.	Peyzaj Tasarımları, Kesme Çiçekler
<i>Astragalus xylobasis</i> Freyn & Bornm. var. <i>angustus</i> (Freyn & Sint.) Freyn & Bornm.	Peyzaj Tasarımları
<i>Centaurea sivasica</i> Wagenitz	Peyzaj Tasarımları, Peyzaj Restorasyonu, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar, Kuru Çiçek
<i>Crepis macropus</i> Boiss. & Heldr.	Peyzaj Tasarımları, Peyzaj Restorasyonu, Yer Örtücü Bitki
<i>Ebenus laguroides</i> Boiss. var. <i>laguroides</i>	Peyzaj Tasarımları, Kesme Çiçekler
<i>Helichrysum chionophilum</i> Boiss. & Bal.	Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar, Yer Örtücü Bitki
<i>Hedysarum pestalozzae</i> Boiss.	Peyzaj Tasarımları, Peyzaj Restorasyonu, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar, Kesme Çiçekler
<i>Helichrysum noeanum</i> Boiss.	Kurakçıl Peyzaj, Sorunlu Alanlar, Yer Örtücü Bitki
<i>Onobrychis argyrea</i> Boiss. subsp. <i>argyrea</i>	Peyzaj Tasarımları, Kıyı Alanları, Su İçi Ve Su Kıyısı Bitkisi

<i>Scorzonera tomentosa L.</i>	Peyzaj Restorasyonu, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar, Su İçi Ve Su Kıyısı Bitkisi, Yer Örtücü Bitki
<i>Onobrychis armena Boiss. & Huet.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kıyı Alanlar, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar, Su İçi Ve Su Kıyısı Bitkisi
<i>Taraxacum revertens G.Hagl.</i>	Peyzaj Restorasyonu, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri
<i>Paronychia arabica (L.) DC. subsp.euphratica Chaudhri</i>	Peyzaj Tasarımları, Peyzaj Restorasyonu, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar, Yer Örtücü Bitki
<i>Onosma sintenisii Hausskn. ex Bornm.</i>	Peyzaj Tasarımları, Peyzaj Restorasyonu, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar
<i>Phlomis oppositiflora Boiss. & Hausskn.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri
<i>Paracaryum racemosum (Schreb.) Britten var. rasemosum</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri
<i>Phlomis physocalyx Hub.-Mor.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri
<i>Alyssum macropodium Boiss.& Bal. var. macropodium</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Yer Örtücü Bitki
<i>Salvia cryptantha Montbret & Aucher ex Benth.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kesme Çiçekler
<i>Alyssum pseudomouradicum Hausskn. & Bornm. ex Baumg</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj, Yer Örtücü Bitki
<i>Thymus pectinatus Fisch. & Mey. var.pectinatus</i>	Peyzaj Restorasyonu, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri
<i>Chrysocamela noeana Boiss. (Boiss.)</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar
<i>Wiedemannia orientalis Fisch. & Mey.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Yer Örtücü Bitki
<i>Hesperis cappadocica Fourn.</i>	Kıyı Alanlar, Su İçi Ve Su Kıyısı Bitkisi
<i>Glaucium acutidentatum Hausskn. & Bornm.</i>	Peyzaj Tasarımları, Sorunlu Alanlar
<i>Isatis glauca Aucher ex Boiss. subsp. iconia (Boiss. et Heldr.) Davis</i>	Peyzaj Tasarımları, Sorunlu Alanlar
<i>Delphinium venulosum Boiss.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar, Kesme Çiçekler
<i>Matthiola anchoniifolia Hub.-Mor.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Kesme Çiçekler
<i>Galium cilicicum Bois</i>	Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Yer Örtücü Bitki
<i>Thlaspi bornmuelleri (Rech.) Hedge.</i>	Kıyı Alanlar, Su İçi Ve Su Kıyısı Bitkisi
<i>Scrophularia lepidota Boiss.</i>	Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Yer Örtücü Bitki
<i>Gypsophilla eriocalyx Boiss.</i>	Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Kesme Çiçekler, Kuru Çiçekler
<i>Crocus danfordiae Maw.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Yer Örtücü Bitki
<i>Minuartia anatolica (Boiss.) Woron. Var. tetrasticha McNeill</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar
<i>Iris galatica Siehe</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj, Yer Örtücü Bitki
<i>Minuartia corymbulosa (Boiss. & Bal.) Mc Neill. var.corymbulosa</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar
<i>Allium sivasicum N.Özhatay & Kollmann</i>	Peyzaj Tasarımları, Kıyı Alanlar, Su İçi Ve Su Kıyısı Bitkisi
<i>Silene caryophylloides (Poir.) Oth subsp. masmenaea (Boiss.) Coode & Cullen</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Sorunlu Alanlar
<i>Hyacinthella acutiloba K.M.Perss. & Wendelbo</i>	Kesme Çiçekler
<i>Astragalus campylosema Boiss. subsp. campylosema</i>	Peyzaj Tasarımları, Kesme Çiçekler
<i>Muscari anatolicum Cowley & N.Özhatay</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Yer Örtücü Bitki

<i>Astragalus christianus L.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kesme Çiçekler
<i>Muscari aucheri (Boiss.) Baker</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri, Yer Örtücü Bitki
<i>Astragalus dipsaceus Bunge.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kesme Çiçekler
<i>Ornithogalum alpigenum Stapf.</i>	Kıyı Alanlar, Su İçi Ve Su Kıyısı Bitkisi
<i>Astragalus karamasicus Boiss. & Bal.</i>	Peyzaj Tasarımları, Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri

Tablo 8’de kullanım alanı olarak “Peyzaj Tasarımları” için önerilen bitkiler, gösterişli çiçekleri, farklı dönemlerde çiçeklenme özellikleri ile kent içi açık ve yeşil alanlar, çiçek parterleri, balkon, teras ve çatı düzenlemeleri, dikey bahçeler, kavşak ve refüjler, tematik bahçeler, koleksiyon bahçeleri gibi alanlara uygun görülmüştür. “Kıyı Alanları” için önerilen bitkiler, yaşam ortamları dikkate alınarak dere/nehir/göl/ deniz kıyıları, kumullar, plajlarda kullanım olanağına sahiptir. Kuvvetli kök oluşturma özellikleri ile “Peyzaj Restorasyonu” için önerilen bitkiler de doğa onarımı, erozyon kontrolü, kumul stabilizasyonu, taş ocakları, otoyollar/taşlı yollar/demir yolları, atık depolama alanlarında kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Yaşam ortamları taşlık kayalık olan bitkiler “Kurakçıl Peyzaj Düzenlemeleri” için uygun görülmüş olup, bu bitkiler kurak alanlar, kaya/taş bahçeleri, taş çitler, çiçek tarhlarında kullanılabilir. Yine yaşam ortamları dikkate alınan bazı bitkiler de peyzajda “Sorunlu Alanlar” olarak tanımlanan uçurumlar, dik yamaçlar, toprak yetersizliği olan alanlar, taşkın yataklarında kullanılabilirler. Uzun çiçek sapına sahip ve aynı zamanda gösterişli çiçekleri olan bazı bitkiler “Kesme Çiçekler” kategorisinde potansiyel bitkiler olarak görülmüş olup, bu bitkiler de sepet, demet, çelenk, buket düzenlemelerinde değerlendirilme potansiyelindedirler. Küçük ve aynı zamanda dekoratif dallanma özelliğinde olan bitkiler “Kuru Çiçek” olarak değerlendirilebilirler. Bu bitkiler de kuru çiçeklerle vazo, buket düzenlemeleri, kuru çiçeklerde çeşitli boyama teknikleri ile renklendirme olanağına sahip görülmüşlerdir. Gelişmelerini su içi ve kıyısında süredüren bitkiler “Su içi ve su kıyısı bitkisi” olarak biyolojik gölet, su bahçesi, bitki havuzlarında kullanım potansiyeline sahiptirler. Boyları itibari ile fazla boylanmayan, sık doku oluşturma özelliğindeki bitkiler ise “Yer örtücü bitki” kategorisinde değerlendirilmiş olup bu bitkiler de yer örtücü alan tesislerinde kullanım olanağı bulabilecek bitkilerdir.

Tüm bu bitkiler tespit edilen peyzajda kullanım potansiyellerine göre yetiştirilmesi için üreticilere tanıtılmalı, üniversite, tarımsal araştırma enstitüleri ve diğer üretime katkı sağlayan kurum ve kuruluşlarla iş birliği

yapılarak bu bitkilerin kullanım alanları tablo 8'deki gibi genişletilmeli, bitkilerin ekolojik, morfolojik, estetik ve işlevsel özelliklerine ait literatürde bulunan eksikliklerin tamamlanması için çalışmalar yürütülmelidir.

KAYNAKÇA

- Acir, N., Günal, H., Mutlu, N., Cankar, S., Akyol, N. (2013). Drenaj Faaliyetleri Sonrası Kaz Gölü Çevresindeki Toprak Özellikleri ve Vejetasyonun Mesafeye Bağlı Değişimleri. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi Tokat, syf: 626-633.
- Akçelik, E. (2009). Bazı Yabani Korunga (*Onobrychis* sp.) Türlerinin Kromozom Sayılarının Tespiti ve Karyotip Analizi. (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alıcı, E. (2019). Türkiye’ de Yayılış Gösteren Bazı Taksonların Tohum Morfolojileri. (Yüksek Lisans Tezi) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Anonim, (2013). Kaz Gölü Sulak Alan Alt Havzası Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Alt Projesi Raporu Kitabı. Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Arslan, G. (2016). *Crepis* L. Cinsine Ait Bazı Taksonların Aken Anatomisi.(Yüksek Lisans Tezi)Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Burcu, G. (2022). Doğu Ballıbabası (*Wiedemannia Orientalis*) Bitkisinin Su Ekstraktlarının in Vitro Sitotoksik Potansiyelinin İncelenmesi.(Yüksek Lisans Tezi) Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu
- Canlı, C. (2018). Bazı Endemik *Centaurea* L. (*Asteraceae*) Türlerinin Fitokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ve İlaç Sanayinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi) Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ceylan, A. E. (2018). Endemik *Muscari Turcicum* UYSAL, ERTUĞRUL&DURAL ve *Muscari Vuralji* Y. BAĞCI&DOĞU Türlerinin Morfolojik, Karyolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çaycı, A. (2019). Farklı Jips Konsantrasyonlarında *Gypsophila eriocalyx* Boiss’in Ekofizyolojik ve Anatomik Adaptasyonları.Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı

- Çelik Çanga, A.(2021). Usage Potential Of Plants From Coastal Dunes In Sustainable Landscape Architecture Practices. Fresenius Environmental Bulletin, 30/11: 11621-11633.
- Çepe, Z. (2022).Eskişehir ve Çevresinde Yetişen Bazı Delphinium L. (Ranunculaceae) Taksonlarının Morfolojik ve Anatomik Özellikleri. (Yüksek Lisans Tezi)Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Dilaver, Z. (2001). Ayaş Beli ve çevresi doğal bitki örtüsü örneklerinin peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi üzerinde bir araştırma. (Basılmamış Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dönmez, Ş., Çakır, M., Kef, Ş. (2016). Bartın'da Yetişen Bazı Tıbbi Aromatik Bitkilerin Peyzaj Mimarlığında Kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi, 1(2), 1-8.
- Fırat, M., (2023). Bahçesayar'ın (Van) Doğal Yem Bitkilerinin Taksonomisi, Bazı Türlerin Dönemsel Besin Madde İçerikler ve İn Vitro Sindirim Değerleri. (Doktora Tezi)Van Yüzüncüyıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Genli, G., Tekbudak Kaya, İ., Mükemre M. (2024). Van İli'nde Astragalus L. Cinsine Ait Bazı Endemik Taksonların Taksonomik Özellikleri ve Dağılımları. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 29(1), 62-87.
- Görgülü, E. (2012). İç Anadolu Bölgesinde Yetişen İstatis glauca'nın Genetik Çeşitliliğinin Moleküler İşaretleyicilerle Karakterizasyonu.(Yüksek Lisans Tezi)Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Günel, N.(2013). Türkiye'de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerindeki Etkileri. Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi, Yıl V, Sayı 1.
- Gürcan, H. (2011),Eskişehir ve Çevresinde Yetişen Bazı Salvia L. Türleri Üzerinde Anatomik ve Palinolojik Araştırmalar ile Kimyasal ve Biyolojik Aktivite Çalışmaları. (Yüksek Lisans Tezi) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Merttürk, N. (2021). Bazı Lamiaceae Türlerinin Odun Anatomisi Özellikleri. (Yüksek Lisan Tezi) Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Artvin.

- Karahan, F. ve Yılmaz, H. (2001). Erzurum ve Yakın Çevresinde Peyzaj Planlama Çalışmalarında Değerlendirilebilecek Bazı Alpin Bitkilerin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 25(4), 225-233.
- Kaşif, B. (2023). Geyve ve Çevresinin Doğal Bitkilerinin Tespiti ve Peyzajda Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi. (Doktora Tezi) İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Oudolf, P. ve Gerritsen, H. (2019). *Planting the Natural Garden*. Portland: Timber Press, Inc.
- Orakçı, M. (2014). *Ebenus Loguroides Boiss. Var. Laguroides, Inula Thapsoides Subsp. Thapsoides ve Onosma sericeum Bitkilerinin İn Vitro Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi*.(Yüksek Lisans Tezi)Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Ortakçı, G. (2020). Elazığ (Maden)'da İşletmesi Devam Eden ve Amasya (Gümüşhacıköy)'da İşletmesi Bitmiş Olan Maden Sahalarındaki Bazı Bitkilerde Ağır Metal Bioakümülyasyonları(Yüksek Lisans Tezi) Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.
- Öztürk, D. (2007). Eskişehir ve Çevresinde Doğal Yayılış Gösteren Bazı Ornithogalum L. Türleri Üzerine Morfolojik, Anatomik ve Sitotaksonomik Çalışmalar. (Yüksek Lisans Tezi) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Sarı, A. (2023). Kahramanmaraş İlindeki Hedysarum L. (Fabaceae) Türleri Üzerine Taksomik Araştırmalar.(Yüksek Lisans Tezi) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Sezer, G. (2012). *Phlomis Physocalyx ve Phlomis Oppositiflora Türlerinde Genetik Varyasyonun Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Tekin, M., Meriç, Ç. (2013). Morphological and Anatomical Investigations on Endemic Hyacinthella Acutiloba in Turkey Biological Diversity and Conservation 6(1), 161-168.
- Tekin, M., Yılmaz, G., Martin, E.(2013). Morphological, Anatomical and Palynological Studies on Endemic Matthiola anchoniifolia Hub-Mor (Brassicaceae). *Not Sci Biol*, 5(2), 163-168.

- Temirtürk, M.(2017).Bazı Endemik Astragalus Türlerinin Fitokimyasal Analizi ve Biyolojik Aktivitelerinin İncelemesi.(Yüksek Lisans Tezi) Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Türker, Z. (2014). Türkiye’ de Yayılış Gösteren Paronchia Mill. Cinsine Ait Bazı Taksonların nrDNA ITS Bölgeleri Bakımından Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi) Akdeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Tırnakçı, A. ve Aklıbaşında, M. (2023). Doğal Bitki Türlerinin Kentsel Alanlardaki Bitkisel Tasarımlarda Kullanımı. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 24(1), 167-177.
- Tunç, U. (2019). Kazova ve Çevresinin (Tokat-Merkez- Pazar- Turhal) Florası Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Tuttu, G., Aytaş, İ., Dilaver, Z. (2019). Use opportunities of some natural herbaceous plants of Cankiri province in landscape applications. International Journal of Scientific and Technological Research, 5 (3), 136-147.
- Ünsal T. ve Çelik Çanga A. (2023). Evaluation Of Tokat City Park In Terms Of Xeriscape Desing Approaches. İnternational Journal of Landscape Architecture Research, 7(1), 54-74.
- Yalçınkaya, R. (2017). Kırıkkale Üniversitesi Kampüs Alanında Yayılış Gösteren Caryophllaceae familyasına ait bazı Türlerde Moleküler Taksomik Bir Çalışma.(Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Zeybek, H. İ. (2005). Kaz Gölü Ekosistemi (Tokat). Türkiye Kuvaterner Sempozyumu, TURQVA-V, İstanbul Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, syf: 235-240.

İNTERNET KAYNAKLARI

- URL-1:<https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/tokat/TurizmAktiviteleri/tokat-kaz-golu--yaban--hayati--gelistirme--sahasi-kus--cenneti> E.T: 30.03.2023
- URL-2: <https://www.setav.org/> E.T: 04.08.2024
- URL-3:<https://tr.m.wikipedia.org/> E.T: 04.08.2024
- URL-4:<https://www.kampingturkiye.com/kaz-golu-p>
KzNUOTJ1MmNOdDczVjdvSFpsbnkrdz09# E.T: 04.08.2024

- URL-5: <http://www.tokat.gov.tr/kaz-golu> E.T:26.03.2023
- URL-6: <http://www.tokat.gov.tr/> E.T: 30.03.2023
- URL-7: <http://www.tokat.gov.tr/tokatta-tarim-toprak-ve-turizm> E.T: 28.01.2024
- URL-8: <http://www.turhal.gov.tr> E.T: 30.03.2023
- URL-9: <http://www.tokatpazar.gov.tr> E.T: 30.03.2023
- URL-10: <https://turkiyebitkileri.com> E.T.20.11.2023
- URL-11: <https://www.florاناتolica.com> E.T: 19.12.2023
- URL-12: <http://ibuflora.ibu.edu.tr/> E.T:10.12.2023
- URL-13: <http://yabanicicekler.com/> E.T: 31.07.2024
- URL-14:<http://yabanibitkilerimiz.blogspot.com/> E.T: 31.07.2024
- URL-15: <http://www.vanherbaryum.yyu.edu.tr/> E.T: 11.08.2024
- URL-16:<https://botany.cz/cs/> E.T: 06.08.2024
- URL-17: <https://species.wikimedia.org/> ET: 29.12.2023
- URL-18: <https://powo.science.kew.org/> ET:06.01.2024
- URL-19: <https://www.biyologlar.com/> E.T: 06.08.2024
- URL-20: <http://navigate.botanicgardens.org> E.T: 06.08.2024
- URL-21: <https://www.ukwildflowers.com/> ET: 02.08.2024
- URL-22: <https://public.fotki.com> E.T: 02.08.2024
- URL-23: <http://www.westafricanplants.senckenberg.de/> E.T: 31.07.2024
- URL-24:http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=hizli_ara E.T:
31.12.2023
- URL-25: <https://www.alpinegardensociety.net/> E.T: 19.12.2023
- URL-26: <https://biodiversity.ly/> E.T: 31.07.2024
- URL-27: <https://www.chateau-perouse.com/fr/index-fr> E.T: 20.12.2023
- URL-28: <http://crocusmania.blogspot.com/> E.T: 21.12.2023
- URL-29: <https://evrimagaci.org/> E.T:21.12.2023
- URL-30: <https://flora.kadel.cz/index.html> E.T:18.12.2023
- URL-31: <https://www.floraofqatar.com/index.htm> E.T:31.07.2024
- URL-32: <https://www.gardenia.net> E.T: 02.08.2024
- URL-33: <https://www.inaturalist.org/> E.T: 31.07.2024
- URL-34: <https://kocaelibitkileri.com/> E.T: 12.12.2023
- URL-35: <https://www.nijssenbulbs.com> E.T:10.12.2023
- URL-36: <https://tr.wikipedia.org> E.T:21.12.2023

BÖLÜM XV
HİDROLOJİK MODELLERİN DEĞERLENDİRME
KRİTERLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14483594>

¹¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye. saniye.140100@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-3908-7070

GİRİŞ

Bilgisayar tabanlı havza modelleri, su kalitesi, su miktarı ve toprak kalitesi üzerindeki uzun vadeli etkileri simüle ederek havza süreçlerinin ve yönetim uygulamalarının analizinde önemli avantajlar sağlar. Bu modeller, hem zaman hem de maliyet açısından kayda değer tasarruflar sunmanın yanı sıra, farklı koruma programlarının etkilerini değerlendirme ve tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü spesifik havzalar için en uygun koruma stratejilerini belirleme olanağı tanır. Böylece, su ve toprak kalitesinin bozulmasını önlemeye yönelik politika geliştirme süreçlerine de katkıda bulunurlar.

Modellerin çeşitli düzenleme ve araştırma faaliyetlerinde kullanılabilmesi için bilimsel açıdan sağlam, dayanıklı ve savunulabilir olmaları kritik öneme sahiptir. Bu özellikler, model çıktılarının güvenilirliğini artırır ve karar alma süreçlerinde etkili bir araç olarak kullanılmalarını sağlar. Bu nedenle, modellerin sadece mevcut durumu simüle etmesi yeterli değildir. Aynı zamanda doğru kararlar alabilmek için performanslarının değerlendirilmesi de büyük önem taşır.

Hidroloji uzmanlarının model performansını değerlendirme gereksinimi, birkaç önemli nedene dayanmaktadır:

1. Modelin havza davranışlarını yeniden üretme yeteneğini nicel olarak tahmin etmek: Geçmiş ve gelecekteki havza süreçlerinin doğru bir şekilde simüle edilip edilemediğini değerlendirmek, modelin güvenilirliğini ve uygulanabilirliğini ortaya koymak için kritik bir adımdır.

2. Modelleme yaklaşımındaki iyileştirmeleri değerlendirmek: Model parametrelerinin ayarlanması, model yapısının değiştirilmesi, ek gözlemsel verilerin eklenmesi ve havzanın mekânsal ve zamansal özelliklerinin daha iyi temsil edilmesi yoluyla yapılan iyileştirmelerin etkilerini ölçmek için bir araç sağlar. Bu süreç, modelin doğruluğunu ve uygulanabilirliğini artırmayı hedefler.

3. Mevcut modelleme çabalarını önceki çalışmalarla karşılaştırmak: Model performansının değerlendirilmesi, önceki çalışmalara kıyasla hangi ilerlemelerin sağlandığını anlamak ve mevcut yaklaşımların güvenilirliğini ölçmek açısından önemlidir. Bu karşılaştırma, modelleme süreçlerinin sürekli gelişimini destekler.

Duyarlılık analizi, model çıktılarındaki değişimlerin, model girdilerindeki (parametrelerdeki) değişikliklere nasıl tepki verdiğini belirleme

sürecidir. Bu süreç, kalibrasyon için kritik olan parametreleri ve bu parametrelerin model üzerindeki etkilerini belirlemek açısından önemlidir. Duyarlılık analizi sayesinde, model çıktılarının hangi parametrelere daha duyarlı olduğu tespit edilerek kalibrasyon sırasında bu parametrelere odaklanılır ve hassas bir şekilde ayarlanır. Böylece modelin performansı optimize edilerek, hem modelin gerçek durumu daha iyi yansıtması sağlanır hem de güvenilir sonuçlar elde edilir.

Model kalibrasyonu, belirli varsayımlar altında model tahminlerinin gözlenen gerçek verilerle karşılaştırılması ve bu doğrultuda model parametrelerinin ayarlanması sürecidir. Kalibrasyonun amacı, modelin mevcut sistemi en iyi şekilde temsil etmesini sağlamaktır. Kalibrasyon süreci şu adımlarla gerçekleştirilir:

- Model tahminleri gözlenen gerçek verilerle karşılaştırılır.
- Elde edilen farklar veya hatalar doğrultusunda model parametreleri ayarlanır.
- Parametre değişiklikleri ile model çıktılarının gözlemlerle uyumu iyileştirilir.
- Bu işlem, modelin performansı istenen düzeye gelene kadar tekrarlanır.

Model validasyonu (doğrulama), kalibrasyon sürecinde belirlenen parametreler kullanılarak modelin test edilmesi sürecidir. Kalibrasyondan sonra model, daha önce kullanılmamış bağımsız bir veri seti ile test edilir. Validasyonun temel amacı, kalibre edilmiş modelin gerçek sistem davranışını ne kadar iyi yansıttığını değerlendirmektir. Validasyon süreci şu adımlarla gerçekleştirilir:

- Kalibre edilmiş model, kalibrasyonda kullanılmayan bağımsız bir veri seti ile çalıştırılır.
- Model çıktıları, bağımsız gözlem verileriyle karşılaştırılır.
- Model performansının kabul edilebilir sınırlar içinde olup olmadığı değerlendirilir.

Hidrolojik modeller, yağış-akış ilişkilerini simüle etmek için kullanılan, matematiksel ve kavramsal araçlardır. Bu modeller, genellikle diferansiyel denklemler ve empirik ilişkiler üzerine kurulur ve havzanın fiziksel özellikleri, bitki örtüsü, toprak tipi gibi birçok faktörü dikkate alır. Model doğrulama, modelin gerçek dünyadaki gözlemlerle ne kadar uyumlu olduğunu

belirlemek için kritik öneme sahiptir. Bu süreçte, modelin tahminleri, gözlemlenen akım verileri ile karşılaştırılır ve istatistiksel testler uygulanır. Modelin başarısız olması durumunda, model parametreleri yeniden ayarlanır veya model yapısında değişiklikler yapılır. Yinping ve ark. (2006), hidrolojik modellerin farklı ölçeklerde ve zaman dilimlerinde çalışabileceğini vurgulamıştır. ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA, 2002) ise, model değerlendirme sürecinin sistematik bir şekilde yürütülmesi gerektiğini belirterek, modelin kabulü, reddi veya revizyonu için net kriterler sunmuştur. Hidrolojik modeller, su kaynakları yönetimi, sel tahminleri ve iklim değişikliği etkilerinin değerlendirilmesi gibi birçok alanda önemli bir araçtır. Amerikan İnşaat Mühendisleri Birliği (ASCE, 1993) ise, model değerlendirme kriterlerinin açık bir şekilde tanımlanması gerektiğine dikkat çekmiştir. Ancak, bu konuda ortak kabul görmüş bir rehber henüz oluşturulmamıştır. Bununla birlikte, model değerlendirmesi için belirli istatistiksel yöntemler ve performans ölçütleri geliştirilmiş ve kullanılmıştır (Donigian vd., 1983; Ramanarayanan vd., 1997; Gupta vd., 1999; Motovilov vd., 1999; Saleh vd., 2000; Santhi vd., 2001; Singh vd., 2004; Bracmort vd., 2006; Van Liew vd., 2007).

Bununla birlikte, bu performans ölçütleri model ve proje özelinde geliştirilmiştir. Modellerin performansını değerlendirmek ve farklı modelleri karşılaştırmak için standartlaştırılmış rehberlere duyulan ihtiyaç halen devam etmektedir.

Birçok çalışma, model değerlendirme istatistiklerini incelemiştir (Willmott, 1981; ASCE, 1993; Legates ve McCabe, 1999). Ancak bu çalışmalar, son dönemlerde geliştirilen yeni istatistiksel yöntemleri (Wang ve Melesse, 2005; Parker vd., 2006) kapsamamaktadır.

Daha da önemlisi, önceki çalışmaların hiçbiri, kullanılan her bir istatistik için kabul edilebilir değer aralıklarına ilişkin rehberlik sunmamaktadır. Bu da, model sonuçlarının değerlendirilmesinde ortak bir referans noktası eksikliğine yol açmaktadır.

Borah ve Bera (2004), hidrolojik ve noktasal olmayan kaynak model uygulamalarında kullanılan çeşitli istatistikler için örnek değerler sunmuştur. Bununla birlikte, modelleme yapan araştırmacıların bu istatistikler için performans derecelendirmelerini belirlemelerine yardımcı olacak daha ayrıntılı ve kapsamlı analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Hidrolik model

performansının değerlendirilmesi hem öznel hem de nesnel yaklaşımlar gerektirir. Bu süreç, hidrologun modelin simüle ettiği davranışın (genellikle akarsu akımı) gözlem verilerine ne kadar yaklaştığını değerlendirmesiyle başlar.

Öznel Değerlendirme: Model performansını değerlendirmenin en temel ve yaygın yaklaşımı, simüle edilmiş ve gözlenmiş hidrografların görsel incelenmesidir. Bu yöntemle hidrolog, modelin genel eğilimlerini gözlemleyerek, aşağıdaki sistematik ve dinamik davranışlarla ilgili öznel bir değerlendirme yapabilir:

- **Sistematik davranışlar:** Modelin genel olarak su akışını aşırı veya eksik tahmin etmesini inceler.

- **Dinamik davranışlar:** Zamanlama, akışın hızla arttığı kısım, akışın azaldığı kısım ve taban akımı gibi hidrograf özelliklerinin modelde ne kadar doğru temsil edildiğini açıklamaktadır.

Nesnel Değerlendirme: Nesnel bir değerlendirme yapabilmek için matematiksel tahminler ve performans kriterleri gereklidir. Nesnel değerlendirme, simüle edilmiş ve gözlenmiş hidrolik değişkenler (örneğin, akarsu akımı) arasındaki hataların matematiksel analizine dayanır. Bu süreç, modelin doğruluğunu ölçmek ve hataları objektif bir şekilde değerlendirmek amacıyla kullanılan çeşitli istatistiksel yöntemler ve performans metrikleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Bu iki yaklaşımın birlikte kullanılması, modelin güvenilirliğini daha kapsamlı bir şekilde değerlendirerek, hem modelin genel eğilimlerini hem de spesifik dinamik süreçlerini doğru bir şekilde anlamayı sağlar.

Bir model simülasyonunun gözlemlerle ne derece uyum içinde olduğunu nicel olarak ölçen kriterler, performans değerlendirme kriterleri olarak adlandırılır (Engel ve ark., 2007). Genellikle birçok performans değerlendirme kriteri, her bir zaman adımında simüle edilen ve gözlemlenen değerler arasındaki hata miktarını toplar ve bu hata, gözlem değerlerindeki değişkenliğe göre normalize edilir. Hataların zıt işaretlerle birbirini dengelemesini önlemek amacıyla, çoğunlukla mutlak veya karelenmiş hata toplamları kullanılır. Böylece, daha büyük hatalara daha fazla ağırlık verilirken küçük hatalar daha az önem kazanmaktadır.

Yüksek akarsu akımı değerlerine ilişkin hatalar, daha düşük değerlere kıyasla genellikle daha büyük olduğundan, hem manuel hem de otomatik kalibrasyonlar bu tür kriterleri minimize etmeyi hedeflemektedir. Bu da genellikle hidrografın daha yüksek kısımlarının (örneğin, pik akımlar) daha iyi temsil edilmesine, ancak daha düşük kısımlarının (örneğin, taban akımı) ihmal edilmesine yol açmaktadır. Ayrıca, performans değerlendirme kriterleri, modelin sistematik ve/veya dinamik davranış hatalarına farklı ağırlıklar verebilir. Bu da hidrologların model performansını net bir şekilde değerlendirmesini zorlaştırabilir.

Yöntemler

Model Değerlendirme Teknikleri

Hidrolojik modellerin kalibrasyon, validasyon ve uygulama süreçlerinde kullanılan değerlendirme tekniklerini belirlemek amacıyla kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, istatistiksel ve grafiksel tekniklerin model performansını değerlendirmedeki etkinliği, farklı hidrolojik koşullara ve model türlerine uygulanabilirliği gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Elde edilen bulgulara göre, model değerlendirme istatistikleri; simüle edilmiş ve ölçülen veriler arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçen standart regresyon istatistikleri, bu ilişkiyi boyutsuz bir şekilde ifade eden boyutsuz istatistikler ve model hatalarını belirleyen hata indeksi istatistikleri olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir. Bu sayede, hidrolojik modellerin performansı daha objektif ve güvenilir bir şekilde değerlendirilmiştir.

Model Değerlendirme İstatistikleri (Standart Regresyon)

• **Eğim ve y-ekseni kesim noktası:** Hidrolojik modeller, suyun hareketini ve döngüsünü matematiksel olarak simüle eden araçlardır. Bu modeller, su kaynaklarının yönetimi, sel tahminleri, su kalitesi analizleri ve çevresel planlama gibi birçok alanda kullanılır. Ancak bir modelin gerçek dünyadaki süreçleri ne kadar iyi temsil ettiğini değerlendirmek önemlidir. Bu değerlendirme için eğim ve y-ekseninde kesim noktası istatistikleri kullanılır.

• **Eğim (Slope):** Eğim, modelin veriye ne kadar iyi uyduğunu gösterir. Bir doğrusal regresyon modelinde eğim, bağımsız değişkenin (X) bir birim

artışında bağımlı değişkenin (Y) ortalama değerindeki değişimi ifade eder. Eğitim ne kadar yakınsa, model gerçek veriyi o kadar iyi açıklar.

- **Y-Ekseninde Kesim Noktası (Y-Intercept):** Bu nokta, X değeri sıfır olduğunda Y değerinin tahmini ortalama değerini ifade eder. Yani modelin başlangıç noktasını temsil eder. Eğer bu nokta sıfıra yakınsa, model veriye daha iyi uyum sağlar.

Bu istatistikler, modelin performansını anlamamıza yardımcı olur. Ancak unutulmamalıdır ki veri hataları ve belirsizlikler nedeniyle bu istatistikler tam olarak ideal değerlere ulaşmayabilir. Model değerlendirmesinde bu istatistikleri kullanırken, veri hatalarını ve modelin hassasiyetini dikkate almalıyız (Orhunbilge, 2017).

Pearson korelasyon katsayısı (r) ve belirleme katsayısı (R²): Pearson korelasyon katsayısı (r) ve belirleme katsayısı (R²), hidrolojik model değerlendirmelerinde sıklıkla kullanılan istatistiklerdir. r, gözlenen ve simüle edilen veriler arasındaki doğrusal ilişkinin gücünü -1 ile 1 arasında bir değerle ifade eder (Heo ve ark.,2008). R² ise modelin verideki değişimi ne kadar iyi açıkladığını 0 ile 1 arasında bir değerle gösterir (Santhi et al., 2001, Van Liew et al., 2003). Yüksek R² değeri, modelin veriye iyi uyduğunu gösterir. Ancak, r ve R² sadece doğrusal ilişkileri değerlendirir ve yüksek aşırı değerlerden etkilenebilirler. Ayrıca modelin yaptığı tahminler, gerçek değerlerden sabit bir miktar yukarı veya aşağı olabilir. Örneğin, model her zaman gerçek değeri 5 birim daha yüksek tahmin edebilir ve modelin yaptığı tahminler, gerçek değerlerle orantılı olarak farklılık gösterebilir. Gerçek değer küçükse modelin hatası da küçük, gerçek değer büyükse modelin hatası da büyük olabilir. Bu nedenle, RMSE ve MAE gibi diğer istatistiklerle birlikte kullanıldığında daha kapsamlı bir model değerlendirmesi yapılabilir (Legates and McCabe, 1999).

Model Değerlendirme İstatistikleri (Boyutsuz)

Uyum İndeksi (d): Willmott tarafından 1981 yılında geliştirilen uyum indeksi, model tahminlerinin gözlemlerle ne kadar uyumlu olduğunu gösteren standartlaştırılmış bir ölçüttür ve 0 ile 1 arasında değer alır. Uyum indeksinin 1'e yakın olması, model tahminleri ile gözlemler arasında güçlü bir uyum olduğunu gösterirken; 0'a yakın olması, uyumun olmadığını ifade eder (Willmott, 1981).

Bu indeks, modelin ortalama kare hatası ile "potansiyel hata" arasındaki oranı esas alır (Willmott, 1984). Potansiyel hata, model tahminlerinin gerçek değerlerden ne kadar sapabileceğini gösteren bir kavramdır ve modelin performansını değerlendirmek için önemli bir referans noktası oluşturur. Araştırmacılar, potansiyel hatayı, şu iki mesafenin mutlak kare toplamları üzerinden hesaplamıştır:

- Tahmin edilen değerlerden ortalama gözlenen değere olan mesafeler,
- Gözlenen değerlerden ortalama gözlenen değere olan mesafeler.

Bu yaklaşımla, uyum indeksi modelin performansını değerlendirmek için sağlam bir metrik sunar.

Nash-Sutcliffe efficiency (NSE): Hidrolojik modeller, su döngüsünün farklı bileşenlerini simüle etmek ve su kaynaklarının yönetimi için önemli kararlar almak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu modellerin doğruluğu, modelin gerçek dünyadaki süreçleri ne kadar iyi temsil ettiğini belirlemek açısından kritik bir öneme sahiptir (Tablo 1). Model performansını değerlendirmek için kullanılan birçok istatistiksel ölçüt bulunmaktadır. Bunlardan biri de Nash-Sutcliffe Verimliliği (NSE) olarak bilinir. NSE, bir hidrolojik modelin simülasyon sonuçlarının gözlemlenen verilerle ne kadar uyumlu olduğunu belirlemek için kullanılan normalleştirilmiş bir istatistiktir. Başka bir deyişle, modelin tahminlerinin gerçek değerlerden ne kadar saptığını ölçer. NSE, modelin kalibrasyonu ve doğrulaması aşamalarında sıklıkla kullanılır. NSE, simüle edilen ve gözlemlenen değerler arasındaki farkların karelerinin toplamının, gözlemlenen değerlerin ortalamasından sapmalarının karelerinin toplamına oranının 1'den çıkarılmasıyla hesaplanır. Matematiksel olarak, NSE şu şekilde ifade edilir:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (1)$$

O_i :Gözlemlenen değer

P_i :Simüle edilen değer

\bar{O} : Gözlemlenen değerlerin ortalaması

Tablo 1. Literatürde kullanılan NSE değer aralıkları

Model	NSE Değeri	Performans Değerlendirmesi	Modelleme Aşaması	Kaynak
HSPF	>0.80	Tatmin edici	Kalibrasyon Validasyon	Donigian ve ark. (1983)
APEX	>0.40	Tatmin edici	Kalibrasyon (günlük)	Ramanarayanan ve ark. (1997)
SAC-SMA	<0.70	Kötü	Otomatik kalibrasyon	Gupta ve ark. (1999)
SAC-SMA	>0.80	Verimli	Otomatik kalibrasyon	Gupta ve ark. (1999)
DHM	>0.75	İyi	Kalibrasyon Validasyon	Motovilov ve ark. (1999)
DHM	0.36-0.75	Tatmin edici	Kalibrasyon Validasyon	Motovilov ve ark. (1999)
DHM	<0.36	Tatmin edici değil	Kalibrasyon Validasyon	Motovilov ve ark. (1999)
SWAT	>0.65	Çok iyi	Kalibrasyon Validasyon	Saleh ve ark. (2000)
SWAT	0.54-0.65	Yeterli	Kalibrasyon Validasyon	Saleh ve ark. (2000)
SWAT	>0.50	Tatmin edici	Kalibrasyon Validasyon	Santhi ve ark. (2001); Bracmort ve ark. (2006)
SWAT HSPF	>0.65	Tatmin edici	Kalibrasyon Validasyon	Singh ve ark. (2004); Narasimhan ve ark., (2005)

• NSE = 1: Mükemmel uyum anlamına gelir. Modelin simülasyon sonuçları, gözlemlenen verilerle tamamen aynıdır.

• $0 \leq NSE < 1$: Modelin kabul edilebilir bir performansı olduğunu gösterir. NSE değeri 1'e yaklaştıkça modelin performansı artar.

• NSE = 0: Modelin ortalama değeri tahmin etmekten başka bir işe yaramadığını gösterir.

• NSE < 0: Modelin ortalama değeri tahmin etmekten daha kötü bir iş çıkardığını gösterir. Bu durumda, modelin yeniden kalibrasyonu veya farklı bir modelin kullanılması gerekebilir.

Nash-Sutcliffe efficiency (NSE), hidrolojik modellemede sıkça kullanılan bir performans ölçütüdür. Hesaplama kolaylığı, model performansını tek bir sayıda özetlemesi ve geniş kullanım alanı gibi

avantajları bulunmaktadır. Ancak NSE, aşırı değerlere duyarlı olması ve modelin tüm yönlerini değerlendirmemesi gibi dezavantajlara da sahiptir. Bu nedenle, NSE'nin tek başına kullanılması yerine, diğer performans ölçütleriyle birlikte değerlendirilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. NSE, aynı zamanda bilimsel topluluk tarafından da yaygın olarak kabul görmüş ve kullanılmaktadır. ASCE (1993) ve Legates ve McCabe (1999) gibi önemli kurum ve araştırmacılar tarafından önerilmesi, NSE'nin güvenilirliğini desteklemektedir. Sevat ve Dezetter (1991) ise NSE'nin bir hidrografın genel uygunluğunu değerlendirmek için en iyi objektif fonksiyon olduğunu bulmuştur. Legates ve McCabe (1999) tarafından önerilen modifiye edilmiş NSE, aşırı değerlere daha az duyarlı olsa da, sınırlı kullanımı nedeniyle yaygın olarak tercih edilmemektedir.

Persistence model efficiency (PME): Hidrolojik modellemede model performansını değerlendirmek için çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılır. Bu yöntemlerden biri de Persistence Model Efficiency (PME) adı verilen ve modelin basit bir “persistence” modeline göre ne kadar iyi performans gösterdiğini ölçen bir kriterdir. Persistence modeli, zaman serisinde bir sonraki değerin, önceki değere eşit olacağı varsayımına dayanır. Bu basit yöntem, daha karmaşık modellerin performansını değerlendirmek için bir referans noktası olarak kullanılır.

PME, modelin tahminlerinin yalnızca önceki zaman adımındaki değeri kullanarak yapılan tahminlere kıyasla ne kadar iyi olduğunu hesaplar. PME değeri 1'e yaklaştıkça modelin performansının yüksek olduğunu ve persistence modelinden daha iyi olduğunu gösterir. Ancak PME değeri 0'a yaklaşır veya negatife düşerse, modelin performansının persistence modelinden bile daha kötü olduğu anlaşılır (Gupta vd., 1999).

PME'nin hesaplanması oldukça basittir ve yalnızca geçmişteki bir gözlem değerine ihtiyaç duyar. Ancak bazı sınırlamaları vardır. Gerçek dünyadaki sistemler genellikle daha karmaşık olduğundan, yalnızca önceki değere bakarak geleceği tahmin etmek her zaman doğru sonuçlar vermez. Ayrıca, PME aşırı değerlere karşı duyarlı olabilir. Gupta ve arkadaşları (1999), PME'nin model performansının zayıf olduğu durumları açıkça gösterebileceğini vurgulamaktadır. Ancak PME yaygın olarak kullanılmadığı için, farklı çalışmalarda bildirilen PME değerleri arasında tutarlı bir aralık bulunmamaktadır.

Prediction Efficiency (PE): Santhi ve arkadaşları (2001) tarafından geliştirilmiş bir model performans değerlendirme yöntemidir. PE hesaplamasında, simüle edilen ve gözlenen verilerin büyüklük sıralamaları karşılaştırılarak, modelin gerçekliği ne kadar iyi yansıttığı değerlendirilir. Örneğin, bir yağış tahmin modelinin performansını değerlendirmek için, modelin tahmin ettiği yağış miktarlarının gerçek yağış miktarlarıyla aynı sıraya yerleştirilip yerleştirilmediğine bakılır. Bu yöntemde, verilerin mutlak değerlerinden ziyade sıralamalarına odaklanılır. Böylece olasılık dağılımlarının uyumu daha iyi değerlendirilir ve aykırı değerlerin etkisi azaltılır.

PE'nin hesaplanmasında Spearman korelasyon katsayısı gibi farklı formüller kullanılabilir. PE değeri 0 ile 1 arasında değişir; 1'e yaklaştıkça modelin tahminleri gerçek değerlere o kadar yakın kabul edilir.

Performance Virtue Statistic (PVk): Hidrolojik modelleme çalışmalarında modelin gerçek hidrolojik süreçleri ne kadar iyi temsil ettiğini değerlendiren bir performans metriğidir. PVk, özellikle sel ve kuraklık gibi aşırı olayların model tarafından ne kadar doğru simüle edildiğini ve bir havzaya ait tüm akım ölçüm istasyonları için hidrografların tüm yönlerini (örneğin profil, hacim, tepe noktaları) tahmin etme kabiliyetini değerlendirmek için geliştirilmiştir (Wang ve Melesse, 2005). PVk, gözlemlenen ve simüle edilen hidrolojik verilerin sıralamaları arasındaki uyumu inceleyerek hesaplanır. Bu sayede, modelin aşırı olayları ve genel akım rejimini ne kadar doğru yansıttığı ölçülür.

PVk değeri 0 ile 1 arasında değişir; 0 mükemmel uyumu, 1 ise uyumun olmadığını belirtir. Negatif değerler, modelin gözlemlenen verilerden daha düşük performans gösterdiğini ifade eder. Karla beslenen havzalar için tasarlanmış olan PVk, diğer havza türlerinde de kullanılabilir. Ancak yağışlı havzalar için bazı uyarlamalar gerekebilir. PVk, sıralamalara odaklandığından mutlak hata büyüklüklerinden ziyade olayların sıralamasını değerlendirir ve aykırı değerlerin etkisini azaltır. Ancak, modelin genel performansı hakkında sınırlı bilgi sunduğu için, PVk'yı kök ortalama kare hatası (RMSE) gibi diğer performans metrikleriyle birlikte kullanmak, modelin farklı yönlerini daha kapsamlı bir şekilde inceleme fırsatı sağlar. PVk, hidrolojide yeni bir ölçüt olduğu için uygulamaları ve değer aralıkları konusunda kapsamlı bir literatür henüz mevcut değildir.

Model Değerlendirme İstatistikleri (Hata İndeksi)

PBIAS: Bir modelin tahminlerinin gerçek değerlere göre ne kadar sistematik bir sapma gösterdiğini ölçen bir istatistiksel metriktir. PBIAS, modelin tahminlerinin ortalama olarak gerçek değerlerden daha yüksek mi yoksa daha düşük mü olduğunu belirleyerek modelin genel eğilimini değerlendirir. PBIAS'ın optimal değeri 0'dır. Düşük büyüklükteki PBIAS değerleri, doğru model simülasyonunu gösterir. Pozitif PBIAS değerleri, modelin tahmin altına düştüğünü gösterirken, Negatif PBIAS değerleri ise modelin tahmin üstüne çıktığını göstermektedir (Tablo 2). Aşağıda verilen denklem ile hesaplanmaktadır:

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - S_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \times 100$$

(2)

Burada: O_i : Gözlemlenen değerler, S_i : Simüle edilen değerler, n : Veri noktalarının sayısı

PBIAS, özellikle hidrolojik, meteorolojik ve çevresel modelleme gibi alanlarda sıklıkla kullanılır. Ancak, mutlak hata büyüklüklerini dikkate almadığı ve aykırı değerlerin etkisine karşı hassas olduğu için tek başına kullanıldığında modelin performansı hakkında sınırlı bilgi verir. Bu nedenle, diğer performans metrikleri ile birlikte kullanılması önerilir.

Tablo 2. Literatürde kullanılan PBIAS değer aralıkları

Model	PBIAS Değeri	Performans Değerlendirmesi	Modelleme Aşaması	Kaynak
HSPF	<10%	Çok iyi	Kalibrasyon Validasyon	Donigian ve ark. (1983)
HSPF	10%-15%	İyi	Kalibrasyon Validasyon	Donigian ve ark. (1983)
HSPF	15%-25%	Orta	Kalibrasyon Validasyon	Donigian ve ark. (1983)
SWAT	<15%	Tatmin edici	Akım kalibrasyonu	Santhi ve ark. (2001)
SWAT	<20%	Tatmin edici	Kalibrasyonundan sonra sediment için	Santhi ve ark. (2001)
SWAT	<25%	Tatmin edici	Akım ve sediment kalibrasyonundan sonra nitrojen için	Santhi ve ark. (2001)
SWAT	<20%	Tatmin edici	Kalibrasyon Validasyon	Bracmort ve ark. (2006)
SWAT	<10%	Çok iyi	Kalibrasyon Validasyon	Van Liew ve ark. (2007)
SWAT	10%-15%	İyi	Kalibrasyon Validasyon	Van Liew ve ark. (2007)
SWAT	15%-25%	Tatmin edici	Kalibrasyon Validasyon	Van Liew ve ark. (2007)
SWAT	>25%	Tatmin edici değil	Kalibrasyon Validasyon	Van Liew ve ark. (2007)

RMSE: Bir modelin tahminlerinin gerçek değerlerden ne kadar farklı olduğunu ölçen yaygın bir hata indeksidir. RMSE, tahmin edilen ve gözlemlenen değerler arasındaki farkların karelerinin ortalamasının karekökünü alarak hesaplanır. Daha düşük RMSE değeri, bir modelin veriye daha iyi uyduğunu gösterir; bu, modelin doğruluğunu artırma çabasının önemli bir göstergesidir.

Singh ve arkadaşları (2004), gözlem standart sapmasına dayalı olarak düşük bir RMSE'nin kabul edilebilir aralığını belirlemek için bir kılavuz yayınlamıştır. Bu kılavuz, araştırmacıların model performansını değerlendirirken kullanabilecekleri bir referans sağlar ve modelin yeterliliğini anlamalarına yardımcı olur. RMSE, genellikle model kalibrasyonu ve

doğrulama süreçlerinde önemli bir rol oynar, çünkü modelin tahmin hatalarını nicel olarak ifade eder.

RMSE'nin hesaplanması şu şekilde yapılır:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - S_i)^2} \quad (3)$$

Burada: O_i : Gözlemlenen değerler, S_i : Simüle edilen değerler, n : Veri noktalarının sayısı

Daily root-mean square (DRMS): Hidrolojik modellemede model performansını değerlendirmek için sıkça kullanılan bir metrik olan DRMS (Günlük Kök Ortalama Kare Hata), RMSE'nin özel bir uygulamasıdır. DRMS değeri, ölçülen ve simüle edilen günlük akış değerleri arasındaki farkların karelerinin ortalamasının karekökü olarak hesaplanır. Bu değer ne kadar düşükse, modelin tahminleri o kadar gerçek değerlere yakındır ve modelin performansı o kadar iyidir. Gupta ve arkadaşları (1999), farklı havzalar üzerinde yaptıkları çalışmada DRMS değerinin yağış miktarıyla doğrudan ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Özellikle yüksek yağışlı dönemlerde, model tahminlerinin gerçek değerlerden daha fazla sapma gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu durum, modelin özellikle ekstrem olayları simüle etmekte zorlandığını göstermektedir. Ancak, DRMS değeri düşük olduğu durumda bile modelin tüm yönleriyle başarılı olduğu anlamına gelmeyebilir. Ekstrem değerlerin etkisi veya model yapısındaki eksiklikler gibi nedenlerle, DRMS değeri yanıltıcı olabilir. Bu nedenle, Nash-Sutcliffe etkinlik katsayısı gibi diğer performans metrikleriyle birlikte değerlendirildiğinde daha doğru sonuçlar elde edilebilir.

Grafiksel Teknikler: Grafiksel teknikler, simüle edilen ve ölçülen verilerinin görsel bir karşılaştırmasını ve model performansına genel bir bakış sağlar (ASCE, 1993). Hidrograflar ve yüzde aşma olasılığı eğrileri, hidrolojik modellerin performansını değerlendirmek için sıklıkla kullanılan iki önemli grafiksel tekniktir.

Hidrograflar, belirli bir noktadaki bir akarsuda zaman içerisinde debisinin nasıl değiştiğini gösteren grafiklerdir. Modelleme çalışmalarında, simüle edilen hidrograf ile gözlemlenen hidrograf karşılaştırılarak modelin

performansı değerlendirilir. Bu karşılaştırma, modelin akımın büyüklüğü, süresi, yükselme ve alçalma kol şekilleri gibi önemli özelliklerini ne kadar doğru tahmin ettiğini görselleştirerek, modelin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyar (ASCE, 1993).

Hidrograflar, hidrolojik modellemede birçok farklı amaç için kullanılır:

- **Sel Tahminleri:** Modelin tepe akışlarını ne kadar doğru tahmin ettiğini göstererek, sel risklerinin değerlendirilmesi ve önlemlerin alınmasında önemli bir rol oynar.

- **Su Kaynakları Yönetimi:** Akım sürelerinin doğru tahmin edilmesi, sulama, enerji üretimi ve içme suyu temini gibi su kaynaklarının yönetimi için kritiktir.

- **Su Kalitesi Değerlendirmesi:** Baz akışı ve akım hacimlerinin doğru modellenmesi, su kalitesi modellemeleri için gereklidir.

- **Kuraklık Analizleri:** Düşük akışların (baz akışı) doğru modellenmesi, kuraklıkların etkilerini değerlendirmek ve kuraklık yönetimi planları oluşturmak için önemlidir.

- **Ekolojik Akımlar:** Akım rejimindeki doğal değişimlerin modellenmesi, ekosistemlerin korunması için gerekli olan ekolojik akımların belirlenmesinde kullanılır.

Yüzde aşma olasılığı eğrileri, bir akım değerinin belirli bir dönem içerisinde aşılma olasılığını gösteren grafiksel bir araçtır. Bu eğriler, hidrolojik modellerin performansını değerlendirmek için sıklıkla kullanılır (Van Liew et al., 2007). Bir model tarafından simüle edilen akım verileri ile gerçek gözlemler karşılaştırıldığında, elde edilen yüzde aşma olasılığı eğrileri, modelin farklı akım seviyelerindeki başarısını görsel olarak ortaya koyar. Bu sayede, modelin hem yüksek akım olayları (sel) hem de düşük akım olayları (kuraklık) gibi ekstrem durumları ne kadar iyi tahmin ettiği anlaşılır (Singh et al., 2004).

Bu eğrilerin önemi şu başlıklarda toplanabilir:

- **Ekstrem Olayların Değerlendirilmesi:** Sel gibi aşırı yüksek akım olayları veya kuraklık gibi düşük akım olayları, su kaynakları yönetimi ve afet risklerinin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir. Yüzde aşma olasılığı eğrileri, modelin bu ekstrem olayları ne kadar doğru tahmin ettiğini göstererek, daha etkili kararlar alınmasına yardımcı olur.

• **İstatistiksel Özelliklerin Değerlendirilmesi:** Akım verilerinin istatistiksel dağılımı, modelin genel performansını değerlendirmek için önemli bir göstergedir. Eğriler, modelin bu dağılımı ne kadar iyi yakaladığını göstererek, modelin güvenilirliği hakkında bilgi verir.

• **Model Kalibrasyonu:** Model kalibrasyonu sürecinde, model parametreleri, simülasyon sonuçlarının gerçek verilere en uygun hale getirilmesi amacıyla ayarlanır. Yüzde aşma olasılığı eğrileri, bu süreçte görsel bir geri bildirim sağlayarak, modellerin parametreleri daha etkin bir şekilde optimize etmelerine yardımcı olur.

• **Farklı Senaryoların Değerlendirilmesi:** İklim değişikliği senaryoları veya farklı su yönetimi stratejileri gibi farklı koşullar altında beklenen akım koşullarının değerlendirilmesinde de bu eğriler kullanılır. Böylece, farklı senaryoların olası etkileri önceden tahmin edilebilir ve buna göre planlama yapılabilir.

Önerilen İstatistikler İçin Bildirilen Değer Aralıkları

Yapılan literatür taramaları, yüzey akışı, akarsu akımı ve belirli su kalite parametreleri (sediment, organik ve mineral azot ve fosfor) için geliştirilen modellerin kalibrasyon ve doğrulama süreçlerinde sıklıkla kullanılan performans metrikleri olan günlük ve aylık Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) ve PBIAS (Yüzde Hata Oranı) değerlerinin kabul edilebilir aralıklarını ortaya koymuştur. Bu aralıklar, modellerin gerçek dünya koşullarındaki süreçleri ne kadar iyi temsil ettiğini değerlendirmek için önemli bir kıstas olarak kabul edilmektedir. Narasimhan ve arkadaşlarının 2005 yılında yayınladığı çalışmadaki haftalık veriler de, haftalık zaman adımıdaki değer aralıklarını göstermek amacıyla analizlere dahil edilmiştir. Kalibrasyon ve doğrulama işlemleri farklı zaman dilimlerinde yapıldığı için, elde edilen sonuçlarda zamanla değişkenlik görülmesi doğaldır. Tablo 3'de sunulan sonuçlar, her bileşen için medyan değerlerini içermektedir. Medyanın, özellikle veri kümesinde aşırı değerler bulunduğu, yani veri dağılımı çarpık olduğunda, ortalamaya göre daha güvenilir bir merkezi eğilim ölçüsü olduğu bilinmektedir. Medyan, aşırı değerlerden etkilenmediği için veri setinin genel eğilimini daha iyi yansıtır. İncelenen çalışmaların çoğunluğu, model kalibrasyon ve doğrulamasını akarsu akımına dayalı olarak gerçekleştirmiştir. Bu durum, sediment veya besin maddesi verilerine kıyasla

ölçülmüş uzun süreli akarsu akımı verilerinin göreceli bolluğuna atfedilmektedir. Akarsu akımı kalibrasyonu ve doğrulaması için özet bilgilere göre, günlük NSE değerleri aylık değerlerden daha yüksek eğilim göstermiştir. Bu bulgu, bazı bireysel çalışmaların (Fernandez vd., 2005; Singh vd., 2005; Van Liew vd., 2007) sonuçlarıyla örtüşmemektedir. Günlük verilerin daha büyük örnek boyutları, modelin daha fazla veri noktasına uyum sağlamasına ve dolayısıyla daha yüksek NSE değerleri elde edilmesine olanak tanısa da, bu durumun tek başına bu farkı açıklayıp açıklamadığı belirsizdir. Günlük verilerin daha yüksek temporal çözünürlüğü, modelin kısa süreli olayları daha iyi yakalamasına ve böylece NSE değerlerini artırmasına katkıda bulunmuş olabilir. Bu sonuç, günlük verilerin kullanıldığı modelleme çalışmalarında NSE değerlerinin yorumlanırken dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 3. Verilerin değerlendirme kriterlerinin karşılaştırılması

Bileşen	İstatistik	Kalibrasyon				Validasyon			
		NSE		PBIAS		NSE		PBIAS	
		Günlük	Aylık	Günlük	Aylık	Günlük	Aylık	Günlük	Aylık
Akım	n	92	33	72	0	128	70	82	0
	Minimum	-0.23	0.14	-91.70	NA	-1.81	-3.35	155.60	NA
	Maksimum	0.95	0.91	26.50	NA	0.89	0.93	47.18	NA
	Medyan	0.89	0.79	-1.30	NA	0.67	0.63	-1.90	NA
Yüzeysel Akış	n	0	2	0	0	0	2	0	0
	Minimum	NA	0.35	NA	NA	NA	0.63	NA	NA
	Maksimum	NA	0.62	NA	NA	NA	0.77	NA	NA
	Medyan	NA	0.49	NA	NA	NA	0.70	NA	NA

RSR (Root Mean Square Error to Standard Deviation Ratio), modelin simülasyon sonuçlarının gözlemlenen verilere ne kadar yakın olduğunu değerlendirmek için kullanılan bir performans metriğidir. Bu çalışmada geliştirilen RSR değerlendirme yöntemi için, literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, Singh vd. (2004) tarafından önerilen, ölçülen

verilerin standart sapmasının yarısından daha düşük RMSE değerlerinin düşük olarak kabul edilebileceği önerisine dayanılmıştır. Bu çalışmada, RSR için en sıkı değerlendirme olarak 0.5'ten daha düşük değerler (çok iyi), 0.55'ten düşük değerler (iyi) ve 0.6'dan düşük değerler (yeterli) olarak kabul edilmiştir. Bu eşik değerler, modelin simülasyon sonuçlarının gözlemlenen verilerle olan uyum derecesini değerlendirmek için kullanılmıştır. RSR, modelin mutlak hatasını değerlendirirken, NSE gibi diğer metrikler modelin varyansı açıklayabilme yeteneğini değerlendirir. Bu nedenle, RSR, model performansının farklı yönlerini değerlendirmek için tamamlayıcı bir metrik olarak kullanılabilir.

Model Kalibrasyon Prosedürü

Doğru model kalibrasyonu, hidrolojik modellemelerde simülasyon belirsizliğini azaltmak için kritik öneme sahiptir (Engel vd., 2007). İdeal bir kalibrasyon süreci, ıslak, ortalama ve kurak yılları kapsayan verilerin kullanılmasını (Gan vd., 1997), çoklu değerlendirme metriklerinin uygulanmasını (Willmott, 1981; ASCE, 1993; Legates ve McCabe, 1999; Boyle vd., 2000) ve modelin tüm bileşenlerinin kalibre edilmesini içerir. Kalibrasyon genellikle manuel veya otomatik yöntemlerle yapılır ve öncesinde bir hassaslık analizi gerçekleştirilir. Hassaslık analizi, model çıktıları üzerindeki en büyük etkiye sahip parametreleri belirlemek için kullanılır. Bu analizde, kısmi türevlendirme gibi basit yöntemlerden, daha gelişmiş istatistiksel yöntemlere kadar çeşitli teknikler kullanılabilir (Hamby, 1994). Isukapalli (1999) ise hassaslık analizi yönteminin seçimi için kullanılan hassaslık ölçüsünü, istenen doğruluk seviyesini ve hesaplama maliyetini göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgular. Anahtar parametrelerin ve hassasiyetlerinin belirlenmesinin ardından, kalibrasyon süreci başlatılır.

Geleneksel olarak, model kalibrasyonu, model çıkışlarının gözlemlenen verilere en yakın hale getirilmesi için model parametrelerinin manuel olarak ayarlanmasıyla gerçekleştirilir (Balascio vd., 1998). Bu süreçte, akım hacimleri, tepe akımları, sediment ve besin yükleri gibi birden fazla hidrolojik sürecin simülasyonu söz konusu olduğunda, farklı değerlendirme metriklerine ihtiyaç duyulur (Balascio vd., 1998). Ancak, özellikle karmaşık modellerde parametre sayısının artmasıyla birlikte, manuel kalibrasyon oldukça zaman

alıcı ve zahmetli bir hale gelebilir. Bu gibi durumlarda, otomatik kalibrasyon yöntemlerinin kullanılması daha pratiktir.

Otomatik kalibrasyon, bir modelin simülasyon sonuçlarının gerçek dünya gözlemleriyle ne kadar uyumlu olduğunu ölçen bir "amaç fonksiyonu"nu en küçük değere indirerek, model parametrelerini otomatik olarak ayarlayan bir optimizasyon sürecidir (Gupta vd., 1999). Bu sayede, modelin gerçekliği ne kadar iyi yansıttığı değerlendirilir ve daha doğru tahminler elde edilir.

Model simülasyonlarının kalibrasyonunda kullanılan veriler, doğrulama ve değerlendirme sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. İdeal kalibrasyon, ortalama, ıslak ve kuru yılları içeren 3 ila 5 yıllık veri kullanmalıdır, böylece veriler kalibrasyon sırasında tüm model bileşen süreçlerini harekete geçirecek yeterli bir hidrolojik olay aralığını kapsayabilir (Gan vd., 1997). Ancak, bu mümkün değilse, mevcut veriler "ortalama üstü" akışlar (ıslak yıllar) ve "ortalama altı" akışlar (kuru yıllar) olmak üzere iki sete ayrılmalı ve ıslak yıllar için daha sıkı performans derecelendirmeleri ile değerlendirilmelidir (Gupta vd., 1999). Ayrıca, modelin farklı çevresel koşullar altındaki sağlamlığını test etmek amaçlanıyorsa, model kalibrasyonu ve doğrulamasında farklı veri kümeleri kullanılabilir.

Hidrolojik model kalibrasyonu, bir modelin simülasyon sonuçlarının gerçek dünya gözlemleriyle ne kadar uyumlu olduğunu değerlendirmek ve model parametrelerini en uygun hale getirmek için yapılan bir süreçtir. Bu süreçte, çoklu istatistiklerin kullanımı, modelin genel performansını daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmemizi sağlar.

Tek bir istatistik kullanmak, modelin sadece belirli bir yönünü değerlendirmeye odaklanırken, çoklu istatistikler kullanmak, modelin hidrografın tüm yönlerini (yükselme ve düşüş kolları, tepe akışı, taban akışı, hacim vb.) ne kadar iyi simüle ettiğini gösterir. Bu sayede, modelin güçlü ve zayıf yönleri daha net bir şekilde ortaya çıkarılarak, modelin geliştirilmesi için yol haritası oluşturulur.

İdeal bir hidrolojik model kalibrasyonu, su döngüsünün kritik bileşenleri olan su dengesi (tepe akışı, taban akışı), sediment taşınımı ve besin madde transferi gibi süreçleri kapsamlı bir şekilde değerlendirmelidir. Tek bir bileşen üzerindeki odaklanma, modelin diğer bileşenleri hakkındaki bilgimizi sınırlayabilir. Örneğin, sadece tepe akışlarına odaklanmak, taban akışı veya

sediment taşınımı gibi diğer önemli hidrolojik süreçlerin doğru simüle edilip edilmediği konusunda bize yeterli bilgi vermez. Bu nedenle, modelin gerçek dünyayı daha iyi temsil etmesi için, tüm bu bileşenlerin birlikte ele alınması ve kalibrasyon sürecinde optimize edilmesi gerekmektedir. Tam bir hidrolojik ve su kalitesi veri seti nadiren mevcut olsa da, mevcut tüm veriler dikkate alınmalıdır. Su dengesini kalibre etmek için, hem ölçülen hem de simüle edilen verilerden toplam akarsu akışını taban akışı ve yüzey akışına (yüzey akışı) ayırmak için bir taban akışı filtresi programı kullanılması önerilir. Tahmin edilen taban akışı verileri, ölçülen ve simüle edilen toplam akarsu akışına oranlanarak taban akışı oranı hesaplanabilir. Bu oran, modelin taban akışını ne kadar iyi tahmin ettiğini gösterir. Bracmort ve arkadaşlarına (2006) göre, simüle edilen akış için tahmin edilen taban akışı oranı, ölçülen akış taban akışı oranının %20'si içindeyse, kalibrasyon ve doğrulama sürecinin başarılı olduğu kabul edilebilir. Ancak, sadece taban akışı oranı yeterli olmayabilir. Bitki büyümesi ve biyokütle üretimi gibi faktörler de su dengesini etkilediğinden, model kalibrasyonu sırasında yerel/bölgesel bitki büyüme günleri ve biyokütle üretimi verileriyle karşılaştırma yapmak önemlidir. Benzer şekilde, yıllık evapotranspirasyon (ET) değerlerinin de ölçülen veya tahmin edilen değerlerle uyumlu olması gerekmektedir.

Model kalibrasyonu ve doğrulama süreçleri, bir modelin geliştirilmesinde kritik öneme sahiptir. Kalibrasyon aşamasında elde edilen sonuçlar, modelin performansı hakkında genel bir fikir verirken, doğrulama aşaması modelin gerçek dünyadaki performansını değerlendirmek için daha güvenilir bir yöntemdir. Bu nedenle, doğrulama aşamasında daha sıkı performans kriterleri kullanmak, modelin başarısını doğru bir şekilde değerlendirmek için önemlidir.

Doğru model kalibrasyonu, model hatalarını azaltmak için gerekli olsa da, model simülasyon sonuçlarında her zaman belirli bir hata payı bulunabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle, model çıktısının belirli bir miktarına ilişkin bir nokta tahmini vermektense ziyade, değerler aralığı içinde yer alacağına dair ilişkili bir olasılıkla birlikte bir aralık tahmini vermek tercih edilebilir (Haan vd., 1998).

KAYNAKÇA

- ASCE. 1993. Criteria for evaluation of watershed models. *J. Irrigation Drainage Eng.* 119(3): 429-442.
- Balascio, C. C., D. J. Palmeri, and H. Gao. 1998. Use of a genetic algorithm and multi-objective programming for calibration of a hydrologic model. *Trans. ASAE* 41(3): 615-619.
- Borah, D. K., and M. Bera. 2004. Watershed-scale hydrologic and nonpoint-source pollution models: Review of applications. *Trans. ASAE* 47(3): 789-803.
- Boyle, D. P., H. V. Gupta, and S. Sorooshian. 2000. Toward improved calibration of hydrologic models: Combining the strengths of manual and automatic methods. *Water Resources Res.* 36(12): 3663-3674.
- Bramm, K. S., M. Arabi, J. R. Frankenberger, B. A. Engel, and J. G. Arnold. 2006. Modeling long-term water quality impact of structural BMPs. *Trans. ASAE* 49(2): 367-384.
- Chu, T. W., and A. Shirmohammadi. 2004. Evaluation of the SWAT model's hydrology component in the piedmont physiographic region of Maryland. *Trans. ASAE* 47(4): 1057-1073.
- Donigan, A. S., J. C. Imhoff, and B. R. Bicknell. 1983. Predicting water quality resulting from agricultural nonpoint-source pollution via simulation – HSPF. In *Agricultural Management and Water Quality*, 200-249. Ames, Iowa: Iowa State University Press.
- Engel B., D. Storm, M. White, and J. G. Arnold. 2007. A hydrologic/water quality model application protocol. *J. American Water Resources Assoc.* (in press).
- Fernandez, G. P., G. M. Chescheir, R. W. Skaggs, and D. M. Amatya. 2005. Development and testing of watershed-scale models for poorly drained soils. *Trans. ASAE* 48(2): 639-652.
- Gan, T. Y., E. M. Dlamini, and G. F. Biftu. 1997. Effects of model complexity and structure, data quality, and objective functions on hydrologic modeling. *J. Hydrology* 192(1): 81-103.
- Gupta, H. V., S. Sorooshian, and P. O. Yapo. 1999. Status of automatic calibration for hydrologic models: Comparison with multilevel expert calibration. *J. Hydrologic Eng.* 4(2): 135-143.

- Haan, C. T., D. E. Storm, T. Al-Issa, S. Prabhu, G. J. Sabbagh, and D. R. Edwards. 1998. Effect of parameter distributions on uncertainty analysis of hydrologic models. *Trans. ASAE* 41(1): 65-70.
- Hamby, D. M. 1994. A review of techniques for parameter sensitivity analysis of environmental models. *Environ. Monitoring and Assessment* 32(2): 135-154.
- Heo, J.H., Kho, Y.W., Shin, H., Kim, S., Kim, T., 2008. Regression equations of probability plot correlation coefficient test statistics from several probability distributions, *Journal of Hydrology*, 355: 1-15.
- Isukapalli, S. S. 1999. Uncertainty analysis of transport/transformation models. Unpublished PhD diss. New Brunswick, N.J.: Rutgers, The State University of New Jersey, Department of Chemical and Biochemical Engineering.
- Legates, D. R., and G. J. McCabe. 1999. Evaluating the use of “goodness-of-fit” measures in hydrologic and hydroclimatic model validation. *Water Resources Res.* 35(1): 233-241.
- Motovilov, Y. G., L. Gottschalk, K. England, and A. Rodhe. 1999. Validation of distributed hydrological model against spatial observations. *Agric. Forest Meteorology* 98-99: 257-277.
- Nash, J. E., and J. V. Sutcliffe. 1970. River flow forecasting through conceptual models: Part 1. A discussion of principles. *J. Hydrology* 10(3): 282-290.
- Orhunbilge, N. (2017). Uygulamalı Regresyon ve Korelasyon analizi. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Parker, R., J. G. Arnold, M. Barrett, L. Burns, L. Carrubba, C. Crawford, S. L. Neitsch, N. J. Snyder, R. Srinivasan, and W. M. Williams. 2006. Evaluation of three watershed-scale pesticide fate and transport models. *J. American Water Resources Assoc.*(in review).
- Ramanarayanan, T. S., J. R. Williams, W. A. Dugas, L. M. Hauck, and A. M. S. McFarland. 1997. Using APEX to identify alternative practices for animal waste management. ASAE Paper No. 972209. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Reyes, M. R., R. W. Skaggs, and R. L. Bengtson. 2004. GLEAMSSWT with nutrients. *Trans. ASAE* 47(1): 129-132.

- Saleh, A., and B. Du. 2004. Evaluation of SWAT and HSPF within BASINS program for the upper North Bosque River watershed in central Texas. *Trans. ASAE* 47(4): 1039-1049.
- Sands, G. R., C. X. Jin, A. Mendez, B. Basin, P. Wotzka, and P. Gowda. 2003. Comparing the subsurface drainage flow prediction of the DRAINMOD and ADAPT models for a cold climate. *Trans. ASAE* 46(3): 645-656.
- Santhi, C, J. G. Arnold, J. R. Williams, W. A. Dugas, R. Srinivasan, and L. M. Hauck. 2001. Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources. *J. American Water Resources Assoc.* 37(5): 1169-1188.
- Sevat, E., and A. Dezetter. 1991. Selection of calibration objective functions in the context of rainfall-runoff modeling in a Sudanese savannah area. *Hydrological Sci. J.* 36(4): 307-330.
- Shirmohammadi, A., T. W. Chu, H. Montas, and T. Sohrabi. 2001. SWAT model and its applicability to watershed nonpoint-source pollution assessment. ASAE Paper No. 012005. St. Joseph, Mich.: ASAE.
- Singh, J., H. V. Knapp, and M. Demissie. 2004. Hydrologic modeling of the Iroquois River watershed using HSPF and SWAT. ISWS CR 2004-08. Champaign, Ill.: Illinois State Water Survey. Available at: www.sws.uiuc.edu/pubdoc/CR/ISWSCR2004-08.pdf. Accessed 8 September 2005.
- Singh, J., H. V. Knapp, J. G. Arnold, and M. Demissie. 2005. Hydrologic modeling of the Iroquois River watershed using HSPF and SWAT. *J. American Water Resources Assoc.* 41(2): 361-375.
- U.S. EPA. 2002. Guidance for quality assurance project plans for modeling. EPA QA/G-5M. Report EPA/240/R-02/007. Washington, D.C.: U.S. EPA, Office of Environmental Information.
- Van Liew, M. W., J. G. Arnold, and J. D. Garbrecht. 2003. Hydrologic simulation on agricultural watersheds: Choosing between two models. *Trans. ASAE* 46(6): 1539-1551.
- Van Liew, M. W., T. L. Veith, D. D. Bosch, and J. G. Arnold. 2007. Suitability of SWAT for the conservation effects assessment project: A comparison on USDA-ARS experimental watersheds. *J. Hydrologic Eng.* 12(2): 173-189.

- Wang, X., and A. M. Melesse. 2005. Evaluation of the SWAT model's snowmelt hydrology in a northwestern Minnesota watershed. *Trans. ASAE* 48(4): 1359-1376.
- Willmott, C. J. 1981. On the validation of models. *Physical Geography* 2: 184-194
- Yinping, L., Yaonan, Z., Dawen, Y., & Lihui, L. (2016). Implementation and application of a distributed hydrological model using a component-based approach. *Environmental Modelling & Software*, 245-258.

BÖLÜM XVI
SİVAS KENTİ PARK VE REKREASYON ALANLARINDAKİ
BİTKİ MATERYALİNİN TASARIM İLKELERİ AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Enes Mustafa BALEL¹

Prof. Dr. Aysun ÇELİK²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14483710>

¹ Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat, TÜRKİYE. enesmustafabalel@hotmail.com, Orcid ID:0009-0003-3246-2269.

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, TÜRKİYE. aysun.celik@gop.edu.tr, Orcid ID:0000-0001-5289-2176.

GİRİŞ

Peyzaj mimarlığı disiplininde, bitki kullanımı peyzaj tasarım sürecinin önemli bir aşamasını oluşturmaktadır. Bitkiler, tek yıllık otsular, çok yıllık otsu ve odunsular, soğanlılar, sarılıcı ve tırmanıcılar, çalılar, ağaççık ve ağaçlar gibi çeşitli gruplardan oluşurlar. Bu bitkiler, sahip oldukları şekil, doku, koku, mevsimsel renklenmeler (çiçekler, yapraklar, meyveler, dalsürgünler, gövdeler) ve zamansal değişimler (büyüme, yaprak dökümü) gibi özellikleri ile duylulara hitap eder ve yaşanan açık alanlardan hoşnut olunmasına katkıda bulunurlar.

Kentsel alanlarda doğal peyzaj elemanlarını içeren yeşil alanların eksikliği, insanlar üzerinde olumsuz etkilere sebep olur. Ağaçlar, çim alanlar, su, kaya oluşumları, çiçekler ve kuşlardan oluşan manzaralar, günümüzün yoğun şehir insanı için çok faydalı ve gerekli görülen alanlardır (Yfantidou ve Petros, 2017).Şehirlerde yaşayan insanların çevresel baskılardan kurtulmasını ve yaşam kalitesini artıran rekreasyon alanları parklar, bahçeler, mesire alanları ve son yıllarda Türkiye’de yaygınlaşan millet bahçeleridir. Park ve bahçeler halka açık alanlar olup pasif ve aktif rekreasyon için kullanılabilir. Bu alanlar insanların aileleri, arkadaş çevreleriyle zaman geçirdiği, ailevi ya da sosyal ilişkilerini düzenlediği, varsa kedi ve köpek gibi evcil hayvanlarını dolaştırarak bir nevi rahatlama ve nefes alma bölgeleri halinde kullanılmaktadır.

Park, bahçe ve mesire alanlarının peyzaj planlamasında kullanılan en önemli materyallerden birisi bitkilerdir. Bu alanlara dikilecek tek ve çok yıllık bitkilerin dalları, yaprakları, bunların renk ve şekillerinin mevsimsel değişimleri kullanıldıkları mekânlara estetik değer katmaktadır. Ayrıca bu alanlarda bulunan bitkiler kirli havayı toz ve zararlı gazlardan arındırarak, gürültüyü emerek, mikro iklim oluşturarak, çeşitli türlere yaşam alanı oluşturarak, bozulan doğal dengeyi düzenleyerek ve hava akımlarını geçirerek yaşam kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlarlar (Çelik ve ark., 2017). Parklar, insan ve doğa arasında bozulan ilişkiyi dengelerken, kentsel mekana fiziksel ve estetik değer de katmaktadır. Parklardaki bitkilendirmeler ve kullanılan bitki türleri, çeşitliliklerinin yanı sıra doğal bitki örtüsü ve farklı kompozisyon türleri açısından da önemlidir (Tarakcı Eren ve Var, 2017).

İçerisinde çok çeşitli bitkileri barındıran yeşil alanlar ekonomik, sosyal, ekolojik ve kentsel planlamada fiziksel işlevler üstlenmektedir. Bu işlevlerin içerikleri Tablo 1’de verilmiştir:

Tablo 1. Yeşil Alanların İşlevleri

Sosyal İşlevler	Ekonomik İşlevler
Eğitim ve kültürel aktivitelere imkân verme Suç oranını azaltma Rekreasyonel faaliyetlere imkân sağlama Toplumsal gelişmeye katkıda bulunma Kamu sağlığını koruma	Enerji tasarrufu sağlama Turizm ve iş imkânı sağlama Hedonik (mülk) değeri Üretim işlevi
Ekolojik İşlevler	Planlama/Fiziksel İşlevler
Oksijen üretimi Kirliliğin filtre edilmesi, temiz hava temini Serinlik ve sıcaklık etkisi Nispi hava nemi üzerine etkisi Atmosferde bulunan karbonun tutulmasını sağlama ve sera etkisinin azaltılması Erozyonu önleme ve su dengesini sağlama Ekolojik restorasyon ve biyolojik çeşitliliği koruma Gürültünün azaltılması	Dolaşım ve erişim işlevi Alan koruma işlevi Ölçek işlevi Estetik işlevleri Değişik kentsel kullanımlar arasında tampon görevi Tarihi koruma Mimari etkileri

Yeşil alanlardaki bitkilerin tüm bu işlevleri yerine getirebilmeleri için bitkiye ve mekana ait bazı özellikler bitkisel tasarımda dikkate alınmalıdır. Burada sözü edilen özellikler, ekolojik (toprak, su, sıcaklık, ışık), estetik (renk, şekil, ölçü, doku, koku) ve işlevsel (işe yarama, sorunu çözme, faydalı olma) özelliklerdir.

Peyzaj tasarımının temel ilkeleri bir mekanın organizasyonunda yer alan elemanlar arasındaki ilişkiyi bir düzene ulaştırmak üzere kullanılan ilkelerdir (Çelik Çanga ve Polat Üzümcü, 2018). Bir bitkisel tasarımın başarısı; tasarımcının, tasarım ilkelerini etkin bir şekilde kullanmasına bağlıdır. Bitkisel tasarım ilkeleri estetik açıdan ilkeler ve Fonksiyonel açıdan ilkeler olmak üzere iki yönden ele alınmaktadır (Tablo 2).

Tablo 0. Bitkisel Tasarım İlkeleri

Estetik açıdan bitkisel tasarım ilkeleri	Fonksiyonel açıdan bitkisel tasarım ilkeleri
Tamamlama	Mekan Oluşturma
İlişkilendirme/ Birleştirme	Rüzgâr Perdelemesi
Fon Oluşturma	Görüntü Kontrolü (Gizlilik/Mahremiyet)
Yumuşatma	Vurgulama-Odaklama
Manzara Açma/Kapama	Yönlendirme Kontrolü
Dekorasyon Malzemesi Olma	Hareket kontrolü
Tasarımı Kuvvetlendirme	Kuşatma (Sınırlandırma)
	Solar Radyasyon Kontrolü
	Gürültü Kontrolü
	Erozyon Kontrolü
	Işık Kontrolü
	Trafik Güvenliği

Her kent birbirinden farklı doğal (iklim, topoğrafya, toprak, jeoloji, su kaynakları vb) ve kültürel (nüfusun özellikleri, tarihi, yaşam tarzı, vb) peyzaj değerlerine sahiptir. Bu nedenle kentsel yeşil alanların düzenlenmesinde kullanılan bitki türlerinin de kentin bu değerlerine uygun olması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda Sivas kent merkezindeki park ve rekreasyon alanlarının bu anlamda değerlendirildiğine dair literatüre rastlanmamış olması nedeni ile bu çalışma yapılmıştır. Çalışmada Sivas kent merkezinde bulunan park alanları, millet bahçesi, mesire alanları, cadde ve bulvar alanlarında bulunan bitkiler, tasarım ilkeleri açısından incelenerek, ilkeli bir tasarım yapıp yapılmadığına dair değerlendirmeler yapılmış, uygulamadaki sorunlar tespit edilmiş ve yeni yapılacak düzenlemeler için öneriler geliştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Sivas ili merkez sınırları içerisinde bulunan parklar, caddeler ve mesire alanındaki bitkiler çalışmanın materyalini oluşturmaktadır. Ayrıca, Sivas kenti imar planları, sorvey formları, konu ile ilgili yerli/yabancı bilimsel kaynaklar, yerinde çekilen fotoğraflar da materyal olarak değerlendirilmiştir.

İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Sivas İli yüzölçümü (28.619 Km²) bakımından Konya'dan sonra en büyük 2. İl konumundadır. Yüksekliği 1000-1500 metre arasında değişen Sivas İli'nde, derin vadiler, yüksek düzlükler, yüksek platolar ve dağlık alanlar bulunmaktadır. İklimi karasal özelliindedir (Akpulat ve Karakuş, 2019). Kızılırmak, Yeşilirmak, Fırat ve Ceyhan Nehri'nin bazı kollarının kaynağı Sivas ili sınırları içerisinde bulunmaktadır (Mahiroğulları, 2003). İl genelindeki topraklar "Alüvyal Topraklar, Kolüvyal Topraklar, Kahverengi Topraklar, Kırmızı Topraklar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Kahverengi Orman Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Topraklar, Kestane Renkli Topraklar, Tuzlu-Alkali Topraklar, Yüksek Dağ Çayır Topraklar" türündedir. Sivas ili topraklarında 105 familya, 544 cins ve 1917 tür, 2067 bitki taksonu bulunmakta, bu taksonlardan 177'si de endemik bitkilerden oluşmaktadır (Akpulat ve Karakuş, 2019).

4000 yıllık tarihi geçmişe sahip olan Sivas İli, Anadolu'nun en eski yerleşim yerlerinden olup tarihi İpek Yolu'nun üzerinde bulunmaktadır. M.Ö 2000 yıllarında Hitit egemenliğinde bulunan Sivas İli, daha sonradan Frigyalılar, Lidyalılar, Romalılar, Selçuklular, Anadolu Beylikleri ve Osmanlıların hakimiyetine girmiştir. 4 Eylül 1919 tarihinde Sivas Kongresinin bu ilde gerçekleşmesiyle Türkiye Cumhuriyeti'nin temellerinin atıldığı il olma özelliğine kavuşmuştur. Sivas'ta özellikle Selçuklulardan kalma çok sayıda tarihi eser bulunmaktadır. 4000 yıllık tarihi ve zengin kültürel peyzaj değerleri ile kültür turizminin yoğun yaşanabildiği illerdendir. Sivas İli'nin en önemli gelir kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Sanayileşme açısından Türkiye'nin gelişmemiş bölgelerinden biri olan Sivas'ta sanayileşme hareketlerinin temeli Cumhuriyet'in ilk yıllarında atılmıştır. Sivas ili nüfusu 2023 yılı TÜİK verilerine göre 650 401 kişidir. Kent nüfusu ise 389719 kişidir (Anonim, 2024). Sivas kenti sahip olduğu bu doğal ve kültürel peyzaj zenginlikleri ile doğa turizmi, kaplıca turizmi, kültür turizmi, inanç turizmi, kış turizmi için önemli bir destinasyondur. Sivas kentinde çok sayıda park ve rekreasyon alanları bulunmaktadır. Bunlar isimleri ile alan büyüklükleri Tablo 3'de verilmiştir.

Bu çalışmanın evrenini Tablo 3'de isimleri bulunan Sivas kent merkezindeki toplam 135 park ve 4 mesire alanı oluşturmaktadır. Bu evreni temsilen araştırmada Selçuklu Parkı, Aksu Parkı, Ethembey Parkı, Paşabahçe Mesire Alanı, Oğuzlar Parkı, Millet Bahçesi, İstasyon Cad. Atatürk Cad,

Mevlana Caddesi Ve Niksar Caddesi, Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı ve Necmettin Erbakan Bulvarı örneklem olarak seçilmiştir.

Tablo 3. Sivas Kentinde Bulunan Parkların Listesi

Park Adı/ Mahalle/Park Alanı (m ²)
Abdulahabigazi Parkı / Abdulahabigazi/ 1000, Evliya Park/Ece/1000, Abdulahabigazi Parkı 2/Abdulahabigazi /1000, Yüzcüncü Yıl Parkı/Emek/3380, Şehzadeler Parkı/ Abdulahabigazi / 4000, Ozanlar Parkı/ Alibaba/2000, Şehit Yakup Yıldız Parkı/ Abdulahabigazi / 510, Yeraltı Cami Parkı/ Altuntabak/2250, Kahramanlar Parkı/ Ahmet Turan Gazi/1000, Murat Çetinkaya Parkı/ Aydoğan/1800, Bezirci Parkı/ Akdeğirmen/ 1980, Çayboyu Mahalle Parkı/ Çayboyu/2483, Ethembey Parkı/ Akdeğirmen/24150, Çayyurt Parkı/ Çayyurt/500, Aşık Veysel Parkı/ Alibaba/13000, Şemseddinahmedsivasiparkı/Demecilerardı/1900, Osman Gazi Parkı/ Alibaba/4600, Akbaş Baba Parkı/ Demecilerardı/1290, Kerkük Parkı/ Alibaba/1000, 80. Yıl Parkı/ Diriliş/2250, Recep Ayan Parkı/Dört Eylül/2590, Yol - İş Parkı/ Diriliş/1000, Dikimevi Spor Parkı/Dört Eylül/770, Muhammed Resit Parkı/ Diriliş/890, Kadıburhanettinmahallpark/Kadıburhanettin/ 3220, Şirin Park/ Fatih/700, Sivas Millet Bahçesi/ Kadıburhanettin/55000, Fatih Mahalle Parkı/Fatih/2060, Kaleardı Mahalle Parkı/ Kaleardı/990, Gaziosman Paşa Bölge Parkı/ Fatih/7060, Şeyh Çoban Parkı/ Kaleardı/880, Akşemsettin Parkı/ Fatih/4650, Kale Konak Parkı/ Kaleardı/3000, Muzaffer Alan Parkı/ Ferhatbostan/1200, Şehit Nazım Akkaş Parkı/ Diriliş/1620, Gökçebostan Parkı/ Gökçebostan/4100, Atakent Parkı/ Diriliş/1820, Muttalip Efendi Parkı/ Gökçebostan/4900, Gültepe Mahalle Parkı/ Gültepe/2150, İnönü Mahalle Parkı/ İnönü/3230, Şehitsavcımehmetselimkirazparkı/Gültepe/ 55000, Esentepe Bölge Parkı/ İstiklal/11800, Gülyurt Mahalle Parkı/ Gülyurt/550, Kale Bölge Parkı/ Kaleardı/43797, Kazım Karabekir Parkı/ Huzur/7800, Yasemen Parkı/ Kardeşler/1900, Gazi Parkı /Diriliş /4670, Kardeşler Mahalle Parkı/Kardeşler/640, Zümrüt Parkı/ Diriliş/ 2120, İşhan Toki/Kardeşler/6500, Diriliş Parkı/Diriliş/1540, Macera Parkı//Kardeşler/10000, Vali Aydın Güçlü Parkı/Diriliş/2815, M.Akif Ersoy Bölge Parkı/M. Akif Ersoy/11400, Bakü Parkı/Emek/2580, Leylak Parkı/ M. Akif Ersoy/1730, Cebecioğlu Parkı/Emek/1250, Halfelik Parkı/ M. Akif Ersoy/2000, Emek Mahalle Parkı/Emek/1500, Beyazıt Parkı/ M. Akif Ersoy/1800, Akevler Parkı/Esenyurt/3200, İmam Evler / M. Akif Ersoy/5000, Esenyurt Mahalle Parkı/Esenyurt/5000, Şehitler Parkı/ Mehmetpaşa/3200, Selçuklu Parkı/ Eski Kale/35300, Sağlık Parkı/ Mevlana/1230, Şemsi Tebrizi Parkı/ Mevlana/2535, Mevlana Bölge Parkı/ Mevlana/6700, Celaloğlan Parkı/ Karşıyaka/3850, Mevlevi Parkı/ Mevlana/1040, Karşıyaka Bölge Parkı/ Karşıyaka/4500, Karagül Parkı/ Mevlana/350, Karşıyaka 27 Haziran Parkı/ Karşıyaka/1110, 4 Evler Parkı/ Mısmırlamak/1250, Karşıyaka Cami Karşısı/ Karşıyaka/2500, Mısmırlamak Mahalle Parkı/ Mısmırlamak/1500, Postacılar Parkı/ Kılavuz/4500, Zeynel Abidin Kılıç Parkı/ Mimarşinan/3500, İbrahim Demirkan/ Kılavuz/5400, Aşık Ruhsati Parkı/ Orhan Gazi/15000, Ahmet Turan Gazi Parkı/ Kılavuz/2500, Ahi Emir Ahmet Parkı/ Pulur/810, Şehitler Parkı/ Kılavuz/55000, Selçuklu Bölge Parkı/ Selçuklu/5950, 8 Adet Park Alanı/ Kılavuz/8000, Şeyh Edebalı Parkı/ Selçuklu/2680, Ayyıldız Cami Parkı/ Kılavuz/12000, Mehmetçik Parkı/ Selçuklu/4760, Mor Ali Baba Parkı/ Kızılırmak/500, Muhsin Yazıcıoğlu Parkı/ Selçuklu/15000, Cuma Pazarı Parkı/ Kümbet/2740, Kardelen Parkı/ Seyrantepe/1000, Gülbahçe Parkı/ Kümbet/2700, Seyrantepe Mahalle Parkı/ Seyrantepe/3000, Ülkü Parkı/ M. Akif Ersoy/2235, Kılıçarslan Parkı/ Seyrantepe/1270, M.Akif Ersoy mahalle parkı/M.Akif Ersoy/ 4970, Kolej Parkı/ Seyrantepe/3200, Aksu Parkı/Mehmet Akif Ersoy/34550, 15 Temmuz Meydanı/ Sularbaşı/20000, Aksuparkı (Gülyurt Dedebalı) / M. Akif Ersoy 16550, Arifan Parkı/ Şeyh Şamil/4000, Mısmırlamak Parkı/ M. Akif Ersoy/19200, Şeyh Şamil Mahalle Parkı/ Şeyh Şamil/3000, Safahat Parkı/ M. Akif Ersoy/1070, Yusuf Ziya Başara Parkı/ Şeyh Şamil/3000, Yıldız Parkı/ M. Akif Ersoy/1370, Kafkas Parkı/ Şeyh Şamil/3110, Grozni Parkı/ Şeyh Şamil/2250, Saklıbahçe Şehit Bedrettin Erbil parkı/Yenidoğan/9000, Asr-I Saadet

Parkı/ Şeyh Şamil/4000, Dökmetaş Parkı/ Yenişehir/7950, Asya Parkı/ Şeyh Şamil/2500, Ömer Faruk Ertuğ Parkı/ Yenişehir/4880, Kırılğaç Parkı/ Tuzlugöl/1265, Yenişehir Bölge Parkı/ Yenişehir/10000, Manolya Parkı/ Tuzlugöl/1410, Eğitimciler Parkı/ Yenişehir/830, Gülpembe Parkı/ Tuzlugöl/1410, Kırklar Cami/ Yenişehir/4160, Ensar Parkı/ Tuzlugöl/560, Yeşilyurt Mahalle Parkı/ Yeşilyurt /3350, İhracımızade Parkı/ Uluanak/1550, Oğuzlar Parkı/ Yiğitler/6900, Aziz Baba Parkı/ Üçlerbey/1730, Merve Parkı/ Yunus Emre/950, Yahyabey Mahalle Parkı/ Yahyabey/600, Yunus Emre Mahalle Parkı/ Yunus Emre/1030, Yeni Mahalle Parkı/ Yeni/1880, Yunus Emre Parkı/ Yunus Emre/7840, Çeçenistan Parkı/ Yenidoğan/1550, 27 Haziran Öğretmen Parkı/ Yüceyurt Mah./5220, Safa Parkı/ Yenidoğan/1400, Hayvan Barnağı Bölge Parkı/Seyfebeli/1000, Selimiye Parkı/ Yenidoğan/12000

Mesire Alanları/ Mahalle/ Alanı (m²)

Paşa Fabrikası Mesire Alanı/ Akdeğirmen/242000, Kardeşler Kent Ormanı/ Kardeşler/100000, Kurt Deresi Mesire Alanı/ Diriliş/30000, Karşıyaka Mesire Alanı/ Karşıyaka/127000

Selçuklu Parkı: Kent meydanında bulunan park 35300 m² alana sahiptir. Selçuklu, Osmanlı ve Cumhuriyet'in ilk yıllarına ait birçok eseri bünyesinde bulunduran adeta bir açık hava müzesi konumunda olan park; Selçuklu Dönemi'nin üniversiteleri olan Şifahye Medresesi, Buruciye Medresesi, hamam kalıntıları Osmanlı dönemine ait Kale Camii, Kongre Müzesi, vilayet ve jandarma konağı sadece 25 bin metre karelik bir alandan oluşmaktadır. Bu özelliğiyle Türkiye'de bir benzeri daha yoktur. Proje ile asırlık eserler aslına uygun olarak ortaya çıkarılmış, modern dünyanın ihtiyaçları ile de entegre edilmek suretiyle gelecek kuşaklara ulaştırılması hedeflenmiştir. Bu çalışmaya konu olan Sivas Selçuklu Parkı bu yapıların ortasında yer alan oldukça büyük bir parktır (Şekil 1).



Şekil 1. Selçuklu Parkı (Orijinal, 2024)

Aksu Parkı; Mehmet Akif Ersoy Mahallesi Sanayi Caddesi ile Karaağaca Caddeleri arasında kalmaktadır. Kent merkezinde bulunduğundan yaya / araçla ulaşım mesafesindedir. 51000 m² alana sahiptir. Yakın tarihte

belediye tarafından yapılan bu park içerisinde kanal, işletmeler, eğlence merkezleri, yürüyüş ev yeşil alanlar, konser alanları bulunmakta, bu özellikleri ile kent peyzajına değer katmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Aksu Parkı (Orijinal, 2024)

Ethembey Parkı; Akdeğirmen Mahallesi Vali Varinli Caddesi üzerinde bulunmaktadır. 24000 m² alana sahiptir. Büyük ağaçları bulunan, çocuk bahçesi de olan bir dinlenme yeridir. Mesire alanından ziyade günlük gezilebilecek bir alan olarak halkın kullanımına sunulmuştur. Ethembey parkından görünümü Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 0. Ethembey Parkı (Orijinal, 2024)

Millet Bahçesi; Kadıburhanettin Mahallesi, Muhsin Yazıcıoğlu Bulvarı üzerinde bulunmaktadır. 55 000 m² alana sahiptir. Millet Bahçesi içinde millet kiraathanesi, 2 büfe, 3 lavabo, mescit, su deposu, 2 basketbol ve voleybol sahası, kaykay pisti, amfi tiyatro, yürüyüş ve bisiklet yolları,

çardaklar, süs havuzu, çocuk oyun grupları, spor alanları, bitki, peyzaj alanı ve sosyal alanlar yer almaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Millet Bahçesi (Orijinal, 2024)

Oğuzlar Parkı; Sivas merkezinde Yiğitler Mahallesi Yiğitler Caddesi ve Kazancılar Caddesi arasında bulunmaktadır. 10000 m² alana sahiptir. Parkta yeşil alanının içinde dinleme, çocuk parkı ve spor alanları bulunmaktadır. 1 adet kafe, sağlık ocağına birden fazla muhtarlık binası bulunmaktadır. Oğuzlar parkından görünümü Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Oğuzlar Parkı (Orijinal, 2024)

Paşabahçe Mesire Alanı; Sivas merkezine 7 km uzaklıkta olan Akdeğirmen Mahallesi Niksar Caddesi üzerinde bulunmaktadır. 170000 m² alana sahiptir. Mesire alanında piknik yapabilir, içerisinde bulunan çocuklar için park alanı ve farklı aktivite imkânları ile vakit geçirilebilir. Aynı zamanda mesire alanında konaklama içinde çeşitli alanlar bulunmaktadır. Yüzüklerin

Efendisi filminden esinlenerek oluşturulan hobit evler ilginç mimarisiyle konaklama imkânına da sahiptir. Paşabahçe mesire alanından görünümü Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Paşabahçe Mesire (Orijinal, 2024)

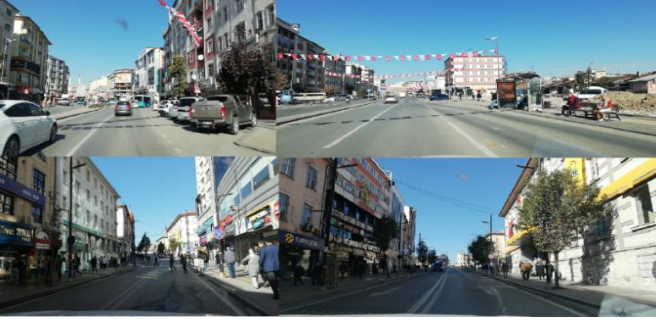
İstasyon Caddesi; Örtülüpınar Mahallesi İnönü Bulvarı üzerinde bulunmaktadır. 1,500 m² alana sahiptir. Çeşitli alış-veriş merkezlerine, hastane, otel, restoran gibi işletmelerine konukluk eden, Sivas'ın en çok tercih edilen caddelerinden birisidir. İstasyon caddesi görünümü Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. İstasyon Caddesi (Orijinal, 2024)

Atatürk Caddesi; Demircilerardı Mahallesi, Atatürk Caddesi üzerinde bulunmaktadır. 1,500 m² alana sahiptir. Sivas'ta şehir merkezinin işlek yerlerinden biridir. Cadde üzerinde banklar, işletme merkezleri, cami büyük

ve küçük çaplı alışveriş merkezleri bulunmaktadır. Atatürk caddesi görünümü Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Atatürk Caddesi (Orijinal, 2024)

Mevlana Caddesi; Mevlana Mahallesi, Mevlana Caddesi üzerinde bulunmaktadır. 1,000 m² alana sahiptir. Sivas’ın en kalabalık olan caddelerinden birini oluşturmaktadır. İşletme yerleri, cami gibi yerler bulunmaktadır. Mevlana caddesi görünümü Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Mevlana Caddesi (Orijinal, 2024)

Niksar Caddesi; Akdeğirmen Mahallesi Niksar Caddesi üzerinde bulunmaktadır. 3,750 m² alana sahiptir. Paşabahçe mesire alanı ve yıldız dağı kayak merkezi yolunu oluşturmaktadır. Askeri mühimmat ve Temel tepe kışlası bulunmaktadır. Paşabahçe mesire alanına kadar gezinti yürüyüş, bisiklet ve spor alanları bulunmaktadır. Niksar caddesi görünümü Şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 10. Nıksar Caddesi (Orijinal, 2024)

Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı; Yenişehir Mahallesi Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı üzerinde bulunmaktadır. 3.000 m² alana sahiptir. Bulvar üzerinde yürüyüş, bisiklet ve spor alanları mevcuttur. Cumhuriyet üniversiteye açılan 3. bir yol olacaktır. Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı görünümü Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı (Orijinal, 2024)

Necmettin Erbakan Bulvarı; Şehşamil Mahallesi Necmettin Erbakan Caddesi üzerinde bulunmaktadır. 2.000 m² alana sahiptir. Kılavuz, Huzur ve Şehşamil mahallerine sınır teşkil eden Emir Paşa Caddesinin Cezaevine kadar olan uzantısının Emir Paşa Caddesi olarak bırakılıp Erzincan-Erzurum karayoluna kadar olan kısmına da Necmettin Erbakan Bulvarı ismi verilmiştir. Bulvar boyunca bisiklet, yürüyüş ve spor alanları bulunmaktadır. Necmettin Erbakan Bulvarı görünümü Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Necmettin Erbakan Bulvarı (Orijinal, 2024)

Yöntem

Araştırma yöntemi veri toplama-analiz-sentez ve değerlendirmelerden oluşmaktadır. Çalışmanın veri toplama araçlarından bir tanesi literatür verileri olup, çalışmanın temelini oluşturan kavramlara açıklık getirmiştir. Diğer veri toplama aracı ise; çalışma amacına uygun olarak hazırlanan “alan hakkında bilgi toplama formları” ile elde edilmiştir. Çalışma alanlarının her birinde yapılan incelemeler ve literatür verileri ışığında çalışma alanlarındaki mevcut bitki materyali sistematik bir şekilde incelenmiş, değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma dört mevsimi kapsayacak şekilde 01 Mart 2023- 29 Şubat 2024 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Çalışma alanında yapılan incelemelerle alan bazında bitki türleri tespit edilmiş ve bulguları Tablo 4’de verilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde bitkiler tasarım ilkeleri açısından özellikleri incelenmiştir.

Tablo 4. İncelenen Parklar, Mesire Alanı, Bulvarlar ve Caddelerde Bulunan Bitkilerin Listesi

Latince Adı (Türkçe Adı)	SP	AP	OP	MB	PMA	EP	RTEB	NEB	NC	İC	AC	MC
<i>Acer sp.</i> (Akçaağaç)		X	X	X	X	X						X
<i>Acer negundo flamingo</i> (Alaca Yapraklı Akçaağaç)				X								
<i>Acer saccharum</i> (Şeker Akçaağaç (Gümüşi))		X	X	X	X			X				X
<i>Acer platanooides</i> (Çınar Yapraklı Akçaağaç (20-25))				X		X						
<i>Acer platanooides globosum</i> (Top Akçaağaç)		X				X						
<i>Acer campestre</i> (Ova Akçaağaç)			X	X	X							
<i>Acer rubrum</i> (Kırmızı Yapraklı Akçaağaç)		X	X	X		X						

<i>Ligustrum vulgare</i> (Kurt Baganı)		X																	
ÇALILAR																			
<i>Thuja orientalis aurea nana</i> (Altuni Top Mazi)	X	X	X	X	X		X												
<i>Thuja orientalis pyramidalis</i> (Piramit Mazi)		X	X	X	X	X													
<i>Buxus sp.</i> (Şimşir)	X	X		X	X	X	X												
<i>Juniperus horizontalis Blue Chip</i> (Yayılıcı Ardiç)	X	X	X	X	X	X													
<i>Prunus mahaleb</i> (Mahlep)	X		X				X												
<i>Chaenomeles japonica</i> (Japon Ayrıası)	X	X					X	X											
<i>Mespilus germanica</i> (Muşmula)	X	X		X	X														
<i>Lavandula spp</i> (Lavanta)				X															
<i>Juniperus oxycedrus L. subsp. oxycedrus</i> (Dikenli Ardiç)		X	X				X												
<i>Sambucus nigra</i> (Mürver)							X												
<i>Cornus mas</i> (Kızılılık)		X	X																
<i>Spiraea vanhouttei</i> (Keçi Sakalı)		X	X																
MEYVE AĞAÇLARI																			
<i>Prunus domestica</i> (Erik)			X	X	X	X													
<i>Malus domestica</i> (Elma)					X	X													
<i>Pirus communis</i> (Armut)				X	X														
<i>Prunus armeniaca</i> (Kayısı)		X																	
<i>Prunus avium</i> (Kiraz)				X	X														
<i>Cydonia oblonga</i> (Ayva)					X														
<i>Juglans regia</i> (Çeviz)					X														
<i>Rosa canina</i> (Kuşburnu)					X														
OTSU BİTKİLER																			
<i>Tagetes erecta</i> (Kadife)	X						X												
<i>Petunia hybrida</i> (Petonya)							X												
SARILICI BİTKİLER																			
<i>Lonicera sp.</i> (Hanım Eli)		X																	
<i>Parthenocissus quenqifolia</i> (Amerikan Sarmaşığı)		X	X		X														
Kısaltmalar																			
SP: Selçuklu Parkı, AP:Aksu Park, OP: Oğuzlar Parkı, MB.Millet Bahçesi, PMA: Paşabahçe Mesire Alanı, EP:Ethembey Parkı, RTEB:Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı, NEB:Necmettin Erbakan Bulvarı, NC:Niksar Caddesi, İC:İstasyon Caddesi, AC:Atatürk Caddesi, MC:Mevlana Caddesi																			

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre Sivas Kenti rekreasyon alanlarında kullanımı tespit edilen bitkilerden 58 adeti ağaç, 12 adeti çalı, 8 adet meyve ağacı, 2 adeti otsular ve 2 adetinin de sarılıcı bitkilerden oluştuğu belirlenmiştir. Bitkilerin çeşitliliği, çevresel etkileşimlerin karmaşıklığını ve bitkilerin insan hayatında ne kadar yaygın olduğunu yansıtmaktadır.

Bitkilerin Orijini

Bitki türlerini orjinlerine göre egzotik ve doğal bitkiler şeklinde iki gruba ayırmak mümkündür. Egzotik bitkiler yabancı bitkiler ya da süs bitkileri olarak da adlandırılan ülke sınırları dışından getirilen bitkilerdir.

Doğal bitkiler ise ilin iklim şartlarında yetişebilen o ile özgü ya da diğer illerden getirilerek yöresel şartlara dayanarak evrimleşmiş bitkilerdir (Erbil ve Sağlam, 2021). Doğal bitki türleri bulunduğu bölgenin iklimine, toprağına, yağış miktarına, kuraklığına ve don olaylarına göre evrim geçirerek çevreye adapte olan bitkilerdir. Türkiye’de 12000’inden fazla bitki taksonunun, 3000’i aşkın endemik bitki bulunmasına rağmen peyzaj çalışmalarında yabancı kaynaklı bitkilere yönelimin olması tasarım başarısızlıklarına neden olabilmektedir (Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2023).

Ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanabilmesinde doğal yapıya uygun yöresel bitkilere yönelmesi gerekir (Chan ve ark., 2014). İklimsel faktörlere ve çevre koşullarına bağlı olarak kentsel yeşil alanların tasarımlarında kullanılacak bitkilerin en önemli özelliklerinden birisi orijin aldığı kökeninin doğal ortama uyumlu olmasıdır. Bu bakımdan tasarımcılar şehirlerdeki yeşil alanların peyzaj mimarlığında kullanırken yöresel ya da çevre koşullarına adaptasyon problemi yaşamayacak bitkilerden yararlanmayı tercih ederler (Lai ve ark., 2019). Eskiden Türkiye illerinde yabancı kaynaklı bitkilere rastlanmazken fidanlık sayısının artması, çevre düzenlemesi konusunda daha özen gösterilen bir anlayışın ortaya çıkması egzotik türlerin de illerde park ve bahçelerde bulunmasına neden olmuştur (Acar ve Sarı, 2010). Araştırma amacına uygun olarak Sivas il merkezinde incelenen bitkilerin orjinleri ve endemik olma durumları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Bitkilerin Orjinleri Ve Endemik Olma Durumları (URL1-URL24’dan yararlanarak)

Bitkinin Latince Adı	D / EGZ	E / ED	Latince Adı	D / EGZ	E / ED
<i>Acer sp.</i>	EGZ	ED	<i>Salix alba</i>	EGZ	ED
<i>Acer negundo flamingo</i>	EGZ	ED	<i>Cedrus spp.</i>	EGZ	ED
<i>Acer saccharum</i>	EGZ	ED	<i>Koelreuteria paniculata</i>	EGZ	ED
<i>Acer platanoides</i>	EGZ	ED	<i>Acer platanoides crimson king</i>	EGZ	ED
<i>Acer platanoides globosum</i>	EGZ	ED	<i>Berberis vulgaris</i>	EGZ	ED
<i>Acer campestre</i>	Doğal	ED	<i>Viburnum sp.</i>	EGZ	ED
<i>Acer rubrum</i>	EGZ	ED	<i>Pinus mugo</i>	EGZ	ED
<i>Platanus orientalis</i>	Doğal	ED	<i>Ulmus campestris</i>	EGZ	ED
<i>Morus nigra pendula</i>	EGZ	ED	<i>Ginkgo biloba</i>	EGZ	ED
<i>Morus alba</i>	EGZ	ED	<i>Parrotia persica</i>	EGZ	ED
<i>Rosa spp.</i>	EGZ	ED	<i>Syringa sp.</i>	EGZ	ED
<i>Carpinus betulus</i>	EGZ	ED	<i>Crataegus monogyna</i>	Doğal	ED
<i>Tamarix gallica</i>	EGZ	ED	<i>Alcea rosea</i>	Doğal	ED
<i>Rhus typhina</i>	EGZ	ED	<i>Catalpa bungei</i>	EGZ	ED

<i>Betula alba</i>	EGZ	ED	<i>Mahonia aquifolium</i>	EGZ	ED
<i>Aesculus hippocastaneum</i>	EGZ	ED	<i>Taxodium distichum</i>	Dogal	ED
<i>Tilia tomentosa</i>	EGZ	ED	<i>Ligustrum vulgare</i>	Dogal	ED
<i>Prunus serrulata</i>	EGZ	ED	<i>Thuja orientalis aurea nana</i>	EGZ	ED
<i>Malus floribunda</i>	EGZ	ED	<i>Thuja orientalis pyramidalis</i>	EGZ	ED
<i>Euonymus anatolia tige</i>	EGZ	ED	<i>Buxus sp.</i>	EGZ	ED
<i>Prunus cerasifera piss. nigra</i>	EGZ	ED	<i>Juniperus horizontalis Blue Chip</i>	EGZ	ED
<i>Pyrus calleryana chanticcleer</i>	EGZ	ED	<i>Prunus mahaleb</i>	EGZ	ED
<i>Fraxinus excelsior jaspidea</i>	EGZ	ED	<i>Chaenomeles japonica</i>	EGZ	ED
<i>Fraxinus americana</i>	EGZ	ED	<i>Mespilus germanica</i>	EGZ	ED
<i>Cercis chinensis</i>	EGZ	E	<i>Lavandula spp</i>	Doğal	ED
<i>Magnolia grandiflora</i>	EGZ	E	<i>Juniperus oxycedrus L. subsp. Oxyc.</i>	EGZ	ED
<i>Sophora japonica pendula</i>	EGZ	ED	<i>Sambucus nigra</i>	EGZ	ED
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	EGZ	ED	<i>Cornus mas</i>	EGZ	ED
<i>Juniperus virginiana</i>	EGZ	ED	<i>Spiraea vanhouttei</i>	EGZ	ED
<i>Thuja occidentalis brabant</i>	EGZ	ED	<i>Prunus domestica</i>	EGZ	ED
<i>Quercus cerris</i>	Doğal	ED	<i>Malus domestica</i>	EGZ	ED
<i>Gleditsia triacanthos</i>	EGZ	ED	<i>Pirus communis</i>	EGZ	ED
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	EGZ	ED	<i>Prunus armeniaca</i>	EGZ	ED
<i>Picea spp.</i>	EGZ	ED	<i>Prunus avium</i>	EGZ	ED
<i>Picea pungens var glauca</i>	EGZ	ED	<i>Cydonia oblonga</i>	EGZ	ED
<i>Picea abies</i>	EGZ	ED	<i>Juglans regia</i>	EGZ	ED
<i>Fraxinus angustifolia raywood</i>	EGZ	ED	<i>Rosa canina</i>	EGZ	ED
<i>Pinus sylvestris</i>	EGZ	ED	<i>Tagetes erecta</i>	Dogal	ED
<i>Robinia pseudoacacia</i>	EGZ	ED	<i>Petunia hybrida</i>	EGZ	ED
<i>Pinus nigra</i>	EGZ	ED	<i>Lonicera sp.</i>	EGZ	ED
<i>Populus alba</i>	Dogal	ED	<i>Parthenocissus quenqifolia</i>	EGZ	ED

D: Doğal, **EGZ:** Egzotik, **E:** Endemik **ED:** Endemik Değil

Tablo 5'e göre araştırma alanında kullanılan bitkilerin sadece %12,19'u doğal bitkilerden olduğu, %87,80'inin egzotik türlerden oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca bitkilerin %2,43'ünün endemik özelliğinin bulunduğu da tespit edilmiştir.

Peyzaj tasarımlarında egzotik bitkilerin tercih edilmesinin birkaç nedeni olabilir. Bunlar arasında estetik değer, farklılık arayışı, dayanıklılık ve kolay bakım gibi faktörler bulunur. Bu nedenlerle egzotik bitkiler, görsel açıdan çekici oldukları için peyzaj tasarımcıları ve bahçe meraklıları tarafından sıkça tercih edilmektedir (Polat ve Selvi, 2020).

Bitkilerin Ekolojik İstekleri

Bitkisel tasarımda başarılı sonuç elde etmenin en önemli koşulu, tasarımda kullanılacak bitkilerin ekolojik istekleri ile kullanılacağı alanın ekolojik özelliklerinin aynı ya da çok benzer olmasına bağlıdır. Bu çalışmada

incelenen alanların bitki materyali ekolojik isteklerine ilişkin bilgiler derlenerek Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Bitkilerin Ekolojik İstekleri (URL1-URL24'den yararlanarak)

LATİNCE ADI	SU -IŞIK	SICAKLIK	TOPRAK
<i>Acer sp.</i>	2-4	-28,8/ 37,9	5,6,8,13,14
<i>Acer negundo flamingo</i>	2-1	-39,9/+37,9	3,5,7,11,15
<i>Acer saccharinum</i>	1-2	-39,9/+40,7	5,15
<i>Acer platanoides</i>	2-2	-42/ +35	1,2
<i>Acer platanoides globosum</i>	2-4	-34,4/+37,9	1,4,11
<i>Acer campestre</i>	2-2	-34,4/+37,9	13,16,17
<i>Acer rubrum</i>	1-3	-34,4/ +37,9	3,15
<i>Platanus orientalis</i>	2-2	-34,4/+37,9	3,11,15
<i>Morus nigra pendula</i>	2-3	-31,6/40,7	2
<i>Morus alba</i>	2-3	-31,6/40,7	3,14
<i>Rosa spp.</i>	1-2	-22/ +16	1,14
<i>Carpinus betulus</i>	1-4	-34,4/37,9	6,15,18
<i>Tamarix gallica</i>	1-4	-26/ +43C	6,9
<i>Rhus typhina</i>	3-3	-34,4/ +40,7	6
<i>Betula alba</i>	2-4	-37,2/ 39,9	4,8,13
<i>Aesculus hippocastanum</i>	2-3	-39,9/37,9	12,15
<i>Tilia tomentosa</i>	2-4	-34,6/ +40,7	15,16,17
<i>Prunus serrulata</i>	2-1,3	-28,8/ +40,7	2,21
<i>Malus floribunda</i>	2-2,3	-34,4/ +35,1	5,14
<i>Euonymus anatolia tige</i>	2-2,3	-15/ +40	2,21
<i>Prunus cerasifera piss. nigra</i>	2-4	-28,8/40,7	5,8,14,15
<i>Pyrus calleryana chanticleer</i>	2-3	-26/ +40	2,16
<i>Fraxinus excelsior jaspidea</i>	1-2	-34,4/ +35,1	4,19,20
<i>Fraxinus americana</i>	1-2,3	-31/ +35	1,3,4
<i>Cercis chinensis</i>	3-3	-20, +37 C	5,15
<i>Magnolia grandiflora</i>	2-1,2	-17,7/43,5	4,8,15
<i>Sophora japonica pendula</i>	3-4	-28,8/+43,5	5,8,17
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	2-4	-23,3/ 46,3	2,5,12,13
<i>Juniperus virginiana</i>	1-4	-40/ +40	6,10
<i>Thuja occidentalis brabant</i>	2-4	-25/ +30	21
<i>Quercus cerris</i>	1-3	-34,4/ +40,7	21
<i>Gleditsia triacanthos</i>	2-4	-28,8/ +43,5	9,17
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	3-3	-39,9/ +35,1	2,6,9
<i>Picea spp.</i>	3-3	-42,7/40,7	5,6,7,12
<i>Picea pungens var glauca</i>	3-3	-42,7/ +40,7	3,15
<i>Picea abies</i>	1-2	-37,2/ +37,9	3,7,14,17
<i>Fraxinus angustifolia raywood</i>	3-2	-20,+35 C	3,15
<i>Pinus sylvestris</i>	3-3	-37/ +39,4	1,3,6,7,15
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3-3	-22/ +12	1,3,6,7,11
<i>Pinus nigra</i>	3-2	-25/ +10	1,4
<i>Populus alba</i>	1-1	-34,4/ +46,3	3,5,6,9
<i>Salix alba</i>	1-3	-34,4/ +37,9	3,15

<i>Cedrus spp.</i>	3-2	-14,9/ +40,7	4,5,7,16,17
<i>Koelreuteria paniculata</i>	2-4	-17,7/ +46,3	5
<i>Acer platanoides chrimson king</i>	1-3	-42,7/37,9	1,4
<i>Berberis vulgaris</i>	3-4	-34,4/ +40,7	21
<i>Viburnum sp.</i>	2-3	-17,7/40,7	3,8,14
<i>Pinus mugo</i>	2-4	-9,4/51,9	6,1
<i>Ulmus campestris</i>	1-2	-34,4/ +40,7	15
<i>Ginkgo biloba</i>	1-3	-28,8/35,1	1,4
<i>Parrotia persica</i>	3-2	-34,4/ +40,7	1,15
<i>Syringa sp.</i>	2-4	-39,9/ +40,7	1,14,19
<i>Crataegus monogyna</i>	-3	-18/ + 30	7,15
<i>Alcea rosea</i>	2-3	-10,5/ +30	1,4,6,15
<i>Catalpa bungei</i>	1-4	-23,3/ +37,9	21
<i>Mahonia aquifolium</i>	3-2	-28,8/ +37,9	5
<i>Taxodium distichum</i>	1-3	-36,6/ +22	1,4,9,11
<i>Ligustrum vulgare</i>	3-4	-15/ +40,7	2,8,14
<i>Thuja orientalis aurea nana</i>	3-3	-15/ +30	3,5,15
<i>Thuja orientalis pyramidalis</i>	3-3	-15/ +30	3,5
<i>Buxus sp.</i>	2-4	-23,3/ 40,7	5,14,15
<i>Juniperus horiz. Blue Chip</i>	3-4	-40/ +40	4,6,15
<i>Prunus mahaleb</i>	2-2	-24/ +20	2,5,10
<i>Chaenomeles japonica</i>	2-4	-28,8/ +40,7	5
<i>Mespilus germanica</i>	1-2	-12,2/ +43,3	1,2,4
<i>Lavandula spp</i>	3-3	-12,2/ 40,7	2,3,6,19
<i>Juniperus oxycedrus</i>	3-2	-10/ +21	4,6,8
<i>Sambucus nigra</i>	2-3	-15 / .+ 30	15
<i>Cornus mas</i>	3-4	-34,4/ +29,5	2,4,6
<i>Spiraea vanhouttei</i>	3-4	-34,4/ +43,5	12,15
<i>Prunus domestica</i>	1-3	-23/ +33	3,4,14
<i>Malus domestica</i>	1-2	-34,4/ +35,1	11,18
<i>Pirus communis</i>	3-3	-30/ , +32	1,2,4
<i>Prunus armeniaca</i>	1-4	-25/ +40	1,2,5
<i>Prunus avium</i>	2-2	-26,-28 D	5,7
<i>Cydonia oblonga</i>	1-3	-25/ + 40	11,12,18
<i>Juglans regia</i>	2-2	-15 /+30	1,2
<i>Rosa canina</i>	3-3	-40/ +40	2,7,10,12
<i>Tagetes erecta</i>	1-3	-15/ +21 C	7,14
<i>Petunia hybrida</i>	2-4	-18/ , +24	4,14
<i>Lonicera sp.</i>	3-4	-14,9/ +40,7	6,12,15
<i>Parthenocissus quenqifolia</i>	3-4	-39,9/ +40,7	21

SU İSTEĞİ:1:Yüksek, 2:Orta, 3:Düşük, **İŞIK İSTEĞİ:**1:Gölge, 2:Gölge-Yarı Gölge, 3:Güneş, 4:Güneş-Yarı Gölge,**TOPRAK:** 1:Killi 2:Kireçli 3:Derin 4:ince Kum Balçığı 5:İyi Drenajlı 6:Kuru 7:Gevşek 8:Humuslu 9:Tuzlu 10:Kayalık 11:Kumlu 12:Geçirgen,13:Asidik, 14:Organik maddece zengin, 15:Nemli, 16: Nötr, 17:Alkali, 18:Tınlı, 19:Rutubet, 20:Humusça fakir, 21:Secici değil

Tablo 6' ya göre; bitkilerin %29,26'sı yüksek, %39,02'si orta ve %31,70'i düşük su isteğine sahiptir. Işık istekleri bakımından ise bitkilerin

%3,65'i gölge ortamlara, %23,17'si gölge-yarı gölge, %40,24'ü güneşli ortamda ve %32,92' si de güneş- yarı gölge ortamlara uygun olan bitkilerdir. Çalışma alanlarındaki bitkilerin büyük çoğunluğu nemli, drenajı iyi olan, organik maddece zengin, ince kumlu, killi, kireçli derin topraklarda iyi gelişmektedir. Sivas ili kurak bir iklime sahip olup, incelenen yeşil alanlardaki bitkilerin çoğunun su isteğinin literatüre ve bitkisel tasarım ilkelerine uygun olmadığı görülmektedir.

Bitkilerin Ekolojik Toleransları

Kentsel peyzaj tasarımlarında tercih edilen bitkiler, toz, tuzluluk, kuraklık, hava kirliliği, rüzgar, sıcaklık/soğukluk, verimsiz toprak, hastalık ve zararlılar gibi çeşitli koşulları tolere edebilen türlerden olmalıdır (Çelik ve ark., 2017). Çalışma alanlarında ki bitkilerin ekolojik toleransları Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7. Bitkilerin ekolojik toleransları (URL1-URL24'den yararlanarak)

LATİNCE ADI	TOLERANSLARI	LATİNCE ADI	TOLERANSLARI
<i>Acer sp.</i>	5,6,17	<i>Salix alba</i>	3,8
<i>Acer negundo flamingo</i>	3,7,8,9,12,14	<i>Cedrus spp.</i>	10,12,
<i>Acer saccharum</i>	4,3,10,14	<i>Koelreuteria paniculata</i>	9
<i>Acer platanoides</i>	3,5,6,8,10,13	<i>Acer platanoides crimson king</i>	3,5
<i>Acer platanoides globosum</i>	1,5,6	<i>Berberis vulgaris</i>	3,14
<i>Acer campestre</i>	4,9,6,2,	<i>Viburnum sp.</i>	5,14,17,15,3
<i>Acer rubrum</i>	11,15,14	<i>Pinus mugo</i>	3,4,6,8
<i>Platanus orientalis</i>	1,3,5,9	<i>Ulmus campestris</i>	9,14,15
<i>Morus nigra pendula</i>	14	<i>Ginkgo biloba</i>	2,3,5,16
<i>Morus alba</i>	14	<i>Parrotia persica</i>	6,9,10,14,
<i>Rosa spp.</i>	14	<i>Syringa sp.</i>	3,8,9,17
<i>Carpinus betulus</i>	11,9,6,12	<i>Crataegus monogyna</i>	9,14,15
<i>Tamarix gallica</i>	1,2,3,6,14	<i>Alcea rosea</i>	10
<i>Rhus typhina</i>	9,15	<i>Catalpa bungei</i>	10,12,14
<i>Betula alba</i>	8,5	<i>Mahonia aquifolium</i>	8,14
<i>Aesculus hippocastaneum</i>	5	<i>Taxodium distichum</i>	2,3,4,8
<i>Tilia tomentosa</i>	3,10,12	<i>Ligustrum vulgare</i>	1,3,8,11
<i>Prunus serrulata</i>	3	<i>Thuja orientalis aurea nana</i>	1,5,6,8
<i>Malus floribunda</i>	3,9,15	<i>Thuja orientalis pyramidalis</i>	3,5,6,8
<i>Euonymus anatolia tige</i>	3,10,12,	<i>Buxus sp.</i>	8,9,14
<i>Prunus cerasifera piss. nigra</i>	5,8,12	<i>Juniperus horizontalis Blue Chip</i>	3,9,11,13,14
<i>Pyrus calleryana chanticcleer</i>	16,17,15,5,9,6	<i>Prunus mahaleb</i>	3,5,8,14
<i>Fraxinus excelsior jaspidea</i>	6,14	<i>Chaenomeles japonica</i>	3,9,14,15
<i>Fraxinus americana</i>	4,12,14	<i>Mespilus germanica</i>	8,14,
<i>Cercis chinensis</i>	9	<i>Lavandula spp</i>	3,5
<i>Magnolia grandiflora</i>	2,5	<i>Juniperus oxycedrus L. subsp. Oxy.</i>	5,15

<i>Sophora japonica pendula</i>	2,3,5,10,12	<i>Sambucus nigra</i>	8,14,15
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	6,8	<i>Cornus mas</i>	8,10,14
<i>Juniperus virginiana</i>	5,15	<i>Spiraea vanhouttei</i>	5,14
<i>Thuja occidentalis brabant</i>	14,15	<i>Prunus domestica</i>	9,11
<i>Quercus cerris</i>	15,17	<i>Malus domestica</i>	14,8
<i>Gleditsia triacanthos</i>	2,3,17	<i>Pirus communis</i>	8,11
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	15	<i>Prunus armeniaca</i>	5,1
<i>Picea spp.</i>	9,14,12,17	<i>Prunus avium</i>	8
<i>Picea pungens var glauca</i>	9	<i>Cydonia oblonga</i>	8
<i>Picea abies</i>	9,14,12,17	<i>Juglans regia</i>	5,6
<i>Fraxinus angustifolia raywood</i>	15,3	<i>Rosa canina</i>	16
<i>Pinus sylvestris</i>	6,8,10,	<i>Tagetes erecta</i>	8,9
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2,3,5,9,10,14,	<i>Petunia hybrida</i>	14
<i>Pinus nigra</i>	3,5,6	<i>Lonicera sp.</i>	8,14
<i>Populus alba</i>	3	<i>Parthenocissus quenqifolia</i>	9,14

Dayanıklı Oldukları Kent Koşulları;1: Toz, 2: Tuzluluk, 3: Kuraklık, 4:Aşırı Yağış, 5:Hava Kirliliği, 6:Rüzgar, 7:Bakımsızlık, 8:Ekstrem Hava Soğukluğu, 9:Don, 10:Sıcak, 11:Koyu Gölge, 12:Ekstrem Nem, 13:Zararlılara, 14:Tam Güneşli Ortam, 15:Verimsiz Toprak, 16:Hastalıklar, 17:Alkali ve Asit Toprak

Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda Tablo 7'ye göre bitkilerin kuraklığa, hava kirliliğine, rüzgar ve ekstrem hava soğukluğuna, dona, tam güneş ortamına ve verimsiz toprağa karşı dayanıklı oldukları görülmektedir. Aynı bitkiler içerisinde aşırı yağış, bakımsızlık, ekstrem nem, zararlılara ve hastalıklara dayanıklılıkları düşük olanlar da bulunmaktadır.

Bitkilerin Morfolojik Özellikleri

Bitkilerin morfolojik özellikleri, fiziksel yapılarını ve dış görünüşlerini tanımlar. Bazı temel morfolojik özellikler bitkinin kökü, gövdesi, yaprakları, çiçekleri, meyveleri ve tomurcuklarıdır. Bu morfolojik özellikler, bitkilerin çeşitli türlerinin ve türler arasındaki farklılıkların ana hatlarını çizer. Bu yapılar bitkilerin işlevselliğini ve adaptasyonunu etkiler. Çalışma alanlarındaki bitkilerin morfolojik özelliklerine ilişkin veriler Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Bitkilerin Morfolojik Özellikleri (URL1-URL24'den yararlanarak)

LATİNCE ADI	ÖMRÜ	KÖK	GÖVDE	YAPRAK	ÇİÇEK	MEYVE
<i>Acer sp.</i>	3	1	1,3,33	2,7,17,25,27	10,27	13,28
<i>Acer negundo flamingo</i>	3	2	1,7,38	2,7,16,27	10,22,24,25	10,28
<i>Acer saccharum</i>	3	2	2,7,8 ,31	2,17,29,30	11,23,28	13,26
<i>Acer platanoides</i>	3	2	1,7,12,52	2,13,17,25,27	11,23	13,26

<i>Acer platanoides globosum</i>	3	2	1,41	2,7,17,28,29	11,23,28	13,26,28
<i>Acer campestre</i>	3	2	1,3,7,10,33	2,7,17,28	10,11,26	13,29
<i>Acer rubrum</i>	3	2	1,18,42,49	2,17,25,27	10,11,21	13,24
<i>Platanus orientalis</i>	3	1	1,7,11,30	2,7,13,17,27	7,21,25	2,26,28
<i>Morus nigra pendula</i>	3	1	1,7,14,31	2,16,17,27	11,23,24	5,16,26,27
<i>Morus alba</i>	3	1	1,7,14,31	2,16,17,27	11,23,24	5,16,30
<i>Rosa spp.</i>	3	2	1,19,40	2,5,13,27	7,8,12,14,21,21,22,23,24,29	2,28
<i>Carpinus betulus</i>	3	1	1,18,32	2,5,13,27,33	7,23,28	1,26,28
<i>Tamarix gallica</i>	3	1	1,8,26,45	1,11,20,35	17,21,22	2,26,27
<i>Rhus typhina</i>	3	2	2,18,33,45,50	2,7,14,26	10,11,23,24	2,5,17,19,24,25
<i>Betula alba</i>	3	2	1,21	2,5,13,17,23,27	2,1,28,21	17,26,28
<i>Aesculus hippocastanum</i>	3	1	1,7,11,47	2,5,13,14,27,33	1,8,10,29	1,4,22,26,28
<i>Tilia tomentosa</i>	3	2	1,7,32	2,7,9,13,16,27,29	13,14,23,29	2,28
<i>Prunus serrulata</i>	3	2	1,4,18,45,47	2,4,13,16,25,27,3,5	6,8,14,22	2,5,26,27
<i>Malus floribunda</i>	3	2	17,18,33,45	2,4,13,16,27	6,1,27	2,5,24,25
<i>Euonymus anatolia tige</i>	3	2	2,26,37,53	1,4,27	1,9,12,23,24	1,2,17,24,25
<i>Prunus cerasifera piss. nigra</i>	3	2	1,73,48	2,14,34	7,11,15,22	2,24
<i>Pyrus calleryana chanticleer</i>	3	1	1,9,10,33,45	2,4,13,27,41	13,29,38,39	2,12,26,28
<i>Fraxinus excelsior jaspidea</i>	3	1	1,15,33	5,7,14,35	5,11,21	15,26
<i>Fraxinus americana</i>	3	1	1,16,37	2,4,7,27	2,11,21,23	13,17,26,27
<i>Cercis chinensis</i>	3	2	2,12,33	2,4,5,20,27	16,17,22,37	1,12,15,26,27
<i>Magnolia grandiflora</i>	3	2	1,7,9,10,33,45	1,4,6,13,27,33	8,12,14,22,23,29,37	10,11,37
<i>Sophora japonica pendula</i>	3	1	2,7,36	2,5,7,14,28,36	11,13,31,40	12,26,28
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	3	1	1,8,27,47	1,3,5,28	12,21	20,26,28
<i>Juniperus virginiana</i>	3		2,7,17,39,47	1,3,12,23,35	20,25	2,28,33,41
<i>Thuja occidentalis brabant</i>	3	1	2,4,8,17,47	1,12,27	9,12,15,21,23,28	2,7,8,20,26,28
<i>Quercus cerris</i>	3	1	1,7,10,35	2,7,10,13,17,18,28	5,18,19,21,23,25	6,21,23,26,28
<i>Gleditsia triacanthos</i>	3	1	1,19,52	2,4,17,27,41	11,12,15,38	1,7,12,17,26
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	3	2	2,7,45	2,4,28	3,6,10,12,23,33	2,5,31,32
<i>Picea spp.</i>	3	2	1,33	1,3,14,27	4,21,32	3,2,26
<i>Picea pungens var glauca</i>	3	2	1,7,10,33,45	1,3,8,13,35,37	7,25	1,2,24,26,28
<i>Picea abies</i>	3	2	1,7,47	1,3,14,,27,28	5,12,21	9,24,26
<i>Fraxinus angustifolia raywood</i>	3	1	1,14,33	1,3,27	16,23,28	2,8,20,26
<i>Pinus sylvestris</i>	3	1	1,4,47,54	1,3,35	5,23	1,9,27,34
<i>Robinia pseudoacacia</i>	3	1	1,7,32,45	2,27	10,11,12,28,29	10,26
<i>Pinus nigra</i>	3	1	17,9,10,33	3,28	11,23	1,9,34
<i>Populus alba</i>	3	2	1,9,57	2,16,17,28	2,12,23	10,28
<i>Salix alba</i>	3	2	1,4,7,33	2,7,13,35,38	11,23	2,19,28
<i>Cedrus spp.</i>	3	1	1,6,7,8,43	1,3,27	5,16,23,28	1,3,19,20,26,28
<i>Koeleruteria paniculata</i>	3	1	1,5,45	2,7,13,16,32	10,23	9,26,27
<i>Acer platanoides chrimson king</i>	3	2	1,18,41	2,25,31	6,10,11,23	13,24,26
<i>Berberis vulgaris</i>	3	1	2,5,55	2,8,16,27	10,11,23,24	3,5,17,24
<i>Viburnum sp.</i>	3	2	2,9,31	2,5,7,13,27,28	11,12,22,29	9,41
<i>Pinus mugo</i>	3	1	2,27,33,52	1,8,27	5,23,24	9,26,27
<i>Ulmus campestris</i>	3	1	1	2,5,13,16,19,27,43	15,17,21,22	1,39,42
<i>Ginkgo biloba</i>	3	1	1,1,43,33,45	2,19,20,27,29	11,28	3,5,26,28,29
<i>Parrotia persica</i>	3	1	1,11,45,58	2,4,7,25,27	2,8,11,21,24	2,26,27
<i>Syringa sp.</i>	3	2	2,7,18,33,45	2,5,13,27	15,22,29,34	1,26
<i>Crataegus monogyna</i>	3	1	2,7,19,33,45,50	2,21,22,28	14,15,22,29	3,5,24,28
<i>Alcea rosea</i>	1,	1	1	2,7,15,17,19,20,27	15,17,21,22,23,24,29	1,2,10,28

	2					
<i>Catalpa bungei</i>	3	2	1,7,56	2,7,13,20,24,27	8,10,11,22,23,29	7,21,26,27
<i>Mahonia aquifolium</i>	3	2	2,23,26,47	1,4,13,16,25,28	13,23	2,5,16,36
<i>Taxodium distichum</i>	3	2	1,17,27,47	2,3,27	4, 10,21,35	1,2,17,26,28
<i>Ligustrum vulgare</i>	3	1	2,5 18,33	1,4,5,13,14,27	6,8,11,29	2,4,27
<i>Thuja orientalis aurea nana</i>	3	2	2,4,33,40	1,3,29,33	15,26	9,26
<i>Thuja orientalis pyramidalis</i>	3	2	1,4,17,24,47	1,12,28	4,26	9,26
<i>Buxus sp.</i>	3	2	2,7,33	1,4,5,27,32	1,7,8,38	3,34
<i>Juniperus horizontalis Blue Chip</i>	3	1	2,4,-	1,4,5,13,14,27,42	6,8,11,37	2,4,28,36
<i>Prunus mahaleb</i>	3	2	1,7,13,34	2,5,7,8,28	11,12,29	2,5,17,24,27,28
<i>Chaenomeles japonica</i>	3	2	2,19,20,45,52	2,4,8,27	13,21,35	5,9,14,35
<i>Mespilus germanica</i>	3	2	2,7,33	2,4,7,13,40	6,22	2,5,26
<i>Lavandula spp</i>	3	1	2,4,40	1,7,19,36	7,12,36	9,11,15,22,37,38
<i>Juniperus oxycedrus</i>	3	2	2,7,33,45	1,3,8,13,39	3,3	3,24
<i>Sambucus nigra</i>	3	2	2,46	2,4,13,16,23,27	6,8,12,13,29	3,27,40
<i>Cornus mas</i>	3	2	1,-	2,4,7,27	10,11,13,23	2,17,24
<i>Spiraea vanhouttei</i>	3	2	2,-	2,13,17,27	10,11,12,29	9,28
<i>Prunus domestica</i>	3	2	1,45	2,4,16,27	14,29	2,5,24,29,39
<i>Malus domestica</i>	3	2	1,7,33	2,3,5,7,13,27	6,11,22,29	2,5,24,28,29
<i>Pirus communis</i>	3	1	1,8, 33	2,4,5,7,16,27	6,8,11,29	3,5,35
<i>Prunus armeniaca</i>	3	2	1,47	2,13,14,16,27	11,22,29	3,5,19,29,39
<i>Prunus avium</i>	3	2	2,25,47	2,5,9,10,13,28	6,10,11,28,29	2,5,24,27,40
<i>Cydonia oblonga</i>	3	2	1,13,47	2,3,4,28	11,12,22,29	2,14,19,29
<i>Juglans regia</i>	3	1	1,15,33	2,5,14,23,27	5,10,11,28	2,5,28
<i>Rosa canina</i>	3	1	2,-	2,4,5,13,27	1,4,17,22,29	9,24
<i>Tagetes erecta</i>	1	2	1,22,40	2,4,13,28	1,7,8,12,14,23	2,27,39
<i>Petunia hybrida</i>	1	2	1,21,22,40	2,7,27	3,8,21,22,29,36,37	2,27
<i>Lonicera sp.</i>	3	2	2,-	2,4,13,27	2,3,12,23,29	18,27
<i>Parthenocissus quenqifolia</i>	3	2	2,44,51	2,4,25,28	8,29	3,4

ÖMÜR: 1:Yıllık 2:İki yıllık 3:Çok yıllık, **KÖK YAPISI:** 1:Kazık 2:Saçak, **GÖVDE:ŞEKLİ:** 1:Tek Gövdeli 2: Çok Gövdeli **DOKUSU:**3:Mantarlı 4:İnce Kabuk 5:lentisel 6:Dolgun 7:Catlaklı 8Pullu 9:Parlak 10:Kalın kabuk 11:Kabuk döker 12: Kabuk dökmeyiz 13:İnce Levha Dökülür 14:Çizgili 15:Derin çatlak 16:Pürtüklü 17:Lifli iç kabuk 18:Pürüzsüz 19:Dikenli 20:Sık Gövde 21:Göz Bezleri 22:Otsu gövde 23:İnce Gövde 24:Puşlu 25:Enine Bntli 26:Sert, **RENK:** 30:Gri beyaz, 31:Açık gri, 32:Koyu gri 33:grı, 34:Morumsu gri, 35:Suluk gri, 36:Grimsi Kahve, 37: Grimisi siyah, 38:Grimsi bej, 39:Kül Grisi, 40:Yeşil, 41: Koyu Yeşil, 42:Yeşilimsi Beyaz, 43:Yeşilimsi trak kül, 44:Donuk Yeşil, 45:Kahverengi, 46:Kahverengi beyaz, 47: Kızıl kahverengi, 48:Siyahımsi Kahverengi, 49: Açık Kahverengi, 50: Kırmızı, 51:Parlak kızıl, 52:Siyah, 53:Donuk Siyah, 54:Sarımsı- Kırmızı, 55:Sarı, 56: Esmer, 57:Beyaz, 58: Pembe, **YAPRAK ŞEKLİ:** 1:Herdemeşil 2:Yaprak Döken 3: İğne4:Elips 5:Yumurtamsı, **DOKUSU:** 6:Etlı 7:Tüylü-Az tüylü 8:Dikenli 9:Geniş 10:Stoma Çizgili, 11:Yumuşak 12:Pullu, 13: Sivri Uçlu, 14:Mızraklı 15:Kulakçıklı16: kenarı dişli 17:cok loblu 18:Küt uçlu 19:kısa saplı 20kalp 21:tersyumurtamsı22:derinloblu 23:Hoş Kokulu 24:Kötü Kokulu, **YAPRAK RENK:** 25:kırmızı,26: koyu kırmızı, 27:yeşil, 28:koyu yeşil, 29:altın sarısı, 30:turuncu kırmızı, 31:koyu morumsu, 32:sarı, 33:kahverengi34:mor 35:mavi-yeşil 36grı -yeşil, 37:gribeyaz 38:gri 39:grı-mavi 40:maviYeşil 41:sarı-turuncu42:gümüşmavi 43:sarı, **ÇİÇEK ŞEKLİ:** 1:Tek çiçek 2:Burumsu 3:Koni 4:Yumurta Şekli 5:Silindir Şekli 6:Yıldız Şekli7:Dairesel 8:Dikkat Çekici9:Dikkat Çekmeyen 10:Salkım salkım 11:Çok Çiçekli, 12:Kozalak,13:Şemsiye şekilli14:katmerli 15:kümelı 16:Terminal17:terselik 18kısa 19tüylü20kokulu, **ÇİÇEK RENGİ:** 21:kırmızı, 22:pembe, 23:sarı, 24:turuncu, 25:kahverengi, 26:sarımsı yeşil, 27:pembe/kırmızı, 28:yeşil, 29:beyaz 30: acikkahverengi31pembe-beyaz 32sarı-beyaz 33gümüş 34eflatun 35turuncu 36:Lavanta-mavisi 37:mor38:krem 39:grı 40menekşe, **MEYVE EKLİ:** 1:Kuru-Sert 2:Oval, 3:Dairesi, 4:Gösterişsiz, 5:Yenilebilir, 6:Koni, 7:İnceuzun, 8:Fıçı Gör, 9:Yumurta biçimli, 10:Baklamsı, 11:Zehirli, 12:Bezelyemsi 13:kanatlı 14:kokulu 15:dil biçimli 16:bişekilli17:salkım şek. 18:çitlembik, **DOKU:**19:Tüylü 20:Pullu 21silindir22:Dikenli 23:sivri uçlu, **MEYVE RENGİ** 24:kırmızı, 25:pembe, 26:kahverengi, 27:siyah, 28:yeşil, 29:saman sarısı, 30:beyaz, 31:gümüş, 32:turuncu, 33:gri, 34:sarımsı kahve35:yeşilimsiSarımsı, 36:mavi-siyah, 37:koyuhave, 38:gri-siyah, 39:turuncu, 40:mor, 41:koyumavi, 42:sarı

Tablo 8'e göre; gövde özellikleri bakımından bitkilerin % 65,85'si tek gövdeli olup ağaç ve küçük ağaçtır. Diğerleri ise %30,48 oranında çok gövdeli çalı ve %3,65'i de otsu bitkilerdir. Bitkilerin gövde yapısı çoğunlukla

çatlak gövdeli olup, bazılarında da gövde dikenli, göz bezleri bulunan, parlak gövdeli, pürüzsüz gövdeye sahip olan türlerdendir. Gövde renkleri bakımından ise çok çeşitlilik göstermektedir. Yaprak özellikleri bakımından incelenen bitkilerin % 25,60'ı herdem yeşil türlerden, % 74,39'u da yaprak dökken türlerdendir ve bu türlerden bazılarında yapraklar dikenlidir. Bir çok türde yaprak rengi yeşil, koyu yeşil ve mat yeşildir. İncelenen bitkiler içerisinde çiçekleri dikkat çekici özelliğe sahip olan türler bulunmaktadır. Ayrıca tüm bitkiler göz önüne alındığında çiçek renkleri çok çeşitlilik göstermektedir. Yine aynı türler içerisinde meyveleri yenen türler de bulunmaktadır. Meyve renkleri ise çok çeşitlilik göstermektedir.

Bitkilerin Estetik Özellikleri

Bitkilerin estetik özellikleri, tüm morfolojik yapılarının renk-şekil-ölçü-doku-koku özellikleri ile ortaya konur. Bu nedenle bitkiler tasarımda kullanılırken, bitkilere ve mekana ait estetik özelliklerin dikkate alınması ve tasarım konsepti çerçevesinde bitki-mekan arasında uyum ve zıtlıklar tasarlanması gerekir. Başarılı bir bitkisel tasarım için, bitkilerin renk-şekil-ölçü-doku-koku özelliklerinin bilinmesi gerekir.

Ölçü: Bitki ölçüsünün ayarlanması tasarım yapılan alanda bir boşluğun ölçülerinin, tasarımın ilginçliğinin ve tasarımın tamamının etki altına alınması demektir (Sarı ve Karaşah, 2018). Örneğin bir yapının etrafına yerleştirilecek bitkinin yapıyla yarışmayacak düzeyde kalması önemlidir. Diğer yandan fark edilemeyecek küçüklükte de olmamalıdır. Bir alan yüksek bitkilerle doldurulduğunda olduğundan daha küçük algılanırken küçük bitkilerle doldurulması halinde de daha geniş bir alan hissi uyandıracaktır. Bundan başka alana yerleştirilen küçük ağaçların alanın uzakta olduğu, büyük ağaçların ise yakındaymış gibi bir algıya yol açtığı da unutulmamalıdır. Bitkisel tasarımda bir alana yerleştirilecek bitkinin kendi boyutlarının yanı sıra kompozisyonu da önemlidir. Bu açıdan bitki ve yerleştirilen alan arasındaki oran veya ölçü uyumlu olmalıdır (Serpa ve Muhar, 1996).

Şekil: Bitkilerin dış görünüşü olup birçok şekilde görülmektedir. Bir diğer ifadeyle bitkilerin üç boyutlu biçimini oluşturan gövde, dallar ve yaprakların tamamı formu oluşturmaktadır (Sarı ve Karaşah, 2018). Bitkilerin formları bulunduğu ortama farklı bir anlam katabildiği gibi insan psikolojisi

üzerine de oldukça etkili olabilir. Örneğin, sütun formu bitkilerle dinamizm ifade edilmek istenirken, yatay dallanma veya sarkık dallanma yapan bitkiler dinlendiren ve rahatlatan (Aslanboğa, 1997), dağınık formu bitkiler düşük görsel değerli, kolon formu bitkiler ise en güçlü algı oluşturabilir. Sütun formu bitkilerin güzel, rahatlatıcı ve güçlü olma hissi uyandırdığı da bildirilmiştir (Summit ve Summer, 1999).

Doku: Bitkilerin yapısını oluşturan gövde, dal ve yaprakların kalınlığı, seyrekliği, sıklığı, parlaklığı veya mat oluşu, yapraklarının, dallarının veya sürgünlerin büyüklüğü ve dizilişibitkinin doku özellikleri olarak tanımlanabilir (Sarı ve Kardeş, 2018). Dokusal yapı bitkinin bulunduğu ortamda insanlarda belirli algıların oluşmasını sağlayabilir. Örneğin ince dallara ve narin yapraklara sahip bitkiler yakınlık hissi uyandırmasının yanı sıra daha güzel bir görüntü olduğu algısına da yol açabilir (Serpa ve Muhar, 1996).

Renk: Bitkinin yapraklanması, çiçeklenmesi, meyve oluşumu, yaprak dökme zamanları her bitki türünde birbirinden farklılık gösterdiğinden renk etkisi yıl boyunca dinamik bir unsurdur. Sıcak renkler, pozitif, saldırgan, hareketli, çok uyarıcı ve parlak olarak algılanırken; soğuk renkler negatif, uzak, donuk, iletici ve dinlendirici bir etki bırakabilir (Gültekin,1994). Renklerin iç daraltıcı ve sıkıcı etkisi olabildiği gibi ferahlık ve genişlik duygusunu da oluşturma etkisi olabilir. Bu nedenle, bitkisel tasarımda renklerin uyarıcı, bunaltıcı, yapıcı, yıkıcı, itici veya çekici etkileri bulunmaktadır.

Koku: Koku alma duyusuyla hissedilen kimyasal maddeler olup, kolayca buharlaşabilmekte ve insan üzerinde güçlü psikolojik etkiler oluşturmaktadır. Bu etki duygularla başlayıp davranışlara kadar yansır. Güzel koku, kişiyi canlandırıp pozitif duygular yaşattırken, kötü koku stres, endişe ve rahatsızlık hissi oluşturur. Bitkiler koku maddelerini çoğunlukla polen taşıyan canlıları kendilerine çekmek amacıyla salgılar. Bitkilerin çoğunlukla çiçekleri olmak üzere yaprakları da kokulu olabilmektedir. Güzel kokulu bitkiler, kullanıcıların fiziksel, duygusal ve ruhsal sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir güçtür. Kokuları yönünden bitkiler güzel kokan, kötü kokan ve kokusu etkisiz olanlar olarak ayrılırlar. Bitkisel tasarımda da bu etkileri dikkate alınarak kullanılmaları gerekir.

Çalışma alanlarındaki bitkilerin estetik özellikleri bu kapsamda incelenmiş ve tüm bilgileri Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Bitkilerin Estetik Özellikleri (URL1-URL24’den yararlanarak)

LATİNCE ADI	ESTETİK ÖZELLİKLER					LATİNCE ADI	ESTETİK ÖZELLİKLER				
	ÖLÇÜ	ŞEKİL	DOKU	RENK	KOKU		ÖLÇÜ	ŞEKİL	DOKU	RENK	KOKU
<i>Acer sp.</i>	1	1	1	1	1	<i>Salix alba</i>	1	1	1	1	0
<i>Acer negundo flamingo</i>	1	1	1	1	1	<i>Cedrus spp.</i>	1	1	1	1	0
<i>Acer saccharum</i>	1	4	1	1	1	<i>Koelreuteria paniculata</i>	1	1	1	1	0
<i>Acer platanoides</i>	1	2	2	2	0	<i>Acer platanoides crimson king</i>	1	2	2	2	0
<i>Acer platanoides globosum</i>	1	1	1	6	0	<i>Berberis vulgaris</i>	3	3	2	1	0
<i>Acer campestre</i>	1	1	1	1	1	<i>Viburnum sp.</i>	3	3	1	1	0
<i>Acer rubrum</i>	1	1	1	1	0	<i>Pinus mugo</i>	1	1	1	1	0
<i>Platanus orientalis</i>	1	3	2	2	0	<i>Ulmus campestris</i>	1	1	1	3	0
<i>Morus nigra pendula</i>	2	6	2	2	0	<i>Ginkgo biloba</i>	1	3	2	2	2
<i>Morus alba</i>	2	6	2	2	0	<i>Parrotia persica</i>	1	1	2	1	0
<i>Rosa spp.</i>	3	3	2	2	1	<i>Syringa sp.</i>	1	1	1	1	1
<i>Carpinus betulus</i>	1	1	1	1	0	<i>Crataegus monogyna</i>	1	3	1	3	1
<i>Tamarix gallica</i>	2	3	2	7	1	<i>Alcea rosea</i>	4	3	2	1	0
<i>Rhus typhina</i>	3	3	2	1	2	<i>Catalpa bungei</i>	1	6	2	2	1
<i>Betula alba</i>	1	3	2	2	0	<i>Mahonia aquifolium</i>	3	3	2	3	0
<i>Aesculus hippocastaneum</i>	1	1	1	1	0	<i>Taxodium distichum</i>	1	1	2	6	0
<i>Tilia tomentosa</i>	1	3	2	2	1	<i>Ligustrum vulgare</i>	3	3	1	1	0
<i>Prunus serrulata</i>	2	3	2	2	0	<i>Thuja orientalis aurea nana</i>	1	2	2	6	0
<i>Malus floribunda</i>	1	1	1	1	0	<i>Thuja orientalis pyramidalis</i>	1	1	1	1	0
<i>Euonymus anatolia tige</i>	3	4	1	2	0	<i>Buxus sp.</i>	3	2	1	1	0
<i>Prunus cerasifera piss. nigra</i>	2	4	2	3	1	<i>Juniperus horizontalis Blue Chip</i>	1	3	2	1	0
<i>Pyrus calleryana chanticleer</i>	1	1	2	1	0	<i>Prunus mahaleb</i>	1	1	2	6	1
<i>Fraxinus excelsior jaspidea</i>	1	2	2	2	0	<i>Chaenomeles japonica</i>	3	3	2	3	1
<i>Fraxinus americana</i>	1	1	1	1	0	<i>Mespilus germanica</i>	3	3	1	1	0
<i>Cercis chinensis</i>	3	3	2	2	1	<i>Lavandula spp</i>	3	3	2	2	1
<i>Magnolia grandiflora</i>	1	3	2	2	1	<i>Juniperus oxycedrus L. subsp. Oxy.</i>	1	1	2	1	1
<i>Sophora japonica pendula</i>	1	6	2	2	0	<i>Sambucus nigra</i>	3	3	1	4	1
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	1	1	1	1	1	<i>Cornus mas</i>	2	1	2	1	0
<i>Juniperus virginiana</i>	1	1	1	3	1	<i>Spiraea vanhouttei</i>	3	6	2	1	0
<i>Thuja occidentalis brabant</i>	1	1	1	3	1	<i>Prunus domestica</i>	1	1	2	1	0
<i>Quercus cerris</i>	1	1	2	3	1	<i>Malus domestica</i>	1	1	2	1	0
<i>Gleditsia triacanthos</i>	1	1	1	3	1	<i>Pirus communis</i>	1	1	1	3	0
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	1	1	1	3	1	<i>Prunus armeniaca</i>	1	1	1	3	0
<i>Picea spp.</i>	1	1	1	1	1	<i>Prunus avium</i>	1	1	1	3	0
<i>Picea pungens var glauca</i>	1	1	2	5	1	<i>Cydonia oblonga</i>	1	1	1	3	1
<i>Picea abies</i>	1	1	1	1	1	<i>Juglans regia</i>	1	1	1	3	0
<i>Fraxinus angustifolia raywood</i>	1	1	1	1	0	<i>Rosa canina</i>	3	3	2	1	0
<i>Pinus sylvestris</i>	1	1	1	1	0	<i>Tagetes erecta</i>	4	1	2	1	1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	6	2	2	1	<i>Petunia hybrida</i>	4	4	2	1	1
<i>Pinus nigra</i>	1	1	1	1	0	<i>Lonicera sp.</i>	3	5	2	1	1
<i>Populus alba</i>	1	1	1	6	0	<i>Parthenocissus quenqifolia</i>	2	5	2	1	0

ÖLÇÜ: 1:Ağaç, 2:Ağaçcık, 3:Çalı. 4:Otsu, ŞEKİL: 1:Sütun ve Piramit, 2:Yuvarlak, 3:Dağımık, 4:Oval, 5:Yayılıcı-Tırmanıcı 6:Şemsiye DOKU: 1:Kaba, 2:İnce, RENK: 1:Koyu Yeşil, 2:Açık Yeşil, 3:Kırmızı, 4: Alacalı, 5:Mavi, 6:Gri, 7:Pembe, KOKU: 0: Etkisiz, 1:Güzel Kokulu, 2: Kötü Kokulu

Bitkiler ölçü özellikleri bakımından incelendiğinde bitkilerin %65,85'i ağaç, % 8,53'ü ağaççık, % 21,95'i çalı ve %3,65'i otsulardan oluşmaktadır. Bitkilerde tespit edilen şekiller ise sütun ve piramit, yuvarlak, dağınık, oval, yayılıcı-tırmanıcı, yer örtücü, sarılıcı, salkım şekilleridir. İncelenen alanlarda en çok %52,43 oran ile sütun ve piramit, %26,82 de dağınık formulu bitkiler bulunmaktadır. Dokuları bakımından bitkiler kaba, orta ve ince dokular olarak ayrılmaktadır. Tablo 9'dakibitkilerin %47,56'sı kaba dokulu, %52,43'ü de ince dokulu bitkilerdir. Bitkilerin yaprak, çiçek, meyve, gövde renkleri, bitki yaşına göre ve mevsimlere göre renk değişimleri dikkate alındığında, bitki rengi bitkisel tasarımda en çok tasarım seçeneği sunan özelliktir. Olup, koyu yeşil, açık yeşil, kırmızı, alacalı, mavi, gri renk tonlarında ve mevsimsel değişimle ortaya çıkan renk kombinasyonları oluşturmaktadır. Koku bakımından ise bitki türlerinin büyük çoğunluğu (%59,75)'i kokusu bakımından etkisiz ve güzel kokulu (%39.02) olan türlerdendir (Tablo 9).

Bitkilerin Alan Kullanım İlişkisi

Yerinde yapılan incelemelerle bütün bitkilerin uygulama alanındaki işlevleri belirlenmiştir. Buna göre;

Acer sp., *Acer negundo flamingo*, *Acer saccharum*, *Acer platanoides*, *Acer platanoides globosum*, *Acer campestre*, *Acer rubrum*, *Platanus orientalis*, *Carpinus betulus*, *Tamarix gallica*, *Aesculus hippocastanum*, *Tilia tomentosa*, *Prunus serrulata*, *Malus floribunda*, *Prunus cerasifera piss. Nigra*, *Magnolia grandiflora*, *Fraxinus excelsior jaspidea*, *Quercus cerris*, *Pyrus calleryana chanticleer*, *Robinia pseudoacacia*, *Pinus nigra*, *Populus alba*, *Cedrus spp.* *Salix alba*, *Acer platanoides chrimson king*, *Koelreuteria paniculata*, *Morus nigra pendula*, *Morus alba*, *Gleditsia triacanthos*, *Elaeagnus angustifolia*, *Catalpa bungei*, *Fraxinus americana*, *Sophora japonica pendula*, *Fraxinus angustifolia raywood*, *Crataegus monogyna*, *Prunus mahaleb*, *Cydonia oblonga*, *Pirus communis*, *Ulmus campestris* gibi türler yol kenarlarında, refüjlerde ve yamaç alanlarda, gölgeleme bitkisi, rüzgar perdesi olarak kullanılmıştır.

Rosa spp. *Lavandula spp.*, *Juniperus oxycedrus*, *Rhus typhina* türler ise bu işlevlerden başka *Pinus mugo*, *Viburnum sp.*, *Parrotia persica*, *Chaenomeles japonica*, *Mespilus germanica* gibi çiçek parterlerinde de kullanılmıştır. Ağırlıklı olarak çit bitkisi, kuşatma elemanı ve rüzgarı perdesi

olarak işlev üstlenen bitkiler ise *Euonymus anatolia tige*, *Thuja occidentalis brabant*, *Berberis vulgaris*, *Cupressocyparis leylandii*, *Alcea rosea*, *Mahonia aquifolium*, *Thuja orientalis aurea nana*, *Thuja orientalis pyramidalis*, *Buxus sp.*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera sp.*, *Cornus mas* türleridir. *Picea spp.*, *Picea pungens var glauca*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Juniperus virginiana* fon oluşturmak üzere grup halinde ya da soliter olarak kullanımın yanı sıra rüzgar perdesi işlevleri de üstlenmişlerdir. *Betula alba*, *Syringa sp.*, *Cercis chinensis*, *Ginkgo biloba*, *Juglans regia*, *Prunus domestica*, *Malus domestica*, *Taxodium distichum*, *Spiraea vanhouttei*, *Sambucus nigra*, *Prunus armeniaca*, *Prunus avium*, *Rosa canina* grup/ soliter kullanılarak vurgu ve odak oluşturmak üzere kullanılan türlerdir. *Parthenocissus quenqifolia*, *Juniperus horizontalis Blue Chip*, ise eğimli alanlarda ve yer örtücü olarak kullanılmışlardır.

Yapılan incelemelerde parklardaki birçok alanda bitkilerin kullanım ilişkisinin doğru olmadığı görülmektedir. Her ne kadar bitki türleri ekolojik, morfolojik, estetik özellikleri bakımından doğru türler olsa da kullanım ilişkisi ilkel bir şekilde kurulmamıştır. Bu konudaki tespitler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Tasarım değeri olmaksızın yapılan ya da sonradan yapılan yoğun bitkilendirmelerle ilkesi bozulmuş alanlar bulunmaktadır. Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı'nda çiçek parterlerinde tek tip otsu bitkilerin kullanılması çekiciliği düşürmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. İlkesiz ve Yoğun Bitkilendirme İle Tek Tip Otsu Bitki Kullanımı (Orijinal, 2024)

Park içerisindeki oturma elemanları üzerinde gölgeleme bitkileri kullanılmamıştır. Bu durum hem mekan etkisi oluşturulmaması, hem de parkın yoğun kullanıldığı yaz günlerinde güneş altında oturma zorunluluğu nedeni ile hatalı bir uygulama olmuştur. Oğuzlar parkında süs havuzunun

olsa da düzenli olarak kullanılmaması ve yetersiz budama yapılması önemli bir eksikliktir. Bitkilerin süs havuzunun içine girmesi ve iç içe girmiş bitkilerin bulunması düzensiz bitkilendirme yapıldığını göstermektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Düzensiz Bitkilendirme (Orijinal, 2024)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Sivas il merkezinde bulunan park alanları, millet bahçesi, mesire alanları, cadde ve bulvar alanlarında bulunan bitkilerin tasarım ilkeleri açısından incelenerek peyzaj tasarımı açısından değerlendirilmesi ve değerlendirme sonucu elde edilen bilgilerin yeni yapılacak düzenlemelerde dikkate alınması amaçlanmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır;

- Sivas'ta bulunan parklardaki bitki seçimi genelde doğru tercih edilmiştir. Bununla birlikte caddelerde kullanılan bitkilerin kök yapısının kaldırım ve toprağı kabartması bu alanlardaki bitkilendirmenin uygun olmadığını göstermektedir.

- Bitkisel tasarım sürecinde, bitkinin su ihtiyacı ile alandaki toprak suyu arasında uyumlu bir denge sağlanması gerekir. Bu kapsamda incelenen park ve bahçelerde bitkilerin 2/3'sinin yüksek ve orta derecede su isteklerinin olması kurak bir iklime sahip Sivas ili için uygun olmadığını da göstergesidir. Bu nedenle düşük su isteğine sahip bitkilerin seçilerek park ve bahçe tasarımlarında kullanılması gerekmektedir.

- Bitkilerden *Prunus serrulata*, *Magnolia grandiflora*, *Viburnum sp.*, *Pinus muğo*, *Thuja orientalis aurea nana*, *Prunus mahaleb*, *Mespilus germanica*, *Tagetes erecta*, *Petunia hybrida* bitkileri sıcaklık isteklerini karşılayamadıkları için zarar görmektedir. Yeni yapılacak düzenlemelerde Sivas iklimine uygun bitkilerin seçilmesine dikkat edilmelidir.

• Sıcaklık ve toprak isteklerine bakıldığında bitkiler soğuk hava şartlarına dayanıklı olup toprak yönünden nemli toprakları, iyi drene edilmiş, organik maddece zengin, ince kumlu, killi, kireçli derin toprakları severler. Tuzlu, kayalı bölgede, gevşek, asidik, alkali tınlı, rutübetli ve humusça fakir toprakları sevmezler. Sivas'ın da toprak yönünden tuzlu ve alkali toprak yapısına sahip olması dikkate alınarak bitki seçimlerinin yapılması gerekir.

• Sivas kent merkezinde yer alan parkın yoğun trafik nedeniyle hava kirliliği, toprak ve toz gibi olumsuz koşullara sahip olması, bölgenin sert soğuklar ve don olaylarıyla karakterize edilen iklimi de göz önüne alınırsa parkta kullanılan bitkilerin bu ekstrem çevre koşullarını tolere edebilen türlerden seçilmesi gerekmektedir.

• Kışın yaprak döken ağaçların parklarda kullanımında dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir. Kışın da yeşil kalabilen veya dört mevsim renk etkisi sağlayabilen bitki türleri ile çeşitlendirerek bu olumsuzluklar minimize edilmelidir.

• Sivas'ta kullanılan bitkilerin gövde ve yaprak renkleri genellikle soğuk tonlarda olup, bölgenin soğuk ve sert iklimini yumuşatmada etkisiz kalmaktadır. Yeni düzenlemelerde, dört mevsim renk etkisi yaratabilecek bitki türlerine yer verilmelidir.

• Bazı bitkilerin meyve özellikleri bakımından yenebilen meyvelere sahip oldukları belirlenmiştir. Yenebilen bitkilerin kamu kullanımındaki parklarda kullanımı uygun değildir. Bu nedenle yeni yapılacak düzenlemelerde meyvesi yenen bitkiler kullanılmamalıdır.

• Parklardaki bitkilerin estetik özellikleri değerlendirildiğinde, en çok ağaç türleri bulunmakta ve form açısından çeşitlilik mevcuttur. Ancak, ince dokulu bitkiler ağırlıktadır ve bitkilerin kullanım alanları ile ilişkisi kurulmadığından bir ilkesizlik gözlemlenmektedir. Yeni yapılacak düzenlemelerde bu durum dikkate alınmalıdır.

• Güzel kokulu bitkilerin kullanımı çok yetersiz olup, bitkilerin koku özelliğinden yeterince yararlanılmamıştır. Kokulu bitkilerin engelsiz tasarımı önemi dikkate alınarak kullanılmasında yarar vardır.

• Parklarda farklı renk değişimlerine sahip ağaç ve bitkilerin kullanılması, parkların hem estetik hem de işlevsel değerini artırır. Bu bitki seçimleri, park alanlarını mevsimlere göre görsel olarak çekici kılar ve çeşitli

ekosistem hizmetleri sunar. Parkta kullanılan bitkiler mevsimsel olarak değişiklik göstermesinden dolayı bitkiler doğru şekilde kullanılmıştır.

- Bitkilerin işlevsel özelliklerinden yeterince yararlanılmamıştır. Özellikle oturma elemanları yakınında gölge ve mekan etkisi yaratacak bitkilere yer verilmelidir.

- Yerleşim alanları ile trafik yoğunluğu olan yerler arasında yeterince perdeleme etkisi oluşturacak bitkiler kullanılmamıştır. Mevcut bitkiler bu işlev bakımından etkisiz kalmıştır. Yeni yapılacak düzenlemelerde bu ilişki iyi kurgulanmalıdır.

- Her ne kadar ekolojik uyumu olsa da egzotik bitki kullanımı çok fazla olup, doğal türlere öncelik verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, C. ve Sarı, D., 2010. Kentsel Yerleşim Alanlarındaki Bitkilerin Peyzajda Kullanım Tercihleri Açısından Değerlendirilmesi: Trabzon Kenti Örneği. *Ekoloji* 19 (74), 173-180.
- Akputat, H.A., Karakuş, C.B., 2019. Sivas İlinde Yayılış Gösteren Endemik Türlerin Tehlike Kategorilerine Göre Mekansal Dağılımı, VIII. UMTEB International Congress on Vocational & Technical Sciences, Sivas/Turkey.
- Anonim, 2024. Sivas Nüfusu, <https://www.nufusu.com/il/sivas-nufusu> (Erişim Tarihi: 18.05.2023)
- Aslanboğa, İ.,1997. Fiziksel Çevrenin Belirlenmesinde Bitki Örtüsünün İşlevleri. *Doğayı Korumada Kent ve Ekoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (ss. 166-170), İstanbul.
- Chan, L., Hillel, O., Elmqvist, T., Werner, P., Holman, N., Mader, A., Calcaterra, E., 2014. User's Manual On The Singapore Index On Cities' Biodiversity (Also Known As The City Biodiversity Index). Singapore: National Parks Board, Singapore.
- Çelik, A., Otar, S., Yücel Hacalioğlu, A., 2017. Sanayi Bölgelerinde Tasarım Bitkileri Kullanımının Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi: Gebze Örneği. *Uluslararası Peyzaj Mimarlığı Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 01-07.
- Çelik Çanga, A., Polat Üzümcü, T., 2018. Turizm Tesislerinin Belgelendirilmesine ve Niteliklerine İlişkin Yönetmelik Kapsamında Turizm Tesislerinde Peyzaj Tasarımı. *Turizm Okumalar II Umut Tepe Yayınları*, ISBN:978-605-2012-69-7, s, 111-144. Türkçe(Bilimsel Kitap)
- Erbil, F.B., Sağlam, C., 2021. The Propagation of Endemic *Astragalus Vulnerariae* Dc. By Cutting And Possibility of Use in Landscape in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9 (1), 35-41.
- Gültekin, E.,1994. Bitki Kompozisyonu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 10. Adana.
- Lai, Y., Zhao, F., Du, Q., Xiel, X., Chen, Q., Qin, Z., 2019. Study on application of native plants in Park Greening in Guilin. *E3S Web of Conferences*, pp 118.

- Mahiroğulları, M.A.,2003. İlk Çağlardan Günümüze Sivas İli. Kitap Matbaacılık, Sivas.
- Polat, R. ve Selvi, S.,2020. Turizm Yerleşim Alanlarında Peyzajda Kullanılan Bitkilerin Çeşitliliği: Edremit Körfezi (Balıkesir) Örneği. Tr. Doğa ve Fen Derg., 9, Özel Sayı, 62-72.
- Sarı, D. ve Karaşah, B.,2018. Bitkilendirme Tasarımı Öğeleri, İlkeleri ve Yaklaşımlarının Peyzaj Tasarımı Uygulamalarında Tercih Edilirliği Üzerine Bir Araştırma. MEGARON,13 (3), 470-479.
- Serpa, A. ve Muhar, A.,1996. Effectes of Plant Size, Texture And Colour On Spatial Perceptions in Public Green Areas – A Cross- Cultural Study. Landscape And Urban Planning, 36 (1), 19-25.
- Summit, J. ve Sommer, R.,1999. Further Studies Of Preferred Tree Shapes. Environment Behavior, 31 (4), 550-576.
- Tarakcı Eren, E. ve Var, M.,2017. Parkların Bitkisel Tasarımında Kullanılan Taksonlar: Trabzon Kent Merkezi Örneği. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(2), 200-213.
- Tırnakçı, A. ve Aklıbaşında, M.,2023. Doğal Bitki Türlerinin Kentsel Alanlardaki Bitkisel Tasarımlarda Kullanımı. AÇÜ Orman Fak. Derg., 24 (1),167-177.
- Yfantidou, G. ve Petros A.,2017. Designing of Outdoor Green Recreational Parks. Theoretical And Empirical Researches İn Urban Management, 12 (2), 5-18.

İNTERNET KAYNAKLARI

- URL1: <http://floraofgibraltar.myspecies.com> (Erişim Tarihi:20.07.2023)
- URL2: <https://www.fidandeposu.com> (Erişim Tarihi:15.12.2022)
- URL3: <https://www.1001fidan.com/dis-mekan-sus-bitkileri> (Erişim Tarihi: 15.06.2022)
- URL4:<https://turkiyebitkileri.com/bitki-morfolojisi.html> (Erişim Tarihi:23.03.2023)
- URL5: <https://www.aoc.gov.tr/Portal/UretimlerimizKategoriBitkiselUretimler> (Erişim Tarihi: 03.12.2022)
- URL6:<https://www.zengardentr.com/> (Erişim Tarihi: 18.03.2022)
- URL7: <https://www.tela-botanica.org>. (Erişim Tarihi:07.08.2022)

- URL8: <https://katalog.smsmarmaragroup.com> (Erişim Tarihi: 23.03.2023)
URL9: <https://kocaelibitkileri.com> (Erişim Tarihi: 23.12.2023)
URL10: <http://www.tubives.com> (Erişim Tarihi:13.15.2023)
URL11:<https://www.sopeyzaj.com/dis-mekan-bitkiler>
(Erişim Tarihi:15.12.2023)
URL12: <https://www.botanikladin.com.tr/bitki-katalogu>
(Erişim Tarihi: 18.12.2022)
URL13: <https://www.kardelenfidancilik.com.tr/bitkiler.aspx>
(Erişim Tarihi: 18.12.2023)
URL14 :<https://www.yalovasufidan.com/> (Erişim Tarihi: 22.12.2022)
URL15: <https://www.agaclar.net/forum/bitki-veritabani/>
(Erişim Tarihi:18.03.2023)
URL16: <https://www.adaplant.com.tr> (Erişim Tarihi:02.01.2022)
URL17: <https://www.fidanistanbul.com> (Erişim Tarihi: 18.03.2023)
URL18: <http://www.manisafidan.com/> (Erişim Tarihi: 15.03.2023)
URL19:<https://birikimsusbitkileri.com/urunler/> (Erişim Tarihi: 11.07.2023)
URL20:<https://7agac.cekulvakfi.org.tr/ağaçlar> (Erişim Tarihi: 18.05.2023)
URL21: <https://www.floraofturkey.com> (Erişim Tarihi:15.07.2023)
URL22: <https://azbitki.com> (Erişim Tarihi: 02.08.2023).
URL23:<https://www.botanikmarket.org> (Erişim Tarihi: 17.11.2022)
URL24: <https://todoarboles.com/tr/> (Erişim Tarihi: 15.12.2023)

BÖLÜM XVII
KÖPEK BESLENMESİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR:
ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARI VE YENİ
EĞİLİMLER

Dr. Ercan MEVLİAOĐULLARI¹
Prof. Dr. Arda YILDIRIM²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14483832>

¹MEVLİ Evcil Hayvan Beslenme Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti., Adana/Türkiye. emevliya@gmail.com, ORCID İD: 0000-0003-3333-1490.

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yemler ve Hayan Besleme Anabilim Dalı, Tokat/Türkiye. arda.yildirim@gop.edu.tr, ORCID iD:0000-0002-5876-4228.

1. GİRİŞ

Köpek beslenmesi, evcil hayvanların sağlıklarını sürdürebilmesi ve yaşam kalitelerinin artırılabilmesi için oldukça önemli bir konudur. Son yıllarda, köpeklerin beslenmesi üzerine yapılan araştırmalar, bu alandaki bilgi birikimini büyük ölçüde artırmış ve farklı beslenme yaklaşımlarının geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Özellikle, köpeklerin beslenmesinde kullanılan protein kaynaklarının çeşitlenmesi, sürdürülebilir ve çevre dostu beslenme yaklaşımlarına olan ilginin artmasıyla daha fazla dikkat çekmiştir. Bu bağlamda, alternatif protein kaynakları ve bunların köpeklerin beslenmesindeki rolü, günümüz araştırmalarının odak noktalarından biri haline gelmiştir (Bąkowski ve ark., 2024; Bosch ve ark., 2014).

Köpeklerin beslenme gereksinimleri, tarihsel olarak evrimsel süreçleri ve yırtıcı hayvanlar olarak beslenme alışkanlıkları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Ancak, evcil köpeklerin beslenme ihtiyaçları, genetik çeşitliliği ve yaşam tarzlarına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir (Case ve ark., 2010). Modern köpekler, vahşi atalarından farklı olarak, çeşitli gıda türlerine uyum sağlamış ve daha geniş bir besin yelpazesinde ihtiyaçlarını karşılamaya başlamıştır. Bu değişim, köpeklerin sadece etle beslenmedikleri, aynı zamanda bitkisel besinlerden de besin öğeleri aldıkları, omnivor beslenme eğilimlerini ortaya çıkarmıştır (Bosch ve ark., 2021).

Köpek beslenmesinde kullanılan geleneksel protein kaynakları, genellikle et ve et yan ürünleri olmakla birlikte, son yıllarda bu kaynakların çevresel etkileri ve sürdürülebilirliği üzerine yapılan tartışmalar artmıştır. Hayvancılıkla ilgili çevresel endişeler, alternatif protein kaynaklarının araştırılmasına yönlendirmiştir. Bu alternatif protein kaynakları arasında, böcekler, özellikle kara asker sineği larvaları (BSFL), önemli bir yer tutmaktadır. BSFL, yüksek protein içeriği, kolay yetiştirilebilmesi ve düşük çevresel etki potansiyeli ile dikkat çekmektedir (Bąkowski ve ark., 2024). Araştırmalar, BSFL'nin, köpeklerin temel amino asit ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde sindirilebilir protein sağladığını ve bu proteinlerin geleneksel kaynaklarla karşılaştırıldığında sağlık üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Bąkowski ve ark., 2024; Bosch ve ark., 2014).

Böcek bazlı proteinlerin, köpeklerin bağışıklık sistemi ve sindirim sağlığı üzerindeki potansiyel faydaları da araştırılmaktadır. Bu proteinler, gıda alerjileri ve sindirim sistemi bozuklukları yaşayan köpekler için daha uygun

alternatifler sunmaktadır. Yapılan çalışmalar, böceklerin içerdiği besin öğelerinin sindirilebilirliğinin yüksek olduğunu ve bu öğelerin köpeklerin sindirim sisteminde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur (Sandri ve ark., 2016). Ayrıca, böcek bazlı proteinlerin, köpeklerde uzun süreli sağlık sorunlarının (örneğin, dermatit veya gastrointestinal rahatsızlıklar) tedavisinde kullanılabilirliği üzerine yapılan araştırmalar, bu besin kaynaklarının gelecekte daha geniş bir uygulama alanı bulabileceğini göstermektedir (Sechi ve ark., 2017; Hemida ve ark., 2021).

Bununla birlikte, alternatif protein kaynaklarının kullanımı, bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu zorluklar arasında, besin değerinin doğru şekilde denetlenmesi, hayvanların yeni protein kaynaklarına adaptasyonu ve köpek sahiplerinin bu tür beslenme yaklaşımlarını benimseme konusunda eğitilmesi yer almaktadır. Ayrıca, alternatif proteinlerin köpeklerin davranışsal sağlığı üzerindeki etkileri, daha fazla araştırma gerektiren bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüksek proteinli ve düşük karbonhidratlı diyetlerin, köpeklerde davranışsal bozukluklara neden olabileceği, yapılan bazı çalışmalarla ortaya konmuştur (Blechert ve ark., 2014). Bu tür davranışsal sorunların önlenmesi için, diyetlerin daha dikkatli ve bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanması önemlidir (Tynes ve Landsberg, 2021).

Köpek beslenmesinde alternatif protein kaynaklarının kullanımı, sadece çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda hayvan sağlığına katkı sağlayabilecek önemli bir alan olarak öne çıkmaktadır. Böcek bazlı proteinler, köpeklerin beslenmesinde önemli bir yer tutabilirken, bu besin kaynaklarının köpeklerin sağlık üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu bölümde, köpek beslenmesindeki güncel yaklaşımlar, alternatif protein kaynaklarının kullanımı ve bu yaklaşımların gelecekteki potansiyeli üzerinde durulacaktır.

2. KÖPEK BESLENMESİNDE TEMEL İHTİYAÇLAR

Köpeklerin beslenmesinde, sağlıklarını sürdürebilmeleri ve yaşam kalitelerinin artırılabilmesi için temel besin öğeleri olan enerji, protein, vitamin ve minerallerin dengeli bir şekilde karşılanması gerekmektedir. Bu bölümde, köpeklerin beslenmesinde enerji, protein, vitamin ve mineral ihtiyaçları detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

2.1. Enerji İhtiyacı

Köpeklerin enerji ihtiyaçları, yaş, fiziksel aktivite, vücut kondisyonu ve sağlık durumu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Özellikle, farklı yaş grupları ve fizyolojik durumlar, enerji ihtiyacını doğrudan etkileyen faktörlerdir. Yetişkin köpeklerin enerji gereksinimleri, genellikle metabolik vücut ağırlığına göre hesaplanır ve bu hesaplama, köpeğin genel sağlığı, fiziksel aktivitesi ve yaşına bağlı olarak farklılık gösterebilir (Birmingham ve ark., 2014). Enerji ihtiyacı, metabolik enerji gereksinmesi (MER) olarak belirlenir ve bu değer, köpeğin yaşına ve aktivite seviyesine göre hesaplanmalıdır. Örneğin, büyüyen köpekler, yetişkinlerden daha yüksek enerjiye ihtiyaç duyarlar (Bakowski ve ark., 2024). Günlük enerji ihtiyacı, köpek vücut ağırlığının 0.75 üssü ile hesaplanmaktadır. Yetişkin köpekler için k faktörü 132 olarak belirlenmiştir, ancak modern yaşam tarzı nedeniyle bu değer genellikle fazla gelmektedir (Bakowski ve ark., 2024). Köpeklerin enerji gereksinimleri, genellikle kuru madde üzerinden hesaplanır ve yaşa göre değişir. Yetişkin köpekler için enerji gereksinimleri, genellikle 300-400 kcal/kg canlı ağırlık arasında değişir, ancak bu değer yavru köpekler için daha yüksek olabilir, çünkü büyüme döneminde daha fazla enerji gereksinimi vardır (Delaney ve Fascetti, 2023). Ayrıca, köpeklerin yaşlandıkça enerji gereksinimleri azalır, çünkü yaşlı köpeklerin fiziksel aktiviteleri azalır ve metabolik hızları düşer (Laflamme, 2001).

2.2. Protein İhtiyacı

Protein, köpeklerin beslenmesinde hayati öneme sahip bir bileşiktir. Köpeklerin protein ihtiyaçları, büyüme, kas gelişimi, bağışıklık fonksiyonları ve genel sağlığın korunması için gereklidir. Yetişkin köpeklerin diyetlerinde minimum protein miktarı genellikle %18-25 arasında değişir, ancak bu oran köpeğin yaşına ve fiziksel durumuna göre ayarlanmalıdır (FEDIAF, 2021). Ticari mamaların çoğu bu değerlerin oldukça üzerinde protein içerdiği de bildirilmektedir (Bakowski ve ark., 2024). Yavru köpekler ve gebe ya da emziren dişi köpeklerin protein ihtiyacı, daha yüksek olabilir. Yavru köpekler, gelişim süreçlerinde yoğun protein gereksinimine sahiptir ve bu gereksinim, onların kas ve kemik gelişimini destekler (Bosch ve Swanson, 2021).

Protein kaynakları, köpeklerin sindirim sistemi tarafından etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Bunun için, proteinlerin sindirilebilirliği de oldukça

önemlidir. Bazı araştırmalar, böcek bazlı proteinlerin, köpeklerin sindirim sistemi için oldukça uygun olduğunu ve sindirilebilirliklerinin yüksek olduğunu göstermektedir (Bąkowski ve ark., 2024). Ayrıca, köpeklerin vücutları, esansiyel amino asitleri sentezleyemez, bu nedenle diyetlerinde dışarıdan alınması gereken amino asitlere yer verilmesi önemlidir. Arginin ve taurin gibi esansiyel amino asitler, köpeklerin sağlığı için kritik öneme sahiptir (Smeets-Peeters ve ark., 1998).

2.3. Vitamin ve Mineral İhtiyaçları

Köpeklerin vitamin ve mineral gereksinimleri, yaşamları boyunca değişen ve özel ihtiyaçları karşılamak için dikkatlice düzenlenmesi gereken öğelerdir. Vitaminler, özellikle metabolizma, bağışıklık sistemi, deri sağlığı ve genel vücut fonksiyonları için gereklidir. A vitamini, D vitamini ve E vitamini gibi yağda çözünebilen vitaminler, özellikle köpeklerin bağışıklık fonksiyonları için önemlidir (Birmingham ve ark., 2014). Ayrıca, B grubu vitaminleri, köpeklerin enerji metabolizmasını destekler ve sağlıklı sinir sistemi işlevleri için gereklidir (Fahey ve ark., 2008).

Mineraller ise kemik sağlığı, kas fonksiyonları, su dengesinin sağlanması ve birçok biyokimyasal süreç için kritik öneme sahiptir. Özellikle kalsiyum ve fosfor, büyüyen köpeklerde kemik gelişimi için önemli minerallerdir. İdeal kalsiyum:fosfor oranı 1.2:1 olarak belirlenmiştir. Büyük ve dev ırk köpeklerde kalsiyum içeriği yaklaşık %1, fosfor seviyesi yaklaşık %0.8 olmalıdır (Bąkowski ve ark., 2024). Yavru köpeklerin diyetlerinde uygun kalsiyum/fosfor oranlarının sağlanması, büyüme sırasında iskelet problemlerinin önlenmesi için gereklidir (Lauten, 2006). Bununla birlikte, aşırı kalsiyum alımı, özellikle büyük ırk köpeklerinde, büyüme ve iskelet gelişimi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Bosch ve ark., 2021). Ayrıca, minerallerin etkin bir şekilde emilmesi ve kullanılması için sindirim sisteminin sağlıklı çalışması önemlidir. Kötü sindirim sağlığı, mineral emiliminde zorluklar yaratabilir, bu da köpeğin genel sağlığını olumsuz etkileyebilir (Gizzarelli ve ark., 2021).

3. ALTERNATİF PROTEİN KAYNAKLARI

Köpeklerin beslenmesinde kullanılan protein kaynakları son yıllarda çeşitlenmiş ve sürdürülebilirlik, çevre dostu üretim süreçleri ve beslenme

kalitesine odaklanılmıştır. Alternatif protein kaynakları, geleneksel hayvansal proteinlere ek olarak, özellikle çevresel etkileri azaltma potansiyeli nedeniyle büyük bir ilgi görmektedir. Böcek bazlı protein kaynakları, bu alternatifler arasında öne çıkan seçeneklerdendir. Böcekler, hayvancılıkla kıyaslandığında daha az su, arazi ve enerji kullanarak protein üretimi sağlayabilir. Ayrıca, böceklerin sindirilebilirlikleri ve besin profilleri, köpeklerin beslenmesinde kullanılması açısından büyük bir potansiyele sahiptir.

3.1. Böcek Bazlı Protein Kaynakları

Böcek bazlı proteinler, köpeklerin diyetlerinde önemli bir alternatif protein kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Kara asker sineği larvaları (BSFL; *Hermetia illucens*), bu alanda en çok araştırılan ve kullanılan böcek türlerinden biridir. BSFL, yüksek protein içeriği ve amino asit profili açısından köpeklerin beslenme ihtiyaçlarını karşılamada etkili bir seçenek sunmaktadır (Sutton ve Costa, 2023). BSFL'nin protein içeriği, genellikle %40-50 arasında değişmektedir ve esansiyel amino asitler bakımından zengindir. Özellikle, lizin, metiyonin, treonin ve lösin gibi amino asitler, köpeklerin protein ihtiyaçlarını karşılamada büyük önem taşır (Bosch ve ark., 2021; Bąkowski ve ark., 2024). Bununla birlikte, böcek bazlı proteinlerin içerdiği kitin ve bazı antinutrisyonel bileşikler, sindirilebilirlik ve biyoyararlanım üzerinde etkili olabilir. Öte yandan yapılan araştırmalar, BSFL'nin işlenmesiyle bu antinutrisyonel bileşiklerin etkilerinin büyük ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir (Schmitt ve ark., 2022). BSFL, çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük avantajlar sunmaktadır. Geleneksel hayvancılıkla karşılaştırıldığında, böceklerin üretimi daha az su, arazi ve enerji gerektirir. Ayrıca, böcekler organik atıklardan beslenebilir ve bu atıkları dönüştürerek çevresel etkiyi minimize ederler (Bosch ve ark., 2021). Bu özellikler, böcek bazlı proteinlerin özellikle sürdürülebilir pet beslenmesinde kullanımını cazip kılmaktadır. Çeşitli çalışmalar, BSFL'nin köpeklerin sindirim sistemlerinde yüksek verimlilikle kullanılabilirliğini ve besin öğeleri açısından dengeli bir protein kaynağı sunduğunu ortaya koymaktadır (Bąkowski ve ark., 2024). Böcek bazlı proteinlerin köpeklerin performansı ve genel sağlığı üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Yapılan çalışmalar, böcek bazlı proteinlerin bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler yarattığını ve sindirim sağlığını iyileştirdiğini göstermektedir. Ayrıca, gıda alerjileri olan

köpekler için böcek bazlı proteinler daha güvenli alternatifler sunabilir, çünkü bu protein kaynakları, bazı hayvansal proteinlere göre daha az alerjenik olabilmektedir (Lange ve ark., 2018).

3.2. Böcek Bazlı Yağların Özellikleri

BSFL yağı, laurik asit başta olmak üzere önemli yağ asitlerini içermektedir. Bu yağ asitleri, köpeklerde cilt sağlığının korunmasına katkıda bulunabilmektedir. Ayrıca, orta zincirli trigliseritler (MCT) içeren BSFL yağı, özellikle yaşlı köpeklerde bilişsel fonksiyonların desteklenmesinde rol oynayabilmektedir (Sutton ve Costa, 2023).

Böcek bazlı yağlar, özellikle kara asker sineği larvalarından elde edilen yağlar, köpek beslenmesinde kullanılan önemli yağ kaynaklarından biridir. BSFL yağı, zengin esansiyel yağ asidi profili ile dikkat çekmektedir. Linoleik asit ve alfa-linolenik asit gibi omega-6 ve omega-3 yağ asitleri, köpeklerin cilt sağlığı, tüy kalitesi ve genel vücut fonksiyonları için önemli besin öğeleridir. Omega-3 yağ asitlerinin, antiinflamatuvar etkileri ve cilt sağlığını iyileştirici özellikleri, özellikle dermatolojik sorunları olan köpeklerde faydalı olabilmektedir (Almeida ve ark., 2020; Bosch ve ark., 2016). Orta zincirli trigliseritler içeren BSFL yağı, özellikle yaşlı köpeklerde bilişsel fonksiyonların desteklenmesinde rol oynayabilmektedir (Sutton ve Costa, 2023). BSFL yağı ayrıca, laurik asit gibi doymamış yağ asitleri içerir. Laurik asit, özellikle gram-pozitif bakterilere karşı güçlü antimikrobiyal özelliklere sahip olup, köpeklerde enfeksiyon riskini azaltmada faydalı olabilir. Bu yağ asidi, ayrıca köpeklerin cilt sağlığını iyileştirebilir ve genel bağışıklık fonksiyonlarını güçlendirebilir (Zhao ve ark., 2020). Laurik asidin antioksidan özellikleri de yaşlanan köpeklerde oksidatif stresin azaltılmasına yardımcı olabilir, bu da kalp hastalıkları, kanser gibi kronik hastalıkların risklerini azaltabilir. Böcek yağları, ayrıca daha düşük sera gazı emisyonlarıyla üretilmeleri nedeniyle çevre dostudur. Bunun yanı sıra, bu yağların üretimi için daha az su ve arazi gereklidir, bu da geleneksel hayvancılıkla karşılaştırıldığında çevresel açıdan büyük bir avantaj sağlar. Bu özellikleri, böcek bazlı yağların pet gıda endüstrisinde kullanımını cazip kılmaktadır. Böcek yağlarının yağ asidi profili, kullanılan böcek türüne ve beslenme yöntemlerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle, doğru yağ

asidi dengesinin sağlanabilmesi için formülasyonlarda dikkatli seçimler yapılmalıdır.,

4. YENİ BESLENME YAKLAŞIMLARI

4.1. Yaşa Göre Beslenme

Köpeklerin beslenme ihtiyaçları yaşa göre önemli farklılıklar göstermektedir. Yavru köpekler için protein içeriği %25 civarında olmalıdır (Bąkowski ve ark., 2024). Yaşlı köpeklerde ise enerji ihtiyacı %25'e kadar azalabilmektedir. Metabolik enerji ihtiyacındaki en büyük düşüş orta yaş döneminde görülmektedir (NRC, 2006).

Köpeklerin beslenme ihtiyaçları yaşla birlikte önemli değişiklikler gösterir. Yavru köpekler, büyüme ve gelişim için daha fazla kalori, protein ve mikro besin öğelerine ihtiyaç duyarlar. Yavru köpeklerin besin gereksinimleri, hızlı hücre bölünmesi ve dokuların gelişimi nedeniyle yetişkinlerden farklıdır. Bu dönemde, yüksek kaliteli proteinler, kas gelişimi ve kemik yapısının güçlendirilmesi için kritik öneme sahiptir. Yavru köpekler için protein içeriği %25 civarında olmalıdır (Bąkowski ve ark., 2024). Ayrıca, yavru köpeklerin diyetlerinde kalsiyum ve fosfor oranları dikkatlice ayarlanmalıdır; bu minerallerin yanlış oranları kemik bozukluklarına yol açabilir (Laflamme, 2001). Enerji değeri yüksek yemler, yavruların hızlı büyüme gereksinimlerini karşılayacak şekilde formüle edilmelidir (Delaney ve Fascetti, 2023).

Yetişkin köpeklerin enerji gereksinimleri, metabolik hızlarının daha düşük olması nedeniyle genellikle daha azdır. Ancak, fiziksel aktivite seviyesi, ırk ve yaşam tarzı gibi faktörler, enerji ihtiyaçlarını doğrudan etkiler. Yetişkin köpeklerin sindirim sistemleri daha az esnek olduğu için, beslenme düzeni, protein ve yağ içeriği açısından dengeli olmalıdır. Bu dönemde, enerji alımının fazla olması obezite riskini artırabilirken, yetersiz enerji alımı köpeklerin genel sağlığını olumsuz etkileyebilir (Birmingham ve ark., 2014). Yetişkin köpeklerde ayrıca, yaşlanma süreciyle birlikte enerji gereksinimlerinin %10-15 oranında azaldığı gözlemlenmiştir (FEDIAF, 2021). Metabolik enerji ihtiyacındaki en büyük düşüş orta yaş döneminde görülmektedir (NRC, 2006). Yaşlı köpeklerin sindirim kapasiteleri genellikle azalır ve besin maddelerinin emiliminde zorluklar yaşanabilir. Bu nedenle, yaşlı köpekler için düşük yağlı ve kolay sindirilebilen diyetler tercih edilmelidir. Ayrıca, yaşlı köpeklerin yaygın sağlık sorunları, böbrek

hastalıkları veya osteoartrit gibi durumlardan dolayı, düşük proteinli ve anti-inflamatuar özelliklere sahip diyetler önerilir. Omega-3 yağ asitleri ve glukozamin, yaşlı köpeklerin eklem sağlığını desteklerken, genel bağışıklık sistemine katkı sağlar (Berk ve ark., 2022; Lawler ve ark., 2008).

4.2. Fizyolojik Duruma Göre Beslenme

Gebelik ve laktasyon dönemindeki dişi köpekler için beslenme özel önem taşımaktadır. Gebeliğin son döneminde enerji ihtiyacı önemli ölçüde artmaktadır. Laktasyon döneminde ise enerji ihtiyacı bazal gereksinimin üç katına kadar çıkabilmektedir (Bąkowski ve ark., 2024). Köpeklerin fizyolojik durumu, beslenme gereksinimlerini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Dişi köpekler, üreme dönemlerinde önemli değişiklikler gösterir ve bu süreçte besin ihtiyaçları artar. Gebelik ve laktasyon dönemi, dişi köpeklerin yüksek enerji gereksinimlerine sahip olduğu dönemlerdir. Bu dönemde, protein ve enerji içeriği artırılmalı, aynı zamanda minerallerin doğru oranları da sağlanmalıdır. Laktasyon döneminde enerji ihtiyacı bazal gereksinimin üç katına kadar çıkabilmektedir (Bąkowski ve ark., 2024). Gebelik ve laktasyon sırasında, kalsiyum ve fosfor oranları özellikle yavruların sağlıklı gelişimi için büyük önem taşır (Kawauchi ve ark., 2017).

Kısırlaştırma (neutering), köpeklerin metabolizmasını etkiler ve genellikle enerji ihtiyaçlarının azalmasına yol açar. Kısırlaştırılmış köpeklerde, metabolizma hızındaki azalma obezite riskini artırabilir. Bu nedenle, kısırlaştırılmış köpeklerin diyetleri düşük kalorili ve yüksek proteinli olmalıdır. Ayrıca, davranışsal değişiklikler de göz önünde bulundurularak, stres seviyelerini azaltacak antioksidanlar ve omega-3 yağ asitleri içeren beslenme önerilebilir (Lauten, 2006).

Sağlık durumu ve kronik hastalıklar da köpeklerin beslenmesinde önemli bir rol oynar. Kronik hastalıkları olan köpekler için beslenme, genellikle diyetle kontrol edilen tedavi gerektirir. Örneğin, böbrek hastalığı olan köpeklerde, düşük fosfor ve düşük proteinli diyetler, hastalığın ilerlemesini yavaşlatabilir ve böbrek fonksiyonlarını koruyabilir. Diyabet gibi metabolik hastalıkları olan köpekler için ise düşük karbonhidratlı, yüksek proteinli diyetler tercih edilir. Bu tür hastalıkların yönetimi, köpeklerin genel sağlıklarını iyileştirecek şekilde beslenme stratejilerinin uygulanmasını gerektirir (Jeusette ve ark., 2004).

5. TÜKETİCİ TERCİHLERİ VE PAZAR DİNAMİKLERİ

5.1. Tüketici Kabul Faktörleri

Köpek maması seçiminde tüketici tercihlerini etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Sosyal normlar, en güçlü etkiye sahip faktörlerden biridir (Pinney ve Costa-Font, 2024). Hayvan refahı, sağlık ve çevre konularındaki tüketici tercihleri de mama seçimini etkilemektedir. Tüketicilerin alternatif protein kaynaklarını kabul etme kararları da bir dizi karmaşık ve çok boyutlu faktöre dayanır. Bu faktörler, sosyal, kültürel, ekonomik ve etik değerlere dayanarak şekillenir. Araştırmalar, tüketicilerin besin tercihlerini etkileyen başlıca faktörlerin çevre, hayvan refahı, sağlık ve güvenlik olduğuna işaret etmektedir (Verbeke, 2015). Özellikle çevresel kaygılar, üreticilerin daha sürdürülebilir ve ekolojik alternatifler sunduklarında daha olumlu bir tüketici tepkisi alma eğiliminde olduklarını göstermektedir. Bu bağlamda, böcek bazlı proteinlerin çevresel sürdürülebilirliği vurgulamak, ürünlerin kabul edilmesinde önemli bir etken olabilir (Higa ve ark., 2021). Diğer yandan tüketici kabulü yalnızca çevresel faydaların öne çıkmasıyla sınırlı değildir; psikolojik faktörler ve toplumsal normlar da büyük rol oynamaktadır. Böcek bazlı köpek mamalarına (IBDF) karşı duyulan hoşnutsuzluk, "food neophobia" yani yeni gıdalara karşı duyulan isteksizlik gibi psikolojik engellerle güçlenebilir. Özellikle Avrupa toplumlarında böcekler geleneksel bir gıda kaynağı olarak kabul edilmediğinden, bu ürünler genellikle yabancı ve hoş olmayan seçenekler olarak algılanmaktadır (Sogari ve ark., 2019). Dolayısıyla, böcek temelli proteinlere olan bu olumsuz tutumu değiştirmek, doğru eğitim ve bilgi sağlama stratejileri ile mümkün olabilir. Tüketici tutumları, aynı zamanda kültürel algılarla şekillenir. Böceklerin hayvan olarak algılanması, toplumlar arasında büyük farklılıklar gösterebilir ve bu durum, böcek temelli ürünlerin kabulünü doğrudan etkiler. Örneğin, bazı kültürlerde böcekler geleneksel bir gıda kaynağı iken, Batı toplumlarında bu algı daha az yaygındır. Bu farklar, pazarlama ve tüketici bilgilendirme stratejilerinin tasarımında dikkate alınmalıdır (Pinney ve Costa-Font, 2024).

5.2. Alternatif Protein Kaynaklarına Yönelik Tutumlar

Böcek bazlı köpek mamalarına yönelik tüketici tutumları karmaşık bir yapı göstermektedir. Tüketicilerin böcek bazlı mamalara yönelik tutumları, sosyal normlar, etik değerler ve risk-fayda algıları tarafından

şekillenmektedir. Özellikle böcek duyarlılığı konusundaki inançlar, tüketicilerin bu ürünlere yönelik tutumlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Pinney ve Costa-Font, 2024).

6. BESLENME VE SAĞLIK İLİŞKİSİ

6.1. Sindirim Sistemi Sağlığı

Köpeklerin sindirim sistemi sağlığı, beslenme ile doğrudan ilişkilidir. Sindirim sistemi fonksiyonları, köpeklerin vücut sağlığına önemli ölçüde etki eder, bu nedenle doğru beslenme stratejilerinin uygulanması gerekir. BSFL proteini, bağırsak mikrobiyomunu olumlu yönde etkileyebilmektedir. *Lachnoclostridium*, *Clostridioides*, *Blautia* ve *Enterococcus* gibi faydalı bakterilerin gelişimini desteklediği gösterilmiştir (Sutton ve Costa, 2023). Özellikle yaşlı köpeklerde, sindirim sistemi etkinliği genellikle azalır. Yaşlılıkla birlikte, sindirim enzimi üretimi ve bağırsak florasında değişiklikler gözlemlenebilir, bu da besin maddelerinin emiliminde azalmaya yol açar (Day, 2010; Cupp ve ark., 2007). Bu durumda, daha kolay sindirilebilir gıdalar ve besin emilimini destekleyici diyetler önerilir. Ayrıca, prebiyotik ve probiyotik takviyelerinin kullanımı, sindirim sistemi sağlığının korunmasına yardımcı olabilir (Freeman, 2012). Bununla birlikte, köpeklerde gastrointestinal bozukluklar, özellikle iltihaplı bağırsak hastalıkları (IBD), beslenme ile yönetilebilir. Doğru protein kaynağının ve dengeli yağ asidi profilinin kullanılması, bağırsak sağlığını iyileştirebilir (Procoli, 2020).

6.2. Yaşa Bağlı Sağlık Sorunları

Yaşla birlikte köpeklerde yaygın olarak karşılaşılan sağlık sorunları arasında çeşitli gastrointestinal değişiklikler, osteoartrit, böbrek hastalıkları ve kardiovasküler hastalıklar yer alır. Bu sağlık sorunlarının yönetilmesinde doğru beslenme kritik rol oynar. Alınan gıdanın sindirim kanalı geçiş süresi yavaşlaması, enzim aktivitesinde değişiklikler, dolaşım bozuklukları ve hidroklorik asit ile safra salgısında azalma gibi faktörler sindirim kapasitesini etkilemektedir (Bąkowski ve ark., 2024). Örneğin, osteoartritli köpekler için eklem sağlığını destekleyen omega-3 yağ asitleri ve glukozamin içeren diyetler önerilir (Freeman, 2012). Aynı şekilde, böbrek hastalıkları olan köpeklerde düşük proteinli, düşük fosforlu ve düşük sodyumlu diyetlerin uygulanması önerilmektedir (FEDIAF, 2021). Bu diyetler, hastalığın ilerlemesini yavaşlatabilir ve yaşam kalitesini artırabilir. Ayrıca, yaşlı

köpeklerde immunosenesans adı verilen bağışıklık sistemi zayıflaması da görülür, bu da enfeksiyonlara karşı dirençlerini azaltır (Day, 2010). Bu durumu dengelemek için anti-inflamatuar besin maddeleri ve bağışıklık destekleyici takviyeler kullanılabilir. Ayrıca, beslenme ile yaşa bağlı metabolik değişikliklerin de yönetilmesi gerekir. Geriatrik köpeklerde enerji gereksinimleri azalır ancak protein gereksinimleri genellikle artar, çünkü yaşlanmış kas dokusu daha fazla destek gerektirir. Bu nedenle, protein miktarının dengelenmesi ve yaşa uygun besin içeriği sunulması önemlidir (Cupp ve ark., 2007).

7. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ÇEVRESEL ETKİLER

7.1. Geleneksel Mama Üretiminin Çevresel Etkileri

Geleneksel pet mama üretimi, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Bu üretim süreci, genellikle hayvansal kaynaklar gibi geleneksel proteinlerin kullanımı ile ilişkilidir ve bu kaynakların üretimi, büyük miktarda su, enerji ve arazi kullanımı gerektirir. Ayrıca, bu üretim süreçleri sera gazı salınımı ve diğer çevresel kirliliklere yol açar (Lankhorst ve ark., 2007). Et ve balık gibi hayvansal protein kaynakları, pet gıda üretiminin temel bileşenleridir. Bu kaynakların üretimi, çevresel kaynakları zorlar ve büyük miktarda karbon salınımına neden olabilir. Özellikle, etli mamalar için yapılan üretim, hem hayvan yetiştiriciliği aşamasında kullanılan yemler hem de işleme süreçlerinde ciddi enerji tüketimine yol açmaktadır. Et üretiminde kullanılan su miktarı, özellikle büyükbaş hayvancılıkta oldukça yüksek olup, bu da su kaynakları üzerinde büyük bir baskı oluşturur (Brancoli ve ark., 2017). Aynı şekilde, bu hayvansal ürünlerin taşınması ve işlenmesi sırasında ortaya çıkan karbon salınımı, pet gıda üretiminin çevresel etkilerini daha da artırır. Etili mama üretimi, özellikle yüksek enerji ve su gereksinimi ile öne çıkar, bu da endüstrinin çevresel sürdürülebilirliğini ciddi şekilde sorgular. Kuru mama üretimi, küresel tarımsal emisyonların %1.1-2.9'unu oluşturmaktadır. Ayrıca küresel tarım arazilerinin %0.8-1.2'sini ve tarımsal su kullanımının %0.2-0.4'ünü oluşturmaktadır (Bosch ve ark., 2015). Sürdürülebilir pet gıda üretiminin sağlanabilmesi için, geleneksel üretim süreçlerinin daha verimli hale getirilmesi, enerji verimliliği artırılmalı ve karbon ayak izinin azaltılması

sağlanmalıdır. Bu hedeflere ulaşabilmek için alternatif protein kaynaklarının kullanımı, büyük bir fırsat sunmaktadır.

7.2. Alternatif Protein Kaynaklarının Çevresel Avantajları

Böcek bazlı protein üretimi, geleneksel hayvancılığa göre daha az arazi ve su kullanımı gerektirmektedir. Ayrıca sera gazı emisyonları da daha düşüktür. Bu özellikler, böcek bazlı protein kaynaklarını sürdürülebilir bir alternatif haline getirmektedir (Sutton ve Costa, 2023).

Alternatif protein kaynakları, geleneksel pet gıda üretiminin çevresel etkilerini azaltmak adına önemli bir çözüm sunmaktadır. Özellikle böcek bazlı proteinler, düşük çevresel ayak izi ve sürdürülebilirlik açısından büyük bir potansiyel taşır. Geleneksel hayvansal proteinlere kıyasla böcekler, daha az arazi ve su kullanarak yüksek kaliteli protein sunabilmektedirler. Kara asker sinek larvaları (*Hermetia illucens*), pet gıdalarında yaygın olarak kullanılan alternatif protein kaynaklarından biridir ve çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük avantajlar sağlamaktadır (Bosch ve ark., 2016). BSFL, dar alanlarda yetiştirilebilir, düşük su ve enerji kullanımı gerektirir, ayrıca bu organizmalar, organik atıkları besin kaynağı olarak kullanarak döngüsel bir üretim süreci yaratabilirler. Bu özellik, böcekleri çevre dostu bir alternatif haline getirirken, hayvansal ürünlerin üretiminden kaynaklanan çevresel yükü hafifletir (Alexander ve ark., 2017).

Böcek bazlı proteinlerin çevresel avantajları, yalnızca verimlilikle sınırlı değildir. Bu proteinler, aynı zamanda düşük karbon ayak izine ve su kullanım gereksinimlerine sahiptir. BSFL'nin besin profili, köpekler ve diğer evcil hayvanlar için gerekli olan esansiyel amino asitler bakımından zengindir. Bu durum, böcek bazlı proteinlerin pet gıda endüstrisinde giderek daha popüler hale gelmesini sağlamaktadır. Ayrıca, böcek bazlı proteinlerin üretimi, kaynak verimliliğini artırırken, geleneksel et ve balık kaynaklarının kullanımını azaltabilir ve böylece çevresel etkileri önemli ölçüde azaltabilir (Renna ve ark., 2017).

Böcek temelli protein kaynaklarının kullanımı, aynı zamanda gıda güvenliği açısından da önemli bir fırsat sunar. Böceklerin düşük çevresel maliyetlerle üretilebilen ve besin değeri açısından zengin bir kaynak olması, onları sadece pet gıda sektöründe değil, aynı zamanda genel gıda endüstrisinde de önemli bir çözüm olarak ön plana çıkarır. Böcek temelli

proteinlerin kabulü, toplumsal algılar ve bilinçli tüketici kitlesinin artması ile doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, alternatif proteinlerin çevresel avantajları ve sağlık yararları konusunda tüketicilere doğru ve kapsamlı bilgi verilmesi önemlidir. Ayrıca, böceklerin besin değerindeki farklılıklar, işlem sırasında ortaya çıkan kitinin sindirilebilirliği gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tür yeni protein kaynaklarının daha geniş bir kabul görmesi için bilimsel araştırmalar ve eğitim faaliyetleri önem taşır (Sogari ve ark., 2019).

8. ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ VE KALİTE KONTROLÜ

8.1. Ekstrüzyon ve Pişirme Teknolojileri

Ekstrüzyon, pet gıda üretiminde yaygın olarak kullanılan, yüksek sıcaklık ve basınç altında yapılan bir teknolojidir. Bu işlem, hammaddelerin fiziksel özelliklerini iyileştirirken, gıda maddelerinin sindirilebilirliğini artırır ve besin değerlerini optimize eder. Ekstrüzyonun temel avantajları arasında, besin öğelerinin daha iyi sindirilmesi ve biyoyararlanabilirliğinin artırılması yer alır. Bu teknoloji, aynı zamanda besin maddelerinin güvenliğini sağlamak için patojenlerin yok edilmesini de mümkün kılar. Ekstrüzyon işlemi sırasında, karıştırıcılar, ısıtıcılar ve basınç odaları kullanılarak, yemeklerin istenilen dokusu ve şekli elde edilir. Ekstrüzyon sayesinde, köpek mamasının sindirim oranı yükseltilir, çünkü bu işlem, nişasta ve proteinlerin daha sindirilebilir hale gelmesini sağlar (Bąkowski ve ark., 2024). Ekstrüzyon işlemi sırasında spesifik mekanik enerji değerleri, böcek bazlı içerik kullanıldığında daha düşük bulunmuştur. Bu durum, üretim sürecinde enerji tasarrufu sağlanabileceğini göstermektedir (Bosch ve Swanson, 2021). Pişirme teknolojileri, pet gıda üretiminin diğer önemli bir bileşenidir. Bu süreçte kullanılan yüksek sıcaklıklar, mikroorganizmaların ve zararlı patojenlerin yok edilmesini sağlar, bu da gıda güvenliğini artırır. Aynı zamanda pişirme, mama formülasyonunda kullanılan bileşenlerin tat ve aroma profillerini de geliştirebilir. Nitekim pişirme süreci sırasında besin kayıpları olabilir, özellikle sıcaklık yüksek olduğunda bazı vitaminler ve mineraller kaybolabilir. Bu nedenle, üreticiler genellikle pişirme süresini ve sıcaklık derecelerini dikkatlice ayarlayarak besin kaybını minimize etmeye çalışırlar (Bąkowski ve ark., 2024). Öte yandan ekmek atıklarının köpek mamalarında

karbonhidrat kaynağı olarak kullanılabileceği ispatlanmıştır (Mevliyaoğulları ve ark., 2023).

8.2. Kalite Kontrol Parametreleri

Pet gıda üretiminde kalite kontrol, ürünlerin besin içeriği, güvenliği ve tüketici taleplerine uygunluğunu sağlamak için önemli bir rol oynar. Bu süreçte dikkate alınması gereken başlıca parametreler arasında besin öğelerinin doğruluğu, mikrobiyolojik güvenlik, tekstür ve organoleptik özellikler yer almaktadır. Besin öğelerinin doğruluğu, pet gıdalarının besin değeri açısından gereksinimleri karşılamaını sağlamak için gereklidir. Üretim sırasında, protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral düzeyleri titizlikle izlenmeli ve analiz edilmelidir. Özellikle yavru köpekler ve yaşlı köpekler gibi özel gruplar için besin öğelerinin doğru oranlarda bulunması önemlidir. Bu tür kontroller, köpeklerin sağlığını doğrudan etkileyebilir ve gıda üretiminin etkinliğini artırabilir (Bąkowski ve ark., 2024). Mikrobiyolojik güvenlik, pet gıda üretiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli parametredir. Gıda üreticileri, gıda ürünlerinin, özellikle et ve balık bazlı proteinlerin, patojenlerden arındırılmasını sağlamak için çeşitli dezenfeksiyon ve sterilizasyon teknikleri kullanmaktadırlar. Bu, üretim hattındaki herhangi bir patojenin mama ile hayvanlara geçmesini engeller ve gıda güvenliğini artırır. Son olarak, organoleptik testler, pet gıdalarının kalitesini değerlendiren bir diğer parametredir. Tadım testleri ve görsel değerlendirmeler, tüketicinin pet gıdasını kabul etme oranını etkileyebilir. Ayrıca, gıdanın fiziksel özellikleri de özellikle köpeklerin yemeyi tercih ettikleri şekil ve doku üzerinde etkili olabilir. BSFL içeren mamalarda kitin içeriği önemli bir kalite parametresidir. Yüksek kitin fraksiyonu, sindirilebilirliği olumsuz etkileyebilmektedir (Bosch ve Swanson, 2021).

9. ÖZEL DURUMLARDA BESLENME

9.1. Gebelik ve Laktasyon Döneminde Beslenme

Gebelik ve laktasyon, köpeklerin beslenme ihtiyaçları açısından en kritik dönemlerden biridir. Bu dönemlerde, dişi köpeklerin enerji ve besin öğeleri gereksinimleri önemli ölçüde artar. Gebelik süresi ortalama 63 gündür ve bu süre zarfında, özellikle yavruların gelişimi için protein, yağ, vitamin ve mineral ihtiyaçları artar (Greco, 2008; Fontaine, 2012). Gebelik döneminde protein ihtiyacı %70'e kadar artabilmektedir. Gebeliğin son üç haftasında,

yavruların hızlı gelişimi nedeniyle protein ve kalsiyum gibi minerallerin gereksinimleri önemli ölçüde artar. Yeterli protein alımı, yavruların sağlıklı gelişimi için kritik öneme sahiptir, çünkü protein eksiklikleri yavru kayıplarına veya zayıf doğum ağırlığına yol açabilir (Ivanova ve Georgiev, 2018).

Laktasyon dönemi de oldukça enerji yoğun bir süreçtir. Bu dönemde, dişi köpeklerin enerji gereksinimleri, özellikle büyük yavru gruplarında, bazal gereksinimlerinin üç katına kadar çıkabilir (Greco, 2008). Yavru köpeklerin sağlıklı büyümesi için gerekli olan besin maddelerinin temin edilmesi, annelerin yeterli ve dengeli beslenmesiyle mümkündür. Laktasyon sırasında, omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin uygun oranlarda temini, yavruların sinir sistemi gelişimi için önemlidir (Greco, 2008; Puttock, 2020).

Gebelik ve laktasyon dönemi boyunca, dişi köpeklere yönelik beslenme programları, aşırı kilo alımını engellemek ve optimum enerji seviyelerini sağlamak için dikkatlice planlanmalıdır. Beslenme sırasında protein içeriği %27-34, yağ içeriği ise %18-20 arasında olmalıdır (Ivanova ve Georgiev, 2018). Ayrıca, kalsiyum ve fosfor oranları, yavruların kemik gelişimine katkıda bulunacak şekilde dengelenmelidir.

9.2. Kısırlaştırılmış Köpeklerde Beslenme

Kısırlaştırma, köpeklerin metabolik süreçlerinde önemli değişikliklere yol açar. Kısırlaştırma sonrasında, hormon seviyelerindeki değişiklikler, köpeklerin enerji ihtiyacını düşürür ve genellikle kilo alımına yol açar. Kısırlaştırılmış köpeklerin beslenmesi, enerji tüketimi ve harcaması arasındaki dengesizlik nedeniyle özel bir dikkat gerektirir. Bu nedenle, kısırlaştırılmış köpeklerin diyetinde enerji ve protein seviyelerinin dikkatlice düzenlenmesi gerekir (Phungviwatnikul ve ark., 2020; Jeusette ve ark., 2004).

Kısırlaştırma sonrası, köpeklerin metabolizma hızındaki düşüş, yağ kitlesinin artmasına ve obezite riskinin yükselmesine neden olabilir. Yapılan çalışmalar, kısırlaştırılmış köpeklerde enerji ihtiyacının %30 oranında azaltılması gerektiğini göstermektedir (Lefebvre ve ark., 2013). Ayrıca, kısırlaştırılmış köpeklerde, aşırı protein tüketimi vücutta aşırı yağ depolanmasına yol açabileceği için, protein alımı da dengelenmelidir. Kısırlaştırılmış köpeklerin ideal vücut ağırlığını koruyabilmesi için düşük kalorili ancak yüksek proteinli diyetler tercih edilmelidir (Vendramini ve ark.,

2020). Kısırlaştırılmış köpeklerin sağlıklı bir şekilde kilo alımını önlemek için düzenli egzersiz ve beslenme programları önemlidir. Ayrıca, kısırlaştırma sonrasında yapılan araştırmalar, beslenmeye omega-3 yağ asitleri eklenmesinin, metabolizma hızını artırmaya yardımcı olabileceğini göstermektedir (Schauf ve ark., 2016).

10.DAVRANIŞSAL BESLENME

Köpeklerin beslenmesi, davranışsal sağlıkları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yetersiz veya dengesiz beslenme, bir dizi davranışsal soruna yol açabilir. Beslenme düzeni, köpeklerin genel davranış biçimlerini, stresle başa çıkma yeteneklerini ve genel ruh hallerini doğrudan etkiler. Yapılan çalışmalar, belirli besin öğelerinin (özellikle protein, omega-3 yağ asitleri ve triptofan) köpeklerin davranışsal durumlarını iyileştirebileceğini göstermektedir. Örneğin, triptofan bakımından zengin bir diyet, köpeklerde bölgesel saldırganlık seviyelerini azaltabilirken, omega-3 yağ asidi eksikliği ruh hali ve davranış bozukluklarıyla ilişkilendirilmektedir (Sechi ve ark., 2017; Tynes ve Landsberg, 2021). Davranışsal problemler, aşırı iştah, aşırı yemek yeme veya yemekle ilgili bozukluklar gibi belirtilerle kendini gösterebilir. Stres, köpeklerin yeme alışkanlıklarında değişikliklere neden olabilir, bu da “duygusal yeme” olarak adlandırılan bir durumu ortaya çıkarabilir. Stresli durumlarda, köpekler normalden fazla veya anormal bir şekilde yemek yeme eğiliminde olabilirler. Bu tür davranışlar, genellikle hayvanın çevresel faktörlere verdiği duygusal tepkilerle ilişkilidir (Luño ve ark., 2018; Turton ve ark., 2017). Ayrıca, bazı diyetler, yaşlı köpeklerde bilişsel fonksiyon bozukluğu sendromunun (Cognitive Dysfunction Syndrome-CDS) klinik semptomlarının şiddetini azaltmak için yararlı olabilir. Yaşlı köpeklerde bu tür diyetlerin uygulanması, davranışsal ve zihinsel sağlığı iyileştirmede etkili olabilir (Roudeboush ve ark., 2005; Pan ve ark., 2018). Bunu takiben, diyetin köpeklerin ruh hali, stres seviyesi ve diğer davranışsal özellikleri üzerindeki etkisini anlamak, beslenme ile davranış arasındaki bağlantıyı daha da netleştirmektedir. Nitekim köpeklerin davranışsal sağlığı, doğru beslenme stratejileri ile büyük ölçüde iyileştirilebilir. Beslenme, sadece fiziksel sağlığı değil, aynı zamanda zihinsel ve duygusal sağlığı da doğrudan etkileyen bir faktördür.

11.YENİ NESİL MAMA GELİŞTİRME

11.1. Fonksiyonel Bileşenler

Yeni nesil köpek mamaları, yalnızca temel besin ihtiyaçlarını karşılamadan ötesine geçerek, evcil hayvanların sağlığını ve yaşam kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan fonksiyonel bileşenleri içermektedir. Bu bileşenler, köpeklerin çeşitli sağlık problemleriyle başa çıkmalarına yardımcı olabilecek özel besin öğeleridir. Fonksiyonel bileşenler, genellikle antioksidanlar, probiyotikler, omega-3 yağ asitleri ve prebiyotikler gibi bileşiklerden oluşur (Bąkowski ve ark., 2024; Delaney ve Fascetti, 2023). Bununla birlikte omega-3 yağ asitleri, köpeklerin kardiyovasküler sağlığını iyileştirebilir, iltihaplanmayı azaltabilir ve genel bağışıklık fonksiyonlarını destekleyebilir (Bąkowski ve ark., 2024). BSFL bazlı mamaların antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikleri bulunmaktadır. Özellikle laurik asit içeriği, gram pozitif bakterilere karşı antimikrobiyal etki göstermektedir. Bu özellikler, mamanın raf ömrünü uzatabilmekte ve köpek sağlığını destekleyebilmektedir (Sutton ve Costa, 2023). Ayrıca, probiyotikler sindirim sağlığını destekler, bağışıklık sistemini güçlendirir ve sindirim sisteminin mikroflorasını düzenler. Prebiyotikler ise, probiyotiklerin etkisini güçlendiren bileşiklerdir (Delaney ve Fascetti, 2023). Bunlar, bağışıklık fonksiyonunu iyileştirmek, stresle başa çıkma yeteneğini artırmak ve yaşlanmayı geciktirici etkiler gösterebilir. Ayrıca, artrit ve osteoartrit gibi yaşa bağlı hastalıkların yönetilmesinde önemli olan glukozamin ve kondroitin gibi bileşenler de bu tür mamalarda yer almaktadır (Metzger, 2005). Bu bağlamda fonksiyonel bileşenler köpeklerin beslenmesinde yalnızca temel besin ihtiyaçlarını karşılamakla kalmaz, aynı zamanda sağlıklı yaşamın sürdürülmesi için önemli katkılar sağlar.

11.2. Besin Değeri Optimizasyonu

Köpeklerin besin değerinin optimize edilmesi, hayvanın sağlığını en üst düzeye çıkarmak için gerekli olan en önemli unsurdur. Besin değerini optimize etmek, köpeklerin yaş, sağlık durumu, aktivite düzeyi ve özel ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş bir diyet sunmak anlamına gelir (Bąkowski ve ark., 2024). Bu süreç, doğru protein seviyeleri, vitamin ve mineral dengesi ile sağlanabilir. Optimizasyon, aynı zamanda enerji ihtiyacının doğru bir şekilde hesaplanmasını ve besin öğelerinin hayvanın yaşına, cinsine, fiziksel

durumuna ve aktivite seviyesine göre ayarlanmasını içerir. Örneğin, yavru köpekler için protein ve enerji yoğunluğu yüksek, yaşlı köpekler için ise daha düşük kalorili ve sindirimi kolay mamalar tercih edilmelidir. Bunun yanı sıra, kısırlaştırılmış köpekler için enerji alımının azaltılması, ancak protein oranının dengelenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Jeusette ve ark., 2004; Phungviwatnikul ve ark., 2020). Bunun dışında, yeni nesil köpek mamalarında kullanılan alternatif protein kaynakları, çevre dostu ve sürdürülebilir özellikleri ile besin değerinin optimize edilmesine katkı sağlamaktadır. Böcek bazlı proteinler, düşük çevresel etki ve yüksek besin değeri sunarak köpeklerin besin ihtiyaçlarını karşılamak için giderek daha fazla tercih edilmektedir (Bosch ve Swanson, 2021).

12.BESLENME ve METABOLİK ADAPTASYONLAR

12.1. Açlık ve Tokluk Metabolizması

Köpekler, atalarından gelen metabolik adaptasyonlar sayesinde uzun açlık dönemlerine dayanabilmektedir. Kurtlar üzerinde yapılan araştırmalar, bu hayvanların vücut ağırlığının %22'sine kadar besin tüketebilme ve uzun açlık dönemlerini tolere edebilme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir (Bosch ve ark., 2015). Köpeklerin açlık ve tokluk metabolizması, beslenme düzenleri ve enerji dengesini kontrol eden karmaşık bir sistemdir. Bu süreç, besin alımını düzenleyen çeşitli biyolojik mekanizmalarla, vücutta enerji depolarının korunması ile ilişkilidir. Köpeklerin metabolizması, enerji tüketimi ile enerji alımının dengesini sağlar, bu da genel enerji gereksinimlerini karşılamak için açlık ve tokluk durumlarını yönetir (Bąkowski ve ark., 2024). Açlık durumunda, köpeklerin vücudu enerji tasarrufu sağlamak amacıyla çeşitli mekanizmaları aktive eder. Bu süreç, sindirim sistemindeki değişikliklerden hormon seviyelerinin değişimine kadar birçok faktörü içerir. Tokluk durumunda ise vücut, daha fazla gıda alımını engelleyen mekanizmalar kullanarak bu fazlalığı depolar (Burger, 1994). Tokluk hissini uyandıran hormonlardan biri olan leptin, yağ dokusundaki değişikliklere bağlı olarak seviyelerini değiştirir ve bu da yemek yeme davranışını kontrol eder (Jeusette ve ark., 2004). Ayrıca, açlık durumunda ghrelin adlı hormonun salınımı artar, bu da köpeğin yeme isteğini artırır (Asarian ve Geary, 2006). Köpeklerin açlık ve tokluk metabolizması, beslenme programlarının tasarımında dikkate alınması gereken önemli bir

faktördür. Yeterli protein ve enerji alımı, açlık hissini kontrol etmenin yanı sıra, doğru besin değerlerinin sağlanmasına da yardımcı olur.

12.2. Protein Koruyucu Mekanizmalar

Protein koruyucu mekanizmalar, köpeklerin vücutlarında yeterli protein seviyelerini korumak amacıyla devreye giren biyolojik süreçlerdir. Bu mekanizmalar, protein kaybını en aza indirmek ve dokuların yapısal bütünlüğünü korumak için vücudun enerji gereksinimlerini düzenler. Amino asit katabolizmasında görevli enzimlerin down-regülasyonu ile protein kaybı minimumda tutulabilmektedir. Bu adaptasyon, kedilerde bulunmamaktadır (Bosch ve ark., 2015). Protein, köpeklerin vücut fonksiyonları için temel bir yapı taşıdır, ancak aşırı protein kaybı veya yetersiz alım, ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Bakowski ve ark., 2024). Köpeklerin vücutları, protein kaybını önlemek için özel koruyucu stratejiler geliştirir. Özellikle, vücut, yetersiz protein alımı durumunda kas dokularından protein salgılar. Bununla birlikte, fazla protein alımı da vücudu zorlayabilir, çünkü böbrekler ve karaciğer gibi organlar fazla proteini işlemek için daha fazla çalışmak zorunda kalır (Phungviwatnikul ve ark., 2020). Bu nedenle, protein gereksinimlerinin doğru bir şekilde dengelenmesi, köpeklerin sağlıklı kalabilmesi için büyük öneme sahiptir. Aksi halde, kas kaybı, bağışıklık fonksiyonu zayıflaması ve metabolik bozukluklar gibi olumsuz sonuçlar meydana gelebilir. Protein koruyucu mekanizmaların sağlıklı işleyişini desteklemek için, köpeklerin dengeli bir diyetle sahip olmaları, yeterli miktarda esansiyel amino asitler ve kaliteli protein kaynakları almaları gerekir. Ayrıca, protein gereksinimlerinin karşılanması, özellikle yaşlı köpeklerde daha fazla önem kazanır, çünkü yaşla birlikte vücudun protein kullanımını azalabilir (Lauten, 2006).

13. BESİN BİLEŞENLERİNİN BİYOYARARLANIMI

Besin bileşenlerinin biyoyararlanımı, hayvanların besin öğelerinden ne kadarını etkili bir şekilde emebileceği ve kullanabileceği ile ilgilidir. Bu süreç, besinlerin gastrointestinal sistemde sindirilmesi, emilmesi ve ardından kan dolaşımına geçmesi için gerekli olan tüm mekanizmaları kapsar. Köpeklerin beslenmesinde, özellikle mineraller, vitaminler ve proteinler gibi temel

bileşenlerin biyoyararlanımı, beslenme stratejilerinin başarısı için önemli hususlardan biridir.

13.1. Proteinlerin Biyoyararlanımı

Proteinlerin biyoyararlanımı, kullanılan protein kaynaklarının ne kadarının sindirilebildiği ve hayvanın vücudu tarafından kullanılabilirdiği ile ilgilidir. Protein biyoyararlanımını etkileyen faktörler arasında, kullanılan protein kaynağının türü, sindirim sistemi kapasitesi ve amino asit profili yer almaktadır. Yüksek biyoyararlanıma sahip proteinler, köpeklerin kas gelişimini, bağışıklık fonksiyonlarını ve genel sağlık durumlarını desteklemek için gereklidir. Sindirilebilir proteinlerin, özellikle esansiyel amino asitler bakımından zengin kaynaklar, köpeklerin protein ihtiyaçlarını daha verimli bir şekilde karşılar. Hayvansal protein kaynakları, genellikle köpeklerin amino asit ihtiyaçlarını karşılamakta daha verimli olabilirken, bazı bitkisel protein kaynakları, sindirilebilirlikleri düşük ve biyoyararlanımları sınırlıdır. Bu nedenle, köpeklerin diyetlerinde kaliteli hayvansal proteinlerin yer alması, besin öğelerinin optimal biyoyararlanımını sağlamak için önemlidir (Jeusette ve ark., 2004; Renna ve ark., 2017).

13.2. Minerallerin Biyoyararlanımı

Minerallerin biyoyararlanımı, vücuda alınan minerallerin sindirim sisteminden kana geçebilme oranını belirler. Çinko ve demir gibi minerallerin biyoyararlanımı, sindirim sistemi koşulları ve besin bileşenleri arasındaki etkileşimler tarafından doğrudan etkilenmektedir. Örneğin, çinkonun biyoyararlanımı, onun besin maddelerindeki diğer bileşiklerle (fitatlar) etkileşime girip girmediğine bağlı olarak değişebilir. Organik bağlarla (çinko metiyonin) birleşmiş çinko, sindirim sırasında daha kolay emilebilir ve biyoyararlanımı artar (Bąkowski ve ark., 2024). Demirin emiliminde ise pH, mineral kaynakları ve antagonist bileşikler gibi faktörler önemli bir rol oynamaktadır. Çinko, genellikle Zn^{2+} formunda çözünerek emilir, ancak fitatlar ve diğer bileşenlerle reaksiyona girerek emilim engelleri oluşturabilir. Ayrıca, bazı minerallerin (kalsiyum ve demir) birbirleriyle etkileşime girerek emilimlerini engellemesi, minerallerin biyoyararlanımını olumsuz yönde etkileyebilir (Bosch ve ark., 2016).

13.3. Vitaminlerin Biyoyararlanımı

Vitaminlerin biyoyararlanımı, vitaminlerin besinlerden emilim ve kullanılabilirliğini etkileyen önemli bir faktördür. Suda çözünebilen vitaminler (özellikle B grubu vitaminleri ve C vitamini) ve yağda çözünebilen vitaminler (A, D, E, K vitaminleri) farklı emilim yollarına sahiptir. Yağda çözünebilen vitaminler, genellikle yağların ve safra asitlerinin yardımıyla emilir, bu da onların beslenme öğeleriyle birlikte doğru bir şekilde sindirilmesi için yağ içeren diyetlerin gerekliliğini ortaya koyar (Bakowski ve ark., 2024). Besin bileşenlerinin biyoyararlanımını artırmak için, beslenme stratejilerinin doğru bir şekilde yapılandırılması ve vitamin, mineral ve protein kaynaklarının doğru oranlarda dengelenmesi gereklidir. Ayrıca, bazı takviyeler ve gıda işleme teknikleri, biyoyararlanımı optimize edebilir. Örneğin, mineral şelatları veya protein hidrolizatları kullanmak, biyoyararlanımı artırmak için etkili yöntemlerdir (Delaney ve Fascetti, 2023).

14.KÖPEK MAMALARINA YÖNELİK DÜZENLEMELER ve STANDARTLAR

14.1. Yasal Düzenlemeler

Avrupa Birliği'nde ve İngiltere'de yedi böcek türünün evcil hayvan mamasında kullanımına izin verilmektedir. En yaygın kullanılan türler cırcır böcekleri, sarı un kurtları ve kara asker sinekleridir (Pinney ve Costa-Font, 2024).

14.2. Kalite Standartları

Kalite standartları, mamanın besin değeri, güvenliği ve etiketleme gerekliliklerini kapsamaktadır. AAFCO ve FEDIAF gibi kuruluşlar, besin gereksinimleri için referans değerler belirlemektedir (Bakowski ve ark., 2024).

15.BÖCEK BAZLI PROTEİNLERİN EVCİL HAYVAN BESLENMESİNDEKİ GELECEĞİ: ARAŞTIRMALAR, EKONOMİK ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFLERİ

Böcek bazlı protein kaynakları, son yıllarda evcil hayvan beslenmesinde giderek daha fazla popülerlik kazanmakta ve bu alanda yapılan araştırmalar, özellikle sağlık etkileri, üretim süreçleri ve sürdürülebilirlik

açısından büyük bir ilgi görmektedir. Böceklerin beslenmede kullanılmasının, evcil hayvanların sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerinin yanı sıra, böcek yetiştiriciliği süreçlerinde hayvan refahı standartlarının geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmaların artması gerekmektedir. Bu alandaki mevcut araştırmalar, böcek bazlı protein kaynaklarının uzun vadeli sağlık etkileri, böcek yetiştiriciliğinde hayvan refahı standartları, üretim süreçlerinin optimizasyonu ve tüketici algısı ile kabulünü incelemektedir (Sutton ve Costa, 2023). Böceklerin hayvan beslemedeki potansiyelinin daha iyi anlaşılabilmesi için bu araştırma başlıklarının daha derinlemesine ele alınması önemlidir. Gelecekteki araştırma ihtiyaçları arasında, özellikle böcek refahı, uzun dönem sağlık etkileri ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi gibi konular öne çıkmaktadır. Ayrıca, böcek bazlı mamaların köpek sağlığı üzerindeki uzun vadeli etkilerinin değerlendirilmesi de büyük bir gerekliliktir. Bu tür araştırmalar, böcek bazlı ürünlerin evcil hayvan diyetlerine entegrasyonunu hızlandırabilir ve bu ürünlerin potansiyel sağlık yararlarını daha geniş bir şekilde ortaya koyabilir (Pinney ve Costa-Font, 2024). Böcek bazlı mama üretiminde maliyeti etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında üretim ölçeği, teknoloji düzeyi, hammadde tedarigi ve işleme yöntemleri öne çıkmaktadır. Yüksek teknolojiye sahip otomasyon sistemleri, maliyetlerin düşürülmesine yardımcı olabilirken, böcek yetiştiriciliğinde verimli üretim yöntemlerinin benimsenmesi de maliyetleri etkileyen unsurlardandır (Sutton ve Costa, 2023). Evcil hayvan maması pazarı ise son yıllarda büyük bir büyüme göstermektedir. 2020 yılında küresel satış hacmi 100 milyar doların üzerine çıkmış, pazarın büyüklüğü 22.9 milyon ton civarında tahmin edilmektedir. Özellikle ABD'de köpeklerin %68'i ticari mama ile beslenmektedir ve bu pazarın büyümesi, alternatif protein kaynaklarına olan talebin artmasıyla paralel bir şekilde devam etmektedir. Çevresel kaygılar ve sürdürülebilirlik talepleri, böcek bazlı mamaların pazarındaki artışı desteklemektedir (Sutton ve Costa, 2023). Böcek üretimi, geleneksel protein kaynaklarına kıyasla daha verimli bir kaynak kullanımı sunmaktadır. Böcekler, düşük su tüketimi, daha az arazi kullanımı ve daha düşük sera gazı emisyonu ile çevre dostu bir alternatif sunmaktadır. Kara asker sinek larvaları (BSFL), dar alanlarda yetiştirilebilen ve çok daha düşük enerji ile su kullanımı gerektiren bir üretim süreci sunmaktadır. Ayrıca, böcekler organik atıkları besin kaynağı olarak kullanabilir, bu da döngüsel bir üretim süreci yaratır ve

çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olur (Bosch ve ark., 2016). Böcek bazlı proteinlerin atık yönetimi açısından sunduğu faydalar da büyük önem taşır. Geleneksel pet gıda üretimi, gıda endüstrisinin yan ürünlerini kullanarak atıkların azaltılmasına katkı sağlarken, evcil hayvanların insanlaştırılması ve yüksek kaliteli et ürünlerine olan talebin artması, bu avantajı azaltmaktadır. Nitekim böcek bazlı proteinlerin kullanımı, atık yönetimini iyileştirebilir ve daha sürdürülebilir üretim süreçlerine katkıda bulunabilir. Bu durum, gıda atıklarının döngüsel bir şekilde kullanılmasına olanak tanır ve çevresel verimliliği artırır (Bosch ve Swanson, 2021).

Böcek bazlı mama üretiminde beklenen teknolojik gelişmeler arasında, otomatik üretim sistemlerinin kullanımı, besin değeri optimizasyonu ve işleme teknolojilerinin iyileştirilmesi yer almaktadır. Bu gelişmeler, böcek bazlı proteinlerin verimli üretimi için önemli adımlar atılmasını sağlayacak ve çevresel ayak izinin azaltılması konusunda daha fazla fırsat sunacaktır (Sutton ve Costa, 2023). Ayrıca, alternatif protein kaynaklarına olan talebin artması beklenmektedir. Özellikle çevresel kaygılar ve sürdürülebilirlik talepleri, böcek bazlı proteinlerin popülerliğini artıracaktır. Bu değişen pazar dinamikleri, böcek bazlı mamaların gelecekteki büyüme potansiyelini destekleyecek ve üreticiler bu talebe cevap verebilmek için üretim kapasitelerini artıracaklardır (Pinney ve Costa-Font, 2024).

16.ÇİNKO VE KÖPEK BESLENMESİ İLİŞKİSİ: ÇİNKO METABOLİZMASI, GEREKSİNİMLERİ VE EKSİKLİKLERİ

Çinko, köpeklerin sağlıklı gelişimi ve yaşam fonksiyonları için hayati öneme sahip bir iz elementtir. Çinko metabolizması ve homeostazı, köpeklerin vücudunda birçok önemli fizyolojik fonksiyonun düzgün işlemesi için karmaşık bir düzenek gerektirir. Çinko, hücre büyümesi, bağışıklık yanıtı, deri sağlığı, nörolojik işlevler ve antioksidan aktivite gibi bir dizi biyolojik sürecin düzenlenmesinde yer alır. Çinko, esas olarak ince bağırsaklarda, özellikle duodenumda emilir. Bunun yanı sıra, distal ileum ve proksimal jejunum gibi diğer bağırsak bölgelerinde de çinko emilimi gerçekleşir. Çinko emilimi apikal transport aracılığıyla başlar ve çinko taşıyıcıları bu süreçte kritik bir rol oynar; bazolateral transport ise yüksek luminal konsantrasyonlarda gözlemlenebilir (Pereira ve ark., 2021). Çinko emilimi ve biyoyararlanımı, kullanılan protein kaynağı, sindirim sistemi sağlığı ve

bağırsak mikroflorasının durumu gibi faktörlerden etkilenir. Çinko gereksinimleri, köpeklerin yaşına, fizyolojik durumuna ve enerji alımına bağlı olarak değişir. National Research Council (NRC, 2006), yetişkin köpekler için çinko gereksinimini 15 mg/1000 kcal ME, yavrular için 18.5 mg/1000 kcal ME ve gebelik/laktasyon dönemindeki dişi köpekler için ise 24 mg/1000 kcal ME olarak belirlemiştir. European Pet Food Federation (FEDIAF), daha yüksek çinko gereksinimleri önermektedir. Çinko durumunun değerlendirilmesinde, serum çinko konsantrasyonu, doku çinko seviyeleri, idrar ve dışkı çinko atılımı, metalotiyoneinler ve çinkoya bağımlı enzimler (Cu/ZnSOD, alkalen fosfataz gibi) biyobelirteçler olarak kullanılmaktadır. Çinko eksikliği, köpeklerde çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir. Deri hastalıkları, nörolojik ve davranışsal bozukluklar ile göz hastalıkları gibi pek çok sorun çinko eksikliği ile ilişkilendirilmiştir. Özellikle, çinkoya duyarlı dermatoz, atopik dermatit ve epilepsi gibi rahatsızlıklar, çinko eksikliği sonucu gelişebilir (White ve ark., 2001; Pereira ve ark., 2021).

17.BÖCEK BAZLI MAMALARIN BESİN DEĞERİ VE KLİNİK UYGULAMALARDA KULLANIMI

Avrupa Birliği'nde pet mamalarında kullanılmasına izin verilen yedi böcek türünden en yaygın olarak tercih edilenler arasında kara asker sineği (*Hermetia illucens*), cırcır böceği (*Acheta domesticus*) ve sarı un kurdu (*Tenebrio molitor*) yer almaktadır (Gağçeki ve ark., 2024). Böcek bazlı mamalar, evcil hayvan beslenmesinde özellikle protein içeriği ve amino asit profili açısından önemli bir alternatif sunmaktadır. Kara asker sineği larvası (BSFL) bazlı mamalar, %85-90 arasında değişen yüksek sindirilebilirlik oranlarına sahip olup, köpeklerin protein ve amino asit ihtiyaçlarını verimli bir şekilde karşılamaktadır (Sutton ve Costa, 2023). Bu tür mamalar, protein (yaklaşık %40-45), yağ (%20-35), kül (%5-13) ve nem (%3-10) gibi besin içerikleri ile dikkat çekmektedir. Ancak, kitin içeriği, böcek proteinlerinin sindirilme oranını etkileyebilecek önemli bir faktördür. Kitin, böceklerin dış iskeletinde bulunan ve sindirime dirençli olan bir polisakkarittir. Kitinin sindirimde zorluk oluşturması, biyoyararlanımını sınırlayabilir. Larva gelişim aşaması ve işleme yöntemleri, kitin konsantrasyonunu etkileyebilir ve bu durum sindirilebilirlik üzerinde farklılıklar yaratabilir. Böcek bazlı mamaların işlevsel yararları da göz ardı edilemez. Bu mamalar, bağırsak mikrobiyotasını

olumlu şekilde modüle ederek faydalı bakterilerin gelişimini destekler (Gałęcki ve ark., 2024). Ayrıca, böceklerin içerdiği laurik asit gibi maddeler, Salmonella ve *E. coli* gibi patojenlere karşı antimikrobiyal etki gösterir. Bu özellik, böcek bazlı mamaların sindirim sistemi sağlığına katkıda bulunmasını sağlar. Böcek bazlı mamaların bağışıklık sistemini modüle etme, antioksidan aktivite sağlama gibi fonksiyonel yararları da bulunmaktadır. Ayrıca, böcek proteininin sindirilme oranı geleneksel kaynaklarla benzer olmakla birlikte, sindirilebilirliği arttıran işleme yöntemlerinin kullanılması, biyoyararlanımın optimize edilmesine yardımcı olabilir (Pereira ve ark., 2021; Sutton ve Costa, 2023). Böcek bazlı mamalar, özellikle alerjik hastalıklar ve gastrointestinal problemleri olan köpeklerde alternatif bir besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu mamalar, novel protein kaynağı olarak besin alerjisi olan köpeklerde olumlu sonuçlar vermektedir. Atopik dermatit, gıda alerjileri ve gastrointestinal alerjiler gibi durumlarda böcek bazlı mamaların kullanımı, olumlu sonuçlar doğurmuştur (Gałęcki ve ark., 2024). Ayrıca, yaşlı köpeklerde beyin sağlığını korumaya yönelik, orta zincirli yağ asitleri ve antioksidan aktivite içeren böcek bazlı mamaların kullanımı, bilişsel fonksiyonları desteklemede önemli bir rol oynamaktadır (Siddiqui ve ark., 2023).

18.SONUÇ

Köpek beslenmesinde alternatif protein kaynaklarının kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik ve sağlık açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Bu kitap bölümü, böcek bazlı proteinlerin köpek beslenmesindeki rolünü ve gelecekteki kullanım alanlarını kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Özellikle kara asker sineği larvası (BSFL), yüksek protein içeriği, dengeli amino asit profili ve fonksiyonel yararları ile öne çıkmaktadır. BSFL, köpeklerin beslenme gereksinimlerini karşılamak için etkili bir alternatif protein kaynağı sunmakta olup, sindirilebilirlik oranı oldukça yüksektir. Ayrıca, işleme tekniklerinin kullanılması, bu biyoyararlanımı daha da optimize edebilir. Böcek bazlı mamaların çevresel faydaları, geleneksel hayvancılıkla karşılaştırıldığında belirgin bir avantaj sunmaktadır. Böcekler, daha az su, arazi ve enerji kullanarak protein üretimi sağlar. Bunun yanı sıra, böcekler organik atıkları besin kaynağı olarak kullanabilmekte, böylece döngüsel bir üretim süreci yaratılmaktadır. Bu

özellikler, böcek bazlı proteinlerin yalnızca köpek beslenmesinde değil, aynı zamanda çevre dostu ve sürdürülebilir pet gıda üretiminde de önemli bir yere sahip olmasını sağlamaktadır. Böcek bazlı proteinlerin köpeklerin bağışıklık sistemi, sindirim sağlığı ve alerjik reaksiyonlar üzerindeki olumlu etkileri yapılan araştırmalarla desteklenmektedir. Özellikle gıda alerjileri ve gastrointestinal rahatsızlıkları bulunan köpeklerde, böcek bazlı mamaların alternatif protein kaynağı olarak kullanımı olumlu sonuçlar doğurmuştur. Ayrıca, yaşlı köpeklerde, böcek bazlı mamaların bilişsel fonksiyonları destekleme, beyin sağlığını koruma ve antioksidan aktiviteleri artırma gibi yararları gözlemlenmiştir. Böcek bazlı mamaların kullanımının giderek yaygınlaşması, özellikle gıdaya duyarlı enteropatili köpeklerde alternatif bir protein kaynağı olarak potansiyelini artırmaktadır. Avrupa'da böcek bazlı pet mama pazarı hızla büyümekte olup, 43 aktif marka bulunmaktadır. En yaygın kullanılan türler arasında kara asker sineği larvası, cırcır böceği ve sarı un kurdu yer almaktadır. Böcek bazlı mamalar, yüksek protein içeriği, dengeli amino asit profili ve fonksiyonel özellikleri ile öne çıkmaktadır. Ayrıca, sürdürülebilirlik, hipoalerjenik özellik ve sindirim kolaylığı açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Nitekim böcek bazlı mamaların geniş çapta kabul görmesi ve güvenli kullanımı için bazı zorlukların aşılması gerekmektedir. Tüketici kabulü, üretim ölçeği ve maliyet gibi faktörler, bu alternatif proteinlerin daha yaygın bir şekilde kullanılmasının önündeki engelleri oluşturabilir. Böcek bazlı mamaların güvenliği ve etkinliği konusunda daha fazla klinik araştırma yapılması, özellikle uzun dönem etkilerinin ve farklı hastalıklardaki terapötik etkinliğinin daha detaylı incelenmesi gerekmektedir. Veteriner hekimlerin bu mamaları reçetelendirme ve hasta takibi konusunda deneyim kazanmaları, klinik pratikte daha etkili kullanımını sağlayacaktır. Sonuç olarak, böcek bazlı proteinler, köpek beslenmesinde çevresel sürdürülebilirlik, hayvan sağlığı ve fonksiyonel özellikler açısından sundukları avantajlarla önemli bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda güvenilir ve etkili kullanım için kalite standartlarının oluşturulması, yasal düzenlemelerin netleştirilmesi ve bilimsel kanıtların artırılması gerekmektedir. Böcek bazlı mamaların gelecekte daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak için bu alanda araştırmaların sürdürülmesi ve üretim süreçlerinin iyileştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Alexander, P., Brown, G., Sutherland, J., and Anderson, T. (2017). The environmental impact of insect-based protein in pet foods. *Animal Production Science*, 59, 2979–2998.
- Almeida, C., Rijo, P., and Rosado, C. (2020). Bioactive compounds from *Hermetia illucens* larvae as natural ingredients for cosmetic application. *Biomolecules*, 10(7), 976.
- Asarian, L., and Geary, N. (2006). Modulation of appetite by gonadal steroid hormones. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361, 1251-1263.
- Bąkowski, M., Garbiec, A., Wojtaś, J., Kiczorowska, B., Klebaniuk, R. and Karpiński, M. (2024) Optimization of dogs' nutrition – an overview of current research, *Journal of Elementology*, 29(2), 517-534.
- Berk, L., Garcia, E., and Thomson, A. (2022). Nutritional management of aging dogs and their chronic diseases. *Animal Nutrition*, 8, 200-212.
- Bermingham, E. N., Thomas, D. G., Cave, N. J., Morris, P. J., Butterwick, R. F., and German, A. J. (2014). Energy requirements of adult dogs: a meta-analysis. *PloS ONE*, 9(10), e109681.
- Blechert, J., Goltsche, J. E., Herbert, B. M., & Wilhelm, F. H. (2014). Eat your troubles away: Electrocortical and experiential correlates of food image processing are related to emotional eating style and emotional state. *Biological Psychology*, 96, 94–101
- Bosch G, Hagen-Plantinga EA and Hendriks WH (2015) Dietary nutrient profiles of wild wolves: insights for optimal dog nutrition? *British Journal of Nutrition*, 113, S40-S54.
- Bosch, G., and Swanson, K. S. (2021). Effect of using insects as feed on animals: pet dogs and cats. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7, 795–805.
- Bosch, G., Swanson, K. S., & Dijk, G. (2021). Edible insects as a source of dietary protein for companion animals. *Journal of Animal Feed Science*, 13(4), 5-10.
- Bosch, G., Vervoort, J. J. M., and Hendriks, W. H. (2016). *In vitro* digestibility and fermentability of selected insects for dog foods. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 174–184.

- Bosch, G., Zhang, S., Oonincx, D. G. A. B., & Hendriks, W. H. (2014). Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *Journal of Nutritional Science*, 3, e29.
- Brancoli, P., Rousta, K., and Bolton, K. (2017). Life cycle assessment of supermarket food waste. *Resour. Conserv. Recycl.*, 118, 39–46.
- Burger, I.H. (1994). Energy needs of companion animals: Matching food intakes to requirements throughout the life cycle. *Journal of Nutrition*, 124, 2584-2593.
- Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., & Raasch, M. F. (2010). *Canine and feline nutrition: A resource for companion animal professionals*. Elsevier Health Sciences.
- Cupp, C. J., Jean-Phillipe, C., Kerr, W., Patil, A. R., and Perez-Camargo, G. (2007). Effect of nutrition interventions on longevity of senior cats. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 5(2), 133-149.
- Day, M.J. (2010). Ageing, immunosenescence and inflammaging in the dog and cat. *Journal of Comparative Pathology*, 142 (Suppl 1), S60–S69.
- Delaney, S. J., and Fascetti, J. (2023). Basic nutrition overview. *Applied Veterinary Clinical Nutrition*, 8-28.
- Fahey, G. C., Barry, K. A., and Swanson, K. S. (2008). Age-related changes in nutrient utilization by companion animals. *Annual Review of Nutrition*, 28, 425-445.
- FEDIAF (2021). Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. <https://europeanpetfood.org/wp-content/uploads/2022/03/Updated-Nutritional-Guidelines.pdf>
- Fontaine, E. (2012). Food intake and nutrition during pregnancy, lactation, and weaning in the dam and offspring. *Reproduction in Domestic Animals*, 47, 326-330.
- Freeman, L. M. (2012). Cachexia and sarcopenia: Emerging syndromes of importance in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 26(1), 3–17.
- Gałęcki, R., Hanuszewska-Dominiak, M., Kaczmar, E. (2024). Edible insects as a source of dietary protein for companion animals with food responsive enteropathies – perspectives and possibilities. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 27(2), 309-318.

- Gizzarelli, M., Calabrò, S., Vastolo, A., Molinaro, G., Balestrino, I., & Cutrignelli, M. I. (2021). Clinical findings in healthy dogs fed with diets characterized by different carbohydrates sources. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 667318.
- Greco, D.S. (2008). Nutritional supplements for pregnant and lactating bitches. *Theriogenology*, 70, 393–396.
- Hemida, M. B. M., Salin, S., Vuori, K. A., Moore, R., Anturaniemi, J., Rosendahl, S., & Barrouin-Melo, S. M. (2021). Puppyhood diet as a factor in the development of owner-reported allergy/atopy skin signs in adult dogs in Finland. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35(6), 2374-2383.
- Higa, J.E., Ruby, M.B., and Rozin, P. (2021). Americans' acceptance of black soldier fly larvae as food for themselves, their dogs, and farmed animals. *Food Quality and Preference*, 90, 104119.
- Ivanova, C., and Georgiev, P. (2018). Pregnancy in the bitch - a physiological condition requiring specific care. *Tradition and Modernity in Veterinary Medicine*, 3, 77-82.
- Jeusette, I., Dettileux, J., Cuvelier, C., Istasse, L., and Diez, M. (2004). Ad libitum feeding following ovariectomy in female Beagle dogs: Effect on maintenance energy requirement and on blood metabolites. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 88, 117-121.
- Kawauchi, I. M., Jeremias, J. T., Takeara, P., de Souza, D. F., de Carvalho Balieiro, J. C., Pfrimer, K., and Brunetto, M. A. (2017). Effect of dietary protein intake on the body composition and metabolic parameters of neutered dogs. *Journal of Nutritional Science*, 6, e41.
- Laflamme, D. P. (2001). Nutrition for aging cats and dogs and the importance of body condition. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 35, 713-742.
- Lange, S., Weimer, S., and MacDonald, G. (2018). The role of insect proteins in the diet of companion animals. *Animal Feed Science and Technology*, 239, 10-19.
- Lankhorst, C., Tran, Q. D., Havenaar, R., Hendriks, W. H., & van der Poel, A. F. B. (2007). The effect of extrusion on the nutritional value of canine diets as assessed by in vitro indicators. *Animal Feed Science and Technology*, 138(3-4), 285–297.

- Lauten, S. D. (2006). Nutritional risks to large-breed dogs: from weaning to the geriatric years. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 36, 1345-1359.
- Lawler, D. F., Larson, B. T., Ballam, J. M., Smith, G. K., Biery, D. N., Evans, R. H., Greeley, E. H., Segre, M., Stowe, H. D., and Kealy, R. D. (2008). Diet restriction and ageing in the dog: Major observations over two decades. *British Journal of Nutrition*, 99(4), 793–805.
- Lefebvre, S.L., Yang, M., Wang, M., Elliott, D.A., Buff, P.R., and Lund, E.M. (2013). Effect of age at gonadectomy on the probability of dogs becoming overweight. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243, 236-243.
- Luño, I., Palacio, J., García-Belenguer, S., González-Martínez, Á., & Rosado, B. (2018). Emotional eating in companion dogs: Owners' perception and relation with feeding habits, eating behavior, and emotional state. *Journal of Veterinary Behavior*, 25, 17–23.
- Metzger, F. L. (2005). Senior and geriatric care programs for veterinarians. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 35, 743-753.
- Mevliyaoğulları E, Karşlı MA and Mert B (2023) Utilizing surplus bread as an ingredient in dog food: Evaluating baking and extrusion processing on physicochemical properties and in vitro digestibility performance. *Journal of Cereal Science*, 113, 103741.
- National Research Council (NRC). (2006). *Nutrient requirements of dogs and cats*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Pan, Y., Landsberg, G., Mougeot, I., Kelly, S., Xu, H., Bhatnagar, S., Gardner, C. L., and Milgram, N. W. (2018). Efficacy of a therapeutic diet on dogs with signs of cognitive dysfunction syndrome (CDS): A prospective double blinded placebo controlled clinical study. *Frontiers in Nutrition*, 5, 127.
- Pereira, A.M., Maia, M.R.G., Fonseca, A.J.M., Cabrita, A.R.J. (2021). Zinc in dog nutrition, health and disease: A review. *Animals*, 11(4), 978.
- Phungviwatnikul, T., Valentine, H., de Godoy, M. R. C., and Swanson, K. S. (2020). Effects of diet on body weight, body composition, metabolic status, and physical activity levels of adult female dogs after spay surgery. *Journal of Animal Science*, 98.

- Pinney, J., and Costa-Font, M. (2024). A model for consumer acceptance of insect-based dog foods among adult UK dog owners. *Animals*, 14, 1021.
- Procoli, F. (2020). Inflammatory bowel disease, food-responsive, antibiotic-responsive diarrhoea, protein-losing enteropathy: Acronyms, clinical staging, and treatment of chronic inflammatory enteropathy in dogs. *Advances in Small Animal Medicine and Care*, 1, 127–141.
- Puttock, C. (2020). Pregnancy and lactation nutrition in bitches and queens. *Veterinary Nursing Journal*, 35(5), 378–381.
- Renna, M., Schiavone, A., and Bosco, A. (2017). The role of insect protein in pet food: Focus on Black Soldier Fly larvae. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 122-132.
- Roudebush, P., Zicker, S. C., Cotman, C. W., Milgram, N. W., and Muggenburg, B. A. (2005). Nutritional management of brain aging in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(5), 722-728.
- Sandri, M., Dal Monego, S., Conte, G., Sgorlon, S., and Stefanon, B. (2016). Raw meat based diet influences faecal microbiome and end products of fermentation in healthy dogs. *BMC Veterinary Research*, 13(1), 1-11.
- Schauf, S., Salas-Mani, A., Torre, C., Bosch, G., Swarts, H., and Castrillo, C. (2016). Effect of sterilization and of dietary fat and carbohydrate content on food intake, activity level, and blood satiety – related hormones in female dogs. *Journal of Animal Science*, 94, 4239-4250.
- Schmitt, E., Horsch, E., and Müller, H. (2022). Effects of processing on the digestibility of insect proteins. *Frontiers in Nutrition*, 9, 55.
- Sechi, S., Fiore, F., Cocco, R., Di Cerbo, A., Canello, S., Guidetti, G., and Chiavolelli, F. (2017). Effects in dogs with behavioural disorders of a commercial nutraceutical diet on stress and neuroendocrine parameters. *Veterinary Record*, 180(18),
- Siddiqui, S.A., Brunner, T.A., Tamm, I., van der Raad, P., Patekar, G., Bahmid, N.A., Aarts, K., Paul, A. (2023). Insect-based dog and cat food: A short investigative review on market, claims and consumer perception. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 26, 102020.
- Smeets-Peeters, M., Watson, T., Minekus, M., and Havenaar, R. (1998). A review of the physiology of the canine digestive tract related to the

- development of in vitro systems. *Nutrition Research Reviews*, 11(1), 45-69.
- Sogari, G., Menozzi, D., and Mora, C. (2019). The food neophobia scale and young adults' intention to eat insect products. *International Journal of Consumer Studies*, 43, 68–76.
- Sutton A and Costa ND (2023) The role of black soldier fly larval protein and fat in companion-animal nutrition: challenges and opportunities from an industry perspective. *Animal Production Science*, 63(18), 1949-1957.
- Turton, R., Chami, R., and Treasure, J. (2017). Emotional eating, binge eating, and animal models of binge-type eating disorders. *Current Obesity Reports*, 6(3), 217-228.
- Tynes, V. V., and Landsberg, G. M. (2021). Nutritional management of behavior and brain disorders in dogs and cats. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 51(3), 711-727.
- Vendramini, T.H.A., Amaral, A.R., Pedrinelli, V., Zafalon, R.V.A., Rodrigues, R.B.A., and Brunetto, M.A. (2020). Neutering in dogs and cats: Current scientific evidence and importance of adequate nutritional management. *Nutrition Research Reviews*, 33, 134-144.
- Verbeke, W. (2015). Profiling consumers who are ready to adopt insects as a meat substitute in a western society. *Food Quality and Preference*, 39, 147–155.
- White, S.D., Bourdeau, P., Rosychuk, R.A., Cohen, B., Bonenberger, T., Fieseler, K.V., Ihrke, P., Chapman, P.L., Schultheiss, P., Zur, G. (2001). Zinc-responsive dermatosis in dogs: 41 cases and literature review. *Veterinary Dermatology*, 12, 101-109.
- Zhao, H., Yang, S., and Jiang, F. (2020). Environmental impact of producing black soldier fly larvae oil in comparison to palm kernel oil. *Journal of Cleaner Production*, 137, 741–751.



ISBN: 978-625-378-001-2