

# TARIM EKOSİSTEMLERİNDE MİKROPLASTİK

Editörler

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER

Doç. Dr. Halil ERDEM

Prof. Dr. Arda YILDIRIM

Dr. Cabir Çağrı GENÇE



İKSAD  
Publishing House

# TARIM EKOSİSTEMLERİNDE MİKROPLASTİK

## **Editörler**

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER

Doç. Dr. Halil ERDEM

Prof. Dr. Arda YILDIRIM

Dr. Cabir Çağrı GENÇE

## **Yazarlar**

Prof. Dr. Arda YILDIRIM

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER

Prof. Dr. Yakup BUDAK

Doç. Dr. Ayşe YEŞİLAYER

Doç. Dr. H. Sibel GÜLSE BAL

Doç. Dr. Halil ERDEM

Doç. Dr. Özgür Doğan ULUÖZLÜ

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN

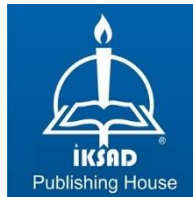
Dr. Öğr. Üyesi Elif AKTÜRK BOZDEMİR

Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR

Dr. Cabir Çağrı GENÇE

Dr. Ercan MEVLİYAOĞULLARI

Dr. Saliha DİRİM BUHAN



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

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.  
Iksad Publications – 2025©

**ISBN: 978-625-378-481-2**

Cover Design: İbrahim KAYA

December / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖNSÖZ</b> .....	i
<b>BÖLÜM 1</b> <b>MİKROPLASTİKLERİN DENİZ EKOSİSTEMLERİ VE ORGANİZMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ</b> Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN Prof. Dr. Arda YILDIRIM.....	1
<b>BÖLÜM 2</b> <b>SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKROPLASTİK KAYNAKLARI</b> Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER .....	62
<b>BÖLÜM 3</b> <b>SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ: ETKİLERİ VE DOĞA TEMELLİ AZALTIM STRATEJİLERİ</b> Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER .....	90
<b>BÖLÜM 4</b> <b>ATIKSULARDAKİ MİKROPLASTİKLERİN TARIM VE HAYVANCILIK EKOSİSTEMLERİ İLE ETKİLEŞİMİ VE YÖNETİMİ</b> Dr. Saliha DİRİM BUHAN Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN Prof. Dr. Arda YILDIRIM.....	117
<b>BÖLÜM 5</b> <b>PLASTİKLEŞEN TOPRAKLAR: MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİNİN TOPRAĞIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ</b> Dr. Cabir Çağrı GENÇE Doç. Dr. Halil ERDEM.....	172
<b>BÖLÜM 6</b> <b>GÜNÜMÜZ VE GELECEKTE TOPRAKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE MİKROPLASTİKLERİN ETKİSİ</b> Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR.....	196
<b>BÖLÜM 7</b> <b>TOPRAKTA MİKROPLASTİKLERİ TANIMLAMA KRİTERLERİ</b> Dr. Öğr. Üyesi Saniye DEMİR.....	214
<b>BÖLÜM 8</b> <b>MİKROPLASTİKLERİN AĞIR METALLERLE ETKİLEŞİMİ: TOPRAK, BİTKİ VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ÇEVRESEL BİR TEHDİT</b> Doç. Dr. Halil ERDEM Dr. Cabir Çağrı GENÇE .....	244
<b>BÖLÜM 9</b> <b>TARIM VE ÇEVRE ARASINDA GÖRÜNMEZ TEHDİTLER: MİKROPLASTİKLER İLE PESTİSİTLER</b> Doç. Dr. Ayşe YEŞİLAYER.....	271

## ÖNSÖZ

Plastik üretiminin küresel ölçekte hızla artması, dayanıklılık ve maliyet etkinliği gibi avantajlarıyla modern yaşamın pek çok alanında vazgeçilmez çözümler sunarken, çevresel sistemlerde uzun vadeli ve karmaşık riskleri de beraberinde getirmiştir. Bu risklerin başında gelen mikroplastikler, günümüzde denizel ve karasal ekosistemlerden tarımsal üretim alanlarına, hayvansal ürünlerden insan sağlığına uzanan çok boyutlu etkileriyle çevre bilimlerinin en kritik araştırma konularından biri hâline gelmiştir. Son on yılda yayımlanan çalışmalar, mikroplastiklerin yalnızca fiziksel bir kirletici değil; aynı zamanda kimyasal taşıyıcı, biyolojik etkileşim modülatörü ve ekotoksikolojik bir stres faktörü olarak ele alınması gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Elinizdeki bu kitap, mikroplastik kirliliğini disiplinlerarası bir bakış açısıyla ele almayı amaçlayan kapsamlı bir bilimsel derleme niteliğindedir. Kitapta yer alan bölümler, deniz ekosistemleri ve su ürünleri yetiştiriciliğinden başlayarak, atıksu sistemleri, tarım ve hayvancılık ekosistemleri, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, ağır metal ve pestisit etkileşimleri, hayvansal ürünler ve nihayet plastik–mikroplastik ekonomisi perspektifine kadar uzanan bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Bu yapı, mikroplastiklerin çevresel döngü içerisindeki kaynak – taşınım – etki – yönetim ekseninde sistematik olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Kitabın ayırt edici yönlerinden biri, mikroplastiklerin yalnızca çevresel dağılımını betimlemekle yetinmeyip, tanımlama kriterleri, analitik yöntemler ve doğa temelli azaltım stratejileri gibi metodolojik ve uygulamaya dönük boyutları da ayrıntılı biçimde ele almasıdır. Özellikle toprak – bitki – hayvan – insan sürekliliği bağlamında mikroplastiklerin ağır metaller ve diğer organik kirleticilerle etkileşiminin irdelenmesi, güncel literatürde vurgulanan bilgi boşluklarına doğrudan yanıt niteliği taşımaktadır. Ayrıca, hayvansal ürünlerde mikroplastik varlığı ve analiz yöntemlerine ayrılan bölümler, gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından giderek artan bilimsel ve toplumsal kaygılara güçlü bir akademik zemin sunmaktadır.

Bu kitabın hazırlanmasındaki temel amaç, mikroplastik kirliliğini yalnızca bir çevre sorunu olarak değil; tarımsal sürdürülebilirlik, ekosistem hizmetlerinin devamlılığı ve insan sağlığı açısından stratejik bir araştırma alanı

olarak ele almak ve Türkçe bilimsel literatüre nitelikli, güncel ve referans değeri yüksek bir kaynak kazandırmaktır. Bölüm yazarlarının her biri, kendi uzmanlık alanlarında güncel uluslararası çalışmaları sentezleyerek hem araştırmacılara hem de politika yapıcılar ve uygulayıcılara yol gösterici bir içerik sunmayı hedeflemiştir.

Bu vesileyle, kitabın ortaya çıkmasında emeği geçen tüm bölüm yazarlarına, bilimsel titizlikleri ve özverili katkıları için teşekkür eder; çalışmanın çevre bilimleri, tarım, su ürünleri, hayvancılık ve gıda güvenliği alanlarında çalışan araştırmacılar için kalıcı bir başvuru kaynağı olmasını temenni ederim. Mikroplastiklerle şekillenen görünmez risklerin daha iyi anlaşılmasına ve etkin yönetim stratejilerinin geliştirilmesine mütevazı da olsa bir katkı sağlaması dileğiyle...

Editörler

Prof. Dr. Nihat YEŞİLAYER<sup>1</sup>

Doç. Dr. Halil ERDEM<sup>2</sup>

Prof. Dr. Arda YILDIRIM<sup>3</sup>

Dr. Cabir Çağrı GENÇE<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tokat, Türkiye. E-posta: nihat.yesilayer@gop.edu.tr

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tokat, Türkiye. E-posta: erdemh@hotmail.com

<sup>3</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tokat, Türkiye. E-posta: arda.yildirim@gop.edu.tr

<sup>4</sup> Aksaray Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Aksaray, Türkiye. E-posta: cabircagrigence@aksaray.edu.tr

*Bu kitap bölümü; ilerleyen yaşına rağmen halen Balıkçılık Bilimine katkılar sunmaya devam eden, yarım asır boyunca "Türkiye Denizlerinin Korunması ve Sürdürülebilir Balıkçılık" konularında öncül çalışmalara ve düzenlemelere önemli katkılar sunan Mülga Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Biyolog Sn. Nezih Bilecik'e atfedilmiştir.*



## BÖLÜM 1

### MİKROPLASTİKLERİN DENİZ EKOSİSTEMLERİ VE ORGANİZMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Arda YILDIRIM<sup>2</sup>

<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18047708>

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı, Tokat/Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-4338-1758, E-posta: ekrem.buhan@gop.edu.tr

<sup>2</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Tokat/Türkiye, ORCID ID:0000-0002-5876-4228, E-posta: arda.yildirim@gop.edu.tr

## BÖLÜM 9

### TARIM VE ÇEVRE ARASINDA GÖRÜNMEZ TEHDİTLER: MİKROPLASTİKLER İLE PESTİSİTLER

Doç. Dr. Ayşe YEŞİLAYER<sup>1</sup>

<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18048754>

---

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye, ayse.yesilayer@gop.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6654-5834



## GİRİŞ

Plastiklerin endüstriyel üretimi 20. yüzyılın ortalarında büyük bir ivme kazanmış ve o zamandan bu yana küresel ekonomiyi doğrudan etkileyerek birçok sanayi dalında yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Düşük maliyetleri, yüksek dayanıklılıkları ve çok yönlü kullanım alanları sayesinde plastikler, özellikle ambalaj sektöründe yoğun talep görmektedir. Örneğin, Avrupa'da 2020 yılında plastik talebi yaklaşık 49.1 milyon ton olarak gerçekleşmiş; bu talebin %40'ı ambalaj sektörüne aitken, Almanya (%23.3) ve İtalya (%14.1) başı çekmiştir. Küresel üretim ise 2018'de 359 milyon tondan 2020'de 369 milyon tona yükselmiş; üretimin %49'u Asya'da, %32'si ise Çin'de gerçekleşmiştir (Ritter, 2022; Plastic Europe, 2021).

Ancak plastiklerin yaygın kullanımı, çevresel açıdan ciddi sorunları da beraberinde getirmiştir. 1950'lerde yalnızca 2 milyon ton olan plastik üretimi, 2019 itibarıyla 460 milyon tona ulaşmış ve bu artış, çevre kirliliğini derinleştirmiştir (Law ve Arayan, 2022, Mitrano ve Wohlleben, 2020). Özellikle mikroplastiklerin oluşumu, ekosistemlerde uzun süreli birikimlere yol açarak endişe verici boyutlara ulaşmıştır. Mikroplastikler; kanalizasyonla sulama, plastik örtülerin bozulması, atmosferik taşınım ve doğrudan çöp bırakımı gibi yollarla toprağa karışmaktadır. Çin'deki tarım arazilerinde yapılan araştırmalar, toprakta kilogram başına yaklaşık 4537 mikroplastik parçacığı bulunduğunu ortaya koymuştur (Ret ve ark., 2024)

Topraktaki mikroplastikler, fizikokimyasal özellikleri değiştirerek toprak yapısını ve su tutma kapasitesini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, bazı mikroorganizmaların seçici olarak çoğalmasına neden olarak mikrobiyal çeşitliliği ve topluluk yapısını değiştirebilir. Mikroplastikler yalnızca mikroorganizmaları değil, aynı zamanda toprak faunasını da etkileyerek histopatolojik hasar, oksidatif stres ve DNA bozulmalarına yol açabilir; bu da ekolojik işlevlerin bozulmasına neden olur. Çevre dostu alternatif olarak önerilen biyobozunur plastikler ise, geleneksel plastiklere kıyasla daha hızlı şekilde ikincil mikroplastiklere dönüşebildiğinden, toprak ekosistemlerindeki kirliliği daha da artırma potansiyeline sahiptir (de Souza Machado, 2019; Khalid, 2023; Chen ve ark., 2024).

Bu çalışmada mikroplastik ve pestisit ilişkisi hakkında bilgi verilecektir.

## 1. MİKROPLASTİK

Mikroplastikler, çapı 5 milimetreden küçük olan, şekilli ya da şekilsiz, bir mercimek tanesinden daha küçük suda çözünmeyen sentetik polimer parçacıklarıdır. Genellikle büyük plastiklerin fiziksel, kimyasal veya biyolojik süreçlerle parçalanması sonucu oluşurlar; ancak bazıları doğrudan bu boyutta üretilerek temizlik ürünleri, kozmetik ve sanayi uygulamalarında kullanılır. Mikroplastiklerin çevredeki yaygınlığı, özellikle denizler, akarsular, toprak ve atmosferdeki varlıkları, ciddi sağlık ve ekosistem endişelerine yol açmaktadır. Bu parçacıklar, besin zincirinin en altındaki organizmalar tarafından kolaylıkla yutulabilir ve böylece tüm ekosisteme yayılabilir (Tübitak Bilim Genç, 2025). Ayrıca mikroplastikler, ağır metaller ve toksik kimyasallar gibi zararlı maddelerin taşıyıcısı olarak da işlev görebilir.

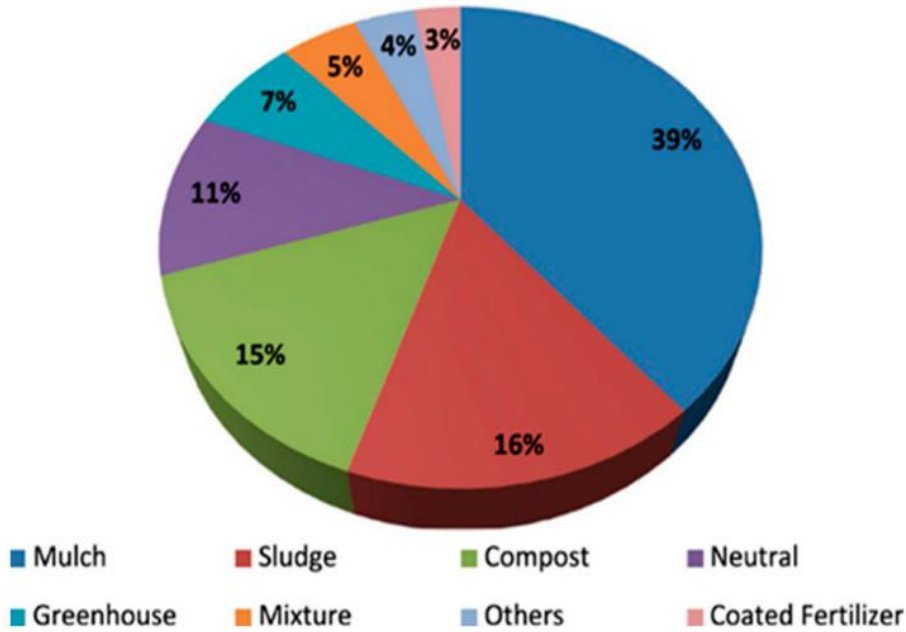
İnsanlar mikroplastiklere;

ağız yoluyla,

solunumla veya

deri temasıyla maruz kalabilir; ancak bu maruziyetin sağlık üzerindeki etkileri hâlâ tam olarak anlaşılmamıştır (Kosior ve Crescenzi, 2020).

2021 yılı itibarıyla, ambalajlama ile yapı ve inşaat sektörleri, küresel plastik tüketiminin en büyük iki alanını oluşturmuştur. Tahmini toplam plastik üretiminin 390,7 milyon ton olduğu bu yılda, ambalaj sektörü %44'lük pay ile en yüksek plastik kullanımına sahip alan olarak öne çıkarken, yapı ve inşaat sektörü %18 ile ikinci sırada yer almıştır. Otomotiv endüstrisi %8, elektrik ve elektronik ürünler (ev, eğlence ve spor gibi kullanım alanları dâhil) %7, tarım, hayvancılık ve bahçecilik uygulamaları ise %4'lük bir paya sahiptir. Geriye kalan %12'lik oran ise diğer kullanım alanlarına dağılmaktadır (Sa'adu ve Farsang, 2023; Masciarelli, 2024), (Şekil 1).



Şekil 1. Tarım topraklarındaki microplastik kaynakları (Masciarelli, 2024).

Mikroplastiklerin çevredeki kalıcılığı ve biyolojik olarak kolayca parçalanmaması, onları uzun vadeli bir kirlilik kaynağı haline getirmektedir. Tarımda zararlı böcekler, hastalıklar ve yabancı otlarla mücadelede pestisitler hayati bir rol oynar. Ancak bu kimyasalların yoğun kullanımı, zamanla toprakta, suda ve canlı organizmalarda yaygın biçimde birikmelerine neden olmaktadır. Çevrede kalan pestisit kalıntıları, hedef dışı canlılar, ekosistem dengesi ve insan sağlığı açısından ciddi tehditler oluşturur. Pestisitlerin çevrede kalıcılığı; kimyasal yapıları, çevresel koşullar ve diğer maddelerle olan etkileşimlerine bağlı olarak uzun süre devam edebilir.

Son dönem çalışmalar, mikroplastiklerin pestisitlerle etkileşime girerek bu kimyasalların çevresel davranışlarını önemli ölçüde değiştirebildiğini ortaya koymuştur. Tang (2025) tarafından yürütülen araştırmada, mikroplastiklerin pestisit molekülleriyle adsorpsiyon yoluyla bağlandığı ve bu etkileşimin pestisitlerin çevresel kalıcılığı, biyoyararlanımı ve toksisite düzeyleri üzerinde belirgin etkiler yarattığı gösterilmiştir. Bu bağlanma, pestisitlerin hedef organizmalar üzerindeki biyolojik etkinliğini azaltmakta veya değiştirmekte; aynı zamanda bu bileşiklerin toprakta, yeraltı sularında ve tarımsal ürünlerde daha uzun süre kalmasına neden olmaktadır. Yu ve ark., (2022) gibi çalışmalar,

mikroplastiklerin pestisitlerin bitkiler, mikroorganizmalar ve toprak faunası tarafından alınımı kolaylaştırarak, ekosistem düzeyinde potansiyel riskleri artırdığını vurgulamaktadır. Bu durum, faydalı organizmalar (örneğin *Lumbricus terrestris* gibi toprak solucanları) üzerinde dolaylı toksik etkiler oluşturabileceği gibi, gıda güvenliği açısından da yeni tehditler doğurmaktadır.

## 2. MİKROPLASTİKLERİN ZİRAİ İLAÇLARIN BİYUYARLANIMI VE KALICILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Zirai uygulamalar sonrasında, mikroplastiklerin, pestisitlerin çevresel davranışlarını önemli ölçüde değiştirdiğini ortaya koymuştur. Özellikle mikroplastiklerin pestisit molekülleriyle adsorpsiyon yoluyla etkileşime girmesi, bu kimyasalların hedef organizmalar tarafından alınabilirliğini, yani biyoyarlanımını azaltmaktadır. Bu durum, pestisitlerin hem zararlı organizmalar hem de bitkiler tarafından daha zor emilmesine neden olmakta; dolayısıyla çiftçilerin aynı etkiyi elde edebilmek için daha fazla kimyasal uygulaması gerekebilmektedir (Tang, 2025).

Bu etkileşim, çevresel ve ekonomik açıdan riskli bir döngü yaratmaktadır: Azalan etkinlik, artan kullanım ihtiyacını doğurmakta; bu da hem üretim maliyetlerini yükseltmekte hem de toprak ve su kaynaklarında kimyasal birikimini artırarak ekosistem sağlığını tehdit etmektedir. Örneğin, mikroplastiklerin varlığı, yaygın bir herbisit olan atrazinin toprakta etkisini göstermeden önce parçalanmasına neden olmuş; yaşlanmış mikroplastiklerin ise yeni mikroplastiklere kıyasla daha fazla pestisit adsorbe ettiği ve bu nedenle pestisit etkinliğini zamanla daha da azalttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, mikroplastik ve pestisit kombinasyonunun marul gibi bazı tarım ürünlerinde tohum çimlenmesini olumsuz etkilediği; toprak solucanları gibi faydalı organizmalarda ise stres ve doku hasarı belirtilerine yol açtığı rapor edilmiştir. Mikroplastikler yalnızca pestisitlerin biyoyarlanımını değil, aynı zamanda çevresel kalıcılığını da etkilemektedir. Normal koşullarda pestisitler belirli bir süre içinde parçalanarak etkilerini yitirir; bu süre “yarı ömür” olarak tanımlanır. Ancak mikroplastiklerin varlığı, bu parçalanma sürecini önemli ölçüde yavaşlatmaktadır. Örneğin, bazı herbisitlerin su ortamındaki bozunma süresi 231 günden 800 günün üzerine çıkmıştır. Benzer şekilde, bazı fungusit ve insektisitlerin yarı ömrü %30–50 oranında uzamış; klorpirifos gibi kimyasallar

ise mikroplastiklerle birlikte çok daha yavaş parçalanarak hedef dışı organizmalar için toksik riskleri artırmıştır. Bu kalıcılık, pestisitlerin yeraltı sularına sızma, sucul yaşamı tehdit etme ve ekosistemleri uzun vadede bozma potansiyelini artırmaktadır. Dolayısıyla mikroplastiklerin tarımsal kimyasallarla olan etkileşimi, hem gıda güvenliği hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından dikkatle ele alınması gereken kritik bir konudur (Qui ve ark., 2024; Tang, 2025).

Bu etkileşimleri incelemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin, Li ve arkadaşları, 2021; imidakloprid, buprofezin ve difenokonazol gibi pestisitlerin polietilen (PE) mikroplastikler üzerindeki adsorpsiyonunu, reaksiyon süresi, mikroplastik miktarı, pH ve tuzluluk (NaCl) gibi değişkenler üzerinden değerlendirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yüksek pH ve düşük tuzluluk adsorpsiyonu artırmakta; adsorpsiyon kapasitesi açısından sıralama difenokonazol > buprofezin > imidakloprid şeklinde gerçekleşmiştir. Özellikle pH değeri 6–10 arasında olduğunda, buprofezin ve difenokonazol moleküler yapıdan iyonik forma geçerek adsorpsiyona daha yatkın hale gelmektedir.

Wang ve ark., 2020, ise, neonicotinoid grubundan thiacloprid adlı pestisit farklı mikroplastik türleri üzerindeki adsorpsiyonunu karşılaştırmıştır. Çalışmalarında, poliamid 6 (PA6) mikroplastiklerinin maksimum adsorpsiyon kapasitesi 96.49 µg/g olarak ölçülürken, polibütilen adipat tereftalat (PBAT) için bu değer 88.78 µg/g olmuştur. Ayrıca mikroplastiklerin yaşlanması, yüzey alanının artması ve temas açısının azalması nedeniyle thiacloprid adsorpsiyonunu %5.53 ile %15.8 arasında artırmıştır.

Yapılan araştırmalarda gerçekleştirilen mikroplastik izleme çalışmaları, mikroplastiklerin (MP'ler) hem denizel hem de tatlı su kaynaklarında küresel ölçekte yaygın olarak bulunduğunu ortaya koymuştur (Yusuf ve ark., 2022), hatta bu kirlilik ile ilgili çalışmalar dağ göllerine kadar uzanmaktadır (Godoy ve ark., 2022). Her ne kadar plastiklerin karasal ortamlardaki varlığı daha önce sınırlı sayıda çalışmada ele alınmış olsa da, 2018 yılı itibarıyla yayımlanan çeşitli makaleler ve derleme çalışmaları, tarım topraklarında plastik kirliliğine dikkat çekmiş ve bu alandaki bilimsel yayınlar hızla artış göstermiştir (Chae ve An, 2018; Liu ve ark., 2018; Piehl ve ark., 2018). Bununla birlikte, toprakta mikroplastik kirliliğinin gerçek düzeyinin belirlenmesinde karşılaşılan temel zorluklardan biri, güvenilir ve sağlam ölçüm yöntemlerinin geliştirilmesidir. Bu

gereksinim, mikroplastiklere yönelik artan bilimsel ilgiyle birleşerek, mevcut zahmetli protokolleri sadeleştirmeyi ve standartlaştırmayı amaçlayan yeni analitik teknolojilerin geliştirilmesini teşvik etmiştir (Li ve ark., 2020; Picó ve Barceló, 2021).

### 3. MİKROPLASTİK MARUZİYETİNİ AZALTMANIN YOLLARI

**Bu kadar zararlı olan mikroplastik (MP)'lerin tamamen ortadan kaldırılmasına bile insan sağlığı ve çevre için;**

- Tek kullanımlık plastik ürünlerin yerine kalıcı çözümler tercih edilmelidir. Örneğin, alışverişlerde plastik torba kullanmak yerine bez çantalar veya sırt çantaları tercih edilerek plastik atık üretimi azaltılabilir.
- Plastik pipetlerin yerine tekrar kullanılabilir alternatifler seçilmelidir. Metal, cam veya bambu pipetler hem çevre dostudur hem de uzun vadede daha ekonomiktir.
- Pet şişe kullanımını azaltmak için yeniden doldurulabilir su kapları kullanılabilir. Cam şişeler veya paslanmaz çelik mataralar, hem sağlıklı hem de sürdürülebilir bir seçenektir.
- Evde su arıtma sistemleri kullanılarak şişelenmiş suya olan bağımlılık sona erdirilebilir. Bu sayede hem plastik ambalaj atığı azaltılır hem de içme suyu kalitesi kontrol altına alınır.
- Sentetik içerikli giysiler yerine doğal liflerden üretilmiş tekstil ürünleri tercih edilmelidir. Pamuk, keten veya bambu gibi malzemeler mikroplastik salınımını önler.
- Çamaşır makinelerinde mikrofiber salınımını azaltmak için özel filtreleme ürünleri kullanılabilir. Örneğin, çamaşır topları veya filtre torbaları bu lifleri yakalayarak suya karışmasını engeller.
- Kurutma makineleri yerine doğal kurutma yöntemleri tercih edilmelidir. Çünkü kurutma makineleri, çamaşır makinelerine kıyasla çok daha fazla mikroelyaf salınımına neden olur.
- Bireysel araç kullanımı azaltılarak toplu taşıma ve demiryolu sistemleri desteklenmelidir. Zira araç lastikleri, mikroplastik kirliliğinin en büyük kaynaklarından biridir.
- Deniz ürünleri tüketimi sınırlandırılabilir. Çünkü birçok deniz canlısı mikroplastikleri yutarak bu parçacıkları besin zincirine taşır.

- Kozmetik ürünlerdeki içerik etiketleri dikkatle incelenmeli ve plastik türevleri içeren ürünlerden kaçınılmalıdır. Polietilen (PE), polipropilen (PP), PET, PMMA ve naylon gibi maddeler mikroplastik kaynaklarıdır.
- Plastik kapların mikrodalga fırında kullanımı sınırlandırılmalıdır. “Mikrodalgaya uygun” ibaresi, kimyasal salınımı engellemez; bu nedenle cam veya seramik kaplar tercih edilmelidir.
- Ev içi temizlik düzenli yapılmalı, özellikle toz alma ve süpürme işlemleri haftalık olarak gerçekleştirilmelidir. Çünkü ev tozlarının önemli bir kısmı mikroplastik içerir.
- Kişisel çabaların yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik politikalarına destek verilmelidir.

Sonuç olarak unutmayalım ki Toplumsal farkındalık ve yasal düzenlemeler, mikroplastik kirliliğiyle mücadelede kritik rol oynar.

**KAYNAKÇA**

- Chae, Y. ve An, Y. J. (2018). Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: A review. *Environmental pollution*, 240, 387-395.
- Chen, L., Qiu, T., Huang, F., Zeng, Y., Cui, Y., Chen, J. ve Fang, L. (2024). Micro/nanoplastics pollution poses a potential threat to soil health. *Global Change Biology*, 30(8), e17470.
- de Souza Machado, A. A., Lau, C. W., Kloas, W., Bergmann, J., Bachelier, J. B., Faltin, E., ve Rillig, M. C. (2019). Microplastics can change soil properties and affect plant performance. *Environmental science ve technology*, 53(10), 6044-6052.
- Godoy, V., Calero, M., González-Olalla, J. M., Martín-Lara, M. A., Olea, N., Ruiz-Gutierrez, A. ve Villar-Argaiz, M. (2022). The human connection: First evidence of microplastics in remote high mountain lakes of Sierra Nevada, Spain. *Environmental Pollution*, 311, 119922.
- Khalid, N., Aqeel, M., Noman, A. ve Rizvi, Z. F. (2023). Impact of plastic mulching as a major source of microplastics in agroecosystems. *Journal of Hazardous Materials*, 445, 130455.
- Kosior, E. ve Crescenzi, I. (2020). Solutions to the plastic waste problem on land and in the oceans. In *Plastic waste and recycling* (pp. 415-446). Academic Press.
- Law, K. L. ve Narayan, R. (2022). Reducing environmental plastic pollution by designing polymer materials for managed end-of-life. *Nature Reviews Materials*, 7(2), 104-116.
- Li, J., Song, Y. ve Cai, Y. (2020). Focus topics on microplastics in soil: Analytical methods, occurrence, transport, and ecological risks. *Environmental Pollution*, 257, 113570.
- Li, H., Wang, F., Li, J., Deng, S. ve Zhang, S. (2021). Adsorption of three pesticides on polyethylene microplastics in aqueous solutions: Kinetics, isotherms, thermodynamics, and molecular dynamics simulation. *Chemosphere*, 264, 128556.
- Liu MengTing, L. M., Lu ShiBo, L. S., Song Yang, S. Y., Lei LiLi, L. L., Hu JiaNi, H. J., Lv WeiWei, L. W. ve He DeFu, H. D. (2018). Microplastic and mesoplastic pollution in farmland soils in suburbs of Shanghai, China.

- Masciarelli, E., Casorri, L., Di Luigi, M., Beni, C., Valentini, M., Costantini, E. ve Reale, M. (2024). Microplastics in agricultural crops and their possible impact on farmers' health: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(1), 45.
- Mitrano, D. M. ve Wohlleben, W. (2020). Microplastic regulation should be more precise to incentivize both innovation and environmental safety. *Nature communications*, 11(1), 5324.
- Picó, Y. ve Barceló, D. (2021). Analysis of microplastics and nanoplastics: How green are the methodologies used?. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 31, 100503.
- Plastics Europe. Plastics–The Facts. 2021. Available online: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/> (accessed on 09.09.25).
- Qiu, S., Shen, H., Song, J., Fang, H., Yu, Y. ve Zhang, L. (2024). Different effects of polyethylene microplastics on bioaccumulation of three fungicides in maize (*Zea mays* L.). *Crop Health*, 2(1), 7.
- Ren, S., Wang, K., Zhang, J., Li, J., Zhang, H., Qi, R. ve Chadwick, D. R. (2024). Potential sources and occurrence of macro-plastics and microplastics pollution in farmland soils: A typical case of China. *Critical reviews in environmental science and technology*, 54(7), 533-556.
- Ritter, H. (2022). Kunststoffe für die Menschen: Nutzen und Nachteile. *Chem. Unserer Zeit*, 56, 147.
- Sa'adu, I. ve Farsang, A. (2023). Plastic contamination in agricultural soils: a review. *Environmental Sciences Europe*, 35(1), 13.
- Tang, K. H. D. (2025). Effects of microplastics on bioavailability, persistence and toxicity of plant pesticides: An agricultural perspective. *Agriculture*, 15(4), 356.
- Tübitak Bilim Genç (2025). Mikroplastikler Sağlığımızı Nasıl Etkiliyor? Mikroplastikler hakkında her şey | TÜBİTAK Bilim Genç. (Erişim tarihi: 09.09.25).
- Wang, T., Yu, C., Chu, Q., Wang, F., Lan, T. ve Wang, J. (2020). Adsorption behavior and mechanism of five pesticides on microplastics from agricultural polyethylene films. *Chemosphere*, 244, 125491.

- Yu, H., Zhang, Y., Tan, W. ve Zhang, Z. (2022). Microplastics as an emerging environmental pollutant in agricultural soils: effects on ecosystems and human health. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 855292.
- Yusuf, A., Sodiq, A., Giwa, A., Eke, J., Pikuda, O., Eniola, J. O. ve Bilad, M. R. (2022). Updated review on microplastics in water, their occurrence, detection, measurement, environmental pollution, and the need for regulatory standards. *Environmental Pollution*, 292, 118421.