

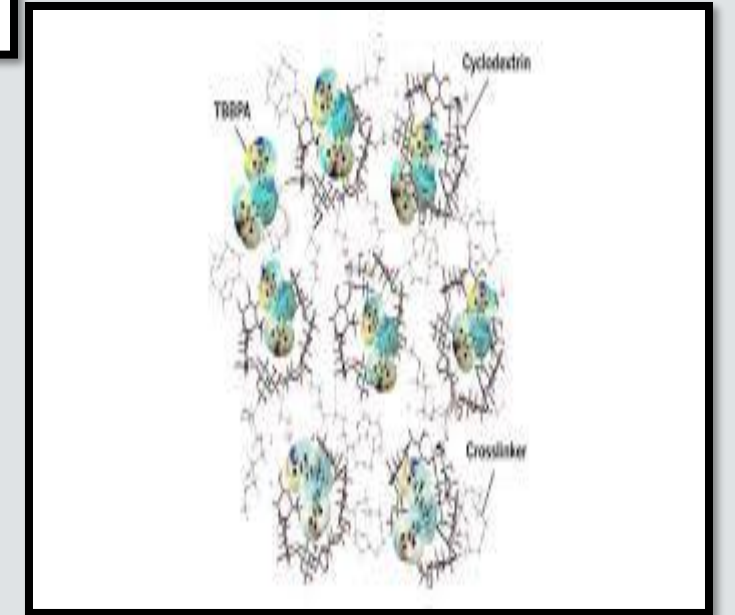
MİKROKİRLETİCİLERİN DOĞAL SULARDAKİ DAVRANIŞLARI

Elif Eda AKYÜZ

Prof.Dr. Cennet KARADAŞ YALÇINTEPE

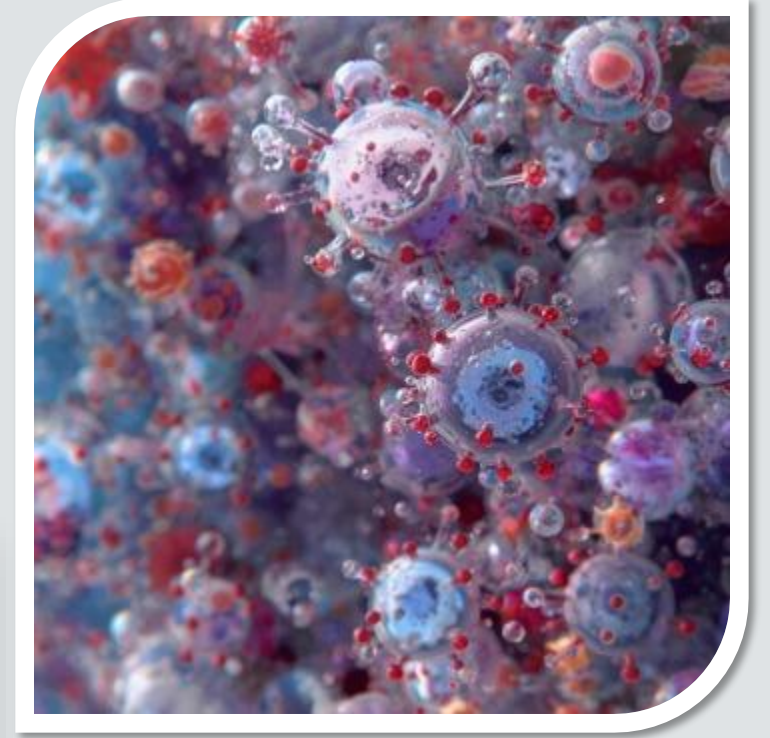
İÇİNDEKİLER

1. Mikroirleticilerin tanımı
2. Mikroirletici Türleri
3. Mikroirleticilerin Kaynakları
4. Mikroirleticilerin Çevrede Yayılma Yolları
5. Mikroirleticilerin Çevre Üzerindeki Etkisi
6. Su Ortamındaki Mikroirleticilerin Varlığı
7. Mikroirleticilerin Giderilmesine Yönelik Teknikler



Mikrokirletici Nedir?

Mikrokirleticiler, çevrede (zellikle suda ve toprakta) ok düşük derişimlerde (genellikle ng/L–μg/L) bulunan ancak ekolojik ve insan sağlığı üzerinde etkileri olabilen kimyasal maddelerdir.



Mikrokirletici Türleri

- *İlaçlar ve farmasötikler*

Ağrıkesiciler (ibuprofen, parasetamol)

Antibiyotikler (siprofloksasin)

Antidepresanlar Hormonlar (östrojen, testosteron)

- *Kişisel bakım ve kozmetik ürünleri*

Parabenler Triklosan UV filtreleri (oksibenzon)

Sentetik miskler (parfümler)

- *Pestisitler ve herbisitler*

Atrazin Glifosat DDT (yasaklı ama kalıcı)

- *Endokrin bozucu kimyasallar*

Bisfenol A (BPA)

Ftalatlar

Nonilfenol

- *Endüstriyel kimyasallar*

PFAS (PFOS, PFOA) PCB'ler

Alev geciktiriciler

- *Mikroplastikler ve plastik katkıları*

Mikroplastik parçacıkları

Plastik yumuşatıcıları ve stabilizatörleri



SU EKOSİSTEMLERİNDEKİ MİKROKİRLETİCİLER

1.Mikrokirleticilerin Kaynakları

Mikro kirleticiler; ilaçlar, kişisel bakım ürünleri, pestisitler ve çeşitli endüstriyel kimyasalları kapsayan ve son yıllarda çevresel açıdan önem kazanan yeni ortaya çıkan kirleticilerdir. AB FP7 projesi kapsamında tanımlanan bileşiklerin büyük bir kısmını ilaçlar ve kişisel bakım ürünleri oluştururken, geri kalanını perflor bileşikler, pestisitler ve diğer endüstriyel ajanlar oluşturmaktadır.[1]

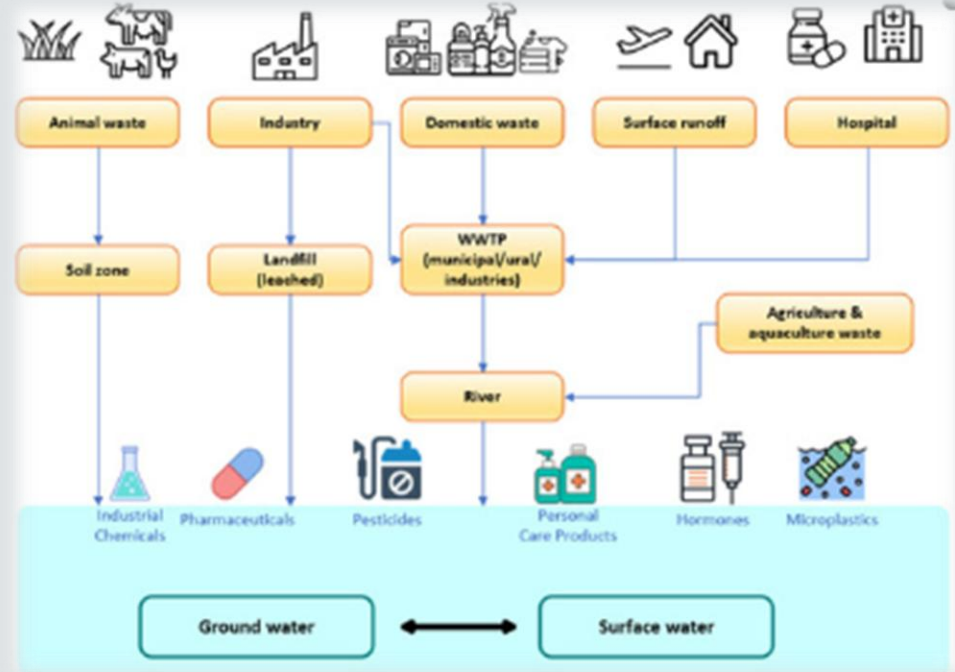
Tıp alanındaki gelişmelere bağlı olarak artan ilaç üretimi ve tüketimi, özellikle atık sularda farmasötik kirletici konsantrasyonlarının yükselmesine neden olmuştur; bu durum pandemi dönemlerinde daha belirgin hale gelmiştir.[2] Ayrıca reçetesiz ve yetersiz denetime tabi ilaçların yaygın kullanımı, bu kirleticilerin çevresel ortamlarda birikimini artırmaktadır. Suda çözünebilen ve biyolojik olarak aktif olan bu organik mikro kirleticiler, kalıcılıkları ve bozunmaya karşı dirençleri nedeniyle sucul ekosistemler açısından küresel ölçekte önemli bir çevre sorunu olarak değerlendirilmektedir.

Plastikler, Antroposen'in sembollerinden biri olup günümüzde küresel ölçekte önemli bir çevresel kirlilik kaynağıdır. Mikroplastikler, 1 μm –5 mm boyut aralığında, suda çözünmeyen sentetik parçacıklar olup birincil kaynaklardan veya büyük plastiklerin parçalanmasıyla oluşmaktadır. Küresel plastik üretimi hızla artmakta, özellikle Asya ve Çin bu süreçte başat rol oynamaktadır. Su ortamlarındaki mikroplastiklerin çoğu karasal kaynaklı olup en yaygın türler PE, PP, PVC, PS ve PET'tir. Bu plastiklerin özellikleri yapısal fazlarına bağlı olmakla birlikte, özellikle PET düşük biyobozunabilirliği nedeniyle çevresel açıdan önemli bir risk oluşturmaktadır.[3]



2. Mikrokirleticilerin Çevrede Yayılma Yolları

Mikrokirleticiler, şekilde de gösterildiği gibi, endüstriyel emisyonlar (hava ve atık sular yoluyla), evsel ve hastane atıkları, hayvancılık ve çöplüklerden sızan sıvılar dahil olmak üzere çeşitli kaynaklar aracılığıyla çevreye girer. Bu kaynaklar arasında, evsel atık sular, mikro kirleticilerin yüzey sularına girmesinde özellikle önemlidir ve bu da su ortamlarını bu kirleticilerin birincil alıcısı haline getirir [4].



Atık sudaki ilaçların yaklaşık %70'i evlerden, %20'si hayvancılıktan, %5'i hastane atıklarından ve kalan %5'i de yaygın kaynaklardan gelen akıntıdan kaynaklanmaktadır [5]. İlaç kirleticileri içeren kanalizasyon, atıksu arıtma tesislerinde (WWTP) arıtılır.

Toplu veya endüstriyel WWTP'lerde arıtıldıktan sonra, elde edilen su genellikle su kaynaklarına deşarj edilir. Bununla birlikte, kimyasal kararlılıkları, biyolojik bozunmaya karşı dirençleri ve boyut, yük veya çözünürlüğe dayalı filtrasyon süreçlerinden geçebilme yetenekleri nedeniyle, ilaçlar ve diğer kirleticiler genellikle geleneksel arıtma tesislerinde tamamen giderilemez. Sonuç olarak, bu kirleticiler yüzey ve yeraltı sularına karışabilir .



Atıksularda bulunan farmasötik maddeler arasında, antibiyotikler kalıcı yapıları, eksik metabolizmaları ve ekosistemler arasında kolayca yayılabilme yetenekleri nedeniyle özellikle endişe vericidir. Çin'de yaklaşık 92.700 ton antibiyotik üretildi; bunların %48'i insan kullanımı için, geri kalanı ise hayvancılık için olup, %46'sı aktif metabolitlerdir. Atıksularda en sık tespit edilen antibiyotikler arasında sülfonamidler, kinolonlar, tetrasiklinler, florokinolonlar ve nitroimidazoller yer almaktadır.



3.Mikrokirleticilerin Çevre Üzerindeki Etkisi

Su kütlelerindeki çok düşük konsantrasyonlarda bile mikro kirleticiler, hem insan sağığı hem de ekosistemler üzerinde uzun vadeli (kronik) etkilere sahip olabilir. İlaçlar, pestisitler ve mikroplastikler gibi organik mikro kirleticiler, su ekosistemlerini bozabilir ve kirlenmiş su veya gıda yoluyla tüketildiğinde insan sağığı için risk oluşturabilir. Bu mikrokirleticiler ,antibiyotik direnci, endokrin bozulması, kanser riskleri ve çevresel bozulma gibi sorunlara katkıda bulunur. Besin zincirinde biyolojik birikime yol açarak ekosistemlere kalıcı zarar verebilirken, kronik insan maruziyeti ciddi sağık sorunlarına neden olabilir [6].



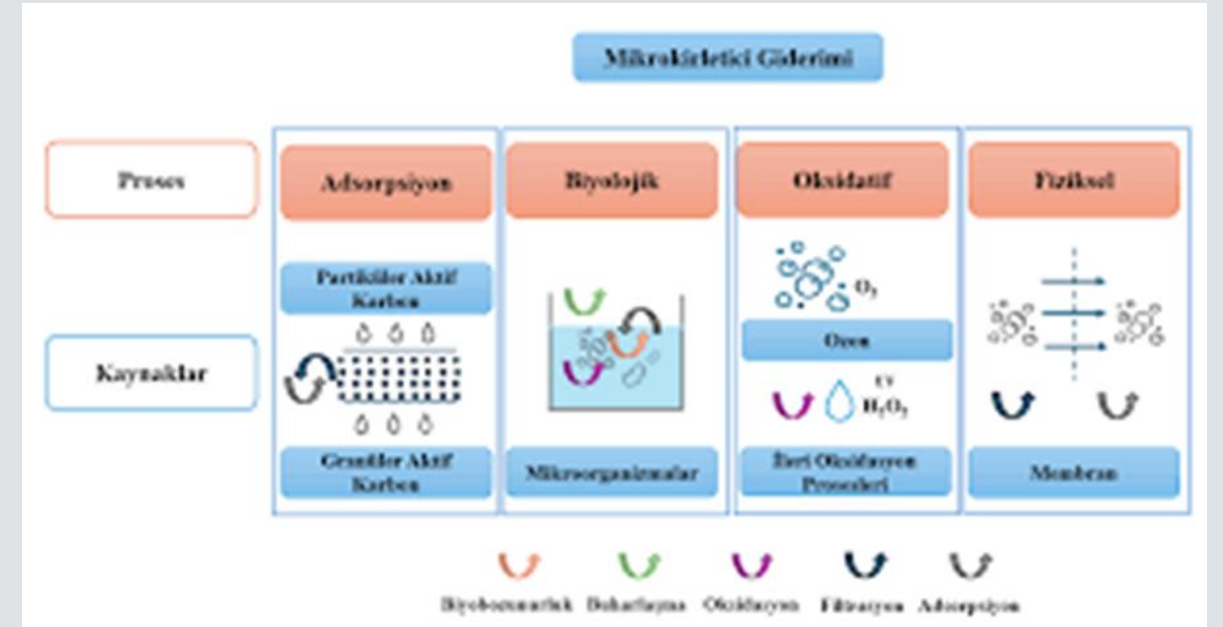
4. Su Ortamındaki Mikrokirleticilerin Varlığı

Kafein, diklofenak, bisfenol A, östrojen, mikroplastik vb. maddeler de dahil olmak üzere önemli mikro kirleticilerin ve bunların çeşitli su türlerindeki (yüzey suyu, yeraltı suyu, içme suyu ve atık su gibi) ve ülkelerdeki konsantrasyonlarının kapsamlı bir özetini sunmaktadır. Veriler, su türüne ve coğrafi bölgeye bağlı olarak kirletici seviyelerindeki varyasyonları göstermekte ve bölgesel kirlilik modelleri, endüstri ve tarımdan kaynaklanan potansiyel kaynaklar ve atık su arıtma süreçlerinin etkinliği hakkında bilgiler sağlamaktadır. Dahası, tablo düzenleyici önlemlerin etkisi hakkında değerli bilgiler sunmakta ve kirliliği azaltmayı amaçlayan stratejilere ışık tutabilmektedir.[7]



5. Mikrokirleticilerin Giderilmesine Yönelik Teknikler

Mikroplastiklerin (MP) ve ilaçların (PC) oluşturduğu tehlike nedeniyle, her ikisini de ortadan kaldırmak için kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerin mevcut durumunu anlamak çok önemli bir konu haline gelmiştir. Bu bölümde, mikroplastiklerin ve ilaçların ortadan kaldırılmasına yönelik çeşitli teknolojiler, ilgili avantajları ve sınırlamalarıyla birlikte özetlenmektedir.[8]



5.1. Mikroplastiklerin Giderilmesi Teknolojileri

■ Fiziksel Yaklaşımlar

Adsorpsiyon

Manyetik ayırma

Filtrasyon

■ Kimyasal Yaklaşımlar

Koagülasyon ve flokülasyon

Fotokataliz

Oksidasyon işlemleri

■ Biyolojik Yaklaşımlar

Biyobozunma

Biyoreaktörler



5.2. İlaçların İmha Teknolojileri

Geleneksel atıksu arıtma tesisleri, atık suyun etkili biçimde arıtılması için mekanik, biyolojik ve kimyasal süreçlerin bir kombinasyonunu kullanır. Mekanik aşamada eleme sistemleri, kum tutucular ve birincil çöktürme tankları ile iri ve askıda katı maddeler uzaklaştırılır. Biyolojik aşamada, organik kirleticiler biyolojik reaktörlerde mikroorganizmalar tarafından parçalanır ve oluşan biyolojik topaklar çöktürme yoluyla sudan ayrılır.

Biyolojik arıtmayı takiben uygulanan kimyasal aşamada, fosfat giderimi için çöktürücüler eklenir ve klor kullanılarak dezenfeksiyon sağlanır. Bazı tesislerde arıtma verimini artırmak amacıyla kum filtrasyonu da uygulanmakta olup, arıtılmış atıksu son aşamada doğal su ortamlarına deşarj edilmektedir.

KAYNAKÇA

- [1]. Hejna, M.; Kapuścińska, D.; Aksmann, A. Su Ortamındaki İlaçlar: Ekotoksikoloji ve Alglerin İyileştirme Potansiyeli Üzerine Bir İnceleme. *Int. J. Environ. Res.*
- [2]. Zhang, Q.-Q.; Ying, G.-G.; Pan, C.-G.; Liu, Y.-S.; Zhao, J.-L. Çin nehir havzalarındaki antibiyotik emisyonu ve akıbetinin kapsamlı değerlendirilmesi: Kaynak analizi, multimedya modelleme ve bakteriyel dirençle bağlantı. *Çevre Bilimi ve Teknolojisi*. **2015** , 49 , 6772–6782.
- [3]. Du Plessis, M.; Fourie, C.; Stone, W.; Engelbrecht, A.-M. Atık sudaki endokrin bozucu bileşiklerin ve kanserojenlerin etkisi: Meme kanseri için çıkarımlar. *Biochimie* 2023 , 209 , 103–115.
- [4]. Park, H.; Park, B. Mikroplastik Dağılımı, Toksisitesi, Analiz Yöntemleri ve Giderme Teknolojilerinin Gözden Geçirilmesi. *Su* **2021** , 13 , 2736
- [5]. Hanna, N.; Sun, P.; Sun, Q.; Li, X.; Yang, X.; Ji, X.; Zou, H.; Ottoson, J.; Nilsson, LE; Berglund, B.; ve diğerleri. Doğu Çin'deki Shandong eyaletinin çeşitli çevresel bölümlerinde antibiyotik kalıntıların varlığı: Direnç gelişimi potansiyeli ve ekolojik ve insani risk. *Environ. Int.* **2018** , 114 , 131–142.
- [6]. Mukhtar, A.; Manzoor, M.; Gul, I.; Zafar, R.; Jamil, HI; Niazi, AK; Ali, MA; Park, TJ; Arshad, M. Farklı antibiyotiklerin pirinç üzerindeki fitotoksik etkisi ve organik gübrelerin uygulanmasıyla stresin hafifletilmesi. *Chemosphere* **2020** , 258 , 127353.
- [7]. Khan, NH; Rahman, Au; Zuljalal, F.; Saeed, T.; Aziz, S.; Ilyas, M. Gıda katkı maddeleri çevresel mikro kirleticiler olarak. Çevresel Mikro Kirleticiler içinde ; Elsevier: Amsterdam, Hollanda, 2022; s. 63–79. ISBN 9780323905558.
- [8]. Cleuvers, M. Antiinflatuar ilaçlar diklofenak, ibuprofen, naproksen ve asetilsalisilik asidin karışım toksisitesi. *Ekotoksikoloji. Çevre Güvenliği*.

**DİNLEDİĞİNİZ İÇİN
TEŞEKKÜR EDERİM**

