

böll yayın

Plastik Türkiye

Üretimden Sofraya Bir Kirlilik Haritası

Derleyen: Sedat Gündoğdu

Plastik Türkiye

Üretimden Sofraya Bir Kirlilik Haritası

Derleyen: Sedat Gündoğdu

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
İSTANBUL
Türkiye

İPM
İSTANBUL POLİTİKALAR MERKEZİ
SABANCI ÜNİVERSİTESİ
STIFTUNG MERCATOR GİRİŞİMİ

Bu yayın, Creative Commons Atıf-GayriTicari-Türetilemez 4.0 Uluslararası (CC BY-NC-ND 4.0) lisansı kapsamında yayımlanmıştır. Lisans koşullarına https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.tr adresinden ulaşılabilir. Yayının elektronik sürümü indirilebilir. Bu lisans kapsamında eser çoğaltılabilir, dağıtılabilir ve kamuoyunun erişimine sunulabilir. Ancak aşağıdaki koşullara uyulması gerekmektedir: Atıf: Eserin yazarları ve hak sahipleri uygun biçimde belirtilmeli, lisansa bağlantı verilmeli ve eserde değişiklik yapılıp yapılmadığı açıklanmalıdır. Bu bilgiler, lisans sahibinin kullanıcıyı veya eserin kullanım biçimini özel olarak desteklediği izlenimini yaratmayacak şekilde sunulmalıdır. Ticari Olmayan Kullanım: Eser ticari amaçlarla kullanılamaz. Türetilemez: Eserin değiştirilmesi, başka çalışmalarla birleştirilmesi veya eserden hareketle yeni bir çalışma oluşturulması durumunda, ortaya çıkan uyarlanmış sürüm dağıtılamaz.

Yayın Adı: Plastik Türkiye: Üretimden Sofraya Bir Kirlilik Haritası
Derleyen: Prof. Dr. Sedat Gündoğdu

Yayıncı: Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği ve
İstanbul Politikalar Merkezi–Sabancı Üniversitesi–Stiftung Mercator Girişimi
Yayın Koordinatörü: Cem Bico
Editör: Defne Orhun
Tasarım ve Sayfa Düzeni: Sinan Kılıç, Alef Editoryal Tasarım
Görseller: Emre Aluç
Kapak Fotoğrafı: Sedat Gündoğdu

Yayın Yeri: Çevrimiçi, https://tr.boell.org/tr
Yayın Tarihi: Kasım 2026
ISBN 978-625-31958-2-3

Lisans: Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0) https://creativecommons.org/licenses/byncnd/4.0/deed.de

Bu yayında yer alan görüş ve değerlendirmelerin sorumluluğu yazarlara aittir.
Kaynak gösterilerek kullanım ve paylaşım koşulları, yayının belirtilen telif ve lisans hükümlerine tabidir.

İçindekiler

Editörden 6
Yönetici Özeti 9

Sedat Gündoğdu
Türkiye'de Plastik Atık Yönetişimi 13

Sedat Gündoğdu
Plastik Kirliliğinin Görünmeyen Yüzü: PET Şişe, Çeşme Suyu ve Su Hakkı 23

Kolektif
Türkiye'de Plastik Kirliliğinin Mevcut Durumu 28

Muhittin Onur Akça
Türkiye Topraklarının Plastik Kirliliği, Sorunları ve Çözüm Önerileri 28

Ülkü Nihan Tavşanoğlu
Plastiğin Kirliliği Gölgesi Altında Türkiye'nin Tatlı Su Ekosistemleri 35

Kolektif
Türkiye Denizlerinde Plastik Kirliliği 42

Yahya Terzi
Karadeniz 42

Kenan Gedik – Ahmet Raif Eryaşar
Marmara Denizi 49

Rafet Çağrı Öztürk
Ege Denizi 57

Kerem Gökdağ
Akdeniz 63

Ülkü Alver Şahin
Türkiye'de Plastiğin Yaşam Döngüsü Kaynaklı Hava Kirliliği 71

Osman Sağdıç
Plastiği Yemek: Soframızdaki Görünmez Tehlike 83

Cavit Işık Yavuz
Plastiğin Sağlık Etkisi: Örnek Çalışma 96

Aslı Odman
Plastik ve Geri Dönüşümü Sektöründe Emeğin Görünümleri 100

Nil Ormanlı
Atıksız Yaşam: "Bireysel Tercih" mi, "Sistemsel Dönüşüm İhtiyacı" mı? 110

Sedat Gündoğdu
Yerel Yönetimler İçin Plastikten Çıkış Stratejileri 118

Sedat Gündoğdu
Türkiye'nin Sıfır Atık Politikası için Öneriler 123

Sözlükçe 129

Tablo Kaynakçası 141

Şekil Kaynakçası 142

Katkıda Bulunanlar 144

Okuma Önerileri 148

Editörden

Bu kitap basit bir sorudan doğdu: Türkiye'de plastiğin hikayesini başından sonuna anlatan, herkesin okuyabileceği bir kaynak var mı? Sorunun cevabı hayırdı. Plastik kirliliği üzerine Türkiye'de yüzlerce bilimsel makale, tez ve rapor yazıldı. Ancak bunların büyük bölümü dergi sayfalarında, uzman dilinde ve birbirinden kopuk duruyor. Plastiğin petrokimya tesisinde doğuşundan soframıza, toprağımıza ve denizlerimize varışına kadar bütün yolculuğunu, yani "beşikten mezara" serüvenini tek bir yerde toplayan bir kitap yoktu. Elinizdeki kitap bu boşluğu doldurmak için yazıldı.

Kitabın fikri, İstanbul Politikalar Merkezi-Sabancı Üniversitesi-Stiftung Mercator Girişimi bünyesinde 2025/26 Mercator-İPM Araştırmacısı olarak çalıştığım dönemde ortaya çıktı. Bu dönemde plastik atık ticaretinin iklim ve diplomasi boyutlarını incelerken bir şeyi daha net gördüm. Türkiye'nin plastik sorunu yalnızca bir atık sorunu değildi. Üretimden tüketime, ithal atıktan işçi sağlığına, sofradaki gıdadan içtiğimiz suya kadar birbirine bağlı bir zincirdi. Kitabı bu zinciri görünür kılmak için planladım. IPC-Sabancı Üniversitesi-Stiftung Mercator Girişimi ve Heinrich Böll Stiftung İstanbul Ofisi bu fikri sahiplendi. Kitap iki kurumun ortaklaşa hazırladığı bir eser olarak hayat buldu.

Kitabın zamanlaması da tesadüf değil. Türkiye, Kasım 2026'da Antalya'da BM İklim Değişikliği Taraflar Konferansı'na (COP31) ev sahipliği yapıyor. "Sıfır atık" bu konferansta Türkiye'nin öne çıkardığı başlıklardan biri. Bu görünürlük önemli bir fırsat. Ama sıfır atığın gerçek anlamına kavuşması için önce sorunun bugünkü boyutunu dürüstçe ortaya koymak gerekiyor. Türkiye bir yandan yaklaşık 10 milyon tonluk plastik mamul üretimiyle Avrupa'nın en büyük üreticilerinden biri. Öte yandan başka ülkelerden önemli miktarda plastik atık kabul eden bir ülke. Bu kitap, COP31 öncesinde ve sonrasında sürecek tartışmaya veriye dayalı bir katkı sunmayı amaçlıyor.

Kitapta neler var?

Kitap, plastiği üretimden atığa, topraktan denize, sofradan bedenimize kadar izliyor.

İlk bölüm, Türkiye'nin plastik atık yükünü, geri dönüşümün sınırlarını, plastik atık ithalatını ve "atık sömürgeciliği" kavramını ele alarak sorunun yönetişim boyutunu ortaya koyuyor. İkinci bölüm, bir kamuoyu araştırmasından hareketle neden şişe suyuna yöneldiğimizi inceliyor. İçilebilir çeşme suyuna erişimin plastik kirliliği açısından belirleyici olduğunu ve aynı zamanda bir hak meselesi olduğunu gösteriyor.

Üçüncü bölüm kitabın omurgasını oluşturuyor ve plastik kirliliğinin bugünkü haritasını çıkarıyor. Topraklarımızdan göl ve nehirlerimize, Karadeniz'den Marmara'ya, Ege'den Akdeniz'e ve soluduğumuz havaya kadar her ortamda plastiğin izini sürüyor. Bu bölümde 2026'da Alanya kıyılarını etkileyen mikroplastik kirliliği dalgası da ayrıca ele alınıyor.

Dördüncü bölüm su, çay, tuz, balık ve paketli gıdalar yoluyla her gün ne kadar plastikle temas ettiğimizi anlatıyor. Beşinci bölüm plastikteki kimyasalların insan sağlığına etkilerini Türkiye'de yapılmış bir örnek çalışma üzerinden ele alıyor. Altıncı bölüm ise plastik ve geri dönüşüm sektöründe çalışanların ve atık toplayıcılarının çoğu zaman görünmeyen hikayesini, yaşadıkları iş kazalarını ve meslek hastalıklarını anlatıyor. Son üç bölüm ise çözümlere ayrılıyor: atıksız yaşam pratikleri, belediyeler için plastikten çıkış stratejileri ve Türkiye'nin sıfır atık politikası için somut öneriler.

Metin boyunca ftalatlar, bisfenoller ve PFAS gibi kimyasalları anlatan kısa bilgi kutuları yer alıyor. Kitabın sonunda ise teknik kavramları sade bir dille açıklayan bir sözlük bulunuyor.

Kimin için yazıldı?

Bu kitap sadece uzmanlar için değil, herkes için yazıldı. Pazardan dönerken poşetine bakan, çocuğuna su şişesi alan, plajda kumun içindeki renkli parçaları fark eden her yurttaş için. Yazarlarımızdan bilimsel doğruluktan ödün vermeden, gündelik dille yazmalarını istedik. Rakamları korkutmak için değil, sorunun gerçek boyutunu göstermek için kullandık. Her bölümü de bir çözüm önerisiyle bitirmeye çalıştık. Çünkü kitabın temel mesajı şu: Plastik kirliliği bir kader değil, bir tercihtir. Tercihler de değiştirilebilir.

Bu kitap kolektif bir emeğin ürünü. Kitabı mümkün kılan İstanbul Politikalar Merkezi-Sabancı Üniversitesi-Stiftung Mercator Girişimi'ne ve Heinrich Böll Stiftung İstanbul Ofisi'ne teşekkür ederim. Plastiksiz Türkiye Platformu ve Mikroplastik Araştırma Grubu ile yürütülen işbirliği, kitabın sahadaki deneyimle beslenmesini sağladı. İkinci bölümün dayandığı "Türkiye'de İklim ve Su Tüketim Algısı Araştırması"nı gerçekleştiren Spectrum House'a da katkısı için teşekkür ederim.

En büyük teşekkürü, bilgilerini ve zamanlarını cömertçe paylaşan yazarlarımıza borçluyum. Topraklarımızdaki plastik kirliliğini Doç. Dr. Muhittin Onur Akça, tatlı su ekosistemlerini Prof. Dr. Ülkü Nihan Tavşanoğlu yazdı. Denizlerimize ilişkin bölümleri ise Doç. Dr. Yahya Terzi (Karadeniz), Prof. Dr. Kenan Gedik ve Prof. Dr. Ahmet Raif Eryaşar (Marmara), Doç. Dr. Rafet Çağrı Öztürk (Ege) ve Dr. Kerem Gökdağ (Akdeniz) kaleme aldı. Hava kirliliği bölümünü Prof. Dr. Ülkü Alver Şahin, gıdalardaki plastik bölümünü Prof. Dr. Osman Sağdıç, sağlık etkilerine dair örnek çalışmayı ise Prof. Dr. Cavit Işık Yavuz yazdı. Plastik sektöründeki emeği Dr. Aslı Odman, atıksız yaşam pratiklerini de ekolojik yaşam aktivisti Nil Ormanlı anlattı. Her birine emekleri için içtenlikle teşekkür ederim.

Umarım bu kitap okurlarına hem bir harita hem de bir çağrı olur. Plastiğin nereden geldiğini ve nereye gittiğini bilen bir toplum, daha az plastikle yaşayan bir geleceği talep etme gücüne de sahip olur.

Sedat Gündoğdu
İstanbul/Adana, Ekim 2026

Yönetici Özeti

Türkiye'de plastik kirliliği artık toprağı, suyu, havayı, sofrayı ve insan bedenini kapsayan bir sorundur. Kitabın temel bulgusu şu: Sorunun ortaya çıkmasında ve çözümünde ulusal politikalar belirleyici rol oynuyor. Türkiye kıyılarına ulaşan plastiklerin yüzde 97'si ülkenin kendi karasal kaynaklarından geliyor.

Türkiye yılda yaklaşık 10 milyon ton plastik ürün üretimiyle Avrupa'da Almanya'nın ardından ikinci sırada ve yılda yaklaşık 33 milyon ton belediye atığıyla da Avrupa'nın ilk 5 ülkesinden biri konumunda. Üretilen bu belediye atıklarının da yaklaşık 3,3 milyon tonu plastik. Atığın büyük bölümü hâlâ karışık toplandığı için geri kazanım, kompost ya da azaltım programları oldukça sınırlı. Buna ek olarak Türkiye her yıl 700.000 ila 1 milyon ton plastik atık ithal ediyor. Yalnızca Nisan 2026'da ABD, İngiltere ve AB'den yaklaşık 82.000 ton atık ithal edildi. Bu eğilim sürerse 2026 sonunda 1 milyon tonla tarihi bir zirve görülebilir. Öte yandan Doğu Akdeniz kıyılarında, özellikle Yumurtalık ve Ceyhan bölgesinde, ek 27 milyar dolarlık petrokimya yatırımları sürdürülüyor. Plastiklerin büyük oranda fosil yakıtlara dayalı üretimi ve yaşam döngüsünün sera gazı emisyonlarına neden olması, iklim kriziyle mücadelede yalnızca plastik atıkların değil, plastik üretiminin de azaltılmasını gerekli kılıyor.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de plastik gündelik hayatın tam ortasında duruyor. 2019 kişiyle görüşülerek gerçekleştirilen araştırmaya göre yetişkinlerin yüzde 64,9'u son bir ayda PET ya da damacana su tükettiğini belirtiyor. Bu yaklaşık 42 milyon kişiye karşılık geliyor. Musluk suyunu doğrudan içenlerin oranı Türkiye genelinde yüzde 46 iken İstanbul'da yalnızca yüzde 15,4. Bu oran plastiğe olan maruziyetin de belirleyicisi. Zira bir litre şişe suyunda ortalama 240.000 mikro ve nanoplastik parçacık bulunabildiği bildiriliyor. Plastik su şişeleri de dahil olmak üzere tek kullanımlık plastiklerin tüketimi 2022'de 709.000 tona ulaştı. Bu miktarın 2026'da daha da artması bekleniyor.

Plastik üretimi ve tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan kirlilik de artık her ortamda ölçülebilir düzeyde. Bu kirliliğin en görünür olduğu yerlerden biri toprak. Kilogram başına en yüksek değer tarım topraklarında 440 mikroplastikle Adana'da, hurda sahalarında ise 700 mikroplastikle Mersin'de olup, yoğun konut alanlarında bu sayının 1683'e çıktığı görülüyor. Denizel ortamlara ve göllere taşınan plastiklerin taşıyıcısı olan nehirler de ciddi bir plastik kirliliği sorunuyla karşı karşıya. Örneğin Susurluk Nehri'nde metreküp başına 2472 mikroplastik olduğu bildiriliyor. Plastik kirliliği sadece yerleşim alanlarının çevresinde değil, insanların doğrudan erişemediği bölgelerde de görülüyor. Kaçkar Dağları'ndaki buzul göllerinde tespit edilen mikroplastikler, sorunun sınır tanımadığını ortaya koyuyor.

Türkiye'nin kıyıları plastik kirliliği açısından, komşu ülkelere göre, akıntı sistemlerinden kaynaklı olarak daha dezavantajlı durumda. Karadeniz ve Akdeniz kıyılarındaki çöplerin yüzde 70 ila 90'ı plastikten oluşuyor; bu durum deniz canlılarının plastiğe maruziyetini artırıyor. Türkiye Akdeniz'e günde 144 ton plastik bırakarak kıyıdaş ülkeler arasında ilk sıradadır. Marmara'daki midyelerde birey başına ortalama 2,06, Kadıköy açıklarında toplanan midyelerde ise 7,53 mikroplastik parçacık bulunduğu bildiriliyor. Bu durum da 225 gramlık bir midye öğününün yaklaşık 252 mikroplastik içermesi anlamına geliyor.

Denizel kirliliğin birikim alanlarından biri olan deniz dibi de bu kirlilikten nasibini alıyor. İzmir Körfezi'nin tabanı kilogram başına 2979 mikroplastik içeriyor. Plastik kirliliğinin görünür hali olan yüzey suyu mikroplastikleri açısından Alanya kıyılarında 2026 yazında ölçülen mikroplastik yoğunlukları sorunun sadece büyük plastiklerin yarattığı görsel kirlilikten öteye geçtiğini ortaya koyuyor; değerler bazı noktalarda Doğu Akdeniz için bildirilen en yüksek değerin yaklaşık 2 ila 65 katı olup, parçacıkların yüzde 59 ila 93'ü geri dönüşüm tesislerinden sızan işlem kaynaklı parçalara işaret ediyor.

Bu kirliliğin sadece fiziksel değil, kimyasal bir bedeli de var. Plastiklerde yaklaşık 16.000 kimyasal bulunuyor; bisfenol ve ftalatlar gibi hormon bozucular özellikle hamileler, bebekler ve çocuklar açısından risk oluşturuyor. Bu kirliliğin fiziksel ve kimyasal etkilerinden en fazla, kirliliğe doğrudan maruz kalan cephe toplulukları etkileniyor. Bunların içinde en görünür olanı atık toplayıcıları. Sayıları 500.000'i aşan atık toplayıcıları, hem bu kirliliğin yükünü taşıyor hem de ülkenin fiili ayrı toplama sisteminin görünmeyen omurgasını oluşturuyor. Çoğu güvencesiz koşullarda çalışan bu insanlar, plastik kirliliğinin azaltılmasında önemli bir rol üstleniyor. Bu emeğin bedeli de çoğu zaman iş kazaları ve iş cinayetleri olarak kendini gösteriyor. Kauçuk ve plastik imalatında 2014-2022 arasında resmi verilere göre 163 işçi yaşamını yitirmiş olup, aralarında 14 yaşında çocuk işçilerin de olduğu bildiriliyor.

Türkiye'de, tüm eksikliklerine rağmen, kâğıt üzerinde güçlü bir mevzuat mevcut ise de uygulama oldukça zayıf. Atığın nereden gelip nereye gittiğini izleyen açık ve doğrulanabilir veri sistemi mevcut değil; mikroplastikler için bağlayıcı sınırlamalar ve ulusal bir izleme sistemi bulunmuyor. Yetkiler ise farklı kurumlar arasında dağılmış durumda. Belediyeler atığın maliyetini üstlenirken, depozito iade sistemi gibi yeni düzenlemelerin dışında bırakılıyor. Mevcut sıfır atık uygulaması da atığı önlemek yerine oluştuktan sonra ayırmaya odaklanıyor. Oysa ki sıfır atık hiyerarşisi önleme, azaltma ve yeniden kullanım üzerine kurulmalı, 2030 için kişi başı belediye atığını azaltan bağlayıcı bir ulusal hedef konmalıdır. Tek kullanımlık plastik kısıtlamaları genişletilmeli, kamusal su istasyonları yaygınlaştırılmalı ve depozito sistemi yeniden doldurulabilir ambalajlara uygun hale getirilmelidir.

Plastik atık ithalatı sonlandırılmalı, geri dönüşüm sektörü yerli atığın kaliteli toplanmasına dayandırılmalıdır. Tesisler su, atık su, yangın, emisyon ve işçi sağlığı açısından sıkı denetlenmelidir. Belediye, tesis ve atık türü bazında kamuya

açık bir Atık İzleme Sistemi kurulmalı ve geri kazanım oranları tesise giren miktara değil, nihai ürüne göre hesaplanmalıdır. Mikroplastik eklenen ürünler yasaklanmalı ve standart izleme yaklaşımları toprak, su ve atık mevzuatına eklenmeli, arıtma çamurunun tarımda kullanımı sınırlandırılmalıdır.

Kamu yatırımları ve iklim finansmanı çöp yakmaya değil; kompost, yeniden kullanım, tamir ve ayrı toplamaya yönlendirilmeli, organik atığın depolama sahalarına gitmesi 2030'a kadar sonlandırılmalıdır. Genişletilmiş üretici sorumluluğu yalnızca katkı payıyla sınırlı kalmamalı; eko-tasarımı, yeniden kullanım sistemlerini ve belediyelerin temizlik maliyetlerini de kapsamalıdır. Belediyeler depozito sistemine dahil edilmeli, atık toplayıcıları kooperatif, sosyal güvence ve iş güvenliğiyle sisteme katılmalıdır. Karadeniz ve Akdeniz'de sınır aşan kirlilik için de kıyıdaş ülkelerle bağlayıcı ortak eylem planları ve standart izleme programları kurulmalıdır.

COP31'e ev sahipliği yapan Türkiye için sıfır atık, bu adımlarla içi doldurulursa dünyaya örnek olabilecek bir politika haline gelebilir. Gerçek sıfır atık, daha fazla atığı daha iyi yönetmek değil, daha az atık üreten ve daha adil bir toplum kurmaktır.

TÜRKİYE'NİN PLASTİK YOLCULUĞU

1950'LER
Sektörün ilk adımları
Tahtakale'deki küçük atölyelerde el presleriyle ilk plastik ürünlerin üretimi başladı.

1960-70'LER
Sektörel doğuş
Sanayileşme ivme kazandı, ambalaj kullanımı yaygınlaştı ve ilk pet şişe üretildi.

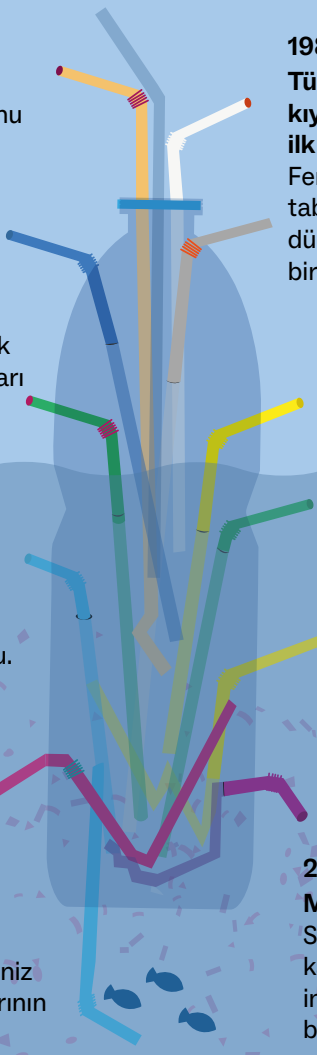


1983
Mevzuat
Çevre Kanunu kabul edildi.

1987
Türkiye kıyılarındaki ilk rapor
Ferit Bingel ve ekibi, Akdeniz tabanındaki plastik kirliliğini dünyadaki ilk örneklerden biri olarak raporladı.



1994 → 2000
Marmara Denizi araştırmaları
Marmara Denizi'nde plastik kirliliğine dair ilk bilimsel saha çalışmaları gerçekleştirildi.



1999
Kişi başı plastik tüketimi 30 kilograma ulaştı.



2000'LER
Avrupa'da dev üretici
Türkiye, plastik işleme kapasitesini artırarak Avrupa'nın en büyük üreticilerinden biri oldu.

2000 → Günümüz
Üretim zirvesi ve mikroplastik çağı

2007 → 2009
Denizlerdeki ilk kanıtlar
Karadeniz (2007) ve Ege (2008) kıyılarında plastik kirliliğine dair ilk bilimsel veriler elde edildi.



2014
İzleme
Bakanlık düzeyinde deniz çöpü izleme çalışmalarının başlatılması.

2017 → Günümüz
Mikroplastik araştırmaları
Sofra tuzundan iç sulara kadar mikroplastik kirliliğini inceleyen bilimsel yayınlarda büyük artış yaşandı.

2026
Pet, cam ve alüminyum içecek ambalajları için depozito iade sistemi devreye girdi. Bazı tek kullanımlık plastikler için kısıtlamalar düşünülüyor.

1 Türkiye'de Plastik Atık Yönetişimi

Plastik atık meselesi Türkiye'de çoğu zaman çöp kutusunda başlayan bir sorun gibi anlatılır. Oysa plastik atığın hikâyesi çöp kutusunda başlamaz. Petrol, kömür ve doğalgazdan üretilen hammaddenin petrokimya tesislerinde plastiğe dönüşmesiyle, ambalaj raflarında görünür hale gelmesiyle, tüketim pratiklerinin tek kullanımlık ürünler etrafında örgütlenmesiyle ve nihayet belediyelerin, geri dönüşüm şirketlerinin, ithalatçı firmaların, atık toplayıcılarının ve kamu kurumlarının içinde olduğu karmaşık bir yönetişim alanıyla birlikte şekillenir. Bu nedenle plastik atık yönetimini yalnızca "toplama, taşıma ve geri dönüştürme" meselesi olarak görmek, sorunun asıl yapısını görünmez kılar. Türkiye'de plastik atık yönetişimi, bir yandan hızlı büyüyen plastik ekonomisinin yarattığı baskı, diğer yandan yetersiz ayrıştırma altyapısı, zayıf denetim, veri belirsizliği ve uluslararası atık ticaretiyle iç içe geçmiş durumdadır.

Türkiye plastik işleme kapasitesi bakımından dünyadaki en önemli aktörlerden biridir. Avrupa'da, bu bakımdan birinci sıradaki Almanya'nın ardından üst sıralarda yer alan, dünya ölçeğinde de büyük üreticiler arasında sayılan bu sektör, yılda yaklaşık 10 milyon tonluk plastik mamul üretimiyle ülke ekonomisinde güçlü bir konuma sahiptir.

Ancak bu ekonomik büyüklük, beraberinde büyük bir atık yükü de üretmektedir. Türkiye'de yıllık belediye atığı 32-33 milyon ton civarındadır ve bunun önemli bir kısmını plastikler oluşturmaktadır. Belediye atıkları içindeki plastik miktarı farklı çalışmalarda değişmekle birlikte, yaklaşık 3,3 milyon ton olarak tahmin edilmektedir. Bu tabloya ithal edilen plastik atıklar da eklendiğinde (son yıllarda 700.000-1 milyon ton arası), Türkiye'nin plastik atık yönetimi yalnızca kendi tüketiminin değil, başka ülkelerin tüketiminin de sonuçlarını taşıyan bir sisteme dönüşmektedir.

Türkiye'de atık yönetiminin hukuki çerçevesi ilk bakışta oldukça geniştir. Anayasa'nın sağlıklı ve dengeli çevrede yaşama hakkını tanımlayan hükmü, Çevre Kanunu, Atık Yönetimi Yönetmeliği, Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, Sıfır Atık Yönetmeliği ve Ulusal Atık Yönetimi Stratejisi ve Planı gibi düzenlemeler kâğıt üzerinde güçlü bir mevzuat mimarisi sunar. Ancak atık yönetiminde asıl mesele çoğu zaman mevzuatın varlığı değil, onun nasıl uygulandığıdır. Türkiye'de sorun tam da burada düğümlenir. Mevzuat, döngüsel ekonomi, sıfır atık, geri kazanım ve kaynakta ayrıştırma gibi doğru kavramları içerirken, sahadaki uygulama hâlâ büyük ölçüde karışık atık toplama, düzenli depolama, düzensiz döküm, zayıf ayrıştırma ve sınırlı geri kazanım etrafında şekillenmektedir.

TÜRKİYE'DE PLASTİK ATIK YÖNETİŞİMİNİN TEORİK ÇERÇEVESİ VE SORUMLULUK ALANLARI

Sorumlu yasal kurumlar

İlgili kanun, yönetmelik ve düzenlemeler

Önleme
- Kaynak verimliliği
- Eko-tasarım
- İsrafı önleme
- Temiz üretim

Azaltma
- Malzeme kullanımının minimize edilmesi
- Üretim kısıtlaması
- Ambalaj azaltma

- Çevre Kanunu
- Sıfır Atık Yönetmeliği
- Tüketicinin Korunması Hakkında Kanun
- Atık Yönetimi Yönetmeliği
- Türkiye Çevre Ajansı Kuruluş Kanunu

Yeniden kullanım
- Depozito sistemleri
- Ürün ömrünü uzatma
- Tamir
- Tekrar dolum

Geri dönüşüm
- Ayrı toplama
- Malzemelerin hammaddeye dönüştürülmesi
- Kompostlaştırma

- Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği
- Belediye Kanunları (Atık Toplama Yetkileri)
- Geri Kazanım Katılım Payına Yönelik Yönetmelik
- Mekanik Ayırma, Biyokurutma, Biyometanizasyon Tesisleri ile Fermente Ürün Yönetimi Tebliği
- Kompost Tebliği

Enerji geri kazanımı
- Atıktan türetilmiş yakıt (ATY)
- Düzenli depolama gazından enerji üretimi

Bertaraf
- Güvenli düzenli depolama
- Tehlikeli atık bertarafı

- Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu
- Atıkların Yakılması Yönetmeliği
- Atıkların Düzenli Depolanması Yönetmeliği
- Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği
- Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
- Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği
- Atık Ara Depolama Tesisleri Tebliği

SON ÇARE
(Bu alan plastik atıkların bertarafı için tahsis edilmiştir)

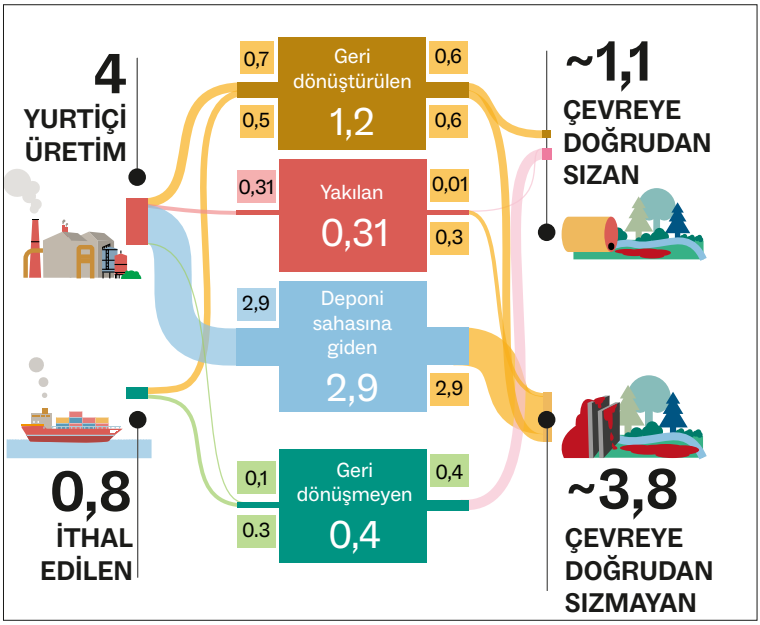
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
- Ticaret Bakanlığı
- Yerel Yönetimler (Belediyeler)
- Türkiye Çevre Ajansı (TÜÇA)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

Bu durumun en görünür göstergelerinden biri belediye atıklarının kaderidir. Türkiye'de evsel atıkların çok büyük bölümü hâlâ düzenli depolama sahalarına gönderilmekte, bir kısmı ise düzensiz döküm alanlarında, dere yataklarında, yol kenarlarında ya da kontrolsüz sahalarda birikmektedir. Kaynakta ayrıştırma sistemi yaygın ve etkin olmadığı için, plastik atık daha ilk aşamada organik atık, cam, metal, tekstil ve tehlikeli evsel atıklarla karışır. Bir kere karışan atığın daha sonra ayrıştırılması oldukça zordur. Bu nedenle geri dönüşüm çoğu zaman kâğıt üzerindeki oranlarla, sahadaki uygulama arasında sıkışır.

Türkiye'de geri dönüşüm verileri de bu sıkışmanın önemli bir parçasıdır. Resmi açıklamalarda geri kazanım oranlarının yükseldiği belirtilse de, bu oranların nasıl hesaplandığı, hangi atık türlerini kapsadığı, fiilen geri dönüştürülen miktarla tesise giren miktarın ne kadar örtüştüğü çoğu zaman açık değildir. Geri dönüşüm sisteminde tesis sayısı, lisans kapasitesi, fiili kapasite, işlenen atık miktarı ve nihai ürün miktarı arasında ciddi bir şeffaflık sorunu vardır. Bir tesisin lisanslı olması, orada çevreye uygun, izlenebilir ve yüksek kalitede geri dönüşüm yapıldığı anlamına gelmez. Atığın tesise girmiş görünmesi de onun gerçekten yeni bir ürüne dönüştüğü anlamına gelmeyebilir. Bu nedenle Türkiye'de plastik atık yönetişiminin en kritik sorunlarından biri, veri demokrasisi eksikliğidir. Kamuoyu, yerel yönetimler, araştırmacılar ve sivil toplum, atığın nereden geldiğini, nereye gittiğini ve hangi işlemden geçtiğini izleyebilecek açık, şeffaf, güvenilir ve doğrulanabilir verilere erişememektedir.

Yerel yönetimler bu sistemin merkezinde yer alır, ancak yetki ve sorumlulukların parçalı yapısı atık yönetimini güçleştirir. Büyükşehirlerde ilçe belediyeleri atığı toplamak ve aktarma istasyonlarına taşımakla yükümlüyken, büyükşehir belediyeleri bertaraf ve işleme süreçlerinden sorumludur. Büyükşehir olmayan illerde ise farklı bir sorumluluk dağılımı vardır. Bu parçalı yapı, özellikle teknik kapasitesi düşük belediyelerde atık yönetimini kırılgan hale getirir. Katı atık birlikleri bazı bölgelerde çözüm olarak devreye girse de, bunların her zaman etkili çalıştığını söylemek güçtür. Sonuçta atık yönetimi, güçlü bir kamusal planlama alanı olmaktan ziyade çoğu zaman maliyet, altyapı eksikliği ve idari karmaşa arasında yürütülen bir hizmete dönüşür. Bunun yanında atık yönetim altyapısı için yapılan yeni düzenlemeler çok başlılığı destekleyerek sistemik bir sorunu ağırlaştırmaktadır. Örneğin Depozito İade Sisteminde neredeyse tüm yetkinin Türkiye Çevre Ajansında olması ve belediyelerin bu sistemde etkin bir yerinin olmaması karmaşık atık yönetim sistemini daha da karmaşık hale getirmektedir. Mevcut durumda Ajans depozito makinelerinin kurulumu ve işletilmesi işlerini belediyelerden bağımsız perakendeciler ve bazı özel atık operatörleriyle yürütmektedir. Yani sistemdeki olması gereken tüm aktörler sisteme yeterince dahil edilmemektedirler.

Türkiye'deki atık yönetim altyapısındaki boşluğu dolduran en önemli aktörlerden bir diğeri de kayıtdışı atık toplayıcılarıdır. Türkiye'de geri dönüşüm zincirinin en alt basamağında yer alan bu insanlar, belediyelerin ya da lisanslı firmaların etkin biçimde toplayamadığı ambalaj atıklarını sokaklardan, konteynerlerden ve işyerlerinden toplayarak sisteme kazandırırlar. Sayılarının 500.000'den fazla



Türkiye'nin plastik atık yükü ve akıbeti

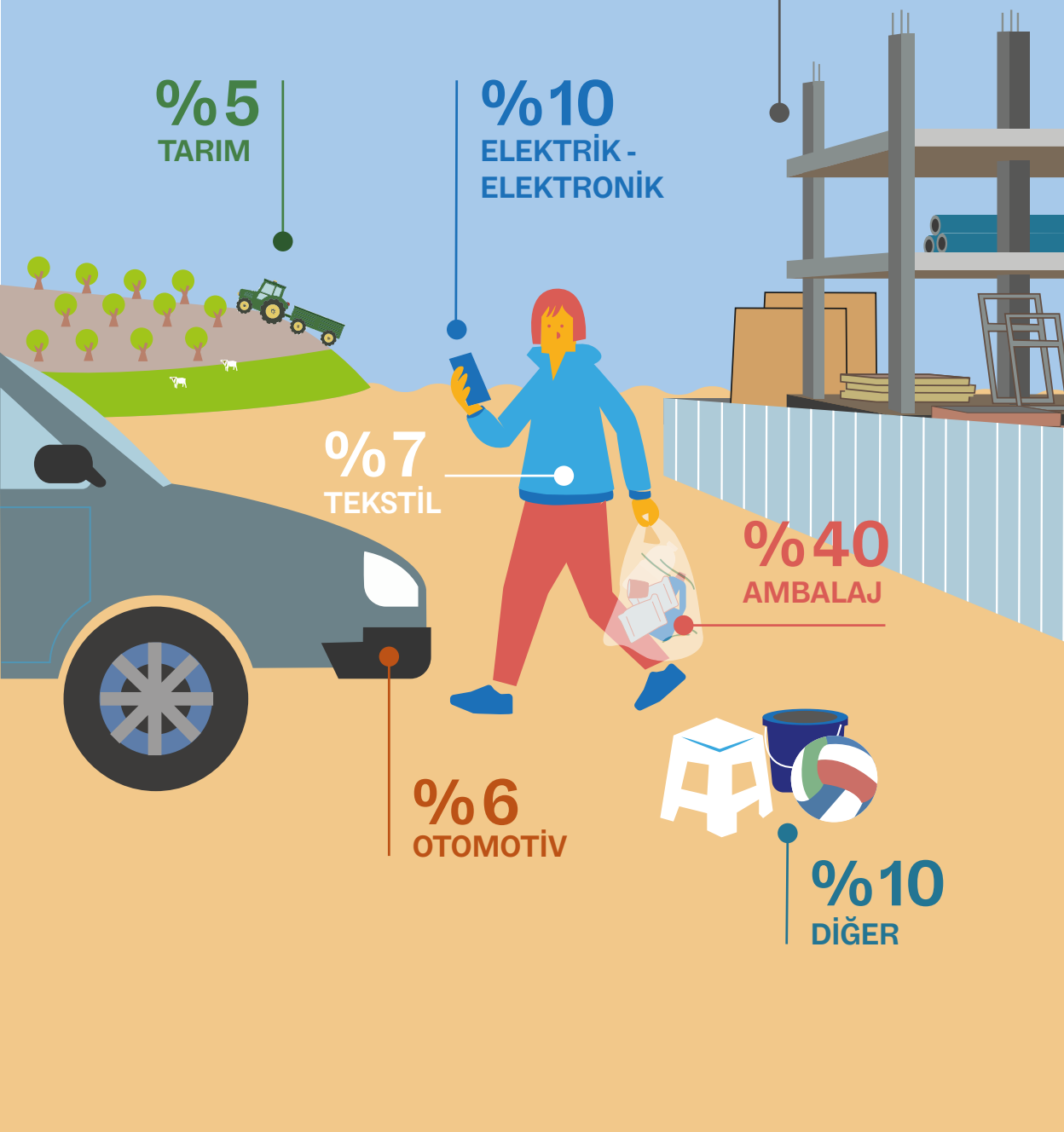
Değerler, resmi istatistik olmadığı için yaklaşıktır. Tüm değerler milyon ton/yıl birimindedir.

olduğu tahmin edilen atık toplayıcıları, Türkiye'nin fiili ayrı toplama sisteminin görünmeyen omurgasıdır. Ancak bu emek çoğu zaman güvencesiz, sağlıksız ve hukuki belirsizlik içinde gerçekleşir. Atık toplayıcıları bir yandan geri dönüşüm sisteminin işlemesini sağlar, diğer yandan kamu otoriteleri ve lisanslı firmalarla sürekli bir mülkiyet gerilimi yaşar. Atığın kime ait olduğu sorusu, yalnızca hukuki değil, aynı zamanda sınıfsal ve politik bir sorudur. Çünkü atık, yoksullar için geçim kaynağı, şirketler için kazanç kapısı, belediyeler için hizmet yükü, merkezi hükümet için ise yönetilmesi gereken bir çevre meselesidir.

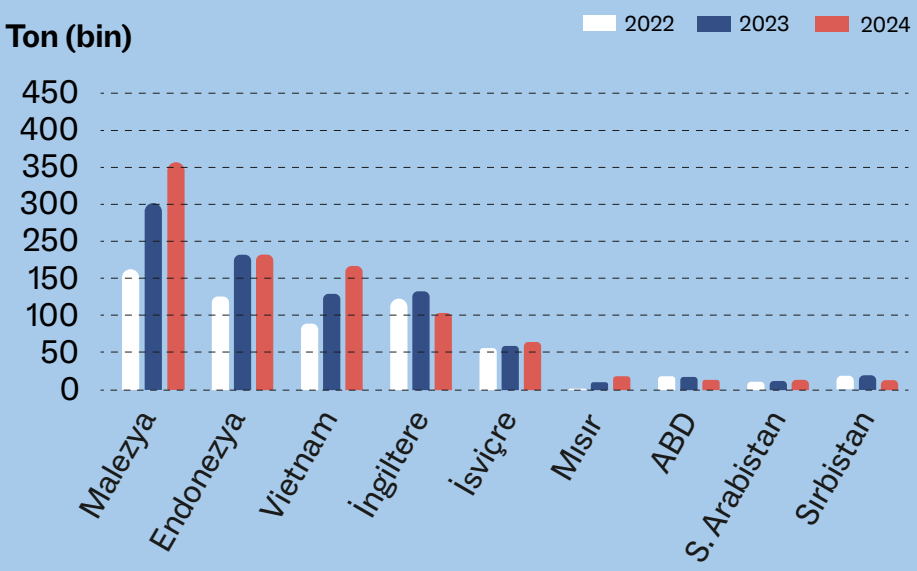
Bu tabloyu daha karmaşık hale getiren bir diğer unsur da plastik atık ithalatıdır. Çin'in 2017 sonunda birçok plastik atık türünün ithalatını yasaklaması, küresel plastik atık ticaretinde büyük bir kırılma yarattı. Uzun yıllar boyunca Avrupa ve Kuzey Amerika'nın plastik atıklarını alan Çin, kapılarını kapatınca bu atıklar yeni güzergâhlar aramaya başladı. Türkiye bu yeni güzergâhlardan biri haline geldi. Kısa süre içinde Avrupa'dan Türkiye'ye gelen plastik atık miktarı dramatik biçimde arttı. 2026 yılının ilk dört ayında Türkiye ABD, İngiltere ve AB ülkelerinden toplamda 90.000 tona yakın plastik atık ithal etmiş durumdaydı. Bu eğilim devam ederse 2026 yılı sonunda ithal edilen miktarın 1 milyon tona ulaşarak tarihi bir zirveye erişmesi şaşırtıcı olmayacaktır. Böylece Türkiye, kendi belediye atıklarını yeterince ayrıştıramayan, geri kazanım altyapısı sınırlı olan ve plastik kirliliğiyle mücadelede halihazırda zorlanan bir ülkeyken, başka ülkelerin plastik atıklarıyla da boğuşan bir merkeze dönüştü.

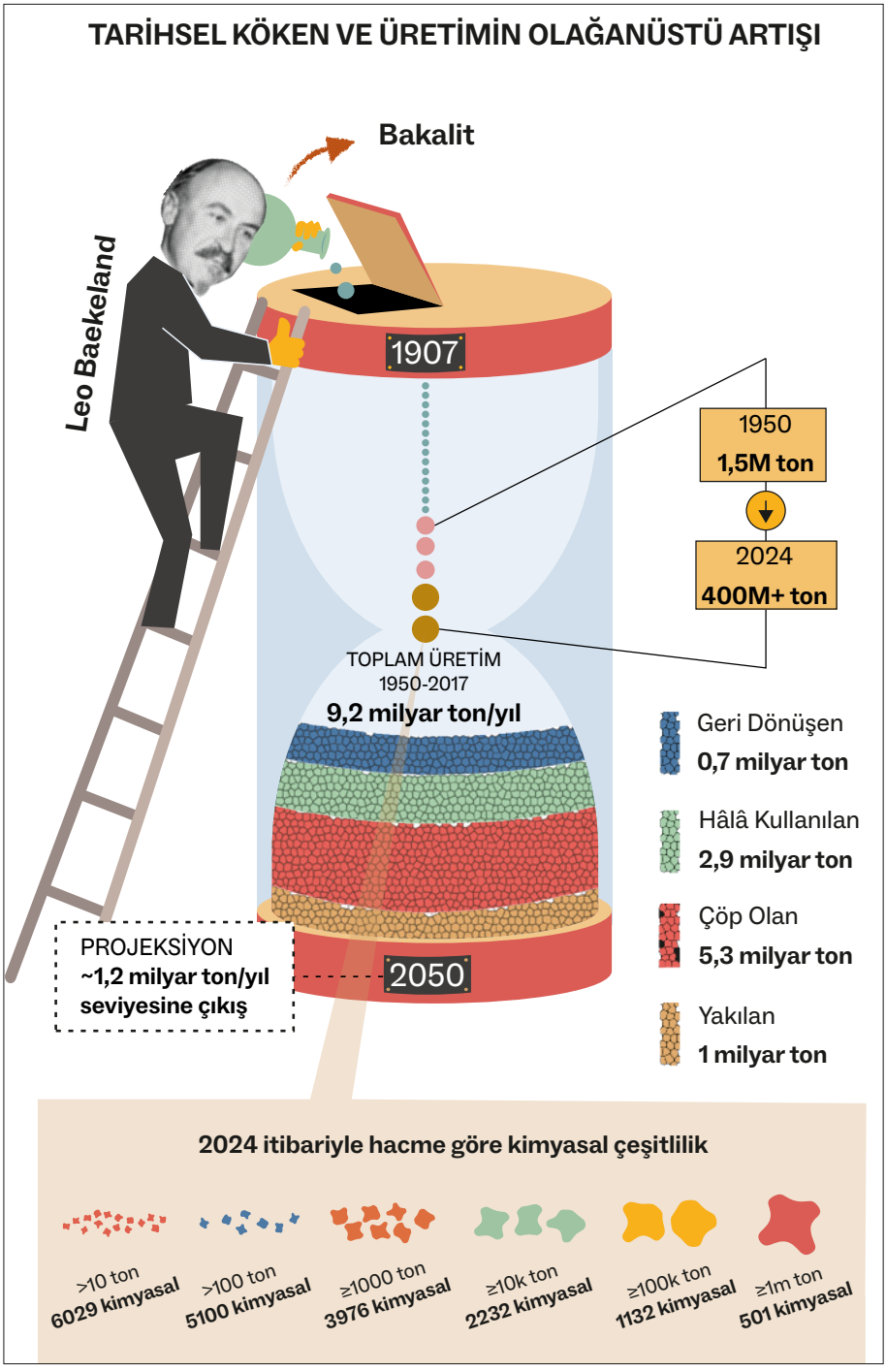
PLASTİK HANGİ ALANDA KULLANILIYOR?

Türkiye'de plastiğin yüzde **40'ı ambalajlarda,** yüzde 22'si inşaatta kullanılıyor. Otomotiv, elektronik ve tekstil gibi alanlar da önemli kullanıcılar arasında.




Türkiye,
AB plastik
atık ihracatının
açık ara
en büyük alıcısı
Türkiye
342
314
424


Ton (bin)
2022
2023
2024
450
400
350
300
250
150
100
50
0
Malezya
Endonezya
Vietnam
İngiltere
İsviçre
Mısır
ABD
S. Arabistan
Sırbistan


TARİHSEL KÖKEN VE ÜRETİMİN OLAĞANÜSTÜ ARTIŞI
Bakalit
Leo Baekeland
1907
1950
1,5M ton
2024
400M+ ton
TOPLAM ÜRETİM
1950-2017
9,2 milyar ton/yıl
PROJEKSİYON
~1,2 milyar ton/yıl
seviyesine çıkış
2050
Geri Dönüşen
0,7 milyar ton
Hâlâ Kullanılan
2,9 milyar ton
Çöp Olan
5,3 milyar ton
Yakılan
1 milyar ton
2024 itibariyle hacme göre kimyasal çeşitlilik
>10 ton
6029 kimyasal
>100 ton
5100 kimyasal
≥1000 ton
3976 kimyasal
≥10k ton
2232 kimyasal
≥100k ton
1132 kimyasal
≥1m ton
501 kimyasal

Atık ithalatı çoğu zaman "geri dönüşüm için hammadde ihtiyacı" söylemiyle gerekçelendirilir. Ancak bu söylem birkaç açıdan sorunludur. Birincisi, Türkiye'de yerli plastik atıkların önemli bir kısmı zaten yeterince toplanamamakta ve geri dönüşüm sistemine girememektedir. Eğer bir ülkede kendi plastik atığını toplama, ayrıştırma ve kaliteli biçimde işleme kapasitesi düşükse, dışarıdan atık ithal etmek döngüsel ekonomi hedefleriyle çelişebilen bir yönetişim sorunu yaratır. İkincisi, ithal atıklar her zaman temiz, homojen ve yüksek kaliteli hammaddeler değildir. Karışık, kirli, düşük değerli ya da geri dönüştürülmesi ekonomik olmayan plastikler sistemin içine girdiğinde, bunların bir kısmı yakılabilir, depolanabilir, yasadışı biçimde dökülebilir ya da çevreye sızabilir. Bu riskle ilişkilendirilen olaylar arasında fabrika yangınları ve Akdeniz'de baş gösteren kırpılmış plastik istilası sayılabilir. Üçüncüsü, ithal atık yerli atığın değer zincirini de bozar. Kimi ticari modellerde sübvanse edilen ya da nakliye maliyeti gönderici tarafından üstlenilerek ucuzlatılan ithal plastik atık, yerli atık toplama sistemini zayıflatır, atık toplayıcılarının gelirini düşürür ve belediyelerin kaynakta ayrıştırma teşviklerini zayıflatabilir.

Geri dönüşümün kendisi de plastik atık yönetişiminde sorgulanması gereken bir alandır. Geri dönüşüm elbette gereklidir ancak plastik krizinin ana çözümü olarak sunulduğunda yanıltıcıdır. Çünkü plastiklerin büyük kısmı teknik, ekonomik ya da kimyasal nedenlerle etkili bir şekilde geri dönüştürülemez.

Her dönüşümde malzeme kalitesi düşebilir; katkı kimyasalları ve kirleticiler yeni ürünlere taşınabilir; parçalama ve yıkama süreçleri mikroplastik salımına neden olabilir. Özellikle plastik geri dönüşüm tesislerinin yoğunlaştığı bölgelerde, yıkama sularının uygun arıtımdan geçirilmeden alıcı ortamlara verilmesi ciddi bir kirlilik kaynağıdır. Adana gibi plastik atık ithalatının ve geri dönüşüm tesislerinin yoğunlaştığı bölgelerde, sulama kanallarında gözlenen mikroplastik yükü, geri dönüşümün de kontrolsüz yürütüldüğünde bir kirlilik kaynağına dönüşebileceğini göstermektedir. Bu durum, "geri dönüşüm" kelimesinin tek başına çevresel iyilik anlamına gelmediğini açıkça ortaya koyar.

Türkiye'de plastik atık yönetişimi açısından denetim meselesi bu nedenle hayati önemdedir. Atığın gümrükten geçişinden tesise kabulüne, tesisteki işleme sürecinden nihai ürün çıkışına kadar her aşamanın izlenebilir olması gerekir. Bugünkü sistemde ise denetim çoğu zaman belge kontrolüne, lisans varlığına ya da tesis kapısına kadar yapılan takibe indirgenmektedir. Oysa plastik atık ticareti, yüksek kâr ve düşük yakalanma riski dolayısıyla yasadışı uygulama riskinin bulunduğu bir alandır. Kâğıt üzerinde geri dönüşüm tesisine girmiş görünen bir atığın gerçekten işlendiğini, ne kadarının fire verdiğini, firesinin nereye gittiğini ve nihai ürünün ne olduğunu bilmeden etkin yönetişimden söz edilemez. Bu nedenle dijital kütle dengesi, bağımsız denetim, anlık veri paylaşımı, atık hareketlerinin kamuya açık biçimde izlenmesi ve yerel çevre denetimlerinin güçlendirilmesi önerilmektedir.

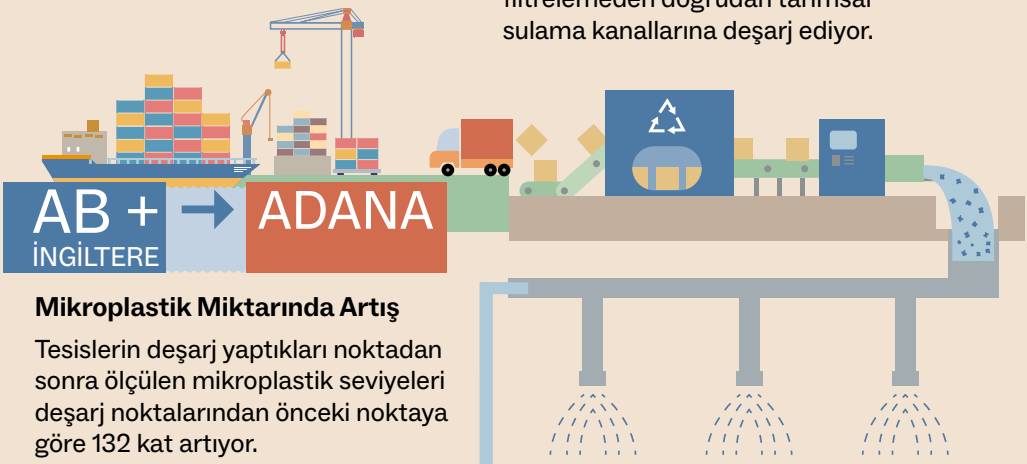
Türkiye'de plastik atık yönetişimi, yalnızca teknik kapasite sorunu değil, aynı zamanda ekonomi politik, çevresel adalet ve demokratik denetim meselesidir.

KÜRESEL ATIK TRANSFERİ

İngiltere ve AB'den gelen plastik atıkların yaklaşık yüzde 60'ı Adana'daki tesislere ulaşıyor.

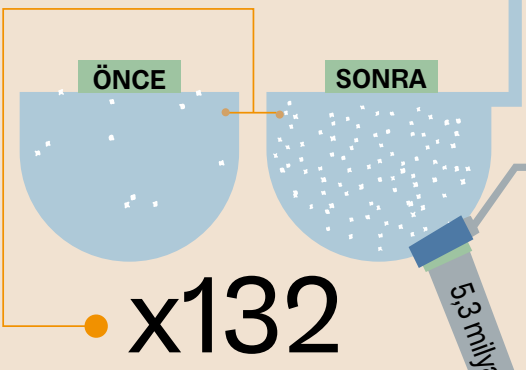
Denetimsiz Endüstriyel Atık Su Deşarjı

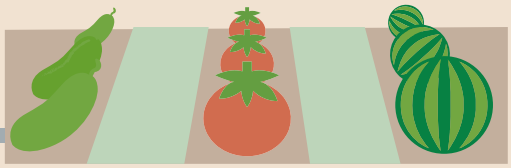
Geri dönüşüm tesisleri, işleme sularını filtrelemeden doğrudan tarımsal sulama kanallarına deşarj ediyor.



Mikroplastik Miktarında Artış

Tesislerin deşarj yaptıkları noktadan sonra ölçülen mikroplastik seviyeleri deşarj noktalarından önceki noktaya göre 132 kat artıyor.





Tarımsal Üretim ve Gıda Güvenliği Tehdidi

Kirlenmiş suyla sulanan ihraç amaçlı meyve ve sebzeler, mikroplastikleri ve kimyasalları gıda zincirine taşıyor.

Atık Sömürgeciliği ve Çevresel Adaletsizlik

Gelişmiş ülkelerin tüketim atıkları, zayıf denetim altındaki bölgelerde kronik kirlilik yaratıyor.



Akdeniz'e Kesintisiz Mikroplastik Akışı

Sulama kanalları, saatte 5,3 milyar tona kadar mikroplastiği Seyhan Nehri'ne ve Akdeniz'e taşıyor.

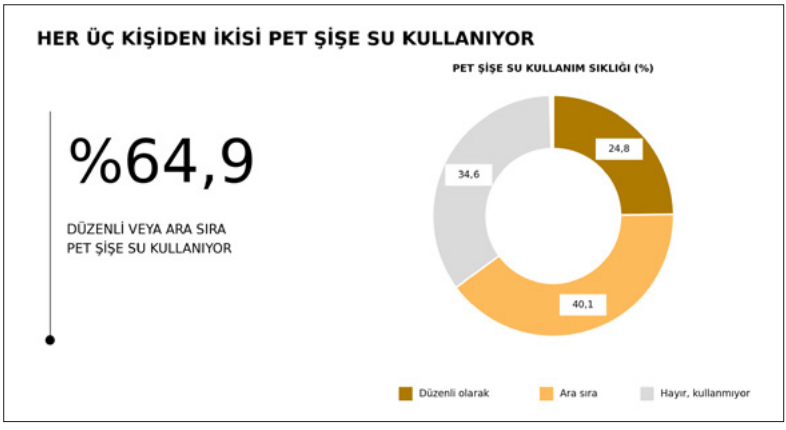
Plastik üretimi artmaya devam ederken, tek kullanımlık ürünler gündelik hayatı kuşatırken ve atık ithalatı geri dönüşüm adı altında olağanlaştırılırken, yalnızca daha fazla tesis kurmak ya da daha fazla çöp kutusu yerleştirmek yeterli olmayacaktır. Türkiye'nin plastik atık politikasının merkezine önleme, azaltım, yeniden kullanım, güçlü üretici sorumluluğu, yerel yönetim kapasitesinin artırılması, kayıtdışı atık emeğinin güvence altına alınması ve atık ithalatının yasaklanması yerleştirilmelidir. Aksi halde geri dönüşüm, plastik krizini çözen bir araç olmaktan çok, krizin üzerini örten parlak bir ambalaja dönüşür.

2 Plastik Kirliliğinin Görünmeyen Yüzü: PET Şişe, Çeşme Suyu ve Su Hakkı

Araştırma Künyesi

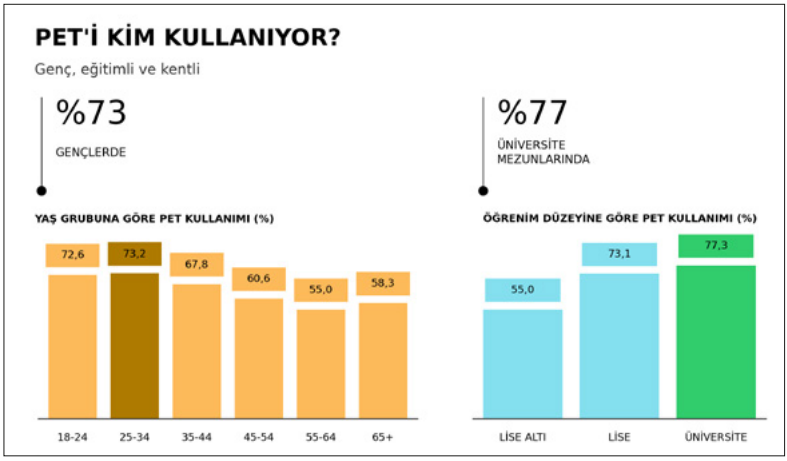
Spectrum House tarafından yapılan bu araştırmadaki bulgular, 2026 yılında Türkiye genelinde 18 yaş ve üzeri yetişkinlerle gerçekleştirilen, NUTS-2 sınıflandırmasına göre 26 ili ve ülkenin yedi coğrafi bölgesini temsil eden 2019 kişilik örneklemden oluşan "Türkiye'de İklim ve Su Tüketim Algısı Araştırması"na dayanmaktadır. Araştırma dört ana başlıkta veri toplamıştır: demografik profil, iklim değişikliği algısı, içme suyu kaynağı tercihleri ve PET şişe su tüketimi; bulgular ağırlıklandırılmış yüzdeler olarak sunulmuş ve demografik alt gruplara göre çapraz analiz edilmiştir.

Türkiye'de iklim değişikliği, plastik kirliliği algısı ile su tüketimi arasındaki ilişkiye dair yapılan araştırma ve değerlendirmeler oldukça sınırlıdır. Aslında bu durum sadece Türkiye için değil diğer ülkeler için de geçerlidir. Oysa bugün suya erişim hakkı plastik krizi ve iklim krizi ile de doğrudan ilişkilidir. Bu konuyu ele almayı amaçlayarak gerçekleştirilen bu araştırma Türkiye'nin iklim değişikliğine bakışını ve su tüketim alışkanlıklarını ortaya koymaya çalışmaktadır. Türkiye'de insanlar şişe suyuna neden yöneliyor ve bunun ne kadarı bir tercih, ne kadarı bir zorunluluk? Bu çalışma, bu soruyu plastik kirliliği ve içilebilir çeşme suyuna erişim hakkı ekseninde derinleştirmeyi amaçlıyor.

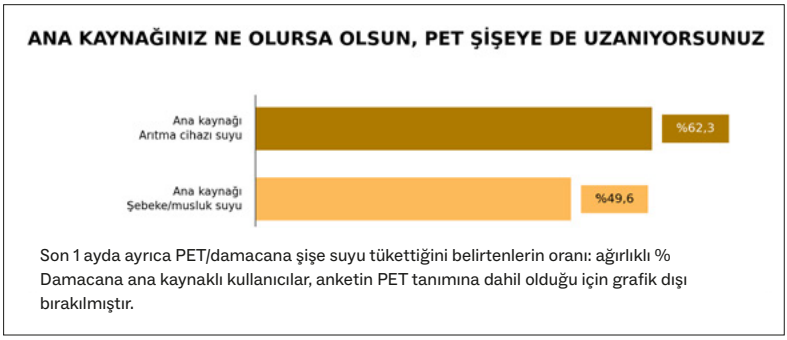


Herkesin Çantasında PET Şişe

Araştırmada günlük içme suyu kaynağı sorulduğunda katılımcıların yalnızca yüzde 3,1'i tek kullanımlık PET/plastik şişeyi (0,5-5L) ana kaynak olarak gösteriyor. Ancak bu düşük oran yanıltmasın çünkü aynı katılımcılara "son bir ay içinde PET veya damacana şişe su tükettiniz mi" diye ayrıca sorulduğunda oran yüzde 64,9'a çıkıyor. Yani PET/damacana şişe suyu Türkiye'de bir "ana kaynak" değil, nüfusun üçte ikisinin başvurduğu bir "tamamlayıcı kaynak" oluşturuyor.



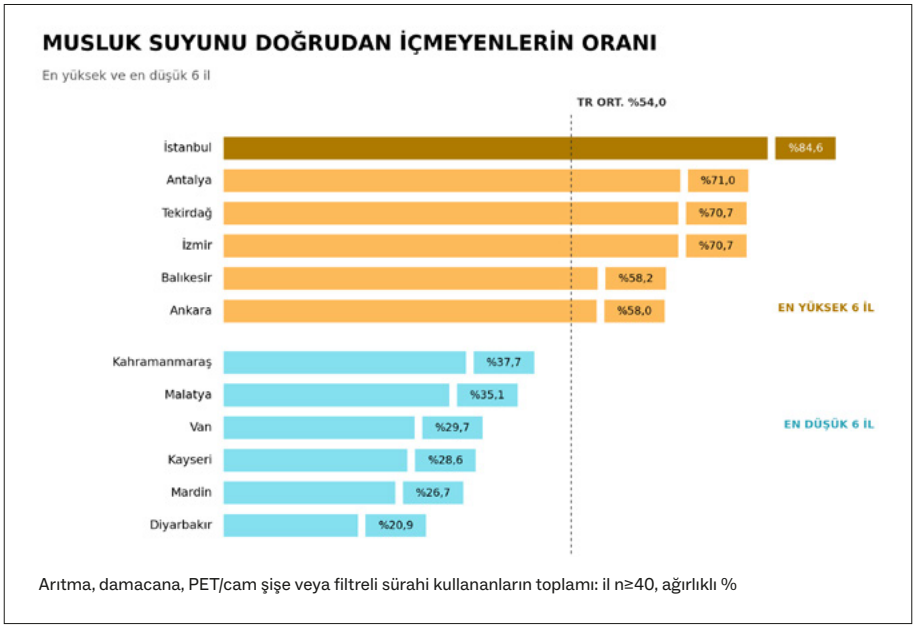
Bunun en çarpıcı göstergesi, ana içme suyu kaynağı olarak doğrudan şebeke/musluk suyunu seçenlerin bile yüzde 49,6'sının son bir ayda ayrıca PET veya damacana şişe su satın almış olmasıdır. Evinde arıtma cihazı kullananlarda bu oran yüzde 62,3'e çıkıyor. Suyunu güvenilir bulduğunu düşünen ya da bunun için zaten yatırım yapmış (arıtma cihazı) hanelerin çoğu da dışarıda yine plastik şişeye uzanıyor.



TÜİK 2025 verilerine göre Türkiye'de 18 yaş ve üzeri yetişkin nüfus yaklaşık 65 milyon kişi (toplam nüfus ~86,1 milyon içinde çocuk nüfus payı yüzde 24,8). Yüzde 64,9'luk PET/damacana tüketim oranı kabaca uygulandığında, son 1 ayda en az bir kez PET /damacana şişe su tüketmiş yaklaşık 42 milyon yetişkin bulunuyor.

İçilebilir Çeşme Suyu: Bir Hak mı, Bir Şans mı?

Araştırma sonucunda Türkiye genelinde toplumun yüzde 46'sının içme suyunu doğrudan şebekeden/musluktan içtiği anlaşılıyor. Ancak bu oran il bazında incelendiğinde tablo hayli farklı. Yeterli örneklem büyüklüğüne sahip illerin (n≥40) verisine bakıldığında İstanbul'da katılımcıların yalnızca yüzde 15,4'ü suyunu doğrudan musluktan içiyor, yani yüzde 84,6'sı arıtma, damacana ya da şişe suyuna yöneliyor. Antalya, Tekirdağ ve İzmir'de bu oran yüzde 70'in üzerinde. Örneklem sınırlılığı göz önünde tutulmakla birlikte, tablonun diğer ucunda Diyarbakır (yüzde 79,1), Mardin (yüzde 73,3) ve Kayseri (yüzde 71,4) gibi illerin şebeke suyuna çok daha yüksek oranda yöneldiği görülüyor.

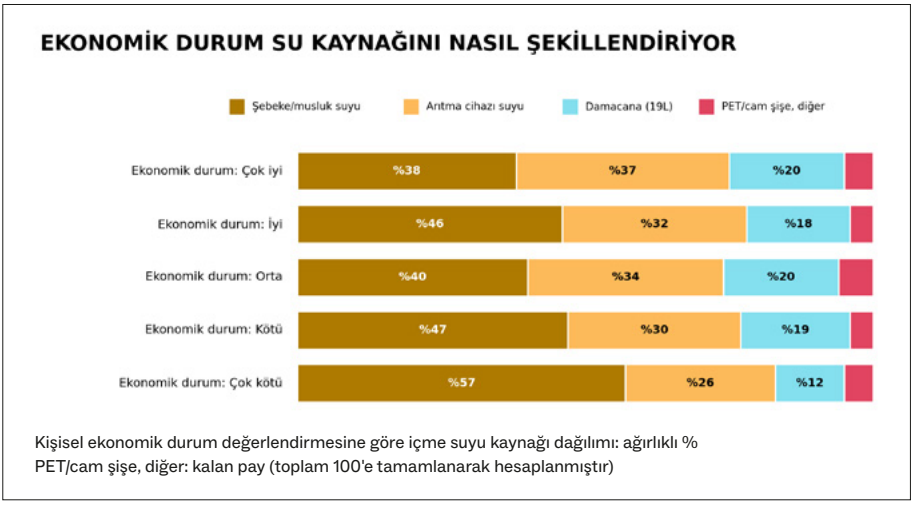


Bu tablo ilk bakışta "büyük ve gelişmiş şehirlerde musluk suyuna güven daha düşük, ülkenin daha az gelişmiş şehirlerinde daha yüksek" şeklinde okunabilir. Ancak araştırmanın ekonomik durum kırılımları büyük ölçüde tam tersini işaret ediyor. Kişisel ekonomik durumunu "çok kötü" olarak tanımlayanların yüzde 57'si şebeke suyuna bağımlıyken, bu oran "çok iyi" diyenlerde yüzde 38'e düşüyor. Yani algılanan ekonomik durum iyileştikçe insanlar şebekeden uzaklaşıp arıtma cihazı ve damacanaya kayıyor. Bu tablo "Zorunlu Az Tüketen" (yüzde 24,9) grubu olarak nitelendirilebilir. Yani bu grubun düşük plastik tüketimini çevre bilincinden değil ekonomik kısıttan dolayı sergilediği ve şebeke suyuna daha bağımlı olduğu düşünülebilir. Dolayısıyla bu durum çeşme suyuna olan bağımlılığın nedeni olarak maddi durumu işaret etmenin yanında aynı zamanda düşük gelirli yurttaşların sağlıklı suya erişimi için de bir fırsat yaratmaktadır. Yani altyapı yatırımlarını

iyileştirilerek temiz ve kaliteli içme suyu sağlama hizmetinin daha da erişilebilir hale getirilmesi bu bağlamdaki kırılganlığı da azaltacaktır.

Ev Tipi Arıtma: Bireyselleşen Bir Kamu Sorunu

Araştırmaya göre katılımcıların yüzde 31,3'ü ana kaynak olarak ev tipi arıtılmış su kullanıyor. Bu tercih şebekeden sonra ikinci en yaygın içme suyu kaynağı. Bu oran, suyu güvenli hale getirme sorumluluğunun kamu altyapısından hanelere doğru kaydığının bir göstergesi olarak okunabilir. Nitekim ekonomik durum kırılımı bu "bireysel çözüm"ün de eşit dağılmadığını gösteriyor.



Kişisel ekonomik durum değerlendirmesine göre içme suyu kaynağı dağılımı: ağırlıklı %
PET/cam şişe, diğer: kalan pay (toplam 100'e tamamlanarak hesaplanmıştır)

Ekonomik durumunu "çok iyi" olarak tanımlayanlarda arıtma cihazı ve damacana kullanımının toplamı yüzde 57'ye çıkıyor (yüzde 37 arıtma + yüzde 20 damacana), yani bu grubun yarısından fazlası, ek bir bedel gerektiren bir kaynağa yönelmiş durumda. "Çok kötü" diyenlerde aynı toplam yüzde 38'de kalıyor (yüzde 26 arıtma + yüzde 12 damacana). Bu grubun yüzde 57'si hâlâ doğrudan şebeke suyu tüketiyor. Başka bir deyişle, ek ücret ödenerek alınan su bir hane için ne kadar "satın alınabilir" bir kalemse, o hane şebeke suyundan o kadar uzaklaşabiliyor. Bu, suyu güvenli hale getirmenin kamusal bir sorumluluktan bireysel bir tüketim kararına ve bir hane bütçesi kalemine dönüştüğünün açık bir işareti.

Plastik Kirliliği ile Su Hakkı Aynı Meselenin İki Yüzü

Bu veriler bir araya geldiğinde ortaya çıkan tablo Türkiye'de plastik şişe su tüketimini azaltmanın yalnızca bir davranış değişikliği ya da farkındalık meselesi olmadığını gösteriyor. Daha açık bir ifadeyle insanlardan PET şişeyi "bırakmala-

rını" istemek yerine, evinde, işinde, okulunda güvenilir ve erişilebilir çeşme suyu imkânına sahip olmaları sağlanmalıdır (yenilenmiş altyapılar, ücretsiz su istasyonları gibi). Çalışma sonucuna göre toplumun dörtte biri (yüzde 24,9) zaten az plastik tüketiyor, ama bunu bir çevre tercihi olarak değil bir ekonomik kısıt olarak yaşıyor olma ihtimali yüksek. Bu grubu "çevreci" diye nitelendirmek, aslında gelir kaynaklı dezavantajlı durumlarının yarattığı eşitsizliği de görünmez kılabilir.

Sonuç olarak, plastik kirliliğinin azaltılması ile içilebilir çeşme suyuna erişimin bir hak olarak güvence altına alınması, birbirinden ayrı iki gündem değil aynı meselenin iki yüzüdür. Şebeke suyunun her ilde ve her gelir grubunda güvenilir, lezzetli ve içilebilir olduğu bir Türkiye'de, milyonlarca yetişkinin cebinden çıkardığı parayla satın aldığı PET şişeye ihtiyacı büyük ölçüde azalabilir.

Yöntem Notu

İl bazlı karşılaştırmalarda güvenilirlik için yalnızca n≥40 katılımcıya sahip iller kullanılmıştır. Türkiye nüfusuna dair oranlamalar TÜİK'in 2025 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçlarına dayanır ve yaklaşık değerlerdir. Tüm yüzdeler, araştırmanın kendi ağırlıklandırma katsayısı (Weight) kullanılarak hesaplanmıştır.

3 Türkiye'de Plastik Kirliliğinin Mevcut Durumu

3.1. Türkiye Topraklarının Plastik Kirliliği, Sorunları ve Çözüm Önerileri

Görünmeyen Bir Kayıt Defteri Olarak Toprak

Toprak üzerinde olanı taşır, içinde olanı saklar. Bitkileri besler, suyu tutar, canlılığını sürdürür. Ama bir yandan biriktirir. Üzerine bırakılan her şeyi, yapılan her müdahaleyi kendi yapısına katar. Toprak yalnızca bir üretim ortamı değildir, bir yandan kayıt tutar. Bu kayıtta son yıllarda yeni bir katman belirginleşiyor: plastik. Günlük yaşamın ayrılmaz parçası haline gelen plastik, kullanım ömrü dolduğunda kendiliğinden yok olmaz. Parçalanır, küçülür ve çoğu zaman fark edilmeden çevresel sistemlere karışır. Üretilen plastiğin büyük kısmı sistemde kalır. Suyla taşınır, havayla yayılır, sonunda toprağa ulaşır. Nitekim araştırmalar karasal ortamlara taşınan yükün, sucul sistemlerden çok daha fazla olabileceğini gösteriyor.

Tıpkı süngerin suyu emmesi gibi, toprak da üzerine geleni içine alır. Üstelik göründüğünden çok daha kalabalık bir yerdir. Bir avuç toprakta milyarlarca mikroorganizma yaşar. Mantarlar, bakteriler, solucanlar, böcekler birlikte çalışarak toprağı canlı tutar, besinleri döngüye sokar, bitkileri besler. Plastik parçacıklar bu canlı dünyanın içine karıştığında, artık sadece bir kirletici olmayıp milyarlarca canlının yaşam alanına giren yabancı bir unsurdur. Bu parçacıklar gitgide küçülüp gözle görünmez hale gelir. Ama yok olmaz. Toprağın içinde birikmeye devam eder.

Kirliliğin Kaynakları

Toprağa ulaşan yük tek bir kaynaktan gelmez; çeşitli faaliyetlerin birleşimiyle oluşur. Bu kaynakların başında tarım gelir. Plastik malçlar, sera örtüleri, sulama ekipmanları ve diğer sentetik materyaller zamanla aşınıp parçalanır ve toprağa karışır. Bu süreç çoğu zaman gözle fark edilmez, yıllarla birikip kendini gösterir.

Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerine yönelik çalışmalar plastik kirliliğinin en kaygı uyandıran biçimlerinden biri olan mikroplastik birikiminin boyutunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda ortaya konulan veriler, tarımsal alanlarda

en yüksek mikroplastik yoğunluğunun kilogram toprak başına 440 mikroplastik parçacığı ile Adana'da olduğunu ortaya koyuyor. Bu değerler Çanakkale'den rapor edilen değerlerin yaklaşık sekiz katı. Bölgesel ortalamalar incelendiğinde ise Akdeniz'de aynı değerin yaklaşık 300, Ege'de 180 ve Marmara'da 160 olduğu tespit edilmiştir. Malç uygulanmış tarım topraklarında ortalama parçacık miktarı 192,7 iken, kentsel alanlarda bu değer 127,3 düzeyindedir. Fark miktarla da sınırlı değildir. Tarım topraklarındaki mikroplastiklerin büyük bölümü küçük boyutlu ve çoğunlukla lif formundadır. Dolayısıyla plastik kullanımı yalnızca yüzeyde kalmaz, zamanla toprağın yapısına da karışır.

Topraktaki mikroplastik kirliliğinin tek kaynağı tarımsal faaliyetler değildir. Atık yönetimi de önemli bir kirlilik kaynağıdır. Özellikle yasal veya yasadışı atık döküm/depolama alanlarında kirlilik çok belirgindir. Çalışmalar açık döküm ve hurdalık sahalarının mikroplastik birikimi açısından en yoğun noktalar olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan ölçümlerde kilogram toprak başına 311 ile 463 adet mikroplastik parçacık raporlanmıştır. Hurda alanlarında kilogram toprak başına 700 parçacık ile Mersin öne çıkarken, açık döküm alanlarında Aydın 640 ile en yüksek değere ulaşmaktadır.

Konya'nın Hüyük ilçesinde çilek üretim alanlarında yürütülen çalışmalar, plastik malç kullanımının sürdüğü arazilerde mikroplastik parçacık miktarının kilogram toprak başına 377'ye kadar ulaştığını göstermektedir. Bu parçacıkların büyük bölümü lif ve parça formundadır. Yapılan başka bir çalışma Türkiye'de tarımsal plastik kullanımının doğrudan toprakta plastik birikimine dönüştüğünü açık biçimde ortaya koymaktadır. Adana/Karataş bölgesinde sera örtüleri ve damla sulama borularının yoğun kullanıldığı tarım alanlarında yapılan ölçümlerde, toprakta ortalama kilogram başına 16,5 plastik parçacık olduğu belirlenmiştir. En yüksek değer bahçe bölgesinden alınan örnekleme noktasında yaklaşık 40 parçacık/kg'a ulaşırken, plastik kullanılmayan alanlarda bu miktarın yok denecek kadar düşük olduğu görülmüştür. Çalışmada tespit edilen parçacıkların yüzde 90 kadarının sera örtülerinden kaynaklanması, tarımsal plastiklerin zamanla parçalanarak doğrudan toprağın bir bileşeni haline geldiğini göstermektedir.

Mikroplastik kirliliği yalnızca tarla sınırlarında kalmaz. Karaman ilinde 8 farklı arazi kullanım türünü kapsayan bir çalışmada, en yüksek mikroplastik yükünün tarım alanlarında değil, yoğun nüfuslu konut bölgelerinde ölçülmesi bu duruma kanıt oluşturmaktadır. Karaman'da ölçülen kilogram toprak başına 1683 parçacık seviyesi, malç uygulanan tarım arazilerindeki ölçümün yaklaşık 9 katına karşılık gelmektedir. Sanayi alanlarında bu değer 606 iken, atık suyla sulanan tarım arazilerinde ise 276 olarak ölçülmüştür. Yoğun nüfuslu konut alanlarında evsel plastik atıklar, ambalaj materyalleri ve günlük yaşam kaynaklı plastik kullanımı öne çıkarken; sanayi bölgelerinde endüstriyel işlemler, plastik hammaddeleri ve mekanik aşınma süreçleri olası bir kirlilik kaynağıdır.

TOPRAKTAKİ PLASTİK KİRLİLİĞİNİN MEVCUT DURUMU

Tarım alanlarında plastik malç ve sera örtüsü gibi yoğun girdiler nedeniyle mikroplastik birikimi kaçınılmaz

127,3 parçacık/kg

192,7 parçacık/kg



İl bazında uç değerler

ADANA



En yüksek yoğunluk

440 parçacık/kg

ÇANAKKALE



En düşük yoğunluk

53 parçacık/kg

Bölgeye göre yoğunluk

300 parçacık/kg



Akdeniz Bölgesi

180 parçacık/kg

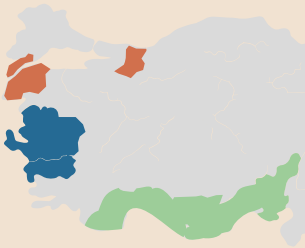


Ege Bölgesi

160 parçacık/kg



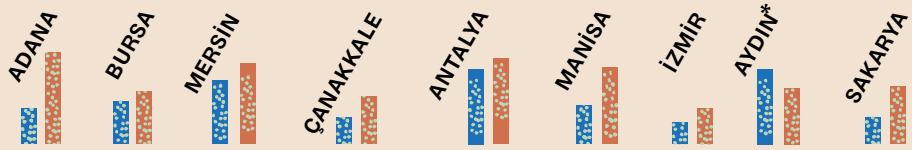
Marmara Bölgesi



Akdeniz Bölgesi, Marmara Bölgesi'nin yaklaşık iki katı yoğunluğa sahip.

İllere göre mikroplastik yoğunluğu

Kent alanları | Tarım alanları



*Aydın hariç, tarımsal alanlar her zaman kentsel alanlardan daha kirli.

Tehlikeli Bir Ortaklık: Taşıyıcı Etki

Topraktaki mikroplastik kirliliği tek bir noktadan yayılan bir sorun değildir. Aksine farklı kaynakların aynı ortamda buluştuğu bir birikim sürecidir. Toprak aynı zamanda farklı kirleticilerin bir arada bulunduğu bir ortamdır. Mikroplastikler bu yapının içine girdiğinde yalnızca yeni bir kirletici eklenmez; diğer kirleticilerle etkileşime giren aktif bir yüzey de oluşur. Bu durum taşıyıcı etki olarak tanımlanır. Mikroplastiklerin yüzeyleri ağır metalleri ve kimyasal kirleticileri adsorbe eder, tutar ve sonrasında da onlarla birlikte hareket eder. Yani toprak içinde bu kirleticiler artık tek başına yavaş yavaş ilerlemez. Mikroplastikler bunları çok daha hızlı ve çok daha uzağa taşımaya yardımcı olur. Üstelik parçacıklar küçüldükçe bu etki daha da güçlenir. Özellikle 500 µm'nin altındaki parçacıkların taşıma kapasitesi belirgin biçimde artar. Yapılan çalışmalar, mikroplastiklerle birlikte kirleticilerin toprak içindeki hareketliliğinin 1,5-3 kat artabildiğini göstermektedir.

Toprak kirliliği aynı zamanda onu yaşama ve büyüme ortamı olarak kullanan canlıların da doğrudan bu kirlilikten etkilenmesine neden olur. Bitkiler kökleri aracılığıyla, toprakta erişilebilir halde bulunan her şeyi alır. Mikroplastiklerle birlikte kadmiyum ya da kurşun, normalde bitkiye ulaşamayacağı miktarlarda kök dokusuna girebilir. Yapılan deneysel çalışmalar bu etkiyi sayılarla ortaya koymaktadır: Polietilen mikroplastiklerin varlığında bitki dokularındaki kadmiyum birikiminin kontrol koşullarına göre yüzde 20-40 yükseldiği belirlenmiştir. Türkiye'nin tarım toprakları hem plastik kirliliği hem de ağır metal baskısı altındadır. İki kirletici aynı toprağı paylaştığında mikroplastikler ayrıca taşıyıcı bir işlev görür. Mesele artık yalnızca "toprakta plastik var" sorunu değildir. Topraktaki diğer kirleticilerin nasıl davrandığı da bu yapıya bağlıdır. Mikroplastikler mevcut kirlenme süreçlerini yalnızca artırmakla kalmaz; bu süreçlerin yönünü değiştirebilen aktif bir bileşen olarak rol almaya başlar. Bu belirsizliğin bir boyutu da zamanla ilgilidir. Topraktaki mikroplastikler onlarca yıl kalabilir. Ancak bu süreçte nasıl dönüştüklerini, daha küçük parçalara ayrılırken ne kadar toksik hale geldiklerini ve hangi koşullarda daha hızlı parçalandıklarını bilmiyoruz. Türkiye'nin Akdeniz iklimindeki yüksek sıcaklık ve yoğun UV ışığının plastik parçalanmasını hızlandırabileceğine dair göstergeler var ancak bu sürecin toprak sağlığına uzun vadeli etkileri henüz ölçülmemiştir.

Görünmeyen Sorun: Bilginin Sınırları

Görünmeyen bir sorunu anlamak kolay değildir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalar mikroplastiklerin topraktaki varlığını açıkça ortaya koymaktadır. Ancak ne kadar oldukları, nasıl davrandıkları ve uzun vadede neye dönüşecekleri tam olarak bilinmiyor. Bu belirsizliğin bir kısmı ölçümün kendisinden kaynaklanmaktadır. Farklı çalışmalar farklı boyut aralıklarını esas alır, farklı

yöntemler kullanır. Küçük parçacıklar çoğu zaman gözden kaçtığı için gerçek miktarlar büyük olasılıkla ölçülenden çok daha yüksektir. Türkiye'deki çalışmaların büyük bölümü belirli bölgelerle sınırlı ve çoğunlukla tek seferlik örneklemelere dayanmaktadır. Üstelik aynı sayıdaki mikroplastik her koşulda aynı etkiyi yaratmaz. Parçacığın boyutu, şekli ve plastik türü davranışı doğrudan etkiler. Küçük parçacıklar toprakta daha hızlı hareket eder, bitki köküne daha kolay ulaşır. Mevcut çalışmalar mikroplastiklerin toprakta onlarca yıl kalabildiğini göstermektedir. Bugün bildiğimiz bir şey varsa o da mikroplastiklerin Türkiye topraklarında yaygın olarak var olduklarıdır. Yanıtını bilmediğimiz sorular ise hâlâ fazladır. Hangi koşullarda daha hızlı parçalanırlar? Ne kadar süreyle kalırlar? Hangi koşullarda daha zararlı hale gelirler? Bu sorular yanıtsız kaldıkça risk de görünmez kalmaya devam eder.

Toprağı İşleyen Eller: Tarım İşçilerinin Plastik Maruziyeti

Topraktaki mikroplastik kirliliği yalnızca bir çevre sorunu değildir. Aynı zamanda bir çevresel adalet meselesidir. Bu meselenin en görünmez boyutu, toprağı doğrudan işleyen tarım işçilerinin karşı karşıya olduğu risktir. Türkiye'de yaklaşık 2 milyon mevsimlik tarım işçisi toprakla iç içe çalışmaktadır. Elleri toprağa, sırtları güneşe dönük bu işçiler malç sererken, sera örtüsü takarken, hasat sonrası plastik kalıntıları toplarken mikroplastiklerle ve plastiklerle ilişkili kimyasallarla doğrudan ve sürekli temas kurar. Bu maruziyetin ilk önemli aşaması malç ve sera örtüsü uygulamalarıdır. Polietilen malçlar serilirken, yırtıldığında ve hasat sonrası söküldüğünde parçalanan plastik parçacıklar havaya karışır. Uzun saatler boyunca açık alanda ve çoğu zaman herhangi bir koruyucu ekipman olmaksızın çalışan işçiler bu parçacıklara hem soluyarak hem de cilt temasıyla maruz kalır. İkinci aşama ise plastik atıkların toplanmasıdır. Tarladan toplanan plastik atıklar ve deforme olmuş sulama boruları çoğunlukla çıplak elle toplanır. Parçalanmış plastikler, yüzeylerinde pestisit kalıntıları ve yapılarında tehlikeli kimyasalları taşıyabildiğinden bu temas yalnızca mekanik değil, aynı zamanda kimyasal bir maruziyet yaratır.

Tarım işçileri mikroplastiklere aynı anda üç farklı yoldan maruz kalır: yutarak, soluyarak ve cilt temasıyla. Tarlada geçirilen uzun çalışma saatleri, kirlenmiş toprakla sürekli temas ve parçalanan plastiklerden yükselen partiküller bu maruziyeti kronik hale getirir. Yapılan çalışmalar, solunan plastik parçacıklarının akciğer dokusunda birikebildiğini, bağışıklık sistemini zayıflattığını ve uzun vadede kalıcı solunum yolu hasarına yol açabildiğini ortaya koymaktadır. Türkiye'de tarım işçilerinin plastik maruziyetini doğrudan ölçen bir çalışma henüz bulunmamaktadır. Bu boşluk, sorunun görünmezliğini daha da derinleştirmektedir. Toprağı kirleten plastik, onu işleyen bedeni de zehirlemektedir. Tarım işçileri bu kirliliğin hem en yakın tanığı hem de en savunmasız tarafıdır.

Yasal Çerçeve ve Yönetim Boşlukları: Türkiye Nerede Duruyor?

Mikroplastik kirliliği yalnızca teknik bir sorun değildir. Aynı zamanda bir yönetim sorunudur. Türkiye'de toprak ve su kalitesine ilişkin çeşitli düzenlemeler bulunmasına karşın mikroplastikler bu çerçevenin büyük ölçüde dışında kalmaktadır. Mevcut mevzuat, ağırlıklı olarak geleneksel kirleticilere odaklanmaktadır. Mikroplastikler için bağlayıcı sınır değerler, zorunlu izleme programları ve standart analiz yöntemleri henüz tanımlanmamıştır. Türkiye'deki veriler büyük ölçüde akademik çalışmalarla sınırlıdır; bu çalışmalar önemli bulgular ortaya koysa da ulusal ölçekte düzenli ve karşılaştırılabilir bir izleme sisteminin yokluğu sorunun yönetimini de ciddi ölçüde güçleştirmektedir.

Tarım arazilerini korumaya yönelik temel yasal çerçeve olan 5403 sayılı "Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu" arazilerin amaç dışı kullanımını kısıtlamayı hedeflemektedir. Ancak sanayileşme, kentleşme ve altyapı gerekçesiyle açılan istisnalar bu koruyucu çerçeveyi işlevsiz kılmaktadır. Özellikle tarım arazisinin sanayiye açılması iki yönlü tehdit yaratır. Birincisi, verimli toprakların kalıcı olarak üretim dışına çıkması ile bunun gıda güvencesini doğrudan tehdit etmesidir. İkincisi, dönüştürülen alanların çevresinde açık döküm sahaları, hurdalıklar ve denetimsiz geri dönüşüm tesisleri yoğunlaşır ve bu da mikroplastik birikimi için yeni odak noktaları üreterek gıda güvenliğini tehdit eder. Yani hem verimli, temiz topraklar kaybolur hem de mevcut tarım toprakları kullanılabilir niteliklerini yitirir. Dolayısıyla toprak kaybı ve plastik kirliliği birbirinden bağımsız sorunlar değil, aksine aynı yönetim boşluğunun iki farklı yüzüdür.

Türkiye'nin bu tablodaki yeri, Avrupa Birliği'nin (AB'nin) son adımlarıyla karşılaştırıldığında daha da belirginleşmektedir. AB, Aralık 2025'te tarihindeki ilk toprak izleme yasasını yürürlüğe koymuştur. Bu direktif toprağı ilk kez su ve hava gibi korunması zorunlu temel bir kaynak olarak tanımlamaktadır. Mikroplastik ve nanoplastiklerin toprak verimliliği üzerindeki etkileri direktifin metninde açıkça vurgulanmış ve üye devletlere bu kirleticileri izleme sistemlerine dahil etme yükümlülüğü getirilmiştir. 2050 yılına kadar AB genelinde "sağlıklı toprak" hedefi benimsenmiştir. Aynı dönemde AB, plastik pelet kayıplarını önlemeye yönelik ayrı bir tüzükle yılda 5 ton ve üzerinde plastik pelet işleyen tüm işletmelere zorunlu risk yönetim planı ve yıllık kayıp raporlaması şartı getirmiştir. AB'nin kimyasal maddeler mevzuatı kapsamında ise ürünlere kasıtlı olarak eklenen mikroplastikler kademeli olarak yasaklanmakta, 2030 yılına kadar çevreye salınan mikroplastiklerin yüzde 30 azaltılması hedeflenmektedir.

Türkiye plastik mevzuatında AB'yi referans almaktadır. Ancak AB en kapsamlı toprak izleme yasasını hayata geçirirken, Türkiye'de toprak mikroplastiklerini doğrudan kapsayan bağlayıcı bir düzenleme mevcut değildir. Aksine tarımsal alanların çevresindeki petrokimya yatırımları büyümekte, plastik geri dönüşüm tesislerinin sayısı artmaktadır. Tüm bu unsurlar Türkiye'deki yoğun tarımsal plastik kullanımıyla birlikte düşünüldüğünde, meselenin teknik bir eksiklikten ibaret olmadığı, stratejik tercihlerle de ilgili olduğu görülmektedir.

Asıl Mesele Geleceğimiz: Çözüm Önerileri

Toprak kendini yenileyebilir. Ama sınırsız değildir. Toprağa bir kez karışan mikroplastiği geri almak neredeyse imkânsızdır. En etkili yaklaşım bu yükün toprağa ulaşmasını en başta sınırlamaktır.

Türkiye tarımında plastik kullanımı yüksektir. Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde yaygın olan malç ve sera örtüsü uygulamaları, sulama ekipmanları ve ambalaj materyalleri zamanla parçalanarak toprağa karışır. Hasat sonrası plastik atıkların tarladan toplanması ve geri dönüşüm sistemlerine dahil edilmesi bu yükü doğrudan azaltma potansiyeli taşısa da gerek plastiğin bir malzeme olarak geri dönüştürülebilirliğine ilişkin sınırlılıklar gerekse de plastik üretimindeki ve kullanımındaki aşırı artış atıkların toplanması çabasının çözüme olan katkısını sınırlamaktadır. Benzer şekilde biyobozunur alternatifler umut verici bir seçenek sunsa da bu materyallerin Türkiye'nin farklı iklim ve toprak koşullarındaki uzun vadeli etkileri henüz yeterince araştırılmadığı için bu alternatiflerin çözüme ne ölçüde katkı sağlayacağı belirsizdir.

Su da plastik için bir taşıyıcıdır. Atık su arıtma tesislerinden çıkan arıtılmış su ve arıtma çamurları önemli miktarda mikroplastik içerebilir. Dolayısıyla bunların tarımda kullanımı mikroplastiklerin doğrudan toprağa taşındığı bir yol oluşturur. Mevcut arıtma tesisleri bu yükü tam olarak gidememektedir. Özellikle arıtma çamurunun tarım arazilerinde kullanımı, sucul sistemlerden toprağa uzanan bir kirlilik köprüsü kurmaktadır. Nehirler ve göller mikroplastikleri taşır; arıtma tesisleri onları toplar ama tamamen tutamaz ve bu çamur tarla toprağına karışınca döngü tamamlanır. Bu boşluğun kapatılması hem teknik çözümler hem de yatırım gerektiren bir önceliktir.

Toprağın kendi direncini artırmak da bir çözüm yolu sunmaktadır. Toprağın organik madde bakımından zenginleştirilmesi ve yapısının korunması, toprağın direncini artırabilir. Bunun yanı sıra plastikültür uygulamalarının azaltılması mikroplastik yükünü sınırlayabilir ve beraberinde mikroplastik birikimi de yavaşlar. Bu da kirleticilerin hareketliliğini sınırlar. Bu uygulamalar sorunu ortadan kaldırmasa da toprağın dayanma kapasitesini artırabilir.

Yasal adımlar ise ertelenecek bir mesele değildir. Mikroplastiklerin toprak, su ve atık yönetimi mevzuatına dahil edilmesi, ulusal ölçekte standartlaştırılmış bir izleme sisteminin kurulması, tarımsal plastik kullanımının sınırlandırılması ve arıtılmış atık suyun kullanımı ile atık sahalarının öncelikli düzenleme alanları olarak belirlenmesi gerekmektedir. AB bu adımları atmış durumdadır; Türkiye'nin referans aldığı bu çerçeveyle uyum sağlaması hem bir zorunluluk hem de bir fırsattır.

Tüm teknik ve yasal önlemlerin ötesinde en temel gerçek şudur: toprağa ulaşan plastik miktarı kaynağında azaltılmadan bu sorun çözülemez. Bu nedenle plastik üretimine getirilecek ulusal bir sınırlama, tarımsal üretimde tek kullanımlık plastik kullanımının azaltılmasını da beraberinde getirecektir. Bu sistemik önlemlere ek olarak atık yönetim sistemlerinin güçlendirilmesi ile üretici ve tüke-

tici sorumluluğunun artırılması bu süreci uzun vadede destekleyecektir. Özellikle tarımsal pestisit kullanımının kontrol altına alınması, tehlikeli atık niteliğindeki pestisit ambalajı sorununu da hafifletecektir. Bu ambalajların üretici sorumluluğu kapsamında geri alım programlarına dahil edilmesi önemli bir katkı sağlayacaktır.

Türkiye'de üretilen, tüketilen ve toprağa bırakılan plastik miktarı düşürülmeden teknik önlemler yetersiz kalır. Toprak kirliliği, çevresel bir sorun olduğu kadar üretim ve tüketim tercihlerinin de bir sonucudur. Ve bu tercihler değiştirilebilir.

3.2. Plastiğin Kirliliği Gölgesi Altında Türkiye'nin Tatlı Su Ekosistemleri

Gezegenimiz üzerindeki tatlı su kaynakları toplam su varlığının yalnızca yaklaşık yüzde 1'ini oluştururken, küresel değişimler bu sınırlı ekosistemler üzerinde ciddi baskılar yaratmaktadır. Türkiye'nin de içinde yer aldığı yarı kurak iklim kuşağında bu baskılar, hem ekosistem sağlığını hem de insan yaşamını doğrudan tehdit etmektedir. Bu baskılar arasında plastik kirliliği önemli bir yer tutmaktadır. 1950'den bu yana plastik üretiminin yıllık hacmi 450 milyon tonu aşmıştır. Bugüne kadarki toplam üretilen yaklaşık 13 milyar ton plastiğin yalnızca küçük bir kısmı geri dönüştürülmüş, büyük bölümü çöplüklere, orman kenarlarına ya da doğrudan su ortamlarına bırakılmıştır. Zamanla güneş ışığı, mekanik aşınma ve kimyasal parçalanma plastikleri gözle görülmesi güç, ama etkileri son derece büyük kirleticilere dönüştürmektedir.

Göller: Sakin ama sessiz tutucular

Plastik kirliliği araştırmaları uzun yıllar boyunca ağırlıklı olarak deniz ve okyanuslara odaklanmıştır. Ancak zamanla yapılan çalışmalar, bu kirliliğin yalnızca denizlerle sınırlı olmadığını; tatlı su ekosistemlerinin de (göller, nehirler ve barajlar) önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuştur. Çünkü tatlı su kaynakları, karasal alanlardan taşınan kirleticiler için alıcı ortamlar olarak işlev görmekte ve bu nedenle mikroplastik birikimine oldukça açıktır. Özellikle göller düşük akış hızları ve uzun su tutma süreleri nedeniyle mikroplastiklerin biriktiği doğal depolama alanları gibi davranmaktadır. Ayrıca plastik parçacıklar üzerinde gelişen bakteri, alg ve diğer mikroorganizmaların oluşturduğu biyofilm tabakası, bu parçacıkların yoğunluğunu artırarak su kolonundan dibe çökelmelerine neden olmaktadır. Sonuç olarak göl tabanındaki sediment, geçmiş kirlilik yüklerinin kaydını tutan doğal bir arşiv niteliği taşımaktadır. Bu nedenle, göl sedimentlerinden alınan karot örnekleri geçmişte yaşanan kirlilik süreçlerini ve birikim eğilimlerini ortaya koymada önemli bir araç olarak kullanılabilmektedir. Bunun en somut örneklerinden biri Uluabat Gölü'nde yapılan bir araştırmada ortaya konulmuştur.

yüzey suyu (adet/km²)
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
mikroplastik konsantrasyonu
(adet/kg kuru sediment)
(bin)
350
300
250
200
150
100
50
0
Avlan
Bafa
Beyşehir
Burdur
Çivril / Işıklı
Eğirdir
Gölcük
Kovada
Köyceğiz
Salda
Yazır
Karataş

Bu araştırmada mikroplastik fiberlerin göl tabanındaki varlığının 1960'lara kadar uzandığı, 1988'de gölün Ramsar statüsü almasının ardından uygulanan koruma önlemleriyle plastik yükünün azaldığı açık bir biçimde ortaya konulmuştur. Ayrıca aynı çalışmada havza ölçeğinde balıkçılık, karayolu bağlantıları, rekreasyonel kullanım, tarım ve sanayi gibi farklı insan faaliyetlerinin mikroplastiklerin sucul sistemlere giriş miktarını ve tipini belirgin şekilde etkilediği belirtilmektedir.

Türkiye'de tatlı sulardaki plastik kirliliğinin, Uluabat örneğinde olduğu gibi, çok eski dönemlere kadar uzanması muhtemel olmakla birlikte, durgun sularda plastik kirliliği çalışmalarının nerelerde yapıldığı sorusunun yanıtı oldukça belirsizdir. Öte yandan Türkiye göllerindeki çalışmaların sayısında da artış söz konusudur. Yakın zamanda tamamlanan bir TÜBİTAK projesi kapsamında elde edilen sonuçlar, Türkiye'nin göller bölgesindeki göllerde ölçülen sediment ve yüzey suyu mikroplastik konsantrasyonları incelendiğinde, mikroplastik kirliliğinin bu göllerin ortak bir sorunu olduğunu ortaya koymaktadır.

Türkiye'de 25 akarsu havzası ve 320'ye yakın doğal tatlı su gölünün yanı sıra irili ufaklı 900'e yakın baraj gölü mevcuttur. Bu barajlardan bazıları aynı nehrin üzerinde sıralı şekilde kurulu olup bazıları su kütlesi bakımından hatırı sayılır bir hacim kaplamakta ve balıkçılık, sulama ve içme suyu kaynağı olarak hizmet vermektedir. Bu nedenle, iç sulardaki plastik kirliliğinin değerlendirilmesi, güvenilir verilerle izlenmesi ve öncelikli müdahale alanlarının belirlenmesi, etkili koruma ve yönetim stratejilerinin oluşturulması açısından kritik önem taşımaktadır.

Her ne kadar plastik kirliliği ile arazi kullanım şekillerinin doğrudan ilişkili olduğu rapor edilse de, henüz el değmemiş veya insan faaliyetlerinin minimum olduğu yüksek irtifa gölleri de plastik kirliliğinden ari durumda değildir. Kaçkar Dağları'ndaki buzul göllerinden alınan örneklerde 0,2-1,3 MP/m^3 yoğunluğunda mikroplastik tespit edilmesi, küresel ölçekte olduğu gibi, Türkiye gölleri açısından da mikroplastik kirliliğinin bir istisna olmadığını ortaya koymaktadır. Bu kirliliğin yapısal özellikleri incelendiğinde, tek kullanımlık ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılan polietilen (PE), polietilen tereftalat (PET) ve polipropilen (PP) baskınlığı, kirliliğin plastik üretim ve tüketim eğilimlerini yansıttığını ortaya koymaktadır.

Türkiye'de tatlı sulardaki plastik kirliliği problemi baraj göllerinde de belirgin şekilde kendini göstermektedir. Bunun temel nedeni barajların yalnızca suyu tutması değil, kapaklar açılana kadar havza boyunca taşınan plastiklerin uzun süre sistemde hapsedilmesidir. Küresel ölçekte barajlar ve rezervuarlar, mikroplastik kirliliği çalışmalarında görece geç araştırılmaya başlanan sistemler arasında yer alırken, Türkiye'deki araştırma eğilimi bunun tersine işaret etmektedir. Mevcut ulusal literatür, tatlı su ortamlarında mikroplastik kirliliğine yönelik ilk çalışmaların ağırlıklı olarak baraj gölleri ve yapay rezervuarlar üzerinde gerçekleştirildiğini göstermektedir.

Örneğin Terkos (134 MP/kg) veya Almus barajlarındaki (83 MP/kg) sedimentte tespit edilen mikroplastik miktarı değerlendirildiğinde, su yüzeyine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla barajların hem birikim noktası hem de

potansiyel kirlilik kaynağı olduğu anlaşılmaktadır. Benzer şekilde, Ceyhan Havzası'nda yürütülen bir çalışma, ardışık baraj sistemlerinde mikroplastiklerin yüzey sularına göre su kolonunda daha yoğun olarak bulunduğunu göstermiş, bu durumun partiküllerin zamanla çökelerek sedimentte birikme potansiyelini artırabileceğine işaret etmiştir.

Bu bulgular aslında, plastik kirliliği izleme çalışmalarının su yüzeyine odaklanan mevcut stratejisinin değiştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Her ne kadar çalışmaların sayısı gün geçtikçe artıyor olsa da, toplam baraj sayısı dikkate alındığında bu "gizli tuzaklar" hakkında ülkemizdeki bilimsel çalışma sayısı hâlâ son derece sınırlıdır.

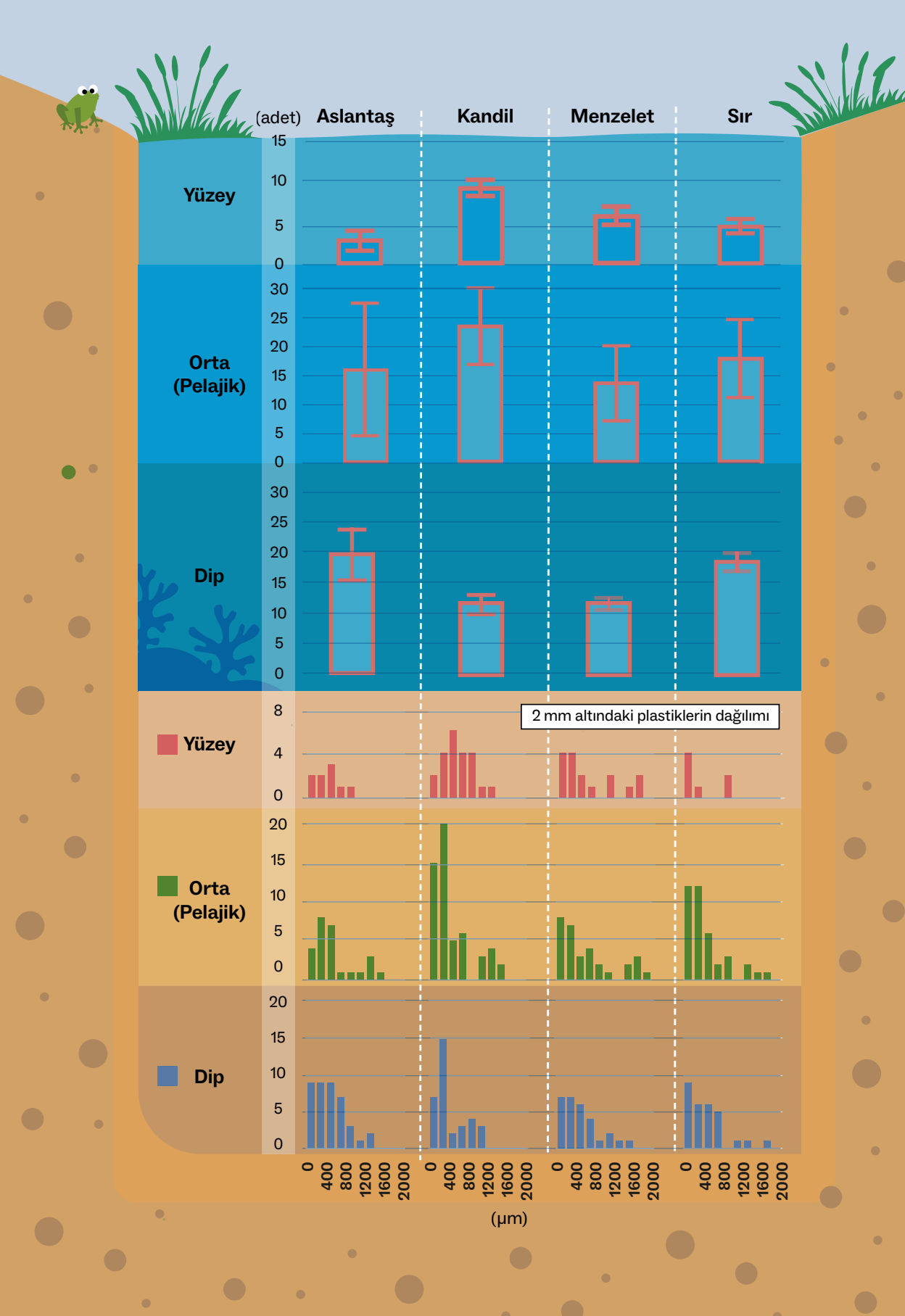
Nehirler: Taşıma Koridorları

Nehirler öteden beri mikroplastikler için bir "taşıma koridoru" olarak değerlendirilmekteydi. Ancak son araştırmalar bu görüşü köklü biçimde değiştirmektedir. Zira nehirlerin mikroplastik taşıma potansiyeli nehir taşıma dinamikleriyle sıkı bir ilişki içerisinde olup, plastikler nehir yatağı, taşkın ovaları ve kıyı birikintilerinde tutulabilmektedir. Ayrıca akış hızının düştüğü menderesler, kanallar ve bitkiyle örtülü kıyılar da depolanmanın en yoğun yaşandığı noktalardır.

Türkiye'de nehir kollarındaki mikroplastik varlığına ilişkin çalışmaların sayısı göllere kıyasla görece daha fazla olsa da, mevcut çalışmaların 25 nehir havzasının genel durumunu yansıttığını söylemek zordur. Çalışmalar özellikle Marmara Denizi'ne girdi oluşturan Susurluk Nehri, Karadeniz'e dökülen Melen ve Çoruh, Akdeniz'e dökülen Manavgat, Aksu, Deliçay ve Göksu ile Ege'ye dökülen Ergene gibi nehirlerde yoğunlaşmaktadır. İnsan faaliyetleriyle ilişkili olarak nehir kollarında tespit edilen yükün boyutları da büyük değişkenlik göstermektedir. Örneğin Mersin Körfezi'ne dökülen Arpaçbahşiş Nehri'nde 613 MP/m^3 yoğunluğunda mikroplastik tespit edilirken, Susurluk Nehri'nde 2472 MP/m^3 olarak daha yüksek düzeyde bir kirlilik belirlenmiştir. Bu fark, yoğun sanayi ve tarımsal faaliyetlerle doğrudan ilişkilidir. Öte yandan Munzur Nehri gibi insan baskısının düşük olduğu bölgelerde mikroplastik kirliliğinin (1,6 MP/m^3) olarak tespit edilmesi, el değmemiş havzalarda da kirliliğin var olabileceğini ortaya koymaktadır. Tüm bu sonuçlar nehirlerin taşıma koridoru işlevi ile insan faaliyetleri arasındaki doğrudan ilişkiyi göstermektedir. Araştırma sayısı sınırlı olsa da elimizdeki veriler bile mikroplastik kirliliği açısından tablonun ne denli çarpıcı olduğunu göstermeye yetmektedir.

Yapılan çalışmalar, tespit edilen polimer yapısı ve plastik tiplerinin arazi kullanım özelliklerinin anlaşılmasında önemli sinyaller verebileceğini göstermektedir. Örneğin Melen Havzası'nda tarım ve balıkçılığın baskısı, tespit edilen fiber tipli mikroplastik yapısı ve PE/PP polimer tiplerinin baskınlığı ile ortaya çıkmaktadır.

Alansal farklılıkların ötesinde, zamansal farklılıklar da nehir kollarındaki kirliliğin miktarını değiştirmektedir. Yağışlarla birlikte havzadan gelen yük, sedi-


(adet)
Aslantaş
Kandil
Menzelet
Sır
Yüzey
Orta (Pelajik)
Dip
15
10
5
0
30
25
20
15
10
5
0
8
4
0
20
15
10
5
0
2 mm altındaki plastiklerin dağılımı
Yüzey
Orta (Pelajik)
Dip
0
400
800
1200
1600
2000
(µm)

mentin de yeniden suyla karışmasına yol açar ve uzun süredir birikmiş mikroplastikleri serbest bırakarak nehirlerdeki mikroplastik konsantrasyonlarında ani ve öngörülmesi güç sıçramalara neden olabilir. Bu nedenle tek seferlik örneklemeler, nehirlerdeki gerçek mikroplastik yükünü doğru yansıtmaktan uzak kalabilmektedir. Dolayısıyla, kirliliğin boyutunun anlaşılması için zamansal ve mekânsal sürekli izlemeler yürütülmesi şarttır.

Canlılar Ne Yapıyor?

Fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerle parçalanarak mikro ve nanoplastiklere dönüşen materyaller, sucul ortamlara girerek balıklar, kuşlar, memeliler, zoobentik organizmalar ve kaplumbağalar gibi pek çok canlı tarafından besin gibi alınmaktadır.

Türkiye'de iç sularda yapılan çalışmaların yüzde 57'si biyota üzerine odaklanmış olup özellikle balıkların mikroplastiklere maruziyeti öncelikli çalışmalar arasındadır. Ancak midye, kerevit, kronomid larvası, kurbağa ve zooplankton gibi farklı organizma grupları da trofik taşınım konusunda incelenen organizmalar arasındadır. Elbette bu organizmaların beslenme özellikleri ve bulundukları sucul sistemlerdeki insan faaliyetlerinin yoğunluğuna göre maruziyet düzeyleri de değişkenlik göstermektedir. Özellikle sanayinin veya tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde maruziyetin boyutları 34 MP/birey gibi dikkat çekici bir artış gösterirken, sodalı göllerde veya insan etkisinden uzak bölgelerde bu değer 0,09 MP/birey düzeyine kadar düşmektedir. Dolayısıyla soframızdaki balık artık sadece protein kaynağı olmaktan çıkmış durumdadır. Yakın zamanda göller bölgesinde yapılan bir çalışma, aynı türün farklı göllerde farklı düzeyde mikroplastiğe maruz kalabildiğini ortaya koymaktadır.

Sucul ortamlarda mikroplastiklerin biyolojik olarak alınabilirliği, büyük ölçüde söz konusu materyalin boyutlarına bağlıdır. Dolayısıyla, süzerek beslenen midyeler, adeta bir "filtre sistemi" gibi davranarak bu parçacıkları yoğun şekilde bünyelerine alabilmektedir. Daha küçük boyutlu (<100 µm) parçacıklar ise farklı trofik seviyelerdeki organizmalar tarafından alınarak daha geniş bir etki alanı oluşturmaktadır. Parçacık boyutu küçüldükçe etkinin şiddeti artmakta, parçacıklar hücresel düzeyde etki göstererek DNA hasarına yol açabilmektedir. Bu nedenledir ki, trofik aktarım meselesi giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Örneğin zooplankton bünyesindeki mikroplastikler balıklar tarafından tüketilebilmekte ve bu balıklar insanlar tarafından yenildiğinde, kirlilik besin zinciri boyunca artan konsantrasyonlarla ilerleyebilmektedir.

Yine bir o kadar önemli bir konu da, mikroplastiklerin taşıdıkları toksik organik bileşiklerin plastikleştirici katkılar ve yüzeylerine tutunan patojenlerle birlikte bir "*Truva atı*" etkisi yaratmasıdır. Bu parçacıklar, zararlı maddeleri bir ortamdan diğerine taşıyarak ekosistem içinde yayılımlarını kolaylaştırır. Üstelik plastik yüzeylerdeki bakteri yoğunluğunun su kolonundakinden çok daha yüksek olması



Fotoğraf: Ülkü Nihan Tavşanoğlu

bu plastiklerin sadece kirletici değil, aynı zamanda biyolojik etkileşimleri yeniden şekillendiren bir substrat olduğunu göstermektedir. Ancak Türkiye'de iç sularda mikroplastiklerin vektör rolü oldukça sınırlı sayıda çalışmada incelenmiş olup hastalık yapıcı patojenler, antibiyotik dirençli genler veya PAH gibi kirleticilerin dağılımlarının boyutlarının değerlendirilmesinde sınırlılık söz konusudur.

Bugün Türkiye'de yüksek irtifa göllerinden lagünlere kadar neredeyse hiçbir tatlı su sistemi plastik kirliliğinden tamamen korunmuş durumda değildir. Bu durum, sosyoekonomik faaliyetlerin plastik yükü üzerindeki belirleyici rolünü açıkça göstermektedir. Kaynağında azaltım en etkili çözüm olmakla birlikte, her havza için özgün yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gereklidir. Örneğin Susurluk Deltası'ndaki balıkçılık kaynaklı kirlilik ile Bursa Nilüfer Organize Sanayi Bölgesi'nden gelen endüstriyel kirliliğe aynı yöntemlerle müdahale etmek etkin sonuç vermeyecektir. Standart örnekleme yöntemleri ve uzun vadeli izleme ağlarının kurulması, kirliliğin gerçek boyutunun anlaşılması ve etkin politika geliştirilmesi açısından öncelikli bir ihtiyaçtır. Ayrıca son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan uydu teknolojileri ve yapay zekâ tabanlı yöntemlerin izleme ağlarına entegrasyonu, sucul ekosistemlerin izlenmesi ve yönetiminde önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Barajların mikroplastik tuzaklama etkisi göz önünde bulundurularak, kapak açılışları ve tahliye operasyonlarının zamanlaması çevresel açıdan optimize edilmelidir. Baraj kapaklarında kullanılabilecek filtre sistemleri, aşağı havzaya mikroplastik salınımını sınırlayabilir.

Mevcut arıtma tesisleri büyük parçacıkları tutmakta etkindir, ancak nano ve mikro boyutlardaki parçacıklar hâlâ sistemleri aşabilmektedir. Gelişmiş membran filtrasyonu, koagülasyon-flokülasyon süreçleri ve biyolojik giderim konusundaki araştırmalar kritik önemdedir. Özellikle arıtma çamurunun tarım arazilerinde kullanımının sınırlandırılması sucul ekosistemlere taşınan kirliliğin önlenmesinde de önemli bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, plastik kriziyle mücadelede acil ve bütüncül önlemler alınması gerekmektedir. Sucul ortamlardaki plastiklerin yaklaşık yüzde 80'inin PE ve PP gibi polimerlerden ve bunların da çoğunlukla ambalaj ve tek kullanımlık ürünlerden kaynaklandığı düşünüldüğünde, bu tür plastiklerin üretiminin ve kullanımının sınırlandırılması, hatta yasaklanması kritik bir adım olacaktır. Bununla birlikte, arazi kullanım biçimleri, nüfus yoğunluğu ve ekonomik yapı gibi faktörlerin mikroplastik düzeyleri üzerindeki etkisi göz önünde bulundurulmalı, toplumsal farkındalığı artıracak çalışmalar da eşzamanlı olarak yaygınlaştırılmalıdır.

Tekil olarak bireylerin plastik tüketim alışkanlıklarını değiştirmesi, kısa vadede hızla hayata geçirilebilecek en erişilebilir müdahale biçimidir. Bu değişimi destekleyecek eğitim programları ve kentsel atık yönetimi altyapısının güçlendirilmesi, politika gündeminin öncelikli maddeleri arasında yer almakta olup bu kirleticiyle mücadelede önemli faktörlerdir. Ürünlerin tasarımı konusunda atılacak yeni yaklaşımları benimseyen plastik ürün üreticileri de bu krizin yönetilmesindeki diğer bir önemli aktördür.

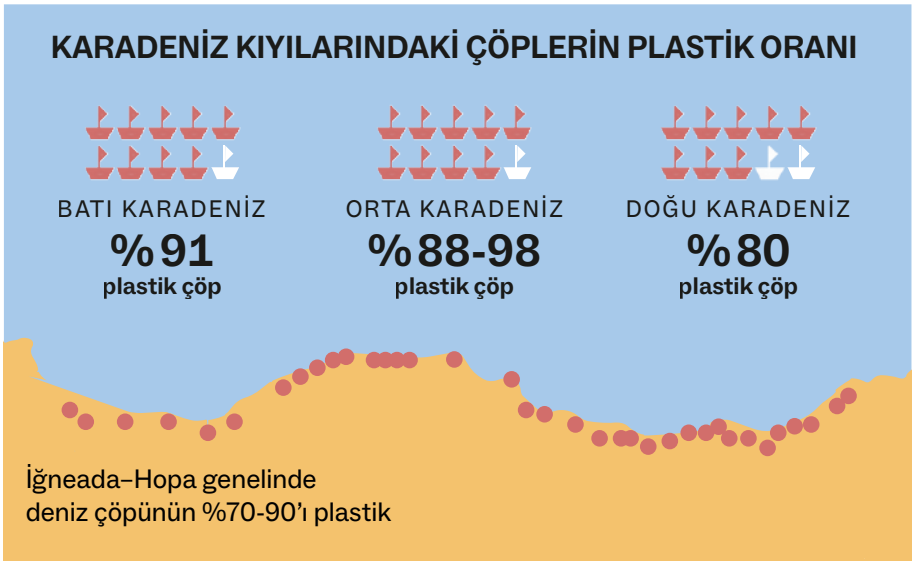
Türkiye'nin tatlı su ekosistemlerindeki mikroplastik kirliliği, giderek daha net biçimde ortaya çıkan bir ekolojik acil durumdur. Göller biriktirir, nehirler taşır, barajlar tuzaklar; bu süreçte balıktan zooplanktona, sedimentten içme suyuna uzanan geniş bir etki ağı şekillenir. Sorun tek bir ülkenin, tek bir sektörün ya da tek bir çözümün kapsamında değildir; çözüm hem küresel hem yerel eylem gerektirmekte ve birden fazla sektörü aynı anda ilgilendirmektedir.

Bu süreçlerin işletilmesi bakımından ise, göremediğimizi yönetemeyeceğimiz için, nehir, göl ve barajlarımızı mevsimsel olarak takip eden, her havzanın kendine özgü dinamiklerini göz önünde bulunduran bir ulusal ağ kurgulanması gerekmektedir. Elbette, doğru teknolojilerin entegrasyonu öncesinde, kaynağında azaltım stratejisinin benimsenmesi şarttır.

3.3. Türkiye Denizlerinde Plastik Kirliliği

3.3.1. Karadeniz

Karadeniz, dünya üzerindeki en izole ve eşsiz deniz ekosistemlerinden biridir. Türk Boğazları Sistemi ile Akdeniz'e bağlanan bu yarı kapalı havza, oldukça sınırlı bir su değişimine ve güçlü bir yoğunluk tabakalaşmasına sahiptir. Yaklaşık 100-200 metrenin altındaki derin sular, oksijenden tamamen yoksun (anoksik) olup ölümcül bir gaz olan hidrojen sülfür (H_2S) içermektedir. Bu durum, Karadeniz'in yüzde 80'den fazlasını dünyanın en büyük meromiktik (karışmayan) ve oksijensiz su kütlesi haline getirmekte ve yaşamı sadece ince bir yüzey tabakasıyla sınırlandırmaktadır. Karadeniz'in kendini temizleme kapasitesini büyük ölçüde kısıtlayan bu hassas fiziksel yapı, onu insan kaynaklı kirliliğe karşı son derece kırılgan bir hale getirmektedir.



Karadeniz kirliliğinin temelinde yatan en büyük etken, kendi yüzölçümünün yaklaşık 5 katı büyüklüğünde olan ve Avrupa kıtasının üçte birini kapsayan devasa bir drenaj havzasına sahip olmasıdır. Havza sınırları içerisinde yaşayan 160 milyondan fazla insanın günlük faaliyetleri, Karadeniz üzerinde olağanüstü bir baskı yaratmaktadır. Denizdeki toplam kirliliğin yüzde 70'den fazlası karasal kaynaklıdır. Başta Avrupa'nın en büyük nehirlerinden olan Tuna, Dinyeper ve Dinyester olmak üzere; Don, Kuban ve Türkiye kıyılarındaki Kızılırmak, Yeşilırmak ve Sakarya gibi nehirler, kirleticileri taşıyan birer kanal işlevi görmektedir. Nehir akışlarının yanı sıra, doğrudan kıyı şeridinden denize bırakılan arıtılmamış kentsel kanalizasyon suları, sanayi deşarjları, fırtına suları ve yasadışı vahşi depolama alanlarından sürüklenen atıklar da kirliliğin diğer ana yollarını oluşturmaktadır. Avrasya'nın kalbinde yer alan bu yarı kapalı havza, hem oşinografik yapısının getirdiği fiziksel sınırlamalar hem de drenaj havzası içindeki 22 ülkeden gelen yoğun antropojenik baskılar nedeniyle ciddi bir kirlilik birikim alanı haline gelmiştir. Karadeniz'in yaklaşık 1700 kilometrelik güney kıyı şeridine sahip olan Türkiye, bu ekolojik krizin en önemli paydaşlarından biri konumundadır.

Karadeniz havzasındaki yetersiz atık yönetimi, denizcilik faaliyetleri, turizm ve aşırı avlanma sonucunda katı atıklar deniz ortamına ulaşmaktadır. Karadeniz'in dinamik yapısını belirleyen en önemli faktörlerden biri, tüm havzayı saat yönünün tersine çevreleyen "Rim Akıntısı"dır. Bu akıntı sistemi, kıyı şeridi boyunca 40-80 km genişliğinde bir şerit oluşturarak kirliliğin havza içindeki dolaşımını sağlamaktadır. Üst katmanda hızı 40 cm/sn'ye kadar ulaşan bu akıntı, Avrupa'nın büyük nehirlerinden gelen yüzer plastik atıkları Karadeniz kıyısı boyunca taşımaktadır. Bu oşinografik mekanizma, kirliliğin kaynağı hangi ülke

olursa olsun, plastik atıkların nihayetinde sınır tanımayan uluslararası bir sorun teşkil ettiğini gösteren bir olgudur.

Son yıllarda Türkiye, Bulgaristan ve Romanya başta olmak üzere kıyıdaş ülkelerde yapılan deniz çöpü çalışmaları, Karadeniz'deki plastik kirliliği sorununun boyutlarını ve kaynaklarını çarpıcı bir biçimde ortaya koymaktadır. Türkiye kıyılarında yapılan geniş çaplı araştırmalar, plastik kirliliğinin coğrafi dağılımını, kaynaklarını ve ekolojik risklerini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalar ülkedeki sahil şeridinin ciddi bir plastik istilası altında olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. İğneada'dan Hopa'ya kadar uzanan kıyı şeridinde yapılan kapsamlı çalışmalarda, deniz çöplerinin ortalama yüzde 70-90'ını plastiklerin oluşturduğu saptanmıştır. Sahillerimizde metrekare başına düşen çöp yoğunluğu bölgelere göre değişiklik gösterse de, Temiz Kıyı İndeksi'ne (Clean Coast Index – CCI) göre, Karadeniz kıyılarındaki pek çok plaj "orta derecede kirli" (*moderate*) ile "aşırı kirli" (*extremely dirty*) kategorilerinde yer almaktadır. Kıyılara atılmış veya taşınmış bu atıkların başını, modern tüketim alışkanlıklarımızın bir yansıması olan tek kullanımlık plastikler çekmektedir. İçecek şişeleri, gıda ambalajları, şişe kapakları, naylon poşetler, sigara izmaritleri ve balıkçılık ile inşaat sektörlerinden kaynaklanan strafor (köpük) parçaları en yaygın rastlanan kirlilik unsurlarıdır.

Batı Karadeniz

Bu bölgede yapılan ilk kapsamlı çalışmalardan birinde, 10 farklı kumsalda deniz çöpü yoğunluğu 0,085 ile 5058 adet/m² arasında ölçülmüş ve çöplerin yüzde 91'e varan oranlarda plastikten oluştuğu tespit edilmiştir. Yani her adımınızda 2-3 plastik çöp ile karşılaşmanız oldukça olasıdır. Toplanan çöplerin büyük bir kısmı tanımlanamayan küçük plastik parçaları (2-7 cm) ile şişe ve kapak gibi içecek ambalajlarından oluşmaktadır. Özellikle dikkat çeken bulgu, etiketli çöplerin yaklaşık yarısının yabancı menşeli (Karadeniz'e kıyısı olan ve olmayan 25 farklı ülkeye ait) olmasıdır. Bu durum kirliliğin uluslararası deniz taşımacılığı ve akıntılar yoluyla sınır aşan (*transboundary*) boyutunu kanıtlamaktadır.

Orta Karadeniz (Sinop ve Çevresi)

Türkiye'nin Karadeniz kıyılarındaki en kuzey kesimlerinden biri ve önemli bir sulak alan olan Sarıkum Lagünü kıyılarında yapılan mevsimsel çalışmalarda, deniz çöpü yoğunluğu ortalama 1,51 adet/m² olarak bulunmuş ve plaj, Temiz Kıyı İndeksi'ne göre "aşırı kirli" (*extremely dirty*) sınıfına dahil edilmiştir. Bu bölgedeki çöplerin yüzde 88-98'lik bir kısmını plastikler oluşturmaktadır.

Doğu Karadeniz (Trabzon, Rize, Giresun, Artvin)

Bölgede 2009-2018 yılları arasında yürütülen uzun dönemli izleme çalışmaları, plastiklerin miktar bazında yüzde 79,69 oranla en baskın kirletici olduğunu gös-

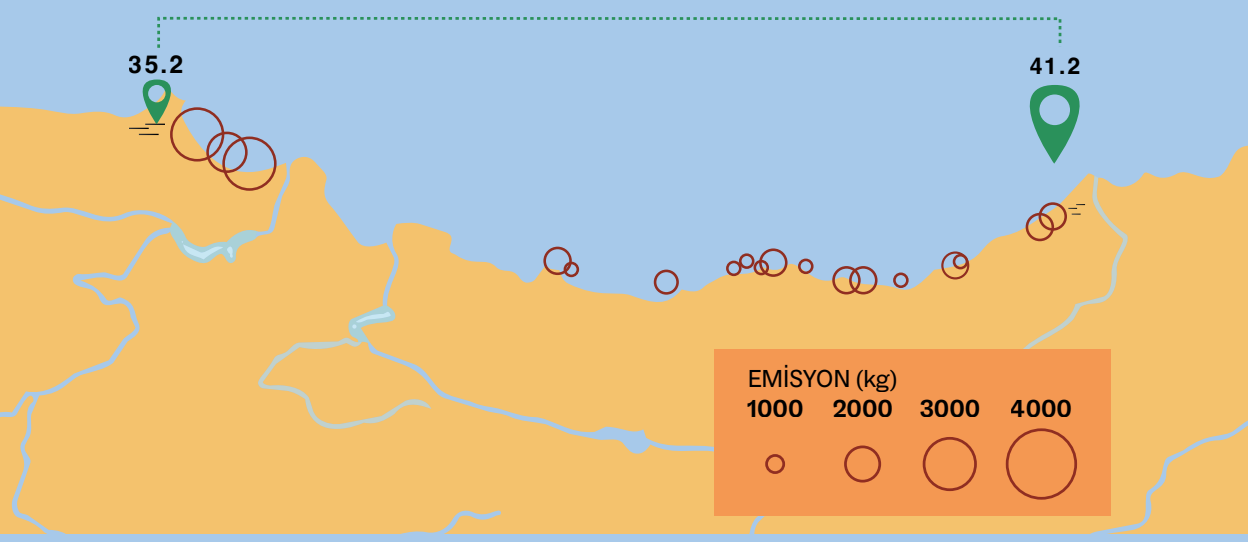
termiştir. Özellikle balıkçılık sektöründe yoğun olarak kullanılan genleştirilmiş polistiren (strafor) köpük kutular, içecek şişeleri ve parçalanmış plastikler kıyılarda en çok biriken materyallerdir.

Kıyılardaki plastik kirliliği en çok göze çarpan kısım olsa da deniz ekosisteminin tamamında plastik kirliliğinden söz etmek mümkündür. Deniz suyu üzerinde yüzme eğilimindeki plastik atıklar taşınmalarının yanında zamanla üzerine tutunan canlılar nedeni ile ağırlaşarak deniz tabanına çökmekte ve derin suları devasa bir çöplüğe dönüştürmektedir. Ayrıca, yüzey/hacim oranı düşük olan naylon poşetler de batma eğilimindedir.

Türkiye'nin Karadeniz kıyı sahanlığında trol ağları ile yapılan bentik deniz çöpü araştırmaları, sorunun merkezinde açık ara plastik kirliliğinin yer aldığını göstermektedir. Deniz tabanındaki çöplerin yüzde 60-100 gibi ezici bir çoğunluğunun plastikten oluştuğu bilinmektedir. Özellikle poşetler, pet şişeler ve gıda ambalajları gibi tek kullanımlık plastikler ile balıkçılık faaliyetlerinden kaynaklanan hayalet ağlar ve halatlar deniz tabanında en sık rastlanan nesnelerdir. Ayrıca, trol avcılığına kapalı olan alanlarda deniz dibi çöp yoğunluğunun, trol avcılığı yapılan bölgelere kıyasla çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çünkü avcılık faaliyetleri sırasında ağlara takılan çöpler dipten uzaklaşmaktadır. 50-75 metre derinliğindeki "Plastik Tuzağı" (Piknoklin Etkisi) Karadeniz'deki plastik birikiminin en çarpıcı özelliklerinden biridir. Bu da derinliğe bağlı dağılımın farklılaştığını göstermektedir. Batan plastikler en yoğun olarak 50-75 metre derinlik kuşağında birikmektedir. Bunun temel nedeni, Karadeniz sularının özgün hidrolojik yapısını oluşturan yoğunluk bariyeridir (piknoklin/haloklin). Bu bariyer, deniz suyu yoğunluğuna yakın olan batan plastiklerin daha derine inmesini fiziksel olarak engelleyerek, onları bu derinlik aralığında hapseden bir "tuzak" işlevi görmektedir.

Gözle görünen plastik kirliliğinin yanında, bu atıkların parçalanması ile ortaya çıkan mikroplastikler de Karadeniz için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Mikroplastiklerin Karadeniz ekosisteminin farklı kompartmanlarında neden olduğu kirlilik birçok çalışma ile ortaya konmuştur. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğu Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında yapılmış çalışmalardan oluşmaktadır. Karadeniz'in deniz suyundaki mikroplastik kirliliğini inceleyen bilimsel araştırmalar, kirliliğin deniz yüzeyindeki (neustonik tabaka) ve su kolonundaki (derinliklere doğru) dağılımına, partiküllerin fiziksel özelliklerine ve hidrodinamik faktörlerle olan etkileşimlerine odaklanmaktadır. Su matrisinde yürütülen bu çalışmalar, kirliliğin özellikle karasal girdilerin yoğun olduğu nehir ağızlarında belirginleştiğini göstermektedir. Güneydoğu Karadeniz'de Kızılırmak, Yeşilırmak, Melet, Fırtına ve Değirmendere gibi önemli nehirlerin döküldüğü kıyı alanlarında yürütülen kapsamlı yüzey suyu ölçümlerinde, mikroplastik konsantrasyonunun 1,80 ile 47,97 partikül/m^3 arasında değiştiği ve en yüksek kirliliğin Kızılırmak açıklarında bulunduğu tespit edilmiştir. Yüzey sularında süzülen bu partiküllerin morfolojik dağılımına bakıldığında; en büyük grubu parçacıklar (yüzde 49) oluştururken, bunu

DOĞU KARADENİZ SEDİMENTİNDE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ



Türkiye Karadeniz kıyısı sediment içi mikroplastik yoğunluğu

64 istasyon
38 plaj, 26 deniz tabanı

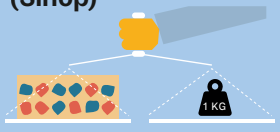
Plaj sedimenti ortalaması

140,39
adet/kg

Deniz tabanı sedimenti ortalaması

106,19
adet/kg

Sarıkum Lagünü (Sinop)



1-5 mm (büyük mikroplastik)

12
adet/kg kum

<1 mm (küçük mikroplastik)

29
adet/kg kum

659,22
adet/m²

filmler (yüzde 31,3), fiberler (yüzde 17,7) ve köpükler (yüzde 1,9) izlemektedir. Deniz yüzeyindeki kirlilik tablosunda nehirlerin taşıyıcı rolü oldukça büyüktür. Türkiye'nin Karadeniz kıyılarındaki akarsu deşarjları incelendiğinde, nehir sularında ortalama 9,63 partikül/m^3 mikroplastik bulunduğu ve sadece akarsular yoluyla Karadeniz'in yüzey sularına yılda yaklaşık $1{,}49 \times 10^{11}$ adet (yaklaşık 150 milyar) mikroplastik partikülünün deşarj edildiği hesaplanmıştır.

Deniz suyundaki mikroplastik kirliliği tek bir ülkenin kıyılarıyla sınırlı kalmamaktadır. Romanya, Bulgaristan ve Türkiye'nin deniz sularını eşzamanlı kapsayan uluslararası seferlerde (ANEMONE projesi), her üç ülkenin de yüzey sularında mikro ve mezo boyutlarda (5-10 mm) plastik partiküllere rastlanmıştır. Su yüzeyinde asılı kalarak yüzen ve su kolonuna karışan bu mikroplastikler, Karadeniz'in güçlü siklonik (döngüsel) akıntı sistemi sayesinde uzak mesafelere sınır ötesi bir şekilde taşınarak bölgesel kirlilik yükünü artırmaktadır. Sonuç olarak, deniz suyundaki çalışmalar, deniz yüzeyinin nehirler tarafından sürekli olarak mikroplastiklerle beslendiğini, akıntı/dalga hareketlerinin etkisiyle bu kirliliğin su kolonuna (derinliklere) doğru karıştığını ve Karadeniz su kütlesinin bütününe nüfuz ettiğini kanıtlamaktadır.

Mikroplastikler sadece su yüzeyinde ve kolonunda bulunmayıp, kıyı ve derin deniz sedimentlerini de kirletmektedir. Karadeniz'in önemli koruma alanlarından biri olan Sinop Sarıkum Lagünü kıyılarında plaj sedimenti üzerine yapılan araştırmalar, mikroplastik kirliliğinin parçacık boyutuna göre değişim sergilediğini göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre, plaj sedimentindeki 1-5 mm boyut aralığındaki (büyük mikroplastikler) plastik yoğunluğu, kilogram sahil kumu başına ortalama 12 adet ve metrekarede 659,22 adet olarak hesaplanmıştır. Daha küçük bir boyut sınıfı olan 1 milimetreden ufak (<1 mm) mikroplastiklerin sediment içindeki yoğunluğu ise kg/sahil kumu başına ortalama 29 adet olarak ölçülmüştür. Bu durum, boyut küçüldükçe sediment içinde hapsolan mikroplastik partikül sayısının belirgin şekilde arttığını kanıtlamaktadır.

Karadeniz'in tüm Türkiye kıyılarındaki 38 plaj ve 26 deniz tabanı olmak üzere toplam 64 istasyondan elde edilen veriler ortalama mikroplastik konsantrasyonunu plaj sedimentlerinde kg/kum başına 140,39 adet, deniz tabanı sedimentlerinde de kg başına 106,19 adet olduğunu göstermektedir. İki matris arasındaki ortalama kirlilik seviyeleri birbirine yakın bulunsa da, kirliliğin yoğunlaştığı belirli "sıcak nokta" (*hotspot*) istasyonlarında bu değerlerin her iki ortamda da 200 MP/kg'ı aştığı, plajlarda ise 486 MP/kg'a kadar ulaştığı saptanmıştır. Bu veriler, Güney Karadeniz'in her iki matrisiyle (plaj ve deniz tabanı) mikroplastikler açısından önemli bir bölgesel birikim alanı olduğunu net bir şekilde kanıtlamaktadır.

Bu bölgesel birikimin yanında, Türkiye'nin Karadeniz sahillerindeki kumsallarda yapılan güncel araştırmalar, mikroplastiklerin sadece kumun yüzeyinde kalmadığını, rüzgâr ve dalga hareketlerinin de etkisiyle kumun derinliklerine doğru "üç boyutlu" bir dağılım profili çizdiğini ortaya koymuştur. Kıyıların kullanım amacı ve yoğunluğu da sediment kirliliğini doğrudan etkilemektedir. Nitekim kısa süreli turizm faaliyetlerinin kumsallardaki mikroplastiklerin bolluğunu,

boyutunu ve materyal kompozisyonunu önemli ölçüde değiştirdiği saptanmıştır. Benzer bir antropojenik baskı Karadeniz'in batı kıyılarında da görülmüş, Güneybatı Bulgaristan kıyılarında yürütülen araştırmalar, kentleşmiş alanlarla doğrudan ilişkili olan sığ deniz ve kıyı sedimentlerinde yüksek düzeyde mikroplastik kirliliği bulunduğunu ortaya koymuştur.

Suda ve sedimentte birikim gösteren bu kalıcı kirletici, bu ortamlarda hapsolmakla kalmayıp besin zincirine de girerek tabaklarımıza kadar ulaşmaktadır. Besin zincirinin en alt basamağında yutulan mikroplastikler, biyolojik birikim (biyoakümülasyon) ve biyolojik büyütme (biyomagnifikasyon) yoluyla üst trofik seviyedeki avcılara kadar aktarılmaktadır. İnsanların mikroplastik yutmuş olan balık ve midye gibi deniz ürünlerini bütün veya fileto olarak tüketmesi, doğrudan insan sağlığını da tehdit eden küresel bir gıda güvenliği ve halk sağlığı sorunu yaratmaktadır. Deniz besin zincirinin temelini oluşturan zooplankton, mikroplastikleri doğrudan yutarak bu kirliliğin üst basamaklara taşınmasında kritik bir vektör (taşıyıcı) görevi görmektedir. Karadeniz'de yapılan araştırmalarda, *Calanus euxinus* türü kopepodun birey başına ortalama 0,024, *Acartia clausi* türü kopepodun ise 0,008 mikroplastik yuttuğu tespit edilmiştir. Önemli bir zooplankton grubu olan kopepodlar yuttukları bu plastikleri dışkı peletleri (*faecal pellet*) yoluyla deniz tabanına da aktarmaktadır. Ayrıca midye ve deniz salyangozu gibi bentik canlıların planktonik evredeki yavrularını ifade eden meroplanktonlarda da mikroplastik yutulduğu (çift kabuklu larvalarında 0,007-0,143 adet/birey, karından bacaklı larvalarında 0,125 adet/birey) kanıtlanmış olup, bu durum canlıların yaşam döngülerinin en erken safhasında bile kirliliğe maruz kaldığını göstermektedir.

Suyu süzerek beslenen çift kabuklular (midyeler) seçici beslenme göstermediğinden su ortamındaki mikroplastiklere en çok maruz kalan canlı gruplarından birisidir. Sindirim sistemleri çıkarılmadan bütün olarak tüketildikleri için de mikroplastiklerin doğrudan insanlara geçişi diğer deniz ürünlerine oranla çok daha yüksek seviyelerde gerçekleşmekte, bu da beslenme yoluyla alınan mikroplastik miktarını artırmaktadır. Karadeniz'den alınan Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinden yüzde 48'inde mikroplastik bulunmuş olup, birey başına ortalama 0,69 adet (veya gram başına 0,23 adet) mikroplastik saptanmıştır. Yine başka bir midye türü olan beyaz kum midyesinin (*Chamelea gallina*) birey başına 0,22 ile 2,17 adet arasında mikroplastik taşıdığı saptanmıştır.

Su kolonunda yaşayan ve genellikle zooplanktonla beslenen balık türleri de ortamdaki fiber ve küçük plastik parçacıklarına yoğun olarak maruz kalmaktadır. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Karadeniz'in en çok avlanan ve tüketilen balığıdır. Birey başına düşen ortalama mikroplastik sayısı çalışmadan çalışmaya değişkenlik göstermekle birlikte 0,15 ile 1,81 adet arasında bildirilmiştir. Hamsilerin özellikle eşeysel olgunlaşma ve yumurtlama için yoğun beslendikleri av sezonu (sonbahar-kış) boyunca sindirim sistemlerindeki mikroplastik miktarının av yasağı dönemine göre anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yine Kara-

deniz ticari balıkçılığı açısından önemli bir tür olan istavritte (*Trachurus mediterraneus*) birey başına ortalama mikroplastik yükü 0,22 ile 5,86 adet arasında değişmektedir.

Deniz tabanında veya tabana yakın yaşayan balıklar, zamanla ağırlaşarak dibe çöken mikroplastiklerle yoğun temas halindedir. Bentik canlılar ile beslenme davranışları, onları plastik kirliliğine karşı daha savunmasız hale getirmektedir. Dipte yaşayan barbun (*Mullus barbatus*) türünün birey başına mikroplastik yükü ortalama 0,40 ile 6,13 adet gibi yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Su kolonu ve dibe yakın yaşayan bir tür olan mezgitte (*Merlangius merlangus*) birey başına 0,28 ile 4,73 adet mikroplastik yükü bildirilmiştir. Yapılan çalışmalar, dipten beslenen demersal türlerdeki mikroplastik oranının, pelajik türlere kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek olduğunu vurgulamaktadır. Pelajik avcılar olan palamut (*Sarda sarda*) ve lüfer (*Pomatomus saltatrix*) balıklarında yutulan mikroplastikler genellikle besin yoluyla geçmektedir (trofik transfer). Örneği,n incelenen bir lüferin midesinden çıkan avın (küçük bir balığın) içinde bile fiber formunda mikroplastik saptanmıştır. Palamutta birey başına 4 ila 5,71 adet mikroplastik tespit edilmiş olup, bu türün incelenen türler arasında en yüksek yutma frekansına sahip olduğu bilinmektedir.

Ekonomik değeri olan türlerin yanı sıra, ekolojik öneme sahip deniz ekosisteminin en üst basamağında yer alan deniz memelilerinde de mikroplastik birikimi tespit edilmiştir. Karadeniz'de incelenen mutur (*Phocoena phocoena*), afalina (*Tursiops truncatus*) ve tırtak (*Delphinus delphis*) türlerinde birey başına 5 ile 139 adet arasında mikroplastik tespit edilmiştir.

Karadeniz'i tehdit eden plastik kirliliğinin azaltılması Türkiye'nin tek başına alacağı önlemlerle mümkün görünmemektedir. Karadeniz'e kıyısı olan tüm ülkelerin (Romanya, Bulgaristan, Ukrayna, Rusya, Gürcistan, Türkiye) MARPOL ve Bükreş Sözleşmesi gibi uluslararası anlaşmalara tam uyum sağlaması, bağlayıcı ortak eylem planları ve standartlaştırılmış izleme programları oluşturması şarttır. Denizlerin sınırsız bir çöplük olmadığı bilinci hakim kılınmalı, bu bağlamda yürütülecek eğitim kampanyaları ve sivil toplum kuruluşlarının desteği ile tüketicilerin plastik kullanım alışkanlıkları değiştirilmelidir. Ayrıca daha sistemik bir yaklaşım olarak, başta tek kullanımlık plastikler olmak üzere gereksiz ve aşırı üretim gerçekleştirilen çoğunluğu ambalaj tipindeki plastiklerin üretiminin belirli bir plan dahilinde sınırlandırılması gerekmektedir.

3.3.2. Marmara Denizi

Marmara Denizi, uzun süreli kirlilik baskısı ve buna eşlik eden ötrofikasyon sürecinin bir sonucu olarak, en azından 1990'lı yıllardan beri tekrarlayan müsilaj olaylarıyla karşılaşmaktadır. Resmi olarak 2007'de, bazı dalış belgelerine göre ise çok daha erken bir tarihten itibaren gözlemlenen bu olgu, kamuoyunun gündemine esas olarak Mayıs 2021'de müsilajın tüm deniz yüzeyini kapladığı felaket boyutun-

daki olayla taşınmıştır. Ancak uzun dönemli izleme verileri, müsilajın 2021 sonrasında da varlığını sürdürdüğünü, Marmara Denizi'nin 25 metrenin altında oksijensiz (anoksik) bölgeler barındırmaya devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Müsilaj, fitoplanktonların artan azot ve fosfor yükü, yüksek su sıcaklığı ve azalan dikey karışım (stratifikasyon) koşullarında hücre dışı maddeler salgılamasıyla oluşan doğal bir oluşumdur. Ancak Marmara Denizi açısından bakıldığında, kentsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların yalnızca yaklaşık yüzde 50'sinin arıtılarak denize verildiği göz önüne alınırsa, bu kronik kirlilik yükünün artık ekolojik bir felakete dönüştüğü anlaşılmaktadır. Söz konusu madde toksin içermemekle birlikte patojen bakteriler taşıyabilmekte olup bentik canlı topluluklarını (örneğin mercanlar, süngerler, deniz çayırları, *Pinna nobilis*) olumsuz etkilemekte, gemi motorlarına zarar vermekte ve kıyıların kullanım alanlarını kısıtlayabilmektedir.

Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden biri olan Marmara, ülkenin en küçük ama en kalabalık bölgesidir. Ülke nüfusunun yaklaşık yüzde 30'u, sanayi üretiminin de yarısı burada yer almaktadır. Bölge Türkiye topraklarının yalnızca yüzde 8,6'sına tekabül etmektedir. Bu kadar çok sayıda insanın, sanayi faaliyetinin ve tüketimin sıkıştığı bir havzadan Marmara Denizi'ne adeta atık aktığı söylenebilir. Marmara jeolojik açıdan da bir tuzak olup, Karadeniz ile Ege Denizi arasında, İstanbul ve Çanakkale Boğazları aracılığıyla dünyaya bağlanan yarı kapalı bir iç denizdir. Bu tuzak, denize giren her şeyin buradan hızla çıkamadığı anlamına gelmektedir. Zira akıntı sistemi kirleticileri dışarı atmak yerine onları belirli bölgelerde biriktirme eğilimindedir. 1994'te tanımlanan iki katmanlı akıntı sistemi, mikroplastiklerin dağılımının neden bu kadar düzensiz olduğunu da açıklamaktadır. Kirlilik yüzey ve dip akıntıları boyunca süzülmekte ve körfezlerde takılı kalmaktadır. Yani, Marmara'nın kendi kendini temizleme becerisi oldukça zayıftır. Kirlilik içeri girip birikmeye başlar ve kolayca geri çıkamaz.

Marmara'nın deniz tabanı baştan sona tarandığında görülen manzara aslında Türkiye'nin diğer denizlerindeki manzaranın daha şiddetli halidir. Çoğunluğu plastik (>%70) olan ciddi miktarda bir deniz çöpü varlığı söz konusudur. Üstelik bu kirlilik sabit de değildir. İlkbahar ve yaz aylarında, yani insanların kıyılara rağbet ettiği dönemlerde, deniz tabanındaki çöp yoğunluğu belirgin biçimde artmaktadır. Yani kirliliğin mevsimlere de uyum sağladığı söylenebilir.

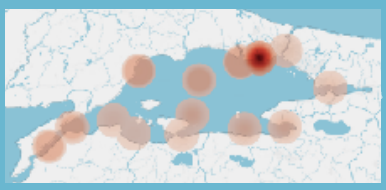
Deniz çöplerinin kompozisyonu da bu durumu kanıtlamaktadır. Marmara Denizi'ne yönelik kapsamlı bir araştırmada ortalama çöp yoğunluğu 73,9 adet/km² olarak hesaplanmıştır. Adet olarak çöp kompozisyonu incelendiğinde ise plastiklerin tek başına toplam çöpün yüzde 71,7'sini oluşturarak ezici bir baskınlığa sahip olduğu, bunu yüzde 11,4 ile metal ve yüzde 6,6 ile tekstil ürünlerinin takip ettiği görülmüştür. Plastik grubunun kendi içinde ise poşetler (yüzde 35,6), gıda ambalajları (yüzde 20,7) ve şişeler (yüzde 8,4) en yaygın alt kategoriler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumu daha da şiddetlendiren bir başka etmen de deniz çöplerinin dibe çökerek oluşturduğu çöp tabakasıdır. Bu tabaka deniz tabanı ile su sütunu arasındaki gaz alışverişini de engelleyebilmektedir.

Temiz su bölgesi

Yoğun kirlilik bölgesi

Su

Mikroplastik yoğunluğu



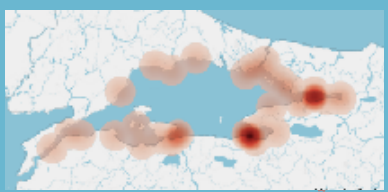
0 adet/L — 33 adet/L

0

33

Biyota

Mikroplastik yoğunluğu



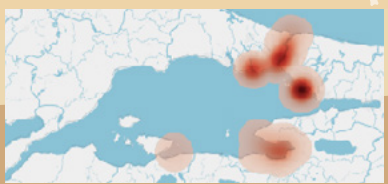
0,1 adet/birey — 37 adet/birey

0,1

37

Sediment

Mikroplastik yoğunluğu



0,3 adet/kg — 42.700 adet/kg

0,3

42.700

Marmara özelinde plastik kirliliğini çok da derinlerde aramaya gerek olmayıp, halk plajlarına bakmak yeterlidir. Aslında ayağımızın altında, yani hemen kumun birkaç santimetre altında durumun görülenden daha vahim olduğu anlaşılmaktadır. Marmara Denizi'ni çevreleyen kıyılardaki halk plajlarında Ağustos 2018'de yürütülen bir araştırma bu durumu sayılarla ortaya koymaktadır. Tekirdağ'dan İstanbul'a, Çanakkale'den Yalova'ya uzanan kıyı şeridinde 17 farklı halk plajında gerçekleştirilen bu çalışmada, kumun yalnızca 10 santimetre derinliğe kadar kazıldığında metrekarede ortalama 66 parçanın üzerinde gömülü atık tespit edilmiş olup, bunların yaklaşık 50 tanesi plastiktir. Tablo plajdan plaja büyük farklılıklar göstermektedir. Kumburgaz'da metrekare başına 130 parçayı aşan plastik atık yoğunluğunun, Marmara'nın en temiz plajı olan Erdek'tekinin beş katından fazla olduğu görülmektedir. Üstelik bu atıkların büyük çoğunluğunun kökeninin turistik faaliyetler ve inşaat malzemeleri olduğu düşünülmektedir. Yani bu kirlilik uzaktan gelmeyip, bizzat plaj ziyaretçilerinin ayak izlerinden doğmaktadır. Plaja bırakılan plastik gömülmekte, gömülen plastik kırılmakta, kırılan plastik mikroplastiğe dönüşmekte ve sonuçta kirlilik başka bir boyut kazanmaktadır. Bu ise artık göremediğimiz, dokunamadığımız, ama her gün içinden geçtiğimiz bir boyuttur.

Diğer denizlerde olduğu gibi Marmara Denizi'nde de mikroplastikler daha büyük boyutlu plastiklere göre daha fazla risk barındırmaktadır. Bazı çalışmalar, Marmara'nın deniz tabanında, suyunda, balıklarında, midyelerinde, hatta gözle görülemeyen küçük deniz canlıları da dahil olmak üzere hemen her noktasında bu kirliliğin farklı seviyelerde var olduğunu ortaya koymaktadır. Marmara Denizi'nin mikroplastik kirliliği açısından en kirli bölgelerinden biri, İstanbul megakentinin içinde sıkışmış ve neredeyse onun bir atık su çukuruna dönüşmüş Küçükçekmece Lagünü'dür. Yapılan ölçümler bu lagündeki mikroplastik yoğunluğunun, Karadeniz kıyısındaki bölgelerle kıyaslandığında oldukça yüksek seviyelere ulaştığını göstermektedir.

Marmara'da biriken mikroplastiklerin 1 kg sedimentte 10.000 mikroplastik parçağını dahi aşabildiği tespit edilmiştir. Bu rakamlar bölgelere göre, yani aslında insan yoğunluğuna göre değişimler gösterebilmektedir. Örneğin nüfus yoğunluğunun düşük olduğu ve arıtma sisteminin etkin çalıştığı bölgelerde düşük konsantrasyonlar saptanırken, nüfusun yoğun olduğu, deniz trafiğinin çok üst seviyede olduğu ve atık su arıtma tesislerinin yetersiz kaldığı noktalarda mikroplastik konsantrasyonları birçok Avrupa kıyı kentinin üzerine çıkmaktadır. Yürütülen ayrıntılı bir çalışmada, İstanbul Boğazı'nın çeşitli noktalarındaki sedimentlerde mikroplastikler araştırılmış ve şehirleşmenin görece düşük olduğu Anadolu Hisarı ve Rumeli Feneri gibi bölgelerde bile yüksek seviyelerde mikroplastik konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bu durum, Marmara'nın akıntı sisteminin kirliliği her yere dağıttığını göstermektedir.

Sudaki durum da benzer özelliktedir. Bölgeler arasında farklılıklar görülmekle birlikte, örneğin Küçükçekmece gibi lagünlerde tablo çok daha kötüdür. Bu bölgede yapılan bir çalışmada, litre başına 30'dan fazla parçacık tespit edilmiştir.

Küçükçekmece Lagünü üzerine yapılan dikkat çekici bir başka çalışma ise bambaşka bir kirlilik kaynağına işaret etmektedir: pamuklu kulak temizleme çubukları. Altı aylık örnekleme boyunca lagünün iki kıyı noktasında toplam 854 kulak çubuğu tespit edilmiş olup, bu da metrekarede aylık ortalama 71 adede denk gelmektedir. Kirlilik yaz aylarında görece düzenli seyrederken Kasım ayında dramatik bir zirveye ulaşmakta ve tek bir ayda 449'a yükselmektedir. Üstelik toplanan örneklerin neredeyse yarısı ileri düzeyde okside olmuş, yani çoktan parçalanmaya başlamış ve mikroplastiğe dönüşüm sürecine girmiş durumdadır. Görünüşte zararsız bu ürün, plastik sapı nedeniyle kıyı şeritlerinde, plajlarda, deşarj hatlarının çevresinde ve lagünlerde ciddi bir kirlilik kaynağına dönüşmüş durumdadır. Avrupa Birliği bu ürünü plastik sapı nedeniyle yasaklamıştır. Türkiye için de benzer bir düzenleme gerektiği savunulmaktadır.

Marmara'daki deniz canlılarının durumuna gelince, 2020'de yayımlanan bir çalışmada Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarından toplanan 243 ticari balığın sindirim sistemi incelenmiş olup balık başına ortalama 1,1 mikroplastik tespit edilmiştir. Türlere göre dağılım daha da çarpıcıdır. Kefalde 2,5, barbunda 1,1 parça bulunmuştur. En sık rastlanan polimerler ise polipropilen (yüzde 26) ve polietilen (yüzde 21,9) olmuştur.

Marmara kıyısı boyunca 20 noktadan toplanan 412 adet yabani Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) üzerinde yürütülen kapsamlı bir incelemede toplam 812 mikroplastik tespit edilmiştir. Yani örneklenen her midyeye neredeyse iki parça plastik düştüğü görülmüştür. Ortalama kontaminasyon miktarı midye başına 2,06 adet, gram taze doku başına ise 1,12 mikroplastik olarak hesaplanmıştır. Ancak bu rakam lokasyondan lokasyona dramatik biçimde değişmektedir. En yüksek değer, nüfusun yoğun olduğu, kent deşarjının en fazla olduğu Kadıköy açıklarında midye başına 7,53 mikroplastik ile ölçülmüştür. En düşük değerler ise nüfus ve sanayi baskısının görece az olduğu Şarköy ve Karabiga kıyılarında görülmüştür. Tespit edilen mikroplastiklerin baskın şekli (yüzde 81) lif olup, büyük çoğunluğu 1 mm'den küçüktür. FTIR analizi 14 farklı polimer türü ortaya koymuştur; listenin başında yüzde 66 ile polietilen tereftalat (PET) yer almaktadır.

PET, giysilerde yaygın kullanılan sentetik elyaf türlerinden biridir ve tek bir çamaşır yıkamasında kumaştan binlerce lif salınabilir. Yani bu lifler, büyük olasılıkla sentetik kıyafetlerin yıkanmasıyla kanalizasyona karışmakta ve yetersiz arıtılan evsel atık sularıyla birlikte denize ulaşmaktadır. Nitekim Marmara'ya günde 6,9 milyon m^3 atık su deşarj edilmekte ve bunun yarıdan fazlası yalnızca fiziksel ön arıtmadan geçmektedir.

Bu tablonun tabağımıza yansıması ise, haftada bir kez 225 gramlık bir midye öğünü tüketen birinin, tek porsiyonda yaklaşık 252 mikroplastik tüketmesi anlamına gelmektedir. Yani kıyıdaki insan yoğunluğu ve kentsel deşarj, kirliliğin ekosistem bedeninden midyenin bedenine, oradan da onu tüketen insanın bedenine doğru bir akış izlemektedir.

Yarı kapalı bir iç deniz olması, yoğun nüfus ve çevresindeki yetersiz atık yönetimi nedeniyle, Marmara Denizi üzerindeki kirlilik baskısının etkisi diğer deniz-

No.	Koordinatlar Kuzey	Doğu	Örnekleme lokasyonu	Ortalama mikroplastik/ midye
1	40.783767	27.368950	Şarköy	0,3
2	41.011931	27.769047	Çorlu	4,9
3	40.970789	27.959850	Marmara Ereğlisi	1,3
4	41.070800	28.240606	Silivri	2,8
5	40.973700	28.878003	Bakırköy	4,5
6	40.993247	28.929714	Fatih	1,7
7	40.969819	29.032275	Kadıköy	7,5
8	40.910756	29.133933	Maltepe	1,3
9	40.869272	29.233736	Tuzla	1,8
10	40.801147	29.346961	Çayırova	5,8
11	40.782631	29.616531	Hereke	0,4
12	40.737250	29.920329	Altınova	0,4
13	40.716906	29.920328	Başiskele	0,7
14	40.695108	29.451008	Tavşanlı	0,9
15	40.646350	29.116528	Çınarcık	3,3
16	40.432133	29.158976	Gemlik	1,2
17	40.357283	28.927700	Mudanya	1,2
18	40.358608	27.958056	Bandırma	0,6
19	40.327150	27.619447	Karabiga	0,4
20	40.404864	26.906278	Lapseki	0,6

lerden daha farklı olabilmektedir. Ancak Marmara Denizi açısından da benzer bir kirlilik kaynağı profili olduğunu söylemek mümkündür. Araştırmalar özellikle kentleşmeye ve atık suya işaret etmektedir. Mevcut arıtma sistemleri bakterileri, kimyasalları ve organik atıkları tutabilse de, mikroplastiğin tamamını tutamamaktadır. Parçacıklar çok küçük olduğu için sistemin filtresinden kaçabilmekte ve doğrudan Marmara'ya ulaşmaktadır.

15 atık su arıtma tesisini kapsayan bir çalışmaya göre, Türkiye'nin atık su arıtma tesislerinden Karadeniz'e ve Marmara'ya günde devasa miktarlarda mikroplastik bırakılmaktadır. Birincil arıtma yapan tesislerde litre başına ortalama 76,25 mikroplastik, ikincil arıtma yapanlarda ise 20,57 mikroplastik ölçülmüştür. Yani Marmara'ya günde $4{,}95 \times 10^{10}$, yılda ise toplamda yaklaşık $2{,}26 \times 10^{13}$ mikroplastik sadece arıtma tesislerinden geçerek deşarj edilmektedir. İstanbul'un kuzey kıyısındaki ikincil bir arıtma tesisini inceleyen çalışmaya göre de tesisin yüzde 84,6-93 oranında giderim verimliliğine rağmen günde 2934×10^{6} mikroplastik parçacığının Marmara'ya deşarj edildiği görülmüştür. Yani çok yüksek arıtma kapasitesinin bile sorunu sıfırlayamadığı anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, mevcut arıtma sistemleri yetersiz olup , var olanlar da mikroplastiğin tamamını tutamamaktadır. Öncelikli olarak, atık sulara dahil olan plas-







Marmara Denizi'nde bir atıksu arıtma tesisine ait deşarj sistemi ve etkilediği canlı yaşamı. Birinci fotoğraf Yalova deşarj hattında deşarj edilen kirliliği göstermektedir. İkinci ve üçüncü fotoğraf, deşarj sisteminden gelen plastik parçalarının midyelerin ve balıkların yaşam alanlarında birikimini göstermektedir. FOTOĞRAF: KENAN GEDİK

tikleri azaltacak önleyici stratejiler, daha sonra da önlenemeyenleri tutacak daha ileri filtre sistemlerinin eklenmesi gerekmektedir. Mikroplastiği tutma kapasitesi olan membran filtre teknolojileri, Marmara kıyısındaki tüm tesislerde yasal zorunluluk haline getirilmelidir. Bununla beraber kurulacak izleme sistemleri ile atık su arıtma tesislerinden Marmara'ya ne kadar mikroplastik gittiğine ilişkin, halihazırda sahip olmadığımız veriyi sistematik olarak elde etme olanağımız olacak ve bu da çözüm üretmeyi ve spesifik olarak önlem almayı mümkün kılacaktır.

Nehirler diğer denizlerde olduğu gibi Marmara açısından da ciddi bir kirletici kaynağıdır. Bu durum, Marmara'ya dökülen iki nehir üzerinden çok çarpıcı bir şekilde tespit edilmiştir. Kocasu Nehri ve Nilüfer Deresi, yılda 614.000 ton askıda (suda asılı halde taşınan) partikül taşıyabilmektedir. Bursa'nın deri, tekstil, metal işleme, plastik ve kauçuk sektörlerinden gelen endüstriyel atıklar, tarımsal akış ve kentsel atık sularla birlikte Gemlik Körfezi'ne karışmaktadır. Bu nehirlere yakın istasyonlarda ölçülen mikroplastik konsantrasyonu, körfezin diğer bölgelerine göre belirgin şekilde yüksek bulunmuştur.

Trakya tarafında bu hikâyenin en uç örneği ise Ergene Nehri'dir. Çorlu ve Çerkezköy'deki binlerce tekstil, deri ve kimya tesisinden nehre deşarj edilen atık su miktarının, nehrin doğal debisinin yaklaşık üç katına ulaştığı belirtilmektedir. Ergene Nehri bugün "ölü nehir" olarak anılmaktadır. Sularını Meriç üzerinden Ege'ye taşısa da, aynı sanayi kuşağının akarsular aracılığıyla denizlere taşıdığı kirliliğin en çarpıcı kanıtıdır. Bu akarsular küçük olsa da, hem Marmara hem Ege için büyük bir kirlilik kaynağına dönüşebilmektedir.

Türk Boğazları, dünyanın en yoğun gemi trafiğine sahip su yollarından biridir. Ancak bu trafik yoğunluğunun bir bedeli vardır. Gemlik Körfezi'nde yapılan çalışmalarda, en yüksek mikroplastik konsantrasyonu Gemport Limanı'na yakın istasyondaki sedimentte kilogram başına 9733 mikroplastik olarak tespit edilmiştir. Bandırma'da da yat ve tekne limanları, midyelerdeki mikroplastik birikiminin en yüksek olduğu noktalardır.

Marmara'nın dibini temizlemek için yapılan tarama çalışmalarında çıkan malzeme çamur, kum, tortu karışımı şu an gemilerle açık denize geri dökülmektedir. Türkiye'de her yıl yaklaşık 3 milyon metreküp dip tarama malzemesi çıkarılmakta olup bunun büyük çoğunluğu döküm gemileriyle açık denizlere boşaltılmaktadır. Dolayısıyla buralarda biriken mikroplastikler açık deniz bölgesine taşınmakta, adeta bir kirlilik transferi gerçekleşmektedir.

Buraya kadar anlatılanlar, yani Marmara için belgelenen kirlilik, çaresizliğin değil, bilinçli olmayan politikasızlığın bir sonucudur. Marmara'nın, son altmış yılda biriktirdiği plastikten kısa bir sürede kurtulması mümkün olmamakla birlikte, son altmış yılda ortaya konan bilimsel bulgular, müdahale ne kadar gecikirse, müsilajın o kadar sık geri geleceğini, deniz canlılarının bir o kadar daha plastiğe maruz kalacağını ve tabaklara konan midyelerin bir o kadar daha mikroplastik barındıracağını göstermektedir. Değinilen tüm araştırmalar aynı noktada buluşmaktadır: Aslında çözüm yolları oldukça nettir. Veriler, öneriler ve gerekli teknoloji mevcuttur. Eksik olan tek şey, bunları uygulamaya koyacak güçlü bir iradedir.

3.3.3. Ege Denizi

Ege Denizi, jeolojik olarak çok yakın bir geçmişte Egeid adlı kara parçasının çökmesi ve buna eşlik eden tektonik kırılmalar sonucu oluşmuştur. Bu benzersiz özelliği onu zengin deniz çayırlarına sahip kırılgan bir ekosistem haline getirmektedir. Bugün bu kırılgan yapısına ek olarak iklim krizi, aşırı avlanma, deniz kirliliği ve Süveyş Kanalı üzerinden gelen istilacı türlerin ağır baskısıyla da baş etmek zorundadır.

Dolayısıyla Ege Denizi, Türkiye ve Yunanistan arasına sıkışmış bir su kütlesinden çok daha fazlasıdır. Türlerin, ekonomilerin ve politikaların birbiriyle çekişme halinde olduğu, turizmden balıkçılığa, deniz ulaşımından kıyı yerleşimlerine kadar çok sayıda faaliyetin aynı denizel alanı paylaştığı kırılgan ve dinamik bir sistemdir. Yüzlerce koyu, adası, yarı kapalı kıyısal sistemi ve farklı kullanım baskılarını aynı anda barındıran Ege, Akdeniz havzasının en hareketli kıyısal bölgelerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bir yanda küçük balıkçı kasabaları, diğer yanda yoğun turizm merkezleri, marinalar ve uluslararası deniz ulaşım hatları aynı ekosistem içerisinde varlığını sürdürmektedir.

Ege Denizi aynı zamanda yüksek biyolojik çeşitliliği ve farklı habitat tiplerini bir arada barındırmasıyla da öne çıkmaktadır. Deniz çayırları, kayalık kıyılar, lagünler, yarı kapalı koylar ve ada ekosistemleri çok sayıda deniz canlısı için yaşam alanı oluşturmaktadır. Bölge, birçok balık türü için üreme ve beslenme alanı olmasının yanı sıra, kıyısal ekosistemlerin sürekliliği açısından da önemli bir geçiş sistemi niteliği taşımaktadır. Bu nedenle Ege'de ortaya çıkan çevresel baskılar yalnızca belirli kıyı alanlarını değil, daha geniş ölçekte denizel ekosistem bütünlüğünü etkileyebilecek potansiyele sahiptir.

Ege'nin bu hassas yapısı, coğrafi ve sosyoekonomik özellikleriyle doğrudan ilişkilidir. Yaz aylarında kıyı bölgelerinde turizm faaliyetlerine bağlı olarak nüfus 4-5 katına kadar artabilmektedir. Benzer şekilde, marina kullanımı ve özel tekneler ile günübirlik gezi teknelerinin sayısında da belirgin bir artış yaşanmaktadır. Yaz aylarında yaşanan bu mevsimsel yoğunluk, koyların ve plajların kalabalıklaşmasına, kıyısal alanlarda tüketimin artmasına ve buna bağlı olarak üretilen atık miktarının önemli ölçüde yükselmesine neden olmaktadır. Oluşan bu atıkların bir bölümü yetersiz atık yönetimi, rüzgâr, yüzey akışı ve doğrudan insan faaliyetleri sonucunda deniz ortamına ulaşabilmektedir. Bu nedenle Ege Denizi'ndeki plastik kirliliğini yalnızca büyük kentlerin veya sanayi merkezlerinin yarattığı bir sorun olarak değerlendirmek eksik olacaktır. İlk bakışta doğal ve sakin görünen küçük koylar, rekreasyon alanları ve yarı kapalı kıyısal sistemler de zamanla plastiklerin biriktiği önemli alanlara dönüşebilmektedir.

Ege Denizi'nde plastik kirliliğinin en belirgin görüldüğü alanların başında kıyı şeridi gelmektedir. Özellikle yarı kapalı koylar, plajlar ve insan kullanımının yoğun olduğu kıyılar, plastiklerin birikim noktaları olarak öne çıkmaktadır. Dalgalar, kıyısal akıntılar ve insan faaliyetleriyle taşınan plastik materyaller zamanla parçalanarak kumsallarda ve deniz tabanında birikebilmekte, uzun süre çevrede

EGE DENİZİNİN DENİZ TABANI VE KIYILARDAKİ PLASTİK YÜKÜ

En yüksek birikim alanı

İZMİR KÖRFEZİ: 2979 adet/kg

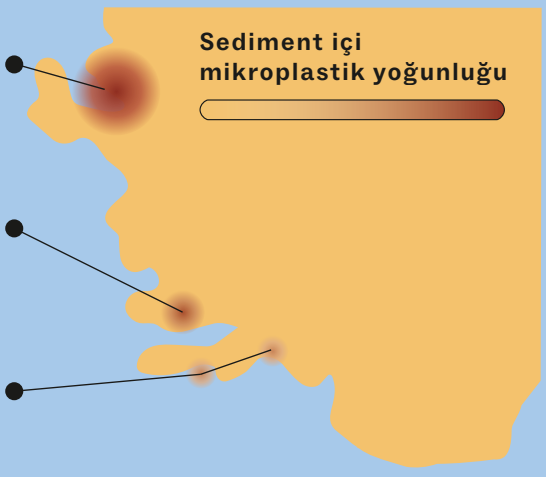
Baskın form: Fragment, fiber
Deniz tabanı: 15m

AYDIN PLAJLARI: 1154 adet/kg

Baskın form: Fragment, fiber, film

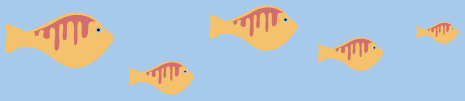
DATÇA YARIMADASI: 59-131 adet/kg

Baskın form: Fragment
Sediment: %82 Fragment



Denizel canlılarda mikroplastik birikimi

Ticari balıkların tükettiği plastik oranı **%35,1**





4-22 adet/birey (Akdeniz midyesi)*

Türlere göre mikroplastik miktarı

İncelenen balık sayısı: **85** ortalama

Birey başına ortalama mikroplastik sayısı: **1,7** adet/birey

Tür	adet/birey	Baskın polimer
İstavrit *(T. mediterraneus)*	10,9	PET, PP, PE
Kefal *(C. saliens)*	4,3	PP, PE, PET
Uskumru *(S. scombrus)*	3,1	PET, PP, PE

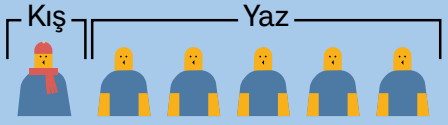
Kıyısal istasyonların çöple doluluk oranı

%35,6



326 dalış noktasının üçte birinden fazlasında makro deniz çöpü saptanmıştır

Araştırma bölgelerinde nüfus



Turizm yoğunluğu ve antropojenik etkiler bu oranda katlanıyor **4-5×**

*Doğal kirlilik göstergesi olarak izlenmiştir

kalabilmektedir. Bu durumu destekleyen geniş ölçekli bir çalışmada, Türkiye Ege kıyıları boyunca 326 farklı noktada gerçekleştirilen SCUBA dalışları ile deniz tabanındaki makro deniz çöpleri değerlendirilmiştir. Araştırmada örnekleme yapılan istasyonların yüzde 35,6'sında deniz çöpü tespit edilmiş, sayısal olarak en yaygın atık grubunu ise plastik materyallerin oluşturduğu belirlenmiştir.

Daha önce belirtildiği üzere deniz ortamına ulaşan plastikler, bulundukları boyutta kalmayıp, çevresel etkenlerin etkisiyle zamanla parçalanarak mikroplastiklere dönüşmekte ve sediment içerisinde uzun yıllar kalıcılığını sürdürebilmektedir. Ege Denizi'nin farklı kıyılarında yürütülen çalışmalar da bu sürecin somut örneklerini ortaya koymaktadır. Bu dönüşümün dikkat çekici örneklerinden biri 2019 yılında Datça Yarımadası'nda gerçekleştirilen çalışmada ortaya konulmuştur. Akdeniz ile Ege Denizi'nin kesişim noktasındaki kumsallarda kilogram başına ortalama 1154,4 mikroplastik parçacığı tespit edilmiş, parçacıkların yaklaşık yüzde 82'sinin fragment (parçacık) formunda olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, çevreye bırakılan daha büyük plastik materyallerin zamanla parçalanarak sediment içerisinde kalıcı bir yük oluşturabildiğini göstermektedir. Belirlenen plastik polimerlerin büyük çoğunluğunun PE ve PP olması ise kıyısal alanlarda yaygın kullanılan plastik materyallerin çevresel yük içerisindeki önemine işaret etmektedir. Benzer bulgular, 2022 yılında Muğla kıyılarında rekreasyonel amaçla yoğun olarak kullanılan plajlarda gerçekleştirilen çalışmalarda da rapor edilmiştir. Kum örneklerinde yüksek yoğunlukta mikroplastik tespit edilmiş, fiber (lif), fragment, film ve pelet morfolojisindeki parçacıkların baskın olduğu belirlenmiştir. Çalışma, özellikle insan kullanımının yoğun olduğu plajlarda rekreasyon faaliyetlerinin kıyısal mikroplastik yükünü artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca bu parçacıkların dalga ve kıyısal akıntılarla sürekli yeniden dağılarak koylar, plajlar ve açık deniz arasında taşınabildiği belirtilmiştir.

İzmir Körfezi, Ege Denizi için kirlilik yönünden takip edilmesi gereken önemli noktalardan bir tanesidir. İzmir, 4,5 milyonu aşan nüfusuyla Türkiye'nin en kalabalık üçüncü ili ve Ege kıyılarındaki en büyük yerleşim merkezidir. Bu yoğun nüfus; liman faaliyetleri, kıyısal yapılaşma, sanayi, deniz ulaşımı ve günlük tüketim baskısıyla birlikte körfez üzerinde sürekli bir antropojenik yük oluşturmaktadır. İzmir Körfezi'nde ortalama 15 metre derinlikte gerçekleştirilen sediment örneklemelerinde 2979 MP/kg düzeyinde mikroplastik tespit edilmesi, plastik kirliliğinin yalnızca plajlarda ya da kıyı yüzeyinde değil, körfezin deniz tabanında da birikebildiğini göstermektedir. Tespit edilen parçacıkların fragment, fiber, film ve küre formunda olması; baskın polimerlerin ise PE ve PP olarak belirlenmesi, kentsel ve kıyısal kullanım baskısının deniz tabanına kadar ulaşabildiğine işaret etmektedir.

Denizel Canlılarda Mikroplastik Varlığı

Plastiklerin denizel sistem içerisindeki yayılımı kumsallar ve sedimentlerle sınırlı değildir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, Ege Denizi'nde mikroplastiklerin farklı

trofik seviyelerdeki deniz canlılarında da yaygın olarak bulunduğunu göstermektedir. Midyeler, balıklar ve diğer denizel organizmalarda tespit edilen mikroplastikler, plastiklerin artık yalnızca çevrede bulunan yabancı materyaller olmadığını, besin ağına dahil olarak organizmalar arasında taşınan ve denizel ekosistem süreçlerinin bir parçası haline gelen kirleticilere dönüştüğünü ortaya koymaktadır. Özellikle süzerek beslenen organizmalar ile sedimentle yakın ilişki kuran dip balıkları, çevredeki plastik yükünü yansıtan önemli biyolojik göstergeler olarak kabul edilmektedir.

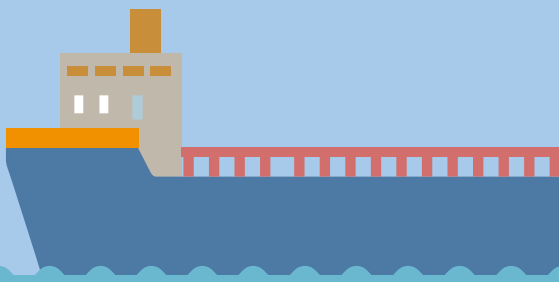
Ege Denizi'nde gerçekleştirilen bilimsel araştırmalar, bölgedeki denizel canlıların ciddi düzeyde mikroplastik kirliliğine maruz kaldığını ve bu kirleticileri bünyelerine aldığını açıkça ortaya koymaktadır. 2019-2020 yıllarında yapılan çalışmalara göre, incelenen canlılar arasında en yüksek mikroplastik birikimi birey başına 4-22 adet ile suyu filtre ederek beslenen Akdeniz midyesinde ve 10,9 adet ile istavritte tespit edilmiştir. Diğer ticari balık türlerinde ise mikroplastik düzeyleri birey başına 0,6 adet (tekir) ile 4,6 adet (istavrit) arasında değişen seviyelerdedir. İncelenen tüm canlı türlerinde (mırmır, kefal, barbun, tekir, sardalya, hamsi, zargana, sarı tral, istavrit, kupes, melanur, kolyoz, uskumru ve dil) en sık rastlanan mikroplastik polimer tiplerinin PET, PP ve PE; en yaygın şekillerin ise fragment, fiber ve film formları olduğu belirlenmiştir. Bu veriler, plastik atıkların Ege Denizi'ndeki besin zincirine geniş bir ölçekte entegre olduğunu ve hem dip (demersal) hem de yüzey (pelajik) canlılarında kalıcı bir kirlilik yükü oluşturduğunu göstermektedir. Balıklarda mikroplastiklerin tespit edilmesi, plastiklerin artık yalnızca su yüzeyinde sürüklenen atıklardan ibaret olmadığını açık biçimde göstermektedir. Bu kirleticiler denizel besin ağına dahil olmakta, organizmalar arasında taşınmakta ve biyolojik sistemler içerisinde dolaşıma girmektedir. Özellikle ticari olarak tüketilen türlerde plastik varlığının belirlenmesi, plastik kirliliğinin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda gıda güvenliği ve insan sağlığı açısından da değerlendirilmesi gereken bir problem haline geldiğini göstermektedir.

Plastik Kirliliğinin Kaynakları ve Mevsimsel Baskı

Ege Denizi'nde plastik kirliliği çoğu zaman tek bir kaynaktan değil, çok sayıda insan faaliyetinin birleşik etkisinden ortaya çıkmaktadır. Bölgenin yoğun turizm potansiyeli, marina ve yat faaliyetleri, kıyısal kentleşme, balıkçılık ve mevsimsel nüfus hareketliliği bu baskının temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Özellikle yaz sezonunda kıyısal alanlarda oluşan yoğun insan hareketliliği plastik atık miktarında belirgin bir artışa neden olmaktadır. Sahil yerleşimlerinde artan tüketim, tek kullanımlık plastik ürün kullanımı, plaj aktiviteleri ve günübirlik turizm hareketleri plastiklerin doğrudan ya da dolaylı yollarla deniz ortamına ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Bu baskı özellikle yarı kapalı koylar ve yoğun tekne kullanımının görüldüğü alanlarda daha belirgin hale gelmektedir.

Aydın kıyılarında Kasım 2021 ile Ağustos 2022 arasında 10 farklı plajda yürütülen mevsimsel izleme çalışmasında, kum içerisinde 59-131 MP/kg arasında değişen

Ege Denizi istavrit ve midye birey başına ortalama **10'dan fazla mikroplastik** barındırıyor



Akdeniz Midyesi *(M. galloprovincialis)* [2019-2020]* — **13** (4-22)

İstavrit *(T. trachurus)* [2020] — **4,6**

Uskumru *(S. scombrus)* [2020] — **3,1**

Melanur *(O. melanurus)* [2020] — **2,3**

Sarı Tral *(C. rhonchus)* [2020] — **2,2**

Barbun *(M. barbatus)* [2020] — **1,8**

Zargana *(B. svetovidovi)* [2020] — **1,8**

Hamsi *(E. encrasicolus)* [2020] — **1,6**

Mırmır *(L. mormyrus)* [2019] — **0,8**

İstavrit *(T. mediterraneus)* [2020] — **10,9**

Kefal *(C. saliens)* [2019] — **4,3**

Dil *(S. solea)* [2020] — **3**

Kolyoz *(S. colias)* [2020] — **2,3**

Tekir *(M. surmuletus)* [2020] — **1,9**

Sardalya *(S. pilchardus)* [2020] — **1,8**

Kupes *(B. boops)* [2020] — **1,8**

Barbun *(M. barbatus)* [2019] — **1,1**

Tekir *(M. surmuletus)* [2019] — **0,6**

şen mikroplastik yoğunlukları bildirilmiştir. Çalışma mikroplastik birikiminin mevsimsel olarak değiştiğini, özellikle ilkbahar ve yaz aylarında sedimentteki mikroplastik miktarının sonbahar ve kış dönemlerine göre daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, kıyısal sistemlerdeki plastik yükünün mevsimsel insan faaliyetlerinden etkilendiğini göstermektedir. Plastik çöplerin yoğun olarak evsel ve balıkçılık ile ilişkili malzemelerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Sentetik ağlar, misinalar ve halatlar zamanla aşınarak çevreye plastik lifler bırakabilmekte, kaybolan veya terk edilen ekipmanlar ise denizel ortamda uzun süre kalabilmektedir. Bu materyaller yalnızca fiziksel kirlilik oluşturmakla kalmayıp, deniz canlıları üzerinde dolaşma ve habitat baskısı gibi etkiler de yaratabilmektedir.

Ege Denizi'nde plastik kirliliğine yönelik çalışmalar diğer denizlerle karşılaştırıldığında çok daha sınırlı sayıdadır. Ancak mevcut çalışmaların ortaya koyduğu bulgular, plastik kirliliğinin kıyısal sistemlerde ve canlılarda belirgin hale geldiğini göstermektedir. Bu durum, Ege'deki plastik baskısının gelecekte daha kapsamlı izleme çalışmalarıyla değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Özellikle yoğun kullanım baskısı altındaki koylar, marinalar ve rekreasyon alanları için uzun dönemli izleme çalışmalarının artırılması önem arz etmektedir

Mevcut çalışmaların büyük bölümü İzmir Körfezi, Datça ve Bodrum yarımadaları ile Aydın kıyılarında yoğunlaşmaktadır. Çalışmaların önemli bir kısmı tek seferlik örneklemelere dayanırken, mevsimsel izleme çalışmaları oldukça sınırlıdır. Dolayısıyla Ege Denizi'nde plastik kirliliğinin uzun dönemli değişimi, yıllar arasındaki değişimi ve bölgesel farklılıkları tam olarak ortaya konabilmiş değildir. Özellikle Edremit Körfezi, Ayvalık Adaları, Foça, Karaburun ve Gökova Körfezi gibi geniş kıyısal alanlarda veri eksikliği göze çarpmaktadır. Bu bölgeler, farklı hidrodinamik özelliklerin yanı sıra yoğun balıkçılık ve turizm faaliyetlerine sahip olmaları nedeniyle plastik kirliliğinin mekânsal dağılımını anlamak açısından önemli araştırma alanlarıdır. Ayrıca yaz aylarında nüfusun ve kıyısal kullanım baskısının hızla arttığı dikkate alındığında, mevcut verilerin Ege Denizi'nin gerçek plastik yükünü tam olarak yansıtmadığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Ege Denizi, birçok bölgeye kıyasla ekolojik direncini büyük ölçüde koruyan bir deniz olmasına rağmen, sedimentlerde, kıyısal habitatlarda ve canlılarda tespit edilen plastikler bu direncin sınırsız olmadığını açıkça göstermektedir. Denize ulaşan plastikler idari sınırları tanımadığından, bir kıyıda ortaya çıkan kirlilik zamanla diğer kıyıları da etkileyebilmektedir. Bu nedenle Ege'de plastik kirliliğiyle mücadele yalnızca ulusal politikalarla değil, Türkiye ile Yunanistan arasında ortak izleme programları, veri paylaşımı ve uyumlu atık yönetimi stratejileriyle desteklenen sınıraşan bir yönetişim anlayışını gerektirmektedir. Plastik üretimi ve kullanımının azalmadığı, plastiklerin denize ulaşmasını engelleyen etkili yönetim stratejileri geliştirilmediği sürece, bugün kıyıya vuran atıklar gelecekte Ege ekosisteminin kalıcı bir parçası haline gelecektir.

3.3.4. Akdeniz

Akdeniz havzasının genel yapısı, bu denizin neden küresel ölçekte plastik kirliliğinin en yoğun yaşandığı bölge olduğunu açıklamaktadır. Akdeniz, yarı kapalı, çevresinde yoğun insan nüfusu barındıran, buharlaşmanın oldukça fazla olduğu bir iç denizdir. Havzanın tamamı, Akdeniz'in yarı kapalı yapısının yarattığı birikim dinamiğinden farklı seviyelerde etkilense de, Akdeniz'in dünya denizleri arasında plastik kirliliğinin en yoğun yaşandığı bölge olduğu gerçeği değişmemektedir.

Akdeniz, dünya su hacminin yalnızca yüzde birini oluşturmasına karşın küresel mikroplastik yükünün yaklaşık yüzde yedisini taşımaktadır. Cebelitarık Boğazı'ndan giren suyun dolaşımı kısıtlı olduğu ve suyun yenilenme süresi yaklaşık 100 yıla uzadığı için içine giren plastiklerin büyük kısmı uzun yıllar havzada kalmaktadır. Havzayı çevreleyen ve çoğunluğu Avrupa kıtasında yer alan 22 ülkede yaklaşık 480 milyon kişi yaşamakta, bu nüfusun yarattığı atık yükü, irili ufaklı nehirler aracılığıyla Akdeniz'e ulaşmaktadır.

Avrupa, Çin'in ardından küresel plastik üretiminde ikinci sıraya yerleşmekte olup, kıtadan her yıl 150.000 ila 500.000 ton makroplastik ile 70.000 ila 130.000 ton mikroplastik deniz ortamına ulaşmaktadır. Bu genel çerçeve, Türkiye'nin karşı karşıya olduğu kirlilik yükünün yalnızca yerel kaynaklardan değil, aynı zamanda havzanın bütünsel yapısından da beslendiğini göstermektedir. Akdeniz'e kıyısı bulunan 22 ülkeden kaynaklanan bu kirlilikte, Türkiye ve İspanya karasal kaynaklı makroplastik sızıntısının en yoğun yaşandığı ülkeler olup, güncel verilere göre Türkiye günlük 144 ton, İspanya ise 126 ton plastik atığı denize bırakmaktadır. Bu ülkeleri günlük 90 tonla İtalya, 77 tonla Mısır ve 66 tonla Fransa izlemektedir. Yıllık toplam yük açısından bakıldığında ise sıralama değişmekte ve bölgedeki en büyük kirlilik yüküne, büyük ölçüde Nil Nehri aracılığıyla (yaklaşık 55.000 ton) gerçekleşen nehir kaynaklı taşınımla yılda yaklaşık 74.000 ton ile Mısır sahip olmakta, onu 34.000 tonla İtalya, 24.000 tonla Türkiye, 13.111 tonla Cezayir, 8625 tonla Arnavutluk, (yüksek geri dönüşüm oranına karşın yoğun tüketim ve turizm kaynaklı sızıntı nedeniyle) 4500 tonla İspanya ve 4000 tonla Fransa izlemektedir. Bu dağılım içinde Mısır toplam sızıntının yüzde 42,5-43,1'ini, Türkiye yüzde 18,9-19,1'ini ve İtalya yüzde 7,5-7,6'sını oluşturmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarına günde kilometre başına 31 kilogram plastik vurduğu tahmin edilmektedir. Ancak bu değerlerin son dönemlerde dramatik şekilde arttığı rapor edilmektedir.

Yapılan modelleme çalışmaları, Türkiye kıyılarına ulaşan plastik kirliliğinin yüzde 97'sinin ülkenin kendi kara kaynaklarından geldiğini ortaya koymaktadır. Türkiye bu yükü büyük ölçüde, nehir havzalarının genişliğine, plastik atık yönetiminin etkisizliğine, tarımsal plastik yönetimindeki eksikliklere ve plastik atık ithalatının yarattığı ek baskıya borçludur. Nitekim 2026 yılı başından itibaren medyaya yansıyan ve Adana'dan Marmaris'e kadar uzanan geniş bir hatta gözlenen mikroplastik kirliliği bu yapısal sorunların bir yansımasıdır. Bu veriler, sorunun çözümünde ulusal politikaların belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. Zira

Türkiye'nin kirlilik yükünü azaltma potansiyeli kendi karasal uygulamalarını dönüştürme kapasitesine bağlıdır.

Türkiye'nin kendi kıyılarına olan kirletici etkisinin yanında, sınır ötesi etkiler de maruz kaldığı kirlilik yükünün önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Akdeniz'in saat yönünün tersine işleyen akıntı sistemi Türkiye'nin güney kıyılarını bir birikim noktasına dönüştürmektedir. İskenderun Körfezi'nde toplanan plastik atıkların yaklaşık üçte biri yabancı kaynaklı olup bunların büyük kısmı Lübnan ve Suriye'den taşınmaktadır. Samandağ sahilinde bu oran yüzde 52'ye çıkmaktadır. Fransa'nın Rhône Nehri'nden salınan plastiklerin bir yıl içinde yüzde 60'ının Doğu Akdeniz'e, yani Türkiye kıyılarına kadar ulaştığı modellenmiştir. Bu durum, plastik kirliliğinin uluslararası niteliğini ve havza ölçeğinde işbirliğinin zorunluluğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir. Zira ulusal önlemler, komşu ülkelerden taşınan kirlilik akışını durdurmak için tek başına yeterli olmamaktadır.

Nehirler, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarına ulaşan plastik kirliliğinin en önemli taşıyıcı kanalları olarak öne çıkmaktadır. Mersin Körfezi'ne dökülen sekiz akarsu yılda yaklaşık 1,2 trilyon mikroplastik parçacığı taşımaktadır. Göksu Nehri tek başına bu yükün önemli bir bölümünü oluşturmakta, yüksek debi dönemlerinde taşınan parçacık miktarı dramatik biçimde artmaktadır. Bunun yanında sadece üç ayrı sulama kanalından Seyhan Nehri'ne saatte 1 m^3 suyla 5,3 milyar mikroplastik karıştığı ortaya konulmuştur. Bu tür kanalların sayısı 20'ye yakın olup, çoğu özellikle plastik geri dönüşüm tesislerinden kaçak atık su deşarjı almaktadır. Söz konusu rakamlar, nehir kaynaklı plastik girişinin körfez ekosistemi üzerindeki baskısının göz ardı edilemeyeceğini ortaya koymakta ve havza ölçeğinde izleme çalışmalarının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Nehirlerdeki kirlilik biçimine bakıldığında Türkiye ile Avrupa arasında belirgin bir fark göze çarpmaktadır. İtalya'da nehirlerden gelen mikroplastiklerin yüzde 82'si parça formunda olup büyük plastik nesnelerin parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de ise nehirlerden gelen mikroplastiklerin yüzde 84'ü lif formundadır ve bu lifler atık su arıtma tesislerinden süzülemeyen tekstil kaynaklı sentetik fiberlerden oluşmaktadır. İspanya'nın Tarragona kıyılarında, İtalya'nın Po havzasında ve Türkiye'nin Mersin Körfezi'nde baskın polimer türünün polyester lifleri olması, tekstil kaynaklı kirliliğin çözümünün ulusal sınırlar içinde değil, üretici sorumluluğunu merkeze alan uluslararası bir yaklaşımla mümkün olabileceğine işaret etmektedir. Bununla birlikte teknoloji seçiminin ne kadar belirleyici olduğu Mersin Narlıca tesisinin örneğinde açıkça görülmektedir. Membran biyoreaktör kullanan bu tesis yüzde 99 giderim verimiyle diğerlerinin çok üstünde performans sergilemektedir.

Sınırötesi kirlilik açısından başka bir örnek ise Asi Nehri'dir. Suriye ve Lübnan topraklarından geçerek Türkiye'nin Samandağ kıyılarına ulaşan nehir sadece Türkiye'nin sorunu değildir. Asi'nin denize döküldüğü noktada incelenen balıkların yüzde 57'sinde mikroplastik saptanması, havza yönetiminin ulusal sınırları aşan bir işbirliğini zorunlu kıldığını göstermektedir. Bu veriler, nehir havzalarının yalnızca yerel değil, bölgesel ölçekte yönetilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

ALANYA KIYILARINDA MİKROPLASTİK İSTİLASI

Rekor atık ithalatı ve tesis baskısı

Nisan 2026'da plastik atık ithalatı aylık **82 bin tona** çıkarak 10 yılın zirvesine ulaştı.

Kaçak deşarj ve yağış tetiklemesi

Son 66 yılın en yüksek ilkbahar yağışları **(yüzde 86 artış),** tesislerdeki mikroplastikleri nehirlere ve denize taşıdı.

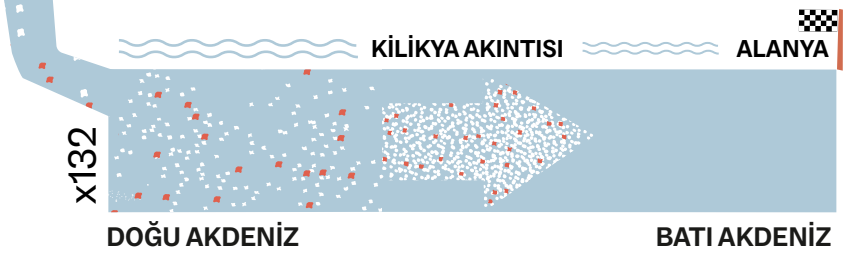


Adana'dan Akdeniz'e tahliye

Sulama kanallarında mikroplastik yoğunluğunun tesislerden sonra **132 kat** arttığı ve denize döküldüğü tespit edildi.

Kilikya akıntısı ile batıya yolculuk

Doğu Akdeniz'in baskın akıntı sistemi, atıkları Mersin-Adana hattından **haftalar içinde** Alanya yönüne sürükler.



Mikroplastik Yükü: Karşılaştırmalı Veriler

Damlataş Mağarası açıkları

34.053.278 adet/km²

Mikroplastik kaynağı: %93 geri dönüşüm kökenli

2017'ye ait Türkiye rekoru

~520.000 adet/km²

Mikroplastik kaynağı: genel arka plan

Konaklı kıyıları

7.901.368 adet/km²

Mikroplastik kaynağı: %89 geri dönüşüm kökenli

Mikroplastik Kirliliğinde Küresel Ticaret, Altyapı ve İklim Sarmalı: Alanya Örneği

2026 yılının Mart ve Temmuz aylarında, Türkiye'nin Alanya ve Antalya gibi turistik kıyıları da dahil olmak üzere Doğu Akdeniz kıyılarında, büyük yankı uyandıran ve tartışmalara yol açan olağanüstü bir plastik ve mikroplastik kirliliği dalgası gözlemlenmiştir. Bu kirlilik yerel, mevsimsel ya da münferit bir olay olmanın ötesinde, plastik atık ithalatı, yapısal altyapı yetersizlikleri ve iklim krizinin tetiklediği aşırı hava olaylarının ortak bir sonucudur. Bu kapsamda hazırlanan bir rapor özellikle Alanya kıyılarında deniz yüzeyinde kilometrekare başına 1 ila 34 milyon adet arasında son derece yüksek mikroplastik yoğunlukları tespit etmiştir. Bu çarpıcı veriler, Antalya kıyılarında bugüne kadar bilimsel literatürde kaydedilmiş en yüksek arka plan değerinin 2 ila 65 katına, tüm Doğu Akdeniz kıyılarımızda rapor edilen en yüksek değerin de yaklaşık 30 katına denk gelmektedir. Bu raporun en çarpıcı bulgularından biri de toplanan mikroplastiklerin morfolojik analizlerinden hareketle örneklerin yüzde 59-93 gibi çok büyük bir oranının doğrudan plastik geri dönüşüm tesislerinden (PGDT) sızan işlem kökenli parçacıklar (bükülmüş fragmentler, kasıtlı kesilmiş şeritler ve çapaklar) olduğunun tespit edilmiş olmasıdır. Alanya kıyılarını etkileyen bu yoğun endüstriyel kirlilik dalgası, Türkiye'nin son yıllarda üstlendiği küresel geri dönüşüm yükü ve buna bağlı yapısal kapasite açıklarıyla doğrudan ilişkilidir.

Atık su arıtma tesisleri ve tarımsal uygulamalar, karasal kaynaklı kirliliğin diğer iki önemli çıkış noktasını oluşturmaktadır. Türkiye'de arıtma tesislerinden geçen atık suların önemli bir kısmı yeterli arıtma yapılmadan denizlere ulaşmaktadır. Mersin'deki üç ileri biyolojik arıtma tesisi mikroplastikleri yüzde 55 ile 97 arasında gideriyor olmakla birlikte işlenen su hacmi büyük olduğundan günde yaklaşık 180 milyon mikroplastik parçacığı Mersin Körfezi'ne deşarj edilmektedir.

Seracılık kaynaklı plastikler de giderek artan bir kirlilik kaynağı olarak belgelenmektedir. Adana'nın Karataş bölgesindeki tarım topraklarında yapılan ölçümlerde toprak başına ortalama 16,5 plastik parçası saptanmış, bulunan parçacıkların yaklaşık yüzde 42'si mikroplastik boyutunda olup geri kalanı mezo-, makro- ve megaplastik kategorilerinde yer almaktadır. Tespit edilen plastiklerin sera örtülerinden ve damla sulama borularından kaynaklandığı belirtilmiştir. Mersin Körfezi'nde bir sel sonrasında mikroplastik yoğunluğunun sel öncesine göre 14 kat artması ve artışın ağırlıklı olarak film tipi plastiklerde yoğunlaşması, tarım topraklarındaki birikimin denize sızma mekanizmasını açıkça ortaya koymaktadır. Türkiye'de çiftçilerin tarlada bıraktığı plastik örtüler için bağlayıcı bir

geri toplama mekanizması henüz mevcut değildir. Bu durum, sellerle denize taşınan plastik yükünü yapısal biçimde beslemektedir.

Daha önemlisi ise tüm bu kirlilik biçimlerinin ortak bir kaynağa, yani plastiğin tüm sektörlerdeki baskınlığına işaret etmektedir. Kirliliğin kaynaklarını ortaya koymak bakımından kirleticilerin kimyasal parmak izini belirlemek önem arz etmektedir. Ayrıca kirleticilerin fiziksel karakteristikleri de kaynağa gitme konusunda önemli ipuçları verebilir. Yapılan çalışmalardaki tespitler balıkçılık ekipmanlarının da kirliliğe önemli ölçüde katkıda bulunduğunu söylemektedir. Hayalet ağ olarak adlandırılan terk edilmiş balıkçılık ağları deniz dibi kirliliğini ciddi ölçüde artırmaktadır. Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında yapılan trol çekimlerinde balıkçı ağı ve halatlarının ana malzemesi olan poliamid önemli bir kirlilik kaynağı olarak tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak plastik üretiminin hammaddesi olan peletler de rüzgâr ve akıntılarla kıyılara taşınmaktadır. İskenderun Körfezi'ndeki 13 plajda yapılan incelemelerde pelet yoğunluğunun mevsimsel olarak değişim gösterdiği, Mayıs ayında m^2 başına ortalama 126 adet, Kasım ayında ise 70 adet pelet kirliliği olduğu ortaya konulmuştur. Pelet Kirlilik Endeksi değerlendirmesine göre bölge Mayıs ayında orta, Kasım ayında ise düşük düzeyde pelet kirliliğine maruz kalmaktadır.

Plastiklerin polimer türlerinin dağılımı, kirliliğin kaynağını tespit etmede parmak izi işlevi görmektedir. Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında yürütülen çalışmalar, polietilen ve polipropilenin yanı sıra poliamidi de baskın polimer türleri olarak ortaya koymaktadır. Bu dağılım gündelik plastik tüketiminin, ambalaj atıkları ve tarımsal plastiklerin kirlilik üzerindeki belirleyici ağırlığına işaret etmektedir. Ayrıca balıkçılık ekipmanı kirliliğinin Akdeniz genelinde hedefli ve ayrı bir yönetim yaklaşımını hak ettiğini vurgulamaktadır.

Plastik kirliliğinin ekonomik maliyeti de göz ardı edilemez. Türkiye'de sistematik maliyet hesaplamaları yapılmamakla birlikte, Antalya, İskenderun ve Mersin gibi körfezlerdeki sahil temizliği, atık toplama ve turizm gelir kayıpları nedeniyle önemli maliyetlerle karşı karşıya olduğunu söylemek yanlış olmaz.

Gerek Akdeniz gerekse de diğer dünya denizlerinde yüzey suları ve su kolonu, plastik kirliliğinin en belirgin biçimde gözlemlendiği ortamların başında gelmektedir. Dünya genelinde yapılan çalışmalar yüzey sularında yoğunlaşmış olup, bu durum Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyıları açısından da geçerlidir. Burada yürütülen araştırmalar, yüzey sularında km^2 başına 500.000 mikroplastik parçacığına ulaşan yoğunluklar saptamış; su kolonunda ise m^3 başına ortalama 3,4 parçacık, sedimentte ise litre başına 274 parçacık ölçülmüştür. Bu değerler, kirliliğin yalnızca yüzeyde değil tüm su kolonunda ve deniz tabanında derinlemesine yerleştiğini ortaya koymaktadır. İskenderun Körfezi km^2 başına ortalama 1.067.120 parçacık ile bu tablonun en çarpıcı noktasını oluşturmaktadır. Karşılaştırma yapmak gerekirse, İspanya'nın Tarragona kıyılarında metreküp başına ortalama 1,30 parçacık, Yunanistan'ın Thermaikos (Selanik) Körfezi'nde ise metreküp başına ortalama 1,9 parçacık ölçülmüştür.

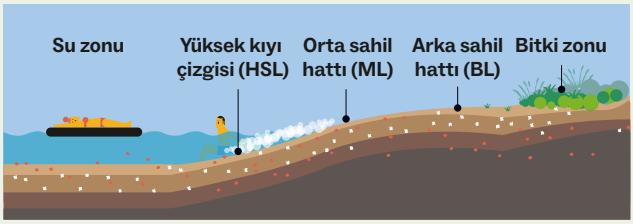
Türkiye'nin bu değerleri belirgin biçimde aşması tesadüf değildir. Doğu Akdeniz'in kapalı körfez yapısı, Mısır, Lübnan, Suriye, İsrail gibi atık yönetimi zayıf

olup atıklarını büyük oranda denize boşaltan ülkelerden akıntı yoluyla gelen plastikler, Seyhan ve Ceyhan Nehirleri ve bağlantılı kanallara kaçak deşarj yapan geri dönüşüm tesislerinin plastik yükü yoğun atık suları ve büyük ölçüde arıtılmadan deşarj edilen arıtma tesisi atık suları bu kirliliği yoğunlaştırmaktadır. Benzer bir kirliliği Fransa'nın Marsilya Körfezi'ndeki bazı istasyonlarda da görmek mümkündür. Buralarda km^2 başına 1 milyon parçacığa ulaşan kirlilik seviyesi Türkiye'nin bazı kıyı kesimlerine yakın bir değerdir. Ancak Marsilya'daki yüksek değerler kıyı ile iç içe olan şehrin büyüklüğü ve örnek alınan istasyonların atık su deşarj noktalarına yakınlığıyla açıklanmaktadır. Türkiye'de ise benzer ya da daha yüksek yoğunluklar hem sanayi noktalarından hem tarımsal alanlardan hem de nehir ağızlarından beslenmekte, akıntı dinamiklerine bağlı olarak da bazen kıyıdan uzak yerlerde görülebilmektedir. Bu çeşitlilik, kirliliğe dair yapılacak müdahaleyi daha da güçleştirmektedir. En yüksek mikroplastik yoğunlukları her zaman bilinen kirlilik odaklarının yakınında tespit edilmemekte, bu durum, fiziksel oşinografik süreçlerin plastik birikiminde belirleyici bir rol üstlendiğine işaret etmektedir. Akıntı sistemleri, ön cepheler ve küçük ölçekli türbülans gibi dinamikler, yüzen partikülleri kirlilik kaynağından bağımsız biçimde yeniden dağıtarak bunların beklenmedik noktalarda yoğunlaşmasına yol açabilmektedir. Nitekim Seyhan Nehri'nden denize karışan kirliliğin izlerine Fethiye'de rastlamak bu dinamik mekanizmanın bir sonucudur.

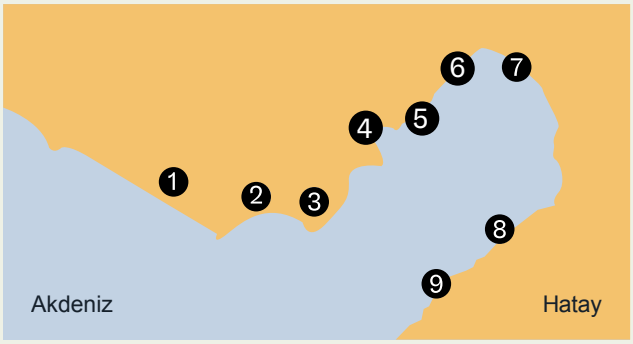
Sedimentler ve kıyı alanları, plastik kirliliğinin uzun vadeli birikim alanları olarak işlev göstermektedir. Türkiye'nin Doğu Akdeniz kıyılarında sediment örnekleri üzerinde yürütülen geniş ölçekli araştırmalar, mikroplastik yoğunluğunun istasyondan istasyona kg başına 118 ile 1688 parçacık arasında büyük farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu geniş aralık, yerel kirlilik kaynaklarının ve akıntı dinamiklerinin sediment birikimi üzerindeki belirleyici etkisini yansıtmaktadır. Avrupa verileriyle karşılaştırıldığında tablo oldukça karmaşıktır. İspanya'nın Tarragona kıyılarında sediment değeri kilogram başına 32,4 parçacıkla Türkiye'nin çok altında kalırken, İtalya'nın Venedik Lagünü'nde kilogram başına 672 ila 2175 mikroplastik parçacığı ölçülmüştür. Bu değer Türkiye'nin en yüksek kıyı sediment değerlerini bile aşmakta olup nedenini lagünün yarı kapalı yapısında aramak gerekir. Aynı mekanizma Türkiye açısından da geçerlidir. Aslında yarı kapalı lagünlerin tüm Akdeniz'de plastik tuzağı işlevi gördüğünü söylemek mümkündür.

Türkiye'deki Akdeniz kıyısal alanlarının kirlilik değerleri homojen dağılmak yerine Mersin ve İskenderun gibi belirli sıcak noktalarda yoğunlaşmaktadır. Bu da Doğu Akdeniz kıyılarını, Akdeniz'in en kirli uç noktalarından biri haline getirmektedir. İskenderun Körfezi'ndeki 13 farklı kıyı bölgesinde m^2 başına ortalama 12,2 mezo- ve makroplastik saptanmış, en kirli nokta olan Dörtyol sahilinde bu değer m^2'de 46,2 parçaya ulaşmıştır. Aynı körfezin güneyindeki Samandağ sahilinde ise ortalama plastik yoğunluğu m^2 başına 19,5 parçacık olarak ölçülmüş ve bu değerin Akdeniz'deki diğer tüm sahillerden belirgin biçimde yüksek olduğu belirlenmiştir. Film tipi plastikler baskın kirletici konumundadır. Söz

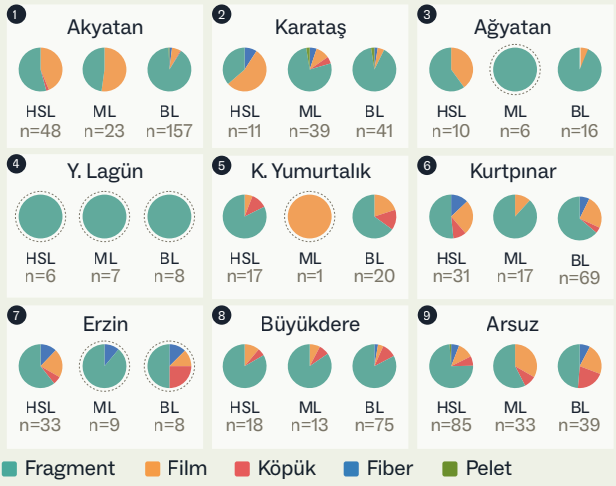
İSKENDERUN KÖRFEZİ SAHİL BÖLGELERİNDE PLASTİK YOĞUNLUĞU | mezo- ve makroplastikler (≥0,5 cm)



Körfez ortalaması	En kirli nokta	En temiz nokta
12,2 adet/m²	**Dörtyol** 46,2 adet/m²	**Yelkoma Lagünü** 2,3 adet/m²



İstasyon ve kıyı zonuna göre tür dağılımı



Dörtyol, Gölovası, Payas ve Konacık için tür verisi bulunmamaktadır

n= o bölgede sayılan plastik parça sayısı
Kesikli halka: n<10, çok az parçaya dayanmaktadır
13 istasyondan tip verisi olan 9'u gösterilmiştir

Plastik türleri



Fragment
Parçacık



Film
Plastik poşet, ambalaj filmi, sera örtüsü



Köpük
Strafor, köpük ambalaj



Fiber
Filament, ip, olta, ağ parçacıkları



Pelet
Plastik hammadde tanecikleri

konusu kirliliğin yeşil deniz kaplumbağası dişilerinin ve yavrularının yuvalama davranışını olumsuz etkilediği, dolanma ve tuzağa düşme riskini artırdığı saptanmıştır.

Çukurova Deltası'ndaki beş lagün sisteminde yürütülen araştırmalar, kirliliğin bu hassas sulak alanlara da sızdığını ortaya koymaktadır. Kasım ayında ölçülen ortalama mikroplastik konsantrasyonu litre başına 47,5 parçacığa ulaşırken en yüksek su konsantrasyonu Yelkoma Lagünü'nde litre başına 62,68 parçacık olarak kaydedilmiştir. Sedimentte ise en yüksek birikim Akyatan Lagünü'nde kilogram başına 85,25 parçacıkla tespit edilmiştir. Lagünlerde avlanan balıkların tamamında mikroplastiğe rastlanması ve lagün çevresindeki tarım arazilerinin plastik kirliliğine maruz kalması, bu ekosistemlerin hem biyoçeşitlilik hem de gıda güvenliği açısından ciddi baskı altında olduğunu göstermektedir. Mersin ve İskenderun Körfezleri'nin iç kesimleri, yüzey suları ve su kolonunda olduğu gibi deniz tabanı sedimentinde de Akdeniz'in başlıca sıcak noktaları arasında yer almaktadır. Bu alanlardaki kirliliğin sahip olduğu yüksek yoğunluk, Seyhan ve Asi gibi nehirlerin deşarj noktaları ile yoğun kentsel ve sanayi faaliyetleriyle doğrudan ilişkilidir. Plastikler su kolonunda asılı kalmak yerine zamanla dibe çökerek sediment içinde kalıcı biçimde birikmektedir.

Derin deniz ve koruma alanları, kirliliğin yayılımının sınırlarını gösteren en çarpıcı örnekleri sunmaktadır. Antalya Körfezi'nin 200 ila 800 metre derinliklerinde yürütülen araştırmalar, km^2 başına 115 ila 2762 adet atık saptamış ve bu atıkların yüzde 81'inin plastikten oluştuğu belirlenmiştir. Söz konusu bulgular, kirliliğin yalnızca yüzey sularında değil, ekosistemin derin katmanlarında da kalıcı biçimde yer edindiğini göstermektedir.

Akdeniz'deki kirlilik, koruma alanların durumu ya da statüsünden bağımsız bir dağılış göstererek tüm alanlara sızmaktadır. Bunun en önemli kanıtı kıyıdan uzak olan ve koruma altındaki Finike Denizaltı Dağları bölgesinin yüzey sularında yapılan çalışmalardır. Bu alanda km^2 başına 0,13 ile $73,9 \times 10^4$ arasında değişen mikroplastik yoğunluğu tespit edilmiş, toplanan plastiklerin yüzde 68-79'unun mikroplastiklerden oluştuğu belirtilmiştir.

Üstelik tablo yalnızca bu alana özgü değildir. Türkiye'nin güneybatısında koruma altındaki Datça-Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgesi'nde yürütülen yeni bir araştırma, 17 istasyonun tamamında mikroplastik kirliliği saptamış, ortalama yoğunluk m^3'te 25,9 adet mikroplastik olarak ölçülmüş, en kirli noktalarda bu değer m^3'te 56,7 adede ulaşmıştır. Tespit edilen parçacıkların yüzde 92,9'unu lifler oluşturmaktadır. Bu oran, sentetik tekstillerden yıkama sırasında salınan mikroliflerin deniz ortamına yılda yaklaşık yarım milyon ton mikroplastik kattığı gerçeğiyle örtüşmektedir. Datça-Bozburun verileri, kimi istasyonlarda yakın çevrede herhangi bir yapay alan ya da tarım arazisi bulunmamasına karşın anlamlı düzeyde kirliliğin var olabildiğini göstermektedir. Bu da kirliliğin kaynağının her zaman yerel olmayabileceğini; ekosistem için koruma statüsünün, yetersiz atık su arıtması ve güçlü akıntı sistemleri karşısında tek başına bir güvence sunmadığını ortaya koymaktadır.

Mersin Körfezi'nde 1337 balık üzerinde yürütülen bir araştırma, balıkların yüzde 58'inde mikroplastik bulunduğunu ortaya koymaktadır. Balıklardaki liflerin büyük kısmı polyester ve akrilikten oluşmakta ve bu durum da tekstil kaynaklı lif kirliliğiyle doğrudan ilişkilendirilmektedir. Lif kirliliğinin çözümü ise arıtma teknolojisini aşan, üretim ve tüketim düzleminde adımlar gerektirmektedir. Suyu filtreleyerek beslenen omurgasızlar balıklardan da savunmasız konumdadır. İskenderun Körfezi'nden toplanan midyelerin yüzde 45'inde, karideslerin ise tamamında mikroplastik saptanmıştır. Bu bulgular, plastik kirliliğinin yalnızca bireysel canlılar üzerinde değil, tüm besin zinciri ve ekosistem dinamikleri üzerinde derin etkiler yarattığını göstermektedir.

Nesli tükenmekte olan türler ve koruma alanları, kirliliğin ekolojik maliyetinin en çarpıcı göstergelerini sunmaktadır. Akdeniz'in en önemli yeşil deniz kaplumbağası yuvalama alanlarından biri olan Samandağ sahilinde m^2 başına ortalama 19,5 plastik parçası saptanmıştır. Bu değer Akdeniz'deki diğer sahillerle karşılaştırıldığında belirgin biçimde yüksektir. Tespit edilen bu plastikler, yuvalama sürecinde dişi kaplumbağalar ve yavruları için dolanma ve tuzağa düşme riski oluşturmakta olup, yoğun kirlilik yükünün kaplumbağaların yuva yapma kararlarını da olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Samandağ'ın maruz kaldığı bu ağır yük hem yerel kaynakların hem de sınır ötesi kirliliğin ürünüdür.

Türkiye'nin Akdeniz kıyıları, mikroplastiklerden devasa balık ağlarına kadar her boyuttaki plastik atıkla kuşatılmış durumdadır. Bu tablo, sorunun yalnızca çevresel bir mesele olmadığını, aynı zamanda ekonomik, sosyal ve uluslararası ilişkiler boyutu taşıyan çok katmanlı bir kriz olduğunu göstermektedir.

Mevcut veriler sorunun ağırlığını belgelemekle kalmayıp çözümün yönünü de somut biçimde ortaya koymaktadır. Koruma statüsü tek başına bir güvence sunmamaktadır. Datça-Bozburun gibi yasal olarak korunan alanlarda bile kirlilik belirgin düzeyde seyretmekte, üstelik kirliliğin kaynağının her zaman yerel olmadığı anlaşılmaktadır. Bu tablo, atık su arıtma altyapısının güçlendirilmesini, nehir havzası ölçeğinde izleme kapasitesinin geliştirilmesini ve plastik kaynak tanımlamasının politika tasarımına doğrudan entegre edilmesini zorunlu kılmaktadır. Türkiye'nin kıyı ekosistemlerini koruyabilmesi için ulusal politikaların hem kapsam hem de derinlik açısından acilen genişletilmesi gerekmektedir.

3.4. Türkiye'de Plastiğin Yaşam Döngüsü Kaynaklı Hava Kirliliği

Hava kirliliği görünmez bir katil olarak nitelendirilmektedir. Her yıl hava kirliliğine bağlı sebeplerle dünya genelinde sekiz milyondan fazla insan hayatını kaybetmektedir. Hava kirliliğinin halk sağlığı ve ekosistem sağlığına etkisi dünya genelinde ve Türkiye'de yetkili kamu kurumları tarafından kentsel alanlarda kurulan referans hava kalitesi ölçüm istasyonlarında hava kalitesi parametreleri izlenerek belirlenmektedir. Bu istasyonlarda temel hava kirliliği parametreleri izlenmekte ve halk, renklerle gösterilen hava kalitesi indeksleri aracılığıyla bilgilendirilmektedir.

Dış ortam hava kalitesinin iyileştirilmesinde esas olan temel emisyon kaynaklarında alınan önlemlerdir. Bu temel kaynaklar kentsel alanlarda endüstri, evsel ısınma ihtiyacı ve trafiktir. Türkiye'de endüstriyel emisyonlar "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" kapsamında sınırlandırılmakta ve denetlenmekte, dış ortam hava kalitesi ise "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği" kapsamında kontrol edilmektedir. Endüstride emisyonların büyük çoğunluğu enerji üretimi için yakıt kullanımından kaynaklanan yanma emisyonları iken, bir kısmı ise prosese bağlı emisyonlardır. Plastik üretimi ve geri dönüşümü ise bu bağlamda değerlendirilebilecek önemli bir endüstriyel faaliyettir.

Plastiğin yaşam döngüsü ham petrolün çıkarılmasından bertarafa kadar uzanan bir süreçtir. Bu yaşam döngüsü boyunca gerçekleşen ham petrolün çıkarılması ve işlenmesi, polimerizasyon işlemleri ve üretim prosesleri, plastiğin kullanımı ve neticede bertaraf, geri kazanım ve yeniden kullanım aşamalarının her birinde hava kirliliği, sera gazı emisyonları ve atmosferik mikroplastikler açısından birçok çevresel etki oluşmaktadır.

Plastiğin üretiminde yakıtların çıkarılması ve sondaj işlemleri sırasında hidrojen sülfür (H_2S), metan (CH_4) ve uçucu organik bileşikler (VOC) gibi zehirli kimyasallar atmosfere karışmaktadır. Çıkan petrolün veya fosil yakıtın taşınması için dizel kamyonların kullanılması halinde ise Benzen-Toluen-Etilen-Xylen (BTEX), ince partiküller ($PM_{2.5}$, partikül boyutu 2,5 µm'den küçük tüm partiküller), siyah karbon (BC), toksik metaller, azot oksitler (NO_x), karbonmonoksit (CO) gibi birçok hava kirletici parametre egzoz emisyonları ile atmosfere karışmaktadır. Ayrıca kamyon, tır gibi ağır araçların trafikte seyahatleri esnasında birçok egzoz dışı (yol tozu havalanması, lastik ve yol aşınması gibi) partikül madde ve mikroplastik atmosfere karışmaktadır.

Plastik üretimi, her biri istenen özelliklere sahip belirli polimer türlerini üretmek üzere tasarlanmış bir dizi kimyasal işlemi içerir. En yaygın yöntemler arasında polimerizasyon, ekstrüzyon, enjeksiyon kalıplama ve şişirme kalıplama yer alır. Bu işlemler önemli miktarda enerjiye ihtiyaç duyar. Enerji elde etmek için yakma işlemi ve polimerizasyon süreçleri sırasında atmosfere yanma ve proses kaynaklı emisyonlar verilebilecektir. Üretim sonrasında ürünlerin kullanıcıya ulaştırılması için yapılan nakliye sırasında egzoz gazı ve egzoz dışı kirleticiler de oluşmaktadır. Bunun yanında, plastiğin kullanımı esnasında çeşitli faktörler nedeniyle (fiziksel, kimyasal vb.) oluşan mikroplastikler de iç ve dış ortamda havaya karışarak hava kirliliğinde "atmosferik mikroplastikler" olarak yeni ve önemli bir parametre yaratmaktadır.

Kullanım sonrasında toplanabilen atık plastikler bertaraf edilir ve geri kazanım işlemi uygulanır. Dünyada üretilen plastiğin sadece yaklaşık yüzde 9'u etkin şekilde geri dönüştürülmekte, yüzde 12'si yakılarak imha edilmekte, bir kısmı ise atık olarak doğada birikmektedir. Doğada biriken bu plastiklerin önemli kısmı denizlere karışırken, bir kısmı da havadan taşınarak denizlerde ve karasal ekosistemde mikro ve nano plastikler olarak bulunmaktadır.

Ağır Metaller – Renk, Stabilite ve Kataliz için Eklenen Risk

Nerede bulunur?

Antimon, kadmiyum, kurşun, cıva, krom, kalay ve nikel gibi metaller plastiklerde pigment, katalizör, stabilizatör, dolgu maddesi, biyosit veya üretim yardımcı maddesi olarak bulunabilir. PET şişelerde antimon, bazı plastik pigmentlerde kadmiyum ve kurşun, PVC üretiminde veya eski plastiklerde çeşitli metal katkılar öne çıkmaktadır.

Neden kullanılır?

Plastiğe renk, dayanıklılık, ısı stabilitesi, üretim kolaylığı veya antimikrobiyal özellik kazandırmak için kullanılmaktadır.

Sağlık açısından neden önemlidir?

Ağır metallerin bazıları sinir sistemi, böbrek, karaciğer, üreme sistemi ve gelişim üzerinde toksik etkilere sahiptir. Plastiklerdeki metaller ürün kullanımı, atık aşaması, geri dönüşüm veya çevresel parçalanma sürecinde açığa çıkabilir. Ayrıca plastik parçacıklar, çevredeki metalleri yüzeylerinde tutarak kirleticilerin taşınmasına aracılık edebilir.

Kritik not

Geri dönüşüm, metal katkı sorununu otomatik olarak ortadan kaldırmaz. Aksine, kirli veya karışık plastik akışları geri dönüştürüldüğünde tehlikeli katkılar yeni ürünlere taşınabilir.

Bertaraf işlemi çoğunlukla düzenli ve düzensiz depolama ile yapılmaktadır. Çöp depolamada vahşi depolama yasaklanması gereken bir uygulama olup, düzenli depolama dahi önemli çevresel sorunlar yaratan bir bertaraf yöntemidir. Türkiye'de 2024 istatistiklerine göre atık hizmeti verilen belediyelerde toplanan 32,3 milyon ton atığın yüzde 88,9'u atık işleme tesislerine ve yüzde 10,9'u belediye çöplüklerine gönderilirken, yüzde 0,3'ü diğer yöntemler olarak tarif edilen açıkta yakma, gömme ve dereye veya araziye dökülerek bertaraf edilmiştir. Türkiye'nin düzenli çöp depolama tesis sayısı 202'dir; bunun yanında da 6 adet yakma tesisi bulunmaktadır. Depolama alanlarında metan, hidrojen sülfür, uçucu organik bileşikler ve karbonmonoksit gibi temel organik çürüme gazları açığa çıkar ve bu gazlar bacalarla toplanıp yönetilmezse atmosfere karışır; hava kalitesini ve iklim değişikliğini olumsuz etkiler. Bu tesislerde organik atıkların çürümesiyle oluşan metan gazı toplama bacaları ile toplanıp yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. Her ne kadar düzenli depolama alanlarında ortaya çıkan ve süper kirleticiler olarak adlandırılan gazlar toplanıyor olsa da, oluşan gazın yaklaşık teknik olarak yüzde 60'ı enerji üretiminde kullanılabilmektedir.

2024 istatistiklerine göre ülkede 3049 atık geri kazanım tesisi bulunmakta olup atık geri kazanım oranı yaklaşık yüzde 35 civarıdır. Türkiye'nin net sıfır hedefleri doğrultusunda 2035'te yaklaşık yüzde 60 atık geri kazanımı yapmak ve

Poliklorlu bifeniller (PCB) – Yasaklansa da Kaybolmayan Kimyasalları

Nerede bulunur?

PCB'ler geçmişte bazı plastiklerde alev geciktirici olarak, ayrıca elektrikli ekipmanlarda ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmış kalıcı organik kirleticilerdir. Eski transformatörler, kapasitörler, kablo yalıtımları, yağlı boyalar, bazı yapıştırıcılar, karbon kâğıtları, eski elektrikli ekipmanlar ve geri dönüştürülmüş kauçuk ürünler maruziyet kaynakları arasındadır.

Neden kullanıldı?

Isıya dayanıklılık, elektrik yalıtımı ve kimyasal kararlılık sağladığı için tercih edilmeştir. Ancak tam da bu kararlılık, PCB'leri çevrede kalıcı ve tehlikeli hale getirmiştir.

Sağlık açısından neden önemlidir?

PCB maruziyeti; bağışıklık sistemi, tiroit fonksiyonu, karaciğer, böbrek, hipertansiyon, üreme sağlığı, bazı kanser türleri ve çocuklarda nörogelişimsel etkilerle ilişkilendirilmiştir. Bebeklerde doğum ağırlığı ve gebelik-doğumla ilişkili bazı etkiler de PCB maruziyeti bağlamında değerlendirilmektedir.

Kritik not

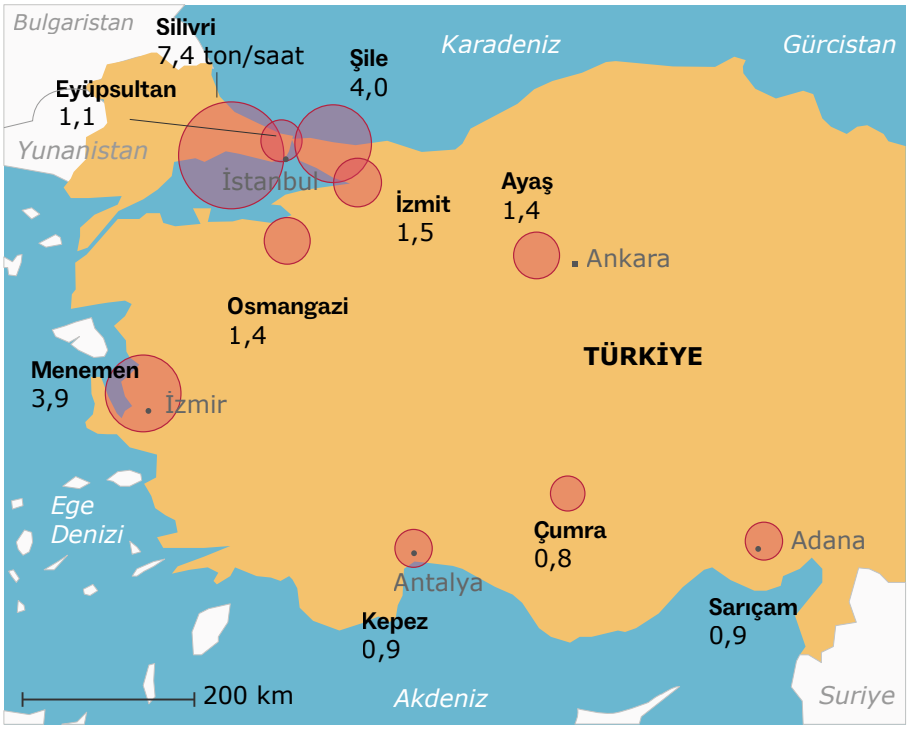
PCB'ler birçok ülkede yasaklanmış veya sıkı biçimde sınırlandırılmıştır; ancak eski ürünlerde, kirlenmiş sahalarda, tortullarda ve bazı geri dönüşüm akışlarında varlığını sürdürebilmektedir. Bu nedenle "geçmişin kimyasalı" gibi görünse de bugünün maruziyet zincirinin parçası olmaya devam ekmektedir.

Türkiye'de PCB içeren müstahzar ve ekipmanların piyasaya arzı, ithalatı ve yeniden kullanımı tamamen yasaklanmış olmakla birlikte bu kimyasallar hâlâ birçok çevresel ortamda bulunabilmektedir.

2053 yılı itibarıyla ön işleme tabi tutulmayan atıkları düzenli depolamaya kabul etmemek hedefi bulunmaktadır. Türkiye çevre sorunları öncelikleri değerlendirme raporuna göre, atıklar ağırlıklı olarak birincil ve ikincil öncelikli çevre sorunu olarak görülmektedir; bu durum 2000-2023 arasında hiç değişmemiştir.

Türkiye'de atık yakımının temel olarak "Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik" hükümlerine tabi olarak yapılması gerekmektedir. Bu yönetmelik, atıkların yakılması süreçlerinde çevre ve insan sağlığını korumak amacıyla gerekli teknik standartları ve emisyon sınır değerlerini belirlemekte olup, tesisler lisans alarak çalışmak zorundadır. Türkiye'de en bilinen tesislerden biri İZAYDAŞ ve diğeri de İSTAÇ'dır ve bu tesisler atıkları elektrik üretmek amacıyla yakarlar. Bu tesislerin emisyonları arasında CO, NO_x, SO_2, PM'ler, ağır metaller ve dioksin-furan gibi birçok hava kirleticisi bulunmaktadır ve dolayısıyla yasal limitlerin sağlanması gerekmektedir.

Türkiye'de en yüksek metan salımına sahip 10 atık depolama sahası.
Ocak 2025-Temmuz 2026 arasında tespit edilen ortalama metan salım hızları (ton/saat).

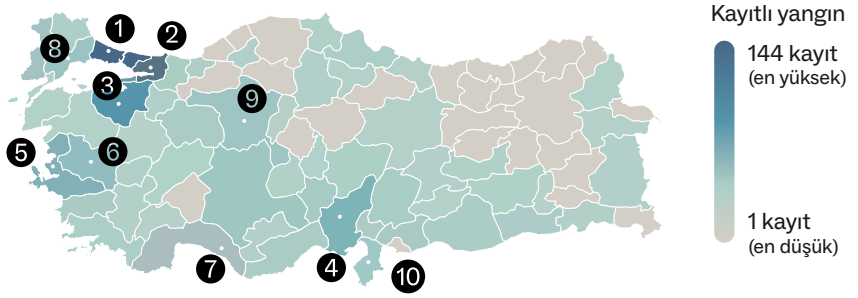


The Guardian (2026) tarafından hazırlanan haritadan uyarlanmıştır.
Veriler: UCLA Stop Methane Project / Carbon Mapper

Ne var ki, bu değerlerin kamuya açık bir şekilde duyurulduğu bir sistem halihazırda erişilebilir değildir. Bu emisyonları kontrol etmek ve çevresel etkilerini önlemek amacıyla baca gazı arıtma sistemleri bulunsa da, dioksin, furan, ağır metaller gibi bazı kirleticiler çoğunlukla klasik filtre sistemlerinde tutulamayıp atmosfere karışabilmektedir. Özellikle dioksin ve furan gibi toksik bileşenlerin mutlaka ileri arıtma sistemleri (adsorpsiyon gibi) ile baca gazında tutulması ve atmosfere salımının önlenmesi gerekir. Mevcut tabloda, Türkiye'de plastiklerin de içinde bulunduğu atıkların yakılması sonucu ortaya çıkan emisyonların yarattığı risk durumu belirsizdir. Bu alanda çalışmalar yapılarak mevcut kirlilik yükünün ortaya konulmasıı ve azaltım planları geliştirilmesi şarttır.

Türkiye, plastik üretiminde Avrupa'da ikinci ve dünyada altıncı sırada yer alan bir üretim kapasitesine sahiptir ve sektörün 2024 yılı üretiminin 2023'e kıyasla yüzde 8 büyüme gösterdiği belirtilmektedir. Plastik sanayii, lojistik avantajlar ve hammaddeye erişim kolaylığı nedeniyle belirli sanayi havzalarında

PLASTİK GERİ DÖNÜŞÜM FABRİKA YANGINLARI*



Yangın sayısı

Yıl	Yangın
2020	**66**
2021	**122**
2022	**120**
2023	**133**
2024	**104**
2025	**116**
2026*	**35**

*Ocak-Nisan

Bölgelere göre dağılım (N=696)

Bölge	Kayıt	Oran
Marmara	366	**%52,6**
Akdeniz	110	**%15,8**
Ege	92	**%13,2**
İç Anadolu	67	**%9,6**
G.Doğu Anadolu	34	**%4,9**
Karadeniz	16	**%2,3**
Doğu Anadolu	11	**%1,6**

İllere göre dağılım (ilk 10)

	Kayıt	Oran
İstanbul	144	**%20,7**
Kocaeli	88	**%12,6**
Bursa	82	**%11,8**
Adana	41	**%5,9**
İzmir	41	**%5,9**
Manisa	28	**%4**
Antalya	24	**%3,4**
Tekirdağ	20	**%2,9**
Ankara	17	**%2,4**
Hatay	15	**%2,2**

Yangın dağılımı

Ay	Sayı
Oca	**65**
Şub	**45**
Mar	**56**
Nis	**44**
May	**54**
Haz	**80**
Tem	**80**
Ağu	**71**
Eyl	**58**
Eki	**54**
Kas	**42**
Ara	**47**



%81,6
Yangınlar büyük oranda Marmara, Akdeniz ve Ege'de



YAZ
Yangınların en yoğun göründüğü mevsim

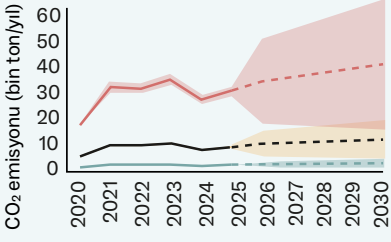


Hava kirliliği göstergeleri

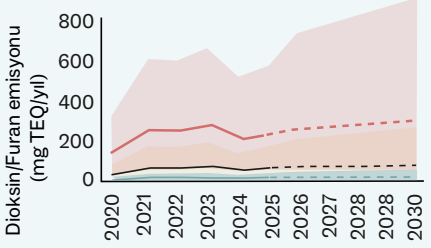
~41.000 ton
2030 yüksek senaryo yıllık CO_2 emisyonu

Senaryo (medyan)
Düşük Orta Yüksek

>300mg TEQ
2030 yıllık dioksin / furan (PCDD/F) emisyonu



Yıllık CO_2 emisyonu
senaryo bazlı medyan ve %95 güven aralığı



Yıllık dioksin/furan (PCDD/F) emisyonu
senaryo bazlı medyan ve %95 güven aralığı

*Buradaki emisyon değerleri Mikroplastik Araştırma Grubunun takibini yaptığı plastik geri dönüşüm tesisi yangınlarının listelendiği çalışmaya dayanmaktadır.

yoğunlaşmaktadır. Üretimin yaklaşık yüzde 97'si 10 ilde toplanmış durumdadır. İstanbul İkitelli, Beylikdüzü ve Silivri Organize Sanayi Bölgeleri'nde (OSB) ticaretin merkezi olarak birçok küçük ve orta ölçekli plastik üretim tesisi bulunmaktadır. Kocaeli, Gebze-Dilovası OSB hammadde ithalatı için limanlara yakınlığı ve petrokimya tesislerine komşu olması nedeniyle kritik bir bölgedir. Gaziantep özellikle plastik ambalaj, dokunmuş torba ve plastik ayakkabı/terlik üretiminde Türkiye'nin (ve Ortadoğu'nun) en önemli üretim merkezlerinden biridir. Ülkenin en büyük plastik hammadde üreticisi olan PETKİM'in bulunduğu İzmir'de ayrıca plastik boru, profil ve ambalaj üretimi yapılmaktadır. Türkiye'ye ithal edilen plastik atıkların büyük bir bölümü Adana'da yoğun şekilde bulunan geri dönüşüm ve ambalaj tesislerine ulaşmaktadır. Ayrıca Adana'da SASA ve Meltem Kimya gibi büyük ölçekli üretim tesislerinde PET ve polyester üretilmektedir. Bu iller dışında ise otomotiv ve beyaz eşya sektörlerinin plastik parça ve aksamları Bursa'da, inşaat sektörüne plastik boru ve pencere profili üretimi Ankara'da, plastik mobilya aksamları ve ev gereçleri Kayseri'de, beyaz eşya yan sanayisine yönelik plastik kalıp ve parça üretimi Manisa'da ve tarımsal sulama ekipmanları ve plastik ambalaj üretimi Konya'da yapılmaktadır. Dolayısıyla tüm bu merkezlerin hava kalitesi ile bu üretim proseslerinin yoğunluğu birbirleriyle ilişkilidir.

Plastik üretiminin yüzde 99'u fosil kaynaklardan gerçekleştirildiği için plastik üretimi aynı zamanda bir sera gazı üretimidir. Yapılan tahminler küresel plastik hammadde üretiminin 2019 yılında yaklaşık 2,24 gigaton CO_2 eşdeğeri sera gazı oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu da toplam küresel sera gazı emisyonlarının yüzde 5,3'üne karşılık gelmektedir. Plastik üretiminin mevcut büyüme hızıyla devam etmesi durumunda 2050'ye kadar neden olduğu sera gazı emisyonlarının 6,78 gigaton CO_2'ye ulaşacağı öngörülmektedir.

Bu üretimde Türkiye'nin payı da her geçen gün artmaktadır. Türkiye Varlık Fonu bünyesinde kurulan TVF Rafineri ve Petrokimya A.Ş., Adana'nın Ceyhan ilçesinde en az 10 milyar dolarlık yeni petrokimya üretim kompleksi planlamakta ve bu planlamayla başta polietilen, polipropilen, PVC ve PTA gibi en yüksek tüketim hacmine sahip petrokimyasal ürünlerin üretilmesi hedeflenmektedir. Benzer şekilde SASA Polyester, Dioki Petrokimya, By Polimer ve Rönesans Holding aynı bölgede toplam hacmi 10 milyon tonu aşacak plastik hammadde fabrikası açmayı planlamaktadır. Dolayısıyla Türkiye'nin hava kalitesine plastik üretimi kaynaklı hava kirleticilerinin katkısının artması öngörülebilir bir durumdur. Bu katkının azaltılması için mutlaka ileri emisyon kontrol sistemlerinin kurulması ve sıkı denetim mekanizmalarının işletilmesi şarttır. Plastiklerin neden olduğu emisyonların tek nedeni plastik üretimi değildir. Mikroplastik Araştırma Grubu tarafından yayınlanan Türkiye'deki plastik ve geri dönüşüm fabrika yangınları istatistikleri plastiğin kullanım sonrası akıbetinin de önemli bir kirletici kaynağı olduğunu ortaya koymaktadır.

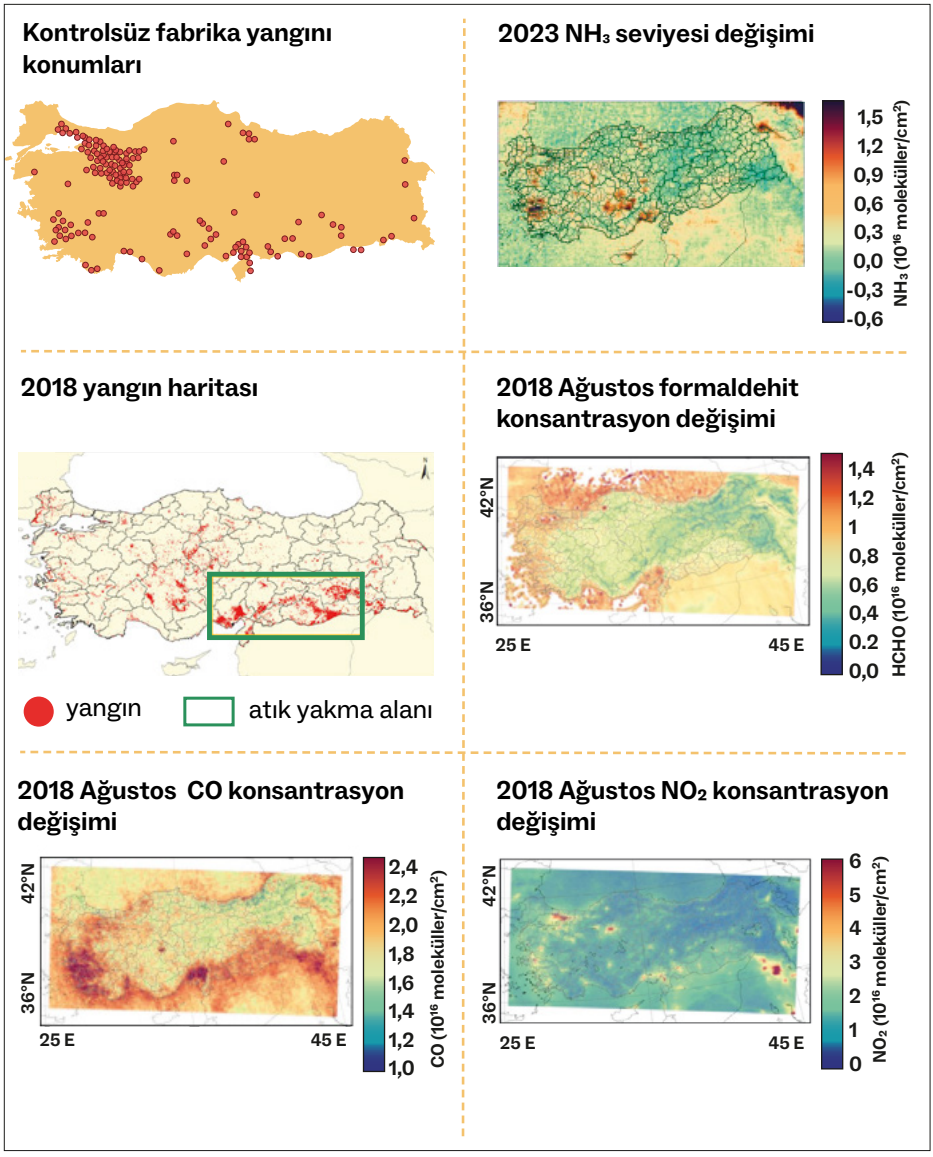
Gerek Türkiye atmosferindeki amonyak (NH_3) konsantrasyonunun uydu verileri kullanılarak 2012-2023 yılları arasındaki değişimi gerekse de Formal-

dehit, CO ve NO_2 konsantrasyonlarının Türkiye geneli dağılımının orman ve atık yakma ile ilişkisi ve bölgesel NH_3 konsantrasyon değişimi incelendiğinde İzmir ve çevresi, Konya ve Karaman civarı ve Adana ve Mersin civarının yüksek NH_3 konsantrasyonlu alanlar olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca uzun dönemli değişim incelendiğinde en yüksek artış trendinin Adana'da olduğu ve 2012'den 2023'e tarımsal alanlarda bu artışın yüzde 50, diğer alanlarda ise yüzde 37 olduğu belirlenmiştir. Kontrolsüz atık yanmasının önemli bir emisyonu amonyaktır. Amonyak atmosferde ince partikül madde oluşumunda öncü rol oynar. Kontrolsüz yangınlar ile atmosferik NH_3 seviyeleri önemli düzeyde örtüşmektedir. Amonyağı destekleyecek şekilde yanmanın önemli emisyonları olan Formaldehit, CO ve NO_2 konsantrasyonlarının da benzer alanlarda yoğunlaştığı açıktır. Bu yoğunlaşmanın nedenlerinde birinin de plastikle ilişkili yangınlar olduğu söylenebilir.

Türkiye genelinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişimi Bakanlığı tarafından işletilen 380'den fazla hava kalitesi izleme istasyonu mevcuttur. Bu istasyonların hepsinde tüm parametreler ölçülmezken genel olarak izlemesi yapılan parametreler kriter hava kalitesi parametreleri olan PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, NO_x, CO ve O_3'dur. Bazı illerde birden çok istasyon bulunurken bazı iller ise tek istasyonla temsil edilmektedir. Örneğin Adana'da 7 tane hava kalitesi ölçüm istasyonu mevcuttur. Bu istasyonlarda ölçülen veriler incelendiğinde bölgedeki kontrolsüz yanma faaliyetlerinin hava kalitesine olan etkisinin doğrudan tespit edilemediği anlaşılmaktadır. Bu durum izleme istasyonlarının konumlarının endüstri kaynaklı hava kirliliğini belirlemede isabetli seçimler olmama ihtimalini akıllara getirmektedir. Dolayısıyla izleme istasyonlarının yer seçiminde bölgedeki baskın emisyon kaynaklarının etkisini gözleyecek şekilde planlama yapılması gerekmetktedir. Ayrıca detaylı atmosferik fiziko-kimyasal kirletici analizlerinin ve kaynak modelleme çalışmalarının, bölgesel hava kalitesini etkileyen kaynakların tespiti için, etraflıca ve sürekli yapılması gerekmektedir.

İller arası farklılıklar olmakla birlikte, Türkiye'de kentsel katı atığın yaklaşık yüzde 5-10'u plastik atıklardan oluşmaktadır. Depo sahalarında, açık atmosferde depolanan çöp yığınları rüzgâr ve güneş gibi atmosferik koşullar altında mikroplastik formunda havaya karışmakta ve kilometrelerce taşınabilmektedir. Atmosferik koşullar altında mikroplastikler kolayca nanoboyutlara parçalanabilmekte, toksik birçok gaz ve metal bileşeni adsorplayıp taşıyıcı olabilmektedir. Türkiye atmosferinde mikroplastiklerin taşınımına dair en çarpıcı örnek, bazı yüksek dağ zirvelerinde yapılan çalışmalardaki sonuçlardan anlaşılmaktadır. Gerek dağcılık faaliyetleri gerekse de atmosferik taşınımın başta Ağrı Dağı olmak üzere Erciyes, Kaçkarlar ve diğer bazı yüksek dağ zirvelerine kadar bu plastiklerin taşınabildiğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'de atık depolama, geri dönüşüm ve yakma tesislerinin etrafında atmosferik ortamda mikroplastik incelemesine dair hiçbir çalışma bulunmayıp bu yönde bir çalışmanın yapılması ve çevresel taşınım ve etkisinin tespiti oldukça önemlidir. Benzer şekilde Türkiye'de hava ortamındaki mikroplastiklerin varlı-



Plastik geri dönüşüm ve üretim fabrika yangınları
a) Mikroplastik araştırma grubu Türkiye kontrolsüz fabrika yangınları konumları
b) Türkiye 2018 yangın haritası (kırmızı noktalar yangınları, sarı alan atık yakma alanlarını göstermektedir)
c) Türkiye 2023 NH_3 seviyesi değişimi
d) Türkiye 2018 Ağustos ayı formaldehit konsantrasyon değişimi
e) Türkiye 2018 Ağustos ayı CO konsantrasyon değişimi
f) Türkiye 2018 Ağustos ayı NO_2 konsantrasyon değişimi.

Polibromlu Difenil Eterler (PBDE) – Yanmazlık Adına Kalıcı Maruziyet

Nerede bulunur?

Polibromlu difenil eterler (PBDE) bazı plastiklerde alev geciktirici olarak kullanılan kimyasallardır. Poliüretan köpükler, polietilen, PVC ve polistiren türü bazı plastik malzemelerde saptanabilir. Maruziyet; televizyon ve bilgisayar kasaları, kablo kaplamaları, elektrikli cihazlar, izolasyon malzemeleri, tekstiller, araba koltukları, bebek yatakları, mobilya süngerleri, halı altı dolguları, boya-kaplama ürünleri ve elektronik devre kartları üzerinden gerçekleşebilir.

Neden kullanılır?

Plastiklerin ve köpüklerin yanıcılığını azaltmak için kullanılır. Ancak bu kimyasallar ürün içinde kalıcı biçimde sabitlenmeyebilir; zamanla ev tozuna, havaya ve çevreye geçebilir.

Sağlık açısından neden önemlidir?

PBDE maruziyeti; çocuklarda bilişsel gelişim, tiroit fonksiyonu, obeziteyle ilişkili göstergeler, doğum ağırlığında azalma ve yetişkinlerde tiroit fonksiyonu gibi etkilerle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca bazı PBDE'ler kalıcı organik kirleticiler arasında değerlendirilir; çevrede uzun süre kalabilir, canlılarda birikebilir ve besin zinciri boyunca taşınabilir.

Kritik not

Alev geciktiriciler çoğu zaman "güvenlik kimyasalı" olarak sunulur. Bazı kullanımlarında yangın güvenliği katkısı sınırlı kalırken, kronik kimyasal maruziyet riski uzun yıllar devam edebilir.

Türkiye'de bu kimyasallar sadece elektronik eşyalar açısından düzenleme konusu yapılmıştır.

ğına yönelik çalışmalar da oldukça kısıtlıdır. Mevcut çalışmaların çoğu ya iç mekân hava ortamlarında ya da kampüs alanlarındaki atmosferik ortamlarda yapılmıştır. Kampüs atmosferindeki mikroplastik varlığını tespit eden çalışmalarda mikroplastik mevcudiyeti 20 ile 60.000 MP/m^3 arasında geniş bir aralıktadır.

Bu çalışmalar içinde dikkat çekici olan ise Kocaeli Gebze'de bulunan Gebze Teknik Üniversitesi kampüsünde yapılan atmosferik toplam askıda partiküller içinde mikroplastik analizi çalışmasıdır. Etrafı sanayi tesisleri ile çevrelenmiş örnekleme alanında mikroplastik konsantrasyonu 7000 ile 60.000 MP/m^3 arasında değişmektedir. Ayrıca aynı bölgede, plastik malzemelere katılaştırıcı olarak eklenen ftalik asit esterleri (PAE'ler) de tespit edilmiştir. Toplam PAE varyansının yüzde 28,3'ünün benzil bütil ftalat (BBP), di-n-bütil ftalat (DnBP), di-isobütil ftalat (DiBP) ve dietil ftalat (DEP) tarafından domine edildiği ve örnekleme kampanyası sırasında endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan çeşitli plastik girdilerle ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Ftalatlar – Plastiğin Esnekliğinin Bedeli

Nerede bulunur?

Ftalatlar, özellikle PVC gibi plastikleri yumuşatmak ve esnek hale getirmek için kullanılan plastikleştiricilerdir. Çocuk oyuncakları, kıyafetler, okul silgileri, gıda ambalajları ve işleme malzemeleri, medikal tüpler ve serum torbaları, kozmetik ve kişisel bakım ürünleri, vinil yer döşemeleri, bina malzemeleri ve esnek PVC borular maruziyet kaynakları arasında yer alır.

Neden kullanılır?

Plastik malzemeyi kırılgan olmaktan çıkarıp yumuşak, bükülebilir ve esnek hale getirir. Bu nedenle özellikle PVC ürünlerde yaygın kullanılır.

Sağlık açısından neden önemlidir?

Ftalatlar plastiğe kimyasal olarak sıkıca bağlı değildir. Bu nedenle zamanla üründen ayrılıp gıdaya, toza, havaya veya insan vücuduna geçebilir. Birçok ftalat endokrin bozucu olarak değerlendirilir. Özellikle DEHP gibi bazı ftalatlar hem endokrin bozucu hem de olası kanserojen özellikleri nedeniyle öne çıkar. Ftalat maruziyeti; çocuklarda nörogelişimsel etkiler, insülin direnci, inflamasyon, tiroit fonksiyonu, tip II diyabet, obeziteyle ilişkili göstergeler, gebelik hipertansiyonu, düşük ve erkek üreme sistemi üzerindeki etkilerle ilişkilendirilmiştir.

Kritik not

Ftalatlar için risk yalnızca "yüksek doz" meselesi değildir. Hormon sistemiyle etkileşen kimyasallar düşük dozlarda ve özellikle gebelik, bebeklik ve çocukluk gibi hassas gelişim dönemlerinde daha önemli etkiler yaratabilir.

Türkiye'de çeşitli ürünlerde ftalatların sızma riski bulunanlarına dair bir yönetmelik mevcut olup bunların denetimleri ise analiz belgesine dayalıdır. Bazı ftalat türlerinin spesifik bazı ürünlerde kullanımı yasaktır ancak gelişen kimya endüstrisinin dönüşümüne uygun bir güncelleme mekanizması söz konusu değildir.

Kısıtlı sayıda da olsa, yapılan çalışmalar endüstriyel alanlarda atmosferik mikroplastik varlığının önemli bir kaynağının plastik endüstrisinin (Dilovası-Gebze) olabileceğini göstermektedir. Bir başka çalışmada, Düzce'de kentsel, banliyö ve kırsal alanlardaki atmosferik mikroplastikler incelenmiş, en yüksek ortalama toplam mikroplastik birikiminin kış mevsiminde kaydedildiği, meteorolojik koşullar gibi mevsimsel faktörlerin mikroplastik birikimi üzerinde önemli bir etki yarattığı ortaya konulmuştur. Aynı çalışmada mikroplastiklerin baskın türünün lifler (yüzde 84) olduğu ve boyutlarının da 0,5-1 mm aralığında bulunduğu ortaya konulmuştur. Bu durumda özellikle tekstil kaynaklı mikrofiber kirliliğinin atmosferik mikroplastik yükü açısından belirleyici olduğu söylenebilir.

İstanbul'da yapılan çalışmada ise iç mekân havasında bulunan mikroplastikler, yoğun trafiğe sahip bir metro istasyonunda yedi gün boyunca ölçülmüş, çökelme yoluyla çöken mikroplastik konsantrasyonlarının 278.571 ile 865.714 MP/m²/gün arasında değiştiği, havada bulunan mikroplastik konsantrasyonlarının ise 0,4 ile 2,93 MP/m³ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen konsantrasyonlardan hareketle 15 dakikalık bir bekleme süresi boyunca solunum yoluyla maruz kalınabilecek mikroplastiklerin 0,24 ile 0,30 MP arasında değişebildiği ortaya konulmuştur. Tüm bu çalışmalara bakıldığında, Türkiye'nin atmosferinde kaynakları çeşitli mikroplastik/plastik üretimi ya da bertarafıyla ilişkili kirleticiler bulunduğu, ancak bunların ortaya konulması için daha fazla çalışma yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Temiz hava solumak temiz su içmek kadar doğal bir insan hakkıdır. Susuz 3-4 gün yaşanabilecekken, nefes almadan ancak dakikalar mertebesinde hayatta kalınabilir. Kirleticilerin atmosfere salındıktan sonra giderimi günümüz teknolojisinde mümkün ve ekonomik değildir. Bu nedenle, hava kirleticileri öncelikle oluşturulmamalı, sonra ise mutlaka kaynakta kontrol edilmelidir. Atmosfere salınan her bileşenin nihayetinde yeryüzüne ulaştığı unutulmamalıdır. Denizel ortamlardaki mikro ve nano plastiklerin büyük bölümünün atmosferik taşınımla denizlere ulaştığı bilinmektedir. Dolayısıyla mikroplastik ve hava kirliliği sorunu bir bütündür ve azaltım için yapılacak planlamalar ve atılacak adımlar geleceğe yaşanabilir bir dünya bırakmak açısından hayati önemdedir.

4 Plastiği Yemek: Soframızdaki Görünmez Tehlike

Günlük yaşantımızda sabah uyanıp damacanadan su dolduruyoruz, işe giderken plastik karton bardakta çay/kahve alıyoruz, fırından çıkan sıcak simit incecik plastik bir poşetin içine giriyor, bakkala uğrayıp plastik şişede su alıyoruz. Öğlen ısmarladığımız paket servis sıcak yemekleri köpük kutu ya da plastik kapta getiriyor. Akşam sağlıklı bir şey yiyelim diye salata ısmarlasak şeffaf plastik kutuya konuyor; yoğurtlar plastik ambalajından tüketiliyor; bebeğe hazırlanan mama plastik biberona dolduruluyor; artan yemekler plastik saklama kabında buzdolabına kaldırılıyor, ertesi gün aynı kapta mikrodalgaya atılıyor. Gün boyunca fark etmeden yaşadığımız bu sıradan sahnelerin ortak noktası plastik.

Plastikler artık yalnızca hayatımızı çevrelemiyor, doğrudan bedenimizin içine giriyor. Modernleşmenin sağladığı avantajlar gibi görünen birçok gelişme, insanın bile zor eriştiği yerlere mikroplastiklerin ulaşmasını sağlıyor. Öyle ki artık mikroplastik kirliliği açısından dünyada bakir bir alan kalmadı. Yani mikroplastik evrensel bir sorun olup, modern dünyada teknolojik gelişme olarak ifade edilen ileri teknolojik ürünlerin doğa ve insan açısından olumsuz bir marker bileşenidir.

İnsanın günlük tükettiği gıda ve içeceklerle birlikte ne miktarda plastik tükettiği kişinin bilinç seviyesine, beslenme düzenine, yaşam ortamına ve sosyoekonomik düzeyine göre değişkenlik gösteriyor. Beslenmeyle vücuda alınan mikroplastik miktarı soyut görünebilir, ancak meselenin özü miktarda değil, bu parçacıkların her gün, defalarca ve çok farklı yollarla vücuda girebilmesinde yatıyor. Plastik sadece kullanılan bir malzeme olmaktan çıkıp modern çağda yediğimiz, içtiğimiz, soluduğumuz bir şeye dönüşüyor.

Plastik ve mikroplastik kirliliği meselesi genelde denizel bir kirlilik sorunu olarak düşünülse de, mikroplastikler artık çok daha geniş bir gıda yelpazesinde karşımıza çıkıyor. Son yıllarda yapılan çalışmalar örneğin şişelenmiş su, musluk suyu, çay, kahve, deniz tuzu, bal, bira, şeker, pirinç, süt ürünleri, balık, midye, karides, tavuk eti, elma, armut, havuç, marul, brokoli, domates ve paketli gıdalarda mikroplastik varlığına işaret ediyor. Yani mesele "Balık yersem vücuduma mikroplastik girer mi?" sorusu olmaktan çıktı. Artık "Suyu nasıl içiyorum, çayı nasıl demliyorum, yemeği hangi kapta ısıtıyorum, tuzu nereden alıyorum, paketli ürünü ne kadar tüketiyorum?" soruları da aynı derecede önemli hale geldi.

Şişelenmiş su bu konuda en çarpıcı örneklerden biri. Yakın tarihli çalışmalarda bir litre şişelenmiş suda yüzbinlerce plastik parçacık bulunabileceği bildirilmektedir. Hatta bazı değerlendirmelerde bu değerin 240.000 adede kadar ulaşabildiği rapor edilmektedir. Bu parçacıkların önemli bir kısmı nanoplastik boyutta. Gün içinde bir kişinin iki ila üç plastik şişe su tükettiği düşünülürse,

yalnızca su tüketimiyle bile görünmez parçacık maruziyetinin ne kadar büyüyebileceği ortaya çıkmaktadır. Damacana, pet şişe, tek kullanımlık bardak ve plastik kapak kültürü birleştiğinde su bile artık "temiz içecek" değil, ambalajla birlikte düşünülmesi gereken bir temas yüzeyi haline gelmiş durumdadır. Sıcak ortamda bırakılan plastik şişelerde mikroplastik salınımının ciddi şekilde artabileceği belirtilmekte, yaz aylarında araç içinde unutulan bir PET şişenin mikroplastik geçişini hızlandırdığı bildirilmektedir. Türkiye'de milyonlarca insanın kullandığı damacana sistemleri de bu açıdan özellikle dikkat çekmektedir. Çizilmiş, eski ya da uzun süre güneşe maruz kalmış damacanaların daha yüksek risk taşıyabildiği, damacanalar su sebillerine konulurken delinen kapaklardan kopan parçaların ve damacana pompalarındaki mekanik aşınmanın bile zamanla suya sentetik parçacık bırakabileceği vurgulanmaktadır.

Ülkemizde günlük yaşamın merkezinde yer alan çay bakımından da veriler dikkat çekicidir. Yapılan çalışmalar plastik içerikli tek bir çay poşetinin sıcak suya yaklaşık 11,6 milyar mikroplastik ve 3,1 milyar nanoplastik parçacık bırakabildiğini göstermektedir. Sıcaklık, plastikten parçacık geçişini artırabilen en önemli faktörlerden biri olduğu için, plastik içerikli poşet çay, plastik kapaklı karton bardak, plastik içerikli sıcak içecek kabı, plastik karıştırıcı ve paket servis kapları yalnızca pratik ürünler olarak değil, potansiyel mikroplastik temas noktaları olarak da değerlendirilmek zorundadır. Son yıllarda özellikle bubble tea gibi içeceklerin yaygınlaşmasıyla kalın plastik pipetler, plastik kapaklar ve sıcak-soğuk içeceklerle sürekli temas eden yüzeyler de mikroplastik geçişi açısından yeni tartışma başlıkları arasındadır.

Türkiye pazarındaki poşet bitki çaylarını inceleyen güncel bir araştırma, popüler markaların ıhlamur, adaçayı, papatya ve yeşil çay ürünlerinin tamamında mikroplastik lifler saptamıştır. Özellikle ıhlamur çayında ve ilk 5 dakikalık demleme süresinde en yüksek salınımın gerçekleştiğini ortaya koyan bu çalışma, bardağımıza sızan plastiklerin ağırlıklı olarak lacivert renkli, 500 mikrometreden küçük polietilen tereftalat (PET) ve etilen vinil asetat (EVA) polimerleri olduğunu göstermektedir. Öte yandan, incelenen markalardan bir tanesinde hiçbir mikroplastik parçacığına rastlanmaması, doğru ambalaj materyali ve güvenli paketleme ortamı seçildiğinde bu kirliliğin tamamen önlenebileceğine dair somut bir kanıt sunmaktadır.

Karton bardaklar da adında "karton" kelimesi geçmesine rağmen, sıcak içeceğin dışarı sızmasını önlemek için iç yüzeylerinde çoğu zaman plastik bazlı kaplamalar içermektedir. Bu tür bardaklarda 15 dakika içinde yaklaşık 25.000 mikroplastik parçacığının sıcak içeceğe geçebildiğini bildiren çalışmalar mevcutur. Her sabah karton bardakta kahve içen biri için bu maruziyet haftalar, aylar, hatta yıllar boyunca tekrar eden bir alışkanlık demektir. Dolayısıyla mikroplastik sorunu sadece "Çöpü nereye attık?" meselesi değil; aynı zamanda "Sıcak içeceği ve gıdayı neyle temas ettirdik?" meselesidir.

Ülkemizde satılan en popüler tarım ürünlerini inceleyen yerel bir çalışma, plastik ambalaj ve lojistik temasının gıda zincirindeki kirlilik boyutunu açıkça

ortaya koymaktadır. Muğla bölgesindeki market ve manavlardan alınan meyve-sebzelerin yenilebilir kısımlarında mikroplastik saptayan bu araştırma, tarımdaki plastikleşme ile dağıtım zincirindeki ambalaj aşınmasının sofralarımıza doğrudan yansıdığını doğrulamaktadır. İncelemelerde en yüksek plastik birikiminin domates ve salatalık gibi yumuşak yüzeyli sebzelerde çıkması, bu gıdaların lojistik ve pazarlama sürecinde plastik kasa, poşet veya koruyucu filmlerle temas ederken fiziksel olarak aşındığını ve mikroplastiklerin dokulara tutunduğunu göstermektedir.

Su ürünleri mikroplastiklerin en çok tartışıldığı alanlardan biri olmaya devam etmektedir. Midyeler, istiridyeler ve bazı kabuklu deniz ürünleri yaşam alanındaki suyu filtre ederek beslendikleri için sudaki parçacıkları bünyelerinde biriktirebildiği bilinmektedir. Bazı hesaplamalara göre tek bir porsiyon midye tüketimiyle yaklaşık 70 mikroplastik parçacığın insan vücuduna geçebildiği belirtilmektedir. Balıklar açısından ise durum tür, yaş, beslenme biçimi ve yaşadıkları bölgenin kirlilik düzeyine göre değişmektedir. Ülkemiz kıyılarında yapılan yerel araştırmalar, bu kümülatif riskin küresel teorilerden çok daha yakınımızda olduğunu somut rakamlarla kanıtlamaktadır.

Nitekim Türkiye'nin en yoğun nüfuslu kıyı şeritlerinden biri olan İzmir Körfezi'ndeki yabani midyeleri (*Mytilus galloprovincialis*) inceleyen yerel bir risk değerlendirme çalışması, tüketicilerin maruz kaldığı plastik yükünü açıkça ortaya koymaktadır. Su ürünleri maruziyetine yönelik bu araştırmada, incelenen su ürünlerindeki ortalama kirlilik yükü endeksi (MPLI - Mean Pollution Load Index) 22,8 gibi yüksek bir değerde hesaplanarak "Risk Kategorisi III" (belirgin kirlilik) altında sınıflandırılmıştır. Ayrıca deniz ortamındaki filtrasyon kapasiteleri nedeniyle bu canlıların bünyesinde biriken zararlı ambalaj polimerleri, süt veya bira gibi diğer ambalajlı içeceklere kıyasla çok daha yüksek bir kimyasal risk skoru oluşturmaktadır. Bu durum, su ürünleri tüketimiyle doğrudan insan sindirim sistemine aktarılan kümülatif polimer maruziyetinin, ülkemizdeki tüketiciler için küresel ortalamaların üzerinde bir gıda güvenliği riski teşkil ettiğini sayısal verilerle doğrulamaktadır.

Gözle görülmeyen bu maruziyetin sessiz kaynaklarından biri de tuzdur. Göl veya deniz tuzu örneklerinde kilogram başına yüzlerce, hatta bazı çalışmalarda binin üzerinde mikroplastik parçacığın rapor edildiği bildirilmektedir. Bazı değerlendirmelere göre, bir kişi yalnızca tuz tüketimi yoluyla yılda yaklaşık 2000 ila 6000 mikroplastik parçacığına maruz kalabilmektedir. Yalnızca sofrada değil; ekmekte, peynirde, salamura ürünlerde, turşuda, hazır çorbalarda, işlenmiş et ürünlerinde ve paketli gıdalarda da yaygın olarak kullanılan bir gıda yardımcı maddesi olan tuz üzerinden mikroplastik maruziyeti gıda sanayiinin tamamına yayılan bir temas alanı olarak değerlendirilebilir.

Ülkemizde tüketilen sofra tuzlarını mercek altına alan bir araştırma, bu görünmez riskin boyutlarını ilk kez somut verilerle ortaya koymuştur. Türkiye'de ticari olarak satışa sunulan deniz tuzu, göl tuzu ve kaya tuzu örneklerini inceleyen bu öncü çalışma, analiz edilen tüm markaların örneklerinde mikroplastik kirliliği tes-

DENİZ CANLILARINDA MİKROPLASTİK ORANLARI

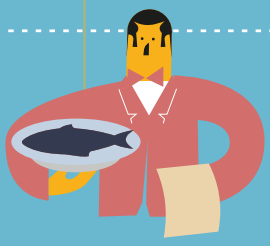


Mikroplastik içeren canlı

Temiz canlı

Midye		%91,2
Kefal		%64,8
Barbun		%63
Mırmır		%34,3
Tekir		%32,8
İstavrit		%26,7
Kalamar		%18,8

Canlı başına düşen parça sayısı



İZMİR

Ortalama	1,7
Kefal	4,32
Barbun	1,06
Mırmır	0,8
Tekir	0,61

MERSİN

Kırmızı karides	0,28

İSTANBUL

Ortalama	0,85
Kefal	2,18
Barbun	0,96
İstavrit	0,50
Tekir	0,61

ADANA

Ortalama	0,74
İstavrit	0,22
Barbun	1,30
Kefal	0,95
Mırmır	0,50

pit etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, incelenen tuz örneklerindeki mikroplastik konsantrasyonu kilogram başına 16 ila 84 parçacık arasında değişmektedir. Özellikle deniz tuzu ve göl tuzu örneklerinin, kaya tuzuna kıyasla belirgin şekilde daha yüksek oranda mikroplastik yükü taşıdığı doğrulanmıştır. Spektroskopik analizler, sofra tuzlarımıza karışan bu plastiklerin yüzde 60'a yakın bir oranla ambalaj ve plastik poşet imalatında yaygın kullanılan polietilen (PE) ile tekstil kökenli polipropilen (PP) polimerleri olduğunu göstermektedir. Bu sayısal veriler, endüstriyel gıda üretiminin temel girdisi olan yerel tuz kaynaklarımızın gıda güvenliği açısından ne denli kritik bir izleme noktası oluşturduğunu kanıtlamaktadır.

Bal, bira ve pirinç gibi ürünler de mikroplastik tartışmasına dahil olmuştur. Bilim insanları, toplanan bal örneklerinde sentetik liflerden, bazı bira örneklerinde litre başına onlarca mikroplastik parçacıklardan ve pirinç tüketimiyle bir yılda binlerce plastik parçacık alımından söz etmektedir. Bazı çalışmalarda, yalnızca pirinç tüketimi yoluyla kişinin yılda yaklaşık 3000 ila 13.000 mikroplastik parçacığına maruz kalabileceği öne sürülmektedir. Ayrıca araştırmalarda 1 kilogram pirinç içerisinde ortalama yüzlerce mikroplastik parçacığı tespit edilebildiği, hazır/ön pişirilmiş pirinç ürünlerinde bu miktarın daha da yükselebileceği belirtilmektedir. Pirincin pişirilmeden önce bol suyla yıkanmasının mikroplastik yükünü belirli oranda azaltabileceği ifade edilmektedir. Kuru gıda ambalajları, üretim hattı, taşıma, depolama ve pişirme sırasında kullanılan ekipmanlar mikroplastik temasını artırabilecek unsurlar arasında bulunduğundan pirinç örneği bilhassa önem taşımaktadır. Aynı durum makarna, bulgur, bakliyat, un ve kahvaltılık gevrek gibi kuru gıdalar için de değerlendirilebilir.

Meyve ve sebzeler de bu tartışmanın dışında kalmamaktadır. Elma, armut, havuç, marul, brokoli vb. ürünlerde mikroplastik benzeri parçacıkların rapor edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Bazı araştırmalarda yalnızca 1 gram elma örneğinde 100.000 ila 200.000 mikroplastik ve nanoplastik benzeri parçacık tespit edildiği; armut örneklerinde ise bu miktarın gram başına yaklaşık 50.000 parçacığın üzerine çıkabildiği bildirilmiştir. Havuç örneklerinin de yüksek plastik partikül yükü taşıdığı belirtilirken, yapraklı sebzelerde geniş yüzey alanı nedeniyle havadaki sentetik liflerin daha kolay tutunabildiği düşünülmektedir.

Bu örnekler mikroplastiklerin yalnızca denizlerden değil, tarım topraklarından da bitkiye ve dolayısıyla sofraya ulaşabileceğini göstermektedir. Tarım alanlarında kullanılan plastik malçlar, sera örtüleri, sulama boruları, plastik kasalar, gübre ambalajları ve arıtma çamurları zaman içinde parçalanarak toprağa karışabilmektedir. Bazı çalışmalar, 1 kilogram tarım toprağında binlerce mikroplastik parçacığı tespit etmiştir. Özellikle yoğun sera üretimi yapılan bölgelerde yıllar boyunca kullanılan plastik örtülerin parçalanmasıyla toprakta ciddi bir sentetik yük oluşabileceği ve dolayısıyla bunların doğal olarak sebze ve meyvelere geçebileceği belirtilmektedir.

Türkiye'de en çok tüketilen taze meyve ve sebzeleri inceleyen öncü bir çalışma, analiz edilen tüm örneklerin yenilebilir dokularında mikroplastik kirliliği saptamıştır. Araştırma sonuçlarına göre, örneklerde gram başına ortalama 2.9±1.6

parçacık mikroplastik tespit edilmiş olup, en yüksek kirlilik yükü gram başına 3.63±1.39 parçacık ile domateste saptanmıştır. Bitki iletim demetlerinin (ksilem) doğrudan geçişine izin vermeyeceği büyüklükte parçacıkların da tespit edilmesi, bu sentetik yükün sadece kökten emilimle değil; tarımsal faaliyetler, plastik kasalar, lojistik nakliye ve pazarlama sürecindeki temaslar esnasında yaşanan aşınmalarla da gıdalara tutunduğunu göstermektedir. Bu durum, taze gıda tedarik zincirindeki ambalaj ve plastik yönetiminin kümülatif maruziyeti sınırlamak adına ne denli kritik bir izleme alanı olduğunu yerel verilerle doğrulamaktadır.

İşlenmiş Gıdalarda Mikroplastik

Domates tarlada plastikle temas eder, ardından fabrikaya gider. Plastik borular, taşıma bantları, dolum sistemleri, kapaklar ve ambalajlar derken, ürün üretim hattı boyunca sürekli sentetik yüzeylerle karşılaşır. Salça, meyve suyu, soslar ve hazır gıdalar yalnızca hammaddeleri nedeniyle değil, üretim süreçleri boyunca maruz kaldıkları plastik teması nedeniyle de risk taşıyabilmektedir. Bazı çalışmalarda, yüksek derecede işlenmiş tavuk nugget ürünlerinde gram başına yaklaşık 0,4 ila 1,6 mikroplastik parçacığı tespit edildiği; hazır balık kroketler ve benzeri yoğun işlem görmüş ürünlerde de benzer düzeylerde partikül varlığı saptandığı bildirilmektedir. Ayrıca plastik ambalajla uzun süre temas eden içeceklerde litre başına onlarca ila yüzlerce mikroplastik parçacığı tespit edilebilmektedir.

Güncel çalışmalar bu mikroplastiklerin insan kanı, idrarı ve dışkısında bulunduğunu, dolaşım sistemi yoluyla akciğer ve karaciğer gibi farklı organlara taşınabildiğini göstermektedir. Uzmanlara göre sıcaklık, mekanik sürtünme ve yoğun işlem basamakları arttıkça plastik yüzeylerden kopan parçacık miktarı da artabilmektedir. Özellikle üretim hattında kullanılan plastik borular, taşıma bantları ve dolum sistemleri zamanla mikroskobik parçacık salabilmektedir. Bu durum, mikroplastiklerin yanı sıra ftalat ve bisfenol A gibi kanserojen ve endokrin bozucu plastik kimyasalları ile ağır metallere maruz kalma riskini de beraberinde getirmektedir. Diğer yandan, ülkede sıkça tüketilen su, süt, tuz, çay ve kahve gibi pek çok gıdada da mikroplastik varlığı rapor edilmektedir.

Hayvansal gıdalar açısından da benzer bir tablo söz konusudur. Mikroplastiklerin hayvan yemlerine kadar ulaşabildiği, plastik bulaşmış yemler, depolama sistemleri ve çevresel maruziyet nedeniyle süt, et, yumurta ve işlenmiş hayvansal ürünlerde de dolaylı risk oluşabileceği öne sürülmektedir. Nitekim Marmara Bölgesi'nde yapılan bir araştırmada, çiğ süt örneklerinin yüzde 89,29'unda mikroplastik saptanmış; en yüksek bulaşma oranları koyun ve manda sütünde (yüzde 92,73) görülürken, bunu inek (yüzde 89,13) ve keçi sütü (yüzde 83,64) takip etmiştir. Bazı araştırmalarda market sütlerinde litre başına onlarca mikroplastik parçacığı tespit edildiği, işlenmiş et ürünlerinde ise gram başına 0,1 ila 0,9 mikroplastik parçacık rapor edildiği bildiriliyor. Özellikle yoğun işlem gören ve plastik

Alkilfenoller ve Nonilfenoller – Plastikten Geçen Hormon Bozucular

Nerede bulunur?

Alkilfenoller ve özellikle nonilfenoller, plastiklerde antioksidan, yüzey aktif madde veya katkı maddesi olarak bulunabilir. Boyalar, deterjanlar, pestisitler, kişisel bakım ürünleri ve bazı plastik uygulamalarıyla ilişkilidir. Plastik ürünlerde kullanılan bazı katkıların bozunma ürünleri olarak da çevreye karışabilir.

Neden kullanılır?

Plastiklerin oksidatif bozulmasını geciktirmek ve yüzey özelliklerini değiştirmek amacıyla veya üretim süreçlerinde yardımcı kimyasal olarak kullanılır.

Sağlık ve ekosistem açısından neden önemlidir?

Bazı alkilfenoller östrojenik aktivite gösterebilir. Bu nedenle özellikle sucul canlılarda hormon sistemi üzerinde etkiler yaratabilir; balıklarda üreme sistemi bozuklukları, cinsiyet gelişiminde değişiklikler ve toksik etkilerle ilişkilendirilebilir. Nonilfenol, sucul ortamlarda kalıcı ve toksik olabilmesi nedeniyle plastik kaynaklı kimyasal risklerin önemli örneklerinden biridir.

Kritik not

Bu grup, plastik kirliliğinin yalnızca insan sağlığı değil, ekosistem sağlığı bakımından da kimyasal bir sorun olduğunu gösterir. Plastiklerden sızan kimyasallar sucul yaşamın hormon dengesini bozabilir.

Türkiye'de bu kimyasalların belirli ürün gruplarında bulunmaları belirli sınırlar altında serbest olmakla birlikte su ortamına karışma riski bulunan ürünlerde kullanımı yasaklanmıştır.

ambalajla uzun süre temas eden ürünlerde bu miktarın artabileceği belirtiliyor. Uzmanlar yağlı süt ürünlerinde plastik kaynaklı kimyasal geçişlerin daha belirginleşmesi ihtimalini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, çiftliklerdeki sağım makinelerinin kauçuk başlıkları, plastik eldivenler ve süt toplama hatlarındaki PE borular da süte doğrudan parça salınımına yol açan kritik unsurlar olarak tanımlanmaktadır.

Çocuklar ve bebekler mikroplastik maruziyetinde en hassas gruplar arasındadır. Bazı plastik biberonlardan litre başına 1 ila 16 milyon mikroplastik parçacığı salınabilmektedir. Bebek mamalarının sıcak suyla hazırlanması, biberonların yüksek sıcaklıkta sterilize edilmesi ve plastik yüzeylerin tekrar tekrar kullanılması bu açıdan endişe uyandırmaktadır. Yapılan araştırmalar, PP bazlı biberonların ve anne sütü saklama torbalarının yüksek sıcaklığa maruz kaldığında litre başına milyonlarca mikroplastik parçacık salabildiğini göstermektedir. Ayrıca ticari bebek mamalarının iç ambalajlarındaki plastik kaplamaların da bu kontaminas-

yona önemli ölçüde katkıda bulunduğu ve mama tozuna doğrudan partikül emisyonunu artırdığı saptanmıştır.

Bebekler vücut ağırlıklarına oranla daha fazla sıvı tükettiği için kilogram başına maruziyet yetişkinlere göre daha yüksek olabilir. Gelişim süreçleri nedeniyle mikroplastiklerin toksik, inflamatuar ve endokrin bozucu etkilerine karşı en hassas grubu oluşturan bebeklerin bu doğrudan maruziyeti, halk sağlığı açısından büyük bir endişe kaynağıdır. Bu durum okul kantinleri, çocuk beslenme çantaları, plastik suluklar, tek kullanımlık pipetler ve paketli atıştırmalıklarla birleştiğinde çocukluk çağında plastik temasının yeniden değerlendirilmesi gerektiği açıktır. Literatürde deniz ürünleri, tuz ve süt gibi gıdalarda mikroplastik varlığı sıkça çalışılmış olsa da bebek mamaları üzerindeki araştırmalar halen oldukça kısıtlıdır. Türkiye pazarındaki 0-6 ay mamaların karakterizasyonu ve risk indekslerinin belirlenmesi kritik önem arz etmektedir.

Bir başka dikkat çekici nokta, mikroplastiklerin yalnızca gıdaların içinde bulunması değil, gıdaya ulaşma sürecinin neredeyse her aşamasında yer alabilmesidir. Tarladan başlayan yolculuk; hasat, işleme, depolama, paketleme, taşıma, market rafları ve ev mutfağı boyunca çok sayıda plastik temas yüzeyiyle kesişmektedir. Plastik kasalar, taşıma ambalajları, streç filmler, tek kullanımlık eldivenler, işleme ekipmanları ve saklama kapları düşünüldüğünde, gıda sisteminin büyük kısmının plastik temelli altyapılar üzerine kurulu olduğu görülmektedir. Dolayısıyla mikroplastik sorunu yalnızca son tüketim aşamasında ortaya çıkan bir problem değil, üretim zincirinin bütününe yayılan çok katmanlı bir maruziyet sistemidir.

Araştırmalar son yıllarda yalnızca gıdalarda değil, insanlardan alınan biyolojik örneklerde de mikroplastik varlığına yönelik dikkat çekici bulgular ortaya koymaktadır. Türkiye adresli çeşitli çalışmalarda insan midesinde, akciğer dokusunda, plasentada ve bazı organ örneklerinde mikroplastik benzeri parçacıkların saptandığı bildirilmiştir. Bu bulguların uzun dönem etkileri halen araştırılıyor olsa da, bilim insanlarının dikkat çektiği nokta maruziyetin teorik bir riskin ötesine geçmiş olmasıdır. Güncel laboratuvar verileri, vücuda alınan nanoplastiklerin beyindeki doğal proteinlerle etkileşime girerek Parkinson hastalığı ve bazı demans türleri ile ilişkili değişimleri tetikleyebileceğini göstermektedir. Türkiye'deki farklı üniversite hastaneleri ve araştırma merkezlerinde yürütülen güncel klinik ve patolojik çalışmalarda, cerrahi operasyonlarla alınan insan dokuları (özellikle plasenta bariyeri, derin akciğer dokuları ve gastrointestinal sistem örnekleri) mikroskobik ve spektroskopik yöntemlerle incelenmiştir. Bu analizler, Türkiye'deki bireylerin günlük yaşam pratikleri, solunan hava ve diyet yoluyla PP, PE ve PET gibi mikroplastik polimerlerine doğrudan maruz kaldığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, biyolojik bariyerleri aşan partiküllerin insan metabolizmasında anatomik olarak biriktiğinin somut kanıtıdır.

Mikroplastiklerin bir diğer önemli özelliği de çevrede tek başlarına bulunmamalarıdır. Bu parçacıklar yüzey özellikleri nedeniyle ağır metaller, çevresel kirleticiler, pestisit kalıntıları ve bazı organik bileşikler için taşıyıcı görevi görebil-

mektedir. Plastik yüzeyler ayrıca, bakteri ve mikroorganizmalar için uygun tutunma alanları oluşturmaktadır. Plastik yüzeylerin zamanla küçük mikrobiyal yaşam alanlarına dönüşmesi olgusu "plastisfer" olarak anılmaktadır. Yani mikroplastikler yalnızca fiziksel parçacık olarak değil, başka kirleticileri taşıyabilen hareketli platformlar olarak da değerlendirilmektedir. Gıda zinciri perspektifinden bakıldığında, tarımsal sulama suları ve endüstriyel atıklarla taşınan bu "kontamine hareketli platformlar", başta su ürünleri, ambalajlı içecekler ve çiğ süt olmak üzere doğrudan tükettiğimiz gıdalara sızarak kombine bir kimyasal ve mikrobiyolojik risk tablosu oluşturmaktadır. Bunun yanında plastik yüzeylerin patojen mikroorganizmaların mikrobiyal biofilm oluşturması için uygun ortam sağlayabileceği, bazı patojenlerin bu yüzeylerde daha uzun süre tutunabileceği ve gastrointestinal sistem içerisinde mikrobiyal kolonizasyon kapasitesini etkileyebileceği de tartışılmaktadır.

Konunun Türkiye özelindeki yansıması ise riskin boyutunu daha net ortaya koymaktadır. Özellikle Marmara Bölgesi gibi yoğun endüstriyel ve evsel deşarja maruz kalan su kaynaklarının olduğu bölgelerde ve Çukurova'yı sulayan Seyhan Nehri gibi su kaynaklarının olduğu alanlarda risk daha da büyüktür. Tarımsal üretimin yoğun olduğu bu bölgelerdeki nehir havzalarında ve gıda işleme tesislerinin plastik bazlı üretim hatlarında bu biyofilm oluşumları doğrudan gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Türkiye adresli tarımsal ürünler, su ürünleri ve gıda mikrobiyolojisi çalışmalarında da vurgulandığı üzere, dirençli patojenlerin gıda matrislerine tutunmasında ve tarladan sofraya uzanan lojistik süreçlerde mikroplastik yüzeyler, klasik sanitasyon prosedürlerini de zorlaştıran gizli birer kontaminasyon vektörü olarak işlev göstermektedir.

Türkiye'de özellikle hızlı kentleşme, yüksek nüfus yoğunluğu, artan paket servis alışkanlığı ve tek kullanımlık ürün tüketimindeki yükseliş dikkat çekmektedir. Son yıllarda özellikle çevrimiçi yemek siparişlerinin ve hazır tüketim alışkanlıklarının artması, sıcak gıdaların plastik kaplarla temasını daha görünür hale getirmiştir. Ticaret Bakanlığı'nın yayımladığı "Türkiye'de e-Ticaretin Görünümü Raporu 2025" verileri, hızlı ticaret olarak nitelendirilen siparişe dayalı satış hacminin büyük bir kısmının (yüzde 69,5) yemek siparişlerinden oluştuğunu, diğer bir ambalaj tüketim kalemi olan gıda ve süpermarket harcamalarının da yüzde 30,5 paya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Tüketicilerin sepet tercihlerinde 26,74 milyar TL ile hamburger en üst sırada yer alırken onu sırasıyla pizza (17,03 milyar TL), tavuk döner (12,56 milyar TL) ve lahmacun (6,67 milyar TL) takip etmektedir. Tüm bu ürünlerin ortak özelliği ultra işlenmiş ve aşırı düzeyde paketlenmiş olmalarıdır. Özellikle hamburger gibi gıdalar için kullanılan ambalajların yağ tutmama ve ıslanmama gibi özellikler kazanması için ciddi kimyasallara tabi tutulduğu belirtilmektedir.

Birkaç yıl önce günlük yaşamın küçük ayrıntıları gibi görünen plastik çatal, plastik kapak, sos kabı, pipet ve paketleme materyalleri bugün milyonlarca kullanım sonunda devasa bir kümülatif yük oluşturmaktadır. Ambalajsız ürünlere ulaşmanın yolu olarak görülen ve gıda alışverişinde çok fazla tercih edilen semt

PFAS – Sonsuz Kimyasallar

Nerede bulunur?

PFAS, su, yağ ve leke itici özellik kazandırmak için kullanılan geniş bir kimyasal gruptur. Yapışmaz tavalar, yağ geçirmez gıda ambalajları, fast-food paketleri, bazı plastik gıda ambalajları, kozmetikler, suya ve lekeye dayanıklı tekstiller, mobilya ve halı kaplamaları, yangın söndürme köpükleri, yapıştırıcılar ve sızdırmazlık ürünleri PFAS maruziyet kaynakları arasında yer alır.

Neden kullanılır?

Yağ, su ve leke itici özellik sağlar. Ambalajı daha dayanıklı, sızdırmaz ve yağ geçirmez hale getirir.

Sağlık açısından neden önemlidir?

PFAS bileşikleri çevrede çok uzun süre kalabildikleri için "sonsuz kimyasallar" olarak anılır. Bazıları canlı dokularda birikebilir ve besin zincirinde taşınabilir. PFAS maruziyeti tiroit fonksiyonu, hipertansiyon, kan lipitleri ve kolesterol, bağışıklık yanıtında azalma, böbrek ve testis kanseri, çocuklarda aşı yanıtının düşmesi, baş çevresi ve doğum uzunluğu gibi gebelik ve doğumla ilişkili göstergelerle ilişkilendirilmiştir.

Kritik not

PFAS'ın sorunu yalnızca tek tek kimyasalların toksisitesi değildir. Bu grup çok geniştir ve çok sayıda bileşik çevrede kalıcıdır. Bu nedenle birçok uzman, PFAS'ın tek tek değil, sınıf olarak düzenlenmesi gerektiğini savunmaktadır.

Türkiye'de bu kimyasallara dönük açık ve net bir düzenleme söz konusu değildir.

ve halk pazarları da mikroplastik açısından ciddi bir risk kaynağı olabilmektedir. Pazara plastik kaplarda getirilen ve tezgahlarda plastik altlıklarda insanlara sunulan birçok gıda ürünü yüksek oranda mikroplastik içermektedir. Alışverişlerde kullanılan poşetler ise plastik madde içerme dışında yüksek oranda kimyasal ve mikroplastik bulaşma kaynağıdır. Semt pazarlarında gıda amaçlı kullanıma uygun olmayan ve atıklardan üretilmiş poşetlerin denetimsiz ve kontrolsüz kullanılması mikroplastik geçişi açısından büyük bir sorun oluşturmaktadır.

Mikroplastik maruziyetinin sıklıkla göz ardı edilen bir yolu da mutfaklardaki plastik kesme tahtalarıdır. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan "Et ve Et Ürünleri Satan Küçük İşyerleri İçin Hijyen Esasları ve İyi Uygulama Kılavuzu" başlıklı belgede yer alan "Hazırlama, doğrama, dövme, dilimleme gibi işlemler satırla parçalama işlemindeki gibi darbe emici özellik gerektirmediğinden bu işlemlerin üretim izni bulunan uygun nitelikteki plastik (polietilen) kütüklerde yapılması gerekmektedir" ve "Kütük (sert ağaçtan imal edilmiş ve yüzeyi

çatlak olmayan) dışında ahşap malzeme kullanılmamalıdır. Ahşap kütük sadece satırla parçalama işlemi sırasında kullanılmalıdır" ifadeleri, işletmelerde plastik PE doğrama bloku kullanımını zorunlu kılmaktadır. Plastik kesme tahtalarından kaynaklanan mikroplastik salımını inceleyen araştırmalar, PE'nin yanı sıra bu ürünlerde kullanılan polipropileni (PP) de ele almaktadır. PP'den yapılan kesme tahtalarından salınan mikroplastiklerin kütlesi ve sayısı, PE'den yapılan tahtaya göre kütle olarak yüzde 5-60 ve adet olarak da yüzde 14-71 daha fazla olabilmektedir. Yapılan çalışmalar PE doğrama tahtasından tek seferde 7 grama, PP doğrama tahtasından ise 49,5 grama kadar mikroplastiğin işlenen gıdaya karışabildiğini ortaya koymaktadır. Ancak yönetmelikler açısından bakıldığında bu maruziyet yolu tamamen göz ardı edilmektedir.

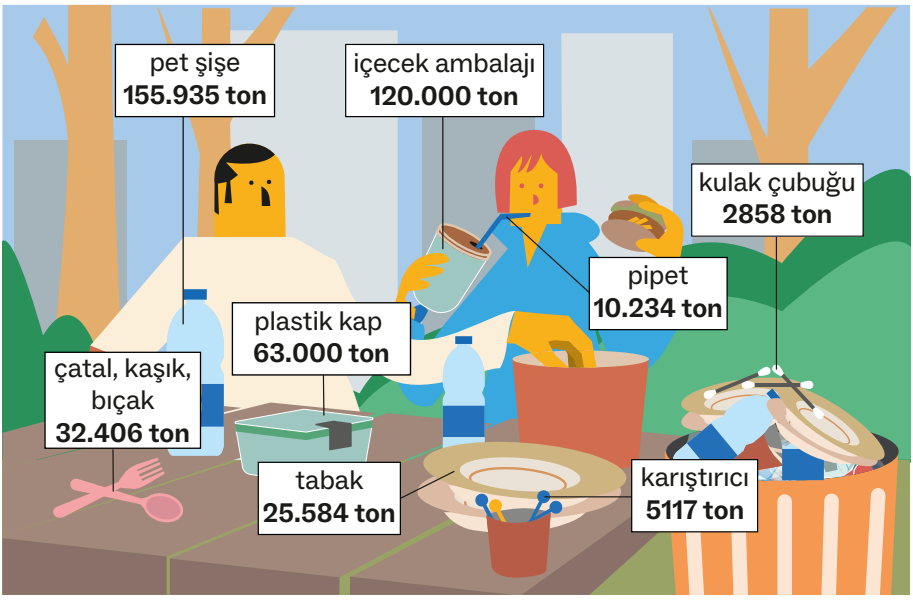
Türkiye'de tüketici farkındalığının hâlâ istenen seviyeye ulaşamaması sorunun daha da büyümesine neden olmaktadır. Birçok insan sıcak gıdanın plastikle temasının risk oluşturabileceğini bilmemekte veya günlük hayatın temposu içinde bunu ikinci plana atmaktadır. Oysa mikroplastik maruziyetini azaltmanın en etkili yollarından biri günlük temas noktalarını azaltmaktır. Cam saklama kaplarının tercih edilmesi, sıcak gıdaların plastik yerine cam, çelik ya da kâğıt bazlı yüzeylerle taşınması, yeniden kullanılabilir mataraların yaygınlaştırılması ve özellikle çocuk ürünlerinde güvenli materyallerin tercih edilmesi bireysel maruziyeti önemli ölçüde azaltabilir.

Ancak mikroplastiklerle mücadelede yalnızca bireysel davranış değişiklikleri yeterli değildir. Sorunun çözümü için plastik üretim azaltımı, tüketici davranışları, kamu politikaları, gıda sanayisi, yerel yönetimler, üreticiler ve bilimsel izleme sistemlerinin birlikte çalışması gerekmektedir. Mesele artık yalnızca plastik atıklarını azaltmak değil, görünmez hale gelmiş bir maruziyet zincirini kırmaktır.

Gıda İsrafının Azaltılması Mikroplastik Yükünü Azaltabilir mi?

Gıda tüketim alışkanlıklarının değişmesi plastik yükünü azaltabilecek önemli başlıklardan biridir. Türkiye İsraf Raporu'na göre bireylerin yaklaşık yüzde 63'ü gıda alışverişini marketlerden gerçekleştirmektedir. Bu durum ambalajlı ve yoğun plastik temaslı ürün tüketiminin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Türkiye'de tek kullanımlık plastik tüketimi sorunun boyutunu daha da ağırlaştırmaktadır. Bakanlık ve TÜİK çalışmasına göre Türkiye'de sadece 2022 yılında 709.348 ton tek kullanımlık plastik ürün tüketilmiştir. Bu miktar içerisinde 155.935 ton plastik içecek şişesi, 120.000 ton plastik bardak, 63.000 ton gıda kabı, 32.406 ton plastik çatal-kaşık, 25.584 ton plastik tabak, 10.234 ton pipet, 5117 ton plastik karıştırıcı ve 2858 ton kulak pamuğu çubuğu bulunmaktadır.

Bu rakamlar, mikroplastik sorununun yalnızca çevrede biriken plastiklerden değil, her gün tüketilen ve kısa süre kullanılıp atılan ürünlerden beslendiğini göstermektedir. Bu tablo, çözümün yalnızca geri dönüşümle sınırlı olmadığını ortaya koymaktadır. Temelden bir çözüm için tek kullanımlık plastiklerin kaynağında



Türkiye'de plastik tek kullanımlık ürünlerin tüketim oranları

azaltılması ve gıdayla temas eden plastik yüzeylerin yeniden değerlendirilmesi şarttır. Geri dönüşüm önemli olmakla birlikte tek başına yeterli değildir. Zira bir plastik ürün hiç üretilmediğinde, hiç kullanılmadığında ve hiç atığa dönüşmediğinde çevresel yük daha en baştan engellenmiş olur. Türkiye'de plastik poşetlerin ücretlendirilmesiyle yalnızca 2019-2025 döneminde yaklaşık 2.844.000 ton plastik atığın oluşumu engellenmiş, yaklaşık 20 milyar lira üzerinde ekonomik tasarruf sağlanmış ve 121.000 ton sera gazı emisyonunun önüne geçilmiştir. Bu veriler, küçük görünen tüketim alışkanlıklarının bile ülke ölçeğinde ne kadar büyük etkiler yaratabileceğini göstermesi bakımından çarpıcıdır.

Türkiye'de özellikle pet şişeler, içecek ambalajları ve tek kullanımlık kapların oluşturduğu büyük atık yükü nedeniyle depozito ve yeniden dolum sistemlerinin yaygınlaştırılması önemlidir. Günlük milyonlarca adet tek kullanımlık ambalajın dolaşıma girdiği düşünüldüğünde, depozito sistemlerinin yalnızca çevreyi değil, doğrudan gıda temas zincirini de etkileyebileceği ifade edilmektedir. PET şişelerin ayrı toplanma oranlarının orta vadede yüzde 77'ye, uzun vadede ise yüzde 90'a çıkarılmasının hedeflenmesi bu nedenle önemlidir. Bunun yanında marketlerde yeniden doldurulabilir ürün sistemlerinin yaygınlaştırılması, cam şişe kullanımının artırılması ve ambalajsız ürün satışlarının desteklenmesi gibi uygulamalar da çözümün önemli ayaklarıdır.

Tarımda kullanılan plastikler de kontrol altına alınması gereken başlıklardan biridir. Sera üretiminin yoğun olduğu Akdeniz ve Ege bölgelerinde binlerce hektarlık alanda plastik örtüler, damlama sulama sistemleri ve tarımsal plastikler

kullanılmaktadır. Plastik malçlar, sera örtüleri, sulama sistemleri ve tarımsal ambalajlar zamanla parçalanıp toprağa mikroplastik yükü bırakabilmektedir. Bu nedenle kullanım ömrünü tamamlayan tarım plastiklerinin geri toplanması, biyobozunur alternatiflerin desteklenmesi ve tarımsal atık yönetiminin güçlendirilmesi gerekmektedir.

Tek kullanımlıkların şiddetlendirdiği gıda israfının azaltılması da mikroplastik yükünü dolaylı olarak azaltabilecek önemli stratejilerden biridir. Türkiye'de her yıl yaklaşık 8,7 milyon ton gıdanın israf edildiği ve kişi başına yılda yaklaşık 102 kilogram yiyeceğin çöpe gittiği belirtilmektedir. İsraf edilen her ürün aynı zamanda gereksiz ambalaj, gereksiz plastik tüketimi ve ek atık oluşumu anlamına gelmektedir. Bu nedenle porsiyon kontrolü, seçmeli kahvaltı sistemleri, yeniden kullanılabilir servis ekipmanları ve sürdürülebilir paket servis modelleri hem ekonomik açıdan hem de çevre ve halk sağlığı bakımından önem taşımaktadır. Özellikle restoran, otel ve kafe sektöründe yeniden kullanılabilir servis sistemlerinin yaygınlaştırılması önemlidir. Türkiye'de yiyecek-içecek sektöründe işletme başına yılda ortalama 4 tondan fazla gıda israfı oluştuğu tahmin edilmektedir. Paket servis kültürüyle birlikte plastik çatal, kaşık, sos kabı ve içecek ambalajı kullanımının artması, bu alanı mikroplastik oluşumu açısından kritik hale getirmektedir. Bu nedenle depozitolu kahve bardakları, tekrar kullanılabilir yemek kapları ve yenebilir paketleme çözümleri giderek daha fazla gündeme gelmektedir.

Sonuç olarak Türkiye için mikroplastik meselesi artık yalnızca deniz çöpleri, sahil temizliği ya da geri dönüşüm kutusu meselesi değildir. Bu konu doğrudan gıda güvenliği, halk sağlığı, tarım politikası, belediyecilik, ambalaj sanayii, tekstil sektörü, okul sağlığı ve tüketim kültürüyle ilgilidir.

5 Plastiğin Sağlık Etkisi: Örnek Çalışma

Yaşamın hemen her alanında karşımıza çıkan plastiklerin yaygın kullanımı insan sağlığı için ciddi riskler oluşturmaktadır. Vücuda sindirim sistemi, damar içi sıvı tedavileri, solunum sistemi ve ciltle temas gibi çeşitli yollarla giren plastikler insan sağlığını ciddi şekilde etkilemektedir.

Plastikler içerdikleri geniş bir yelpazede yer alan çeşitli kimyasallar nedeniyle insanlar için bir kimyasal maruziyet kaynağıdır. Başta BPA gibi bisfenol türevleri, ftalatlar, sonsuz kimyasallar adı verilen ve binlerce farklı kimyasalı barındıran perflorlu ve poliflorlu alkil maddeler olmak üzere plastik kaynaklı kimyasallar, çevre sağlığının öncelikli maruziyet ve etkilenim konularının başındadır. Şu anda kullanımda olan plastik ürünlerin ve bu ürünlerdeki kimyasalların çeşitliliğini ve karmaşıklığını düşündüğümüzde bu maruziyetin, düşük dozda bile olsa, ciddi bir risk yarattığı söylenebilir.

Örneğin ısıya dayanıklılık ve sağlamlık gibi belirli özellikleri geliştirmek için plastik poşetlere eklenen ağır metaller ayrı bir başlık olarak karşımıza çıkmaktadır. Kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko gibi ağır metallerin, plastikleri stabilize etmek veya renklendirmek için yaygın olarak kullanılan katkı maddelerinin bileşenleri arasında olduğu görülmektedir. Bu ağır metaller yüksek sıcaklıklarda gıdaya geçebilmekte ve gıda kaynaklı ağır metal maruziyetinin bir parçası olabilmektedir. Bu açıdan plastik kaynaklı kimyasal risklerin sadece güncel olarak kullanılan popüler kimyasal ve polimerlerden oluşmadığını hatırda tutmak gerekir.

Plastikler belirli bir işlevsellik sağlamak amacıyla eklenen ya da üretim sürecinden kaynaklanan kalıntı veya kirletici kimyasallar içerebilmektedir. Fonksiyonel katkı maddeleri çok sayıda ve çeşitlidir. Bunlar arasında stabilizatörler, renk pigmentleri, dolgu maddeleri ve alev geciktiriciler, şişirme maddeleri, antioksidanlar, darbe modifiye ediciler, yağlayıcılar ve antimikrobiyal maddeler bulunmakta olup, ayrıca çeşitli kalıntılar da (polimerizasyondan kaynaklanan monomerler, ara maddeler ve katalizörler ile malzeme geri dönüşümü yoluyla ortaya çıkan kirleticiler) bulunabilmektedir. Bunların sayılarının 16.000 civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Plastik kaynaklı kimyasal risklerin özellikle endokrin bozuklukları, üreme toksisitesi, gelişim sorunları ve kanserojen etkilerle ilişkili olabileceği yönünde çalışmalar mevcuttur. Bunun yanı sıra plastiklerin, bağışıklık sistemi, solunum sistemi, karaciğer, böbrekler ve sinir sistemi üzerinde olumsuz etkilerle ilişkilendirildiğine ve kanser, diyabet ve nörodejeneratif hastalıklar gibi kronik rahatsızlıklara katkıda bulunabileceklerine dair endişeler de bildirilmektedir. Özellikle çocuklar, vücutta toksik maddelerin konsantrasyonunun artmasına neden olabi-

Bisfenoller — "BPA'sız" Her Zaman Güvenli Değildir

Nerede bulunur?

Bisfenoller, özellikle bisfenol A, polikarbonat plastiklerin ve epoksi reçinelerin üretiminde kullanılır. Sert ve şeffaf plastik şişeler, gıda saklama kapları, damacanalar, konserve kutularının iç kaplamaları, metal kapaklar, termal fiş kâğıtları ve bazı polyester ürünler bisfenol maruziyetinin kaynakları arasında sayılabilir.

Neden kullanılır?

Plastiğe sertlik, şeffaflık, ısı dayanımı ve dayanıklılık kazandırmak için kullanılır. Epoksi reçinelerde ise özellikle gıda ve içecek kutularının iç yüzeyini kaplamak amacıyla tercih edilir.

Sağlık açısından neden önemlidir?

Bisfenoller endokrin bozucu kimyasallar arasında değerlendirilir. Hormon sistemini taklit edebilir veya bozabilir. BPA maruziyeti; tiroit fonksiyonu, hipertansiyon, insülin direnci, tip II diyabet, böbrek fonksiyonu, obeziteyle ilişkili göstergeler, inflamasyon belirteçleri, sperm kalitesi ve çocuklarda gelişimsel etkilerle ilişkilendirilmiştir. EFSA'nın (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) BPA için tolere edilebilir günlük alım düzeyini ciddi biçimde düşürmesi ve gıda temas materyallerindeki BPA riskini yeniden değerlendirmesi, bu kimyasal grubun önemini göstermektedir.

Kritik not

"BPA içermez" etiketi, ürünün güvenli olduğu anlamına gelmeyebilir. BPA yerine kullanılan BPS ve BPF gibi bazı alternatif bisfenoller de benzer endokrin bozucu etkilere sahiptir. Bu durum, toksikoloji literatüründe "pişmanlık doğuran ikame" olarak bilinir.

Türkiye'de bisfenol ve türevlerinin gıda ile temas eden malzemelerde kullanımına dair bir yönetmelik çalışması söz konusudur.

lecek plastikle ilişkili kimyasallara karşı savunmasız durumdadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, söz konusu kimyasalların sağlık etkilerinin geniş bir alanda öbeklendiği görülmekte olup, risk gruplarında bu etkiler daha da yoğunlaşmaktadır.

Plastiklerin sağlık açısından artan bir tehlikesi de mikroplastik ve nanoplastiklerdir. Mikro ve nanoplastikler her geçen gün insan vücudunda daha çok bulunmakta ve bunların insan dokularında birikebileceği, bağırsak mikrobiyomunu bozabileceği, sistemik inflamasyon, nöroinflamasyon ve gastrointestinal rahatsızlıklara yol açabileceği tartışılmaktadır. Ayrıca mikroplastiklerin çevresel kirleticilerin taşıyıcısı olarak da sağlık risklerini artırabileceği vurgulanmaktadır.

Türkiye'de plastik kimyasallarına ilişkin bilgi birikimi uluslararası literatürden ya da birkaç çevresel izleme çalışmasından ibaret değildir. 1 Temmuz 2026 tarihinde YÖK tez veritabanında "bisfenol" sözcüğüyle yapılan basit bir tarama bile

bu alanın Türkiye'de ne kadar genişlemiş olduğunu gözler önüne sermektedir: Başlık, özet ve anahtar sözcük alanlarında "bisfenol" geçen 473 tez; doğrudan tez adında bu kavrama yer veren 215 çalışma mevcuttur. Bu tablo, bisfenollerin Türkiye'de akademik araştırmalar açısından görünür bir kimyasal grup haline geldiğini ortaya koymaktadır. Daha dikkat çekici olan ise bu çalışmaların önemli bir bölümünün doğrudan insan sağlığına odaklanmasıdır. 2011-2026 dönemindeki tez başlıkları incelendiğinde, bisfenol A ve analoglarının kadın üreme sağlığı, gebelik, yenidoğan maruziyeti, kordon kanı, anne sütü, bebek beslenmesi, çocukluk çağı hastalıkları, tiroit hormonları, diyabet, obezite, hipertansiyon, böbrek fonksiyonu, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, nörogelişim, polikistik over sendromu ve erkek ürogenital gelişimi gibi farklı alanlarda araştırıldığı görülmektedir. Başka bir deyişle, bisfenol meselesi, yalnızca plastik ambalajın içindeki görünmez bir katkı maddesi sorunu olmayıp, üreme sağlığından çocuk gelişimine, metabolik hastalıklardan endokrin sisteme kadar uzanan geniş bir halk sağlığı başlığıdır.

Tez başlıkları sağlık etkileri hakkında kesin hüküm vermek için yeterli olmamakla birlikte, bu akademik ilgi, Türkiye'de plastik kimyasallarına dair maruziyetin teorik bir risk olmaktan çıkıp, somut biyolojik örnekler üzerinden araştırılan bir gerçeklik olarak ele alındığını göstermektedir. Bu nedenle plastik politikaları sadece atığın nerede toplandığına veya ne kadarının geri dönüştürüldüğüne odaklanmamalıdır. Plastiğin yaşam döngüsünde kullanılan kimyasalların hangi ürünlerde bulunduğu, hangi yollarla insanlara geçtiği ve özellikle hamileler, bebekler ve çocuklar gibi hassas grupları nasıl etkileyebileceği de politika gündeminin merkezine alınmalıdır. Bu çalışmalarda örnek sayısı, örneklem grubunun seçimi, BPA ve maruziyet kriterlerinin seçimi, laboratuvar analiz yöntemleri, sonuçların genellenebilirliği ve benzeri yöntemsel değerlendirmeler yol gösterici olabilir.

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde geniş bir ekiple kurgulanan bir halk sağlığı tıpta uzmanlık çalışmasında, doğum sırasında alınan kordon kanında BPA analizi yapılmış ve olası maruziyet kaynakları incelenmiştir. Her ne kadar daha önce kordon kanında çalışılan çok sayıda kimyasal olsa da, konunun tam kapsamı hâlâ bilinmemektedir. Bu durumun önemi hamilelik sırasında bebeğin yaşamsal gereksinimlerinin kordon bağı aracılığıyla karşılanıyor olması ve annenin maruz kaldığı çeşitli kimyasal etkenlerin kordon bağı aracılığıyla bebeğe geçebiliyor olmasından kaynaklanmaktadır. Plasenta ve kordon kanının, anne ve fetüsün yaşam ortamlarına ilişkin önemli bir biyolojik pencere işlevi gördüğü ve bu, çeşitli çevresel kimyasalların (alev geciktiriciler, pestisitler/herbisitler, per- ve polifluoroalkil maddeler, toksinler, metaller ve diğer bileşikler) buradan rahatlıkla geçebileceği belirtilmektedir. Bu bağlamda yürütülen çalışmada 121 anneye anket uygulanmış ve doğum sırasında alınan kordon kanları analiz edilmiştir. Kordon kanındaki analizler BPA'nın yanı sıra BPF ve BPS'yi de kapsamaktadır. Çalışma kapsamında eğitim ve sosyoekonomik düzeyinin yüksek olduğu bir grupla çalışılmıştır. Katılımcı annelere ayrıca gıda hazırlama, saklama ve tüketme sürecinde plastik malzeme kullanıp kullanmadıkları da sorulmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Sebze ve meyveleri poşette sakladığını belirtenlerin oranı yüzde 50, plastik kapta sakladığını belirtenlerin oranı yüzde 20'dir.
- Araştırmaya katılanların yüzde 97,5'i çiğ et ve şarküteri ürünlerini streç film/buzdolabı poşetiyle sakladığını belirtmiştir.
- Katılımcıların dörtte biri et, tavuk, balık, şarküteri ürünleri vb. için doğrama yüzeyi plastik olan malzemeler kullanmaktadır. Bu oran sebze, meyve, yeşillik ve diğer besinler için yüzde 30'dur.
- BPA analizi ile ilgili bulgular da çarpıcı sonuçlar ortaya koymaktadır. Araştırmada ölçümü yapılan kordon kanlarının yüzde 96,2'sinde BPA, yüzde 93,3'ünde ise BPF tespit limitinin üstünde bulunmuştur. Ölçüm yapılan kanlardaki BPS düzeyleri ise tespit limitinin altındadır.

Bu sonuçlar BPA maruziyeti açısından önemli bir ipucu niteliği taşımaktadır. BPA maruziyetinin bununla sınırlı kalmadığını, BPF'nin de bu kimyasal türünde bir diğer maruziyet etkeni olduğunu düşündürmektedir. BPS'nin ölçülebilir düzeyde bulunamaması bu türevin henüz ülkemizde kullanılmıyor veya sınırlı düzeyde kullanılıyor olabileceğine işaret etmektedir. Bu çalışmanın sonuçları tanımlayıcı özellikte olup topluma genellemeyecek sonuçlar içermekle birlikte, etkilenme düzeyi açısından bilgi sağlamaktadır. Türkiye'de bu kimyasallara ve etkilerine dair daha çok araştırmaya, veriye ve sistematik izleme çalışmalarına gereksinim olduğu açıktır.

6 Plastik ve Geri Dönüşüm Sektöründe Emeğin Görünümleri

Türkiye'nin plastik meselesini beşikten mezara ele aldığımızda zinciri birbirine bağlayan her ilmeğin emek ile örüldüğünü görüyoruz. Plastik, mikro formdan küreye kadar tüm ölçeklerde ve bunun her anında, hiçbir zaman sadece "kimyasal" bir süreç değildir. Bu teknolojik meta toplumsal bir emek süreci ile yoğrulur. Plastiğin hammaddelerinin elde edilmesi, işlenmesi, taşınması, kullanılması ve atık haline geldikten sonra toplanması, formel veya vahşi biçimde depolanması ve varsa ayrıştırılması zincirinin her aşamasında milyonlarca resmî ve gayriresmî işçi karınca gibi konumlanır. Nasıl ki plastik tek bir madde olmayıp binlerce farklı tür ve özelliğe sahip makromolekül gruplarının farklı dizgilerinin sonucu ise, işçiler de plastiğin tüm tedarik zincirinde bu moleküllerin dizilimi gibi art arda dizilmiştir. Son ürün oluştuğunda, tıpkı plastikte görünmez olan bu makromoleküller gibi içerilmiş ve görünmez kılınmış oluyorlar. Bu yazı, plastik sektörünü oluşturan emek dizgilerini görünür kılmayı amaçlıyor.

Hammaddelerin Çıkarılmasında Emek

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, plastik üretiminde hammadde olarak kullanılan petrol ve doğalgazın çıkarımı ile bu çıkarımı destekleyen faaliyetleri, İşkolları Yönetmeliği uyarınca 4 numaralı "Petrol, kimya, lastik, plastik ve ilaç" işkolu kapsamında sınıflandırıyor. Türkiye'de plastik üretim alanını da kapsayan bu işkolunda, 250.000'i plastik ile ilgili alanlarda olmak üzere 600.000'den fazla işçi çalışıyor. Bu tabloda, plastiğin üretim zincirinin farklı aşamalarını birbirine bağlayan deniz ve kara taşımacılığında çalışan işçileri de hesaba katmak gerekir. Zira "petrol boru hatları ile taşımacılık, petrolün ve sair petrolden işlenerek elde edilmiş maddelerin gemilerle, tankerlerle/karayoluyla dağıtımı ve depolanması" resmi olarak 11 numaralı taşımacılık işkolunda, diğer meta akışlarına ilişkin nakil faaliyetleriyle birlikte sınıflandırılıyor.

Plastik Sanayicileri Federasyonuna göre Türkiye'deki plastik sektörü, üretim hacmi bakımından AB27 ve Birleşik Krallık grubunda ikinci, dünyada ise ilk onda yer alıyor. Fakat Türkiye aynı zamanda dünyanın en büyük plastik atık ithalatçılarından biri. Sektör, hammaddesinin yüzde 80'den fazlasını Suudi Arabistan, ABD, Güney Kore, Çin ve Almanya'dan ithalat yoluyla karşılıyor. Yani hammadde ve teknolojiyi dışarıdan alıyor, üretiyor, satıyor ve yatırımcısına kazandırıyor.

Plastik üretiminin bu ilk aşamasında, Azerbaycan merkezli SOCAR, Türkiye Petrokimya A.Ş. bünyesindeki PETKİM gibi büyük aktörlere rağmen, yerelde çalışan ve sayısı nispeten az olan işçilerin kaderinin uzun ithalat ve tedarik zincirleri aracılığıyla tam anlamıyla küresel bir işgücüyle birleştiğini görebiliriz. Plastik üretimi ve atık plastiklerin işlenmesi, yalnızca bu tesislerde çalışanların değil, kullanılan makineleri üreten işçilerin emeğine de dayanıyor. Plastik üretiminde enjeksiyon ve ekstrüzyon makineleri, mikserler, presler, hammadde hazırlama, dozajlama, karıştırma ve kurutma ekipmanları kullanılıyor. Kalıp hazırlama, montaj ve kalite kontrol de üretim sürecinin önemli aşamalarını oluşturuyor. Geri dönüşüm tesislerinde ise konveyör bantlar ve taşıma sistemleri, kırma ve yıkama makineleri, ekstrüderler, granül makineleri ve optik ayrıştırma sistemleri yer alıyor. Bu ekipmanların bir bölümü Türkiye'de üretilip ihraç edilirken bir bölümü de ithal ediliyor. Dolayısıyla bu makinelerin üretiminde çalışan işçiler de plastik sektörünün geniş emek zincirinin bir parçasını oluşturuyor. Dolayısıyla plastiğin hammaddelerinin karbon ekonomisi içindeki çıkarım ve üretim aşamalarında ortaya çıkan emek görünümleri küreye yayılmış durumdadır.

Plastik hammaddelerini üreten petrokimya endüstrisi, kürenin pek çok başka yerinde olduğu gibi Türkiye'de de Aliağa/İzmir, Dilovası/Kocaeli ve Seyhan-Ceyhan/Adana gibi, kümülatif çevre yükünü artıran kirletici sanayi türleriyle iç içe konumlanmaktadır. Dolayısıyla tüm bu sektörlerin limanlara yakın, neredeyse ıskartaya çıkarılmış bölgelerde yoğunlaştığı söylenebilir. Bu yoğunlaşma, sadece bu sektörde çalışanlar açısından değil, emek havzalarının yaşam alanlarını da kapsayacak biçimde ciddi coğrafi eşitsizlikler üretir. Genellikle tarihsel olarak dezavantajlı, proleter nüfusun yoğunlaştığı ve göçle oluşmuş bu mahallerle kirletici petrokimya endüstrisinin yan yana oluşu aşikârdır. Böylece çevresel adaletsizlik, sınıfsal ve mekânsal adaletsizlikle iç içe geçer. Çoğu zaman plastik hammaddelerini üreten petrokimya endüstrisinin yoğunlaştığı bölgeler, "Dilovası Zehir Vadisi" ve "Aliağa Kanser Sahili" gibi, kanser hastalığının veya onu üreten "zehrin" coğrafyaya yazıldığı adlarla anılır. "Kullan-at" plastiğe, "kullan-at nüfus" eşlik eder.

Plastik Üretiminde Emek

Petrokimya endüstrisinde üretilen plastik hammaddeleri; girdi yoğunluğu sırasıyla ambalaj, inşaat malzemesi, tekstil, ev araçları, otomotiv, tarım, elektrik/elektronik ve sanayi makineleri sektörlerinde kullanılıyor. Böylece plastik, tüm bu değer zincirlerindeki insan emeğiyle buluşur ve çalışanları sağlık üzerindeki olumsuz etkileriyle karşı karşıya bırakır. Geçici mevsimlik tarım işçileri ve çiftçiler, yoğun biçimde plastik ("naylon") kullanılan seralarda ve tarlalarda çalışıyor. Tekstil işçileri yüksek oranda polimer içeren hammaddelerle kumaş ve giysi üretiyor, apreleme ve paketleme yapıyor, ürünleri depolara, oradan da perakende sektöründeki tezgahtarlara ("satış danışmanlarına") ulaştırıyor. Böylelikle plastik polimer içeren tekstil ürünleri, özellikle kapalı işyerlerinde daha yoğun olmak

üzere, kısa ve uzun vadeli olumsuz sağlık etkileriyle birlikte emek elinden emek eline aktarılıyor.

Örneğin polimer içeren tekstil ürünleri; overlokçu, aprelemeci, paketlemeci, depocu ve perakendecilerin yanı sıra bu ürünleri satın alan, giyen ve yıkayanlar da dahil olmak üzere temas ettiği farklı kesimlerin sağlığını farklı biçimlerde, derecelerde ve zaman ölçeklerinde etkileyebiliyor. Bu zincirin her aşamasındaki kişi, bir yönüyle tüketici, diğer yönüyle üretici konumundadır. Dolayısıyla sağlık tek ve ayrılmazdır. Üretim ve tüketim zincirinde yer alan insanlar, farklı düzeylerde de olsa, plastiğin olumsuz sağlık sonuçlarından "nasiplerini" alır.

Türkiye'de plastik üretimi, küçük ve orta ölçekli işletmelerin baskın olduğu; bununla birlikte PLASFED, PAGEV ve PAGDER gibi çatı sermaye örgütlerinde bir araya gelen ve lobicilik faaliyetleri yoluyla sektörü etkileyen politika alanlarını yönlendirme gücüne sahip büyük aktörlerin de belirleyici olduğu bir yapı sergiler. Bu büyük sermaye örgütlerinin verilerine göre, plastik değer zincirinin bütününde 14.000'den fazla irili ufaklı işletme bulunmaktadır.

Plastik Atık İşkolunda "Üretim ve Kıyım" Patlaması

Lobi faaliyetleri yürütebilecek güce sahip bu büyük ölçekli aktörler, 2018'den itibaren Türkiye'nin küresel ekonomide üstlendiği yeni plastik atık ithalatçısı rolüyle büyüyen geri dönüşüm sektörünü de belirliyor. İthal edilen plastik atık miktarı, Türkiye'de yerel olarak oluşan plastik atığın yüzde 20 ila 30'una tekabül ediyor. Konu hakkında emek ve emeğin yaşam alanlarını da kapsayan öncü bir saha çalışması gerçekleştiren İnsan Hakları İzleme Örgütünün 2022 tarihli raporunda, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının resmi verilerine dayanılarak, ithal ve yerli atıkların "işlendiği" geri dönüşüm tesislerinin sayısının 2000 işletme civarında olduğu aktarılıyor. Sahada yapılan çalışmalar ise en az bu sayı kadar "ruhsatsız" veya geri dönüşüm tesisi olarak gösterilmeyen işyeriyle karşı karşıya olunduğunu gösteriyor.

İnsan Hakları Örgütünün saha çalışmaları, bu tesislerin Adana-Seyhan'da da Şakirpaşa, Onur, Ova, Uçak mahallelerinde; İstanbul'da ise Bayrampaşa, Sultangazi, Esenyurt, Başakşehir, Silivri ve Tuzla'nın işçi sınıfı ağırlıklı mahallelerinde yoğunlaştığını gösteriyor. Bu tesisler, çoğu zaman kanuni bir zorunluluk olan 250 metrelik sağlık koruma bandı dikkate alınmadan mahalle yaşamı ile okul, park ve hastane gibi hayati sosyal donatılarla iç içe konumlanıyor. Bu tablo, başta gayri sıhhi müesseselerin tanım, sınıf ve açma gerekliliklerini içeren 2005 tarihli İşyeri

Tablo 2: Plastiğin Üretim Zincirinin Türkiye'deki Ana İnsan Aktörleri
(Ç) Üretim Zincirinin Başlangıcı: Madde Çıkarma ve Polimer Üretimi
(Ü) Üretim Zincirinin Ortası: Dönüşüm, Plastik Üretimi ve Dağıtım
(A) Üretim Zincirinin Sonu: Plastik Atık İşkolu

Kâr-amaçlı şirketler / kurumlar	Kamu kurumları	Sivil Toplum
Petkim (Socar), Tüpraş (Ç)	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	Atık toplayıcıları
Exxonmobil, Sabic, Basf gibi ÇokUlusluŞirketler (Ü)	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (İSGÜM, İş Teftiş Kurulu Başkanlığı)	Geri dönüşüm tesisi işçileri
Polyester ve Akrilik Üreticisi Firmalar (Ü)	Sağlık Bakanlığı	Geri dönüşüm tesisleri yakınında yaşayan halk
PLASFED – Plastik Üreticileri Federasyonu (Ü)	Ticaret Bakanlığı	Plastiğin yaşam döngüsündeki etkilerini ve aktörlerini çalışan araştırma ve savunu kurumlarından öne çıkanlar (Basel Action Network, Greenpeace Türkiye, İnsan Hakları İzleme Örgütü, Mikroplastik Çalışma Grubu, İSİG Meclisi, İstanbul Planlama Ajansı, araştırmacı gazeteciler, meslek odaları vd.)
PAGDER – Plastik Sanayicileri Derneği (Ü)		
PAGEV - Türk Plastik Sanayicileri Araştırma, Geliştirme ve Eğitim Vakfı (Ü)	Büyükşehir Belediyeleri (Su ve atık ile ilgili birimler, Ruhsat ve Denetim Şube Müdürlükleri)	Geri Dönüşüm İşçileri Derneği, Geri dönüşüm işçilerinin yerel platformları
PAGÇEV - Türk Plastik Sanayicileri Araştırma Geliştirme ve Eğitim Vakfı (PAGEV) Geri Dönüşüm İktisadi İşletmesi (A)	İl Belediyeleri	Plastik girdinin kullanıldığı ambalaj, inşaat malzemesi, ev araçları, otomotiv, tarım ve tekstil sektörlerinde işçi örgütlenme ve işçi sağlığı sorunlarını yansıtma oranları farklı olan, başta 4 numaralı işkolunda tanımlı işçi örgütleri (Petrol-İş, Birtek-Sen, Tarım-İş, Lastik-İş, Öz-Petrol İş vd.)
SEPA - Sert Plastik Ambalaj Sanayicileri Derneği (Ü)	İlçe Belediyeleri (Fen İşleri Müdürlükleri, İmar ve İskan Müdürlükleri, Zabıta Birimi, Ruhsat ve Denetim Şube Müdürlükleri)	
ASD – Ambalaj Sanayicileri Derneği (Ü)	İl Özel İdareleri (Ruhsat ve Denetim birimi)	
Polimer İthalatçısı Ticaret Firmaları (Ü)	Enerji ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı (Ç)	
Polimer Üreticisi firmalar (14.000 işletmenin çoğu KOBİ) (Ü)	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Ç)	
TOBB (Ü)	Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı	
Plastik ambalaj piyasasını nicelik ve nitelik olarak belirleyen büyük ÇokUlusluŞirketler: (Coca Cola, Unilever, Nestle vs gibi) (Ü)	Türk Standartları Enstitüsü (TSE)	
Geri Dönüşüm Firmaları (formel/enformel – ruhsatlı / ruhsatsız) (A)	TÜÇA - Türkiye Çevre Vakfı	
Geri Dönüşüm Depo, Ardiye, Ayrıştırma firmaları (formel/enformel – ruhsatlı / ruhsatsız) (A)	Sıfır Atık Vakfı	
Plastik Üreten, ayrıştıran, dönüştüren firmalara kanunen mecburi çevre raporlarını sağlayan Çevre danışmanlık firmaları		

Açma ve Çalışma Ruhsatlarına ilişkin Yönetmelik olmak üzere, halk sağlığını korumaya yönelik düzenlemelerin iş sağlığı ve güvenliği, çevre ve zabıta denetimlerine yeterince yansımadığını gösteriyor.

Atık sektörü; ruhsatlı, modern teknoloji kullanan ve zaman zaman organize sanayi bölgelerinde (OSB) yer alan işletmelerin yanı sıra, tamamen dağınık biçimde konumlanabilen yüzlerce enformel ve küçük ölçekli işyerinden oluşuyor. Bu işyerlerinde kaçak göçmen ve çocuk emeği kullanımı, işçilerin işletmelere yakın bekâr odalarında veya bizzat tesis ve depoların içerisinde konaklatılması, işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerinden tasarruf edilmesi ve çalışma sürelerinin azami sınırlara çıkarılması gibi pratiklerin ağır çalışma pratikleri yaygın. Mikroplastik Araştırma Grubunun basın taramasıyla erişerek, haritaladığı plastik ve geri dönüşüm fabrikası yangınlarıyla kaplı Türkiye haritası, bu çalışma koşullarının hüküm sürdüğü coğrafyanın yakıcı bir göstergesidir. Kaldı ki, son on yılda yaşanan ve Anadolu'yu küresel bir fabrikaya dönüştüren "formel OSB patlamasının", son derece ilkel koşullarda çalışan, iş cinayetlerine davetiye çıkaran ve yoğun biçimde kirleten çok sayıda işletmeye de bünyesinde yer verdiği hem yangınlar hem de iş cinayetleri üzerinden gösterilebilir.

İthal atıklarla beslenerek genişleyen ve yenilenen bu sektör, hâlâ Türkiye sınırları içinde oluşan plastik atığın önemli bir kısmını çekçek arabaları ve el emeğiyle toplayan yüz binlerce katı atık toplayıcısının emeğine ihtiyaç duyuyor. Atık toplayıcılarının milliyet ve etnisite bakımından, "altta kalanın canı çıksın" mantığını andıran katmanlı bir yapıya sahip olduğu görülüyor. Bu grupta, çalışan nüfus içindeki paylarının üzerinde temsil edilen Türkiyeli Kürtler ve Romanların yanı sıra geçici koruma altındaki Suriyeliler ile herhangi bir vatandaşlık veya koruma statüsüne sahip olmayan Afganistanlı, Afrika'nın farklı ülkelerinden gelen, Pakistanlı, Mısırlı ve Özbek işçiler yer alıyor. Özellikle mülteci ve göçmen işçilerin bu alanda çalıştıklarından çoğu zaman ancak "iş cinayetlerine" konu olduklarında ve bu olaylar basına yansıdığında haberdar oluyoruz.

Milliyet, etnisite ve yaş, sınıfın en alt katmanlarını belirginleştiren unsurlar haline geliyor. Türkiye'de sayılarının 500.000'den fazla olduğu belirtilen ve neredeyse tamamı enformel olarak çalışan atık toplayıcıları, evsel atığın yüzde 80'den fazlasını topluyor. Hava koşulları, enfeksiyon riski, kesici materyaller, tıbbi atıklar, iğneler, cam kırıkları, alan paylaşımına ilişkin çatışmalar, sokak şiddeti, göçmenler açısından kolluk şiddeti, ırkçı şiddet ve kayıtsız biçimde konaklatılarak çalıştırılma gibi risklerin yanı sıra, yoğun ve doğrudan bir sokak baskısıyla da karşı karşıya kalıyorlar. Atık ve geri dönüşüm sektöründe, 2021 yılında İstanbul'da göçmenlere ait depolara yönelik baskınlarda görüldüğü gibi adli ve idari tedbirler, "emek rejimini" daha da aşağı çekerek disipline ediyor.

Geri dönüşüm tesislerindeki somut emek görünümlerine ilişkin en nitelikli bilgilerimizin önemli bir bölümü araştırmacı gazetecilik çalışmalarına dayanıyor. Kamu kurumlarının bu alanda politika geliştirmeye yönelik veri toplama konusunda yeterli çaba göstermemesi, emek sömürüsüyle iç içe geçmiş işçi, halk ve çevre sağlığı ihlallerinin görünmez kılınmasıyla doğrudan bağlantılı. Merkezi

devletin sigorta ile iş sağlığı ve güvenliği teftişleri alanını nasıl sistematik biçimde zayıflattığına ve mahalli idarelerin de ellerindeki yetkileri işyeri denetimlerinde yeterince etkin kullanmadığına bakıldığında, bu alanda sistematik bir göz ardı etme politikasının varlığından söz etmek mümkün.

Sahada yürütülen araştırmacı gazetecilik çalışmalarında, plastik geri dönüşüm tesislerinde yoğun olarak göçmen ve "kâğıtsız" işçi çalıştırıldığı; gerek vatandaş gerekse vatandaş olmayan geri dönüşüm işçileri arasında resmi çalışma yaşının altında çocuk işçilerin bulunduğu ve emek kırımı ile eko-kırımın birlikte ilerlediği gösteriliyor. Avrupa'dan ithal edilen atıklar, önemli bir bölümü Avrupa'ya ulaşmak amacıyla geçici olarak Türkiye'de bulunmayı planlayan göçmenlerin ve toplumun en "alta itilmiş" diğer kesimlerinin yoğun olarak çalıştığı işyerlerinde "geri dönüştürülüyor".

Sınır makamlarının, sığınmacıların ülkeye giriş yapmasını veya iltica talebinde bulunmasını hukuka aykırı biçimde engelleyerek geldikleri ülkeye zorla geri göndermesini ifade eden "geri itme" ile olumlanarak sunulan "geri dönüşüm" tam da bu noktada buluşuyor. Güvencesiz ve her açıdan muhtaç işçilerle yürütülen "geri dönüşüm", geri dönüşsüz hak ihlallerine yol açıyor. Burada çalışan göçmenlerin Türkiye dışına çıkmalarının uluslararası göç sınırlamaları ve bunları hayata geçiren sınır güvenlikleştirme teknolojileriyle engellendiği; böylece iş piyasasında kolayca sömürülebilir bir konuma itilen insanların yasal ve yasa dışı sınır şiddeti aracılığıyla ülkede tutulduğu farklı çalışmalarda belgelenmiş durumda. "Kâğıtsız" göçmenlerin bu işkolunda yoğun biçimde çalışıyor olmaları

Tablo 3: Geri Dönüşüm İşkolunda Ölümlü İş Kazaları (2013-2025)

	Geri Dönüşüm Tesisi İşçileri	**Atık Toplayıcıları**
Yaş Ortalaması	39	36
Ölüm Nedeni (sıklık sırasına göre)	Ezilme, trafik kazası, düşme, kalp krizi, patlama, yanma	Ezilme, trafik kazası, kalp krizi
Cinsiyet	%5,8 kadın, %94 erkek	%100 erkek
Ölümlü İş Kazalarının Yoğunlaştığı İlçeler (sıklık sırasına göre)	Seyhan, Tuzla, Büyükçekmece, Bornova, Aliağa, Karatay	Aliağa, Başiskele, Yüreğir
Ölümlü İş Kazalarının Yoğunlaştığı İller (sıklık sırasına göre)	İstanbul, İzmir, Adana, Kocaeli, Konya	İzmir, İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ
İş Kazalarında Hayatını Kaybedenlerin Uyrukları	%77 Türkiye vatandaşı %14,2 Suriye vatandaşı %3,5 Afganistan vatandaşı	%81,6 Türkiye vatandaşı %10, 2 Afganistan vatandaşı % 8,1 Suriye vatandaşı

bu nedenle tesadüf değil; aksine katmanlaşmış bir çevresel ırkçılığa işaret ediyor. Türkiye, başta Avrupa olmak üzere dünyanın atıklarının ve hareketliliği engellenmiş mültecilerin çifte ıskartaya çıkarıldığı bir ülke olarak öne çıkıyor.

Çalışmalar, geri dönüşüm işçiliğinin atık sömürgeciliğinin en açık göstergelerinden biri olduğunu ortaya koyuyor. Sektörde en kırılgan gruplar, vatandaşlık hakkına sahip olmayanlar ve gençler yoğun biçimde yer alıyor. Atık toplama alanı olan sokaklar da hesaba katıldığında, göçmen kız çocuklarının toplam çalışan nüfus içindeki paylarının üzerinde temsil edildiği görülüyor. Plastik atık alanında, "Adil Geçiş" yaklaşımının yapı taşları olarak sunulan "Yeşil Dönüşüm", "Döngüsel Ekonomi" ve "Yeni Yeşil İşler" gibi kavramların baskın politikaları belirlediği bu işkolunda, söz konusu kavramların ima ettiğinin aksine, adaletsizlikleri derinleştiren ve bu adaletsizliklerden beslenen bir çalışma dünyasının ortaya çıktığını söylemek mümkün.

İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisi, günlük ulusal, yerel ve sosyal medya taramalarının yanı sıra yerellerden kendisine ulaşan ve kamuoyuna yansımamış iş cinayeti ihbarlarını derleyerek 2013-2025 yılları arasında atık toplayıcılarının ve geri dönüşüm işçilerinin yaşadığı iş cinayetlerini raporladı. Meclis, "geri dönüşüm işkolundaki en az iş cinayetleri" başlığı altında, hayatını atıktan kazanmaya çalışırken yaşamını yitirenleri toplumsal hafıza oluşturmak amacıyla listeliyor.

Türkiye'de plastiği de kapsayan diğer katı atıkların yönetimi, il veya büyükşehir belediyeleri eliyle, belli bir döneme kadar vahşi/düzensiz depolama, son 20-30 yılda ise düzenli depolama şeklinde, ancak yoğun metan emisyonuna yol açan süreçlerle yürütülüyor. Bunun yanı sıra, İstanbul metropolü de dahil olmak üzere birçok yerde plastik atıklar yakılarak da "bertaraf" ediliyor. Buralarda çalışan işçiler, Genel İşler işkolunda farklı faaliyetlerle birlikte tasnif ediliyor. Bu işçilerin küçük bir kısmı doğrudan belediyelere, büyük çoğunluğu ise yüklenici/taşeron şirketlere bağlı olarak çalışıyor.

Plastik çöpler vahşi biçimde ve gelişigüzel boşaltıldığında, bu döküme maruz kalan yerler genellikle zaten dezavantajlı grupların yaşadığı bölgeler. Nispeten "gözden uzak" kırsal ve taşra mahallelerinde emek süreçleri, geçim sıkıntıları nedeniyle çok daha süreksiz hale geliyor. Plastik atıkları da içeren vahşi depolama alanlarının çevresinde çobanlar hayvanlarını otlatmaya, mevsimlik tarım işçileri ise mahsul toplamaya veya çapa yapmaya devam ediyor. Bu vahşi depolama alanlarının yakıldığı durumlarda ise çevredeki taşra ve kırsal alanlarda, atölyelerde, yakın sanayi bölgelerinde, sokaklarda, açık inşaatlarda ve tarlalarda çalışan emekçiler toksik dumanlardan ikincil olarak etkileniyor.

İşçi, Halk ve Çevre Sağlığının Zincirlerinde Emek

Plastik ve geri dönüşüm işkolunda çalışanların geçirdiği iş kazalarının önemli bir kısmı resmi kayıtlara geçirilmiyor. Kayıtlara geçen vakalarda en sık görülen iş kazaları arasında parçalama makinesine uzuvların veya bütün bedenin kapıl-

ması, bıçak yaralanmaları ve kesikler, yanıklar, göze eriyik sıçraması, yangın ve patlamalar ile plastik kalıp kapama plakasına uzuvların sıkışması veya çarpması sonucu meydana gelen kopmalar yer alıyor. 2022 yılında yapılan bir araştırmaya göre, kauçuk ve plastik ürünleri imalatında resmi SGK verilerine dayanarak 18.000 iş kazası kaydedildi ve bu kazalar 22 kişinin ölümüne yol açtı. 2014 ile 2022 yılları arasında ise bu işkolundaki kazalar nedeniyle, yalnızca resmi verilere göre, 163 kişinin hayatını kaybettiği tespit edildi. Sık görülen yaralanmalar arasında bıçak kesikleri, erimiş plastik veya sıcak yüzeylerden kaynaklanan yanıklar ile enjeksiyon kalıplama ve pres makinelerinde uzuv ezilmesi veya kopması yer alıyor.

Plastik ve geri dönüşüm sanayisinde de yaygın bir sorun olan çocuk işçiliği, en trajik iş cinayetleri başlıklarından biri. Eski Çıraklık Meslek Liselerinin devlet eliyle MESEM olarak adlandırılan Mesleki Eğitim Merkezlerine dönüştürülmesi, çocukları "eğitim" adı altında haftada en az dört gün çalışma ve bir gün okula gitme esasına dayanan bir sistemle otel, oto tamir ve metal işyerlerinin yanı sıra geri dönüşüm tesislerinde de çalışmaya itti. Son iki yılda MESEM kapsamında çalıştırılan iki çocuk işçi, geri dönüşüm tesislerine "sözde eğitim" için gönderildikleri sırada iş cinayetlerinde hayatlarını kaybetti: Abdurrahman Coşkul Niğde'nin Bor ilçesinde, Arda Tonbul ise İstanbul Büyükçekmece'de çalışırken öldüğünde yalnızca 14 yaşındalardı. Belgelenebilmiş bu çocuk iş cinayeti vakaları bile plastik geri dönüşüm alanında, buzdağının görünmeyen kısmında, yaşa bağlı çok daha büyük bir kıyım bulunduğuna işaret ediyor.

Küçük ölçekli plastik üretimi ve geri dönüşüm faaliyetlerinin büyük bölümü emek yoğun süreçlere dayanıyor, ileri teknolojiye yatırım yapılmadığında ise son derece yıpratıcı bir bedensel emek biçimine dönüşüyor. Bu durum, işçilerin ani iş kazalarının yanı sıra zehirli kimyasallara ve kurşun gibi ağır metallere uzun süreli maruziyetini de artırıyor. Çoğunlukla küçük ve orta ölçekli işletmelerden oluşan geri dönüşüm tesislerinde, modern makineler yerine görece daha ilkel ve güvenliksiz makineler kullanılıyor. Bu durum, kâr marjını yüksek tutma çabasıyla doğrudan ilişkili. Sayıları 1800'den fazla olan ruhsatlı işletmelerin tamamının işçi sağlığı ve iş güvenliğini sağlayacak makine parklarına yatırım konusunda sağlam standartlar sunduğu söylenemez. Üstelik bunların dışında, iptidai koşullarda faaliyet gösteren; tamamen enformel, standartların, lisanslamanın ve denetimin dışında kalan çok sayıda fırsatçı mikro ve orta ölçekli işletme bulunuyor.

Atık toplayıcılığı ile geri dönüşüm tesisi işçiliği arasında gidip gelen işçilerin önemli bir kısmı, ne kadar çok toplarlarsa o kadar çok kazandıkları bir öz-sömürü döngüsü içinde yaşıyor. Atık toplayıcıları zaman zaman sabit gelir elde etmek amacıyla geri dönüşüm işletmelerinde çalışmayı tercih etse veya buna mecbur kalsa da, kapalı ortamlarda zehirli maddelere uzun süre ve korumasız biçimde maruz kalmayı sokaklardaki atık toplayıcılığından daha yıpratıcı bulabiliyor.

Halı Altına Süpürülen Meslek Hastalıkları

Türkiye'de çalışma hayatının genelinde olduğu gibi, plastiğin "yaşam döngüsünün" her veçhesinde de meslek hastalıklarının izleri silinerek görünmezliğe itiliyor. Plastik işkolu da tüm alt alanlarıyla, Türkiye'deki diğer işkolları gibi, meslek hastalığı tanısı alınmasını değil, "alınamamasını" sağlayan bir sigorta bürokrasisi labirentinin içinde kayboluyor. Türkiye genelinde yılda tanı konulan yeni meslek hastalığı sayısı ortalama 1000 civarında. Oysa gerçekleşmesi beklenen meslek hastalığı sayısının 300.000 ile 400.000 arasında olduğu tahmin ediliyor. Her yıl on binlerce çalışanın kötü çalışma koşullarının zamana yayılan etkileri nedeniyle meslek hastalıkları sonucu hayatını kaybettiği tahmin edilirken, kayıtlara geçen ölüm sayısı neredeyse "sıfırlanmış" durumda. Plastik sektörünün yayıldığı tüm iş zincirlerinde çalışan işçiler ise, traji-ironik biçimde "Türk mucizesi" olarak nitelendirilen ve kâğıt üzerinde "sıfırlanmış" görünen meslek hastalıklarının zedeleyici ve öldürücü etkilerine maruz kalıyor.

Plastik üreten ve plastik atık ayrıştıran işçiler; birinci grup kanserojen olan vinil klorür, formaldehit ve benzenin yanı sıra kurşun ve kadmiyum gibi ağır metallere; dioksinlere, furanlara, polisiklik aromatik hidrokarbonlara (PAH), kalıcı organik kirleticilere (POP), stirene ve mikroplastiklere her gün maruz kalıyor. Bu maruziyet çoğu zaman havalandırma ve korunma koşulları standartların altında olan kapalı işyerlerinde gerçekleşiyor. Devletin "tanı-madığı", tanısının konulmasını ve işle "illiyet bağının" kurulmasını neredeyse imkânsız hale getirdiği, fakat gerçekte var olan meslek hastalıkları arasında sıklıkla şunlar görülüyor:

- mesleki astım,
- kimyasal pnömoni, "polimer-duman ateşi",
- karaciğer, akciğer ve beyin kanserleri.

İşçiler genellikle yerleşim veya tarım alanlarına tehlikeli derecede yakın konumlanan, ciddi bir kısmı ruhsatsız ve uygunsuz koşullarda, emek yoğun biçimde işletilen tesislerde; kişisel koruyucu ekipman sağlanmadan hızlı, yoğun ve kirli çalışma koşullarına maruz bırakılıyor.

Her ne kadar alan, AB ölçeğinde geliştirilen 2006 tarihli REACH ("Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals") ve bunun 2017'de ulusal mevzuata aktarılmış biçimi olan KKDİK (Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması) gibi büyük harflerle telaffuz edilen düzenlemelerle örülmüş olsa da, gerçeklik ile kâğıt üzerindeki kurallar arasındaki uçurum giderek açılıyor.

Yeniden üretim emeği: Plastiğin toplumsal cinsiyeti

Üretim alanının her alt dalında olduğu gibi, plastiğe özgü tüm alanlarda da toplumsal görünmezliğe itilen, "değer üreten iş" olarak tanınmayan ve sosyal devlet

araçlarıyla karşılanmayan ücretsiz bakım emeği ile bu emeği üstlenen kadınlar, hanelerin gündelik yaşamının sürdürülmesini ve işçilerin bedensel ve psikolojik olarak yeniden üretimini sağlamaya devam ediyor. Sakatlanan, hastalanan, yaşam beklentisi azalan veya sağlığı bozulan işçilerin yanı sıra, toksik emisyonların açığa çıktığı plastik üretim ve atık işlerinin yapıldığı işyerlerinin yakınında yaşayan hanelerin gündelik yaşamını da büyük ölçüde kadınlar sürdürüyor. Plastiğin "yaşam döngüsünün" canlılar açısından "hızlı veya yavaş bir ölüm döngüsüne" dönüşmesinin en ağır yüklerinden birini, cinsiyetlendirilmiş bakım ve yaşam emeğini üstlenen kadınlar taşıyor. Plastikten elde edilen kârlar özelleştirilip bedeller toplumsallaştırılırken, ortaya çıkan açığı bakım emeğini üstlenen kadınlar kendi emeklerini daha da yoğunlaştırarak kapatmaya "çalışıyor".

Ücretli emek, bakım emeği, ekolojik yağma ve bunlara karşı yürütülen mücadele, plastik alanında da kadınların, işçilerin ve ekosistemlerin bedenlerinde iç içe geçiyor.

7 Atıksız Yaşam: “Bireysel Tercih” mi, “Sistemsel Dönüşüm İhtiyacı” mı?

Plastik kirliliği bugün sadece bir atık meselesi değil; iklim krizi, çevre kirliliği ve halk sağlığına kadar uzanan çok katmanlı bir kriz alanı olarak karşımıza çıkıyor. Gıda paketlerinden kişisel bakım ürünlerine, online siparişlerden ev içi tüketim ürünlerine kadar plastik, hayatın neredeyse her alanına nüfuz etmiş durumda. Bu kadar yaygın bir sistem içinde ise sıkça aynı soru ortaya çıkıyor: Plastik kirliliğinin sorumluluğu kimde? Bireylerde mi, yoksa bu üretim ve tüketim modelini kuran sistemlerde mi?

Son yıllarda atıksız yaşam ve “sıfır atık” pratikleri giderek daha görünür hale geldi. Bez çanta taşımak, termos kullanmak, tek kullanımlık ürünleri reddetmek ve yeniden kullanılabilir alternatifleri tercih etmek gibi alışkanlıklar birçok insan için çevresel farkındalığın önemli bir parçasına dönüştü. Özellikle sosyal medya sayesinde yaygınlaşan bu pratikler, gündelik hayatta plastik tüketimini azaltmanın mümkün olabileceğini gösterdi. Ancak mesele yalnızca bireysel tercihler üzerinden ele alındığında, plastik krizinin asıl kaynakları görünmez hale gelebiliyor. Çünkü bireyler ne kadar dikkatli davranırsa davransın, plastik üretimi ve tüketimi büyük ölçüde sistemsel kararlarla şekilleniyor.

Türkiye’de atık yönetimindeki yapısal sorunlar ve eksiklikler; yeniden kullanım ve atık azaltımını hedeflemek yerine dar kapsamlı, düşük depozito bedelli ve şeffaf olmayan bir depozito iade sisteminin benimsenmesi, yeniden kullanım sistemlerinin yaygınlaştırılmaması ve güvenilir açık gıdaya erişimin sınırlı olması atıksız yaşamı zorlaştıran başlıca etkenlerden bazılarıdır. Tek kullanımlık plastik çatal, bıçak, tabak ve köpük gıda kapları gibi ürünlerin piyasaya arzının yasaklanmasını sağlayan yönetmeliğin 1 Eylül 2026’da yürürlüğe girmesi sevindirici bir haber olsa da, yönetmelik kapsamında plastik üretimine yönelik bir kısıtlama getirilmemesi plastik atık krizine bütüncül bir çözüm sunmuyor. Buna Türkiye’nin plastik atık ithal ettiği gerçeğini de eklediğimizde sorunun yalnızca bireysel farkındalıkla çözülemeyeceğini görüyoruz.

Öte yandan, atıksız yaşamın son yıllarda yeni bir tüketim trendine dönüşmesi de ayrıca dikkat edilmesi gereken bir konu. Burada önemli olan bir başka nokta, “sürdürülebilir” etiketiyle pazarlanan ürünlerin tüketimi azaltmak yerine yeni bir tüketim biçimi yaratabilmesidir. Oysa atıksız yaşamın temelinde sürekli yeni ürünler satın almak değil; daha az tüketmek, yeniden kullanmak, onarmak ve ihtiyaç odaklı bir yaşam kurmak yer alır.

Bugün bir kişinin termos taşıması, bez çanta kullanması ya da ambalajsız ürün satın almaya yönelmesi önemli bir adım olabilir. Ancak bu pratiklerin yaygınlaşabilmesi için onları destekleyen altyapılara ve politikalara ihtiyaç var. Örneğin yeniden doldurulabilir sistemlerin teşvik edilmediği, kafelerin yeniden kullanılabilir kapları/termosları kabul etmediği ya da tüketicinin uygun fiyatlı alternatiflere erişemediği bir ortamda, atıksız yaşam herkes için eşit derecede mümkün değildir. Bu nedenle atıksız yaşamı yalnızca "doğru tüketici davranışı" olarak değil, aynı zamanda kamusal politikalarla desteklenmesi gereken bir dönüşüm alanı olarak değerlendirmek gerekir.

Atıksız Yaşamın Temel İlkeleri

Atıksız yaşam son yıllarda giderek daha görünür hale gelen bir kavram olsa da aslında oldukça eski bir yaşam bilgisini yeniden hatırlama çabasıdır. Bugün "zero waste" ya da "atıksız yaşam" adıyla konuştuğumuz pek çok pratik bundan birkaç kuşak önce gündelik hayatın sıradan parçalarıydı. Kavanoz saklamak, bozulan kıyafeti tamir ettirmek, yoğurt kabını yeniden kullanmak, pazar filesiyle alışveriş yapmak ya da yemek artıklarını toprağa gömmek uzun yıllar boyunca yaşadığımız coğrafyada olağan kabul edilen davranışlardı. Özellikle plastik üretiminin hızla artması, tek kullanımlık ürünlerin yaygınlaşması ve tüketim kültürünün gündelik hayatı dönüştürmesiyle birlikte, yeniden kullanımın yerini "at ve yenisini al" anlayışı aldı. Ancak atıksız yaşamı kolaylaştıran temel ilkeleri gündelik hayat pratiklerimize adapte edip kendi atık yönetim sistemimizi kurarak atıklarımızı azaltabiliriz.

Reddet: Atık çıkaracak her türlü ürüne ve davranışa "hayır" de

Atıksız yaşamın ilk ve belki de en önemli adımı reddetmektir. Reddetmek, yalnızca fiziksel bir atığı kabul etmemek değil; aynı zamanda bize sürekli daha fazla tüketmemiz gerektiğini söyleyen bu kültüre karşı da bir mesafe koyabilmektir. Bugün gündelik hayatın büyük bölümü ihtiyaçlarımızdan çok sahte istekler ve pazarlama stratejileri tarafından şekillendiriliyor. Marketlerde hâlâ kullanımda olan plastik sebze poşetleri, içeceklerin yanında otomatik olarak verilen pipetler, otellerdeki minik şampuan şişeleri, promosyon ürünleri, plastik çatal bıçaklar, kat kat plastik ambalajlara sarılı kargo paketleri çoğu zaman gerçekten ihtiyaç duyduğumuz şeyler değil. Reddetmek tam da bu noktada başlıyor. Gerçekten ihtiyacımız olmayan ürünleri kullanmamak, günün sonunda herhangi bir atık çıkarmamızın da önüne geçiyor. Ayrıca reddetmek yalnızca bireysel atığı azaltmıyor; aynı zamanda şirketlere ve işletmelere yönelik bir talep değişimini de görünür kılıyor.

Azalt: İhtiyacın olanı ihtiyacın kadar al

Atıksız yaşamın ikinci adımı azaltmaktır. İhtiyacımız olanı, ihtiyacımız kadar aldığımızda hem atıkların hem de doğal varlık kullanımının önüne geçmiş oluruz. Ne yazık ki günümüzde tüketim kültürü çoğu zaman "istek" duygusunu sürekli büyütür. Durmadan değişen trendler ve sürekli yenilenme baskısı, yalnızca daha fazla atık üretmekle kalmaz; aynı zamanda yoğun enerji, su ve hammadde kullanımına da neden olur. Oysa azaltmak, hayatı eksiltmek değil; gerçekten ihtiyaç duyulan şeylerle ilişki kurabilmektir. Bu nedenle atıksız yaşamın önemli meselelerinden biri gönüllü sadelik yaklaşımıdır. Daha az eşya satın almak, plansız alışverişten kaçınmak, reklamlara kanmamak, bir ürünü uzun süre kullanmak ya da ihtiyaç dışı tüketimi azaltmak yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda ekolojik bir tercih haline gelir.

Yeniden kullan: İkinci şansı ver

Atıksız yaşamın üçüncü adımı eskimiş, bozulmuş, yırtılmış, bize büyük/küçük gelen veya sadece artık kullanmadığımız ürünleri atmak yerine, onlara yeniden bir şans vermek, yani yeniden kullanmaktır. Yeniden kullanım kültürü, bu coğrafyanın hafızasında uzun yıllar boyunca zaten vardı. Eski veya yıpranmış kıyafetlerin tamir edilmesi, eski kapların/kavanozların yeniden kullanılması ya da büyüklerden küçüklere geçen kıyafetler, gündelik hayatın doğal parçalarıydı. Bugün yeniden kullanımın yeniden hatırlanması gerekiyor. Bir ürünü atmadan önce "Ben bunu başka hangi amaçla kullanırım?" diye sormak, ikinci el alışveriş yapmak, bozulanı tamir ettirmek, sökülenı dikmek düşünülebilir; böylece atık haline gelecek ürünleri ileri dönüştürerek onlara ikinci bir şans verebiliriz.

Dönüştür: Geri dönüşüm gerçekten çözüm mü?

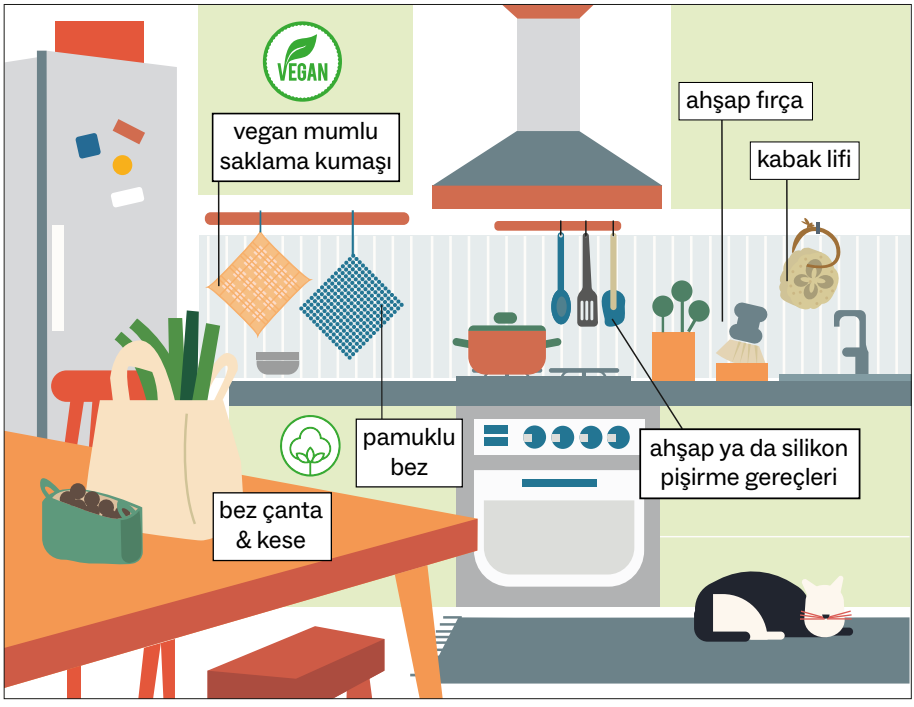
Atıksız yaşam denildiğinde çoğu insanın aklına ilk gelen şey geri dönüşüm oluyor. Oysa 5R yaklaşımında geri dönüşüm ilk değil, son aşamalardan biridir. Bunun temel nedeni, geri dönüşümün sanıldığı kadar kusursuz bir sistem olmamasıdır. Özellikle plastikler söz konusu olduğunda, dünya genelinde geri dönüştürülen plastik oranı oldukça düşüktür. Birçok plastik türü teknik olarak geri dönüştürülebilir görünse de, ekonomik ve altyapısal nedenlerle pratikte geri dönüştürülemiyor. Türkiye'de de geri dönüşüm sistemi önemli sorunlar barındırıyor. Atıkların kaynağında ayrıştırılmaması, belediyelerdeki altyapı eşitsizlikleri, işçilerin güvencesiz koşullarda çalışması ve plastik ithalatı gibi meseleler geri dönüşümün sınırlarını görünür hale getiriyor. Üstelik geri dönüşüm süreçleri de enerji, su ve emek gerektiriyor. Ayrıca geri dönüşüm esnasında mikroplastik ve birçok başka kimyasal ortaya çıkabiliyor. Yani geri dönüşüm tamamen "zararsız" bir süreç değil. Bu nedenle atıksız yaşam yaklaşımı geri dönüşümü tamamen reddetmez ama onu tek çözüm olarak da görmez. Asıl amaç, geri dönüştürmek zorunda kalmayacağımız kadar az atık üretmektir.

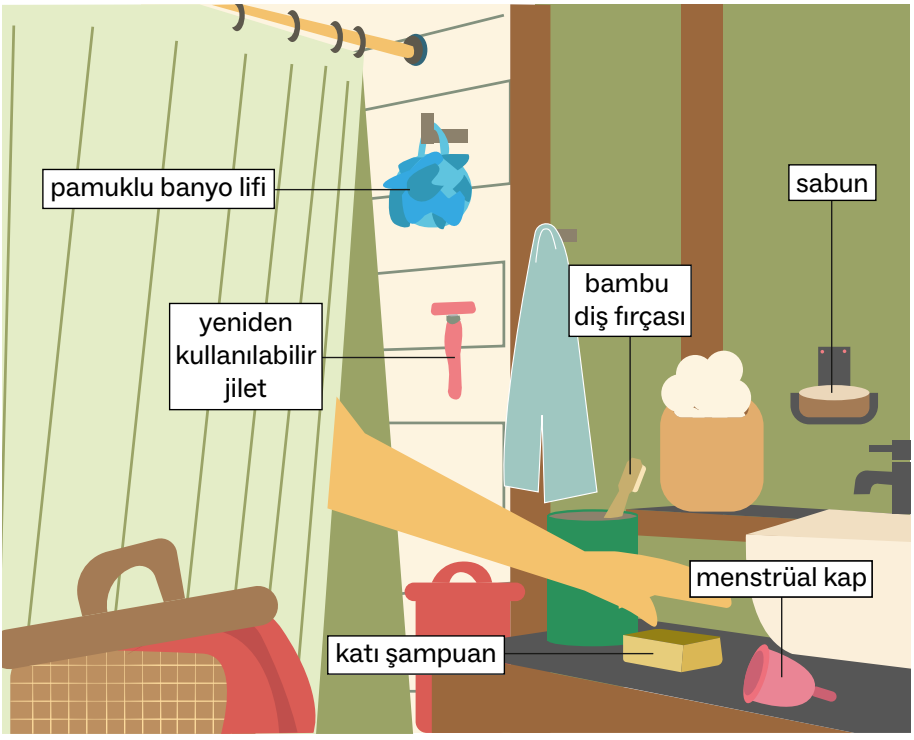
Kompost yap: Organik atıkları toprağa geri vermek

Atıksız yaşamın son adımı kompost yapmaktır. Çünkü evsel atıkların önemli bir kısmını organik atıklar oluşturur. Kompost en basit haliyle organik maddelerin kontrollü biçimde çürütülerek yeniden toprağa dönüşmesidir. Bu süreç yalnızca çöp miktarını azaltmaz; aynı zamanda toprağı besleyen doğal bir gübre oluşmasını sağlar. Bugün özellikle kent yaşamında kompost yapmak zor ya da imkânsız gibi düşünülebiliyor. Ancak balkon tipi kompost sistemleri, bokaşi kompostu ya da solucan kompostu gibi farklı yöntemler sayesinde küçük alanlarda da kompost yapmak mümkün.

Gündelik Hayatta Atıksız Pratikler

Atıksız yaşam çoğu zaman kusursuz bir yaşam biçimi gibi anlatılabiliyor. Sosyal medyada tamamen cam kavanozlarla alışveriş yapan, hiç çöp çıkarmadığını ya da tamamen plastiksiz yaşadığını söyleyen insanlar görünür hale geldikçe, birçok kişi için atıksız yaşam ulaşılması zor bir hedef gibi hissedilebiliyor. Oysa Türkiye'nin mevcut koşullarında herkesin açık gıdaya, atıksız dükkânlara ya da sürdürülebilir alternatiflere eşit biçimde erişimi yok. Bu nedenle atıksız yaşamı bir "mükemmellik" meselesi olarak değil, gündelik hayat içinde mümkün olanı yapmaya çalışmak olarak değerlendirmek daha gerçekçi bir yaklaşım sunuyor.





Gündelik hayatta atığı azaltmanın en temel yollarından biri mutfaktan başlıyor. Semt pazarlarına, aktarlara, şarküterilere yanınızda kendi bez çantanızı, kesenizi, filenizi, cam kavanozlarınızı veya kaplarınızı götürerek atıksız alışveriş yapabilirsiniz. Bunun dışında kâğıt kahve filtreleri yerine kumaş filtreler, sarı bez yerine pamuklu/müslin bez, plastik spatula, kepçe yerine metal ve tahta alternatifler, pişirme gereçleri için fırın kâğıdını reddetmek, sentetik/plastik sünger yerine örgü bez, kabak lifi veya doğal malzemeden üretilmiş fırçalar, streç film/alüminyum folyo yerine balmumu veya vegan mumlu saklama kumaşları veya tekrar kullanılabilir kapaklar, plastik pipet yerine cam/çelik pipet, kâğıt havlu/peçete yerine pamuklu kumaşlar, sallama çay yerine metal çay demleme aparatları veya french press kullanılabilir.

Banyoda ise katı ürünler atık çıkarmanın önüne geçen en kullanışlı ürünler. Plastik şişedeki şampuanlar yerine katı şampuan, sıvı sabun ve duş jeli yerine katı sabun, plastik banyo lifi yerine pamuklu banyo lifi veya kabak lifi, tek kullanımlık jilet yerine tekrar kullanılabilir jilet, ped/tampon yerine adet kabı/diski veya yıkanabilir ped, plastik diş fırçası yerine bambu diş fırçası, plastik tüpteki diş macunları yerine metal tüptekiler veya tablet diş macunları, plastik dil sıyırıcı yerine çelik dil sıyırıcıları tercih edilebilir. Temizlik malzemelerinde ise yeniden doldurulabilir, konsantre ve katı ürünler kullanılabilir. Dışarıdaki tüketim alışkanlıkları da gündelik atık miktarını önemli ölçüde etkiliyor. Bireysel termos,

bardak taşımak, paket servis yerine restoranda tüketimi tercih etmek ya da plastik çatal-bıçak/pipet istememek, ıslak mendil kullanmak yerine elleri yıkamak, dışarıda atık çıkarmanın önüne geçmek içinyapılabilecek birkaç basit adımdır.

Türkiye'den İyi Uygulama Örnekleri

Plastiksiz, daha az atıklı ve adil alışveriş yapılabilecek alternatifler sunan; sürdürülebilir ve ekolojik yaşamı destekleyen dükkân, oluşum ve platformlar, takas etkinlikleri, organik pazar ve dükkânlar, Slow Food pazarları ve yerel pazarlar bu dönüşüm için önemli bir alan sağlamaktadır. Bu kapsamda, Türkiye'de faaliyet gösteren ve sürdürülebilir yaşamı destekleyen bazı dükkân, platform ve girişim örnekleri aşağıda yer almaktadır.

Atıksız Yaşam Dükkânı – İstanbul: Kadıköy Belediyesi'nin Feneryolu ve Caddebostan Kültür Merkezi'nde bulunan bu uygulaması, Türkiye'de yerel yönetim düzeyinde atıksız yaşamı destekleyen ilk örneklerden biri. Tek kullanımlık ürünler yerine uzun ömürlü, ambalajsız ve yeniden doldurulabilir ürünlere erişim sunarken; döngüsel ekonomiyi, yerel üreticileri ve kadın emeğini destekliyor. Doğal içerikli temizlik ürünleri depozitolu ambalajlarla satılıyor ve tüketiciler aynı şişeleri yeniden doldurarak kullanabiliyor. Ayrıca e-arşiv fatura sistemiyle kâğıt atığı azaltılırken, dükkânda bulunan su arıtma sistemi sayesinde ziyaretçiler mataralarına ücretsiz içme suyu doldurabiliyor.

%100 Ekolojik Pazarlar: İstanbul'da Bakırköy, Şişli/Feriköy ve Kartal'da; Kocaeli'nde İzmit'te; Kayseri'de ise Kocasinan/Erciyesevler'de kurulan %100 Ekolojik Pazarlar, üretim sürecinin her aşaması sertifikalı ve denetimli olan, pestisit kullanılmadan üretilen organik ürünlerin üreticiden tüketiciye doğrudan sunulduğu güvenli satış noktalarıdır. Buğday Ekolojik Yaşamı Destekleme Derneği danışmanlığında kurulan bu pazarlar, insan sağlığını ve ekosistemi korumayı hedefler. Detaylar için https://ekolojikpazarlar.org adresini ziyaret edebilirsiniz.

Slow Food Yeryüzü Pazarları: Yeryüzü Pazarları, yerel tohumların kullanılmasını, özgünlüğün korunmasını, yöre halkının kalkınmasını destekleyen ve "iyi, temiz ve adil" gıda ilkesini benimseyen Slow Food hareketinin, üretim yapan üreticilerin ürünlerini aracısız olarak tüketicilere sunduğu yerel pazarlar ağıdır. Yeryüzü Pazarları Türkiye'de Adana, Foça, Kapadokya-Uçhisar, Kastamonu, Muğla, Şile, Tarsus'ta bulunmaktadır.

- Adana Yeryüzü Pazarı: Adana Atatürk Parkı, Seyhan
- Kapadokya Yeryüzü Pazarı: Yukarı Mahalle, Uçhisar, Nevşehir
- Foça Yeryüzü Pazarı: Atatürk Mahallesi, Foça, İzmir
- Kastamonu Yeryüzü Pazarı: Nasrullah Meydanı
- Muğla Yeryüzü Pazarı: İnsan Hakları Meydanı, Menteşe, Muğla

- Tarsus Yeryüzü Pazarı: Kubat Paşa Medresesi önü, Tarsus, Mersin
- Şile Yeryüzü Pazarı: Çavuş Mahallesi, Şile, İstanbul

Devridaim Enstitüsü: Devridaim Enstitüsü, İstanbul'da bulunan döngüsel ekonomi odaklı projeler geliştiren bir oluşumdur. Üretimden tüketime kadar atıkların yeniden değerlendirilmesini hedefleyen Devridaim; bireyler, işletmeler ve kamu kurumlarıyla birlikte çalışarak gıda israfını azaltmaya, atıkları döngüsel süreçlere dahil etmeye ve döngüsel ekonomi projelerini artırmaya yönelik çalışmalar yürütür. Dikiş 101, takas şenlikleri gibi etkinlik ve eğitimlerini https://www.instagram.com/devridaimenstitusu adresinden takip edebilirsiniz.

Postane İstanbul: Postane, İstanbul'da tarihi İngiliz Postanesi binasının yeniden işlevlendirilmesi ile hayata geçirilen, sosyal ve ekolojik etki odaklı bir dayanışma mekânıdır. Yapı içerisinde yağmur suyuyla beslenen bir teras bahçesi, yerel üreticiler ve kooperatifleri tüketicilerle buluşturan bir dükkân, dayanışma temelli mutfak ve ortak üretimi destekleyen paylaşım alanları bulunuyor. Döngüsel ve onarıcı bir yaklaşımı benimseyen Postane, ekolojik üretim, kolektif yaşam ve iklim adaleti ekseninde çalışan kişi ve oluşumları bir araya getirmeyi amaçlıyor. Daha fazla bilgi almak için http://instagram.com/postaneistanbul adresinden sosyal medya hesaplarını takip edebilirsiniz.

Local Makers: Local Makers, Türkiye'de adil, sürdürülebilir ve yerel üreticileri bir araya getiren; onların hikâyelerini, deneyimlerini ve üretim süreçlerini görünür kılan bir topluluk platformudur. Paylaşım kültürünü merkeze alan Local Makers; özgün, etik kuralları ve adil çalışma ilkelerine sahip, sürdürülebilir, atıksız ve geri dönüştürülebilir malzemeler kullanan, kitlesel tüketime hizmet edecek agresif pazarlama uygulamaları peşinde koşmayan, plastiksiz kargolamayı bünyesine dahil etmeye hevesli yerel üreticileri bünyesinde bulunduruyor. Local Makers topluluğuna dahil markalara Beyoğlu'nda bulunan fiziksel mağazasından veya internet sitesinden ulaşabilirsiniz: http://localmakers.com.tr

Good4Trust: Good4Trust, ekolojik ve sosyal açıdan adil üretim yapan yerel üreticilerle, ihtiyaçlarını bu üreticilerden karşılayan türeticileri bir araya getiren kâr amacı gütmeyen bir sosyal girişimdir. Platform; zehirsiz, atıksız, temiz enerji odaklı ve adil çalışma koşullarını gözeten üretim biçimlerini desteklerken, alıcıların da tercihleri ve katılımlarıyla bu dönüşümün parçası olmasını hedefliyor. Böylece hem doğa hem de insan sağlığını önceleyen, dayanışma temelli alternatif bir ekonomik model oluşturmaya çalışıyor.

Daha fazla bilgi için http://good4trust.org adresini ziyaret edebilirsiniz.

Gıda Toplulukları: Gıda toplulukları; tüketicilerle küçük üreticileri aracısız biçimde bir araya getiren, gıdayı sosyal ve ekolojik bir ilişki olarak ele alan dayanışma ağlarıdır. Bu topluluklar, üretim süreçlerine daha aktif katılımı teşvik

ederken yerel, ekolojik ve adil üretimi desteklemeyi amaçlar. Aynı zamanda tüketici yerine "türetici" anlayışını öne çıkararak, sofrayla üretici arasındaki bağı yeniden kurmayı hedefler. Türkiye'deki gıda topluluklarının listesine http://gida-topluluklari.org adresinden erişebilirsiniz.

Antalya Gıda Topluluğu Takas Şenliği: Antalya Gıda Topluluğu, tüketim kültürüne alternatif bir paylaşım ve dayanışma pratiği oluşturmak amacıyla düzenlediği Takas Şenliği ile kullanılabilir durumdaki eşyaların yeniden değerlendirilmesini teşvik ediyor. Şenlik, ihtiyaç fazlası ürünlerin çöpe gitmesi yerine yeni kullanıcılarla buluşmasını sağlayarak yeniden kullanım kültürünü güçlendirmeyi ve tüketim alışkanlıklarına farklı bir bakış açısı kazandırmayı amaçlıyor. Detaylar için https://www.instagram.com/antalyagidatoplulugu adresini ziyaret edebilirsiniz.

"Kahvem Termosta" Hareketi: Hale Acun Aydın tarafından başlatılan Kahvem Termosta hareketi, gündelik hayatta tek kullanımlık karton bardak kullanımını azaltmayı hedefliyor. Hareket, bireyleri kahvelerini fincanda veya kendi termoslarıyla almaya teşvik ederken, kafelerin de termosuyla gelen müşterilere indirim yapmasını teşvik ediyor. Bu sayede geri dönüşümü neredeyse imkânsız plastik kaplı karton bardakların oluşturduğu atığın azaltılması ve günlük yaşamda atıksız tüketim alışkanlıklarının yaygınlaştırılması hedefleniyor. Daha fazlası için https://www.kahvemtermosta.com/ adresini ziyaret edebilirsiniz.

Bir markanın gerçekten ekolojik olup olmadığını anlamak için kendimize sorabileceğimiz sorular:

- Temiz içerikli mi?
- Hayvansal ürün içeriyor mu? Hayvan deneyi yapıyor mu?
- Ürünlerinde ve ambalajlarında plastiksiz ve/veya geri dönüştürülebilir/doğada çözünebilir malzemeler kullanıyor mu?
- Yeniden doldurulabilir sistem sunuyor mu?
- Plastiksiz kargo yapıyor mu?
- Üretim koşulları ve içerik bilgisi şeffaf mı?
- Yerel üretim mi?
- Gerçekten ihtiyaçlarımı mı karşılıyor yoksa gereksiz tüketimi mi destekliyor?

8 Yerel Yönetimler İçin Plastikten Çıkış Stratejileri

Plastik kirliliği çoğu zaman küresel bir üretim ve tüketim meselesi olarak tartışılır ve bu doğru bir yaklaşımdır. Ancak bu zincirin en görünür ve gündelik hayatla en fazla temas eden halkası kentlerdir. Plastik şişe kaldırımda görülür, tek kullanımlık bardak parkta birikir, ambalaj atığı pazar yerinden taşar, strafor kutular sahillere vurur, plastik poşetler dere yataklarına takılır ve daha da önemlisi çeşitli saiklerle plastik kent peyzajının bir parçası haline gelebilir. Bunların en göze çarpan örnekleri, çocuk oyun parkları ve zeminlerinde kullanılan plastikler ile belediye reklamlarında kullanılan plastik materyallerdir. Bu nedenle plastikten çıkışın yalnızca ulusal mevzuatla ya da uluslararası anlaşmalarla mümkün olacağını düşünmek eksik olur.

Yerel yönetimler, plastik kirliliğiyle mücadelenin en kritik uygulama alanıdır. Fakat burada önemli bir ayrım yapmak gerekir. Belediyeler plastik krizinin temel nedeni değildir. Plastik üretimini artıran petrokimya yatırımları, tek kullanımlık ambalaj ekonomisi, atık ithalatı, ürün tasarımı ve piyasaya arz süreçleri çoğunlukla belediyelerin yetki alanının dışındadır. Buna rağmen krizin maliyetini en doğrudan belediyeler ve kentliler üstlenir. Sokak temizliği, atık toplama, sahil temizliği, pazar sonrası temizlik, dere yataklarının açılması, depolama alanlarının işletilmesi, yangın ve yasadışı dökümle mücadele gibi faaliyetler yerel bütçelerin sırtına yüklenir. Başka bir deyişle, plastik ekonomisinin kârı çoğunlukla üretim ve satış zincirinde kalırken, plastik atığın maliyeti kamusal hizmetlere ve kent yaşamına devredilir. Bu nedenle yerel yönetimlerin plastikten çıkış stratejisi, yalnızca "daha iyi çöp toplama" stratejisi değil, aynı zamanda kentsel adalet, halk sağlığı, iklim politikası ve kamusal kaynakların korunması stratejisidir.

Plastikten çıkış için ilk adım, atığı yönetmekten önce atığın oluşmasını önlemeyi belediye politikasının merkezine yerleştirmektir. Bugün birçok belediyede atık yönetimi hâlâ çöp oluştuğu anda başlayan bir hizmet olarak görülür. Oysa plastik atık oluştuktan sonra belediyenin seçenekleri sınırlıdır: toplar, taşır, ayrıştırmaya çalışır, geri dönüşüm tesisine gönderir, depolar ya da yakma sistemlerine yönlendirir. Bu seçeneklerin her biri maliyetlidir. Ayrıca çevresel bakımdan da kusursuz değildir. Kaynağında önlenmeyen plastik atık, toplama sisteminin kapasitesini zorlar, düşük değerli ve kirli plastikler geri dönüşüm sistemini bozar, tek kullanımlık ürünler ise çoğu zaman geri dönüştürülebilir bir hammadde olmaktan çok kentsel temizlik sorunu haline gelir.

Bu nedenle belediyeler plastik politikalarını atık hiyerarşisinin en üst basamaklarına, yani önleme, azaltma, yeniden kullanım ve yeniden doluma dayandırmalıdır. Bu dönüşümün en kısa vadeli ve en görünür adımlarından biri kamu-

YEREL YÖNETİMLER İÇİN PLASTİKTEN ÇIKIŞ STRATEJİLERİ

Temel Amaçlar

1. **Tek kullanımlık plastikleri azaltmak**
2. **Kentsel atık yükünü düşürmek**
3. **Adil ve döngüsel bir kentsel sistem kurmak**

Yöntemler

1 Kamusal Su Altyapısı



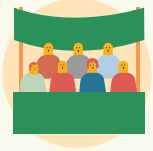
- Okul / meydan / parklarda içilebilir su istasyonları ve sebiller kurarak ambalajlı su tüketimini azaltmak

2 Belediyede Plastiksizleşme



- Belediye binalarında tek kullanımlık yasağı
- Yeşil kamu alımı
- Sosyal tesislerde yeniden kullanılabilir ekipman

3 Plastiksiz Etkinlikler



- Festival ve konserlerde depozitolu bardak
- Atıksız etkinlik planı
- Ramazan çadırları ve kamusal organizasyonları tek kullanımlıksız tasarlamak

4 Plastiksiz Pazar ve Yerel Esnaf



- Pilot ölçekten başlayarak plastiksiz pazar kurgusu
- Bez çanta / kağıt kese / yeniden kullanım
- Belediye mülklerinde plastiksiz standartlar

5 Tamir ve Yeniden Kullanım



- Tamir atölyeleri
- Mobilya / elektronik /tekstil için ikinci el dolaşım merkezleri

6 Organik Atık ve Kompost



- Organik atığın ayrı toplanması
- Mahalle ölçekli kompost
- Geri kazanılabilir atıkların kirlenmesini önleme

7 Kapıdan Kapıya Ayrı Toplama



- Mahalle bazlı pilot uygulamalar
- Kaynağında ayrıştırma
- Atık toplayıcılarının sosyal güvenceli entegrasyonu

8 Veri, Şeffaflık ve Denetim



- Plastik azaltım hedefleri
- Açık veri ve performans izleme
- Geri dönüşüm tesisleri ve yasadışı döküm denetimi

sal içme suyu altyapısının güçlendirilmesidir. Ambalajlı su tüketimi kentlerde tek kullanımlık plastik şişe üretiminin ana kaynaklarından biridir. Belediyeler, parklar, meydanlar, sahiller, toplu taşıma aktarma merkezleri, okullar, spor alanları ve belediye hizmet binalarında içilebilir su istasyonları kurarak plastik şişeye bağımlılığı azaltabilir. Bu yalnızca çevreci bir uygulama değil, aynı zamanda kamusal su hakkının da güçlendirilmesidir. Özellikle düşük gelirli mahallelerde okullara ve kamusal alanlara ücretsiz su erişimi sağlamak, plastik azaltımı ile sosyal adaleti bir araya getiren somut bir adımdır. Çeşitli dayanışma modelleri, donör destekli okul sebilleri ve belediye hizmet binalarında ambalajlı suyun tamamen kaldırılması kısa sürede uygulanabilir politikalardır.

İkinci adım, plastik azaltımına belediyenin kendi operasyonlarından başlamasıdır. Belediyeler kentlilerden plastiksizleşme talep etmeden önce kendi hizmetlerinde tek kullanımlık plastikler başta olmak üzere plastikleri ortadan kaldırmalıdır. Belediye binalarında, meclis toplantılarında, kültür merkezlerinde, sosyal tesislerde, lokantalarda, kafelerde, kreşlerde ve spor tesislerinde plastik şişe, tek kullanımlık bardak, plastik çatal-kaşık, ıslak mendil, pipet, karıştırıcı ve strafor ürünlerin kullanımı sonlandırılabilir. Bu yasak, yalnızca sembolik bir tutum değil, belediyenin satın alma gücünü dönüştüren bir araçtır. Çünkü belediyeler büyük alıcıdır. Neyi satın almadıkları da en az neyi satın aldıkları kadar piyasa sinyali üretir. Yeşil kamu alımı ilkeleri yerel düzeyde uygulanarak belediye ihalelerinde yeniden kullanılabilir, tamir edilebilir, düşük ambalajlı ve plastiksiz ürünlere öncelik verilebilir. Üstelik halihazırda var olan tek kullanımlık plastiklere dönük yönetmelik de belediyelerin bu anlamda elini güçlendirecek niteliktedir.

Belediye etkinlikleri plastiksizleşme açısından özel bir alan olarak ele alınmalıdır. Festivaller, konserler, Ramazan çadırları, spor etkinlikleri ve açık hava gösterileri kısa sürede büyük miktarda tek kullanımlık atık üretir. Bu etkinliklerde depozitolu bardak sistemleri, yeniden kullanılabilir tabak ve kaplar, yıkanabilir servis ekipmanları, su dolum noktaları ve tek kullanımlık ambalajsız ikram modelleri uygulanabilir. Belediyeler bu sistemi yalnızca kendi etkinliklerinde değil, izin verdiği özel etkinliklerde de zorunlu hale getirebilir. Etkinlik ruhsatı verilirken "atıksız etkinlik planı" istenmesi, organizatörleri daha baştan plastik azaltımına yönlendirir. Böylece plastiksizleşme, gönüllülüğe bırakılmış iyi niyetli bir tercih olmaktan çıkar ve yerel bir hizmet standardına dönüşür.

Üçüncü önemli alan pazar yerleri, yerel esnaf ve belediye mülkleridir. Semt pazarları tek kullanımlık poşet, ince ambalaj, köpük tabak ve plastik kasa kullanımının yoğun olduğu alanlardır. Belediyeler pilot "plastiksiz pazar" uygulamaları başlatarak pazarcılara yeniden kullanılabilir kasa, depozitolu kap, bez torba, kâğıt kese ya da ambalajsız satış altyapısı sağlayabilir. Bu uygulamanın başarıya ulaşması için yalnızca yasak koymak yeterli değildir. Satıcıların maliyetini düşüren, tüketicinin alışkanlık değiştirmesini kolaylaştıran ve denetimi mümkün kılan bir geçiş programı gerekir. Benzer şekilde belediyeye ait dükkânlara, kafelere, büfelere ve sosyal tesislere plastiksiz işletme standartları getirilebilir. Atık-

sız dükkânlar, yeniden dolum noktaları, ambalajsız satış alanları ve yerel üretici pazarları belediye eliyle görünür hale getirilebilir.

Dördüncü strateji tamir, yeniden kullanım ve ikinci el dolaşım merkezleridir. Plastik krizinin önemli nedenlerinden biri yalnızca ambalaj değil, aynı zamanda kullanım ömrü giderek kısalan ürün ekonomisidir. Ev eşyaları, küçük elektronikler, oyuncaklar, tekstil ürünleri ve mobilyalar kolayca atık haline gelmekte; çoğu zaman içerdikleri plastik parçalar nedeniyle geri dönüşüm sistemine de sorunlu biçimde dahil olmaktadır. Belediyeler, sosyal tesislerden veya boş kamusal yapılardan birini tamir ve yeniden dolaşım merkezine dönüştürebilir. Burada mobilya, elektronik ve tekstil için düzenli tamir günleri yapılabilir, meslek edindirme kurslarıyla birlikte çalışılabilir ve kullanılabilir durumdaki eşyalar onarılarak ihtiyaç sahiplerine ulaştırılabilir ya da düşük bedelle yeniden satışa sunulabilir. Böyle bir model hem atığı azaltır hem istihdam yaratır hem de yoksullukla mücadeleye katkı sağlar.

Beşinci strateji, organik atıkların ayrı toplanmasıdır. Bu ilk bakışta plastikten çıkışla doğrudan ilişkili görünmeyebilir. Oysa Türkiye'de plastik geri dönüşümünün temel sorunlarından biri, plastiklerin organik atıklarla karışarak kirlenmesidir. Evsel atık torbası içinde gıda artığıyla temas eden plastik ambalajın kaliteli biçimde geri kazanımı çoğu zaman mümkün olmaz. Bu nedenle organik atıkların kaynağında ayrılması, yalnızca metan emisyonlarını azaltmak ve kompost üretmek için değil, geri kazanılabilir atıkların temiz kalması için de gereklidir. Belediyeler mahalle ölçeğinde, özellikle sitelerden, pazarlardan, restoranlardan ve belediye tesislerinden organik atık toplamaya başlayabilir. Küçük ve orta ölçekli kompost tesisleriyle elde edilen kompost, kent bostanlarında, park ve bahçelerde veya kent çeperindeki tarımsal üretimde kullanılabilir.

Altıncı strateji, kapıdan kapıya kaynağında ayrı toplama sistemidir. Türkiye'de birçok belediyede geri dönüşüm hâlâ konteynerlere veya sokak toplayıcılığına dayalı dağınık bir modelle yürür. Oysa atığın kaynağında ayrılması, belediyenin aktif planlaması olmadan yaygınlaşamaz. Mahalle bazlı pilot uygulamalarla hanelere ayrı toplama takvimi verilmeli, organik atık, ambalaj atığı, cam, tekstil ve tehlikeli evsel atıklar için ayrı sistem kurulmalıdır. Bu süreçte atık toplayıcıları dışlanmamalı, tersine sosyal güvenceli ve kooperatif temelli modellerle sisteme dahil edilmelidir. Çünkü Türkiye'de geri kazanım zincirinin görünmeyen emeği büyük ölçüde atık toplayıcıları tarafından taşınmaktadır. Plastikten çıkış stratejisi, bu emeği cezalandıran değil, güvenceye alan bir adalet perspektifine sahip olmalıdır.

Yedinci strateji veri, izleme ve şeffaflıktır. Belediyeler hangi mahallede ne kadar atık oluştuğunu, bunun ne kadarının plastik olduğunu, ne kadarının ayrı toplandığını, ne kadarının geri dönüştürüldüğünü, ne kadarının depolandığını düzenli olarak açıklamalıdır. Veri yoksa politika da yoktur. "Sıfır atık" iddiası, ölçülebilir azaltım hedefleriyle birlikte anlam kazanır. Belediyeler yıllık plastik azaltım hedefleri koymalı ve belediye tesislerinde tek kullanımlık plastik tüketimini, etkinlik atıklarını, pazar yeri atıklarını ve geri kazanım performansını

kamuoyuyla paylaşmalıdır. Bu şeffaflık, hem belediye performansını izlenebilir kılar hem de kentlilerin sürece katılımını artırır.

Sekizinci strateji, plastik atık ithalatı ve geri dönüşüm tesisleri konusunda yerel yönetimlerin su kullanımı, atık su ve işletme ruhsatı konularında sıkı bir politika geliştirmeleridir. Atık ithalatını yasaklama yetkisi belediyelerde değildir, ancak belediyeler kendi sınırları içinde geri dönüşüm tesislerinin su kullanımı, atık su deşarjı, yangın güvenliği, işyeri açma izinleri, imar uygunluğu ve yasadışı döküm faaliyetleri konusunda daha etkin denetim yapabilir. Plastik geri dönüşüm tesisleri, "çevreci işletme" etiketiyle denetimden muaf tutulmamalı, bu tesislerin atık suyu, mikroplastik salımı, bakiye atığı ve yangın riski ciddi biçimde izlenmelidir. Belediyeler, ithal plastik atığın kendi kentlerinin çevresel yükünü artırdığı durumlarda açık bir politik tutum almalı, kent toprağını, suyunu ve havasını başka ülkelerin atık yönetim açığının taşıyıcısı haline getiren pratiklere karşı durmalı ve bunun yarattığı finansal yükü sorumluların üstlenmesini sağlamalıdır.

Son olarak plastiksizleşme, yalnızca yasaklar ve teknik altyapı meselesi değil, kent kültürünün yeniden kurulmasıdır. Belediyeler okullarda, mahalle evlerinde, kadın kooperatiflerinde, gençlik merkezlerinde ve toplu taşıma ekranlarında plastiksiz yaşam, tamir, yeniden kullanım, kompost ve atıksız mutfak atölyeleri düzenleyebilir, kendi sorumluluk sahasındaki küçük, orta ve büyük perakende marketlerine yeniden doldurma sistemlerinin kurulması konusunda destekleyici ve yönlendirici olmalıdır. Ancak bu çalışmalar bireysel suçluluk üretmemeli; yurttaşı "çöpünü doğru atmadığı için sorumlu" ilan eden bir dile sıkışmamalıdır. Asıl amaç, kentlilere plastik ekonomisinin dayattığı tek kullanımlık pratiklerin alternatifsiz olmadığını göstermektir.

Yerel yönetimler için plastiksizleşme, bir çevre kampanyasından daha fazlasıdır. Bu, kentsel metabolizmayı doğrusal akıştan çıkarıp döngüsel ve adil bir yapıya kavuşturma çabasıdır. Başarılı bir plastiksizleşme stratejisi kamusal suyu güçlendirir, tek kullanımlık ürünleri azaltır, yeniden kullanımı yaygınlaştırır, tamiri destekler, organik atığı ayrı toplar, atık toplayıcılarını sisteme dahil eder, veriyi şeffaflaştırır ve belediyenin kendi satın alma gücünü dönüşüm için kullanır. Kentler plastik krizinin nihai sorumlusu olmayabilir ama plastikten çıkışın en somut, en görünür ve en dönüştürücü adımları kentlerden başlayabilir.

9 Türkiye'nin Sıfır Atık Politikası için Öneriler

Türkiye'de "sıfır atık" son yıllarda çevre politikasının en görünür başlıklarından biri haline geldi. Kamu binalarında, belediyelerde, okullarda, uluslararası toplantılarda ve diplomatik metinlerde artık sıkça karşımıza çıkıyor. Sadece bununla da sınırlı değil. Neredeyse tüm alışveriş ve çöp poşetlerinin üzerinde sıfır atık yazısını ve logosunu görmek olağan bir durum. Bu görünürlük elbette önemli; çünkü atık meselesi uzun süre yalnızca çöp toplama ve bertaraf hizmeti olarak görüldü. Oysa atık, üretim biçimimizin, tüketim alışkanlıklarımızın, kentlerin metabolizmasının, kamu kaynaklarının nasıl kullanıldığının ve çevresel adalet anlayışımızın somut sonucudur. Bu nedenle sıfır atık politikası da yalnızca geri dönüşüm kutuları, sertifikalar ya da farkındalık kampanyalarıyla sınırlı kalamaz.

Türkiye'de 2017 yılında kampanya olarak başlayan ve 2019'da Sıfır Atık Yönetmeliği ile kurumsallaşan süreç, israfın önlenmesi, kaynakların verimli kullanılması, atığın oluşmadan azaltılması ve geri kazanılabilir malzemelerin ekonomiye kazandırılması gibi kavramları kullanması nedeniyle kavramsal olarak doğru bir zemine yaslanıyor denilebilir. Ancak olayın bir malzeme ekonomisi modeline ya da beşikten mezara tasarım yaklaşımına sahip olduğunu söylemek güç. Türkiye'de uygulamada sıfır atık çoğu zaman "atık oluştuktan sonra onu ayrıştırma" yaklaşımına sıkışıyor. Oysa gerçek sıfır atık, çöp kutusundan değil, ürün tasarımından, kamu alımlarından, tüketim biçimlerinden, yerel altyapıdan ve üretici sorumluluğundan başlar. Tabii burada halihazırda mevcut olan sıfır atık anlayışından çok daha önce farklı kuruluşların sıfır atık adıyla bazı çağrılar ve girişimler yaptığını da belirtmekte fayda var. 23 Mart 2005 tarihinde deklarasyonunu açıklayan Bumerang, Toksik Maddeler Kampanyası amacını açıklarken, hedeflerinden birinin de gerçek bir çözüm olarak sıfır atık olduğunu açıkça ifade ediyor. Dolayısıyla Sıfır Atık için söylem biraz daha eskilere dayanıyor.

Sıfır Atık Hiyerarşisi Yeniden Tanımlanmalı

Türkiye'nin sıfır atık yaklaşımında gözden geçirilmesi gereken en önemli nokta, sıfır atık politikasının açık bir hiyerarşiye oturtularak, en üst basamağında atık oluşturacak ürünlerin üretiminin engellenmesi, yani önleme yer almalıdır. Oysa mevcut sıfır atık yaklaşımında en önde, oluşan atığı ayrı toplama ve bertaraf yaklaşımları belirgindir. Yapılması gereken gereksiz ambalajın, tek kullanımlık ürünlerin ve kısa ömürlü malzemelerin üretimini ve piyasaya sürülmesini engellemek olmalıdır. Bunun yanında tek kullanımlık tüketim kültürünü besleyen malzeme-

lerin üretiminin kısıtlanması doğrudan soruna sistemik bir müdahale olacaktır. İkinci basamakta ise azaltım ve yeniden kullanım yer almalıdır. Bunun için de yeniden doldurulabilir ambalajlar, tamir edilebilir ürünler, tekrar kullanılabilir kaplar, depozitolu sistemler ve ambalajsız satış yaklaşımlarının teşvik edilerek yaygınlaştırılması gerekmektedir. Üçüncü basamakta da organik atığın ayrı toplanması, gıda kurtarma ve kompost olmalıdır. Geri dönüşüm ise ancak bundan sonra gelmelidir. Bu sıralama etkili ve gerçek bir sıfır atık için önemlidir. Çünkü geri dönüşüm gerekli olsa da sıfır atığın kendisi değildir.

Plastiklerin büyük bölümü teknik, ekonomik veya kimyasal nedenlerle ya hiç geri dönüştürülemez, ya da en fazla 1 kere geri dönüşür. Daha fazla dönüşmesi ise ancak yeni hammadde eklenmesiyle mümkün olabilir. Ayrıca bir atığın geri dönüşüm tesisine girmesi de onun gerçekten yeni bir ürüne dönüştüğü anlamına gelmez. Bu nedenle başarı göstergesi "kaç ton atık toplandı?" değil, "kaç ton atık hiç oluşmadı?" olmalıdır. Somut hedef olarak Türkiye, 2030'a kadar kişi başı belediye atığını azaltmaya yönelik bağlayıcı bir ulusal hedef belirlemelidir. Belediyeler de stratejik planlarına yıllık atık azaltım hedefi koymalıdır.

Sıfır Veriyle Sıfır Atık Olmaz

Türkiye'de sıfır atık politikasının en zayıf halkalarından biri veri meselesidir. Hangi ilde ne kadar plastik atık oluştuğu, bunun ne kadarının kaynağında ayrı toplandığı, ne kadarının geri dönüşüm tesisine girdiği, ne kadarının gerçekten yeni ürüne dönüştüğü ve ne kadarının bakiye atık olarak depolandığı ya da yakıldığı kamuoyu tarafından izlenebilir değildir. Bu nedenle ulusal ölçekte açık, dijital ve bağımsız denetime uygun bir Atık İzleme Sistemi kurulmalıdır. Bu sistemde belediye, tesis, atık türü ve işlem bazında veri yayımlanmalıdır. Geri kazanım oranları yalnızca tesis girişlerine göre değil, nihai ürün çıktısına göre hesaplanmalıdır. Bir tesisin lisanslı olması yeterli görülmemeli, su kullanımı, atık su deşarjı, mikroplastik salımı, yangın riski, bakiye atık miktarı ve nihai ürün çıktısı düzenli olarak raporlanmalıdır.

Türkiye'de belediye atığının yaklaşık yarısını organik atıklar, özellikle gıda atıkları oluşturuyor. Buna rağmen Türkiye'de sıfır atık tartışması çoğunlukla plastik, cam, kâğıt ve metal ambalajlara ve bunların sadece geri dönüşümüne odaklanıyor. Oysa iklim açısından en kritik atık akışı organik atıktır. Organik atık depolama sahalarında oksijensiz ortamda ayrıştığında metan üretir. Metan kısa vadede karbondioksite göre çok daha güçlü bir sera gazıdır. Bu nedenle organik atık yönetimi yalnızca belediye hizmeti değil, aynı zamanda bir iklim politikasıdır.

Türkiye'nin 2030'a kadar organik atıkların depolama sahalarına gönderilmesini kademeli olarak sınırlaması gerekir. İlk aşamada pazar yerleri, haller, oteller, restoranlar, yemekhaneler, hastaneler, üniversiteler, büyük siteler ve belediye tesislerinde organik atığın ayrı toplanması zorunlu hale getirilmelidir. İkinci aşamada mahalle ölçeğinde organik atık toplama sistemleri yaygınlaştırılmalıdır.

SIFIR ATIK POLİTİKALARI VE İKLİM ETKİSİ

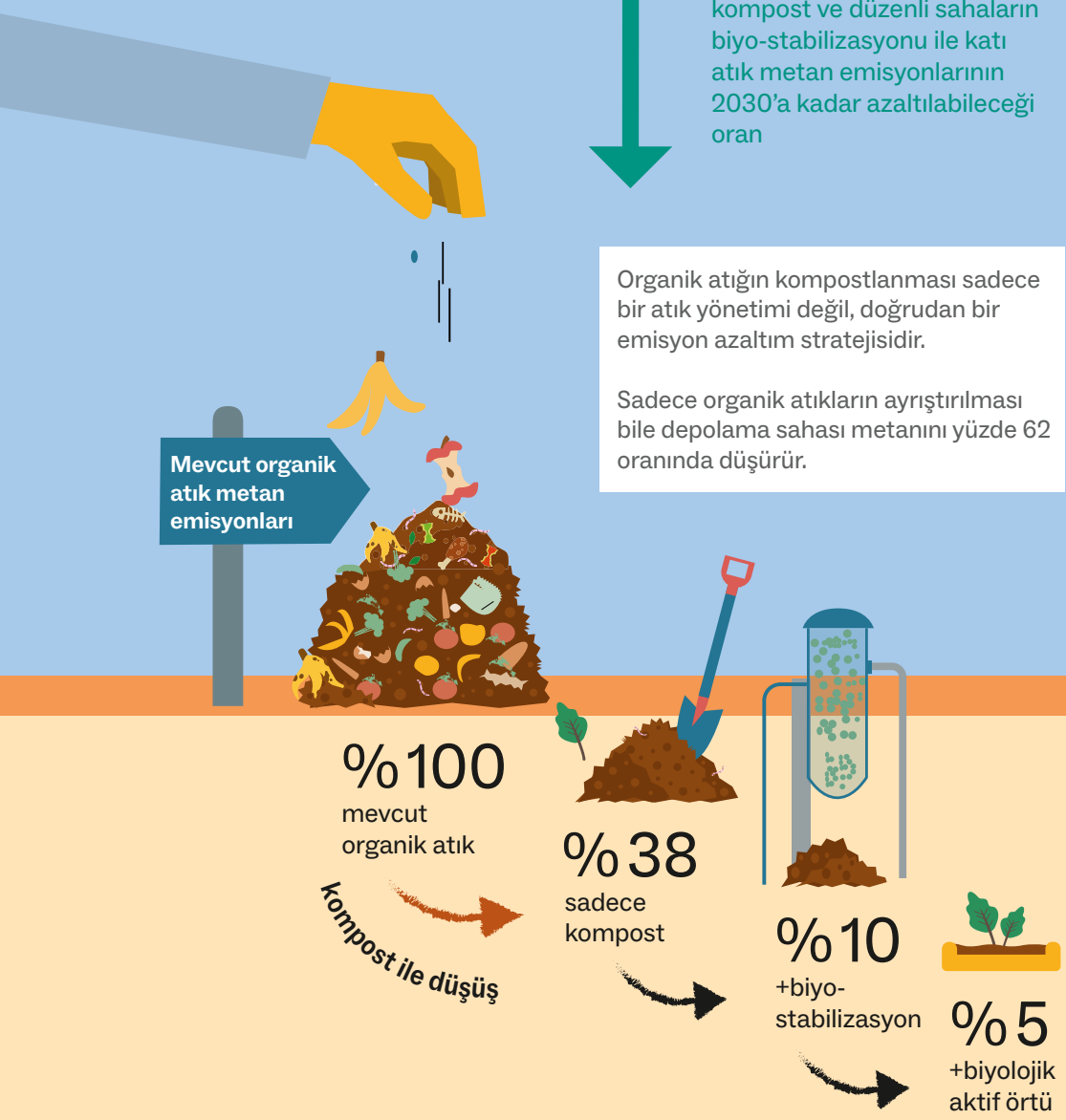
Doğru yönetim ile atık kaynaklı metan emisyonları neredeyse sıfırlanabilir

%95

Kaynağında ayrı toplama, kompost ve düzenli sahaların biyo-stabilizasyonu ile katı atık metan emisyonlarının 2030'a kadar azaltılabileceği oran

Organik atığın kompostlanması sadece bir atık yönetimi değil, doğrudan bir emisyon azaltım stratejisidir.

Sadece organik atıkların ayrıştırılması bile depolama sahası metanını yüzde 62 oranında düşürür.



Her büyükşehir belediyesi en az bir merkezi kompost tesisi kurmalı, ilçe belediyeleri ise mahalle kompost noktaları, pazar yeri kompost sistemleri ve park-bahçe atıkları için yerel kompost alanları oluşturmalıdır. Kompost, park ve bahçelerde, kent bostanlarında, kuraklıkla mücadelede ve tarımsal üretimde kullanılabilir. Böylece organik atık hem metan kaynağı olmaktan çıkar hem de toprak sağlığı için kaynağa dönüşür.

Çöp Yakma Değil, Atık Önleme Finanse Edilmeli

Sıfır atık politikasının en büyük risklerinden biri çöp yakma ve atıktan enerji üretimi tesislerinin "modern bertaraf" olarak pazarlanmasıdır. Oysa plastik içeriği yüksek atığı yakmak, fosil yakıt kökenli karbonu atmosfere vermek anlamına gelir. Ayrıca yakma tesisleri yüksek yatırım ve işletme maliyetleri nedeniyle uzun yıllar boyunca düzenli atık beslemesine ihtiyaç duyar. Bu da belediyeleri atık azaltmak yerine tesisi beslemek zorunda bırakan bir kilitlenmeye sürükler. Türkiye'nin iklim ve sıfır atık politikası çöp yakma kapasitesini artırmaya değil, karışık atık miktarını düşürmeye odaklanmalıdır. Kamu yatırımları ve iklim finansmanı; kompost tesisleri, yeniden kullanım merkezleri, tamir atölyeleri, depozitolu sistemler, kapıdan kapıya ayrı toplama ve atık toplayıcılarının sosyal güvenceli entegrasyonuna yönlendirilmelidir.

Türkiye'de plastik poşet ücretlendirmesi önemli bir başlangıçtı ve devamında yakın zamanda yürürlüğe girmesi beklenen tek kullanımlık plastik piyasaya arz sınırlaması yönetmeliği politika yönünün olması gereken doğrultuda ilerlediğini ortaya koymaktadır. Çünkü bu yönetmeliğe konu olan pipetler, plastik çatal-bıçaklar, bardaklar, kapaklar, strafor gıda kapları, ıslak mendiller, kargo poşetleri, paket servis ambalajları ve plastik kaplı ürünler sıfır atık politikasının doğrudan konusudur. Türkiye, tek kullanımlık plastiklerde sınırlayıcı düzenlemeyle paralel olarak ambalajlı su tüketimini azaltmak için kamusal su istasyonlarını ve sebilleri yaygınlaştırmalı, depozito iade sistemini tekrar doldurulabilir içecek ambalajlarına uygun hale getirmelidir. Bunun en önemli ayaklarından biri, içecek ambalajlarının yeniden tasarlanması, belirli ambalaj gruplarında standardizasyon sağlanması ve özellikle 500 ml'nin altındaki içecek ambalajlarının piyasaya sürülmesini sınırlayan yeni standartların oluşturulmasıdır.

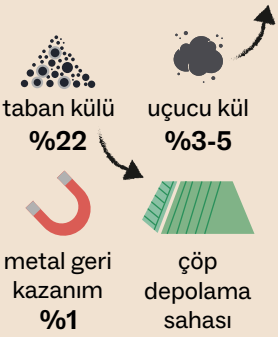
Genişletilmiş üretici sorumluluğu, üreticilerin piyasaya sürdükleri ürünlerin atık aşamasındaki maliyetini üstlenmesini amaçlar. Ancak bu sistem yalnızca geri dönüşüm katkı payı ödemeye indirgenirse etkisiz kalır. Üretici sorumluluğu ürün tasarımını değiştirme, yeniden kullanım sistemlerini finanse etme, toksik katkı maddelerini azaltma ve belediyelerin temizlik/toplama maliyetlerini karşılama şeklinde olmalıdır. Türkiye'de üreticiler için eko-tasarım kriterleri oluşturulmalıdır. Tek kullanımlık, çok katmanlı, geri dönüşümü zor, toksik katkılı veya kısa ömürlü ürünlerden daha yüksek ücret alınmalıdır. Yeniden kullanılabilir, tamir edilebilir, yeniden doldurulabilir ve ambalajsız sistemler ise teşvik

ÇÖP YAKMA TESİSLERİ = ATIK KİLİTLENMESİ

Evsel atıkların bir kısmı çöp yakma tesislerine gider → Tesislerde yakma işlemi uygulanır → Yakma sonrası bazı kalıntılar ortaya çıkar







İKLİM DÜŞMANI

Kömür santrallerinden bile daha yüksek karbon yoğunluğuna sahip

TOKSİK TEHLİKE

İnsan sağlığı için son derece zararlı cıva, dioksin ve furan emisyonlarının önde gelen kaynağı

EKONOMİK YÜK

Çok yüksek yatırım (CapEX) ve işletme (OpEX) maliyetleri gerektirir, kilitlenme (lock-in) etkisi yaratarak geri kazanım ve azaltım hedeflerini baltalar

İKLİME ETKİSİ

Karbon emisyonu



3400 lbs/MWh
Çöp Yakma Tesisi



2700 lbs/MWh
Kömürlü Termik Santrali



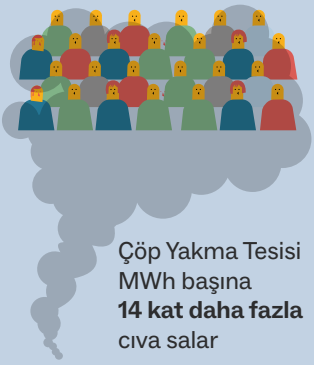
1600 lbs/MWh
Fuel Oil Tesisi



600 lbs/MWh
Doğalgaz Çevrim Tesisi

İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ

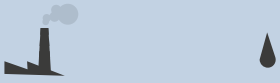
cıva emisyonu (MWh)



Çöp Yakma Tesisi MWh başına **14 kat daha fazla** cıva salar



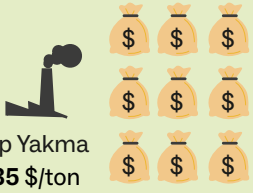
Çöp Yakma Tesisi



Kömürlü Termik Santral

EKONOMİYE ETKİSİ

ortalama yatırım maliyeti



Çöp Yakma
~85 $/ton

Ton başına ~60 $ tasarruf



~25 $/ton
Kompost

edilmelidir. Üreticiler sorumluluk kapsamında bağımsız denetime açık olmalı, finansal akışları ve performans göstergeleri kamuya açıklanmalıdır.

Atık İthalatı Sıfır Atıkla Çelişir

Bir ülke kendi atığını kaynağında yeterince ayıramıyor, organik atığını komposta çeviremiyor ve geri dönüşüm verilerini şeffaf biçimde açıklayamıyorsa, başka ülkelerin plastik atıklarını "hammadde" adı altında ithal etmesi sıfır atık iddiasını zayıflatır. Plastik atık ithalatı, geri dönüşüm sektörünün hammadde ihtiyacı olarak değil, kirlilik transferi riski olarak ele alınmalıdır. Türkiye plastik atık ithalatını sonlandırmalı, geri dönüşüm sektörünü ithal atığa değil, yerli atığın kaliteli biçimde toplanmasına dayandırmalıdır. Bu süreçte geri dönüşüm tesisleri su kullanımı, atık su, yangın, emisyon, işçi sağlığı ve bakiye atık yönetimi açısından sıkı biçimde denetlenmelidir.

Yerel Yönetimler ve Atık Toplayıcıları Sistemin Merkezinde Olmalı

Sıfır atık sahada belediyelerle uygulanır. Bu nedenle belediyelerin sıfır atık birimleri güçlendirilmeli, personel eğitimi artırılmalı ve mahalle ölçeğinde pilot programlar kurulmalıdır. Halihazırda depozito iade sisteminden dışlanan belediyeler bu sistemin doğal bir aktörü olarak sisteme dahil edilmelidir. Kapıdan kapıya ayrı toplama, organik atık ayrıştırma, yeniden kullanım merkezleri ve yerel kompost sistemleri belediyelerin ana hizmet alanı haline gelmelidir. Türkiye'de geri kazanım zincirinin görünmeyen emeği olan atık toplayıcıları da sisteme dahil edilmelidir. Bu kişiler kayıtdışı ve güvencesiz çalışmaya mahkûm edilmemeli; kooperatifler, belediye protokolleri, sosyal güvence, iş sağlığı ve güvenliği ekipmanları ve adil ücret mekanizmalarıyla tanınmalıdır. Sıfır atık, emeği görünmez kılan değil, adil geçişi sağlayan bir politika olmalıdır.

Türkiye'nin sıfır atık politikası güçlü bir potansiyele sahiptir; ancak bu potansiyelin gerçek dönüşüme dönüşmesi için kavramın içi somut hedeflerle doldurulmalıdır. Sıfır atık, çöp kutularını renklendirmek, sertifika dağıtmak ya da geri dönüşüm oranı açıklamak değildir. Sıfır atık; üretimi, tüketimi, yerel altyapıyı, üretici sorumluluğunu, atık emeğini ve iklim politikasını birlikte dönüştüren bir programdır. Türkiye için yol haritası nettir: atık oluşumunu azaltmak, organik atığı ayrı toplamak, çöp yakmayı dışlamak, plastik atık ithalatını sonlandırmak, tek kullanımlık plastikleri kısıtlamak, üreticileri gerçek anlamda sorumlu tutmak, yerel yönetimleri güçlendirmek ve atık toplayıcılarını sosyal güvenceyle sisteme dahil etmek. Gerçek sıfır atık, daha fazla atığı daha iyi yönetmek değil; daha az atık üreten, daha az fosil kaynak kullanan, daha az metan salan ve daha adil bir toplum kurmaktır.

Sözlükçe

Adil Geçiş
Çevresel dönüşüm süreçlerinin işçiler, yerel topluluklar ve kırılgan gruplar üzerinde yeni mağduriyetler yaratmadan yürütülmesini ifade eder. Plastik üretiminden, tek kullanımlık ürünlerden ve kirlilik yaratan atık yönetimi pratiklerinden çıkış, yalnızca teknik bir dönüşüm değildir; aynı zamanda geçim kaynaklarını, çalışma koşullarını ve sosyal hakları da etkiler. Bu nedenle adil geçiş, plastik sektöründe çalışanların, atık toplayıcılarının, geri dönüşüm işçilerinin ve kirlilikten etkilenen toplulukların haklarını koruyan planlı bir dönüşümü savunur.

Atık
Kullanım ömrünü tamamlamış, işlevini yitirmiş veya artık istenmeyen madde ya da ürünlerdir. Ancak atık yalnızca teknik bir kategori değildir; ekonomik, politik ve toplumsal bir anlam da taşır. Bir ülkede "çöp" olarak görülen plastik, başka bir ülkede "geri dönüştürülebilir hammadde" adı altında ticarete konu olabilir. Bu nedenle atık, değeri, riski ve sorumluluğu bağlama göre değişen bir toplumsal üründür.

Atık Sömürgeciliği
Ekonomik ve politik olarak güçlü ülkelerin, tehlikeli, kirli veya ekonomik değeri düşük atıklarını çevresel denetimleri daha zayıf ülkelere göndermesiyle oluşan modern sömürü biçimidir. Plastik atık ticareti bu durumun en görünür örneklerinden biridir. Atık sömürgeciliğinde kâr, ihracatçı ve aracı şirketlerde kalırken; çevresel kirlilik, sağlık riski ve denetim yükü ithalatçı ülkelere ve çoğu zaman yoksul yerel topluluklara devredilir. Türkiye, özellikle 2018 sonrası dönemde plastik atık ticaretinin yöneldiği ülkelerden biri haline gelmiştir.

Basel Sözleşmesi
Tehlikeli atıkların sınır ötesi taşınımını ve bertarafını düzenlemek amacıyla 1989'da kabul edilen uluslararası sözleşmedir. Sözleşme, ülkelerin tehlikeli atıklarını başka ülkelere kontrolsüz biçimde göndermesini önlemeyi amaçlar. Plastik atıkların da sözleşme kapsamına alınması, Mayıs 2019'da yapılan özel değişikliklerle gerçekleştirilmiştir. Değişiklikler, Basel Sözleşmesi kapsamında önceden bilgilendirilmiş onay (PIC) prosedürüne tabi plastik atıkların kapsamını daha da açıklığa kavuşturmuştur. Böylelikle, PIC prosedürü kapsamında "karışık" plastik atıklar ("Y48" kodu) için zorunluluk, buna karşılık, "polimerine göre ayrılmış", "geri dönüşüme yönelik" ve "neredeyse kirlenmeden arındırılmış" olarak sınıf-

landırılan plastik atıklar (“B3011” kodu) için ise bazı istisnalar tanınmıştır. Türkiye de dahil 186 ülke tarafından desteklenen bu değişiklikler, AB ve OECD gibi kuruluşlar içinde de plastik atık sevkiyatını düzenleyen katı kuralların konulmasına zemin hazırlamıştır. Özellikle karışık, kirli ve geri dönüşümü sorunlu plastik atıkların ticaretini sınırlandırmak açısından önemli bir adımdır. Ancak uygulamada belge denetimi, yanlış beyan, atık kodu manipülasyonu ve zayıf gümrük kontrolleri nedeniyle ciddi boşluklar sürmektedir.

Biyoplastik

Biyoplastik, biyolojik kaynaklardan üretilen, biyolojik olarak parçalanabilen ya da bu iki özelliği farklı kombinasyonlarda taşıyan plastikleri tanımlamak için kullanılan genel bir şemsiye kavramdır. Bu nedenle biyoplastik tek bir malzeme türünü değil, farklı hammaddelere ve farklı bozunma özelliklerine sahip geniş bir plastik grubunu ifade eder. Biyoplastik kavramı çoğu zaman çevre dostu bir alternatif gibi sunulsa da PlastChem tarafından yayınlanan bir raporda biyoplastik olarak pazarlanan plastiklerin, içerdikleri kimyasallar konusunda en az bilgi sahibi olunan plastikler arasında olduğunu ortaya koymaktadır.

Biyo-bazlı Plastik

Mısır nişastası, şeker kamışı, alg, zeytin çekirdeği veya benzeri biyolojik kaynaklardan üretilen plastiklerdir. Biyo-bazlı olmaları, bu plastiklerin doğada kendiliğinden ve güvenli biçimde parçalanacağı anlamına gelmez. Bazı biyo-bazlı plastikler fosil kaynaklı plastiklerle benzer kimyasal dayanıklılığa sahip olabilir. Bu nedenle “bitkisel kaynaklı” veya “doğal hammaddeli” ifadeleri, çevresel açıdan otomatik olarak zararsızlık anlamına gelmez.

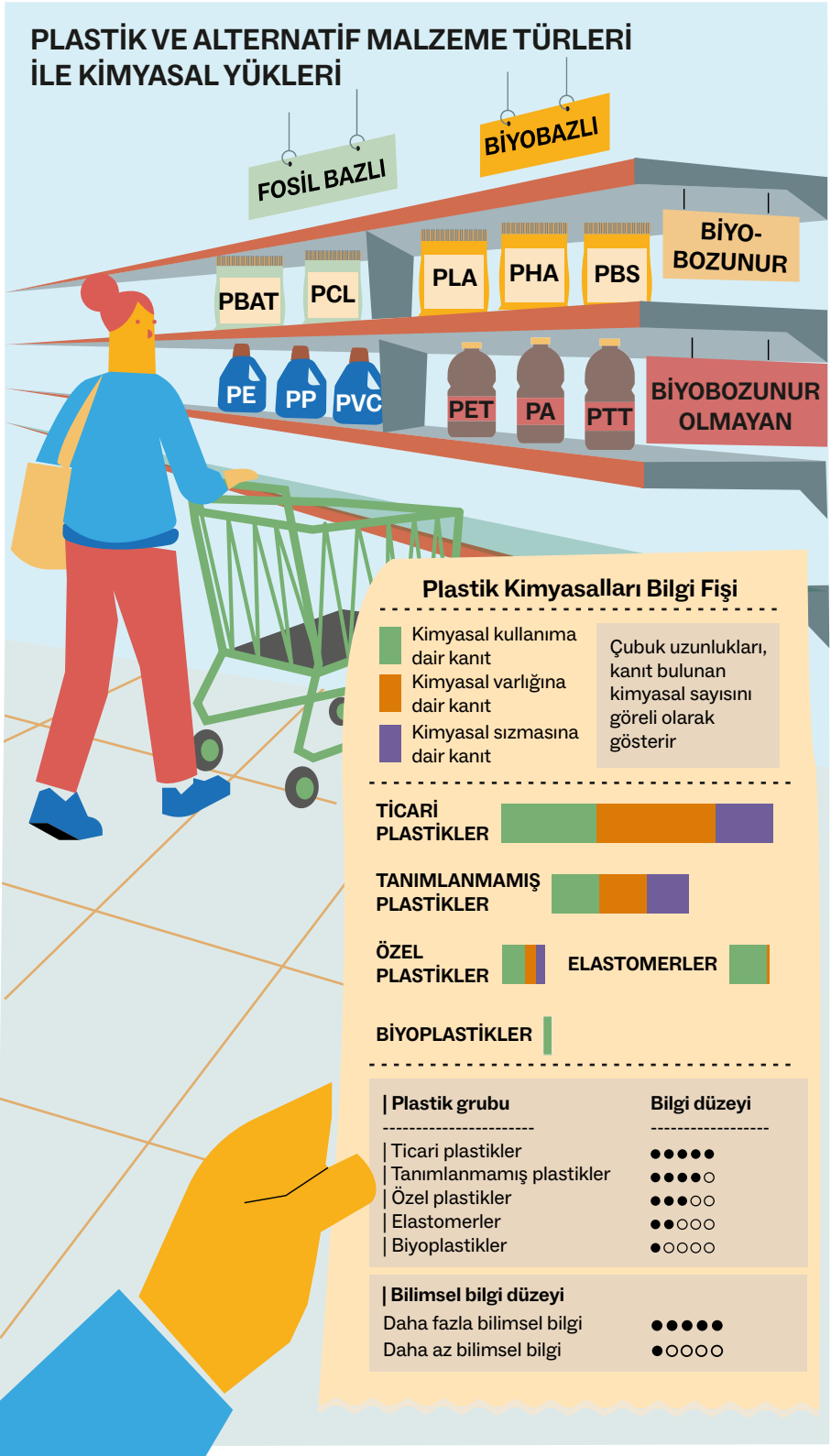
Biyobozunur Plastik

Belirli sıcaklık, nem, oksijen ve mikrobiyal koşullar altında karbondioksit, su ve biyokütleye dönüşebilen plastiklerdir. Ancak bu bozunma çoğu zaman doğada değil, kontrollü endüstriyel koşullarda gerçekleşir. Deniz, toprak, nehir veya açık çevre koşullarında biyobozunur plastiklerin tamamen ve zararsız biçimde parçalanması genellikle mümkün değildir. Bu nedenle biyobozunur plastikler, plastik kirliliğine karşı tek başına çözüm olarak görülmemelidir.

Çevresel Adalet

Tüm insanların gelir, sınıf, cinsiyet, etnik köken, yaş, yurttaşlık durumu veya yaşadığı yerden bağımsız olarak sağlıklı bir çevrede yaşama hakkına sahip olduğunu savunan etik, politik ve hukuki ilkedir. Çevresel adalet yalnızca çevresel zararın kimlere yüklendiğiyle değil, karar alma süreçlerine kimlerin katılabildiğiyle de ilgilenir. Plastik bağlamında bu kavram, üretim tesisleri, geri dönüşüm alanları, atık ithalatı, depolama sahaları ve yakma tesislerinin çoğunlukla kırılgan toplulukların yaşadığı alanlara yakın konumlanması nedeniyle önemlidir.

PLASTİK VE ALTERNATİF MALZEME TÜRLERİ İLE KİMYASAL YÜKLERİ



Plastik Kimyasalları Bilgi Fişi

- Kimyasal kullanıma dair kanıt
- Kimyasal varlığına dair kanıt
- Kimyasal sızmasına dair kanıt

Çubuk uzunlukları, kanıt bulunan kimyasal sayısını göreli olarak gösterir

TİCARİ PLASTİKLER

TANIMLANMAMIŞ PLASTİKLER

ÖZEL PLASTİKLER

ELASTOMERLER

BİYOPLASTİKLER

Plastik grubu	Bilgi düzeyi
Ticari plastikler	●●●●●
Tanımlanmamış plastikler	●●●●○
Özel plastikler	●●●○○
Elastomerler	●●○○○
Biyoplastikler	●○○○○

Bilimsel bilgi düzeyi	
Daha fazla bilimsel bilgi	●●●●●
Daha az bilimsel bilgi	●○○○○

Çevresel Adaletsizlik
Çevresel risklerin, kirliliğin ve sağlık zararlarının toplumda eşitsiz biçimde dağılmasıdır. Yoksul mahalleler, kent çeperleri, göçmen emeğinin yoğun olduğu bölgeler, kırsal alanlar veya politik temsili zayıf topluluklar çoğu zaman daha fazla çevresel yüke maruz kalır. Plastik atık ithalatı, geri dönüşüm tesisleri, yasadışı döküm alanları ve atık yangınları çevresel adaletsizliğin plastik kirliliğiyle ilişkili örnekleridir. Bu durum yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda sınıfsal, mekânsal ve politik bir sorundur.

Çöp
Günlük dilde değersiz, işe yaramaz veya atılacak nesneleri tanımlar. Ancak çöp, sabit bir kategori değildir. Bir kişi için gereksiz olan bir nesne, başka biri için hammadde, geçim kaynağı veya ticari meta olabilir. Plastik atık bağlamında çöp kavramı, değerin ve sorumluluğun nasıl tanımlandığını gösterir. Çöp aynı zamanda toplumsal eşitsizlikleri görünür kılan politik bir terimdir; çünkü çöpün nerede biriktiği, kim tarafından toplandığı ve kimin sağlığını etkilediği tesadüfi değildir.

Depozito İade Sistemi
Ambalajlı bir ürün satın alınırken ödenen depozito bedelinin, ambalaj iade edildiğinde tüketiciye geri verilmesine dayanan sistemdir. Tarihsel olarak cam şişelerin yeniden doldurulması ve tekrar kullanılması için geliştirilmiştir. Ancak günümüzde birçok plastik depozito sistemi, yeniden kullanımdan çok geri dönüşümü besleyen bir modele dönüşmüştür. Özellikle PET şişelerin toplanıp yeniden PET şişe yerine tekstil gibi başka sektörlere yönlendirilmesi, yeni plastik şişe üretimini azaltmayabilir. Gerçek anlamda etkili bir depozito sistemi, ambalajların yalnızca toplanmasını değil, yeniden doldurulmasını ve tekrar kullanımını öncelemelidir.

Döngüsel Ekonomi
Ürünlerin, bileşenlerin ve materyallerin mümkün olduğunca uzun süre kullanımda tutulduğu, atık oluşumunun azaltıldığı ve kaynakların yeniden değerlendirildiği ekonomik modeldir. Ancak plastikler söz konusu olduğunda döngüsel ekonomi çoğu zaman geri dönüşüm söylemine indirgenir. Oysa plastiklerin büyük bölümü teknik, ekonomik veya kimyasal nedenlerle sonsuz biçimde geri dönüştürülemez. Plastik için gerçek döngüsellik, önleme, azaltım, yeniden kullanım, yeniden dolum, toksik kimyasalların sınırlandırılması ve üretim miktarının düşürülmesiyle mümkündür.

Düzenli Depolama Sahası
Atıkların sızdırmazlık, gaz toplama, sızıntı suyu yönetimi ve teknik işletme ilkeleri çerçevesinde depolandığı alanlardır. Türkiye'de belediye atıklarının çok büyük kısmı düzenli depolama sahalarına gönderilmektedir. Bu sahalarda oluşan biyo-

gazın toplanarak enerji üretiminde kullanılması mümkündür; ancak bu durum atığın oluşmasını önlemez. Plastiklerin büyük kısmı bu sahalarda uzun süre kalır, parçalanarak mikroplastiklere dönüşebilir ve atık yönetiminin nihai yükünü gelecek kuşaklara devredebilir.

Düzensiz Depolama Sahası

Atıkların resmi olmayan, denetimsiz veya çevresel önlemlerden yoksun biçimde döküldüğü alanlardır. Bu sahalarda plastikler toprağa, suya ve havaya karışabilir; açıkta yakılabilir veya zamanla parçalanarak mikroplastiklere dönüşebilir. Düzensiz depolama sahaları genellikle çevresel adaletsizlikle ilişkilidir; çünkü bu alanlar çoğunlukla kırsal bölgelerde, kent çeperlerinde veya ekonomik olarak kırılgan toplulukların yaşam alanlarına yakın yerlerde bulunur.

Endokrin Bozucu Kimyasal

Hormon sistemine müdahale ederek üreme, büyüme, gelişim, metabolizma, bağışıklık ve sinir sistemi üzerinde etkiler yaratabilen kimyasallardır. Plastikte yaygın olarak kullanılan BPA, bazı bisfenoller, ftalatlar, bromlu alev geciktiriciler ve bazı PFAS bileşikleri bu grupta değerlendirilebilir. Endokrin bozucular düşük dozlarda dahi etkili olabilir ve özellikle gebelik, bebeklik ve çocukluk gibi hassas dönemlerde daha yüksek risk oluşturabilir.

Ekoloji

Canlı organizmaların birbirleriyle ve fiziksel çevreleriyle kurdukları ilişkileri inceleyen bilim dalıdır. Ekoloji yalnızca "doğa" ile sınırlı değildir; kentsel ekoloji, toplumsal ekoloji ve kültürel ekoloji gibi alanlarda insan toplulukları ile çevreleri arasındaki ilişkileri de kapsar. Plastik kirliliği bağlamında ekoloji, plastiklerin su, toprak, hava, canlı bedenleri, gıda zinciri ve insan toplumları arasındaki dolaşımını anlamak için temel bir kavramdır.

Ekokırım

Doğal çevrenin geniş ölçekte, sistematik ve geri dönüşü zor ya da imkânsız biçimde tahrip edilmesini ifade eder. Plastik üretimi, toksik kimyasalların yayılımı, atıkların kontrolsüz dökümü, yakılması ve ekosistemlere kalıcı biçimde karışması ekokırım tartışmaları içinde değerlendirilebilir. Kavram, ekolojik yıkımın yalnızca çevre sorunu değil, aynı zamanda hukuki ve politik bir sorumluluk alanı olduğunu vurgular.

Ekosistem

Belirli bir fiziksel çevrede yaşayan canlıların, bu çevreyle ve birbirleriyle kurdukları ilişkiler bütünüdür. Denizler, nehirler, ormanlar, tarım alanları, kentler ve toprak sistemleri birer ekosistem olarak değerlendirilebilir. Plastik kirliliği ekosistemlere yalnızca fiziksel atık olarak değil; mikroplastikler, nanoplastikler, kimyasal katkılar ve taşıdığı kirleticiler aracılığıyla da etki eder.

Geri Dönüşüm

Kullanım ömrünü tamamlamış bir ürünün çeşitli işlemlerden geçirilerek yeniden hammadde veya ürüne dönüştürülmesidir. Ancak plastiklerde geri dönüşüm sınırlı, maliyetli ve çoğu zaman kalite kaybına açık bir süreçtir. Birçok plastik ürün teknik olarak geri dönüştürülemez; bazıları ise yalnızca daha düşük kaliteli ürünlere dönüştürülebilir. Geri dönüşüm sırasında plastiklerdeki katkı maddeleri, kirleticiler ve toksik bileşenler tamamen ortadan kalkmayabilir. Bu nedenle geri dönüşüm gerekli olsa da plastik krizinin ana çözümü değildir. Önleme, azaltım ve yeniden kullanım geri dönüşümden önce gelmelidir.

Hızlı Moda

Ucuz, kısa ömürlü ve hızla değişen giysi üretim ve tüketim modelidir. Polyester, akrilik ve naylon gibi fosil yakıt bazlı sentetik liflere dayanır. Bu tekstiller yıkama sırasında mikroplastik lifler salar; üretim, boyama, taşıma ve atık süreçleriyle çevre üzerinde ciddi baskı yaratır. Hızlı moda, plastik kirliliğinin yalnızca ambalajlardan değil, giyim ve tüketim kültüründen de kaynaklandığını gösteren önemli bir örnektir.

İklim Krizi

İnsan kaynaklı sera gazı emisyonları nedeniyle küresel sıcaklıkların artması, aşırı hava olaylarının sıklaşması, buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, kuraklık, okyanus asitlenmesi ve ekosistem bozulmalarıyla kendini gösteren gezegensel krizdir. Fosil yakıtların yakılması bu krizin temel nedenidir. Plastik üretimi de büyük ölçüde petrol ve doğalgaza dayandığı için iklim kriziyle doğrudan bağlantılıdır.

İklim Krizi ile Plastik İlişkisi

Plastik, fosil yakıt ekonomisinin bir ürünüdür. Petrol ve doğalgaz çıkarımından monomer üretimine, polimerizasyon süreçlerinden taşımaya, kullanıma, geri dönüşüme, yakmaya ve bertarafa kadar her aşamada sera gazı emisyonu yaratır. Plastik üretiminin artması, fosil yakıt talebinin de sürmesi anlamına gelir. Ayrıca plastikler çevrede parçalandıkça, özellikle güneş ışığı ve ısı etkisiyle bazı sera gazlarının salımına katkıda bulunabilir. Bu nedenle plastik kirliliği yalnızca atık sorunu değil, aynı zamanda iklim politikası meselesidir.

İleri Dönüşüm

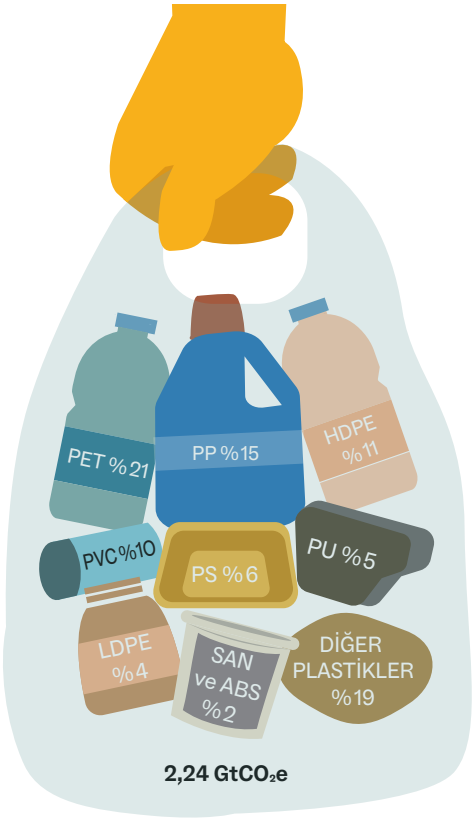
Atık malzemelerin mevcut halinden daha yüksek katma değerli veya farklı işlevli ürünlere dönüştürülmesi olarak tanımlanır. Cam, metal, ahşap veya tekstil gibi bazı malzemelerde yaratıcı ve yararlı olabilir. Ancak plastiklerde ileri dönüşüm çoğu zaman sınırlıdır; çünkü plastikler toksik katkılar, kalite kaybı ve dayanıklılık sorunları taşır. Plastik ileri dönüşümü, üretim ve tüketim artışını meşrulaştıran bir pazarlama aracına dönüşmemelidir.

Katkı Maddesi

Plastiklere renk, esneklik, sertlik, parlaklık, dayanıklılık, UV direnci, yanmazlık veya kayganlık gibi özellikler kazandırmak için üretim sırasında eklenen kimyasallardır. Bisfenoller, ftalatlar, alev geciktiriciler, UV stabilizatörleri, pigmentler ve PFAS bileşikleri bu gruba dahil olabilir. Plastiklerle ilişkili binlerce kimyasal olduğu bilinmektedir. Bu maddelerin bir kısmı endokrin bozucu, kalıcı, toksik veya kanserojen özellikler gösterebilir. Plastik kirliliği bu nedenle yalnızca fiziksel bir atık sorunu değil, kimyasal bir maruziyet sorunudur.

Kompostlanabilir Plastik

Belirli koşullar altında kompostlama sürecinde parçalanabildiği iddia edilen plastiklerdir. Ev tipi ve endüstriyel kompostlanabilir plastikler birbirinden farklıdır. Birçok kompostlanabilir plastik yalnızca yüksek sıcaklık, kontrollü nem ve belirli mikroorganizma koşulları sağlayan endüstriyel tesislerde bozunabilir. Doğaya, denize veya sıradan ev kompostuna bırakıldığında parçalanmayabilir. Bu nedenle "kompostlanabilir" etiketi çoğu durumda yanlış güven duygusu yaratabilir ve yeşil yıkama aracı olarak kullanılabilir.



2019 yılında plastik polimer türüne göre birincil plastik üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları.

ABS: akrilonitril bütadien stiren
HDPE: yüksek yoğunluklu polietilen
LDPE: düşük yoğunluklu polietilen
LLDPE: doğrusal düşük yoğunluklu polietilen
PET: polietilen tereftalat
PP: polipropilen
PS: polistiren
PU: poliüretan.
PVC: polivinil klorür
SAN: stiren akrilonitril
https://seta.lbl.gov/publications/climate-impact-primary-plastic

Mikroplastik

Boyutu 5 milimetreden küçük plastik parçacıklarıdır. Mikroplastikler iki ana yolla oluşur. Birincil mikroplastikler, üretim aşamasında küçük boyutta tasarlanmış mikro boncuklar, plastik peletler veya bazı endüstriyel hammaddelerdir. İkincil mikroplastikler ise daha büyük plastiklerin güneş ışığı, dalga hareketi, sürtünme, ısı, kimyasal etkiler ve biyolojik süreçlerle parçalanması sonucu oluşur.

Mikroplastikler suda, toprakta, havada, içme suyunda, deniz ürünlerinde, tuzda, balda, ambalajlı gıdalarda, insan kanında, akciğer dokusunda, plasentada ve anne sütünde tespit edilmiştir. Solunum, sindirim ve cilt teması yoluyla vücuda girebilirler. Fiziksel parçacık etkilerinin yanı sıra, üzerlerindeki katkı kimyasalları ve çevreden adsorbe ettikleri kirleticiler nedeniyle sağlık riski oluşturabilirler.

Ekosistemlerde mikroplastikler planktonlardan balıklara, kuşlardan memelilere kadar birçok canlı tarafından alınabilir. Sindirim sistemi tıkanmaları, enerji kaybı, büyüme bozuklukları, üreme sorunları ve toksik etkilere yol açabilirler. Toprakta birikerek tarımsal sistemleri etkileyebilir, atmosferik taşınımla uzak bölgelere taşınabilir ve jeolojik tortularda kalıcı iz bırakabilirler. Bu nedenle mikroplastikler, plastik çağının en belirgin çevresel göstergelerinden biridir.

Monomer

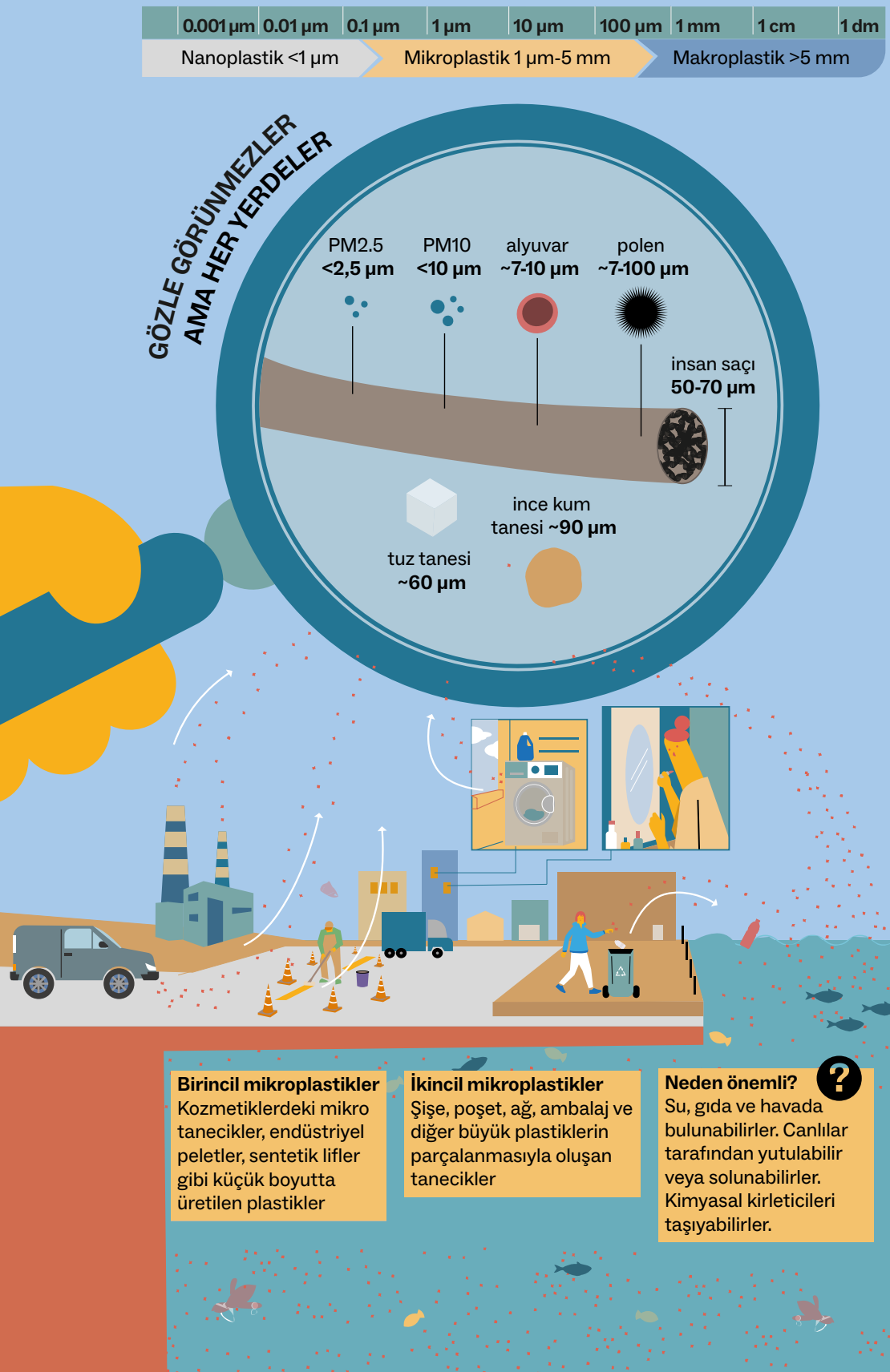
Polimerleri oluşturan temel moleküler yapı taşlarıdır. Plastik üretiminde monomerler kimyasal reaksiyonlarla birbirine bağlanarak uzun zincirli polimerleri oluşturur. Örneğin etilen monomeri polietileni, propilen monomeri polipropileni oluşturur. Bazı monomerler sağlık açısından risklidir; stiren ve vinil klorür gibi bileşikler toksik veya kanserojen özellikler gösterebilir.

Nanoplastik

Boyutu genellikle 1 mikrometreden küçük plastik parçacıklarıdır. Nanoplastikler çok küçük oldukları için hücre zarlarını geçebilir, dokularda birikebilir ve biyolojik bariyerleri aşabilir. Mikroplastiklere kıyasla izlenmeleri ve ölçülmeleri daha zordur. Sağlık ve ekosistem etkileri henüz tam olarak anlaşılmamış olmakla birlikte, toksisite, iltihaplanma, oksidatif stres ve genetik etkiler bakımından kaygı verici bulgular vardır.

Plastik

Çoğunlukla petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil kaynaklardan üretilen, sentetik veya yarı sentetik polimer yapılı malzemelerin genel adıdır. Hafif, dayanıklı, ucuz ve kolay şekillendirilebilir olması nedeniyle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren hızla yaygınlaşmıştır. Ancak plastiğin dayanıklılığı, kullanım sonrası en büyük çevresel soruna dönüşür. Birkaç dakika kullanılan bir plastik ürün, doğada yüzyıllarca kalabilir. Bu nedenle plastik yalnızca bir malzeme değil; üretim, tüketim, atık, sağlık, iklim ve adalet boyutları olan sistemik bir krizdir.


0.001 µm
0.01 µm
0.1 µm
1 µm
10 µm
100 µm
1 mm
1 cm
1 dm
Nanoplastik <1 µm
Mikroplastik 1 µm-5 mm
Makroplastik >5 mm
GÖZLE GÖRÜNMEZLER AMA HER YERDELER
PM2.5 <2,5 µm
PM10 <10 µm
alyuvar ~7-10 µm
polen ~7-100 µm
insan saçı 50-70 µm
ince kum tanesi ~90 µm
tuz tanesi ~60 µm
Birincil mikroplastikler
Kozmetiklerdeki mikro tanecikler, endüstriyel peletler, sentetik lifler gibi küçük boyutta üretilen plastikler
İkincil mikroplastikler
Şişe, poşet, ağ, ambalaj ve diğer büyük plastiklerin parçalanmasıyla oluşan tanecikler
Neden önemli?
Su, gıda ve havada bulunabilirler. Canlılar tarafından yutulabilir veya solunabilirler. Kimyasal kirleticileri taşıyabilirler.

Plastik Üretim Tesisi
Plastik hammadde veya plastik ürün üreten sanayi tesisleridir. Büyük ölçekli petrokimya tesisleri monomer ve polimer üretirken, daha küçük tesisler ambalaj, boru, tekstil lifi, otomotiv parçası, ev eşyası veya tek kullanımlık ürünler üretebilir. Bu tesisler hava emisyonları, atık su, kimyasal sızıntılar, işçi sağlığı riskleri ve iklim etkileri nedeniyle çevre ve halk sağlığı açısından önemlidir. Plastik üretim tesislerinin çoğu zaman ekonomik ve politik gücü sınırlı toplulukların yakınında konumlanması çevresel adalet tartışmalarının da parçasıdır.

Plastosen / Plastik Çağı
Plastiklerin yalnızca gündelik yaşamı değil, gezegenin jeolojik, biyolojik ve kimyasal yapısını da dönüştürdüğü dönemi tanımlamak için kullanılan kavramdır. 1900'lerin başında sentetik plastiklerin ortaya çıkmasıyla başlayan bu süreç, 1950 sonrası kitlesel üretimle hızlanmıştır. Plastosen'de plastikler deniz diplerinde, toprakta, buzullarda, atmosferde, canlı bedenlerinde ve gıda zincirinde kalıcı izler bırakmaktadır. Bu nedenle Plastosen, Antroposen'in plastikle işaretlenmiş özel bir katmanı olarak düşünülebilir.

Polietilen (PE)
Dünyada en yaygın kullanılan plastik türlerinden biridir. Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) ve yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) gibi türleri vardır. Poşetler, ambalaj filmleri, deterjan şişeleri, borular, kapaklar ve çeşitli evsel ürünlerde kullanılır. Kimyasal olarak dayanıklı olduğu için doğada çözünmez. Geri dönüşümü mümkün olsa da kirlilik, katkı maddeleri ve ekonomik koşullar nedeniyle sınırlıdır.

Polipropilen (PP)
Isıya dayanıklı, hafif ve görece sert bir termoplastiktir. Tek kullanımlık gıda kapları, yoğurt kapları, pipetler, medikal ürünler, otomotiv parçaları, tekstil lifleri ve ambalajlarda yaygın kullanılır. "Daha güvenli" plastiklerden biri gibi pazarlansa da katkı maddeleri içerebilir ve doğada kalıcıdır. Bazı çalışmalar, özellikle sıcaklık ve mekanik etki altında PP ürünlerden yoğun mikroplastik salımı olabileceğini göstermektedir.

Polivinil Klorür (PVC)
Klor içeren ve toksik etkileri nedeniyle en sorunlu plastik türlerinden biri olarak kabul edilen polimerdir. Borular, yer döşemeleri, kablo kaplamaları, suni deri, oyuncaklar ve bazı ambalajlarda kullanılır. Esneklik sağlamak için ftalat gibi katkılar içerebilir. Üretimi, kullanımı ve özellikle yakılması sırasında dioksinler gibi son derece tehlikeli kimyasallar açığa çıkabilir. PVC, plastik yaşam döngüsünün kimyasal risklerini en görünür kılan malzemelerden biridir.

Polikarbonat (PC)
Sert, şeffaf ve dayanıklı bir plastik türüdür. Damacana, bazı biberonlar, su kapları, optik diskler, koruyucu ekipmanlar ve çeşitli teknik ürünlerde kullanılmıştır. Polikarbonat üretiminde BPA kullanılabilir ve gıda/içecek temasında BPA sızıntısı riski bulunur. Bu nedenle özellikle bebek ürünlerinde kullanımı birçok ülkede sınırlandırılmış veya yasaklanmıştır.

Polyester
PET temelli sentetik tekstil lifidir. Hızlı moda sektörünün en yaygın hammaddelerinden biridir. Dayanıklı, ucuz ve kolay işlenebilir olduğu için yaygınlaşmıştır; ancak yıkama sırasında mikroplastik lifler salar. Polyester giysiler, ev tekstilleri ve endüstriyel tekstiller plastik kirliliğinin görünmeyen ama büyük kaynaklarından biridir. Doğada biyolojik olarak çözünmez.

PET / Polietilen tereftalat
İçecek şişeleri, gıda ambalajları ve polyester lif üretiminde yaygın kullanılan plastik türüdür. Reçine kodu 1'dir ve diğer plastiklere göre daha yaygın toplanabilir; ancak bu, PET'in çevresel olarak sorunsuz olduğu anlamına gelmez. Geri dönüştürülen PET'in önemli bir bölümü yeniden şişe yerine tekstil gibi başka sektörlere gider. Bu da gerçek anlamda kapalı döngüden çok aşağı yönlü dönüşüm yaratır. PET ambalajlar gıda teması, katkı maddeleri ve mikroplastik salımı açısından da dikkatle değerlendirilmelidir.

Reçine Kodları
Plastik ürünlerin hangi polimer türünden üretildiğini göstermek için kullanılan 1-7 arası numaralandırma sistemidir. Örneğin 1 PET, 2 HDPE, 3 PVC, 4 LDPE, 5 PP, 6 PS, 7 ise diğer veya karışık plastikleri ifade eder. Ancak bu kodlar ürünün geri dönüştürülebilir olduğunu garanti etmez. Reçine kodları çoğu zaman tüketicide yanlış bir güven duygusu yaratır; çünkü bir plastiğin teknik olarak tanımlanması, onun pratikte, ekonomik olarak ve güvenli biçimde geri dönüştürüleceği anlamına gelmez. Ayrıca bu kodlar ürünün sağlık güvenliği hakkında da yeterli bilgi vermez.

Sıfır Atık
Kaynakların doğaya, insan sağlığına ve diğer canlılara zarar vermeden korunmasını; ürünlerin tasarım, üretim, tüketim, yeniden kullanım ve geri kazanım süreçlerinin sorumlu, zehirsiz ve döngüsel biçimde düzenlenmesini savunan sistemsel yaklaşımdır. Sıfır atık yalnızca atıkları ayrıştırmak değildir; atığın neden oluştuğunu sorgulayan ve atık oluşumunu en baştan önlemeyi hedefleyen bir felsefedir.

Gerçek bir sıfır atık yaklaşımı yakmayı, kontrolsüz depolamayı, toksik geri dönüşümü ve atığın başka coğrafyalara transferini çözüm olarak görmez. Önleme, azaltım, yeniden kullanım, tamir, yeniden dolum ve adil üretim-tüketim ilişkilerini merkeze alır. Bu nedenle sıfır atık, bir çöp yönetimi programından çok daha fazlasıdır; doğayla uyumlu, zehirsiz, döngüsel ve adil bir yaşam biçiminin inşasıdır.

Tek Kullanımlık Plastik

Kısa süreli veya yalnızca bir kez kullanılmak üzere tasarlanmış plastik ürünlerdir. Plastik poşetler, pipetler, çatal-bıçak-kaşıklar, tabaklar, bardaklar, gıda kapları, strafor ürünler, kargo poşetleri, ıslak mendiller, filtreli tütün ürünleri ve bazı ambalajlar bu gruba girer. Tek kullanımlık plastiklerin temel sorunu, kullanım ömürlerinin dakikalarla sınırlı olmasına rağmen çevrede onlarca hatta yüzlerce yıl kalabilmeleridir. Düşük ekonomik değerleri ve kirlenmeye açık yapıları nedeniyle çoğu geri dönüşüm sisteminde sorun yaratır.

Yeşil Yıkama

Bir ürünün, şirketin, sektörün veya politikanın çevre dostuymuş gibi sunulması; ancak bu iddianın gerçekte yanıltıcı, eksik veya bilimsel olarak zayıf olmasıdır. Plastik bağlamında "doğa dostu plastik", "%100 geri dönüştürülebilir", "çevreci ambalaj", "biyobozunur" veya "kompostlanabilir" gibi ifadeler yeşil yıkama aracı olarak kullanılabilir. Bir ambalajın üzerinde geri dönüşüm sembolü bulunması, onun gerçekten toplanacağı, ayrıştırılacağı, geri dönüştürüleceği veya güvenli olduğu anlamına gelmez. Yeşil yıkama, plastik krizinin yapısal nedenlerini görünmez kılarak sorumluluğu tüketici tercihlerine indirger.

Tablo Kaynakçası

Tablo 1: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113331 54

Tablo 2: Plastiğin Üretim Zincirinin Türkiye'deki Ana İnsan Aktörleri: Dr. Aslı Odman 103

Tablo 3: Geri Dönüşüm İşkolunda Ölümlü İş Kazaları (2013-2025): İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisi (İSİG) verileri kullanılarak Dr. Aslı Odman tarafından hazırlanmıştır 105

Şekil Kaynakçası

Türkiye'nin Plastik Yolculuğu: Prof. Dr. Sedat Gündoğdu 12

Türkiye'de Plastik Atık Yönetişimin Teorik Çerçevesi ve Sorumluluk Alanları: Prof. Dr. Sedat Gündoğdu 14

Türkiye'nin Plastik Atık Yükü ve Akıbeti: https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20260706-09072423.pdf 16

Plastik Hangi Alanda Kullanılıyor?: PAGEV 2025, https://pagev.org/turkiye-plastik-sektor-izleme-raporu-2025 17

Türkiye, AB Plastik Atık İhracatının Açık Ara En Büyük Alıcısı: https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20260706-09072423.pdf 18

Tarihsel Köken ve Üretimin Olağanüstü Artışı: Prof. Dr. Sedat Gündoğdu 19

Küresel Atık Transferi: https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-026-15263-8 21

Her Üç Kişiden İkisi Pet Şişe Kullanıyor: Spectrum House, Türkiye'de İklim ve Su Tüketim Algısı Araştırması, 2026 23

PET'i Kim Kullanıyor?: Spectrum House, Türkiye'de İklim ve Su Tüketim Algısı Araştırması, 2026 24

Ana Kaynağınız Ne Olursa Olsun, Pet Şişeye de Uzanıyorsunuz: Spectrum House, Türkiye'de İklim ve Su Tüketim Algısı Araştırması, 2026 24

Musluk Suyunu Doğrudan İçmeyenlerin Oranı: Spectrum House, Türkiye'de İklim ve Su Tüketim Algısı Araştırması, 2026 25

Ekonomik Durum Su Kaynağını Nasıl Şekillendiriyor?: Spectrum House, Türkiye'de İklim ve Su Tüketim Algısı Araştırması, 2026 26

Topraktaki Plastik Kirliliğinin Mevcut Durumu: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168609 30

Göller: 2220713 no'lu ve Güney Ege ve Batı Akdeniz Bölgelerinde Yer Alan Bazı Doğal Göllerin Mikroplastik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi isimli TUBİTAK projesi 36

Nehirler: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2515-7620/ae51fb/meta 39

Karadeniz Kıyılarındaki Çöplerin Plastik Oranı: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.115027 43

Doğu Karadeniz Sedimentinde Mikroplastik Kirliliği: https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141496 ve https://www.trjfas.org/abstract.php?lang=en&id=15000 46

Marmara Denizi: Kenan Gedik, Ahmet Raif Eryaşar 51

Ege Denizi'nin Deniz Tabanı ve Kıyılardaki Plastik Yükü: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117049 58

Ege Denizi istavrit ve midye birey başına ortalama 10'dan fazla mikroplastik barındırıyor: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116932 61

Alanya Kıyılarında Mikroplastik İstilası: https://mikroplastik.org/akdeniz-geri-donusum-kaynakli-mikroplastik-kirliligi/ 65

İskenderun Körfesi Sahil Bölgelerinde Plastik Yoğunluğu: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113351 69

Harita: *The Guardian*. (2026). Top 10 methane super-emitting landfills in Turkey [Harita]. UCLA Stop Methane Project / Carbon Mapper verileri. https://interactive.guim.co.uk/uploader/embed/2026/09/turkey_methane/giv-32554nJIXUjNjxjVf 75

Plastik Geri Dönüşüm Fabrika Yangınları: http://mikroplastik.org/ 76

Plastik Geri Dönüşüm ve Üretim Fabrika Yangınları: http://mikroplastik.org/ 79

Deniz Canlılarında Mikroplastik Oranları: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100715 ve https://doi.org/10.3906/zoo-2003-49 86

Türkiye'de plastik tek kullanımlık ürünlerin tüketim oranları: TÜİK, https://www.aa.com.tr/tr/gundem/turkiye-tek-kullanimlik-plastikleri-kaldirmaya-hazirlaniyor/3859057 94

Mutfak: Nil Ormanlı 113

Banyo: Nil Ormanlı 114

Yerel Yönetimler İçin Plastikten Çıkış Stratejileri: Prof. Dr. Sedat Gündoğdu 119

Sıfır Atık Politikaları ve İklim Etkisi: https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2024/11/GAIAs-NDC-Checklist.pdf 125

Çöp Yakma Tesisleri: Atık Kilitlenmesi: https://www.no-burn.org/incinerators-out-of-cop31-the-climate-crisis-cannot-be-solved-by-burning-waste/ 127

Plastik ve Alternatif Malzeme Türleri ile Kimyasal Yükleri: https://doi.org/10.1016/j.eja.2025.127831 ve https://plastchem-project.org/ 131

2019 yılında plastik polimer türüne göre birincil plastic üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları: https://seta.lbl.gov/publications/climate-impact-primary-plastic 135

Gözle Görünmezler Ama Her Yerdeler: Prof. Dr. Sedat Gündoğdu 137

Katkıda Bulunanlar

Doç. Dr. Muhittin Onur Akça, 2011 yılından beri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinde görev yapmaktadır. Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimini Ankara Üniversitesi'nde tamamlamıştır. Araştırmaları toprak kimyası, ağır metal kirliliği, biyokömür ve mikroplastikler üzerine yoğunlaşmaktadır. Belçika'da Gent, İtalya'da Padova ve Japonya'da Niigata üniversitelerinde akademik çalışmalar yürütmüştür. Niigata Üniversitesi'nde doktora sonrası araştırmacı olarak görev yapmıştır. TÜBİTAK COST projesi yürütücüsü olup Horizon 2020 ve TÜBİTAK projelerinde araştırmacı olarak yer almaktadır. Uluslararası bilimsel makaleleri ve kitap bölümleri bulunmaktadır. Lisans ve lisansüstü dersler vermekte olup, 2012 yılından beri Türkiye Toprak Bilimi Derneği Genel Sekreterlik görevini yürütmektedir.

Prof. Dr. Ülkü Alver Şahin, 2005 yılında İstanbul Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde doktorasını tamamlamıştır. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Hava Kirliliği Araştırma Grubunun (IUC-APRG) lideridir. Kanada'daki Carleton Üniversitesinde üç ay, İngiltere'deki Birmingham Üniversitesinde bir yıl misafir araştırmacı olarak bulunmuştur. Hava kirliliği ve iklim değişikliği üzerine çalışmaktadır. 60'tan fazla uluslararası makalesi, yedi kitap bölümü ve 100'den fazla bildirisi vardır. Dört doktora ve 15 yüksek lisans tezine danışmanlık yapmıştır. İklim Lideri Ödülü ile bir üniversite-sanayi işbirliği projesi birincilik ödülü almıştır. Newton Fund ve AB projelerinde araştırmacı, TÜBİTAK destekli 30 projede yürütücü veya araştırmacı olarak yer almıştır.

Prof. Dr. Ahmet Raif Eryaşar, 2007'de Karadeniz Teknik Üniversitesi Rize Su Ürünleri Fakültesinden mezun olmuş, yüksek lisansını 2011'de, doktorasını 2014'te Mersin Üniversitesinde tamamlamıştır. Akademik kariyerine 2008'de araştırma görevlisi olarak başlamış; 2019'da doçent, 2024'te profesör unvanını almıştır. Halen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulunda Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölüm Başkanı olarak görev yapmaktadır. Araştırmaları; av araçlarının seçiciliği, hedef dışı avın azaltılması, deniz kirliliği ve mikroplastikler üzerine yoğunlaşmaktadır. Ulusal ve uluslararası yayınları bulunan Eryaşar, TÜBİTAK ve üniversite destekli araştırma projelerinde yürütücü ve araştırmacı olarak yer almıştır.

Prof. Dr. Kenan Gedik, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulunda öğretim üyesidir. Lisans eğitimini Karadeniz Teknik Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde, doktorasını aynı üniversitede Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği alanında tamamlamıştır. ABD'deki Louisiana State University'de doktora ve

doktora sonrası araştırmalar yürütmüştür. Başlıca çalışma alanları su ekosistemlerinde mikroplastik kirliliği, ağır metal birikimi ve çevresel kirleticilerin canlılar üzerindeki etkileridir. Uluslararası dergilerde çok sayıda makalesi yayımlanmıştır. Deniz ve tatlı su ekolojisi ile çevre kirliliği alanlarında ulusal ve uluslararası projelerde yer almıştır.

Dr. Kerem Gökdağ, 2013'te Karadeniz Teknik Üniversitesinden lisans, 2017'de ODTÜ'den yüksek lisans ve 2024'te Akdeniz Üniversitesinden doktora derecelerini almıştır. Deniz, tatlı su ve geçiş ekosistemlerinde mikroplastiklerin dağılımı, deniz ürünlerinde biyobirikimi ve plastiklerin patojenik bakteriler için taşıyıcı rolü üzerine çalışmaktadır. Deniz ve tatlı su izleme, deniz kaplumbağası koruma ve deniz koruma alanları çalışmalarında yer almıştır. ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsünde doktora sonrası araştırmacı olarak kıyı ve denizel mavi karbon ekosistemlerini incelemektedir. Mikroplastik kirliliği ve plastik yüzeylerindeki bakteri topluluklarına ilişkin uluslararası yayınları bulunmaktadır.

Prof. Dr. Sedat Gündoğdu, Çukurova Üniversitesinde görev yapan deniz biyoloğudur. Mikroplastik Araştırma Grubunda çalışmakta ve 100'e yakın yayını bulunmaktadır. Plastik kirliliğinin dağılımı ve etkileri, plastik atık sömürgeciliği ve küresel plastik atık ticareti üzerine çalışmakta; sivil toplum kuruluşlarıyla farkındalık çalışmaları yürütmektedir. Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezinde Mercator-IPC araştırmacısı olarak Almanya'dan Türkiye'ye plastik atık ticaretinin iklim ve diplomasi boyutlarını incelemiştir. 2024'te Bilim Akademisi Genç Bilim İnsanları Ödül Programı (BAGEP) kapsamında ödül almıştır. Etkili Bir Plastik Anlaşması İçin Bilim İnsanları Koalisyonunun kurucu üyesi ve 2026-2027 dönemi Sözcüler Kurulu üyesidir.

Dr. Aslı Odman, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesinde öğretim üyesidir. İktisat ve siyaset bilimi alanlarında lisans ve yüksek lisans eğitimini Viyana Ekonomi Üniversitesi ile Viyana Üniversitesinde, Tophane Serbest Bölgesi'ndeki Ford Otomotiv Fabrikası üzerine doktorasını Boğaziçi Üniversitesi Atatürk Enstitüsünde tamamlamıştır. 2011'de faaliyete geçen İstanbul İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Meclisinin kurucu gönüllülerindendir. Elbistan Ovası'nda emek ve ekolojinin çifte yıkımını konu alan *Yavaş Ölüm* (2005) belgeselinin senaristi ve anlatıcısıdır. Son çalışmalarında fabrika, tersane, şantiye, dizi seti, maden, tarla, ev ve atık mahallelerinden hareketle çevre, kent, halk ve işçi sağlığı alanlarındaki aktör-ilişki ağlarına odaklanmaktadır.

Nil Ormanlı, 1990 yılında İstanbul'da doğmuştur. İstanbul Üniversitesi İngiliz Dili ve Edebiyatı Bölümünden mezun olmuş, Fransa'daki Jean Moulin Lyon 3 Üniversitesinde Karşılaştırmalı Kültürel Çalışmalar alanında yüksek lisansını tamamlamıştır. Yedi yıl boyunca farklı yayınevlerinde editör olarak çalışmış olup, son beş yıldır çeşitli sivil toplum kuruluşlarında ekoloji ve iklim krizi üzerine çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar kapsamında iklim iletişimi, kampanyacılık ve savunuculuk

alanlarında eğitimler vermektedir. *Başka Bir Gezegen Yok* adlı kitabın yazarıdır. Ayrıca sosyal medyada iklim krizi ve veganlık üzerine içerikler üretmektedir.

Doç. Dr. Rafet Çağrı Öztürk, lisansını Karadeniz Teknik Üniversitesi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümünde, bütünleşik doktorasını aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsünde tamamlamıştır. Doktora sürecinde ABD'deki University of Southern Mississippi'de bir yıl beyaz kum midyesinin genetiği üzerine tez araştırması yapmıştır. TÜBİTAK 2219 desteğiyle Louisiana State University'de doktora sonrası araştırmalar yapmıştır. Halen Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesinde görev yapmaktadır. Balık popülasyon genetiği, denizel biyoçeşitlilik, su ürünleri yetiştiriciliği ve deniz teknolojileri üzerine çalışmaktadır. Ulusal ve uluslararası projelerde yürütücü, çok sayıda uluslararası projede araştırmacı olarak görev almaktadır.

Prof. Dr. Osman Sağdıç, lisans ve lisansüstü eğitimlerini gıda mühendisliği alanında tamamlamıştır. 1995 yılında araştırma görevlisi olarak başladığı akademik kariyerini halen Yıldız Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde profesör olarak sürdürmektedir. Fakülte kurulu ve yönetim kurulu üyeliği, bölüm başkanlığı ve dekanlık yapmıştır. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Gıda Enstitüsü müdürlüğü, MAM başkan danışmanlığı ve adli tıp üyeliği yapmıştır. 2011 yılında TÜBİTAK Bilim Teşvik Ödülü'nü almıştır. SCI Expanded kapsamında 380'i aşkın makalesi, toplam 650'yi aşkın bilimsel çalışması bulunmakta; ulusal ve uluslararası destekli çok sayıda araştırma projesinde görev almıştır.

Prof. Dr. Ülkü Nihan Tavşanoğlu, Çankırı Karatekin Üniversitesi Biyoloji Bölümünde öğretim üyesidir. Lisans ve yüksek lisansını Hacettepe Üniversitesinde, doktorasını Orta Doğu Teknik Üniversitesi Limnoloji Programında tamamlamıştır. Göl ve sulak alanların işleyişi, biyolojik çeşitliliği ve çevresel değişimlere yanıtları üzerine çalışmaktadır. Limnoloji araştırmalarında zooplankton ekolojisi, besin ağı dinamikleri, iklim değişikliği, tuzluluk, ötrofikasyon ve mikroplastik kirliliği arasındaki ilişkileri deneysel ve ekosistem temelli yaklaşımlarla incelemektedir. Ulusal ve uluslararası projelerde yürütücü ve araştırmacı olarak görev almıştır. Sucul ekosistemlerin ekolojik süreçlerine ilişkin bilimsel yayınları ve kitap bölümleri bulunmaktadır.

Doç. Dr. Yahya Terzi, lisans (2009), yüksek lisans (2014) ve doktora (2021) eğitimlerini Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümünde tamamlamıştır. 2011-2022 yıllarında KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesinde araştırma görevlisi, 2022-2025 yıllarında doktor öğretim üyesi olarak çalışmış, 2025'te doçent unvanını almıştır. 2022-2023 yıllarında TÜBİTAK 2219 bursuyla ABD'deki Louisiana State University Biyolojik Bilimler Bölümünde doktora sonrası araştırmacı olarak bulunmuştur. Deniz çöpleri ve mikroplastikler üzerine çalışmakta, çok sayıda AB, TÜBİTAK ve BAP projesinde görev almıştır. Uluslararası indeksli dergilerde 60'ın üzerinde yayını bulunmaktadır.

Prof. Dr. Cavit Işık Yavuz, tıp doktoru, halk sağlığı uzmanı ve çevre sağlığı yan dal uzmanıdır. Tıp eğitimini Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesinde, halk sağlığı uzmanlığını Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalında, çevre sağlığı yan dal uzmanlığını ise Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalında tamamlamıştır. Halen Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalında öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Haziran 2021'de aynı anabilim dalı bünyesinde kurulan Çevre Sağlığı Bilim Dalının başkanlığını yürütmektedir. Ayrıca *Toplum ve Hekim* dergisinde yardımcı editör olarak görev yapmaktadır.

Okuma Önerileri

Akca, M. O. (2025). Microplastic accumulation in soils around open dumping and scrapyard sites in Türkiye. *Soil Use and Management*, *41*(1), e70021. https://doi.org/10.1111/sum.70021

Akca, M. O., S. Gündoğdu, H. Akca, R. A. Delialioğlu, C. Aksit, O. C. Turgay, & N. Harada (2024). An evaluation on microplastic accumulations in Turkish soils under different land uses. *Science of the Total Environment*, 911, 168609. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168609

Akça, M. O., S. Gündoğdu & O. C. Turgay (2022). Çilek üretiminde plastik malç uygulamasından kaynaklı toprakta plastik birikiminin belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 10(2), 165-176. https://doi.org/10.33409/tbbbd.1185820

Bower, S. (2025). *Plastik Kasaba* (A. Aslan, çev.). Günışığı Kitaplığı.

Butan, B. (2026). "Söylemin Ardındaki Gerçek: Türkiye'nin Sıfır Atık Politikasının Görünmeyen Yüzü". Greenpeace Türkiye. https://www.greenpeace.org/static/planet4-turkey-stateless/2026/06/a434deec-turkiyenin-sifir-atik-politikalarinin-gorunmeyen-yuzu_260625.pdf

Eke, M., 2022, "Investigation of Agricultural Residue Burning and Wildfire Impacts on Air Quality via Satellite Retrievals in Southern Turkey". Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü

Gündoğdu, S. (der.). (2024a). Mekânda adalet ve atık [Özel sayı]. beyond.istanbul, (15). https://beyond.istanbul/dergi/mekanda-adalet-ve-atik/

Gündoğdu, S. (der.). (2024b). Plastic waste trade: A new colonialist means of pollution transfer. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51358-9

İnsan Hakları İzleme Örgütü. (2022). *"Sanki bizi zehirliyorlar": Türkiye'de plastik geri dönüşümünün sağlık üzerindeki etkileri*. https://www.hrw.org/tr/report/2022/09/21/382799

İplikçi, M. (2026). *Çip, Çöp ve Mia*. Günışığı Kitaplığı.

Karababa, A. O. (der). (2014). *Kalıcı Organik Kirleticiler ve Sağlık*. Çevre İçin Hekimler Derneği. https://issuu.com/cevreicinhekimler/docs/kok_kitap

Khan, A. (2024 ve 2025). MERİP (Middle Eastern Research and Information Project) platformundaki araştırmacı gazetecilik dosyaları ve podcast: "A Deadly Trade—Refugee Labor in Turkey and Europe's Plastic Waste" (2024), "Dirty Work—The Hidden Machinery and Human Toll of Europe's Broken Recycling Trade" (2025), "Boy Wasted" podcast serisi (2025). https://www.merip.org/2024/06/a-deadly-trade-refugee-labor-in-turkey-and-europes-plastic-waste/

Kılınç, İ. (2012). *Çöp Ekonomisi ya da Atık Dedikleri*. Epos Yayınları.

Köşker, A. R., & Gündoğdu, S. (der.). (2026). The Mediterranean Sea in the polycrisis era: A multidisciplinary approach on ecosystem and biodiversity. Springer. https://link.springer.com/book/9783032333476

Öztürk, A. (2022). *Kentin yükünü sırtlananlar: İstanbul'un katı atık toplayıcıları, sorunlar ve talepler* (S. H. Küçük, Ed, Önsöz: Odman, A.). İstanbul Planlama Ajansı Sosyal Politikalar Ofisi. https://ipa.istanbul/pdf-flipbook-main/index.html?key=/images/Calismalar/kentin-yukunu-sirtlananlar-istanbulun-kati-atik-toplayicilari-sorunlar-ve-talepler-58637.pdf

Saraçoğlu, S., 2025, "Evaluation of IASI ammonia levels in the Eastern Mediterranean Region". Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü.

Şık, B. (2018). *Mutfaktaki Kimyacı*. Doğan Kitap.