



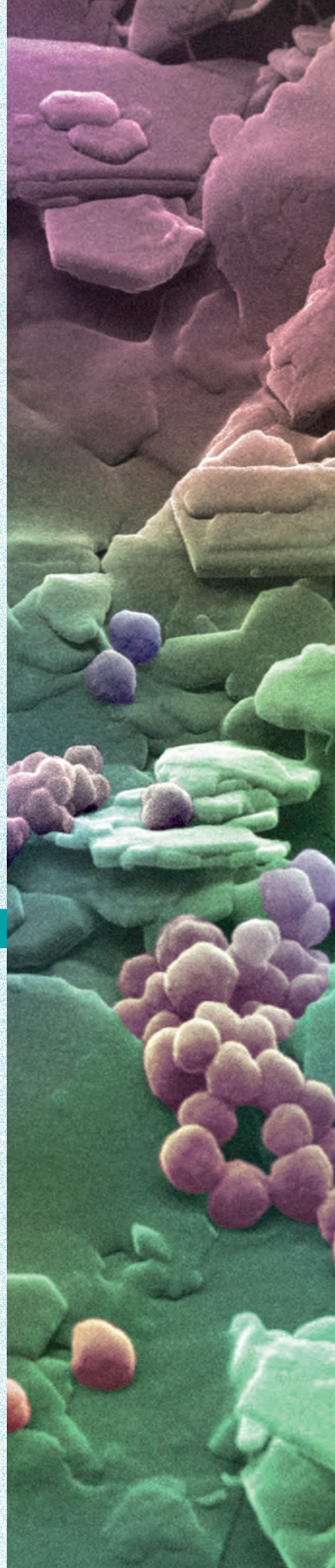
Dr. Özlem Ak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

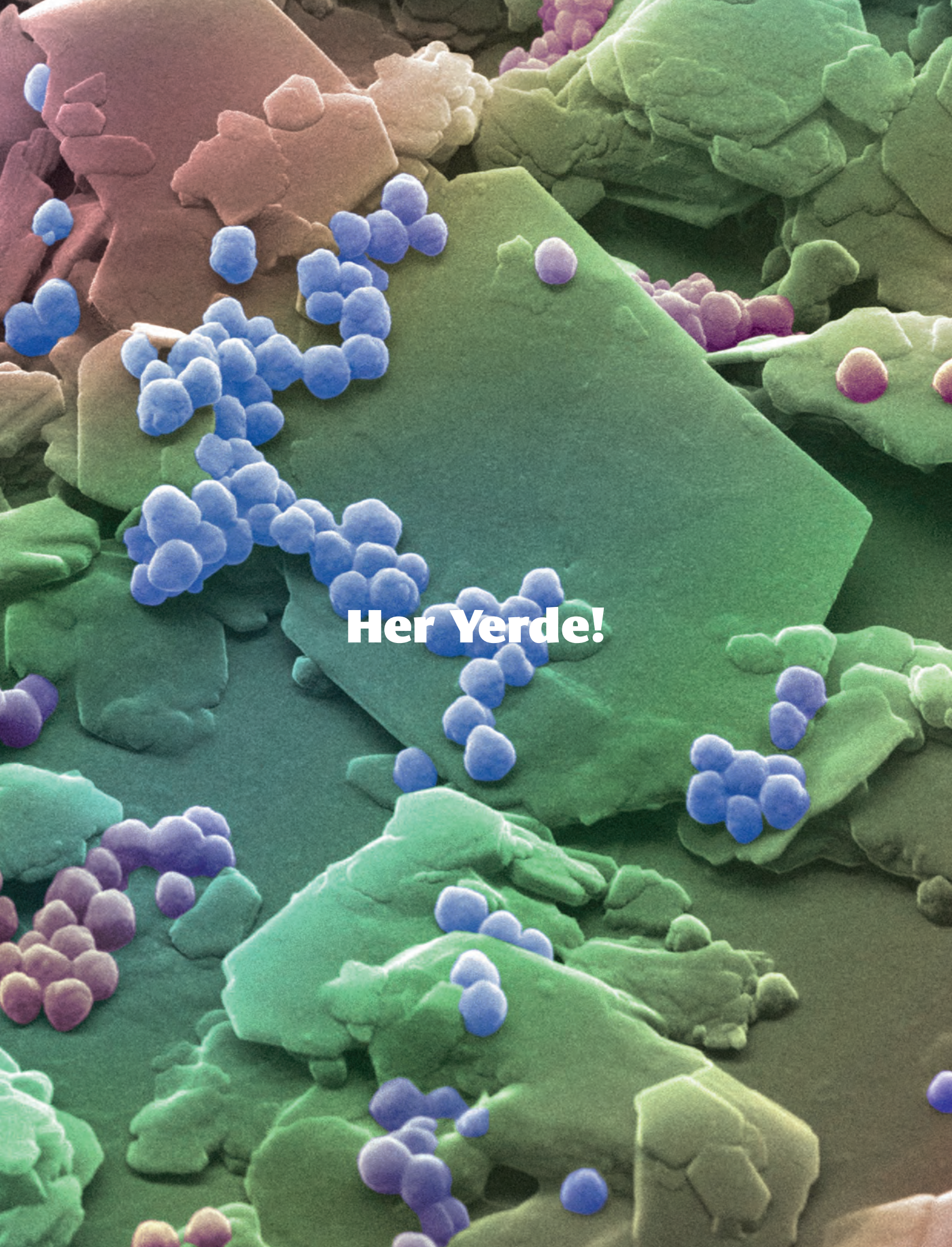
Plastik pek çok alanda hayatımızı kolaylaştıran ve alternatiflerine göre hem daha hafif hem de maliyeti düşük bir malzeme.

Fakat kullanıldıktan sonra uygun şekilde bertaraf edilmez ya da geri dönüştürülmezse doğada uzun süre kalıyor ve parçalandığında da başka bir sorun olan mikroplastiklere dönüşüyor. Beş milimetreden küçük plastik parçalar olan mikroplastikler ya belirli ürünlere eklenmek için "kasıtlı" üretiliyor ya da daha büyük plastik parçaların aşınması ve yıpranması ile ortaya çıkıyor.

Çevreye bırakıldıktan sonra, balık ve kabuklu deniz canlıları da dâhil olmak üzere pek çok canlının vücudunda birikebiliyor ve besin zinciri yoluyla insan da dâhil diğer canlılara geçebiliyor.

MİKROPLASTİKLER





Her Yerde!

Küresel plastik üretimi 1950'lerden beri hızla arttı ve artmaya da devam ediyor. Birçok pratik kullanım alanı nedeniyle günlük hayatta çok yaygın olan plastiklere insanlar da pek çok farklı yolla maruz kalıyor. Mikroskopik plastik parçaları yani mikroplastikler ise son yıllarda araştırmacıların dikkatini çekti. Mikroplastiklerle ilgili pek çok soru var ve bu sorulardan bazıları yapılan araştırmalar sonucunda yeni yeni cevap bulmaya başladı.

Farklı şekillerde ve büyüklüklerdeki polipropilen, polietilen ve polistiren gibi plastik türleri de mikroplastikler kapsamına giriyor. Aslında mikroplastikler ortaya çıkış kaynağına göre birincil ve ikincil olarak sınıflandırılıyor. Eğer çevreye mikroplastik olarak salındıysa birincil, çevrede mikroplastik büyüklüğünde parçalandıysa ikincil olarak adlandırılıyorlar.



Türkiye'deki Tuzlar

Doç.Dr. Sedat Gündoğdu [Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Öğretim Üyesi

Son yıllardaki mikroplastik kirliliği araştırmaları, bu küçük plastik parçacıkların neredeyse her yerde bulunabileceğini gösteriyor. Mikroplastikler, sucul ve karasal çevrelerin yanı sıra insan tüketimine uygun olan sucul canlılarda ve sudan elde edilen diğer abiyotik ürünlerde de (tuz gibi) bulunuyor. Hatta bazı çalışmalar, diğer gıda ürünleri ve içeceklerde de mikroplastik bulunabileceğini bildiriyor.

Sudan elde edilen ve görece diğer su ürünlerine göre daha çok kullanılan tüketim maddesi şüphesiz ki tuzdur.

Öyle ki, tuz âdeta hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Plastik de hayatın ayrılmaz bir parçası olduğu iddiası ileri sürülüyor. Geçmiş 100 yılı bile bulmayan ancak hayatın her alanında kullanılan plastik bugün tuz ile birlikte anılır olması, aslında plastik kirliliğinin boyutu hakkında da ipucu veriyor.

2016 yılından itibaren Akdeniz'de Prof. Dr. Cem Çevik ile birlikte gerçekleştirdiğimiz plastik kirliliği araştırmaları, bize denizlerimizin ne derece kirlendiğini açıkça gösterdi. Akdeniz sahillerimizdeki mikroplastik kirliliğinin yer yer km²'de 7 milyon adede kadar ulaştığını tespit ettiğimizde, bunun denizden elde edilen ürünlere de yansıtacağını düşündük. Sonrasında sofraya tuzlardaki mikroplastik kirliliği araştırmasını gerçekleştirdik. Bu amaçla Türkiye'de satışı olan 16 farklı tuz markasının içeriklerindeki mikroplastik miktarını inceledik. İncelediğimiz 16 sofraya tuzu markasının 5'i deniz tuzu, 6'sı göl tuzu ve 5 tanesi de kaya tuzu markası.

Nereden Geliyor Bu Mikroplastikler?

Mikroplastikler karasal ortama evsel atık sularından geçebiliyor. Ardından da nehirler yoluyla yüksek yoğunlukta buldukları denizlere ve göllere dağılıyorlar.

Belirli kozmetik ürünler, duş jelleri, diş macunları, deterjanlar, temizlik ürünleri ve boyalar üretimleri sırasında mikroplastiklerin kasıtlı olarak eklendiği ürünler listesinde. Bu tür ürünlere eklenme nedeni ise mikroplastiklerin aşındırıcı özelliği. Özellikle kozmetik ürünlerdeki mikroplastikler kiri, ölü deri hücrelerini, diş macunlarındakiler ise dişlerdeki plakları uzaklaştırmak için kullanılıyor. Aynı zamanda bir ürünün vizkozitesinin, görünüşünün ve kararlılığının kontrolünde de mikroplastikler rol oynayabilir.

Üretilen tüm plastiklerin yolculuğunun yaklaşık %2 ila %5'i okyanuslarda sona eriyor. Bunlardan bazıları mikroplastik formunda. Ürünlere kasıtlı olarak eklenen mikroplastikler ise denize ulaşan tüm plastiklerin nispeten küçük bir oranını oluşturuyor.

Bilim insanları, evlerimizdeki çamaşır makinelerinin de dünya çapında okyanus kıyı şeridinde tespit ettikleri polyeşter ve akrilik parçalarından oluşan mikroplastik kirliliğinin kaynağı olduğunu söylüyor. 2011 yılında *Environmental Science and Technology* dergisinde yayımlanan çalışmada, Mark Browne ve meslektaşları dünyanın farklı 18 kıyı şeridinde mikroplastik kirliliğini ve kaynağını araştırdı. Araştırmacılar, yoğun nüfuslu bölgelerin kıyı şeridinde daha fazla mikroplastığa rastladı ve bunun kaynağının da evlerdeki çamaşır makinelerinin atık suları olduğunu tespit ettiler. Bir yıkama döngüsünde tek bir giysiden durulama suyuna yaklaşık 1900 plastik lif geçtiğini söyleyen araştırmacılar, bu liflerin, kıyı şeritlerinde tespit ettikleri mikroplastik kalıntılarına benzediğini belirtiyorlar. Bu nedenle de çamaşır makinesi tasarımcılarının giysilerden kopan liflerin atık suya geçmesini azaltacak önlemler alması ve atık sularından mikroplastiklerin uzaklaştırılması için yöntemler geliştirmesi gerektiğine dikkat çekiyorlar.



Yaptığımız analizler sonucunda, deniz tuzunda 16-84 plastik/kg, göl tuzlarında 8-102 plastik/kg ve kaya tuzunda da 9-16 plastik/kg olduğunu tespit ettik. Tespit ettiğimiz mikroplastikler polietilen (PE), polietilen tereftalat (PET), poliüretan (PU), polipropilen (PP), polimetil-metakrilat (PMMA), poliamid-6 (PA-6) ve polivinilklorit (PVC) türündeki plastiklerdi. En fazla karşılaştığımız plastik türleri ambalaj yapımında en sık kullanılan PE ve PP türündeki plastiklerdi. Bu da tuz paketlerinin kendisinin de bir kirlilik kaynağı olduğunu ortaya koymakta. Durumun daha net bir resim sergilemesi için bulduğumuz plastik miktarlarını Türkiye'nin günlük ortalama tuz tüketim miktarıyla (14,8 ile 18,01 gram/gün) birlikte değerlendirdik. Buna göre, bir kişinin, bir yıl içerisinde, eğer deniz tuzu tüketiyorsa 249-302 adet, göl tuzu tüketiyorsa 203-247 adet ve kaya tuzu tüketiyorsa 64-78 adet mikroplastik parçacığı yutma riskiyle karşı karşıya kalabileceğini belirledik. Mikroplastikleri yutmak demek aynı zamanda bu plastiklerin içerik-

lerindeki katkı maddelerini (fitalat, stiren, bisfenol-a vb.) ve geldikleri ortamda bulunan diğer türlü kimyasal maddeleri de yutmak anlamına geliyor. Çünkü plastikler sucul ortamdaki diğer kirlleticileri de (ağır metaller, kalıcı organik kirleticiler vb.) bünyesine alma davranışı gösterebiliyor.

Türkiye'nin sofraya tuzlarının mikroplastik içeriğini dünyanın diğer ülkelerinde yapılan benzer çalışmaların sonuçlarıyla birlikte değerlendirdiğimizde, ortaya oldukça ürkütücü bir tablo çıkıyor. Bizim sonuçlarımız, Çin dışındaki diğer ülke tuzlarında var olan mikroplastik miktarlarından daha fazla. Bu durum yaşadığımız çevrenin kirliliğiyle doğrudan ilişkili. Kirlettiğimiz çevre bize bu kirleticileri farklı yollarla geri gönderiyor diyebiliriz. Daha basit bir ifadeyle, kontrolsüzce kullanıp attığımız plastikler soframıza tuz ile, balık ile, midye ile geri geliyor. İlerleyen zamanlarda, 1950'lerden beri kirleticiler olarak doğaya kontrolsüzce bırakılmış plastiklerin başka şekillerde de karşımıza çıkması şaşırtıcı olmayacaktır.

Mikroplastikler Sofralarımızda

Mikroplastiklere birkaç yıl önce deniz tuzunda rastlanmıştı. Yeni bir araştırmayla dünyada kullanılan sofrata tuzu markalarından alınan örneklerin %90'ında mikroplastik tespit edildi. Güney Kore'deki ve Greenpeace Doğu Asya'daki araştırmacılar tarafından yapılan ve ekim ayında *Environmental Science and Technology* dergisinde yayımlanan bu yeni bir çalışmaya göre, test edilen 39 tuz markasının 36'sında mikroplastik bulundu. Bu araştırmada, Avrupa, Afrika, Kuzey ve Güney Amerika'dan 21 ülkeden alınan tuz örneklerinin incelenmesi sonucunda sadece Tayvan'dan (rafine deniz tuzu), Çin'den (rafine kaya tuzu) ve Fransa'dan (güneşte bekletilerek elde edilen rafine olmayan tuz) alınan 3 markanın tuzlarında mikroplastik görülmedi. Tuz örneklerinde bulunan mikroplastiklerin yoğunluk oranı farklı markalar arasında önemli değişiklik gösterdi, en yüksek oranda mikroplastik Asya ülkelerindeki markaların tuzlarında tespit edildi. En yüksek mikroplastik miktarı ise Endonezya'da satılan tuzlarda bulundu.



Mikroplastikler Sivri Sineklerin Menüsünde

Denizleri ve gölleri kirleten mikroplastiklerin toplanması hayli zor. Sucul canlılar için ciddi bir tehdit olarak görülen mikroplastiklerin besin zincirine geçmesi ve su kaynaklarını kirletmesi, mikroplastiklerin insan sağlığı için de bir tehlike olabileceği konusundaki endişeleri gündeme getiriyor. Mikroplastiklerin besin zincirine dâhil olması konusunda yapılan bir araştırmaya göre, bunda sivrisineklerin payı büyük.

Suda yaşayan organizmalar tarafından yutulan mikroplastikler hem tatlı sularda hem de denizlerde besin zincirine giriyor. Bugüne kadar mikroplastiklerin besin zincirine, farklı yaşam evrelerini farklı habitatlarda geçiren böceklerle girmesine dair bir çalışma yapılmamıştı. Reading Üniversitesi'nden (İngiltere) Amanda Callaghan ve meslektaşları bu böceklerin, plastikleri kirlenmemiş ortamlara taşıdığından şüphelendi. Callaghan'ın ekibi, bu fikirlerini sunmak için 150 tane sucul sivrisinek larvasının besinine kozmetik ürünlerde de bulunan, küçük

plastik toplara benzeyen ve ancak mikroskopla görülecek büyüklükteki plastik boncuklardan karıştırdı. Hem larva dönemlerinde hem de yetişkin döneme geçtiklerinde sivrisinekleri inceleyen araştırma ekibi 30 sivrisinekte mikroplastik tespit etti. Bilim insanları bir larvada ortalama olarak 3000'den fazla 2 mikrometre çapında boncuk olduğunu gördü. Sivrisinekler olgunlaştıkça yavaş yavaş mikroplastik tüketmeyi bırakıp yediklerinin çoğunu da vücutlarından atmış olmalarına rağmen, araştırma ekibi inceledikleri yetişkin sivrisineklerin her birinde yaklaşık 40 tane mikroplastik boncuğa rastladı.

Bilim insanları *Biology Letter*'de yayımladıkları çalışmalarında mikroplastiklerin ekosistemimize sivrisinekler ve uçan diğer böcekler aracılığıyla girdiğini ilk kez kanıtladı. Çalışmayı yürüten ekibin lideri biyolog Amanda Callaghan, aslında sivrisinek larvalarının mikroplastik yemesinin çok yaygın olduğunu belirtiyor. Kendilerinin incelemek için sivrisinekleri kullandığını ama suda yaşayan böceklerin ve benzer yaşam döngüsüne sahip olup sudaki besinlerle beslenen başka böcek larvalarının da yetişkin olduktan sonra mikroplastiklerin besin zincirine girmesine neden olduğunu söylüyor. Bu tür böcekleri yediği bilinen kuş, yarasa ve örümcek gibi türlerin de başka hayvanlar tarafından yendiği düşünüldüğünde kirliliğe neden olan başka bir yol daha olduğu görülüyor.

Sivrisinekler ve yusufçuklar gibi birçok böcek juvenil (yavru) dönemlerini suda geçirip yetişkin olduklarında karasal ortama geçiyor. Mikroplastik atıklar ile kirlenmiş sularda gelişen böcek larvalarının vücutlarında bu atıklar birikiyor ve yetişkin olduklarında da vücutlarında kalmaya devam ediyor. Bu böceklerin karada yaşayan hayvanlar tarafından yenmesi ise mikroplastik kirliliği sorununun yayılması anlamına geliyor.

Mikroplastikler İçimizde!

Dünyada her yıl ortalama sekiz milyon ton plastik atık -ki bunların büyük çoğunluğu tek kullanımlık plastik malzemeler- kıyı bölgelerinden denizlere ve okyanuslara akıyor. Bu ortamlarda küçük parçalara ayrılan plastikler gezegenimizi neredeyse kaplamış durumda. Onlara her yerde rastlamak mümkün: Soluduğumuz havada, yemeklerimize attığımız tuzda, hatta içimizde.



Denizlerdeki ve okyanuslardaki mikroplastik kirliliği sadece ekolojik açıdan değil aynı zamanda gıda güvenliği dolayısıyla da insan sağlığını tehlikeye atabileceği için endişe yaratıyor. İnsanların tükettikleri deniz canlılarındaki ya da çeşitli gıda maddelerindeki mikroplastiklerin yanısıra hava gibi başka yollardan da mikroplastığe maruz kalmaları artık küresel bir sorun olarak düşünülüyor. Diğer yandan mikroplastiklerin bu ürünlerdeki mevcudiyeti ve ne kadar mikroplastığe maruz kaldığına dair bilgi yetersizliği nedeniyle mikroplastiklerin insanlar üzerindeki potansiyel etkileri de yeterince anlaşılmış değil. Bu nedenle de birçok bilim insanı öncelikle mikroplastiklerin insan vücudundaki dokulara girişinin ve emilim sürecinin mekanizmasının çözülmesi gerektiğini ve ancak bu koşullarda mikroplastiklerin etkilerinin tam olarak anlaşılabilceğini düşünüyor.

Araştırmacılar mikroplastik tüketiminin etkileri hakkında konuşmak için henüz erken olduğunu söylese de hayvanlar üzerinde yapılan önceki çalışmaların mikroplastiklerin zararlı olabileceğine dair sonuçları var. İnsanlarda çalışma yapmak ise hayli zor, çünkü neredeyse çoğumuzun vücudunda mikroplastik var; dolayısıyla da bir kontrol grubu oluşturmak ve sonuçları karşılaştırmak neredeyse imkânsız.

Mikroplastiklerin çoğu sindirim sistemini herhangi bir zarar vermeden geçecek kadar küçük ancak hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalara göre mikroplastiklerin vücutta diğer hormonları bozan bisfenol A (BPA) ve başka toksik maddeleri tutma ve vücudun diğer bölümlerine taşıma kapasitesi var. Bu da bağışıklık sisteminin işlevini bozma, büyümede ve üremede sorunlara yol açma riskini akla getirebiliyor.

Çeşitli ülkelerden bir grup katılımcının dışkı örneklerinin incelendiği araştırmada her bir dışkı örneğinde mikroplastik olduğu tespit edildi. Viyana Tıp Üniversitesi ve Avusturya Çevre Ajansı'ndan araştırmacıların yaptığı çalışmada, Finlandiya, İtalya, Japonya, Hollanda, Polonya, Rusya, İngiltere ve Avusturya'dan katılımcılar yer aldı. Sonuçlar, her bir dışkı örneğinin mikroplastik varlığı açısından pozitif olduğunu ve dışkılarda dokuz farklı plastik tipinin tespit edildiğini gösterdi.

Dışkı örneklerinde bulunan 9 farklı tür plastik, yeni geliştirilen analitik bir yöntemle Avusturya Çevre Ajansı'nda tarandı. Örneklerde en yoğun olarak polipropilen (PP) ve polietilen tereftalat (PET) olmak üzere boyutları 50-500 µm aralığında olan mikroplastiklere rastlandı. Araştırmacılar ortalama 10 g dışkıda 20 mikroplastik tespit etti.

Araştırma ekibinin lideri Dr. Philipp Schwabl mikrop-
lastiğin insan bağırsağına ulaştığına dair uzun zaman-
dır şüpheleri olduğunu ve çalışmalarının bu konuda bir
ilk olduğunu belirtiyor. Dr. Schwabl, asıl endişelerinin
sindirim sistemi ile ilgili sağlık sorunları olan kişilerle
ilgili olduğunu vurguluyor. Hayvan çalışmalarında en
yüksek plastik yoğunluğuna bağırsaklarda rastlanırken,
en küçük boyuttaki mikropplastik parçacıklarının kana,
lenf sistemine ve hatta karaciğere geçebildiği görülmüş.

Mikropplastiklerin denizlerde birikmesi, taşınması, ya-
yılması ve deniz yaşamı üzerindeki olumsuz etkileriyle
ilgili artan araştırma sayısına rağmen, insan sağlığı üzerindeki potansiyel etki-
leri yeni yeni ele alınmaya başlamış. Bi-
limsel kanıtlar birçok besinde mikrop-
plastiklerin varlığını gösterse de mikrop-
plastiklerin insan vücudundaki etkileri
hakkında kesin bir bilgi bulunmuyor.

Bilim insanları, 150 μm 'den daha
büyük olan mikropplastiklerin bağırsak-
larda emiliminin gerçekleşmeyeceği-
ni tahmin ederken, 150 μm 'den küçük

Çevre kirliliği ve
insan sağlığı ile ilgili
endişelerden dolayı,
Avrupa Birliği'ne üye
bazı ülkelerde,
kozmetik ve temizlik
ürünleri gibi mamullerde
mikropplastiklerin
kasıtlı kullanımıyla
ilgili ulusal yasaklar
yürürlüğe girdi.

mikropplastiklerin bağırsak boşluğundan lenf ve dolaşım
sistemine geçebileceğini düşünüyor. Sadece 20 μm 'den
küçük mikropplastiklerin organlara nüfuz edebileceği,
çok daha küçük parçacıkların (0,1 > 10 μm) hücre zarını,
kan-beyin bariyerini ve plasentayı geçebileceği ihtimali
üzerinde duruluyor. Bu durumda mikropplastiklerin karaciğ-
er, kas ve beyin dokularında dağılımının da söz konu-
su olacağı düşünülüyor. Ayrıca nano ve mikropplastiklerin
bağıışıklık sistemiyle etkileşiminin immünotoksisteye yol
açabileceği ve sonuç olarak da bağıışıklık sisteminin bas-
kılanması, bağıışıklık sisteminin etkinleşmesi ya da anor-
mal yangısal yanıt gibi yan etkilerin ortaya çıkabileceği yönünde fikirler var.

Gene de mikropplastiklerin insan sağlığıyla ilgili risklerini anlamak için
erken olduğu kanısı yaygın. Mikropplas-
tiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri-
ni değerlendirmek için parçacık büyük-
lüğü, polimerik bileşimi, parçacık şekli,
yüzey alanı, yoğunluğu, kalıcılığı, kir-
letici taşıyıp taşımadığı gibi faktörlerin
göz önünde bulundurulması gerekiyor.



