



MİKROPLASTİKLER: HAYATI KUŞATAN YENİ TEHLİKE

MICROPLASTICS: NEW DANGER SURROUNDING LIFE

ÖZET: Plastik Çağı'nı yaşadığımızı söylemek bir abartı olmaz. Plastikler, kimya ve malzeme bilimi sayesinde saymayacağımız kadar çok çeşidi ile hayatımıza girmiş ürünler olarak filtrelenmesi ve korunması zor kirleticilerin başında gelmektedir. Bu açıdan mikroplastikler, günümüzde insanın plastik ayak izinin büyüdüğünü, bunun genel canlı sağlığı ve sürdürülebilir çevre için risk haline geldiğini işaret eden yeni bir göstergedir. Kişisel bakım ürünleri, şampuanlar, deterjanlar, diş macunları, tekstil ürünleri, çantalar, ayakkabılar, araba lastikleri, gıdalar gibi çok yaygın bir ürün yelpazesi, kompozisyonunda mikroplastik içeriyor, kullanımına bağlı olarak havaya, suya, çevreye mikroplastik parçacıklar saçıyor, bunu doğaya teknoloji ve ürünleri salıyor. Bitkiler, kara ve deniz canlıları ile insanlar, çok küçük bu plastik parçacıkları yaygın olarak yiyor, içiyor, soluyor. Yaygın ve yüksek bir farkındalık oluşması, ciddi önlemler alınması gereken mikroplastikler, kaynakları ve etkileri ile yayılan ve yaygınlaşan kirleticiler olarak öncelikle araştırılmalıdır. Plastik ayak izimizi azaltacak bilgilendirme, bilinçlendirme, teşvik, yönlendirme ve yasal tedbirler hızla devreye sokulmadığı takdirde, artan yeni sağlık sorunları, genetik hastalıklar, başarı, motivasyon ve memnuniyet duygusunda azalma, kriminal olgularda artış, hava, su, toprak kalitesine dayalı çevre problemleri kaçınılmaz olarak artacaktır.

ANAHTAR KELİMELEER: Şehir tozları, su kirliliği, plastik, mikroplastik, sağlık, çevre

ABSTRACT: It is no exaggeration to say that we have experienced Plastic Age. Because of the development of chemistry and materials science, many kinds of plastics have entered our lives. These are difficult pollutants to filter and protect. In this respect microplastics are a new indicator that today people are growing plastic footprints, which is becoming a risk for overall living health and sustainable environment. A wide range of products such as personal care products, shampoos, detergents, toothpastes, textiles, bags, shoes, tires, foodstuffs contain microplastics in their composition and emit microparticles in the air, water and environment depending on their use. Plants, land and sea creatures and people eat, drink, breathe these very small plastic particles. A widespread and high awareness should be searched firstly as microplastics, resources and effects that must be taken seriously, and as pollutants spreading and widespread. Information, awareness, incentives, direction and legal measures to reduce our plastic footprint should be put into action quickly. Otherwise, there will inevitably increase environmental problems based on increasing new health problems, genetic diseases, decrease in success, motivation and satisfaction, increase in criminal cases, air, water and soil quality.

KEYWORDS: City dust, water pollution, plastic, microplastic, health, environment



Prof. Dr. Recep Aslan
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fizyoloji Anabilim Dalı
raslan@aku.edu.tr

GİRİŞ

Partiküler olarak 1 mm'den küçük plastik parçacıklar mikroplastik olarak tanımlanır (1) Bunu 5 mm olarak kabul eden yaklaşımlar da mevcuttur. Bu plastik kırıntıları ve parçacıklar şehir tozlarında, trafiği yoğun yerlerde, endüstri bölgelerindeki hava, toprak ve su kaynaklarında birikmekte, bitkilere geçmekte, hayvanlar ve insanlar tarafından solunumla aspire edilmekte ve yutulmaktadır. Mikroplastiklerin ve plastik katkı maddelerinin solunması, yutulması, organizmaların sağlıkları için belirsiz ve riskli sonuçlara yol açabilmektedir. Mikroplastiklerin günümüzde, kutuplardan ekvatora kadar tüm kıtalarda, kara ve sularda önemli bir kirlilik nedeni olduğu, bunların yoğun nüfuslu bölgelerde daha fazla malzemeyle kontamine olduğu, buna rağmen böylesi büyük bir tehlikenin ağır metaller gibi kirletici ve zehirleyicilerin gölgesinde yeterince fark edilmediği görülmektedir (1, 2) Mikroplastik çeşitliliği, yaygınlığı ve parçaların büyüklükleri dünyanın farklı bölgelerine göre değişmekte, fakat günlük hayatın rutin işleyişi esnasında bu parçacıkların ortama bırakılmasının sıradanlaştığı gerçeği değişmemektedir. Mesela mikroplastikler için önemli

bir kaynak, çamaşır yıkanması esnasında, giysilerden ve deterjanlardan suya karışan plastik lifler ve parçacıklardır ki, bunlarla kirlenmiş atık sular yoluyla su kaynakları, bitkiler, kara ve su hayvanları da mikroplastiklere maruz kalmaktadır. Mikroplastikler, tekstil endüstrisinde kullanılan polyester ve akrilik lifler ile boyar malzemelerden yaygın olarak oluşmaktadır. Atık su deşarjlarını ve kanalizasyon atıklarını alan habitatlardan alınan sediment örnekleri bu parçacıkları yoğun olarak içermektedir. Evsel çamaşır makinelerinin atık su örneklerini inceleyen çalışmalar, tek bir giysinin her bir yıkamada yaklaşık 1900 mikroplastik lif üretebildiğini göstermiştir (1).

Plastikler hafif, esnek, dayanıklı, kolay işlenebilir ve ekonomik olmak gibi avantajları nedeniyle günlük hayatın her alanında yaygın kullanılan polimer tabiatlı malzemelerdir.

Dünyadaki plastik tüketimi 1950'lerden bu yana hızla ve katlanarak artmakta, 2050 yılına gelindiğinde, bugünkü rakamlara 33 milyar ton plastik ekleneceği düşünülmektedir.

Mutfak eşyaları, ambalaj malzemeleri, otomotiv, beyaz eşya, makina, oyuncak, bahçe malzemeleri, inşaat, halı, battaniye ve giyimde kullanılan tekstil ürünleri önemli düzeyde plastik malzeme içermektedir. Bu plastikler tek-çok kullanımlık, dayanıklı dayanıksız, sert yumuşak gibi özelliklere sahip olarak çeşitlenmektedir. Birincil veya ikincil mikroplastik ürünlerin insan ve hayvan sağlığı ile çevrede yol açtığı tehlikelerin çoğu henüz tanımlanmış değildir. Artan plastik üretim ve tüketimiyle orantılı olarak bu riskler ve sorunlar hızla artmaktadır (2).

NAYLONDAN PLASTİĞE

Naylon, dünyanın her yerinde bir anda meşhur olan ilk plastiktir ama naylon ve plastik farklı kimyasal maddelerdir. Her ikisi formülleriyle birbirinden ayrılrsa da, algı olarak birbirleriyle karıştırılan ürünler olarak sıklıkla bir diğeri sanılmaktadır. Naylon olmadı-

ğı halde plastik torbalar halk arasında naylon torba, plastik sera örtüleri naylon örtü olarak tanımlanır (3). Bu o kadar yaygın bir yanılmadır ki bazı belediyeler, sivil toplum kuruluşları, üniversiteler ve kamu kurumlarının bildiri, ilan, spot ve hatta ihale ilanlarında bile karşımıza çıkmakta, "ihale ile naylon torba alınacaktır" ilanları yayınlanabilmektedir. Bahsedilen torbalar, örtüler "polietilen" denilen plastikten yapılıdır. Polietilen, sadece karbon ve hidrojen atomlarından oluşurken, naylon karbon ve hidrojen yanı sıra azot atomu da içerir. Kadın ve erkek çorapları, spor kıyafetleri, makine halıları, paraşütler, perdeler, bavullar, şemsiye kumaşları, diş fırçalarının kılları, ameliyat iplikleri, gitar telleri, olta misinaları, tenis raketlerindeki tel fileler, balık ağları, futbol gibi oyunlardaki kalelerin filesi, plastik sanılan makine veya motor parçaları, astronot elbiselerinin ipliği, astronotların aya diktiği bayrak gibi oldukça fazla ürün naylondur veya yapımında naylon kullanılmıştır (3).

Ülkemiz, plastik teknolojisi ile plastik ve plastiğe dayalı ürün oluşturan önemli ülkeler arasındadır. Bununla birlikte, hem ülkemizde hem de pek çok sanayileşmiş ülkede plastiğin kontrollü tüketimi, ürünlerinin ve atıklarının ortamdaki toplanması konusunda yeterli önlemlerin alınmadığı görülmektedir. Dünya genelinde toplumsal olarak plastik üretim, kullanım ve geri dönüşümü konusunda yeterli bilincin oluşması için STK'lar, medya, üniversiteler ve hem yerel hem de merkezi kamu kurumlarının kısa, orta ve uzun vadeli bilinçlendirme ve eylem planları ile projeleri hayata geçirmesi gerekmektedir. Bu yeterince yapılmadığı için mikroplastikler ve bunlara bağlı tehlikelerden birçoğumuzun haberi yoktur. Hatta birçok yerel yöneticinin, medya sorumlusunun ve üniversite yönetiminin mikroplastikler gibi bir öncelik alanı bulunmamaktadır. Oysa şehir tozları, atık sular gibi yollarla maruz kaldığımız bu parçacıklar başarı, problem çözme, kendini iyi



hissetme, sağlıklı insanlar arası ilişki ve iletişim gibi birçok konuda olumsuz etkileriyle dikkat çekmekte; şehir tozlarındaki tozuşan yüzlerce içerik arasında, tekstil parçaları, otomobil lastiklerinin kırıntıları ve diğer mikroplastik ürünler önemli yer tutmaktadır (4). Mikroplastikler, şampuan, sabun, diş macunu, göz kalemi gibi kişisel bakım ürünlerinden kıyafetlerimize kadar her şeyde bulunuyor, bu nedenle her gün onlara maruz kalıyor, onları farkında olmadan yutuyoruz, yiyoruz, soluyoruz. Örneğin peeling etkili ürünlerde hala küçük, aşındırıcı plastik kürecikler kullanılmaktadır. Bu aşındırıcı kürecikler, cilt yüzeyinde bulunan ölü hücreleri cilde zarar vermeden uzaklaştırabilmektedir, bu özelliği nedeniyle kişisel yüz ve vücut bakım ürünlerinde bir birleşen olarak yer almaktadırlar (5). Ancak insan ve diğer canlıların solunum ve dolaşım sistemine kolayca nüfuz edebilen, kendileri küçük ama riskleri büyük olan bu plastik parçacıklarının fizyolojik ve psikolojik sağlık üzerine etkileri, ekolojik döngüyü nasıl etkilediği öncelikli araştırma konuları arasına mutlaka alınmalıdır.

MİKROPLASTİK NEDİR?

Partiküller olarak 1- 5 mm'den küçük olan plastik parçacıklar "mikroplastik" olarak kabul edilir ve bunlar birincil ve ikincil mikroplastikler olarak iki gruba ayrılır. 5 mm'den küçük plastik üretim döküntüleri ve kozmetiklerde kullanılan mikro boncuklar birincil mikroplastikler olarak, giysi ve halı, battaniye gibi tekstil ürünleri kaynaklı sentetik tekstil lifleri ile araç lastiği döküntüleri ve diğer plastik atıklar, plastik döküntüler ise ikincil mikroplastikler olarak tanımlanır. İkincil mikroplastikler belli bir parçalanma, yıkımlanma, ufalanma süreci sonucu dolaylı oluşan mikro nano kirleticilerdir. Onları parçalara ayıran faktörler antropojenik olabileceği gibi hava, rüzgâr, güneş, UV

ışınları, su gibi doğal faktörler de olabilir.

Mikroplastiklerin, yani mikroskobik plastik partiküllerin varlığı, incelenmesi, belirlenmesi ve etkileri, iki binli yılların başlarında gündem oluşturmaya başlamıştır. Buna rağmen mikroplastikler giderek artan bir ivmeyle havada, karalar, kıyılar ve sularda tehlike oluşturmaya devam etmektedir. Habitat ve biyotaya olumsuz etkilerine odaklanmış çalışmalar özellikle son 5 yılda artış göstermiştir. Buna rağmen mikroplastik kirliliği ve bu konuda yapılan çalışmalar oldukça yetersizdir, bu nedenle yeni araştırma konusu arayan araştırmacılar için iyi bir fırsat alanıdır (1, 2, 5, 6).

Mikroplastikler genellikle katkı

Polymer type	Malzeme	çöp oranı (%)
Polyethylene (PE)	plastik poşet, sera örtüsü	31
Polypropylene (PP)	halat, pet şişe kapağı, ağlar	25
Polystyrene (PS)	köpüklü malzemeler, paketlenme	16
Polyamide (nylon) (PA)	naylon ip	6
Polyester (PES)	fiber, tekstil	3.7
Polyvinyl chloride (PVC)	boru	1.8
Polyethylene terephthalate (PET)	pet şişe	0.9
Polycarbonate (PC)	damacana, elektronik	
Cellulose acetate	sigara filtresi	

Tablo 1. Çevresel atıklardaki plastik çeşitleri ve yüzdeleri (6)

malzemesi içerirler. Mukavemeti artırmak, farklı ve istenilen özellikte ürün elde etmek gibi amaçlarla plastiklerde Bisfenol A, kurşun, bakır, kadmiyum gibi ağır metaller, fitalatlar gibi canlılara zararlı katkı maddeleri kullanıldığı bilinmektedir. Mikroplastikler lipofilik özellikleri nedeniyle toksik kirleticileri adsorplayabilmekte; PBDE, DDT, PAH, PCB gibi kalıcı organik kirleticileri ve toksik pestisitleri adsorplayarak yüzeyinde taşıyabilmektedir. Mikron boyutundaki bu plastikler adsorpladıkları organik kirleticilerin besin zinciri yoluyla bir üst gruba aktarmaktadırlar. Mikroplastiklerin canlılar tarafından besin zannedilerek yutulabilmeleri, atık su arıtma tesislerinde tam anlamıyla giderilememeleri, atmosferde ve sularla taşınmaları, doğada yok olmalarının zor olmaları, sağlık ve sürdürülebilir çevre açısından önemli bir risktir (2). Çeşitli canlılar mikroplastik parçaları bünyelerine aldıklarında sindirim, boşaltım, üreme, büyüme süreçlerinde sorunlar yaşamaktadır, bu konularda yapılmış çalışmalar mevcuttur. Omurgasızlar, zooplanktonlar, midyeler, solucanlar, balıklar gibi canlılara mikroplastik yutturma deneyleri ile sindirim, dışkılama, büyüme, çoğal-

ma durumları takip edilmiştir. Mikroplastiklerin alg, su piresi, copepod gibi canlılar ile midye, denizanası ve dişsiz balinalar (*Balaenoptera physalus*) gibi suyu süzerek beslenen canlılarda yapılan çalışmalar, bu canlıların suyu süzerek beslenmesi nedeniyle aşırı miktarda mikro çöpe ve mikroplastığe maruz kaldığını göstermiştir (2, 5).

MİKROPLASTİK KAYNAKLARI

Günümüzde okyanuslardaki mikroplastiklerin % 20'sinin denizlere doğrudan döküldüğü, % 80'lik kısmın ise atıklar, çöpler ve kanalizasyon gibi karasal etkenlerden kaynaklanmaktadır.

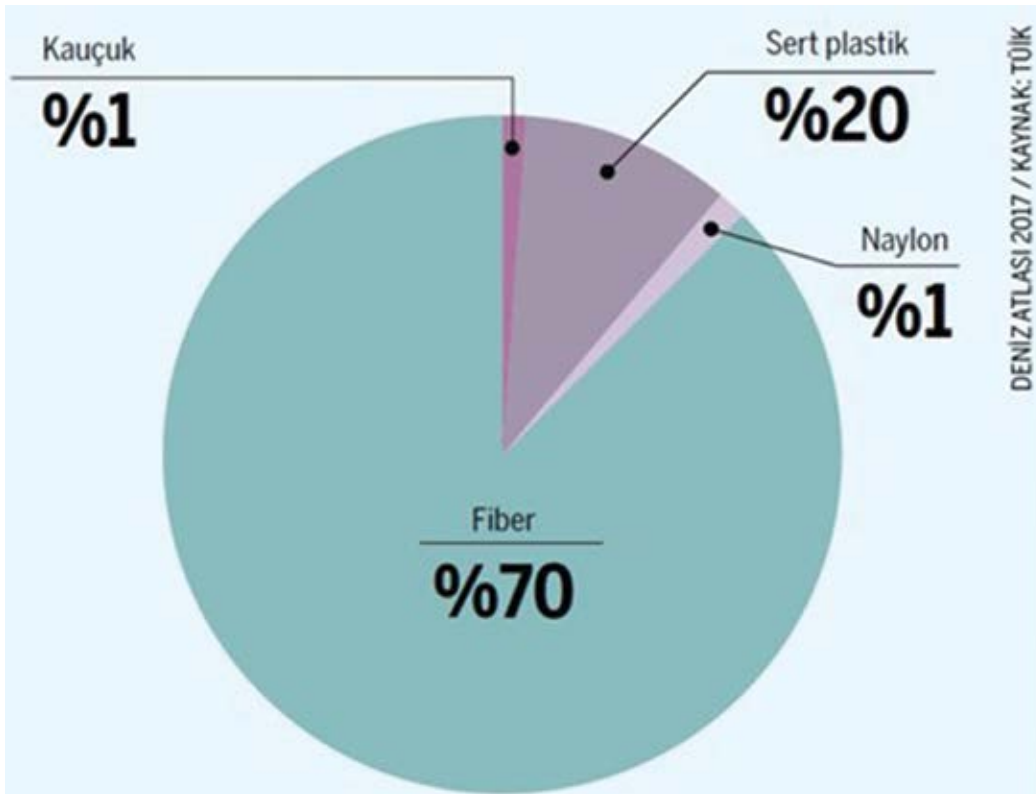
Deniz ve kıyılarda tespit edilen atıkların %75'inden fazlasını plastikler oluşturmaktadır (6).

Ufalanarak oldukça küçük partiküller haline gelebilen plastikler akarsular, rüzgâr gibi iklim ve doğa hareketleri yanı sıra antropojenik etkilerle bir döngüye girerek taşınabilmekte, deniz ve okyanuslar, göller, akarsular gibi su kaynakları ile atık sularda, hatta artılmış sularda ciddi düzeylerde mikroplastığe rastlanmaktadır. Evlerdeki çamaşır ve bulaşık makinelerinin önemli bir mikroplastik kaynağı oldu-

ğunu biliyoruz. Kişisel bakım ürünleri de bu konuda çok dikkatle kullanılması gereken kimyasallardır. Bir cilt temizleme ürününün bir dozunda yaklaşık olarak 360.000 adet polietilen mikro boncuk olduğu düşünüldüğünde, bu ürünlerin her kullanımı ile fazla sayıda mikro plastik kanalizasyona ve atık su drenajı ile doğal su kaynaklarına geçmektedir. İleri teknolojiye sahip olmayan klasik atık su arıtma tesislerinin bu mikro boncukları tutamadığı, bu nedenle bu parçacıkların artılmış su ile birlikte doğal su kaynaklarına geçtiği unutulmamalıdır. Doğal su kaynaklarına geçen parçacıklar, hem mikroskopik canlılar hem de balıklar gibi büyük canlılar için tehdit oluşturmaktadır (2).

Akdeniz'in sadece ülkemize ait kıyılarında 2016 yılında aylık örneklemelerle yapılan bir çalışmada, 28 türe ait 1137 balığın büyük çoğunluğunda, sindirim sisteminde mikroplastik olduğu tespit edilmiş, en sık karşılaşılan mikroplastığın genellikle çamaşır makinelerinden geldiği düşünülen fiber olduğu görülmüştür (Şekil 1). Günlük diyetinde sıklıkla deniz canlısı tüketen kişilerin besin yoluyla günde ortalama 11 bin mikroplastik parçacık aldıkları bildirilmiştir. 2016 yılında ülkemizde 8.9 milyon ton plastik üretildiği, bunun %10'undan fazlasının ambalaj sanayinde kullanıldığı, Türkiye'de çevreye yılda ortalama yarım milyon ton plastik atığın verildiği rapor edilmiştir. Yakın zamana kadar Karadeniz, Ege ve Akdeniz kıyılarındaki bazı yerleşim birimlerinde belediyeler bu atıkları doğrudan denize dökmekte veya denize dökülen akarsulara bırakmakta idi. Dünyada ve ülkemizde katı atıkların %80'inden fazlasını plastikler oluşturmaktadır. Plastik tiplerinin doğada kalma süresi farklı olsa da, sonuçta kimyasal ve fiziksel yıkımlayıcı etkilerle parçalanıp 5 mm'den küçük partiküller haline geldiklerinde mikroplastikler dönüşmektedirler (6, 7).

Katı plastik atıkların parçalanması dışında denizler ve sulardaki



Şekil 1. Kıyılarımızdaki barbun ve istavritlerde tespit edilen plastik tipleri



Resim 1. Çoğu kişisel bakım ve kozmetik ürünlerde kullanılan plastik türü polietilendir

mikroplastiklerin en önemli kaynağı atık su tesisleridir. Doğal su kaynaklarına deşarj edilen kentsel atık sular, özellikle sentetik elyaf ve temizlik malzemeleri kaynaklı mikroplastik parçalar içermektedir. Arıtma yapılan klasik atık su tesisleri mikroplastiklerin giderilmesinde genellikle yetersiz ve etkisiz kalmaktadır. Elektroliz ve filtrasyon gibi ileri ve güncel tekniklerin uygulandığı sistemlerde bu ürünler toplanabilmektedir (6). Mikroplastiklerin ekosistemlerdeki kirlilik seviyesinin takip edilmesi ve zararlı çevresel etkilerinin araştırılması Avrupa Birliği müktesebatında yasal bir zorunluluk olduğundan ülkemizde de mikroplastik seviyelerinin takibi yapılmakta, bu konuda akademik çalışmalar yürütülmektedir. 2014 yılında tüm dünya denizlerinde suda yüzer vaziyetteki plastik sayısının 5.25 trilyon olduğu, bunun 4.85 trilyonunu mikroplastiklerin oluşturduğu hesaplanmıştır. ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, 2016 yılında Doğu Akdeniz kıyılarında yaptığı bilimsel çalışmada, 1 metreküp deniz suyunda 0.29 - 21.23 mikroplastik parçacığı tespit etmiştir. Deniz tabanında ise bu değerlerin 1 metreküp kumda 100-560 mikroplastik parçacığı seviyelerinde olduğu bulunmuştur (6). Deniz suyundaki ve tabanındaki mikroplastiklerin tipleri arasında en fazla rastlananlar sırasıyla fiber, polyester ve naylondur (6, 7).

Mikroplastikler başta evsel kullanım, endüstriyel üretim, zirai faaliyetler ve ulaşım araç gereçleri olmak üzere her türlü antropojenik faaliyetten kaynaklanabilir. Bunların bırakılacağı ve problem oluşturabileceği ortam da hangi kaynaktan üretildiklerine göre değişmektedir. Örneğin mikro boncuklar atık su vasıtasıyla su kaynaklarına girerken, tarımsal faaliyetlerde kullanılan bir aracın aşınmasıyla ufalanmış plastikler toprakta olacaktır. Çevresel

mikroplastiklerin kaynakları genel olarak şöyle özetlenebilir (5, 6):

1. Kişisel bakım ve hijyen ürünlerindeki mikro boncuklar birincil mikroplastiklerdir. Mikro boncuklar (microbeads), şampuan, sabun, diş macunu, maskara, dudak parlattıcısı, göz kalemi, güneş kremi, deodorant gibi kozmetik ürünlerde bulunabilmektedir. Ülkemizde en çok rastlanan kozmetik plastiği polietilendir. Bunun dışında

1. "EKONOMİ-EKOLOJİ" VAZGEÇİLMEZLİĞİ
2. İNSAN İÇİN SAĞLIKLI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM HAKKI
3. BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI
4. MULTİ DİSİPLİNER VE İNTERDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR
5. KARAR VERME SÜRECİNE ENFORMASYON
Ulusal Çevre Veri Tabanı oluşturulması ve güncellenmesi
CBS, Geotasarım uygulamaları
Uzaktan Algılama Tekniklerinden yararlanım
6. YEREL YÖNETİMLERİN ÖNEMİ
7. HALKIN BİLGİLENDİRİLMESİ, BİLİNÇLENDİRİLMESİ, KARARLARA KATILIMININ SAĞLANMASI VE SORUMLULUKLARIN PAYLAŞIMI
8. "DEVLET- VATANDAŞ-GÖNÜLLÜ KURULUŞ" İŞ BİRLİĞİNİN TESİSİ
9. ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMLERİ
ISO (International Standart Organization)
ISO-9000 (toplam kalite yönetimi)
ISO-14000 (çevresel yönetim standartları)
EMAS (Enviromental Management Audit Scheme; çevresel yönetim uygulamaları)
RESPONSIBLE CARE
10. İNSAN DAVRANIŞ KALIPLARININ DEĞİŞTİRİLMESİ
Yasla Düzenlemeler: Yasalar, Mevzuatlar, Yasaklar
Ekonomik Enstrumanlar: Vergiler, Harçlar, Teşvikler
İkna edici Enstrumanlar: Eğitsel çalışmalar

Şekil 2. Sürdürülebilir çevre için temel politika enstrümanları (8)

2. mikro boncuklarda polipropilen ve polyamid de görülebilir. Geldiğimiz noktada, bir çok global marka, sosyal sorumluluk gereği ürünlerinde mikro boncuk kullanımını bırakmaya başlamış, sayıları artan bir çok ülkede kozmetiklerde plastik mikroboncukların kullanımı yasaklanmaya başlamıştır. Deterjanlar ve temizlik ürünlerinde de mikro boncuklar korozif parçacık olarak kullanılmaktadır. Kozmetiklerdeki mikro boncuklar yasaklanmaya başlanmasına rağmen çelik yüzey parlaticılar, deterjanlar ve temizlik ürünlerindeki mikro boncuklarla ilgili yasal bir düzenleme henüz yoktur. Bir üründe, özellikle de kişisel bakım ürünlerinde bu tür plastiklerin olup olmadığı "polyethylene, microbeads" ifadelerinden, ürünün içindekiler kısmından anlaşılabilir (Resim 1).
3. Plastik ürünler ve malzemeler kaynaklı mikroplastikler ikincil mikroplastiklerdir. bunlar, günlük yaşamda evler, mutfaklar ve dış mekanlarda kullanılan plastik ürünlerin aşınması, ufalanması sonucu ortama bırakılırlar.
4. Sentetik tekstil ürünleri ikincil mikroplastiklerin kaynaklarındandır. Bunlar, polyamid (PA, nylon), polyster, akrilik gibi sentetik polimerlerden üretilen ve ıslak mendil, çanta, ayakkabı, kıyafet, battaniye, halı gibi çok geniş yelpazedeki malzemede kullanılan tekstil ürünlerinin çamaşır makinesinde ve elde yıkanması ya da kullanımı sonucu yıpranması ile oluşan mikroliflerdir. Özellikle yaygın kullanımı nedeniyle ıslak mendillerden kaynaklanan mikrolifler önemli bir çevre sorunu oluşturmaktadır. Doğrudan klozete atılıp üstüne sifon çekilen ıslak mendillerin atık sulardaki sentetik mikroliflerden sorumlu olduğu bildirilmektedir.
5. Plastik üretimi, işlenmesi ve şekillendirme işlemi gibi endüstriyel işlemler sırasında çevreye bırakılan hammaddeler, kalıntılar ve atıklar

- da birincil mikroplastik kaynaklarındandır.
6. Ulaşımdan kaynaklanan en önemli mikroplastikler ikincil nitelikte olup araç lastiği döküntüleridir.
7. Plastik polimerden üretilen damla sulama sistemi ağı materyalinin zamanla ufalanması, parçalanması, tarımsal faaliyetler sonucu ikincil karakterli mikroplastik oluşum ve salınım kaynakları olarak bilinir.
8. Kullanılan her çeşit küçük plastik ürünün bilerek veya kazaen atık sulara bırakılması da, mikroplastik kaynakları arasında sayılabilir.

PLASTİK AYAK İZİMİZE DİKKAT ETMEK ZORUNDAYIZ

Doğaya bırakılan bir plastik atık bir süre sonra parçalanarak milyonlarca mikroplastik parçacık haline dönüşüyor. Bu plastikler parçalanıp, ufalandıklarında mikronik boyutlara ulaşsalar bile polimer özelliğini korumakta, yalnızca fiziksel olarak daha küçük plastik parçacıkları haline dönüşmektedirler. Bir sorunu kaynağında çözmek her zaman en etkili çözüm yöntemi olduğundan, çevresel kirliticileri henüz kaynağında önlemek oluşmuş bir kirliliği gidermeye çalışmaktan daha bilimsel, daha kolay, daha ekonomik ve daha ekolojik bir yöntem olacaktır (8). Bu ise ancak sürdürülebilir çevre bilinci ve duyarlılığının bulunması ile mümkündür. Günlük yaşamda kullandığımız deterjanlardan, tekstil ürünlerine, ayakkabıdan çantaya, otomobil lastiğine, kişisel bakım ürünlerine kadar kullandığımız malzemeler hakkında çevreye duyarlı seçimler yapmalıyız. Ayrıca yaşam tarzımızı da gözden geçirmeliyiz. Gü-rültü üreten, yıpratıcı, bir şeyi hoyrat ve hırçın kullanan, enerji tasarrufunu önemsemeyen, yeşil satın alma gibi bir önceliği olmayan, fast food beslenme tarzını benimseyen, geri dönüşüm kapsamında bile olsa fazla atık üreten, bindiği otomobille spin atan, ani frenlerle lastik yakan bir kişinin plastik ayak izinin çok büyük olacağı ortadadır (2).

Sürdürülebilir çevre için bireysel adımlar öncelikle temel çevre politikalarını bilmek, bunları uygulamak ve plastik ayak izimizi azaltma çabalarıyla başlar. Ancak unutulmamalıdır ki, kendilerinin ve çocuklarının temel ihtiyaçlarını karşılayamayanlar, çevre korumaya yeterince duyarlı olamazlar (Şekil 2) (9).

SONUÇ

Günlük yaşamda neredeyse kaçamadığımız mikroplastiklerin, insan tüketimine sunulan tuz, su ürünleri, şeker, bal ve hatta soda gibi yiyecek ve içeceklerde ve iç ortam ve dışarıdaki havada mevcudiyeti bilinmektedir. Bu tablo tüm canlıların beslenme ve inhalasyon yoluyla mikroplastiklere maruz kaldığını göstermekte ancak bunun sağlık ve çevre üzerindeki yeni sorunlara yol açan bazen geri dönüşü olmayan etkileri henüz bilinmemektedir. Mikroplastiklerin fizyoloji ve homeostaz açısından olumsuz etkileri üzerine yapılan çalışmalar mikroplastiklerin kimyasal ve mikrobiyal tehlikelerinin altını çizmektedir. Solunan ve yutulan mikroplastikler dokularda birikerek bağışıklık sistemini ya baskılayıp veya hipersensibil hale getirerek homeostazı lokal veya genel olarak bozabilir. Monomerlerin, plastikteki katkı malzemelerinin, adsorbe edilmiş kirliticilerin dokulara sızması ile kimyasal toksisite oluşabilmektedir. Genellikle kronik maruziyete bağlı etkilerin görülmesi, süreci daha tehlikeli hale getirmektedir ve bu alanda yapılmış çalışmalar yetersizdir.

Önemli avantajları olan bir teknolojik malzeme olması nedeniyle plastiği kullanmaktan tamamen vazgeçmek düşünülemez. Ama malzeme mühendisliğinin geliştiği bir dünyada, plastiğin yerini tutabilecek yeni hammadde arayışları öncelikli hale getirilebilir. Ayrıca plastik içermeyen alternatifler, az plastik kullanılarak üretilen ürünler, daha kaliteli, çevreci plastik ürünler tasarlanması gibi seçenekler teşvik edilebilir. Bireysel olarak plastik



ayak izimizi takip etmek, gereksiz kullanım ve tüketimden kaçınmak, atık oluşumunu azaltmak ve kaynağında önlemeye çalışmak, geri kazanım ve tekrar kullanım için çaba göstermek önemli birer plastik ayak izi küçültücü davranış modelidir. Mecbur kalınmadıkça, tek kullanımlık plastik poşetler yerine tekrar kullanılabilir olanları tercih edilmeli, plastik PET şişeler, plastik kutu, kap ve bardaklar yerine çok kullanımlık cam, seramik veya metal ürünler tercih edilmeli; yüz yıkama jeli, diş macunu, kozmetik gibi kişisel bakım ürünlerini alırken mikro boncuk (mikroplastik) içermeyenleri almaya çalışmalı; sentetik tekstil ürünleri yerine pamuk, keten, ipek gibi doğal olanları tercih etmeli; gereksiz yeni ürünlerden uzak durmaya çalışmalı; gereksiz ambalajlı ürünler tercih edilmemeli; alınacak ürün ambalajlarının doğa dostu veya biyo bozunabilir olmasına özen gösterilmeli; tercih edeceğimiz ürünlerin doğal ve çevre dostu olmasına özen göstermeliyiz. Ürün satın alırken etiket okumayı alışkanlık haline getirmeli, içerik etiketini iyice okumalı, plastik içeriyorsa doğal alternatifine yönelebilmeliyiz. Kullanacağımız ürünün doğallığı, çevreye ve sağlığa et-

kileri, faydaları, maliyeti, atık oluşumu gibi özelliklerini düşünmeyi alışkanlık haline getirmeliyiz. İnsan israf ekonomisine dayalı hayat tarzında ısrar ettikçe, daha fazla plastik malzeme ve sentetik tekstil kullandıkça, kişisel bakım ve temizlik ürünlerinde, araçlar ve ev eşyalarında birincil ve ikincil mikroplastiklere dönüşen plastikleri kullandıkça, insan, hayvan ve habitatın mikroplastiklere maruziyeti ve mikroplastiklerce kirletilmesi kaçınılmazdır, sonuçları da üzücü olacaktır. Hava, su ve kara ekosistemlerindeki mikroplastiklerin miktarı, durumu, kaynakları, etkileri ile ilgili kapsamlı sürdürülebilir bilgiye ihtiyaç vardır. Coğrafi Bilgi Sistemlerine yüklenecek bu tür bilgilerin mühendisler, sosyologlar, çevre bilimciler, hekimler, veteriner hekimler, eczacılar, kimya, biyoloji, hidroloji, ekotoksikoloji alanlarında çalışan bilim adamları için gerekli ve önemli olduğu düşünüldüğünde, toprak, su ve hava kalitesiyle ilgili ciddi bir kirlilik olan mikroplastiklerin ivadilikle ele alınması ve incelenmesi gerekmektedir. Bu konuda sevindirici gelişmeler de var ki onları da aktarmak gerekmektedir. 2018 yılı itibarıyla Avrupa ve Amerika'da kozmetiklerde mikroplastik kul-

lanımının yasaklanmış, ülkemizde de yüz yıkama jeli, peeling ürünlerinde PE kullanımı bırakılmaya başlanmıştır. Birçok ülkede PET şişelerin geri dönüşüme amacıyla teşvik edici kumbaralar konulduğu, bunlar sayesinde cüzi ücret karşılığında halkın atık şişeleri kumbaralara attığı görülmektedir. Marketlerde kullanılan plastik poşetler ücretli hale getirilerek file ve çok kullanımlık çantalar teşvik edilmektedir. Ancak, bütün bunlardan önce başarılı ve sürdürülebilir bir mücadele için yaygın ve etkili bir algı yönetimi süreci başlatılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, Thompson R. (2011) Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environ. Sci. Technol.* 45 (21): 9175-9179.
2. Yurtsever M. (2018) <http://microplastics.sakarya.edu.tr/>
3. Akbulut U. (2009) <http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads>
4. Aslan R. (2018) Sağlık, Zindelik, Başarı, İyi Hissetme ve Motivasyonu Tehdit Eden Sinsi Faktör: Şehir Tozları. *Göller Bölgesi Ayrıntı Dergisi.* 5(60): 43-48.
5. Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. (2011) Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin.* 62(12): 2588-2597.
6. Kideys AE. (2018) Su Kaynaklarındaki Mikroplastikler ve Ekotoksikolojik Etkileri. ODTÜ Yayınları
7. boell.org/sites/default/files/styles/fullsize/public/uploads/2017/06/gr51.jpg?itok=6vlyv85C Erişim 18.07.2018
8. Dündar Y. (2015) Mutluluk Yönetimi. ISBN: 978-605-87210-9-8
9. Dündar Y. (2005) Ekoloji Ders Notları. Afyon Kocatepe Üniversitesi.