



Plastikleri Attığımızda Ne Oluyor? Mikroplastikler

Sevda Önder^{1*}, Çağlan A. Günal², Aylin Sepici Dinçel³

¹ Çevre Bilimleri, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

² Biyoloji Eğitimi, Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

³ Tıbbi Biyokimya, Tıp Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

E-Posta: sevdaonder@hotmail.com, caglangunal@gazi.edu.tr, asepici@gazi.edu.tr

Gönderim 30.04.2020; Kabul 26.10.2020

Özet: Günlük yaşamımızda birçok malzemede plastik kullanıyoruz. Plastik kullanmaya 1950 yılında başladık. Bu çok kısa bir zaman aralığıdır. Plastik atıklar ekosistemde geniş bir alana dağılmaktadır. Plastik atıkların etkisi üzerindeki araştırmalar devam etmektedir. Makroplastiklerin sucul ve karasal ekosistemlerdeki canlı hayatına etkileri gözlemlenebilirken, mikroplastiklerin etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bu derlemedeki amacımız, mikroplastikler ve ekosferdeki dağılımları, mikroplastiklerin olası olumsuz etkileri ile ilgili genel bir farkındalık yaratmaktır. Kullanıp attığımız ve sonunda ne olduğunu düşünmediğimiz plastik atıkların en sonunda tekrar bizim vücudumuza mikroplastik olarak geri gelmeleri ihtimalinin farkına varmamızı sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastikler, çevre kirliliği, endokrin bozucu kimyasallar.

What Happens When We Discard Plastics? Microplastics

Received 30.04.2020; Accepted 26.10.2020

Abstract: We use plastic in many materials in our daily life. We started using plastic in 1950. This is a very short period of time. Plastic wastes are also distributed to wide area in ecosphere. Research continues on the effect of plastic waste. While the effects of macroplastics on the life of aquatic and terrestrial ecosystems can be observed, the effects of microplastics are not fully known. Our aim in this review is to create a general awareness of microplastics and their distribution in the ecosphere, and the possible negative effects of microplastics. It is to make us aware of the possibility that plastic wastes that we use and do not think are eventually come back into our bodies as microplastics

Key Words: Microplastics, environmental pollution, endocrine disrupting chemicals.

GİRİŞ

Günlük hayatımızda plastik malzemenin yer almadığı bir alan var mıdır? Farkında olmadan her alanda plastik ile temas ettiğimiz günümüzde bu duruma gelmemiz yaklaşık olarak 69 yıl sürmüştür. Plastiğin 1950'lerden itibaren kullanılmaya başlandığını düşünürsek bu çok kısa bir zaman dilimidir. Ancak bu zaman diliminde kullanımı katlanarak artan plastik ürünler bizim hayatımızda olduğu kadar ekosferde de kendine geniş bir alan yaratmıştır. Plastik atıkların ekosfer üzerindeki etkisi konusunda araştırmalar devam etmektedir. Makroplastiklerin sucul ve karasal ekosistemlerdeki canlı hayatına etkileri gözlemlenebilirken, mikroplastiklerin etkileri tam olarak bilinmemektedir. Bu derlemedeki amacımız, mikroplastikler ve ekosferdeki dağılımları, mikroplastiklerin olası olumsuz etkileri ile ilgili genel bir farkındalık yaratmaktır. Kullanıp attığımız ve sonunda ne olduğunu düşünmediğimiz plastik atıkların en sonunda tekrar bizim vücudumuza mikroplastik olarak geri gelmeleri ihtimalinin farkına varmamızı sağlamaktır.

PLASTİK NEDİR?

Polimerik yapıya sahip olup, petrol türevlerinden üretilen malzemelere plastik denir ^[1] . 1950'lerden itibaren kullanılmaya başlanmıştır ^[2] . 1950'de 2,1 milyon ton olan plastik üretim miktarı, 2015'te de 407 milyon tona ulaşmıştır ^[3] . Üretilen bu plastik yaygın olarak kullan at ürünlerde (tek

*İlgili E-posta/Corresponding E-mail: sevdaonder@hotmail.com

Derleme çalışması doktora tezinin bir parçasıdır.

kullanımlık) ve ambalaj sektöründe kullanılmaktadır. Kullanılan plastiklerin çoğu polipropilen, polistren, polietilen, polivinil klorür, polietilen terafitalat (PET) ve poliüretandır [4].

Üretilen plastik miktarının 1950 yılından itibaren 8,3 milyar ton civarında olduğu düşünülmektedir. Bu miktarın 6,3 milyar tonundan fazlasını atıklar oluşturmaktadır. (2017 verisi) [3]. 2050 yılına gelindiğinde, bugünkü rakamlara 33 milyar ton plastik ekleneceği tahmin edilmektedir [2].

Türkiye ve Dünya Mevzuatında Plastik

Avrupa Birliği uyum sürecinde ülkemizde Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği 27 Aralık 2017 tarihli ve 30283 sayılı resmi gazetede yayımlanmıştır. Yönetmelik, 20/12/1994 tarihli ve 94/62/AT sayılı Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Hakkında Avrupa parlamentosu ve Konsey Direktifi göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Ayrıca plastik atıkların azaltılması kapsamında alışverişte kullanılan plastik poşetler 2019 yılının Ocak ayından itibaren ücretli hale getirilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde mikroplastikler 28 Aralık 2015'de çıkarılan yasa ile resmi olarak yasaklanmış ve 1 Temmuz 2017 tarihi ile de mikroplastik ile üretim yapmak yasadışı sayılmıştır [5]. Avrupa Birliği ise, pipet, kulak pamuğu çubuğu, plastik bıçak, tabak, kaşık, çatal gibi tek kullanımlık plastikleri 2021 yılından itibaren yasaklamıştır [6].

Plastikler Nerelerde Kullanılır?

Plastikler hayatımızın birçok alanında yer almaktadır. Çoğunlukla tek kullanımlık ürünlerde olmak üzere, mutfakta kullanılan saklama kapları vb., oyuncak, ambalajlarda, otomotiv, beyaz eşya, makine, bahçe gereçleri, yapı malzemeleri, halı, battaniye ve giyim sektöründeki tekstil ürünlerinde önemli düzeyde plastik malzeme kullanılmaktadır [2]. Sigara izmaritlerinin imalatında da plastik kullanılmaktadır [6]. Dünya ölçeğinde plastiklerin % 20'si geri dönüştürülmektedir (2015 verisi) [2].

Tablo 1. Çevresel atıklardaki plastik çeşitleri ve yüzdeleri [2]

Polimer Türü	Malzeme	Çöp Oranı (%)
Polietilen (PE)	Plastik poşet, sera örtüsü	31
Polipropilen (PP)	Halat, pet şişe kapağı ağlar	25
Polistren (PS)	Köpüklü malzemeler paketleme	16
Poliamid (nylon) (PA)	Naylon ip	6
Polyester (PES)	Fiber, tekstil	3.7
Polivinil klorür (PVC)	Boru	1.8
Polietilen terafitalat (PET)	Pet şişe	0.9
Polikarbonat (PC)	Damacana, elektronik.	
Sellüloz asetat	Sigara filtresi.	

Karasal ortamlarda (çöp depolama alanları vb.) bulunan plastik maddeleri taşıyıcı etkenlerin (rüzgar, yağmur vb.) taşıma ve hareket ettirme kapasiteleri çok az olduğundan karasal ortamda plastik maddeler hareketsizdir. Yayılma alanları ve çevre üzerindeki etkileri sınırlı olmaktadır. Ancak okyanuslar, denizler, akarsular gibi sucul ortamlara ulaşmış olan plastik maddeler (makroplastikler) ise taşıyıcı etken olan akıntılar ile çok daha uzak ve geniş alanlara yayılmakta, hatta okyanuslardaki girdaplara ulaşarak yüzen plastik adaları oluşturmaktadır. Bir yılda ortalama olarak 8 milyon ton plastik okyanuslara atılmaktadır. Okyanusların taşıdığı plastik atık yükünün şu anda 150 milyon ton olduğu düşünülmektedir [4].

Makroplastikler biyolojik olarak çok uzun sürelerde yok olmaktadır. Plastik torbalar (düşük yoğunluklu polietilen) en hızlı yok olan grup olmasına rağmen bunun için 20 yıl gerekmektedir. PET şişeler 450 yıl, plastik 1000 yıl, poliüretan (sentetik fiberler, yapıştırıcılar, halıların alt kısmı ve sert plastik contalar) 1000 yıl, plastik tabak 500 yıl, çakmak 100, sigara izmariti 12, ıslak mendiller (ham maddesinde plastik elyaf bulunanlar) 100 yıl sonunda yok olmaktadır [4,6].

Bilim insanları bu nedenle petrol türevli plastiklerin yerine biyoplastik üretimi çalışmalarına devam etmektedir. Biyoplastikler, yenilebilir biyokütle kaynaklarından elde edilmektedir. Ülkemizde İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Mühendisliği Bölümü'nde peynir altı suyu ve mısır proteininden elde edilen nano taneciklerle yenilebilir gıda ambalaj malzemesi geliştirilmiştir [7].

Diğer bir çalışmada ise 7 yıl önce Kanadalı iki üniversite öğrencisi, okyanuslardaki plastikleri yiyerek suya çeviren bakteri geliştirmişlerdir. Bu araştırmaları ile ilgili olarak Perlman Bilim Ödülü'nü Kazanmışlardır [8].

Oluşan plastik atıkların yönetiminin üretici ülkeler tarafından planlanmaması ve geri dönüşüm için yeterli çalışmaların yapılmaması nedeniyle bu atıklar sorun olmaktadır. Birçok gelişmiş ülke plastik atıklarını diğer ülkelere ihraç etmektedir. 2018 yılında Çin yurt dışından plastik atık alımını yasaklamıştır. Bu nedenle plastik atıklar Tayland, Vietnam ve Malezya'ya ihraç edilmiştir. Ancak plastik atık alım miktarına kısıtlamalar getirmiştir. Bunun üzerine plastik atıklar Türkiye, Endonezya ve Hindistan'a ihraç edilmektedir. Türkiye'nin plastik atık ithalatı 2016 yılında aylık 4.000 ton iken, iki yıl içerisinde 2018 yılının başında aylık 33.000 tona yükselmiştir. 2018 yılının ortalarında ise azalmış, 20.000 tonda sabit kalmıştır. Türkiye ise 2018 yılının Ekim ayından itibaren İngiltere'den 10.000 ton plastik atık ithal etmiştir [9].

Akdeniz'deki atıklar ile ilgili yapılan bir araştırmada (Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF)) atıkların %95 ini plastik maddelerden oluştuğu tespit edilmiştir. Akdeniz'de yaşayan 134 tür deniz canlısının plastik atıklar yediği belirtilmiştir. Akdeniz'de 1 km² 'de 5 mm 'den küçük 1.25 milyon plastik parça bulunmaktadır. Akdeniz'e plastik atık boşaltan ülkeler; İspanya günde 126 ton, İtalya 90 ton, Mısır 77 ton, Fransa 66 ton. Türkiye ise bu konuda en üst sırada yer almaktadır, günde 144 ton ile en çok plastik atan ülkedir [10].

Naylon ve Plastik

Dünyanın her yerinde çok kısa bir zamanda yaygın olarak kullanılan ilk plastik naylondur. Plastik ve naylon formülleri birbirinden ayrı olan, farklı kimyasal maddelerdir. Genellikle birbirleriyle karıştırılan ürünlerdir. Yaygın olarak kullanılan naylon torbalar, örtüler "polietilen" denilen plastikten yapılır. Yapısında sadece karbon ve hidrojen atomları bulunan polietilendir. Karbon ve hidrojenin yanı sıra azot atomu da içeren malzemeler naylondur. Çoraplar, spor kıyafetleri, makine halıları, paraşütler, perdeler, bavullar şemsiye kumaşları, diş fırçası kılları, ameliyat iplikleri, gitar telleri, olta misinaları, tenis raketlerindeki tel fileler, balık ağıları, kale fileleri, plastik sanılan makine veya motor parçaları gibi oldukça fazla ürün naylondur [2].

Göl ve deniz ortamında bulunan plastik atıklar yaban hayatı için ciddi bir tehlike yaratmaktadır. Plastikler, çok küçük parçalara bölünerek sucul ve karasal ortamlarda dağılırlar [2,1].

MİKROPLASTİK NEDİR?

Mikroplastikler, boyu 5 mm'den küçük plastikler olarak tanımlanmaktadır [3,11]. Boyutları bir nanometrenin altında olanlara ise nanoplastik denilmektedir [4].

Mikroplastik terimi, 2004 yılında deniz ekoloğu Richard Thompson tarafından yayınlanan bir raporda ilk kez kullanılmıştır [3].

Mikroplastikler Nasıl Oluşur?

Parçalanma, ufalanma, dağılma süreci sonucu oluşan mikroplastiklere ikincil mikroplastik denilmektedir. Tanecikler (pellet) ve küçük parçalar halinde üretilen, bazı ilaçlarda ve kozmetik ürünlerde kullanılanlar ise birincil mikroplastiklerdir [4]. Özellikle sucul ortamlarda taşınan, denizlerin dalgalarıyla kıyılara kadar taşınıp yığılan, sahillere ve plajlara atılan makroplastikler güneş ışığının (UV-A) fotooksidasyon etkisi ile hızlı bir şekilde mili, mikro ve nano ölçeklere parçalanmaktadır [4]. Thompson tarafından yapılan bir araştırmada (2017) *Orchestia gammarellus* türünden amfipodların (karidese benzeyen ve Avrupa sahil sularında yaygın görülen kabuklular) naylon torba parçalarını yediği görülmüş ve tek bir torbayı 1,75 milyon mikroskobik parçaya ayrıştırdıkları gözlemlenmiştir [3].

Yapılan çalışmada bu küçük hayvanların, normal besinleri olan mikrobiyal tabaka ile kaplı plastikleri hızla yediği görülmüş, plastik parçalarını ya tükürdükleri ya da daha sonra sindirim sistemleri ile atıklarını tespit edilmiştir [3].

Kozmetikte ve sağlık ürünlerinde kullanılan, çapları 5 mm'den küçük (yaklaşık 1mm-4mm arasında) olan polietilen ve polipropilen plastiklere mikroboncuklar denilmektedir [12]. Birçok sağlık ve kozmetik üründe kullanılmaktadır. (Diş macunları, rimel, peeling ve yüz temizleme jelleri, deodorant ve güneş kremleri, şampuan ve sabunlar, eyeliner, dudak parlaticısı,) [4].

Kozmetik ürünlerinin bir dozunda (cilt temizleme ürünü) yaklaşık olarak 360.000 adet polietilen mikroboncuk bulunabilmektedir [2].

Bu ürünler her kullanıldığında fazla sayıda mikroplastik kanalizasyon sistemine ve atık su drenajı ile sucul ortamlara, doğal su kaynaklarına karışmaktadır [2].

Mikroplastikler ürün etiketlerinde;

- polipropilen (PP-polypropylene),
 - polietilen (PE-polyethylene),
 - polietilen tereftalat (PET-polyethylene terephthalate)
 - polimetilmetakrilat (PMMA-polymethyl methacrylate)
- olarak yer almaktadır [5].

Mikroplastik oluşumuna neden olan bir diğer kaynak da çamaşır yıkanması esnasında, plastik malzeme içeren tekstil ürünleri ve deterjanlardan suya karışan plastik lifler ve parçacıklardır. Evsel atık sular nedeniyle bitkiler, su kaynakları, kara ve su canlıları da mikroplastiklere maruz kalabilmektedir. Çamaşır makinelerinin atık su örnekleri incelendiğinde, yaklaşık 1900 mikroplastik lifin bir tek giysinin bile her yıkanması sonucu üretilebildiği görülmüştür [2].

Mikroplastikler parçacıklar, peletler, iplik-lifler, straforlar, plastik filmler, köpüklü plastikler, granüler plastikler, düz, yuvarlak, küresel, amorf ve oval şeklinde olabilmektedir [1]. Aşınma miktarı bir mikroplastığın su ortamına yeni mi ulaştığını yoksa eskiden mi girdiğini gösterebileceği gibi bozulmaya (degradasyona) uğrayıp uğramadığı hakkında da bilgi verebilir. Mikroplastikler, etrafımızda bulunan çok renkli plastiklerin renkleriyle bağlantılı olarak rengarenk olmaktadır [1].

MİKROPLASTİKLER VE EKOSFER

Kuzey Kutbu'ndaki yüzer buzuldan, deniz tabanındaki en derin çökeltilere kadar, her yerde mikroplastik bulunmuştur. Küresel iklim değişikliğinin etkisiyle Kuzey Kutbu'nda önümüzdeki on yıl süresince gerçekleşebilecek erimeyle, bir trilyonu aşkın plastik parçasının suya karışacağı tahmin edilmektedir. Dünyanın en derin noktası olan (10.994 m) Mariana Çukuru'na denizaltı ile yapılan dalışta 11 km derinlikte derin deniz canlılarının yanı sıra, plastik torba ve şekerleme poşetine de rastlanmıştır [13]. Hawaii'nin Büyük Ada'sındaki bazı sahillerde kumun yüzde 15'inin mikroplastik parçalarından oluştuğu görülmüştür. Kuzey Pasifik girdabı, okyanus havzaları civarından çöp taşıyan ve beş döner girdap sistemi ile büyük gruplar halinde toplanmalarını sağlayan sistemin en çok çöp taşıyan kısmıdır. Kamilo Point kumsalı, bu döner girdap sisteminin en çöplü olanından, Kuzey Pasifik girdabından plastik toplamaktadır. Kamilo Point'teki kumsalda çamaşır sepetleri, şişeler, Çince, Japonca, Korece, İngilizce ve Rusça etiketli kutular yığılmıştır. Güney Pasifik'te bulunan ve insan yaşamının olmadığı mercan adası Henderson'da araştırmacılar, Güney Amerika, Asya, Yeni Zelanda, Rusya ve hatta İskoçya gibi uzak yerlerden gelen aşırı miktarda plastik bulmuştur [3].

Plastiklerin okyanuslara karışmasının sonucu her yıl milyonlarca deniz canlısını öldüreceği tahmin edilmektedir. Aralarında soyu tükenmek üzere olanlar da olmak üzere yaklaşık 700 türün etkilendiği tespit edilmiştir [3].

Zooplanktondan balinalara kadar denizlerde yaşayan her boyutta tür, beş milimetreden küçük boyuttaki mikroplastikleri yemektir [3].

Mikroplastikler, üzerinde KOK'ları (dioksinler, PCBler, organoklorlu pestisitlerin farklı türleri, DDT ve HCH'ler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), hekzakloro benzen (HCB) adsorblayabildikleri için bu kimyasal maddelerin besin zincirine girmesinde önemli bir taşıyıcı olarak rol alırlar [2].

Bu nedenlerle mikroplastikler deniz hayvanları için kimyasal kirleticilerin oluşturduğu bir karışım haline dönüşür [2].

Sucul canlılar tarafından yutulan mikroplastikler besin ağı boyunca taşınarak birincil üreticiden yırtıcılara doğru biyolojik birikime (biyomagnifikasyon) uğrayabilir. Mikroplastiklerin besin zincirindeki hareketi insanlarda sonlanabilir [2].

Plastikler sucul canlıların vücutlarına dolaşarak hareketini engelleyebilir, boğulmalarına neden olabilir. Hayvanlar tarafından yutulduklarında yalancı bir tokluk hissi yaratır, sindirim ve gelişim bozukluğu, kilo kaybı veya açlıktan ölüme neden olabilir.

Mikroplastiklerin alglerin büyümesine ve su pirelerinin (*Daphnia*) üremesine etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada; nano polistirenin (nano PS) yeşil alglerin büyümesini ve fotosentezini; zooplanktonların üremesini olumsuz etkilediği, ölümlerinde de etkili olduğu bulunmuştur [1].

Doğu Çin kıyılarında Asya levreği (*Lateolabrax maculatus*), kullanılarak yapılan bir çalışmada mikroplastiklerin organizmaların vücudunda hangi organları hedef aldığı gözlemlenmiştir.

Mikroplastikler toplam bireylerin % 22-100'ünde bağırsak ve % 22-89'unda ise solungaçlarda tespit edilmiştir. Solungaçlardaki mikroplastiklerin boyutunun bağırsaklarda bulunanlardan daha küçük olduğu görülmüştür ^[14]

Mikroplastik maddelerin ise insanda ne tür etkilere yol açtığı tam olarak bilinmemektedir. Hayvan deneylerinde bu maddelerin kan dolaşımına geçerek karaciğer, böbrek, bağırsaklar ile beyinde yoğunlaştığı ve bu dokularda oksidatif strese, inflamasyona yol açtığı saptanmıştır ^[15] .

Son yıllarda yapılan çalışmalarda içme sularında, 16 ülkede üretilen deniz, kaya ve göl tuzunda mikroplastik olduğu tespit edilmiştir. Türkiye'de yapılan bir araştırmaya göre piyasada bulunan 16 markanın sofraya örneklerinde mikroplastik bulunmuştur ^[15] .

Ayrıca Avusturya'da yapılan bir araştırmada, farklı ülkelerde (8 ülke) yaşayan deneklerden alınan gaita örneklerinde mikroplastik olduğu görülmüştür ^[15] .

2016 yılında aylık örneklemelemlerle yapılan bir çalışmada, Akdeniz'in sadece ülkemize ait kıyılarında, 28 türe ait 1137 balığın büyük çoğunluğunda, sindirim siteminde mikroplastik olduğu tespit edilmiş, en sık karşılaşılan mikroplastığın genellikle çamaşır makinelerinden geldiği düşünülen fiber olduğu görülmüştür ^[2] .

2019 yılının Ekim ayında yayınlanan bir raporda, Ege (İzmir), Akdeniz (Adana) ve Marmara (İstanbul) denizinden kefal, barbun, mırmır, istavrit, tekir ve kırmızı karidesle mikroplastik incelemesi mide ve sindirim kanallarında yapılmıştır. Tespit edilen mikroplastik miktarı Ege Denizi'nde 1.7 adet/balık, Marmara Denizi'nde 0.85 adet/balık ve Akdeniz'de 0.74 adet/balık olmuştur. Kırmızı karideslerin ise 10 tanesinin 2'sinde 0.28 adet mikroplastik olduğu görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada, Ankara, İstanbul, Adana, İzmir ve Bodrum'da çeşitli bölgelerde satılan midye dolma içerisindeki mikroplastik miktarı da araştırılmıştır. İncelenen örneklerde mikroplastik miktarının ortalama olarak 0.63 adet/midye olduğu görülmüştür. Bu durum ise 100 gr'lık bir porsiyonda 5.76 adet, 250 gr'lık bir porsiyonda ise 14.41 adet mikroplastik tüketilmesi ihtimali olarak değerlendirilmektedir ^[16]

ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından 2016 yılında Doğu Akdeniz kıyılarında yapılan araştırmada, 1 metreküp deniz suyunda 0.29 - 21.23 mikroplastik parçacığı tespit edilmiştir. Deniz tabanında ise bu değerlerin 1 m³ kumda 100-560 mikroplastik parçacığı seviyelerinde olduğu bulunmuştur. Deniz suyunda ve tabanında tespit edilen mikroplastik türlerinin en fazla sırasıyla fiber, polyester ve naylon olduğu görülmüştür ^[2] .

2017 yılında fareler üzerinde de mikroplastiklerin dokuda birikimi, dağılımı ve dokuda sağlık riskini araştırmak için bir çalışma yapılmıştır. 5µm ve 20 µm boyutlarında floresan ve saf polistiren (PS) kullanılmıştır. Mikroplastiklerin bağırsak, böbrek ve karaciğerde biriktiği görülmüştür. ^[17]

2018 yılında Hong Kong'un doğu kıyılarında çiftlik kefali ve doğal deniz kefalinin sindirim sistemlerindeki mikroplastik oranları araştırılmıştır. Çalışmada 30 adet çiftlik kefali ve 30 adet doğal deniz kefali kullanılmıştır. Doğal ortamda yetişen balıklarda mikroplastik oranının daha fazla olduğu bulunmuştur. Mikroplastik miktarında balık büyüklüğü ile doğru orantılı olarak artış olduğu rapor edilmiştir. ^[18]

SONUÇ

Yukarıda anlatıldığı üzere, insan faaliyetleri sonucu ekosisteme yüklenen atıklar ve çeşitleri gün geçtikçe artmaktadır. Bunların içinde geniş bir yer tutan plastiklerin hikayesi ise, katı atık olmaktan çıkıp, mikroplastiklere evrilerek plastik kirliliğini farklı bir boyuta taşımaktadır. Ekosisteme mikroplastik olarak devam eden kirleticilerin ekosistem ve besin zinciri üzerindeki etkileri ile ilgili araştırmalar son yıllarda artarak devam etmektedir. Mikroplastiklerin canlılar üzerindeki etkileri, bu etkilerin neler olduğu, hangi sistemlerin ve organların etkilendiğinin gözlemlenmesi, bunun sonucunda insan vücudundaki olası durumlar tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Ekosistemde ve besin zincirinde oluşan kirliliklerden insanların uzak kalması mümkün görünmemektedir. Bu nedenlerle, plastik üretimi ile ilgili sınırlamalar getirilmesi, tek kullanımlık plastikler yerine alternatiflerin kullanılmaya teşvik edilmesi, evsel atık su kaynaklı kirliliği önlemek için gerekli tedbirlerin alınması, geri kazanımın yaygınlaştırılarak plastik ayak izinin azaltılması, kozmetik sektörden kaynaklanan kirliliğin azaltılması için alınması gereken önlemlerin değerlendirilmesi ve bununla ilgili politikaların geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Çatabaş, F., 2019, Mikroplastiklerin su ortamlarına ve canlılara etkileri, web sayfası: http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/69377/39294/fatih_%C3%A7atalba%C5%9F_sunum.pptx., erişim tarihi: 14.04.2019.
- [2] Aslan, R., 2018, Mikroplastikler: Hayatı kuşatan yeni tehlike, Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi Ayrıntı , 6, 61-67.
- [3] National Geographic, Plastik, 2018, web sayfası: https://www.nationalgeographic.com.tr/makale/haziran_2018/plastik/3951, erişim tarihi: 29.04.2019.
- [4]Yeniğün, O., 2018, Mikroplastik Kirliliği Nedir?, web sayfası: <https://sarkac.org/2018/12/mikroplastik-kirliligi-nedir/>, erişim tarihi:14.04.2019.
- [5]Gömeç, G., 2016, Mikroplastik nedir, ABD’de neden yasaklandı, web sayfası: <https://www.yesilist.com/mikroplastik-nedir-abd-de-neden-yasaklandi/>, erişim tarihi :14.04.2019.
- [6] Öztürk, M, 2019, AB ülkelerinde tek kullanımlık plastikler yasaklandı, Independent, Türkçe, web sayfası: <https://www.independentturkish.com/node/70781/t%C3%BCrkiyeden-sesler/ab-%C3%BClkelerinde-tek-kullan%C4%B1ml%C4%B1k-plastikler-yasakland%C4%B1>, erişim tarihi: 05.03.2020.
- [7]Peynir altı suyundan yenilebilir ambalaj ürettiler web sayfası: <https://www.memurlar.net/haber/881312/peynir-alti-suyundan-yenilebilir-ambalaj-urettiler.html>, erişim tarihi: 23.01.2019.
- [8]Okyanuslardaki plastikleri yiyen bakteri geliştirdiler, 2019, science-andinfo web sayfası: <https://tammakale.com/2019/12/okyanuslardaki-plastikleri-yiyen-ve-onlari-suya-ceviren-bakteri-gelistirdiler/>, erişim tarihi: 04.03.2020.
- [9]Bilge, N., 2019, Plastik atıkların yeni adresi Türkiye, web sayfası: <https://onedio.com/haber/greenpeace-e-gore-plastik-atiklarin-yeni-adresi-turkiye-kisitlame-gelmeyince-atik-ithalati-bese-katlandi-870238>, erişim tarihi: 27.04.2019.
- [10] Akdeniz’e plastik en çok Türkiye’den atılıyor, 2018, Su ve Çevre Teknolojileri Dergisi, 119,10.
- [11]NOAA, What are microplastics?, 2019, web sayfası: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/microplastics.html>, erişim tarihi:16.04.2019.
- [12] Royte, E., We know plastic is harming marine life what about us?, 2018, National Geographic, 6. web sayfası: <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2018/06/plastic-planet-health-pollution-waste-microplastics/>, erişim tarihi :16.04.2019.
- [13]Mariana çukurunun dibinden plastik çıktı, 2019, web sayfası :<https://www.mynet.com/mariana-cukuru-nun-dibinden-plastik-atik-cikti-110105334002#16497754>, erişim tarihi:14.05.2019.
- [14] Lei, S., Hua, D., Bowen,et al., 2019, The Occurrence of Microplastic in Specific Organs in Commercially Caught Fishes From Coast and Estuary Area of East China., Journal of Hazardous Materials, Vol. 365, 716:724.
- [15] Erk, O., 2018, Tuzdaki mikroplastikler vücudumuza neler yapar?, Web sayfası: <https://www.ntv.com.tr/saglik/tuzdaki-mikroplastikler-vucudumuza-neler-yapar-16-markanin-sofra-tuzunda-mikrop,Qxqul36GqE6uDI miK-tsbQ> , erişim tarihi: 14.04.2019.
- [16]Gündoğdu, S., Çevik, C., 2019, Türkiye’deki deniz canlılarında mikroplastik kirliliği, Greenpeace Raporlar Türkiye, web sayfası: <https://www.greenpeace.org/turkey/raporlar/turkiyedeki-deniz-canlilarinda-mikroplastik-kirliligi/> , erişim tarihi:30.01.2020.
- [17] Yurtsever, M., 2019, Nano ve mikroplastiklerin insan sağlığı ve ekosistem üzerindeki olası etkileri, Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 5(2), 17-24.
- [18] Kayhan, F.E., 2019, Mikroplastiklerin (MP) Sucul Organizmalar Üzerindeki Risk Profillerinin Değerlendirilmesi, S.Ü. Fen Fakültesi Fen Dergisi, 45(2), 126-135.