

Evsel atık su arıtma tesislerinin sucul ekosisteme mikroplastik tehdidi

Microplastic threat to aquatic ecosystems of the municipal wastewater treatment plant

Ceyhun AKARSU¹, Ahmet Erkan KIDEYŞ², Halil KUMBUR¹

ÖZET

Amaç: Evsel atık su arıtma tesislerinin çıkış sularındaki kozmetik ürünleri ve giysilerdeki fiberlerden kaynaklanan mikroplastiklerin, sucul ekosistemle buluşmasının en büyük kaynağı olarak düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı atık su arıtma tesislerinden çıkan deşarj sularında mikroplastik tespit edilen çalışmaların bir araya toplanılarak mikroplastik gerçeğine daha geniş açıdan bakabilmektedir.

Yöntem: Dünyanın farklı noktalarında yürütülen ve atık su arıtma tesislerinden çıkan suların deşarj edildiği noktalara etkisinin araştırıldığı çalışmalar belirlenmiş ve bu çalışmalara ait bulgular bir araya getirilmiştir. Derleme metni içerisinde Amerika, Avrupa, Avustralya ve Asya kıtalarında yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

Bulgular: Derlemeye dahil edilen dört ayrı kıtaya ait beş çalışmanın sonucunda da atık sularda yüksek miktarlarda mikroplastik olduğu tespit edilmiştir. Mikroplastığın boyutuna, türüne göre sınıflandırılmalar yapıldığı çalışmada 0,2 mikroplastik/L ile 25,8 mikroplastik/L aralığında olduğu ve tespit edilen en yaygın plastik türünün polietilen olduğu belirtilmiştir. Detaylı yürütülen bazı çalışmalarda ise mikroplastığın su içinde hem yüzeyde hem yüzeye yakın noktada hem de sedimentlerde biriktiği saptanmıştır. Bu durum verilen hasarın ortadan kaldırma şansını azaltmaktadır.

ABSTRACT

Objective: The effluent of domestic waste water treatment plants are considered to be the greatest source of microplastics from cosmetic products and clothing fibers to the aquatic ecosystem. The aim of this study is to collect microplastic studies and to take a closer look at state of microplastic pollution.

Methods: For this purpose, Studies on the effect of the point where the effluent from the waste water treatment plants are discharged, are determined. And the findings of these studies were put together. The compilation text included work done in the Americas, Europe, Australia and Asia.

Results: In the result of five studies belonging to four different continent, it was determined that they were microplastic in waste water in high amounts. It has been determined that microplastics are high in samples of waste water which are included in the investigation. Classification according to the amount of microplastic is in the range of 0,2 microplastic/L to 25,8 microplastic/L and the most common plastic strain found was polyethylene. According to studies microplastics could be found in the water surface, near the surface and in the sediments. This reduces the chance of removing the environmental damage.

¹Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Deniz Biyolojisi ve Balıkçılık

İletişim / Corresponding Author : Ceyhun AKARSU

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Çiflikköy Kampüsü, 33343, Yenişehir, Mersin - Türkiye

Tel : +90 538 238 95 70 E-posta / E-mail : ceyhunakarsu@hotmail.com.tr

DOI ID : 10.5505/TurkHijyen.2017.36845

Akarsu C, Kideyş AE, Kumbur H. Evsel atık su arıtma tesislerinin sucul ekosisteme mikroplastik tehdidi
Türk Hij Den Biyol Derg, 2017; 74(EK-1): 73-78

Sonuç: Dünyanın dört ayrı kıtasında yapılan çalışmalar ortak bir sonuca varmış ve atık su arıtma tesislerin, mikroplastikleri deşarj edildiği nokta vasıtasıyla sucul ekosisteme hergün binlerce mikroplastik salınımı olduğu tespit edilmiştir. Ve sucul ekosistemin mikroplastik kaynağının deşarj edilen atık sular olduğu görüşü oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: mikroplastikler, sucul ekosistem, atık su arıtma tesisleri, evsel atık su

Conclusion: The work carried out in four different parts of the world has reached a common result. And waste water treatment plants have been found to release thousands of microplastics per day in the aquatic ecosystem through the point at which effluent was discharged. And they all agree that discharged waste water is the most common source of microplastic aquatic ecosystem.

Key Words: microplastics, aquatic ecosystem, waste water treatment plant, domestic waste water

GİRİŞ

Küresel çaptaki plastik üretimi yıllık 311 milyon tonu aşmaktadır ve her yıl %4 oranında artacağı tahmin edilmektedir (1). Plastik üretimindeki bu büyüme ile birlikte plastiklerin çevreye olan olumsuz etkisi de aynı oranda büyümektedir (2). Bu durum deniz habitatları dahil olmak üzere, çeşitli ortamlarda plastik çöp birikimine neden olmaktadır (3, 4). Mikroplastikler (MP), boyu 5mm'den küçük olan plastik parçacıklar olarak tanımlanmaktadır. Özellikle renksiz, şeffaf veya mikro boyuta kadar parçalanmış olan plastikler su kaynaklarında ciddi bir görünmez tehlike haline dönüşebilmektedir.

Deniz ortamındaki plastikler, daha büyük boyuttaki plastiklerin parçalanması, endüstriyel atıklar, trafik ve atık su arıtma tesisleri deşarjı gibi çok çeşitli kaynakları vardır. Deniz habitatındaki bu plastik çöplerin ekolojiye etkisi düşünüldüğünden daha ciddi boyutlarda olduğu görülmektedir. Deniz canlıları bu plastikleri bünyesine alabilir ya da bu plastiklere temas ederek yaşamsal faaliyetleri engellenebilir. Deniz canlıların bünyesine aldığı plastik iç organlarına zarar vererek hormon dengesini bozmasının yanı sıra beslenme ve üremelerini engelleyerek türlerin nesillerinin

tükenmesine neden olabilmektedir(5). Ayrıca plastikler fitalatlar, alev geciktiriciler gibi zararlı katkı maddeleri içermekte olup poliklorlu bifenil (PCB), dikloro difenil dikloroetilen (DDE) gibi hidrofobik kirleticileri bünyelerine adsorbe edebilirler (6). Bu etkenlerden dolayı yenilen plastikler potansiyel olarak çevresel kirliliklerini deniz besin piramidi üzerinden insanlara kadar taşımış olmaktadır.

Son yıllarda deniz ortamında mikro boyuttaki plastiklerin sebep olduğu kirlilik üzerine farkındalık giderek artmaktadır. Birçok yapılan çalışma; kabuklu canlılar, ekinoderm, amphipods ve zooplanktonların mikroplastikleri bünyelerine aldıklarını (7-9) ve diğer canlılarda kümülatif olarak birikmesine sebep olduğunu göstermiştir (10). Kuzey Denizi'nde yapılan bir çalışmada, mikroplastikler balık bağırsağında bulunmuştur (11). Bu konudaki asıl endişe besin zinciri vasıtası ile bu döngünün insana ulaşması ve ne tür etkilere sebep olacağına henüz araştırılmamıştır.

Bilindiği gibi denize kıyısı olan ülkeler günlük milyonlarca m³'lük suyu arıttıktan sonra denize deşarj etmektedir. Bu deşarja bağlı olarak

giderilmesi mümkün olmayan mikroplastiklerde deniz ortamını yoğun olarak kirletmektedir. Deşarj edilen kentsel atık sular çamaşır makinelerinin atık sularından kaynaklanan sentetik elyafları ve temizlik malzemelerinden kaynaklı mikroplastik parçaları içerebilmektedir (7).

Bu çalışmanın amacı dünyada farkındalığı yeni oluşmakta olan ve ulusal boyuttaki çalışmaların yeni başladığı mikroplastiklerin, kentsel atık sulardaki miktarı ve deşarj noktalarında sebep olduğu ekolojik bilgiler üzerine yapılmış güncel çalışmaların bir araya getirilmesidir. Ülkemiz yıllık 4,3 milyar m³ atık su deşarj etmektedir ve bu değer her geçen yıl artmaktadır (8). Araştırma girişimlerinin bakanlık ve üniversitelerce başlatılmış olsa da ortaya henüz sonuç raporu sunulamaması üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin su kaynaklarının deşarj edilen atık sularca ne denli etkilendiğini bilinmemektedir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Mikroplastiklerin genel olarak kirletici olarak anılmasını sağlayacak çalışmalar üç ayrı koldan sürdürülmektedir. Bunlardan birincisi kıyı olarak sayabileceğimiz noktalardan deniz sedimentinden ve yüzeyinden alınan numunelerde mikroplastik miktarı araştırılmaktadır. İkinci çalışma kolu ise deniz canlılarının yaşamsal faaliyetleri üzerine etkileri yapılan nekropsi ile tespit edilmektedir. Bu iki çalışma kolu sonucu varılan mikroplastiklerin deniz ekosistemi üzerine oluşturduğu negatif etki araştırmalarının bu mikroplastiklerin sucul ortamlarda bulunmasının en büyük kaynağı olabilecek atık su arıtma tesislerine yönelmesini sağlamıştır. Bu konuda literatüre katkı yapacak çalışmalar tarafımızca sürdürülmeye devam edilmektedir.

Bu sebeple çalışmamız kapsamında hali hazırda tüm araştırmaların güncel olduğu dikkate alınarak atık su arıtma tesislerinden sucul ekosisteme mikroplastiklerin ne denli giriş yaptığını gösteren

dört farklı kıtada gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiştir.

BULGULAR

Carr ve ark. (12), California (Amerika)'da gerçekleştirdikleri çalışmada yedi ayrı atık su arıtma tesisinin deşarj sularında mikroplastik miktarının tespitini çalışmışlardır. Bu çalışma ayrıca partikül boyut/tipi ve her bir tesis için mikroplastik giderim miktarını da kapsamıştır. Tesisten deşarj edilen atık suların mikroplastiklerin ayrılması için iki ayrı eleme metodu kullanılmıştır. Birinci yöntem, 400 ile 20 mm arasında değişen örgü boyutlarına sahip, 800 çaplı paslanmaz çelik elek tepsisi istifidir. Bu elek numune alma vanalarına yerleştirilerek istenilen debide atık su geçirilmiş ve eleklerde organik ile inorganik katı maddelerin toplanması sağlanmıştır. İkinci yöntemde ise deşarj yapısına PVC hat eklentisi yapılarak gün mertebesinde katı maddeler elek üzerinde toplanmıştır. Toplanan örneklerden mikroplastik olmayan katılar ayrılarak, mikroplastikler boyut ve şekillerine göre ayrılmışlardır. En çok karşılaşılan mikroplastik türünün mavi polietilen olduğu tespit edilmiş ve yapılan karşılaştırmalar partiküllerin diş macunlarında bulunan beyazlatıcı olarak geçen mikroplastikler ile aynı şekil ve kimyasal yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Giriş ve çıkış yapılarından alınan atık su numunelerindeki mikroplastik miktarı ise sırasıyla 1 MP/L atık su ve 0,9 MP/L atık su olarak saptanmıştır. Bu sonuç göstermiştir ki atık su arıtma tesislerinin mikroplastik giderim verimi %10 ile kısıtlı kalmıştır. Bu da günde milyonlarca litre atık su arıtan bir tesisin her gün milyonlarca mikroplastığı sucul ortama karıştırdığını göstermektedir (12). Yine Amerikadaki benzer bir çalışmada ise Estahbanati ve Fahrenfeld'in Raritan Nehri çalışmasında atık su arıtma tesislerinden deşarj edilen atık suların deşarj edildiği yüzey

sularına etkisini araştırmışlardır. Artırılmış suların genel deşarj noktaları açık denizler olduğu için mikroplastiklerin sucul ekosisteme etkisi ağırlıklı olarak deniz ortamlarında çalışıldığını bu sebeple doğal yüzey suların mikroplastik deşarjından nasibini ne şekilde aldığına eksik kaldığını düşünen bu iki araştırmacı bu nehirdenki mikroplastik konsantrasyonunun tespit edilmesi ve bu nehre deşarj eden dört atık su arıtma tesisinin bu duruma etkisinin belirlenmesi amacıyla nehrin kaynağına yakın noktalarından ve deşarja uğradığı noktalardan numuneler almıştır. Plankton ağları kullanılarak elde edilen numuneler büyüklüklerine göre üç gruba ayrılmış ve sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda sınıflandırılan mikroplastikler atık su arıtma tesisleri ile ilişkilendirilmiş ve nehir suyuna ciddi etkisi olduğunu tespit etmişlerdir (13).

Mintenig ve ark. (14), yine 2016 yılında Almanya’da yürüttükleri çalışmada; 12 atık su arıtma tesisinin deşarj noktalarından alınan sularda mikroplastik miktarlarının sınıflandırılıp analiz edilmesini gerçekleştirmişlerdir. ATR-FTIR ve Micro FTIR kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde 12 tesisin 10’unda 500 µm’den büyük mikroplastik parçalarının bulunduğu tespit edilmiştir. Polietilenden poliuretana kadar yedi farklı plastik türüne rastlanan sularda 12 tesistende en çok polietilen yapıları mikroplastik salındığı tespit edilmiştir. Çalışmanın devamında ise 12 tesisin tamamında 500 µm den daha küçük mikroplastik parçaları deşarj edildiği tespit edilmiş bu tespit edilen mikroplastiklerin 12 farklı polimer yapısında olduğu görülmüştür. Sadece %4’ünün 250 µm’den büyük mikroplastik içeren örneklerin %59’unun 50 ile 100 µm boyutunda olduğu tespit edilmiştir (14). Avrupanın bir başka noktası Hollanda’da Leslea ve ark. (15), gerçekleştirdiği çalışmada ise Hollanda Nehri ve kanalları boyunca mikroplastiklerin konsantrasyonlarını, salınım noktalarını ve nehir

güzergahında aldıkları yol boyunca etkiledikleri ekosistemleri tespit etmişlerdir. Atık su arıtma tesislerinin %72 mikroplastik tutma verimine sahip olduklarını belirten araştırmacılar buna rağmen Amsterdam kanallarından alınan numunelerde litrede 48 ile 187 mikroplastik olduğunu ve atık su arıtma tesisi çıkış sularının da bu sonuçlara yakın olduğunu tespit etmişlerdir. Kuzey kıyısında makro omurgasız canlılarında ise gram başına 10 ile 100 mikroplastik parçacığı bulunmuştur (15).

Su ve ark. (16), kritik yerlerden biri olarak düşünülen Çin’de gerçekleştirdikleri çalışmada 20 milyon insana içme suyu kaynağı olarak kullanılmakta ve tarımsal-endüstriyel Çin’in %14’lük kısmına su sağlamakta olan Taihu Lake’te elde edilen sonuçlar düşüncelerin boşuna olmadığını göstermektedir. Derinlik olarak yüzey, yüzey altı ve sediment olmak üzere üç ayrı noktadan farklı zamanlarda alınan numunelerde mikroplastik miktarı tespit edilmesi çalışılmıştır. Üç ayrı atık su arıtma tesisinde deşarj yaptığı nehirden alınan numune sonuçlarında ise yüzey sularında 3,4-25,8 mikroplastik/L, plankton ağları ile toplanan yüzey altı (30-40 cm derinlik) numunelerinde $0,01 \times 10^6$ - $6,8 \times 10^6$ Mikroplastik/km² ve sediment örneklerinde ise 11,0-234,6 mikroplastik/kg kuru çökelti olarak tespit edilmiştir (16).

Ziajahromi ve ark. (17), Avustralya’da bulunan atık su arıtma tesislerinden deşarj edilen mikroplastik miktarı üzerine çalışma yürütmüşlerdir. Üç ayrı atık su arıtma tesisinin altı ayrı noktasından alınan numunelerle yürütülen çalışmada, elek sistemi kullanılarak farklı boyut aralıklarında mikroplastik miktarları tespit edilmiştir. Diğer çalışmalardan farklı olarak boyama metodu kullanılarak plastik fiberlere benzeyen diğer inorganik yapıdaki maddelerin görsel olarak ayrılmasını sağlamışlardır. Çalışma sonucunda üç atık su arıtma tesisi için sırasıyla litre atık su başına

0,28, 0,48 ve 1,54 mikroplastik deşarj edildiği tespit edilmiştir. Çalıştırmayı gerçekleştirenler diğer ülkelerde gerçekleştirilen çalışmalara kıyasla daha az mikroplastik tespit etselerde sucul ekosisteme en büyük etkinin atık su arıtma tesislerince yapıldığına kanaat vermişlerdir (17).

SONUÇ

Çalışmamızda yapılan araştırmaların birbirinden uzak noktaları tespit edilerek hazırlanmıştır. Yapılan çalışmalarda mikroplastiklerin benzer yollar ile dünyanın farklı noktalarında tespit edildiği daha

fazla çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar sonucunda görülmektedir ki dünya üzerindeki su ekosistemi ciddi tehlike altındadır ve bunun en büyük kaynağı atık su arıtma tesisleridir. Hali hazırda deniz ekosistemi üzerine ne denli zarar olduğunu gösteren çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam ediliyorken kirleticinin kaynağında azaltılması ilkesine dayanarak mikroplastiklerin kullanımının azaltılması üzerine daha çok gidilmesi ve arıtma tesislerinde giderimi üzerine çalışılarak doğayla buluşmasının engellenmesi önem kazanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Anonymous. Plastic Europe. An analysis of European plastics production, demand and waste data. <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics---the-facts-2015.aspx>, Erişim Tarihi: 12 Nisan 2016.
2. Andrady AL. Microplastics in the marine environment. *Mar Pollut Bull*, 2011; 62: 1596-605.
3. Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, et al. Lost at Sea: Where is all the plastic? *Science*, 2004; 304(5672):838.
4. Barnes DKA, Galgani F, Thompson RC, Barlaz M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Phil Trans R Soc B*, 2009; 364:1526.
5. Derraik JGB. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar Pollut Bull*, 2002; 44: 842-52.
6. Mato Y, Isobe T, Takada H, Kanehiro H, Ohtake C, Kaminuma T. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environ Sci Technol*, 2001; 35: 318-24.
7. Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten EL, Tonkin A, Galloway T, et al. Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and Sinks, *Environ Sci Technol*, 2011; 45:9175-79.
8. Graham ER, Thompson JT. Deposit and suspension - feeding sea cucumbers (echinodermata) ingest plastic fragments. *J Exp Mar Biol Ecol*, 2009; 368: 22-9
9. Cole M, Lindeque P, Fileman E, Halsband C, Goodhead R, Moger J, et al. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environ Sci Technol*, 2013;47:12, 6646-55.

10. Setälä O, Fleming V, Lehtiniemi M. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environ Pollut*, 2013; 185:77-83.
11. Foekema EM, De Gruijter C, Mergia MT, vanFraneker JA, Murk AJ, Koelmans AA. Plastic in north sea fish, *Environ Sci Technol*, 2013; 47:15, 8818-24.
12. Steve AC, Jin L, Arnold GT. Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Res*, 2016; 91:174-82.
13. Estahbanati S, Fahrenfeld NL. Influence of wastewater treatment plant discharges on microplastic concentrations in surface water. *Chemosphere*, 2016; 162:277-84.
14. Mintenig SM, Int-Veen I, Löder MGJ, Primpke S, Gerdtz G. Identification of microplastic in effluents of wastewater treatment plants using focal plane array-based micro-fourier-transform infrared imaging. *Water Res*, 2017; 108:365-72.
15. Leslie HA, Brandsma SH, van Velzen MJM, Vethaak AD. Microplastics en route: field measurements in the Dutch river delta and Amsterdam canals, wastewater treatment plants, North Sea sediments and biota. *Environ Int*, 2017; 101:133-42.
16. Su L, Xue Y, Li L, Yang D, Kolandhasamy P, Li D, et al. Microplastics in taihu lake, China. *Environ Pollut*, 2016; 216:711-9.
17. Ziajahromia S, Neale PA, Rintoul L, Leusch FDL. Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: development of a new approach to sample wastewater-based microplastics. *Water Res*, 2017; 112:93-9.