

## EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN SUCUL EKOSİSTEME MİKROPLASTİK TEHDİTİ

Ceyhun AKARSU, Ahmet KIDEYŞ, Halil KUMBUR

### 1. 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 atıksu 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 akademik çalışma kabuklu canlılar, ekinoderm, amphipods ve zooplanktonların mikroplastikleri bünyelerine aldıklarını [7, 8, 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 m<sup>3</sup>'lük suyu arıttıktan sonra denize deşarj etmektedir. Bu deşarja bağlı olarak giderilmesi mümkün olmayan

mikroplastiklerde deniz ortamını yoğun olarak kirletmektedir. Deşarj edilen kentsel atıksular çamaşır makinelerinin atıksularından kaynaklanan sentetik elyafları ve temizlik malzemelerinden kaynaklı mikroplastik parçaları içerebilmektedir [7].

Bu derleme çalışmasının amacı dünyada farkındalığı yeni oluşmakta olan ve ulusal boyuttaki çalışmaların yeni başladığı mikroplastiklerin, kentsel atık sularındaki miktarı ve deşarj noktalarında sebep olduğu ekolojik bilgiler üzerine yapılmış güncel çalışmaların bir araya getirilmesidir. Ülkemiz yıllık 4,3 milyar m<sup>3</sup> atıksu deşarj etmektedir ve bu değer her geçen yıl artmaktadır [8]. Araştırma girişimlerinin bakanlığımız ve üniversitelerimizce başlamış olsa da ortaya henüz sonuç raporu sunulamaması üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin su kaynaklarının deşarj edilen atıksularca ne denli etkilendiğini bilinmemektedir.

## **2. 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 araştırmaların bu mikroplastiklerin sucul ortamlarda bulunmasının en büyük kaynağı olabilecek atıksu arıtma tesislerine yönelmesini sağlamıştır. Bu konuda literatüre katkı yapacak çalışmalar tarafımızca sürdürülmeye devam edilmektedir.

Bu sebeple derleme çalışması kapsamında hali hazırda tüm araştırmaların güncel olduğu dikkate alınarak atıksu arıtma tesislerinden sucul ekosisteme mikroplastiklerin ne denli giriş yaptığını gösteren 3 farklı kıtada gerçekleştirilen çalışmalara yer verilmiştir.

## **3. BULGULAR VE TARTIŞMA**

Carr ve arkadaşlarının [12] California (Amerika)'da gerçekleştirdikleri çalışmada 7 ayrı atıksu arıtma tesisinin deşarj sularında mikroplastik miktarının tespitini çalışmışlardır. Bu çalışma ayrıca partikül boyut/tipi ve her bir tesis için mikroplastik giderim miktarını da kapsamaktadır. Tesisten deşarj edilen atıksulardan mikroplastiklerin ayrılması için 2 ayrı eleme metodu kullanıldı. Birinci yöntem, 400 ila 20 mm arasında değişen örgü boyutlarına sahip, 800 çaplı paslanmaz çelik elek tepsisi istifini kullandı. Bu elek numune alma vanalarına yerleştirilerek istenilen debide atıksu geçirildi ve eleklerde organik ile inorganik katı

maddelerin toplanılması sağlandı. 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 dış macunlarında bulunan beyazlatıcı olarak geçen mikroplastikler ile aynı şekil ve kimyasal yapıya sahip olduğunu göstermiştir. Giriş ve çıkış yapılarından alınan atıksu numunelerindeki mikroplastik miktarı ise sırasıyla 1 MP/L atıksu ve 0,9 MP/L atıksu olarak saptanmıştır. Bu sonuç göstermiştir ki atıksu arıtma tesislerin mikroplastik giderim verimi %10 ile kısıtlı kalmıştır.

Estahbanati ve Fahrenfeld'in [13] Raritan Nehri (A.B.D)'de gerçekleştirdikleri çalışmada atıksu arıtma tesislerinden deşarj edilen atıksuların deşarj edildiği yüzey sularına etkisini araştırmışlardır. Arıtılmış 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 nehirdeki mikroplastik konsantrasyonunun tespit edilmesi ve bu nehre deşarj eden 4 atıksu 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 3 gruba ayrılmış ve sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda sınıflandırılan mikroplastikler atıksu arıtma tesisleri ile ilişkilendirilmiş ve nehir suyuna ciddi etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Minteniğ ve arkadaşları [14] ise yine 2016 yılında Almanya'da yürüttükleri çalışmada 12 atıksu arıtma tesisinin deşarj noktalarından alınan sularda mikroplastik miktarlarının sınıflandırılıp analiz edilmesini gerçekleştirmişlerdir. ATR - FTIR ve Micro FTIR kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde 12 tesisin 10'unda 500µm den büyük mikroplastik parçalarının bulunduğu tespit edilmiştir. Polietilenden poliüretana kadar 7 farklı plastik türüne rastlanan sularda 12 tesistende en çok polietilen yapılı mikroplastik salındığı tespit edilmiştir. Çalışmanın devamında ise 12 tesisin tamamında 500µm 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.

Su ve arkadaşlarının [15] en 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 3 ayrı noktadan farklı zamanlarda alınan numunelerde mikroplastik miktarı tespit edilmesi çalışılmıştır. 3 ayrı atıksu 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/km<sup>2</sup> ve sediment örneklerinde ise 11.0–234.6 mikroplastik/kg kuru çökelti olarak tespit edilmiştir.

Derlemenin baz alındığı çalışmalar eyalet, ülke ve kıta olmak üzere birbirinden uzak noktalar tespit edilerek hazırlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda görülmektedir ki dünya üzerindeki su ekosistemi ciddi tehlike altındadır ve bunun en büyük kaynağı atıksu 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] Plastic Europe. ‘‘An analysis of European plastics production, demand and waste data’’. <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics---the-facts-2015.aspx> Son erişim tarihi: 12 Nisan 2016.
- [2] Andrady A.L., 2011. Microplastics in the marine environment, *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1596–1605.
- [3] Thompson R. C., Olsen Y., Mitchell R. P., Davis A., Rowland S. J., John A. W. G., McGonigle D., Russell A. E., 2004. Lost at Sea: Where Is All the Plastic ?, *Science*, 304, 5672, 838.
- [4] Barnes D. K. A., Galgani F., Thompson R. C., Barlaz M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments, *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 364, 1526.
- [5] Derraik J.G.B., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin* 44, 842–852.
- [6] Mato Y., Isobe T., Takada H., Kanehiro H., Ohtake C., Kaminuma T., 2001. Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment , *Environ. Sci. Technol.* 2001, 35, 318-324.
- [7] Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten EL, Tonkin A, Galloway T, Thompson RC. 2011. Accumulations of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks, *Environmental Science&Technology*, 45, 9175–9179.
- [8] Türkiye İstatikleri Kurumu, Belediye Atıksu İstatikleri, Sayı: 18778, 2015.
- [9] Graham E.R., Thompson J.T., 2009. Deposit- and Suspension-Feeding Sea Cucumbers (Echinodermata) Ingest Plastic Fragments, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 368, 22-29.
- [10] Cole M, Lindeque P, Fileman E, Halsband C, Goodhead R, Moger J, Galloway T.S., 2013. Microplastic ingestion by zooplankton, *Environ Sci Technol*, 47(12), 6646-6655.
- [11] Setälä O., Fleming V., Lehtiniemi M., 2013. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web, *Environmental Pollution*, 185,77-83.
- [12] Foekema E.M., De Gruijter C., Mergia M. T., van Franeker J. A., Murk A. J., Koelmans A.A., 2013. Plastic in North Sea Fish, *Environ. Sci. Technol.*, 47 (15), 8818–8824.
- [13] Steve A. Carr, Jin Liu, , Arnold G. Tesoro, Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants, *Water Research*, Volume 91, 15 March 2016, Pages 174–182.
- [14] Estahbanati S., Fahrenfeld NL., Influence of wastewater treatment plant discharges on microplastic concentrations in surface water, *Chemosphere*, 2016 Nov;162:277-84. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.07.083. Epub 2016 Aug 7.

[15] S.M. Mintenig, I. Int-Veen, M.G.J. Löder, S. Primpke, G. Gerdt, Identification of microplastic in effluents of waste water treatment plants using focal plane array-based micro-Fourier-transform infrared imaging, *Water Research* Volume 108, 1 January 2017, Pages 365–372.

[16] Su L., Xue Y., Li L., Yang D., Kolandhasamy P., Li D., Shi H., Microplastics in Taihu Lake, China, *Environ Pollut.* 2016 Sep;216:711-9. doi: 10.1016/j.envpol.2016.06.036. Epub 2016 Jul 2.