

Plastik ve mikroplastiklerin su canlıları ve insan sağlığı üzerindeki etkileri

Effects of plastics and microplastics on aquatic organisms and human health

Fevziye Nihan Bulat^{1*} • Berna Kılınc²

¹Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova-İzmir

 <https://orcid.org/0000-0001-5165-3632>

²Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova-İzmir

 <https://orcid.org/0000-0002-4663-5082>

Corresponding author: nihanbulat@gmail.com

Received date: 13.01.2020

Accepted date: 17.04.2020

How to cite this paper:

Bulat, F.N. & Kılınc, B., (2020). Effects of plastics and microplastics on aquatic organisms and human health. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(4), 437-443. DOI: [10.12714/egejfas.37.4.16](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.4.16)

Öz: Günümüzde plastikler birçok alanda kullanılmakta ve gün geçtikçe de kullanım alanları artmaktadır. Plastik kullanımındaki bu artış çevre kirliliğine neden olmasının yanı sıra ortamda bulunan canlıları ve dolayısıyla insan sağlığını olumsuz olarak etkilemektedir. Plastikler farklı taşınım yolu ile su ortamına kadar ulaşmaktadır. Su ortamında ulaşmış olan mikroplastikler, ortamda bulunan canlılar tarafından tüketilmektedir. Mikroplastiklerin su ortamında yaşayan türlerde (balık, midye, karides, fok vb.) bulunduğu birçok çalışmada vurgulanmaktadır. Su canlıları tarafından tüketilen mikroplastikler besin ağına dahil olarak insan tüketimine kadar ulaşmaktadır. Bu nedenle konunun öneminin vurgulanarak, bu konuda bilinçlendirmenin ve gerekli önlemlerin alınmasının sağlanması amacıyla yapılan bu derleme çalışmasında; mikroplastik üzerine yapılan çalışmaların değerlendirilmesi ve oluşturduğu riskler incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Plastik, mikroplastik, su ürünleri, insan sağlığı

Abstract: Today, plastics have been used in many areas and their use have been increasing day by day. This increase in the use of plastic causes environmental pollution as well as negatively affects organisms in the environment and therefore human health. Plastics reach to the water environment through different transport routes. Microplastics that have reached to the water environment are consumed by aquatic organisms. Microplastics in aquatic species (fish, mussels, shrimp, seals, etc.) were highlighted in many studies. Microplastics consumed by aquatic organisms are included in the food network, reaching as far as human consumption. Therefore, the importance of the subject have been emphasized, the evaluation of the studies on microplastics and the risks it poses have been examined in this compilation study which was carried out in order to raise awareness about this issue and to ensure that the necessary measures will be taken.

Keywords: Plastic, microplastic, seafood, human health

GİRİŞ

Plastiklerin; organik polimer bileşiklerden ve oksijen, hidrojen, kükürt, azot, karbonun da içinde bulunduğu çeşitli elementlerin bir araya gelmesiyle oluşan, sentetik malzeme olduğu belirtilmiştir (American Chemistry, 2005). Ayrıca ucuz, hafif, dayanıklı ve yeniden kullanılabilir olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Laist, 1987; Andrady ve Neal, 2009). Buna ilave olarak plastiklerin hafif olması nedeniyle, rüzgâr yolu ile taşınımı olduğuna Singh ve Sharma (2008) tarafından dikkat çekilmiştir. Plastikler kullanım kolaylığı açısından da günümüzde çok sık kullanılmaktadır; buna bağlı olarakta üretimi giderek artmaktadır. Örneğin; 2014 yılında 311 milyon ton plastik üretilmiştir. Kullanılan plastiklerin 2013 yılında %72'lik kısmı deniz ortamına ve çöp alanlarına bırakılmıştır (World Economic Forum, 2016). Plastikler çevresel bir sorundur (Zeri vd., 2018). Plastik kirliliğinin; sosyo-ekonomik (Brouwer vd., 2017), turizm (Jang vd., 2014; Munari vd., 2016), insan sağlığına (Rochman vd., 2013a), deniz biyotasına (Cheshire vd., 2009) ve su ürünlerine (Vlachogianni, 2017) olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Plastiklerin %70-80 oranında nehirlerin okyanuslara taşınımında etkili olduğu Horton vd., (2017) tarafından

belirlenmiştir. Plastiklerin okyanus ve denizde birikmesi küresel bir sorun olmaktadır (Jahnke vd., 2017). Plastikler çeşitli etkilerle parçalanarak doğaya karışmakta ve canlılar tarafından tüketilmektedir. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) tarafından 5 mm'den küçük olan plastikler mikroplastik olarak adlandırılmaktadır (NOAA, 2008). Mikroplastiklerin renkli olmadıkları, şeffaf formda ve çok küçük boyutta oldukları bildirilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle de su kaynaklarına geçişleri ile ciddi sorunlara yol açtıkları vurgulanmıştır (Yurtsever, 2015).

Günümüzde kullanımı yüksek olan plastiklerin su ve deniz ortamına girişi sonucunda su ürünlerine olan etkilerinin değerlendirildiği çalışmalar bulunmaktadır (Browne vd., 2008; Talsness vd., 2009; Rochman vd., 2013b; Wright vd., 2013; Rochman vd., 2014; Gassel vd., 2013; Gall ve Thompson 2015; GESAMP, 2016; Rummel vd., 2016; Clark vd., 2016). Yapılan bu çalışmalar ışığında konunun öneminin vurgulanarak gerekli önlemlerin alınması konusunda farkındalık yaratılması amacıyla mikroplastik konusunda ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmaların derlenmesi hedeflenmiştir.

Plastiklerin ve mikroplastiklerin kullanım alanları ve su ortamlarına kontaminasyonu

Plastiklerin günümüzde birçok alanda (ambalajlama, kozmetik, tekstil gibi) kullanıldığı bildirilmiştir (Lefebvre vd., 2019). Plastikler çevreye atıldıktan sonra ise; küçük parçalara bölünerek mikroplastikleri oluşturmaktadır (Duis ve Coors, 2016). Mikroplastiklerin kişisel bakım ve kozmetik (yüz temizleme jeli, şampuan, diş macunu, deodorant vb. ürünlerde) (Yurtsever, 2018; Fendall ve Sewell, 2009; Pettipas vd., 2016), giyim ürünlerinde (Browne, 2015; Peng vd., 2017) ve çamaşır makinesi deterjanlarında (Hernandez vd., 2017) kullanıldığı belirtilmiştir. Mikroplastiklerin çeşitli kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinden deniz ortamına geçtiğinin düşünüldüğü (Praveena vd., 2018) tarafından bildirilmiştir. Kişisel bakım ürünlerinin tatlı su ortamındaki mikroplastik artışına neden olduğu düşünülmektedir (Carr vd., 2016). Ayrıca hafif oldukları için su yüzeyinde ilerleyerek birçok alana yayıldıkları, akıntılarla birlikte sedimentlerde biriktikleri ve daha sonra toprağa da karıştıkları bildirilmiştir (Yurtsever, 2018). Eysel atık sularında, sentetik elyaf ve temizlik amaçlı kullanıma dayalı mikroplastiklerin bulunduğu (Browne vd., 2011) tarafından vurgulanmıştır.

Mikroplastiklerin yüzey suları, plajlar vb. gibi alanlardan da deniz ve çeşitli su ortamlarına girişinin olduğuna değinilerek (Lusher vd., 2017); nehirlerin de mikroplastiklerin taşındığı en önemli kaynaklardan biri olduğu (Lechner vd., 2014) belirtilmiştir. Tuna Nehri'nde endüstriyel atıkların neden olduğu mikroplastiklerin bulunduğunu Lechner vd., (2014) bildirmişlerdir. Durgun su olarak bilinen göllerde, nehirlere nazaran daha fazla mikroplastik bulunduğu da yapılan çalışmalarda (Imhof vd., 2013; Free vd., 2014) belirlenmiştir. Zeri vd., (2018) atık su arıtma tesislerinin, mikroplastiklerin taşınımı için kaynak olabileceğini yaptıkları çalışmada vurgulanmıştır. Denizlerdeki plastik kirliliğinin nedenlerinden birisinin de balıkçılık olduğu bildirilmiştir (Lusher vd., 2017; Ostle vd., 2013). Balıkçılıkta kullanılan malzemelerden bazılarının (plastik ağlar, balık saklama kutuları, eldivenler, misina vb.) bırakılmış, kaybolmuş ve unutulmuş birçok av araçlarının plastik olması nedeniyle kirliliğe neden olduğu çeşitli çalışmalarda (Andrady, 2011; Lusher vd., 2017) vurgulanmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre Raporu'nda; balıkçılık ve eğlence amaçlı kullanılan teknelerin de plastik atıklara neden olduğu belirtilmektedir (UNEP, 2009; Vlachogianni vd., 2017). Balast suları ile de mikroplastiklerin taşınabildiği vurgulanmıştır (Naik vd., 2019). Su ürünleri yetiştiriciliğinin de mikroplastik kirliliğine neden olduğu Hinojosa ve Thiel (2009) belirtilmektedir. Yapılan tüm tarımsal çalışmalar gibi, su ürünleri üretiminin de ekolojik çevreye etkisi olduğu bildirilmektedir (Yavuzcan vd., 2019).

Plastik ve mikroplastiklerin su canlılarına kontaminasyonu

Ulusal Singapur Üniversitesinde yapılan bir çalışmada; bir mikrometreden küçük olan plastik parçalarının (nanoplastik) larva aşamasından yetişkin hale gelene kadar birçok su

ürününde birikerek besin zincirine dahil olduğunu belirtmiştir (Anonim 1, 2019). EFSA (2016) ve FAO (2017) raporlarına göre; deniz ürünlerinde mikroplastikler bulunmaktadır. Mikroplastiklerin yosunlar, omurgasızlar ve bakteriler ile uzun mesafelere taşınabildiği belirtilmektedir (Kiessling vd., 2015). Denizlerdeki plastik kirliliğinin denizlerde yaşamını sürdüren organizmalar tarafından yutulduğunda fiziksel yaralanmalara (Gassel vd., 2013) sindirim sistemlerinde tıkanma ve hasarlara neden olduğu ayrıca üreme faaliyetlerini de olumsuz etkilediği üzerinde durulmuştur (GESAMP, 2016; Rummel vd., 2016). Clark vd., (2016) ve Wright vd., (2013), deniz canlıları tarafından tüketilen mikroplastiklerin, sağlık sorunları ve ölümcül durumlara yol açabileceği bildirilmiştir. Bağırsak sisteminde tıkanmaya neden olan mikroplastikler, sindirilmediği için canlılarda tokluk hissi oluşturarak besin alınmasına engel olduğu yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır (Browne vd., 2008; Wright vd., 2013). Mikroplastiklerin beslenme yolu ve solungaçlarla canlıların vücuduna girdiği farklı çalışmalarda (Watt vd., 2016; Smith vd., 2018; Carbery vd., 2018) bildirilmiştir.

Su ortamında bulunan mikroplastikler, su ürünleri ve insanlara kontaminasyon kaynağı olarak görülmektedir. Mikroplastikler, zehirli ve zararlı maddelerin taşınmasını da sağlamaktadır (Rochman vd., 2013b). Taşınan bu maddeler, mikroplastiklerin deniz canlılarının dokularında birikerek; karaciğer toksisitesine ve lezyonlara neden olduğu belirtilmektedir (Rochman vd., 2013b). Deniz canlılarının vücuduna giren mikroplastiklerin içerdiği maddelerin; karaciğer ve endokrin sisteme yaptıkları olumsuz etkiler bildirilmiştir (Talsness vd., 2009; Rochman vd., 2013b; Rochman vd., 2014). Ayrıca açık denizlerde bulunan balıklarda mikro ve makro plastiklere daha az rastlandığı, kıyı türlerinde ise daha yüksek miktarda bulunduğu bildirilmiştir (Murphy vd., 2017). Yapılan bir çalışmada kral yengecinin (*Lithodes santolla*) mide içeriğinde mikroplastiklerin bulunduğu bildirilmiştir (Andrade ve Ovando, 2017). Deniz canlılarında saptanan mikroplastikler ve makroplastikler ile ilgili çalışmalarda; *Electrona subaspera* (Eriksson ve Burton, 2003), *Boops boops* (Nadal vd., 2016), *Triglops nybelini* (Morgana vd., 2018), *Boreogadus saida* (Kühn vd., 2018; Morgana vd., 2018), *Myripristis spp.*, *Siganus spp.*, *Epinephelus merra*, *Cheilopogon simus* (Garnier vd., 2019), karides (*Crangon crangon*) (Devriese vd., 2015; OSPAR, 2015), kalamarda (*Moroteuthis ingens*) (Philips vd., 2001), deniz kaplumbağasında (*Caretta caretta*) (Pham vd., 2017), deniz kuşları (Cadee, 2002; Rios vd., 2007; Mallory, 2008; Provencher vd., 2010; Trevail vd., 2015; Amélineau vd., 2016), kambur balina (*Megaptera novaeangliae*) (Besseling vd., 2015) ve Güney Amerika'da bulunan fok türünde (*Arctocephalus australis*) (Perez-Venegas vd., 2018), Kuzey Körküllü fokunda (*Callorhinus ursinus*) (Donohue vd., 2019) pek çok olumsuz bulgu ile karşılaşmıştır. Plankton ile beslenen Scombridae, Atherinopsidae, Engraulidae ve Clupeidae familyalarına ait olan 7 farklı balık türünde (*Odontesthes regia*, *Strangomera bentincki*, *Sardinops sagax*, *Opisthonema libertate*, *Cetengraulis mysticetus*, *Engraulis ringens* ve *Scomber japonicus*) mikroplastik tespit edilmiştir

(Ory vd., 2018). Sardalya (*Sardina pilchardus*) ve hamsi (*Engraulis encrasicolus*) doğal lifler ve mikroplastik tüketmektedir (Compa vd., 2018). Ekonomik değere sahip barbun (*Mullus barbatus*), sardalya (*Sardina pilchardus*), mercan (*Pagellus erythrinus*) ve kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) mikroplastik bulunmuştur (Digka vd., 2018). Farklı midye türlerinde mikroplastik saptanmıştır (Webb vd., 2019; Browne vd., 2008).

Denizlerde ve tatlı sularda bulunan kuşların, memelilerin, kaplumbağalar ve omurgasız türlerin plastik atıklara dolandıkları için yaşamlarını yitirebilmektedirler (Laist, 1987; Gall ve Thompson, 2015). Deniz kirliliğinden (plastik, makroplastik, mikroplastik) 693 organizma yutma ve vücutlarına dolaşma sonucunda etkilenmişlerdir (Gall ve Thompson, 2015). Farklı beslenme tiplerine (omnivor, herbivor, etçil) sahip balıklardaki mikroplastik varlığı incelenmiştir. Omnivor beslenme tipine sahip balıklarda mikroplastik içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Mizraji vd., 2017). *Pseudopleuronectes americanus*, *Roccus americanus*, *Myoxocephalus aenus*, *Menidia menidia* balık türleri ile *Sagitta elegans* ve deniz halkalı solucanının mide içeriğinde mikroplastik (Carpenter vd., 1972) ve midyelerin bağırsaklarında plastik (Browne vd., 2008) kalıntıları bulunmuştur.

Plastik ve Mikroplastiklerin Bakteri Taşınımına Etkileri

Gram negatif bakterilerin plastik atıklarda koloni oluşturmaktadır. Carpenter vd., (1972) tarafından yapılan bu çalışma plastikler üzerinde bakterilerin koloni oluşturduğunu bildirilen ilk yayın olmuştur (Wu vd., 2019). Mikroplastikler bakterilerin taşınımında rol almaktadır (Virsek vd., 2017). Bakteriler mikroplastiklerin yüzeyinde kolonileştiğini vurgulayan çalışmalar yapılmıştır (Harrison vd., 2011; Harrison vd., 2014; McCormick vd., 2014; Xu vd., 2019). Naik vd., (2019) tarafından yapılan çalışmada *V. cholerae*'nin mikroplastikler üzerinde biyofilm oluşturduğu belirtilirken, Kirstein vd., (2016) *Vibrio* spp.'nin De Tender vd., (2015) ise *Vibrionaceae* türlerinin mikroplastiklerde koloniler oluşturduğunu vurgulamışlardır. Zararlı alg tomurcukları (Harmful Algal Blooms-HAB) türlerinin balast suları ile mikroplastiklerin üzerinde taşındığının düşünüldüğü belirtilmektedir (Naik vd., 2019). Mikroplastiklerin üzerinde bulunan bakterilerin tanımlandığı bir çalışmada *Aeromonas salmonicida* ile 28 bakteri türünün olduğu ve *Aeromonas salmonicida* türünün balıklarda hastalığa neden olduğu belirtilmiştir (Virsek vd., 2017).

Plastik ve mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri

Makroplastikler gıda ambalajlamada kullanılmakta ve zaman içerisinde küçük parçalara bölünmektedir (Scheirs, 2000; Bhunia vd., 2013). Mikroplastikler küçük boyutta oldukları için su kaynaklarına karışarak suda yaşayan canlılar tarafından sindirim yolu ile besin zincirine dahil olmaktadır (Yurtsever, 2018). Su ürünlerinde bulunan mikroplastikler, tüketildiklerinde gıda güvenliği açısından uygun değildir (Van

Cauwenberghe ve Janssen, 2014). Denizdeki canlıların vücuduna giren mikroplastikler besin zincirine katılarak gıda yoluyla insanlara kadar ulaşabilmektedir (Setala vd., 2013; Romeo vd., 2005; Akarsu vd., 2017). İnsanlar ve çocuklar tarafından plastik parçalarının yanlışlıkla yutulması sonucu özofagus delinmesi yitilmesi (Guirgis vd., 2011), gastrointestinal sistemde kanama (Rubin vd., 1998) ve incebağırsak delinmesi (Newell vd., 2000) gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bunların yanı sıra su ürünlerinin işlenmesi ve paketlenmesi sırasında da mikroplastikler bulaşarak besin zincirine katılabilmektedir (Cole vd., 2013; EFSA, 2016; Carbery vd., 2018). Mikroplastiklere insan akciğerinde (Prata, 2018) ve insan dışkıında (Liebmann vd., 2018) rastlanılmıştır. Ayrıca plastiklerde bulunan maddelerin insanlarda kronik ve akut rahatsızlıklara neden olabileceği belirtilmiştir (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, 2010). İnsan tüketimine sunulan tuzlarda mikroplastikler bulunmuştur (Karami vd., 2017b; Barboza vd., 2018; Seth ve Shriwastav, 2018). Mikroplastiklerin insanlara balık tüketimine bağlı olarak (Carbery vd., 2018) geçtiği ve yapılan bir çalışmada balığın etinde (Karami vd., 2017a) mikroplastik bulunduğuna bildirilmiştir. Mikroplastiklerin insan sağlığına kanser, obezite gibi olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir (Sharma ve Chatterjee, 2017). Mikroplastiklerin küçük parküllerden oluşmaları besin zinciri dışında havada sürüklenme yolu ile (Allen vd., 2019) insan vücuduna doğrudan ve dolaylı olarak solunarak sağlık riski oluşturmaktadır (Gasperi vd., 2018; Prata, 2018). Havada bulunan mikroplastikler akciğerlerde solunum yolu ile birikerek kronik ve akut iltihaplanmalara neden olmaktadır (Liu vd., 2019; Pauly vd., 1998).

SONUÇ

Günümüzde plastikler birçok alanda kullanılmakta ve gün geçtikçe de kullanım alanları artmaktadır. Plastik kullanımındaki bu artış çevre kirliliğine neden olması yanı sıra ortamda bulunan canlıları ve dolayısıyla da insan sağlığını da olumsuz olarak etkilemektedir. Plastikler farklı taşınım yolu ile çeşitli su ortamlarına ulaşmaktadır. Çeşitli su ortamlarına ulaşmış olan plastik ve mikroplastikler ortamda bulunan çeşitli canlılarda hasarlara ve hatta ölümlere bile neden olabilmektedir. Su canlıları tarafından tüketilen mikroplastiklerin besin ağına dahil olarak insan tüketimine kadar ulaştığı ve insan sağlığını da olumsuz olarak etkilediği çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir. Bu nedenle bir an önce bu konuda bilinçlendirme çalışmalarının yapılması ve gerekli önlemlerin alınmasının sağlanması gerekmektedir. Konunun önemi üzerine farkındalık yaratılmasının sağlanarak plastik üretimi ve kullanımının çevreye, çeşitli canlılara ve insanlara verdikleri zararların önlenmesi amacıyla engellenmesi gerekmektedir. Kullanılan (temizlik malzemesi, kişisel bakım ürünleri, su şişeleri, gıda ambalaj materyalleri vb.) plastik materyallerin yerine çevre dostu ve insan sağlığına zararlı olmayan biyobozunur özellikle materyallerin yer almasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Gıdaların paketlenmesinde plastik ambalaj materyalleri yerine yenilebilir veya biyobozunur olan ambalajlama materyallerinin kullanılmasının olumlu etkilerinin olacağı düşünülmektedir. Çevrede oluşan plastik kirliliğinin önlenmesi

amacıyla halkın bilinçlendirilmesinin sağlanması yanı sıra plastik atıkların toplanması için çeşitli (belediyeler, çevre koruma dernekleri, projeler vb.) faaliyetlerin artırılmasının yararlı olacağı ön görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2010). ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry Toxicological Profile for Styrene. US Public Health Service, US Dept of Health and Human Services Atlanta, GA.
- Akarsu, C., Kideys, A.E. & Kumbur, H. (2017). Eysel atık su artıma tesislerinin sucul ekosisteme mikroplastik tehdidi, 2. Uluslararası Su ve Sağlık Kongresi, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(EK-1), 73-78. DOI:10.5505/TurkHijyen.2017.36845
- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V.R., Le Roux, G., Durántez Jiménez, P., Simonneau, A., Binet, S. & Galop, D. (2019). Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nature Geoscience*, 12(5), 339-344. DOI:10.1038/s41561-019-0335-5
- Amélineau, F., Bonnet, D., Heitz, O., Mortreux, V., Harding, A.M.A., Karnovsky, N., Walkusz, W., Fort, J. & Grémillet, D. (2016). Microplastic pollution in the Greenland Sea: Background levels and selective contamination of planktivorous diving seabirds. *Environ Pollution*, 219, 1131-1139. DOI:10.1016/j.envpol.2016.09.017
- American Chemistry, (2005). Council Plastics Industry Producer Statistics Group. Alıntılanma adresi: <https://plastics.americanchemistry.com/Jobs/EconomicStatistics/Plastics-Statistics/> (13.01.2020).
- Andrade, C. & Ovando, F. (2017). First record of microplastics in stomach content of the southern king crab *Lithodes santolla* (Anomura: Lithodidae), Nassau bay, Cape Horn, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 45(3), 59-65. DOI:10.4067/S0718-686X2017000300059
- Andrady, A.L. & Neal, M.A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions Biological Sciences*, 364, 1977-1984. DOI:10.1098/rstb.2008.0304
- Andrady, A.L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1596-1605. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030
- Anonim 1, (2019). Nano plastikler denizdeki organizmalarda birikiyor. Alıntılanma adresi: <http://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/nano-plastikler-denizdeki-organizmalarda-birikiyor-40854041> (04.01.2020).
- Anonim 2, (2019). Bodrum ve Ege'de ölümcül tehlike: mikroplastikler. Alıntılanma adresi:<https://anterhaber.com/bodrum-ve-ege-de-olumcul-tehlike-mikroplastikler/3801/> (07.01.2020).
- Barboza, L.G.T., Vethaak, A.D., Lavorante, B.R.B.O., Lundebye, A.K. & Guilhermino, L. (2018). Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 336-348. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.05.047
- Besseling, E., Foekema, E.M., Van Franeker, J.A., Leopold, M.F., Kühn, S., Bravo Rebolledo, E.L., Heise, E., Mielke, L., IJzer, J., Kamminga, P. & Koelmans, A.A. (2015). Microplastic in a macro filter feeder: humpback whale *Megaptera novaeangliae*. *Marine Pollution Bulletin*, 95, 248-252. DOI:10.1016/j.marpolbul.2015.04.007
- Bhunia, K., Sablani, S.S., Tang, J. & Rasco, B. (2013). Migration of chemical compounds from packaging polymers during microwave, conventional heat treatment, and storage. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(5), 523-545. DOI:10.1111/1541-4337.12028
- Brouwer, R., Hadzhiyska, D., Ioakeimidis, C. & Ouderdorp, H. (2017). The social costs of marine litter along European coasts. *Ocean & Coastal Management*, 138, 38-49. DOI:10.1016/j.ocecoaman.2017.01.011
- Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M. & Thompson, R.C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science and Technology*, 42(13), 5026-5031. DOI:10.1021/es800249a
- Browne M.A., Crump P., Niven S.J., Teuten E.L., Tonkin A., Galloway T. & Thompson, R. (2011). Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science and Technology*, 45, 9175-79. DOI:10.1021/es201811s
- Browne, M.A. (2015). Sources and pathways of microplastics to habitats. M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, Springer International Publishing, Cham, 229-244. ISBN: 978-3-319-16510-3.
- Cadee, G.C. (2002). Seabirds and floating plastic debris, *Marine Pollution Bulletin*, 44(11), 1294-1295. DOI:10.1016/S0025-326X(02)00264-3
- Carbery, M., O'Connor, W. & Palanisami, T. (2018). Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*, 115, 400-409. DOI:10.1016/j.envint.2018.03.007
- Carpenter, E.J., Anderson, S.J., Harvey, G.R., Miklas, H.P. & Peck, B.B. (1972). Polystyrene spherules in coastal waters. *Science*, 178, 749-750. DOI:10.1126/science.178.4062.749
- Carr, S.A., Liu, J. & Tesoro, A.G. (2016). Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Research*, 91 174-182. DOI:10.1016/j.watres.2016.01.002
- Cheshire, A.C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S., Jettif, L., Jung, R.T., Kinsey, S., Kusui, E.T., Lavine, I., Manyara, P., Oosterbaan, L., Pereira, M.A., Sheavly, S., Tkalin, A., Varadarajan, S., Wenneker, B. & Westphalen, G. (2009). UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186; IOC Technical Series No. 83, xii + 120 p. ISBN: 978-92-807-3027-2.
- Clark, J.R.M., Cole, M., Lindeque, P.K., Fileman, E., Blackford, J., Lewis, C., Lenton, T.M. & Galloway, T.S. (2016). Marine microplastic debris: a targeted plan for understanding and quantifying interactions with marine life. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14, 317-324. DOI:10.1002/fee.1297
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R. & Moger, J. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science Technology*, 47(12), 6646-6655. DOI:10.1021/es400663f
- Compa, M., Ventero, A., Iglesias, M. & Deudero, S. (2018). Ingestion of microplastics and natural fibres in *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) and *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) along the Spanish Mediterranean coast. *Marine Pollution Bulletin*, 128, 89-96. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.01.009
- De Tender, C.A., Devriese, L.I., Haegeman, A., Maes, S., Ruttink, T. & Dawyndt, P. (2015). Bacterial community profiling of plastic litter in the Belgian part of the North Sea. *Environmental Science & Technology*, 49(16), 9629-9638. DOI:10.1021/acs.est.5b01093
- Devriese, L.I., Van der Meulen, M.D., Maes, T., Bekaert, K., Paul-Pont, I., Frere, L., Robbens, J. & Vethaak, A.D. (2015). Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine Pollution Bulletin*, 98, 179-187. DOI:10.1016/j.marpolbul.2015.06.051
- Digka, N., Tsangaris, C., Torre, M., Anastasopoulou, A. & Zeri, C. (2018). Microplastics in mussels and fish from the Northern Ionian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 30-40. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.06.063
- Donohue, M.J., Masura, J., Gelatt, T., Ream, R., Baker, J.D., Faulhaber, K. & Lerner, D.T. (2019). Evaluating exposure of northern fur seals, *Callorhinus ursinus*, to microplastic pollution through fecal analysis. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 213-221. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.11.036

- Duis, K. & Coors, A. (2016). Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe*, 28, 2. DOI:10.1186/s12302-015-0069-y
- EFSA (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. Panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal*, 14(6). DOI:10.2903/j.efsa.2016.4501
- Eriksson, C. & Burton, H. (2003). Origins and biological accumulation of small plastic particles in fur seals from Macquarrie Island. *Ambio*, 32, 380-384. DOI:10.1579/0044-7447-32.6.380
- FAO (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. In A. Lusher, P. Hollman & J. Mendoza-Hill (Eds). ISSN: 2070-7010.
- Fendall, L.S. & Sewell, M.A. (2009). Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1225-1228. DOI:10.1016/j.marpolbul.2009.04.025
- Free, C.M., Jensen, O.P., Mason, S.A., Eriksen, M., Williamson, N.J. & Boldgiv, B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*, 85(1), 156-163. DOI:10.1016/j.marpolbul.2014.06.001
- Gall, S.C. & Thompson, R.C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92, 170-179. DOI:10.1016/j.marpolbul.2014.12.041
- Garnier, Y., Jacob, H., Guerra, A.S., Bertucci, F. & Lecchini, D. (2019). Evaluation of microplastic ingestion by tropical fish from Moorea Island, French Polynesia. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 165-170. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.01.038
- Gasperi, J., Wright, S.L., Dris, R., Collard, F., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., Kelly, F.J. & Tassin, B. (2018). Microplastics in air: are we breathing it in?. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 1-5. DOI: 10.1016/j.coesh.2017.10.002
- Gassel, M., Harwani, S., Park, J.S. & Jahn, A. (2013). Detection of nonylphenol and persistent organic pollutants in fish from the North Pacific central gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 73(1), 231-242. DOI:10.1016/j.marpolbul.2013.05.014
- GESAMP, (2016). Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. In: Kershaw, P.J., Rochman, C.M. (Eds.), (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on The Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) Reports and Studies, GESAMP, 93, 220. ISSN: 1020-4873.
- Guirgis, M., Nguyen, R. & Pokorny, C. (2011). Accidental ingestion of plastic from takeaway containers- food for thought. *The Medical Journal of Australia*, 194(5), 245-6. DOI:10.5694/j.1326-5377.2011.tb02955.x
- Harrison, J.P., Sapp, M., Schratzberger, M. & Osborn, A.M. (2011). Interactions between microorganisms and marine microplastics: a call for research. *Marine Technology Society Journal*, 45, 12-20. DOI:10.4031/MTSJ.45.2.2
- Harrison, J.P., Schratzberger, M. Sapp, M. & Osborn, A.M. (2014). Rapid bacterial colonization of low-density polyethylene in coastal sediment microcosms. *BMC Microbiology*, 14(1), 232.
- Hernandez, E., Nowack, B. & Mitrano, D.M. (2017). Polyester textiles as a source of microplastics from households: a mechanistic study to understand microfiber release during washing. *Environmental Science & Technology*, 51(12), 7036-7046. DOI:10.1021/acs.est.7b01750
- Hinojosa, I.A. & Thiel, M. (2009). Floating marine debris in fjords, gulfs and channels of southern Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 341-350. DOI:10.1016/j.marpolbul.2008.10.020
- Horton, A.A., Walton, A., Spurgeon, D.J., Lahive, E. & Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *The Science of the Total Environment*, 586, 127-141. DOI:10.1016/j.scitotenv.2017.01.190
- Imhof, H.F., Ivleva, N.P., Schmid, J., Niessner, R. & Laforsch, C. (2013). Contamination of beach sediments of a subalpine lake with microplastic particles. *Current Biology*, 23(19), R867-R868. DOI:10.1016/j.cub.2013.09.001
- Jahnke, A., Arp, H.P.H., Escher, B.I., Gewert, B., Gorokhova, E., Kühnel, D., Ogonowski, M., Potthoff, A., Rummel, C., Schmitt-Jansen, M., Toorman, E. & MacLeod, M. (2017). Reducing uncertainty and confronting ignorance about the possible impacts of weathering plastic in the marine environment. *Environmental Science & Technology Letters*, 4, 85-90. DOI:10.1021/acs.estlett.7b00008
- Jang, Y.C., Hong, S., Lee, J., Lee, M.J. & Shim, W.J. (2014). Shim Estimation of lost tourism revenue in Geoje Island from the 2011 marine debris pollution event in South Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1). DOI:10.1016/j.marpolbul.2014.02.021
- Karami, A., Golieskardi, A., Ho, Y.B., Larat, V. & Salamatinia, B. (2017a). Microplastics in eviscerated flesh and excised organs of dried fish. *Scientific Reports*, 7, 5473. DOI:10.1038/s41598-017-05828-6
- Karami, A., Golieskardi, A., Ho, Y.B., Larat, V., Galloway, T.S. & Salamatinia, B. (2017b). The presence of microplastics in commercial salts from different countries. *Scientific Reports*, 7. DOI:10.1038/srep46173
- Kiessling, T., Gutow, L. & Thiel, M. (2015). Marine litter as habitat and dispersal vector, M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-319-16510-3_6
- Kirstein, I. V., Kirmizi, S., Wichels, A., Garin-Fernandez, A., Erler, R., Löder, M. & Gerdtz G. (2016). Dangerous hitchhikers? Evidence for potentially pathogenic *Vibrio* spp. on microplastic particles. *Marine Environmental Research*, 120, 1-8. DOI:10.1016/j.marenvres.2016.07.004
- Kühn, S., Schaafsma, F.L., Van Werven, B., Flores, H., Bergmann, M. Egelkraut-Holtus, M., Tekman, M.B. & Van Franeker, J.A. (2018). Plastic ingestion by juvenile polar cod (*Boreogadus saida*) in the Arctic Ocean. *Polar Biology*, 41(6), 1269-1278. DOI:10.1007/s00300-018-2283-8
- Laist, D.W. (1987). Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18, 319-326. DOI:10.1016/S0025-326X(87)80019-X
- Lechner, A., Keckeis, H., Lumesberger-Loisl, F., Zens, B., Krusch, R., Tritthart, M. Glas, M. & Schludermann, E. (2014). The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environmental Pollution*, 188, 177-181. DOI:10.1016/j.envpol.2014.02.006
- Lefebvre, C., Sarau, C., Heitz, O., Nowaczyk, A. & Bonnet, D. (2019). Microplastics FTIR characterisation and distribution in the water column and digestive tracts of small pelagic fish in the Gulf of Lions. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 510-519. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.03.025
- Liebmann, B., Köppel, S., Königshofer, P., Bucsis, T., Reiberger, T. & Schwabl, P. (2018). Assessment of microplastic concentrations in human stool-Preliminary results of a prospective study. UEG Week 2018 Vienna (2018).
- Liu, K., Wang, X., Fang, T., Xu, P., Zhu, L. & Li, D. (2019). Source and potential risk assessment of suspended atmospheric microplastics in Shanghai. *Science of The Total Environment*, 675, 462-41. DOI:10.1016/j.scitotenv.2019.04.110
- Lusher, A.L., Hollman, P.C.H. & Mendoza-Hill, J.J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical*, 615p (Rome, Italy). ISSN 2070-7010.
- Mallory, M.L. (2008). Marine plastic debris in northern fulmars from the Canadian high Arctic. *Marine Pollution Bulletin*, 56(8), 1501-1504. DOI:10.1016/j.marpolbul.2008.04.017
- McCormick, A., Hoellein, T.J., Mason, S.A., Schlupe, J. & Kelly, J.J. (2014). Microplastic is an abundant and distinct microbial habitat in an urban river. *Environmental Science & Technology*, 48 (20), 11863-11871. DOI:10.1021/es503610r
- Mizraji, R., Ahrendt, C., Perez-Venesgas, D., Vargas, J., Pulgar, J., Aldana, M., Ojeda, F.P., Duare, C. & Galban-Malagon, C. (2017). Is the feeding

- type related with the content of microplastics in intertidal fish gut?. *Marine Pollution Bulletin*, 116(1-2), 15, 498-500. DOI:10.1016/j.marpolbul.2017.01.008
- Morgana, S., Ghigliotti, L., Estevez-Calvar, R., Stifanese, A., Wieczorek, A., Doyle, T., Christiansen, J.S., Faimali, M. & Garaventa, F. (2018). Microplastics in the Arctic: a case study with sub-surface water and fish samples off Northeast Greenland. *Environmental Pollution*, 242, 1078-1086. DOI:10.1016/j.envpol.2018.08.001
- Munari, C., Corbau, C., Simeoni, U. & Mistri, M. (2016). Marine litter on Mediterranean shores: analysis of composition, spatial distribution and sources in north-western. *Adriatic beaches Waste Management*, 49, 483-490. DOI:10.1016/j.wasman.2015.12.010.
- Murphy, F., Russell, M., Ewins, C. & Quinn, B. (2017). The uptake of macroplastic & microplastic by demersal & pelagic fish in the Northeast Atlantic around Scotland. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1-2), 353-359. DOI:10.1016/j.marpolbul.2017.06.073
- Nadal, M.A., Alomar, C. & Deudero, S. (2016). High levels of microplastic ingestion by the semipelagic fish bogue *Boops boops* (L.) around the Balearic Islands. *Environmental Pollution*, 214, 517-523. DOI:10.1016/j.envpol.2016.04.054
- Naik, R.K., Naik, M.M., D'Costa, P.M. & Shaikh, F. (2019). Microplastics in ballast water as an emerging source and vector for harmful chemicals, antibiotics, metals, bacterial pathogens and HAB species: A potential risk to the marine environment and human health. *Marine Pollution Bulletin*, 149. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.110525
- Newell, K.J., Taylor, B., Walton, J.C. & Tweedie, E.J. (2000). Plastic bread-bag clips in the gastrointestinal tract: Report of 5 cases and review of the literature. *Canadian Medical Association Journal*, 162(4), 527-9.
- NOAA (2008). Proceedings of the International Research Workshop on the occurrence, effects and fate of microplastic marine debris. In: Arthur C, Baker J, Bamford H. (Eds.), Technical Memorandum NOSOR&R-30. University of Washington Tacoma, Tacoma, WA, USA September 9.11.
- Ory, N., Chagnon, C., Felix, F., Fernández, C., Ferreira, J.L., Gallardo, C., Garcés Ordóñez, O., Henostroza, A., Laaz, E., Mizraji, R., Mojica, H., Murillo Haro, V., Ossa Medina, L., Preciado, M., Sobral, P., Urbina, M.A. & Thiel, M. (2018). Low prevalence of microplastic contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 127, 211-216. DOI:10.1016/j.marpolbul.2017.12.016
- OSPAR (The Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic) (2015). Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) Guidelines for Monitoring and Assessment of Plastic Particles in Stomachs of Fulmars in the North Sea area. Agreement 2015-03.
- Ostle, C., Thompson, R.C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M. & Johns, D.G. (2013). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. *Nature Communications*, 1622, 1-6. DOI:10.1016/j.chemosphere.2008.11.022
- Pauly, J.L., Stegmeier, S.J., Allaart, H.A., Cheney, R.T., Zhang, P.J., Mayer, A.G. & Streck, R.J. (1998). Inhaled cellulosic and plastic fibers found in human lung tissue. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 7(5) (1998), 419-428.
- Peng, G., Zhu, B., Yang, D., Su, L., Shi, H. & Li, D. (2017). Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. *Environmental Pollution*, 225, 283-290. DOI:10.1016/j.envpol.2016.12.064
- Perez-Venegas, D.J., Seguel, M., Pavés, H., Pulgar, J., Urbina, M., Ahrendt, C. & Galbán-Malagón, C. (2018). First detection of plastic microfibers in a wild population of South American fur seals (*Arctocephalus australis*) in the Chilean Northern Patagonia. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 50-54. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.08.065
- Pettipas, S., Bernier, M. & Walker, T.R. (2016). A Canadian policy framework to mitigate plastic marine pollution. *Marine Policy*, 68, 117-122. DOI:10.1016/j.marpol.2016.02.025
- Pham, C.K., Rodriguez, Y., Dauphin, A., Carriço, R., Frias, J.P.G.L., Vandeperra, F., Otero, V., Santos, M.R., Martins, H.R., Bolten, A.B. & Bjorndal, K.A. (2017). Plastic ingestion in oceanic-stage loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) off the North Atlantic subtropical gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 121(1-2) 15, 222-229. DOI:10.1016/j.marpolbul.2017.06.008
- Phillips, K.L., Jackson, G.D., Nichols, P.D. (2001). Predation on myctophids by the squid *Moroteuthis ingens* around Macquarie and Heard Islands: stomach contents and fatty acid analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 215, 179-189. DOI:10.3354/meps215179
- Prata, J.C. (2018). Airborne microplastics: consequences to human health?. *Environmental Pollution*, 234, 115-126. DOI:10.1016/j.envpol.2017.11.043
- Praveena, S.M., Shaifuddin, S.N.M. & Akizuki, S. (2018). Exploration of microplastics from personal care and cosmetic products and its estimated emissions to marine environment: an evidence from Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 135-140. DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.09.012
- Provencher, J.F., Gaston, A.J., Mallory, M., O'hara, P.D. & Gilchrist, H.G. (2010). Ingested plastic in a diving seabird, the thick-billed murre (*Uria lomvia*), in the Eastern Canadian Arctic. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 1406-1411. DOI:10.1016/j.marpolbul.2010.05.017
- Rios, L.M., Moore, C. & Jones, P.R. (2007). Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin*, 54(8), 1230-1237. DOI:10.1016/j.marpolbul.2007.03.022
- Rochman, C.M., Browne, M.A., Halpern, B.S., Hentschel, B.T., Hoh, E., Karapanagioti, H.K., Rios-Mendoza, L.M., Takada, H., Teh, S. & Thompson R.C. (2013a). Policy: Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, 494, 169-171. DOI:10.1038/494169a
- Rochman, C.M., Hoh, E., Kurobe, T. & Teh, S.J. (2013b). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*, 3, 3263. DOI:10.1038/srep03263
- Rochman, C.M., Kurobe, T., Flores, I. & Teh, S.J. (2014). Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. *Science of the Total Environment*, 493, 656-661. DOI:10.1016/j.scitotenv.2014.06.051
- Romeo, T., Pietro, B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F., & Fossi, M. C. (2015). First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine pollution bulletin*, 95(1), 358-361. DOI:10.1016/j.marpolbul.2015.04.048
- Rubin, M., Shimonov, M., Grief, F., Rotestein, Z. & Lelcuk, S. (1998). Phytobezoar: A rare cause of intestinal obstruction. *Digestive Surgery*, 15, 52-4. DOI:10.1159/000018586
- Rummel, C.D., Löder, M.G.J., Fricke, N.F., Lang, T., Griebeler, E.M., Janke, M. & Gerdts, G. (2016). Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the north Sea and baltic sea. *Marine Pollution Bulletin*, 102, 134-141. DOI:10.1016/j.marpolbul.2015.11.043
- Scheirs, J. (2000). Compositional and Failure Analysis of Polymers: a Practical Approach. John Wiley and Sons Ltd, Chisester. ISBN: 978-0-471-62572-8.
- Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V. & Lehtiniemi, M. (2013). Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental Pollution*, 185, 77-83. DOI:10.1016/j.envpol.2013.10.013
- Seth, C.K. & Shrivastav, A. (2018). Contamination of Indian sea salts with microplastics and a potential prevention strategy. *Environmental Science Pollution Research International*, 25, 30122-30131. DOI:10.1007/s11356-018-3028-5
- Sharma, S. & Chatterjee, S. (2017). Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24, 21530-21547. DOI:10.1007/s11356-017-9910-8
- Singh, B. & Sharma, N. (2008). Mechanistic implications of plastic degradation. *Polymer Degradation and Stability*, 93, 561-584. DOI:10.1016/j.polydegradstab.2007.11.008
- Smith, M., Love, D.C., Rochman, C.M. & Neff, R.A. (2018). Microplastics in seafood and the implications for human health. *Current Environment Health Reports*, 5, 375-386. DOI:10.1007/s40572-018-0206-z

- Talsness, C.E., Andrade, A.J., Kuriyama, S.N., Taylor, J.A. & Vom Saal, F.S. (2009). Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. *Philos Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 364, 2079–2096. DOI:10.1098/rstb.2008.0281
- Trevaill, A.M., Gabrielsen, G.W., Kühn, S. & Van Franeker, J.A. (2015). Elevated levels of ingested plastic in a high Arctic seabird, the northern fulmar (*Fulmarus glacialis*). *Polar Biology*, 1–7. DOI:10.1007/s00300-015-1657-4
- UNEP (United Nations Environment Programme), (2009). Marine litter: A global challenge. Nairobi: UNEP, 232 p. ISBN: 978-92-807-3029-6. Prepared by Ljubomir Jetic, Seba Sheavly, and Elik Adler Edited by Nikki Meith.
- Van Cauwenbergh & Janssen (2014). *Environmental Pollution*, 193, 65-70. DOI:10.1016/j.envpol.2014.06.010
- Virsek, M.K., Lovsin, M.N., Koren, S., Krzan, A. & Peterlin, M. (2017). Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species *Aeromonas salmonicida*. *Marine Pollution Bulletin*, 125(1-2), 301-309. DOI:10.1016/j.marpolbul.2017.08.024
- Vlachogianni, T., Anastasopoulou, A., Fortibuoni, T., Ronchi, F. & Zeri, C. (2017). Marine litter assessment in the Adriatic and Ionian Seas IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA (2017), p. 168. ISBN: 978-960-6793-25-7.
- Watt, A.J., Urbina, M.A., Goodhead, R., Moger, J., Lewis, C. & Galloway, T.S. (2016). Effects of microplastics on gills of shore crab *Carcinus maenas*. *Environmental Science & Technology*, 50, 5364-5369. DOI:10.1021/acs.est.6b01187
- Webb, S., Ruffell, H., Marsden, I., Pantos, O. & Gaw, S. (2019). Microplastics in the New Zealand green lipped mussel *Perna canaliculus*. *Marine Pollution Bulletin*, 149(1-3), 110641. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.110641
- World Economic Forum (2016). The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics Alıntılanma adresi: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/new-plastics-economy-report-offers-blueprint-to-design-a-circular-future-for-plastics> (04.01.2020).
- Wright, S.L., Thompson, R.C. & Galloway, T.S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution*, 178, 483-492. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.02.031
- Wu, N., Zhang, Y., Zhao, Z., He, J., Li, W., Li, J., Xu, W., Ma, Y. & Niu, Z. (2019). Colonization characteristics of bacterial communities on microplastics compared with ambient environments (water and sediment) in Haihe Estuary. *Science of The Total Environment*, 134876. In press. DOI:10.1016/j.scitotenv.2019.134876
- Xu, X., Wang, S., Gao, F., Li, J., Zheng, Li, Sun, C., He, C., Wang, Z. & Qu, L. (2019). Marine microplastic-associated bacterial community succession in response to geography, exposure time, and plastic type in China's coastal seawaters. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 278-286. DOI:10.1016/j.marpolbul.2019.05.036
- Yavuzcan, H., Pulatsü, S., Demir, N., Kırkağaç, M., Bekcan, S., Topçu, A., Doğankaya, L. & Başçınar, N. (2019). Türkiye'de Sürdürülebilir Su Ürünleri Yetiştiriciliği Alıntılanma adresi: http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/1a94cef23357f68_ek.pdf (04.01.2020).
- Yurtsever, M. (2015). Mikroplastikler'e genel bir bakış. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 17(50), 68–83.
- Yurtsever, M. (2018). Küresel Plastik Kirliliği, Nano mikroplastik Tehlikesi Ve Sürdürülebilirlik, Çevre, Bilim Ve Teknoloji, Küresel Plastik Kirliliği, Nano Mikroplastik Tehlikesi Ve Sürdürülebilirlik, Yurtsever Meral, Yayın Yeri: Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları, Editör: Ayşegül Akdoğan Eker, Fatma İltter Türkdoğan, Fatma Gülen İskender, Neşe Tüfekçi, Süleyman Övez, Basım sayısı:1, sayfa:171-197. ISBN:978-605-7594-06-8.
- Zeri, C., Adamopoulou, A., Bojanić Varezić, D., Fortibuoni, T., Kovač Viršek, M., Krzan, A., Mandić, M., Mazziotti, C., Palatinus, A., Peterlin, M., Prvan, M., Ronchi, F., Siljic, J., Tutman, P. & Vlachogianni, T. (2018). Floating plastics in Adriatic waters (Mediterranean Sea): from the macro to the micro-scale. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 341-350, DOI:10.1016/j.marpolbul.2018.09.016