

Abiyotik bir su ürünü olan sofrta tuzunda mikroplastik kirliliği tehlikesi

Microplastic pollution threat in table salt that an abiotic sea product

Meral Yurtsever¹ 

¹ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye
mevci@sakarya.edu.tr

Received date: 13.02.2017

Accepted date: 24.04.2018

How to cite this paper:

Yurtsever, M. (2018). Microplastic pollution threat in table salt that an abiotic sea product. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(3), 243-249.
DOI:10.12714/egejfas.2018.35.3.03

Öz: Plastiklerin tabiatta parçalara ayrılması dolayısıyla da mikroplastiklerin (<5mm) oluşması doğal olarak hava, rüzgar, güneş ve su akışı etkileriyle ve/veya antropojenik etkilerle gerçekleşebilir. Mikroplastik kirliliği günümüzde yeni anlaşılan bir konudur. Son zamanlarda çevrede ve sulardaki mikroplastik kirliliği konusunda yapılmış çalışmalar artsa da gıdalardaki mikroplastik kirliliği ve sağlığa etkileri açısından yapılmış pek fazla çalışma bulunmamaktadır. Yemek tuzu, basit üretim teknikleri ile deniz, göl ve kaya (kuyu) gibi doğal kaynaklardan temin edilmektedir. Abiyotik bir su ürünü olan tuz, günlük hayatta çok kullanılan ve "üç beyaz" olarak bilinen gıda maddelerinden biridir. Yapılan bu çalışmada ülkemizdeki marketlerden alınan ve temel gıda maddelerinden biri olan sofrta (yemek) tuzlarındaki mikroplastik kirliliği incelenmiştir. İncelemeler sonucunda yemeklik tuz içerisinde bulunan mikroplastik sayısının hiçte azımsanamayacak miktarda olduğu anlaşılmıştır. Kaya tuzlarında ortalama 28, deniz tuzlarında 56 ve göl tuzlarında 63 MP/200g tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tuz (NaCl), mikroplastikler, antropojenik, kirlilik, gıda, Türkiye

Abstract: In the nature, the plastics are broken down to smaller pieces, producing microplastics (<5mm), through exposure to elements such as air, wind, sunlight, water, as well as due to anthropogenic effects. Microplastic pollution is a problem that we are just beginning to understand. Even though an increase in the number of studies on microplastic pollution in the environment and in water has seen some increase recently, studies focusing on microplastic pollutions in food, and their effect on health are few and far between. Table salt is obtained from natural resources such as the sea, lakes, and rocks (wells), using very simple production techniques. As an abiotic aquatic product, salt is a widely used foodstuff, constituting one leg of the so-called "three whites". The present study analyzed the level of microplastic pollution in table salts (food), deemed a basic foodstuff, and procured from the supermarkets in Turkey. The analyses revealed that the microplastic counts observed in table salt samples are not negligible at all. The amounts of average MP in rock salt, sea salt and lake salt were found to be 28, 56 and 63, respectively.

Keywords: Salt (NaCl), microplastics, anthropogenic, pollution, food, Turkey

GİRİŞ

Dünyadaki plastik tüketim oranı yaklaşık son 70 yıldır katlanarak artmakla beraber bilim adamları, içinde bulunduğumuz jeolojik dönem olan Antroposen dönemde "Plastik Çağ'a girildiğini" açıklamıştır (Waters vd., 2016; Zalasiewicz vd., 2016). Bunun yanı sıra plastiklerin aşırı kullanımından dolayı, uzun vadeli çökme ve fosilleşme olayları neticesinde meydana gelecek jeolojik tabakaların ciddi miktarda plastiklerden oluşacağı bildirilmektedir. Çevreye bırakılan plastiklerin, doğadaki yağışlar ve akışlar sayesinde derin okyanus yüzeylerine ve hatta diplerine kadar taşınabildiği, okyanuslardaki girdap akımlarının ortasında dev plastik çöplüğü oluşturduğu görülmüştür (Eriksen vd., 2014; Jambeck vd., 2015; Yurtsever, 2015).

Gerek mukavemeti artırmak gerekse farklı ve istenilen özellikte ürün üretmek amacıyla plastiklerde Bisfenol A (BPA), ağır metaller (Kurşun, Bakır, Kadmiyum vb. gibi), ftalatlar vb.

gibi canlılara zararlı olabilecek katkı maddelerinin kullanıldığı bilinmektedir. Bunun yanı sıra plastikler lipofilik özelliktedir ve diklorodifeniltrikloretan (DDT), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), polibromlu difenil eter (PBDE), Poliklorlu bifeniller (PCB) gibi çeşitli kalıcı organik kirleticileri (POPs), organoklorlu pestisitleri ve hormon bozucuları adsorplayarak yüzeyinde taşıyabilmektedir (Mato vd., 2001; Lee vd., 2014; Bakir vd., 2012; Bakir vd., 2014; Rochman vd., 2013a).

Nüfusun yoğun olduğu ve sanayileşmiş alanlarda, en çok karasal kaynaklardan gelen plastik çöplere rastlanmaktadır (Klein vd., 2015; Duis ve Coors, 2016; Pruter, 1987; Gregory, 1991). Kanada'daki Halifax Limanında yapılan bir araştırma, limandaki toplam çöplerin % 62'sinin rekreasyon ve karasal kaynaklı kaynaklardan oluştuğunu göstermiştir (Ross vd., 1991). Özellikle kentsel yerleşimin fazla olduğu bölgelerdeki atmosferik döküntüde çok fazla mikroplastik liflere rastlandığı

bildirilmiştir (Dris vd., 2016). Mikroplastiklerin rüzgar, hava, ve akarsular vasıtasıyla doğal yollarla taşınarak çevreye ve su kaynaklarına döküldüğü, su kaynaklarında ise rüzgar, kıyı akıntıları, dalga hareketleri, mikroorganizmalar, canlılar ve gelgit olayları gibi çeşitli faktörlerle taşınımının gerçekleştiği bilinmektedir (Browne vd., 2010; Iwasaki vd., 2017; Kooi vd., 2017). Literatürde yapılan çalışmalarda atık yönetimi olmayan çok küçük nüfuslu yerleşim yerlerinin bile çok büyük gölleri kirlettiği ifade edilmiştir. Örneğin Free ve arkadaşlarının (2014), yerleşimden uzakta bulunan Moğolistan Hovsgol dağ gölünün pelajik bölgesinde yaptıkları araştırmada bile yüksek miktarda mikroplastik kirliliğine rastlamışlardır. Hatta Atlas Okyanusu ve Akdeniz' de 1176-4844 m derinlikteki yerlerden alınan 11 sediment örneği üzerinde yapılan incelemelerde de mikroplastığa rastlandığı bildirilmiştir (Van Cauwenberghe vd., 2013).

Bununla beraber mikroplastiklerin çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri henüz tam anlamıyla ortaya konulmasa da bazı önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bilim adamları son yıllarda MP kirliliği konusunda iyice odaklanmış olup; bu kirliliğin biyotaya karşı kompleks ekotoksikolojik etkilerinin ortaya çıkarılmasının gerekliliğini bildirmişlerdir (Cole vd., 2015; Huvet vd., 2016; Avio vd., 2017; Rochman vd., 2013b; Katsnelson, 2015; Oliveira vd., 2013).

İnsanlar tarafından sürekli solunması veya yutulması durumunda mikroplastikler bağışıklık sistemini indükleyerek veya güçlendirerek lokalize parçacık toksisitesi gösterebilir. Bileşen monomerlerinin, plastikteki katkı malzemelerinin ve adsorbe edilmiş çevre kirlenmelerinin lokalize sızması nedeniyle kimyasal toksisite meydana gelebilir. (Wright ve Kelly, 2017). Mikroplastiklere kronik maruziyet, zamanla oluşabilecek birikim etkisinden dolayı daha büyük endişe kaynağı olarak öngörülmektedir.

Mikroplastiklerin insanların çoğunlukla tükettiği gıdalarda bulunup bulunmadığı konusunda da yeni yeni araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Literatürdeki iki yeni çalışmada farklı marka sofrta tuzları MP kirliliği açısından incelenmiştir (Yang vd., 2015; Karami vd., 2017). Tuz (NaCl), günlük hayatta beslenmede çok kullanılan ve aşırıya kaçıldığında sağlık açısından oldukça fazla zararları olan "üç beyaz" (Un, Tuz, Şeker) olarak bilinen temel gıda maddesinden biridir. Basit bir kimyasal bileşik olan Sodyum Klorür diğer adıyla Sofra tuzu, basit tekniklerle denizlerden, göllerden ve kayalardan (kuyu) temin edilmektedir. Genelde su kaynaklarından tuz üretimi, sığ havuzcularda herhangi bir kimyasal katkı veya ısı işlem olmadan, güneş ve rüzgar gibi doğal etkilerle buharlaştırma ile kristalleştirme şeklinde gerçekleştirilmektedir. Tuz, gıdaların uzun süre bozulmadan kalmasını sağlamak için de kullanılan önemli bir "koruyucu madde"dir. Bunlara ilaveten tuz; kimya, cam, kâğıt, kauçuk ve tekstil sanayinde, dericilikte, hayvan besiciliğinde, su yumuşatma sistemlerinde ve yollarda buzlanmayı çözmek amacıyla da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yang ve arkadaşlarının (2015) Çin'de sofrta tuzlarındaki

mikroplastik varlığının araştırılması kapsamındaki çalışmalarda incelenen tuzlar; deniz tuzu, göl tuzu ve 100m derinliğindeki kuyulardan elde edilen kaya tuzlarıdır. 15 farklı marka tuzda yaptıkları incelemelerde deniz tuzlarında 550-681 adet MP/ kg, göl tuzlarında 43-364 adet MP/ kg ve kaya/kuyu tuzlarında 7-204 adet MP/ kg farklı maddeye rastlamışlardır. İncelemeler sonucunda, deniz tuzundaki mikroplastik konsantrasyonunun, göl tuzundakinden üç kat, kaya tuzundakinden de yedi kat daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun sebebi de göl tuzu kaynağının şehre uzak (nüfus:12 kişi/m²) dağ gölleri, deniz tuzu kaynağının ise şehre (nüfus:559 kişi/m²) yakın olmasıdır. 100 m derinlikteki kapalı ortamdaki kuyulardan alınan kaya tuzlarının en az etkilendiğini düşünülürse, şehirleşmiş bölgelerde mikroplastik kirliliği seviyesinin yüksek olacağı daha net anlaşılacaktır (Yang vd., 2015). Karami ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise, dünyanın farklı ülkelerine ait (Avustralya, Fransa, İran, Japonya, Malezya, Yeni Zelanda, Portekiz ve Güney Afrika) toplam 17 farklı marka sofrta tuzu (deniz ve göl tuzları) Malezya pazarından satın alınarak mikroplastik kirliliği açısından incelenmiş ve bir marka hariç diğer hepsinde 1-10 adetMP/kg arasında mikroplastik tespit etmişlerdir (Karami vd., 2017).

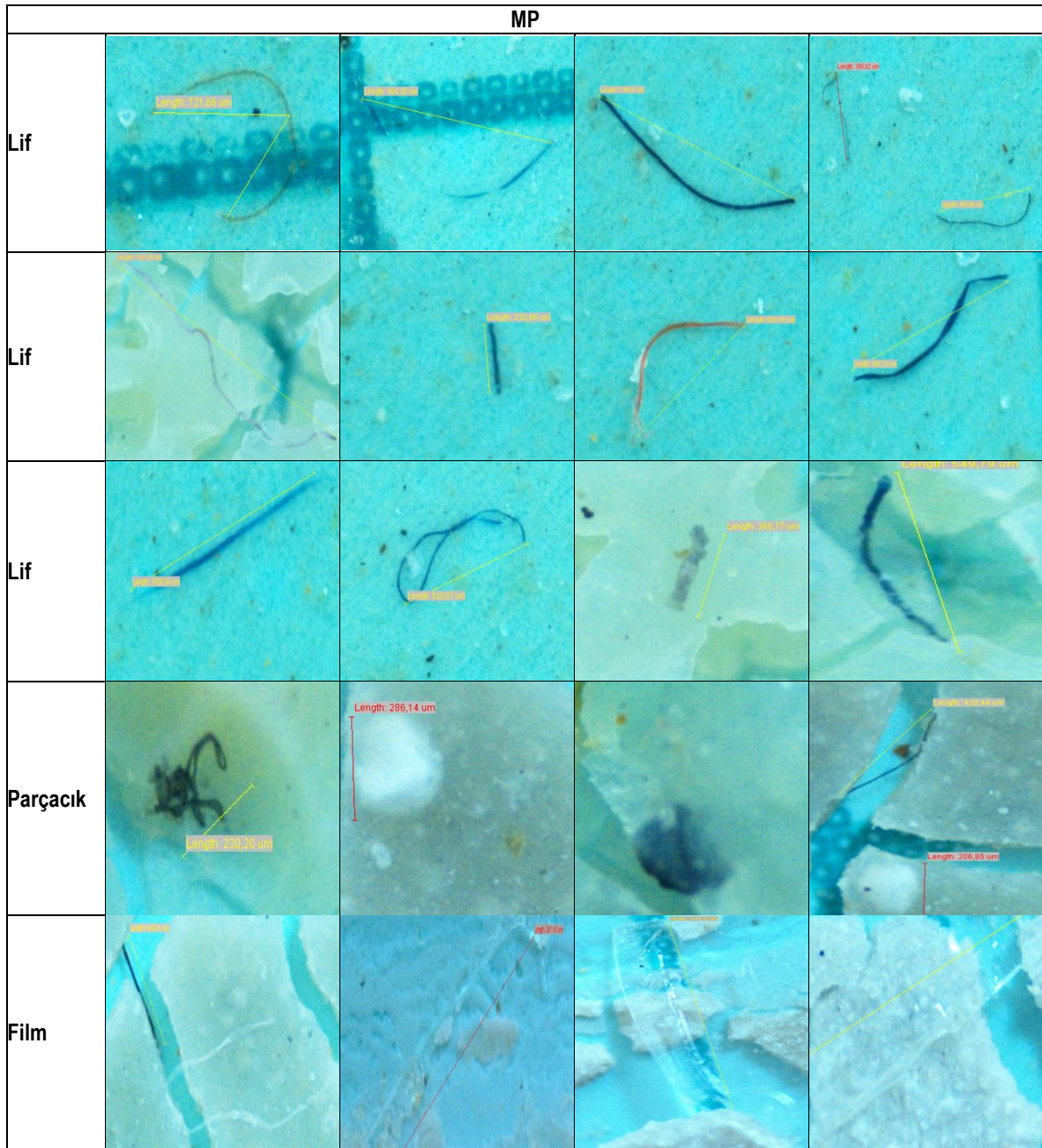
Bu çalışmadaki amaç; ülkemizde ticari olarak satılan ve marketlerden kolaylıkla temin edilebilen farklı marka sofrta tuzlarındaki mikroplastik varlığını incelemek ve bu kirliliğin boyutlarını ortaya koyabilmektir. Böylelikle ülkemizde beslenme, gıda ve sağlık alanında şimdiye kadar pek önemsenmeyen mikroplastik kirliliği hakkında farkındalık oluşturabilmektir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Sakarya ilindeki marketlerden alınan 10 farklı markaya ait deniz, göl ve kaya tuzları incelenmiştir. Alınan tuzların çoğunluğu yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) polimerinden yapılmış ambalajlar içerisinde. 1 litrelik bir ayırma hunisine 200 g tartılarak alınan tuz numunesinin üzerine ultrasafsu (100 mL) eklenerek karıştırılmıştır. Daha sonra organik safsızlıkların giderilmesi amacıyla üzerine 100 mL %35 H₂O₂ eklenmiş ve yavaşça karıştırılmıştır. Numunelerin ağızları kapatılarak oda sıcaklığında bir çalkalayıcıda bir gün süreyle çalkalanmıştır. Daha sonra üzerine 10 g Nal (3.67 g.cm⁻³) eklenip karıştırılarak çözülmüş ve ultrasafsu ile hacim 1 L'ye tamamlanmıştır. 3 dakika şiddetli karıştırıldıktan sonra tekrar 1 gün boyunca çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Daha sonra supernatant kısmı, vakum düzeneğinde 0.45 µm' lik filtre kağıdından geçirilerek süzümüştür. Filtreler hemen bir petri kabına alınarak üzeri kapatılmış ve oda sıcaklığında 4 saat bekletilerek kurutulmuştur. Böylece numuneler mikroskop altında MP inceleme ve sınıflandırma işlemleri için hazır hale getirilmiştir. Deneyler her numune için 3 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır. Deneyler sırasında tüm yüzeyler temiz ve lif bırakmayan alkollü bez ile silinmiştir. Ortamdan ve havadan herhangi bir MP kontaminasyonu olup olmadığını anlamak üzere aynı işlemler sırasında boş bir filtre de konularak üzerindeki MP varlığı da incelenmiştir. Numunelerdeki MP' ler kameralı (Olympus DP20) ışık mikroskobu (Olympus BX31) ile incelenmiş ve mikroskop görüntüleri (4x magnification)

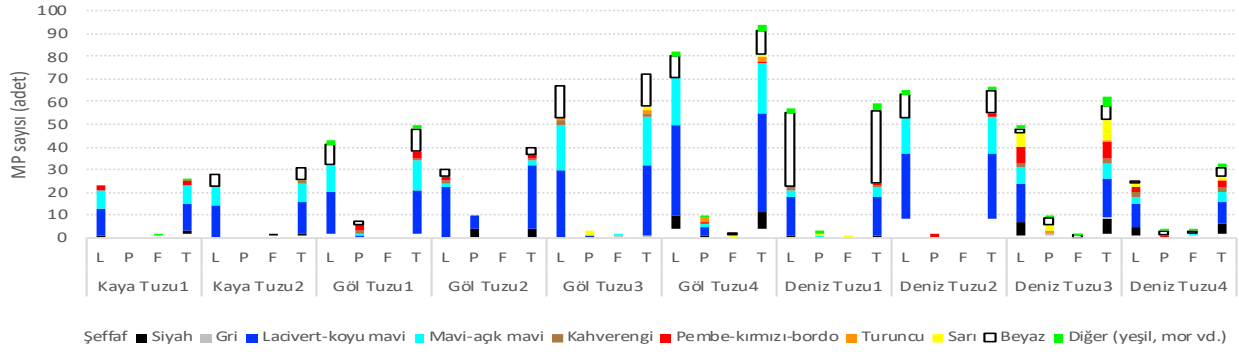
alınmıştır. Rastlanan mikroplastikler; renklerine, şekillerine ve boyutlarına göre kategorize edilerek sayılmıştır. Mikroskop incelemelerinden sonra rastlanan MP'lerin polimer türünü anlayabilmek amacıyla micro-ATR-FT-IR Spektrometre (micro-Attenuated Total Reflection/Fourier Transform Infrared Spectroscopy) cihazı ile kimyasal yapı incelemesi yapılmıştır. FT-IR incelemeleri; filtre kağıdı üzerindeki parçacıkların mikroskop incelemelerinde plastik olarak belirlenenlerin kimyasal yapısını tayin amacıyla yapılmıştır. İncelemelerde Bruker marka (Opus 7.5, Lumos, Germany) micro-ATR-FT-IR Spektrometre cihazı kullanılmıştır.

Tuz numuneleri, mikroplastik kirliliği açısından incelenerek mikroskop ile şekillerine, renklerine veya büyüklüklerine göre bir sınıflandırma yapılmıştır. Ayrıca bu mikroplastiklerin hangi tür plastikten olduğunu anlamak amacıyla FT-IR ile kimyasal karakterizasyon tayini gerçekleştirilmiştir. Şekil 1' deki görüntülere bakıldığında incelenen tuz numunelerinde farklı safsızlıkların bulunduğu görülmektedir. Görüntülerden de anlaşıldığı üzere, tuzların içerisinde farklı büyüklüklerde mikroplastikler bulunmaktadır. Çoğunlukla lifler göze çarpmaktadır ve bunun yanı sıra parçacık ve film tipinde mikroplastiklere de rastlanmıştır.



Şekil 1. Sofra tuzlarında rastlanan mikroplastiklere ait bazı görüntüler
Figure 1. Some images of microplastics found in table salts

BULGULAR



Şekil 2.MP miktarı
Figure 2. Amount of MPs

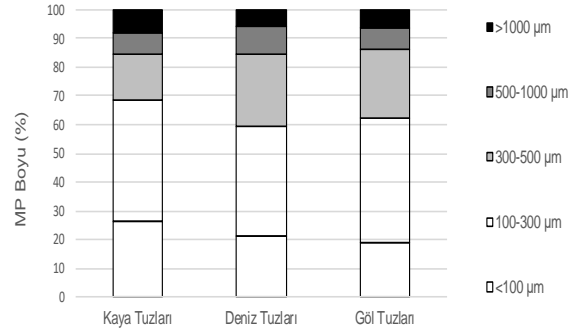
Tuz numuneleri mikroskop altında detaylıca incelenerek rastlanan mikroplastikler sayılmış ve renk ve şekillerine göre elde edilen ortalama değerler Şekil 2' de gösterilmiştir. Tespit edilen mikroplastikler; mikrolif (L), parçacık (P),film (F) ve toplam (T) olarak gösterilmiştir

Şekil 2' den anlaşıldığı üzere tuz numunelerinde en fazla miktarda lif şeklinde ve mavi renk tonlarında mikroplastığe rastlanmıştır. Tüm tuz incelemelerinden elde edilen MP sonuçlarına göre genel bir değerlendirme yapıldığında kaya, deniz ve göl tuzlarında (200g) rastlanan MP sayısı ortalama olarak sırasıyla; 28, 56 ve 63 adet olarak belirlenmiştir.

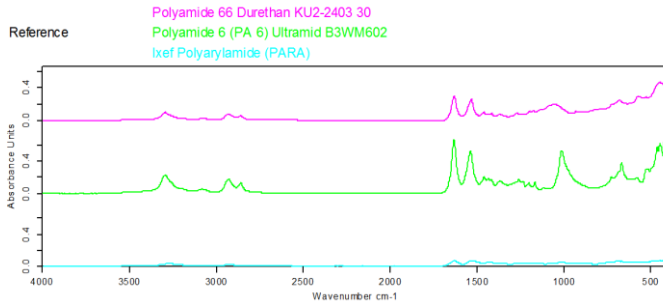
Havadan herhangi bir mikroplastik kontaminasyonu olup olmadığını anlamak üzere bir kontrol (blank) üzerinde yapılan işlemlerde filtreler üzerinde en az sıfır (0), en fazla da 8 adet mikroplastığe rastlanmıştır. Bunların çoğu mikroliflerdir.İncelenen numunelerde rastlanan mikroplastiklerin çoğunlukla 300 µm civarı boyutta olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bunun yanı sıra tuzlarda 1 mm boyutundan daha büyük lifler de azımsanamayacak ölçüde mevcuttur.

MicroATR-FT-IR analiz sonuçlarına göre ağırlıklı olarak polyamid (polyamide (PA) 66 Durethan (Nylon 6.6)) polimer türevlerine rastlanmıştır (Şekil 4). ATR-FT-IR ile yapılan analizlerde küçük boyuttaki sentetik polimer liflerin yapısı çok

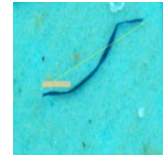
net olarak tayin edilememektedir. Bundan dolayı, sonuçlara yansımada numunelerde rastlanan 50 µm' nin altı ve nano boyuttaki parçacıklar da plastik polimer kaynaklı olabilir. İncelemelerde en çok rastlanan PA 66polimerinin ATR-FT-IR analizine ait bir sonuç örnek olarak aşağıdaki Şekil 4' te gösterilmiştir. FT-IR analizleriyle elde edilen sonuçlarda, maddelerin tamamının sentetik polimer olmadığı tespit edilse de, mikroplastiklerin çoğunluğunun küçük lif formunda bulunmasından dolayı bununla ilgili net bir oran belirlenememiştir. Çalışmada 20 µm' den küçük olanlar dikkate alınamamıştır



Şekil 3. MP uzunlukları
Figure 3. MP sizes



Şekil 4. microATR-FT-IRanaliz sonuç
Figure 4. Result of microATR-FT-IR analysis



(%95)Polyamide 66
PA 66 Durethan (Nylon 6.6)

TARTIŞMA

Yapılan bazı çalışmalarda plastiklerin yoğunluğuna bağlı olarak; deniz-okyanus yüzeyinde, su kolonu boyunca, deniz tabanında ve sedimentlerde mikroplastiklerin (MP) varlığı gösterilmiştir (Van Cauwenberghe vd., 2013; Claessens vd., 2013; Maes vd., 2017). Dünyada, Çevresel Koruma kapsamındaki bölgelerin bile sürekli bir plastik kirliliğine maruz kaldığı ve bunun engellenemediği bildirilmiştir (Baztan vd., 2014). Durumdan da anlaşılacağı gibi ufalanarak oldukça küçük boyutlara ulaşabilen plastikler çevresel ve antropojenik olaylarla her yere taşınabilmekte ve; okyanuslarda, denizlerde, göl, akarsu gibi doğal su kaynaklarında (Storck vd., 2015), atıksularda ve hatta arıtılmış sularda bile büyük oranda mikroplastığa rastlanabilmektedir (Lee vd., 2002; Webb vd., 2012; Eich vd., 2015; Depledge vd., 2013; Jambeck vd., 2015).

Mikroplastikler suda, havada rahatlıkla dolaşabildiklerinden dolayı çeşitli ürünlerin üretim proseslerinden veya havadan ürünlere girmeleri muhtemeldir. Basit bir laboratuvar incelemesi sırasında bile inceleme süresi uzadığında ve ortam kalabalıklaştığında önemli sayıda mikroplastığın havadan çökelerek inceleme yapılan kaba girebildiği göz önünde bulundurulursa, uzun süreler boyu doğal süreçlere açık bekleyen gıda ya da malzemelere suların, havadan, çevreden mikroplastiklerin taşınacağı daha iyi anlaşılabilir. Bu sebeple, gıda malzemesi üretim süreçlerinde hijyen ve sanitasyonun sağlanmasında çok dikkatli olunmalı ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Gıda üreticilerine bu konuda büyük sorumluluk düşmektedir. Buna ilaveten, laboratuvarında yapılan mikroplastik çalışmalarının da; mümkün olduğunca laminar kabinde yapılması, bunun mümkün olmadığı durumlarda inceleme sırasında mikroskopların etrafının şeffaf bir örtü ile örtülmesi ve numune ağzının iyice kapatılması gibi tedbirler, sonuçlarda pozitif hataya sebebiyet vermemek açısından iyi olacaktır.

Tuz elde etme yöntemlerinin en yaygın olanı tuzla denilen göletlerde tuzlu suyun buharlaştırılmasıdır. Bu yol ile elde edilen tuzlarda mikroplastikler gibi havadan, su yollarından ve deşarjlardan gelebilecek safsızlıklar olabilir. Bu açıdan değerlendirildiğinde sürekli plastik kullanımının, denizlerden ve göllerden temin edilen tuzlarda ciddi bir mikroplastik kirliliği oluşturacağı tahmin edilebilir. Türkiye’de tuz üretiminin %28’i İzmir-Çamaltı’nda deniz suyundan, %64’ ü Tuz Gölü, Seyfe Gölü ve Palas Gölü’nden, kalanı da kaya tuzu yataklarından yapılmaktadır. Türkiye’de önemli kaya tuzu yatakları Çankırı, Nevşehir-Gülşehir ve Yozgat-Sekil’de bulunmaktadır (MTA, 2017). Bu durumda ülkemizdeki tuz üretiminde göl tuzlarının oranının çok büyük olduğu da dikkate alındığında, ülkede tuz ihtiyacının yarısından fazlasını karşılayan göllerimizin büyük bir plastik kirliliği ile karşı karşıya olduğu görülecektir. Özellikle, Özel Çevre Koruma bölgesi kapsamında olan Tuz Gölü’nün de ne yazık ki bu kirlilikten nasibini almış olduğu anlaşılmaktadır.

Tuzlarda en fazla lif formuna rastlanmasının sebebi sentetik tekstil ürünlerinin ülkemizde yaygın şekilde kullanılması olabilir. Ayrıca en fazla tüketilen tuz, Tuz gölünden sağlandığından ve Tuz Gölü yıllarca çevre illerden gelen kanalizasyon

deşarjlarıyla beslendiğinden (Karataş, 2006; Uçan ve Dursun, 2009) dolayı, atıksularda ciddi bir problem olan sentetik lifler bu deşarjlarla taşınarak göl tuzlarına girmiş olabilir. Ayrıca bu sonuçlar; çok iyi bir rekreasyonel ve turistik potansiyele sahip olan bu deniz ve göl kıyılarımızın, insanların yapmış olduğu çeşitli antropojenik aktivitelerin olumsuz neticelerine maruz kalan açık sistemler olduğunun da ispatıdır.

Günümüzde mikroplastik inceleme konusunda halen tam bir standart metot ve protokol bulunmasa da yapılan çalışmalarda tatlı-tuzlu su kaynaklarında, sedimentlerde, atıksularda, arıtma çamurlarında ve gıdalarda mikroplastiklerin ciddi miktarlarda bulunabileceği bildirilmektedir. Kaya, deniz ve göl tuzlarında yaptığımız çalışmada; göl tuzlarının çok fazla mikroplastik kirliliği içerdiği, rastlanan mikroplastiklerin çoğunlukla liflerden oluştuğu ve polyamid türü polimerin en fazla bulunduğu belirlenmiştir. Ülkemizdeki sofraya tuzlarındaki mikroplastik kirliliği konusunda yapılan diğer yeni bir çalışmada ise; deniz tuzlarında 16-84 adet/kg, göl tuzlarında 8-102 adet/kg ve kaya tuzlarında 9-16 adet/kg mikroplastik tespit edilmiştir (Gündoğdu, 2018). Göl tuzlarının mikroplastik kirliliğinin fazla olduğu, en fazla mikrolif formundaki mikroplastiklerin ve polietilen ve polipropilen türü polimerin bulunduğu tespit edilmiştir. İki çalışmadaki sonuçlar belli oranda uyumlu olsa da, mikroplastik incelemelerinde elde edilecek sonuçların; incelemede kullanılan farklı ayırma metodu, kimyasal madde, cihaz ve spektroskopik metotlara göre değişebildiği buradan da anlaşılmaktadır. Ayrıca incelenen tuz markalarının farklı olması vb. gibi ihtimaller de olabilir.

Mikroplastiklerin, insan tüketimine sunulan yiyeceklerde (tuz, midye, karides, balık gibi su ürünleri ve şeker, bal), bira, soda gibi içeceklerde (Oliveira vd., 2013; Liebezeit ve Liebezeit, 2013; Liebezeit ve Liebezeit, 2014) ve iç-dış ortam havasında (Dris vd., 2016) mevcudiyeti bilinmektedir. Bu sebeple beslenme ve solunum (inhalasyon) yoluyla mikroplastiklere maruz kalabildiğimiz açıkça görülmektedir, fakat bunun insan sağlığı üzerindeki etkileri henüz bilinmemektedir. Mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri esas konu olmasına rağmen, mevcut alanlardaki tamamlayıcı çalışmalar mikroplastiklerin olası parçacık, kimyasal ve mikrobiyal tehlikelerine işaret etmektedir (Wright ve Kelly, 2017).

Mikroplastiklerin içeriğinde zehirli bileşikler bulunabilmesi, çeşitli toksik kirliletiyi adsorplayarak canlılara taşıyıcı bir araç gibi rol oynaması ve her an her yerde bulunabilme gibi özelliklerinden dolayı çevrede oluşturduğu tehdit endişe verici boyuta ulaşmıştır. Doğal tatlı ve tuzlu su kaynaklarında, havada ve toprakta aşırı miktarda rastlanan mikroplastik kirliliği çevre, biyota, gıda ve sağlık açısından büyük bir problem olarak dikkate alınmalıdır.

Güncel çalışmalar, mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini bilimsel olarak disiplinler arası ortamda tartışmanın ve bunun gelecekteki araştırmalar için

öncelikli alanlar kapsamına alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Marketlerde satılan farklı markalara ait sofrta tuzlarında yapılan incelemeler sonucunda mikroplastiklerin kaya tuzlarında ortalama 28, deniz tuzlarında 56 ve göl tuzlarında 63 MP/200g olduğu ve çoğunlukla 300 µm boyutta ve mavi renk tonlarında liflerin bulunduğu tespit edilmiştir.

Mikroplastiklerin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri henüz tam olarak anlaşılmasa da yaşamımız boyunca

mikroplastiklere maruz kaldığımız açıktır. Sıradaki soru; su ürünleri veya diğer tüm gıdalarla birlikte günlük ne kadar mikroplastik alıyoruz ve her nefes alışverişimizde havadan ne kadar mikroplastik soluyoruz, olmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinatörlüğü BAP 2016-01-12-001 ve nolu ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 115Y303 nolu projeler kapsamında desteklenmiştir. Yapılan tüm destekler için teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKÇA

- Avio, C.G., Gorb, S. & Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128, 2-11. DOI: [10.1016/j.marenvres.2016.05.012](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012)
- Bakir, A., Rowland, S.J. & Thompson, R.C. (2012). Competitive sorption of persistent organic pollutants onto microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 2782-2789. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2012.09.010](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.09.010)
- Bakir, A., Rowland, S.J. & Thompson, R.C. (2014). Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140, 14-21. DOI: [10.1016/j.ecss.2014.01.004](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.01.004)
- Baztan, J., Carrasco, A., Chouinard, O., Cleaud, M., Gabaldon, J.E., Huck, T. & Vanderlinden, J. P. (2014). Protected areas in the Atlantic facing the hazards of micro-plastic pollution: first diagnosis of three islands in the Canary Current. *Marine pollution bulletin*, 80(1), 302-311. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2013.12.052](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.052)
- Browne, M.A., Galloway, T.S. & Thompson, R.C. (2010). Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. *Environmental Science & Technology*, 44(9), 3404-3409. DOI: [10.1021/es903784e](https://doi.org/10.1021/es903784e)
- Claessens, M., Van Cauwenbergh, L., Vandeghech, M.B. & Janssen, C. R. (2013). New techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 70(1), 227-233. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2013.03.009](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.03.009)
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C. & Galloway, T.S. (2015). The impact of polystyrene microplastics on feeding, function and fecundity in the marine copepod *Calanus helgolandicus*. *Environmental Science & Technology*, 49(2), 1130-1137. DOI: [10.1021/es504525u](https://doi.org/10.1021/es504525u)
- Depledge, M.H., Galgani, F., Panti, C., Caliani, I., Casini, S. & Fossi, M.C. (2013). Plastic litter in the sea. *Marine Environmental Research*, 92, 279-281. DOI: [10.1016/j.marenvres.2013.10.002](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.10.002)
- Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C. & Tassin, B. (2016). Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment?. *Marine Pollution Bulletin*, 104(1), 290-293. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2016.01.006](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.006)
- 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(1), 2. DOI: [10.1186/s12302-015-0069-y](https://doi.org/10.1186/s12302-015-0069-y)
- Eich, A., Mildnerberger, T., Laforsch, C. & Weber, M. (2015). Biofilm and Diatom Succession on Polyethylene (PE) and Biodegradable Plastic Bags in Two Marine Habitats: Early Signs of Degradation in the Pelagic and Benthic Zone? *PloS One*, 10(9): e0137201. DOI: [10.1371/journal.pone.0137201](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137201)
- Eriksen, M., Lebreton, L.C., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borro, J.C. & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PloS One*, 9(12), e111913. DOI: [10.1371/journal.pone.0111913](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913)
- 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](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.001)
- Gregory, M.R. (1991). The hazards of persistent marine pollution: drift plastics and conservation islands. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 21, 83-100. DOI: [10.1080/03036758.1991.10431398](https://doi.org/10.1080/03036758.1991.10431398)
- Gündoğdu, S. (2018). Contamination of table salts from Turkey with microplastics. *Food Additives & Contaminants: Part A*, (just-accepted).
- Huvet, A., Paul-Pont, I., Fabioux, C., Lambert, C., Suquet, M., Thomas, Y., & Sussarellu, R. (2016). Reply to Lenz et al.: Quantifying the smallest microplastics is the challenge for a comprehensive view of their environmental impacts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201607221.
- Iwasaki, S., Isobe, A., Kako, S.I., Uchida, K. & Tokai, T. (2017). Fate of microplastics and mesoplastics carried by surface currents and wind waves: A numerical model approach in the Sea of Japan. *Marine Pollution Bulletin*, 121(1-2), 85-96. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.05.057](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.05.057)
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A. & Law, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771. DOI: [10.1126/science.1260352](https://doi.org/10.1126/science.1260352)
- Karami, A., Golieskardi, A., Choo, C.K., Larat, V., Galloway, T.S. & Salamatinia, B. (2017). The presence of microplastics in commercial salts from different countries. *Scientific Reports*, 7, 46173. DOI: [10.1038/srep46173](https://doi.org/10.1038/srep46173)
- Karataş, E. (2006). Aksaray ili atık sularının Tuz gölü üzerindeki kirletici etkilerinin incelenmesi, YL Tez, Niğde Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Katsnelson, A. (2015). News Feature: Microplastics present pollution puzzle. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(18), 5547-5549. DOI: [10.1073/pnas.1504135112](https://doi.org/10.1073/pnas.1504135112)
- Klein, S., Worch, E. & Knepper, T.P. (2015). Occurrence and spatial distribution of microplastics in river shore sediments of the Rhine-Main area in Germany. *Environmental Science & Technology*, 49(10), 6070-6076. DOI: [10.1021/acs.est.5b00492](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b00492)
- Kooi, M., Nes, E.H.V., Scheffer, M. & Koelmans, A.A. (2017). Ups and downs in the ocean: effects of biofouling on vertical transport of microplastics. *Environmental Science & Technology*, 51(14): 7963-7971. DOI: [10.1021/acs.est.6b04702](https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04702)
- Lee, H., Shim, W.J. & Kwon, J.H. (2014). Sorption capacity of plastic debris for hydrophobic organic chemicals. *Science of the Total Environment*, 470, 1545-1552. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2013.08.023](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.023)
- Lee, K.H., Noh, N.S., Shin, D.H. & Seo, Y. (2002). Comparison of plastic types for catalytic degradation of waste plastics into liquid product with spent FCC catalyst. *Polymer Degradation and Stability*, 78(3), 539-544. DOI: [10.1016/S0141-3910\(02\)00227-6](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(02)00227-6)
- Liebezeit, G. & Liebezeit, E. (2013). Non-pollen particulates in honey and sugar. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 30(12), 2136-2140. DOI: [10.1080/19440049.2013.843025](https://doi.org/10.1080/19440049.2013.843025)

- Liebezeit, G. & Liebezeit, E. (2014). Synthetic particles as contaminants in German beers. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31(9), 1574-1578. DOI: [10.1080/19440049.2014.945099](https://doi.org/10.1080/19440049.2014.945099)
- Maes, T., Van der Meulen, M.D., Devriese, L.L., Leslie, H.A., Huvet, A., Frère, L. & Vethaak, D.A. (2017). Microplastics baseline surveys at the water surface and in sediments of the North-East Atlantic. *Frontiers in Marine Science*, 4(135), 1-13. DOI: [10.3389/fmars.2017.00135](https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00135)
- 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. *Environmental Science & Technology*, 35(2), 318-324. DOI: [10.1021/es0010498](https://doi.org/10.1021/es0010498)
- MTA (2017) Maden, Tetkik ve Arama Enstitüsü. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kaya-tuzu> (27.12.2017)
- Oliveira, M., Ribeiro, A., Hylland, K. & Guilhermino, L. (2013). Single and combined effects of microplastics and pyrene on juveniles (0+ group) of the common goby *Pomatoschistus microps* (Teleostei, Gobiidae). *Ecological Indicators*, 34, 641-647. DOI: [10.1016/j.ecolind.2013.06.019](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.06.019)
- Pruter, A.T. (1987). Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 18, 305-310. DOI: [10.1016/S0025-326X\(87\)80016-4](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(87)80016-4)
- Rochman, C.M., Manzano, C., Hentschel, B.T., Simonich, S.L.M. & Hoh, E. (2013a). Polystyrene plastic: a source and sink for polycyclic aromatic hydrocarbons in the marine environment. *Environmental Science & Technology*, 47 (24), 13976-13984. DOI: [10.1021/es403605f](https://doi.org/10.1021/es403605f)
- Rochman, C.M., Browne, M.A., Halpern, B.S., Hentschel, B.T., Hoh, E., Karapanagioti, H.K. & Thompson, R.C. (2013b). Policy: Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, 494(7436), 169-171. DOI: [10.1038/494169a](https://doi.org/10.1038/494169a)
- Ross, S.S., Parker, R. & Strickland, M. (1991). A survey of shoreline litter in Halifax Harbour 1989. *Marine Pollution Bulletin*, 22, 245-248. DOI: [10.1016/0025-326X\(91\)90919-J](https://doi.org/10.1016/0025-326X(91)90919-J)
- Storck, F.R., Kools, S.A. & Rinck-Pfeiffer, S. (2015). Microplastics in fresh water resources. Global Water Research Coalition, Stirling, South Australia, Australia.
- Uçan, H.N. & Dursun, S., (2009). Environmental Problems of Tuz Lake(Konya-Turkey). *Journal of International Environmental Application & Science*, 4(2), 231-233.
- Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J. & Janssen, C.R. (2013). Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution*, 182, 495-499. DOI: [10.1016/j.envpol.2013.08.013](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.08.013)
- Waters, C.N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A.D., Poirier, C., Galuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E.C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J.R., deB Richter, D., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Wagreich, M., An, Z., Grinevald, J., Odada, E., Oreskes, N. & Wolfe A.P. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*, 351(6269), aad2622. DOI: [10.1126/science.aad2622](https://doi.org/10.1126/science.aad2622)
- Webb, H.K., Arnott, J., Crawford, R.J. & Ivanova, E.P. (2012). Plastic degradation and its environmental implications with special reference to poly (ethylene terephthalate). *Polymers*, 5(1), 1-18. DOI: [10.3390/polym5010001](https://doi.org/10.3390/polym5010001)
- Wright, S.L. & Kelly, F.J. (2017). Plastic and human health: a micro issue?. *Environmental science & technology*, 51(12), 6634-6647. DOI: [10.1021/acs.est.7b00423](https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423)
- Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K. & Kolandhasamy, P. (2015). Microplastic pollution in table salts from China. *Environmental Science & Technology*, 49(22), 13622-13627. DOI: [10.1021/acs.est.5b03163](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03163)
- Yurtsever, M. (2015). Mikroplastikler'e Genel Bir Bakış, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, (17), 50, 68-83.
- Zalasiewicz, J., Waters, C.N., do Sul, J.A.I., Corcoran, P.L., Barnosky, A.D., Cearreta, A. & McNeill, J.R. (2016). The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. *Anthropocene*, 13: 4-17. DOI: [10.1016/j.ancene.2016.01.002](https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.01.002)