



TÜRKİYE’NİN EGE VE AKDENİZ KIYILARINDA BULUNAN BAZI BÖLGELERİNDEKİ MİKROPLASTİK (MP) KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF MICROPLASTIC (MP) POLLUTION IN SOME REGIONS
OF THE AEGEAN AND MEDITERRANEAN COASTS OF TÜRKİYE

Şennur Merve YAKUT¹

<https://doi.org/10.55071/ticaretfbd.1577087>

Sorumlu Yazar
(Corresponding Author)
sennurmerve@nevsehir.edu.tr

Geliş Tarihi
(Received)
27.12.2024

Revizyon Tarihi
(Revised)
22.09.2025

Kabul Tarihi
(Accepted)
01.10.2025

Öz

Sürdürülebilirlik ilkesi kapsamında denizlerimizi korumak ve gelecek nesillere temiz bir çevre bırakmak başlıca görevimizdir. Deniz ortamında son yıllarda karşımıza çıkan mikroplastik kirliliği endişe verici boyutlara ulaşmaktadır. Özellikle turistler için cazibe merkezi haline gelen Akdeniz ve Ege Denizlerinde mikroplastik kirliliği dikkat çekici bir konudur. Bu çalışma kapsamında Türkiye’ye kıyısı olan iki denizde üç farklı plaja ait su numunelerinde mikroplastik tespiti üzerine çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre en fazla ipliksi daha sonra parçacık yapı ve daha sonra naylon yapıda mikroplastikler tespit edilmiştir. Naylon yapıdaki mikroplastikler beyaz renkli, parçacık yapıdakiler, yeşil ve sarı, ipliksi yapıdakiler ise kırmızı, beyaz, mavi, siyah ve yeşil yapıda olup yoğunluğuna göre Beyaz>Sarı>Kırmızı>Mavi> Yeşil olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikroplastik, Ege Denizi, Akdeniz, deniz kirliliği, sürdürülebilirlik.

Abstract

In accordance with the principle of sustainability, it is the primary responsibility of the present generation to protect the world's seas and ensure a clean environment is left for future generations. The microplastic pollution that has been observed in the marine environment in recent years has reached levels that are of significant concern. The issue of microplastic pollution has become a matter of particular concern in the Mediterranean and Aegean Seas, which have become increasingly popular tourist destinations. This study set out with the objective of investigating the presence of microplastics in water samples from three different beaches located in two seas that border Türkiye. The data obtained revealed a sequential occurrence of microplastic detection, with filamentous microplastics identified first, followed by particle-structured microplastics, and subsequently, nylon-structured microplastics. The microplastics were categorised according to their structural characteristics and colour. Nylon-structured microplastics were white, particle-structured microplastics were green and yellow, and filamentous microplastics were red, white, blue, black and green and detected as white>yellow>red>blue>green according to their density.

Keywords: Microplastic, Aegean Sea, Mediterranean Sea, marine pollution, sustainability.

¹ Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Nevşehir, Türkiye.
sennurmerve@nevsehir.edu.tr

1. GİRİŞ

Son yıllarda medyanın da etkisiyle karşımıza çokça çıkan mikroplastik kavramı, boyutları 1µm ile 5 mm arasında değişiklik gösteren düzgün veya düzgün olmayan şekillerde olan plastik bazlı parçalar olarak tanımlanmaktadır. Güneş ışığı gibi etkilerle parçalanabildikleri gibi doğrudan da oluşabilmektedir. Yakın zamanda yapılan çalışmalar deniz ve okyanuslarda mikroplastik kirliliğinin tehlikeli boyutlara ulaştığını göstermektedir. Bunların çok büyük bir kısmı çıplak gözle görülmez ancak görüntüleme teknikleriyle tespit edilebilmektedir. Denizler başta olmak üzere tüm sucul alanları kirleten plastikler, çevre, sağlık ve ekonomi üzerinde olumsuz etkiye sahiptirler. Deniz ekosisteminde yaşayan kuşlar, kaplumbağalar ve diğer canlı organizmaların nesli bu plastikler nedeniyle tükenmektedir. Mikroplastikler sucul ortamlarda zamanla canlılarda birikim yaparlar ve besin zinciri aracılığıyla insanlara geçerler. Halk sağlığı açısından bakıldığında da denizlerdeki mikroplastik kirliliğinin kontrol altına alınması gerekmektedir (Aksakal ve ark., 2021; Sivri ve Çullu 2020).

Mikroplastikler çok küçük boyutta olduğundan tespiti için bazı tekniklerden yararlanılmaktadır. Bunlar temel olarak fiziksel analiz yöntemleri ve kimyasal analiz yöntemleridir. Genellikle fiziksel analiz yöntemi ile tespit edilen mikroplastikleri doğrulama amacıyla, kimyasal analiz yöntemleri gerçekleştirilir. Fiziksel analiz yöntemlerinden en çok kullanılanlar; optik, stereo mikroskoplar ve elektron mikroskoplarıdır. Kimyasal analiz yöntemlerinden en çok kullanılanlar ise, Raman, Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) ve termal analizdir. Bunların kendilerine göre avantaj ve dezavantajları olmakla birlikte, beraber kullanılan analiz yöntemlerinin doğruluğu daha etkili olmaktadır (Baylan ve ark., 2024). Mikroplastik kavramı hayatımıza yeni girmesinden dolayı bu alanda çalışmalar son yıllarda ivme kazanmıştır. Baltık denizinde yapılan bir çalışmada, (Ferrero ve ark., 2022), havadaki ve denizdeki mikroplastiklerin tespiti için stereo mikroskop, denizdeki mikroplastik tespiti için FTIR, havadaki mikroplastik tespiti için de Raman yöntemi tercih edilmiştir. (Yang ve ark., 2023), iki farklı deniz alanından aldıkları örneklerin tespiti için spektroskopik analizler (FTIR ve Raman) gerçekleştirmişlerdir. Korelasyon analizi sonuçları, FTIR hesaplama yönteminin, plastiklerin bozunmasını tanımlamada tutarlı olduğunu, Raman spektrumları için ise tutarlılığın çok daha az gözlemlendiğini göstermiştir.

Örnek alınan numunelerin bulunduğu Akdeniz ve Ege kıyılarında mikroplastik kirliliği üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmektedir. Yabancı ve ark. (2019) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, Türkiye'nin güney sahillerinde parça şeklinde birçok mikroplastik tespit etmişler ve bunun nedeninin büyük kısmının turizm faaliyetleri olduğunu raporlamışlardır. Gedik ve ark., 2022, Kuzeydoğu Akdeniz kıyısı boyunca alınan numunelerde baskın olarak polietilen ve parçacık yapılar tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında örnek alınan yerlerden biri olan Edremit körfezi balıkçılık faaliyetlerinin yoğun olduğu bir yerdir. Ayvalık, Akçay, Altınoluk, Burhaniye gibi turistik bölgelere kıyısının olması, zeytin tarımından kaynaklı fabrikaların zeytin karasularının dışarıya gibi etkenlerden kirlenmektedir. Diğer örnek alınan noktanın bulunduğu yer olan Fethiye ilçesi deniz turizminin yoğun olarak yapıldığı bir bölgedir. Yaz aylarında turizmin yoğunlaşmasıyla kanalizasyon sularının hacminin artması ve seracılıktan kaynaklı sular bu bölgede kirlilik oluşturan başlıca nedenlerdendir. Türkiye'nin Akdeniz kıyısında bulunan her yıl yüz binlerce turiste ev sahipliği yapan diğer örnek

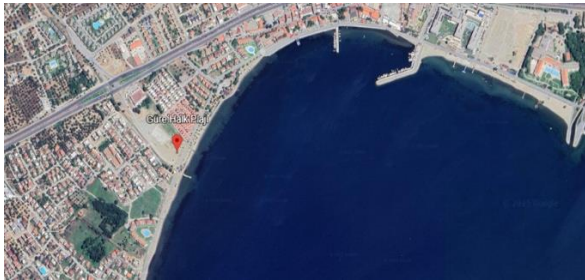
alma alanı Manavgat, turizme ek olarak seracılık faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı bir ilçedir. Ayrıca ilçeye adını veren Manavgat çayının Akdeniz'e akması sonucunda çayın taşıdığı kirlilik kıyı bölgeleri etkilemektedir (Küçük ve ark., 2018). Ayrıca mikroplastik kirliliği araştırmaları şu anda dünyada bu kirliliğinin sıcak noktalarından biri olarak kabul edilen Akdeniz'e odaklanmıştır. Akdeniz'in yarı kapalı morfolojisi ve birçok ülkeden kaynaklanan çeşitli plastik atık üretim faaliyetleri, onu mikroplastik kirliliğine oldukça açık hale getirmektedir. Sunulan verilere göre ülkemiz Akdeniz'deki mikroplastik kirliliğine katkıda bulunan birkaç ülkeden birisidir. (Sharma ve ark., 2021; Llorca ve ark., 2020). Literatürde yapılan çalışmalar gün geçtikçe artsa da hala yeterince çalışma mevcut değildir. Çalışmada seçilen noktalar Akdeniz'de ve Akdeniz'e akıntılar ile ulaşabilen bölgelere aittir. Yapılan bu çalışma özellikle Akdeniz'deki mikroplastik izlemesi gerçekleştiren/gerçekleştirecek araştırmacılara katkı olabilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

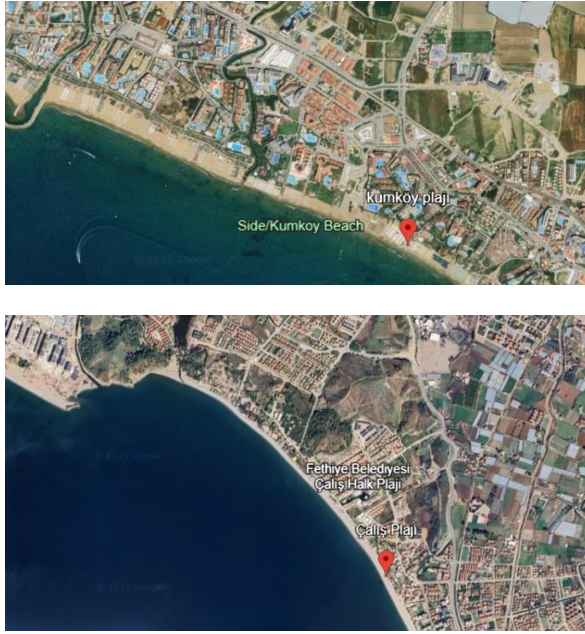
Bu çalışma kapsamında daha önce mikroplastik alanında yapılmış herhangi bir çalışmanın karşımıza çıkmadığı noktalar olan Güre/Edremit, Çalış/Fethiye ve Kumköy/Manavgat kıyılarındaki deniz sularında mikroplastik araştırılması gerçekleştirilmiş ve bu üç farklı bölgedeki sonuçlar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Su numunelerinden stereo mikroskopla görüntü alınıp daha sonra belirlenen parçacıklara FTIR analizi yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı ve Numune Alma

Bu çalışma, Türkiye'nin Balıkesir, Muğla ve Antalya illerine ait kıyı bölgelerindeki bazı deniz sularından numune alınarak gerçekleştirilmiştir. Ege ve Akdeniz sularındaki belirli noktaları kapsayan çalışma alanında birçok turizm, rekreasyon, atıksu deşarjı, balıkçılık faaliyetleri, yerleşim yerleri faaliyetlerden etkilenmekte ve bu durum mikroplastik kirlilik yükü oluşturmaktadır. Bu nedenle seçilen noktalardaki mikroplastik varlığını tespit etmek amacıyla numuneler Balıkesir/Güre, Antalya/Kumköy, Muğla/Çalış plajı kıyı sularından 2024 yılı yaz aylarında (en çok antropojenik faaliyetin olduğu zaman), yaklaşık 1,5 metre derinlikten 3 farklı zamanda alınmıştır (Şekil 1).





Şekil 1. Numune Alma Noktaları (A) Balıkesir/Güre, (B) Antalya/Kumköy, (C) Muğla/Çalış (Google Earth, 2025)

2.2. Numunelerin Analize Hazırlanması

Yaz aylarında farklı günlerde (Haziran, Temmuz, Ağustos) alınan su numuneleri +4°C sıcaklıkta tutularak laboratuvara getirilmiştir. Analize başlamadan önce kontaminasyonu önlemek amacıyla çalışma yüzeyi ve malzemeler etanol ile temizlenmiştir. Ayrıca hava kaynaklı lif bulaşma ihtimaline karşı çalışılan ortam havalandırılmış daha sonra çalışmalara başlanılmıştır. Numuneler içerisinde mikroplastik dışında organik madde kalmadığından emin olmak için oksidasyon-filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde elek ile eleme, ıslak oksidasyon ve filtrasyon işlemleri uygulanmıştır (Özkor, 2022). İlk aşamada her bir noktadan farklı günlerde alınan 10'ar litre su numunesi 200 µm elekten elenmiş ve numunelerde elekte kalan gözle görülür parçalar saf sudan geçirilerek behere alınmış ve 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra plastik dışında kalan maddelerin giderilmesi amacıyla %30'luk hidrojen peroksit kullanılmıştır. Hidrojen peroksitten 20 ml alındıktan sonra ve manyetik karıştırıcı ısıtıcıda 5 dakika boyunca 70 °C'de bekletilmiştir. Ardından bütün numuneler gözenek çapı 0,45 µm olan filtre kağıtlarından vakum filtrasyon düzeneği yardımıyla süzülür. Filtre kağıtları etüvde 80 °C'de kurutulduktan sonra mikroskop ve FTIR analizlerine hazır hale gelmiştir.

2.3. FTIR Analizi

Organik ve inorganik yapıların tanımlanmasını sağlayan FTIR analizi mikroplastiklerin yapı tespitinde de oldukça yaygın bir yöntemdir. FTIR, örnekteki moleküllerin titreşim modlarını geniş bir spektral aralıkta (4000-400 cm⁻¹) ve farklı kızılötesi frekanslarda

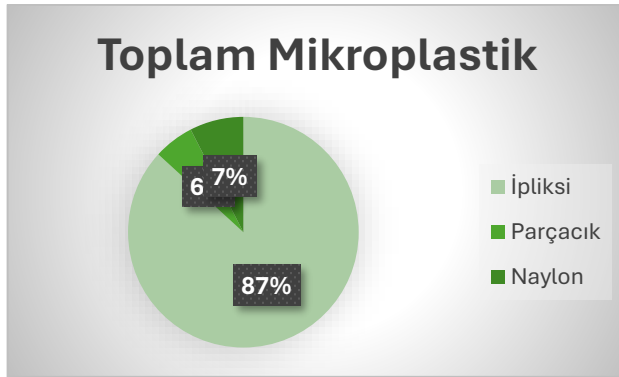
tespit ederek kimyasal yapıyı ortaya koyar (Maghsodian ve ark., 2021; Munno ve ark., 2018; Alak ve ark., 2022). Bu çalışmada tespit edilen mikroplastiklerin kimyasal yapısının tanımlanmasında Perkin Elmer Spectrum 100 marka FTIR cihazı kullanılmıştır.

2.4. Mikroskobik Analiz

Mikroplastikleri morfolojik olarak tanımlama ve miktar tespitinde yaygın olarak kullanılan yöntem mikroskobik incelemedir (Wang ve ark., 2017; Qui ve ark., 2016; Thiele ve ark., 2021). Bu çalışmada filtre üzerinde kalan mikroplastikler Euromex-Novex AR-Stereo 64.220 model stereomikroskop ve Nikon Eclipse E100 model (4X, 10X) ışık mikrokobu kullanılarak boyutlarına ve türlerine/morfolojilerine göre (ipliksi yapılar, parçacık ve naylon yapılar) gruplandırılıp sayılmıştır.

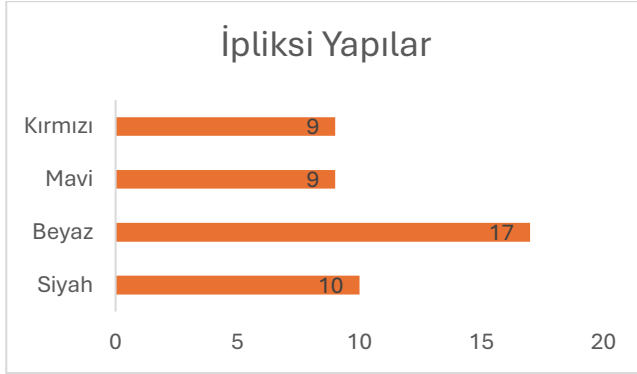
3. BULGULAR

Denizlerden alınan su örneklerinde mikroplastik varlığı mikroskop analizleri ile tespit edilmiş ve FTIR ile doğrulanmıştır. Bu kapsamda ilk örnek yeri olan Balıkesir ili Edremit İlçesine bağlı bir mahalle olan Güre kıyısından farklı günlerde alınan su numuneleri incelenmiştir. 1 litre su başına mikroskopta tespit edilen mikroplastik sayısı 53 adet olarak bulunmuştur ve yüzde olarak Şekil 2'de gösterilmektedir. Bulunan mikroplastiklerin büyük çoğunluğu (46 tanesi) ipliksi yapılardan oluşmaktadır. Daha sonra naylon yapılar (4 tane) ve en az miktarda (3 tane) parçalı şekilsiz yapılar tespit edilmiştir.



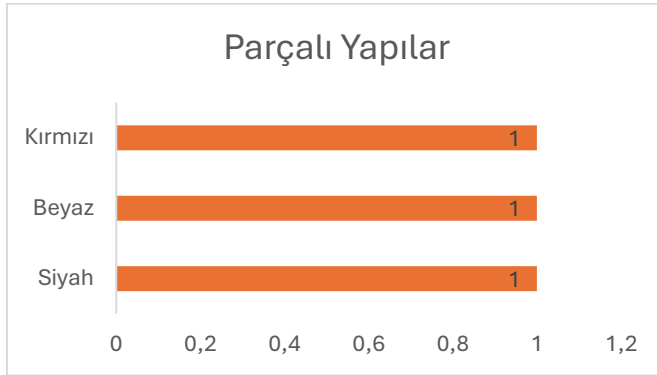
Şekil 2. Güre Sahili MP Dağılım Oranı (%87 İpliksi, %7 Naylon, %3 Parçacık Yapılı)

Mikroplastik ipliksi yapılar daha çok çamaşır makineleri, balıkçı ağları, çöpler ve endüstriyel atıksu kaynaklıdır (Ling ve ark., 2017). Dolayısıyla özellikle yaz aylarında artan nüfusla birlikte bu bölgede ipliksi yapıların baskın olması beklenen bir durumdur. İpliksi yapıların renklere göre sınıflandırıldığı görsele göre (Şekil 3) en fazla beyaz renk olduğu ortaya çıkmıştır.



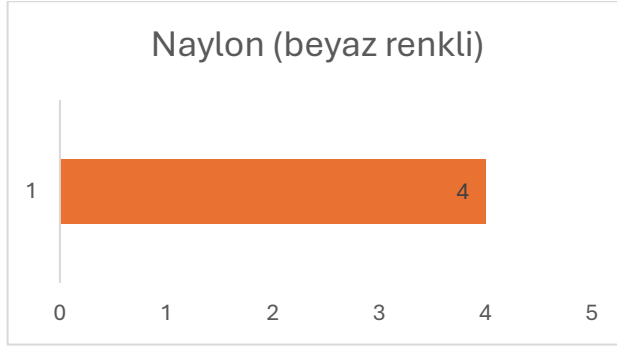
Şekil 3. Güre Sahili İpliksi Yapılı MP'lerin Dağılımı

Parçalı yapılar, plastik parçalarının ultraviyole, sucul ortam canlıları, rüzgar ve dalgalar aracılığıyla parçalanıp dağılmaktadır (Susanti ve ark., 2020). Güre sahilindeki deniz suyunda tespit edilen parçalı yapılar kırmızı, beyaz ve siyah renklerden oluşmaktadır (Şekil 4). Denize atılan büyük plastik parçacıklar (genellikle poşet) parçalanarak mikroplastik olarak su ortamında kalıp birikmektedir.



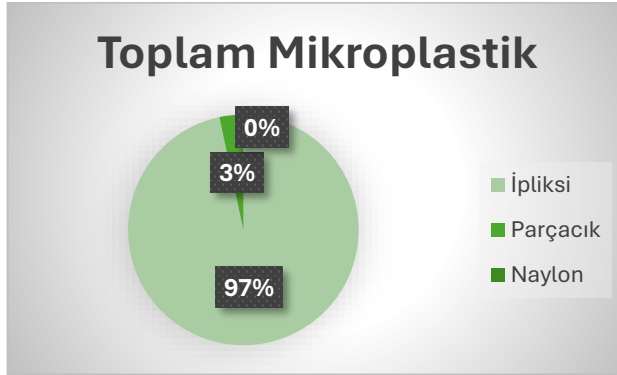
Şekil 4. Güre Sahili Parçalı Yapılı MP'lerin Dağılımı

Güre sahilinde tespit edilen mikroplastiklerden en az tespit edileni naylonumsu beyaz yapılarıdır (Şekil 5). Naylonun salgın hastalıklar döneminde de birçok tek kullanımlık malzemede kullanımıyla yaygınlaşması deniz ortamlarında da karşımıza çıkmasına yol açmıştır. Ayrıca naylon malzemelerin tortulara gömülmesi zor olduğundan su üzerinde askıda bulunurlar. Bu yüzden tespit edilmesi nispeten daha kolaydır (Zheng ve ark., 2022).



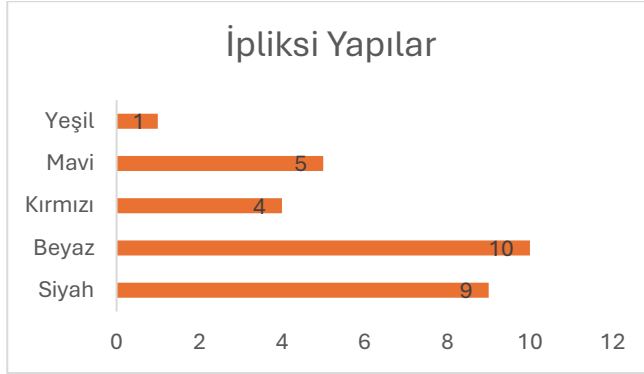
Şekil 5. Güre Sahili Naylon Yapılı MP'lerin Dağılımı

Diğer numune alım noktası Muğla ilinin Fethiye ilçesine bağlı Çalış mevkiisidir. Bu bölgeden alınan su numuneleri analizi sonucunda litre başına toplam 30 adet mikroplastik tespit edilmiş ve yüzdesel olarak ifade edilmektedir (Şekil 6). 30 numunenin 29'u ipliksi yapıda olup, 1 tanesi parçacık yapıdadır. Özellikle yaz aylarında birçok turistin akınına uğrayan bölgede deniz turizmi önemli bir yer kapladığından mikroplastik kirliliğinde artış görülmektedir. Bu bölgede ipliksi yapılar baskın olup, parçalı yapıda mikroplastik tespiti de gerçekleşmiştir.



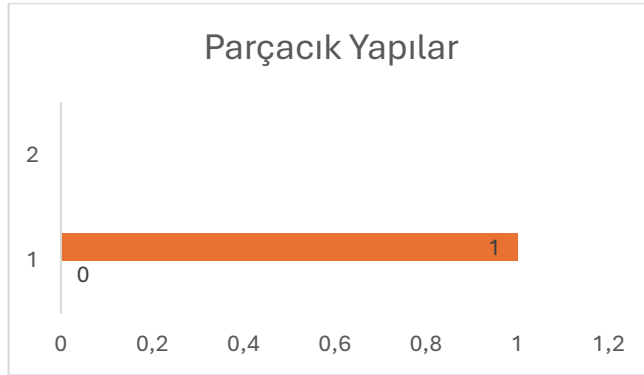
Şekil 6. Çalış Sahili MP'lerin Dağılım Oranı (%97 İpliksi, %3 Parçacık Yapı)

Tespit edilen 29 adet ipliksi yapının büyük çoğunluğu beyaz renkten oluşmaktadır (Şekil 7). Balıkçı ağlarının ve olta takımlarının genellikle beyaz renkli olması bu sonuçları güçlendirmektedir.



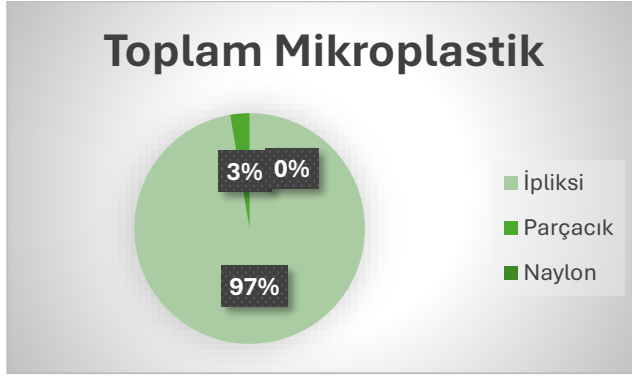
Şekil 7. Çalış Sahili Filament Yapılı MP'lerin Dağılımı

Suda tespit edilen diğer mikroplastik türü, parçalı yapıda mikroplastiktir (Şekil 8). Bunlar da yine insan faaliyetleri sonucunda görülen yapılar olmakla birlikte özellikle yaz aylarında yoğunluğu artmaktadır. Ek olarak, Çalış plajı “caretta caretta” cinsi deniz kaplumbağalarına ev sahipliği yapan bir plajdır. Koruma altında olan caretta caretta ların kulaçka için kullandığı bu plaj bu canlıların sağlıklı bir şekilde nesillerini devam ettirebilmeleri açısından çok önemlidir (Palaz 2023).



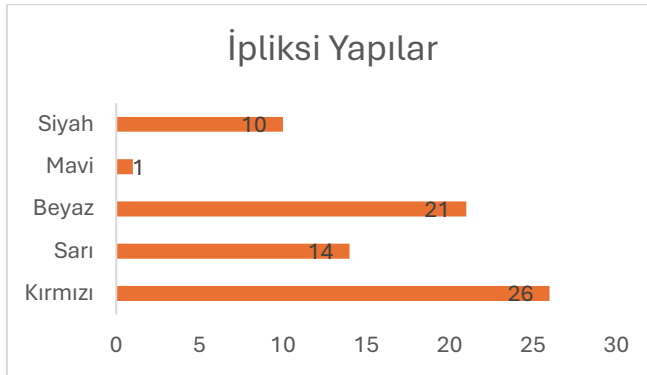
Şekil 8. Çalış Sahili Parçacık Yapılı MP'lerin Dağılımı

Son olarak Antalya ili Manavgat ilçesine bağlı Kumköy plajından su numuneleri alınmıştır. Bu alanın yakınında atıksu artıma tesisi bulunması ve akarsuların denize dökülme noktalarına yakın olması kirlilik yükü oluşturma ihtimali olan etmenlerdir. Bu bölgedeki mikroplastiklerin %97'si ipliksi yapıya sahip olup geri kalan %3'lük kısmı parçacık yapıya sahip olarak tespit edilmiştir (Şekil 9).



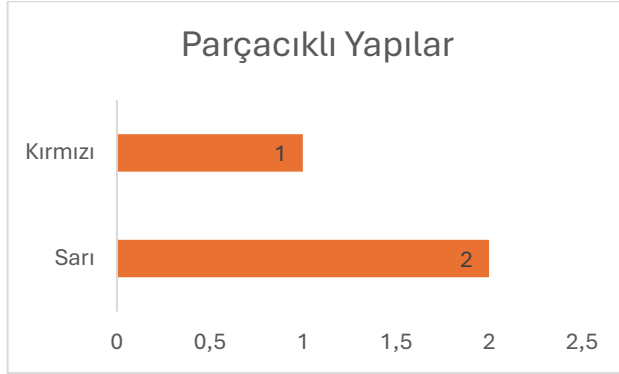
Şekil 9. Kumköy Sahili MP'lerin Dağılım Oranı (%97 İpliksi, %3 Parçacık Yapılı)

Elde edilen sonuçlara göre ipliksi yapılar litre başına 72 adet olarak tespit edilmiştir (Şekil 10). Bulunan ipliksi yapıların renklere göre dağılımı Kırmızı > Beyaz > Sarı > Siyah > Mavi şeklindedir.

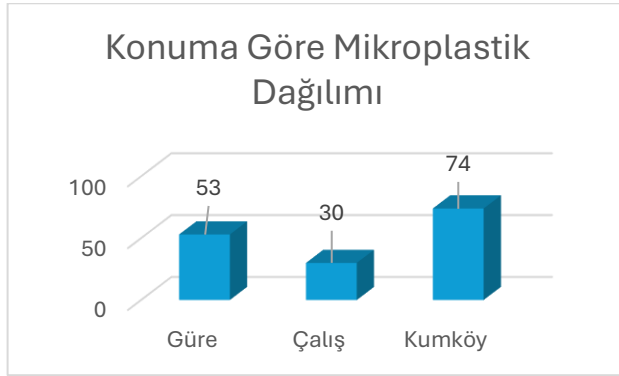


Şekil 10. Kumköy Sahili İpliksi Yapılı MP'lerin Dağılımı

Bölgede diğer tespit edilen mikroplastik türü ise parçacıklı yapıli mikroplastiklerdir (Şekil 11). Bu bölgede tekne ile turistik faaliyetler yapılmakta olup, teknelere ait boya parçacıklarının da denizde parçacıklı yapılara sebebiyet vermesi olasıdır.



Şekil 11. Kumköy Sahili Parçacık Yapılı MP'lerin Dağılımı



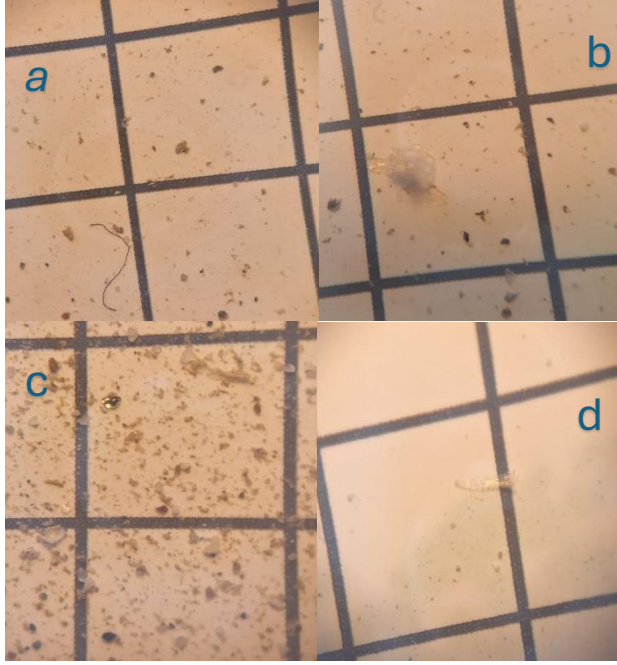
Şekil 12. Numune Alınan Suların Konumlarına Göre MP Dağılımı

Şekil 12’de karşılaştırılan üç bölgeye ait toplam mikroplastik değerleri verilmektedir. Buna göre en çok mikroplastik tespit edilen bölge Kumköy daha sonra Güre ve en son Çalış plajıdır. Kıyıları temizleme faaliyetleriyle mikroplastik miktarı da azalmaktadır. Yapılan faaliyetlerin dönemine göre bu miktarda değişiklik olabilmektedir. Ayrıca en fazla mikroplastik tespit edilen Kumköy plajının olduğu bölgede numuneler alındığı anda oldukça dalga mevcuttu.

Kumköy bölgesinde MP kirliliğinin en yoğun olmasının muhtemel nedeni bu bölgede her şey dahil otel sisteminin çok yoğun olmasıdır. Özellikle plastik atıklar bu bölgede endişe vericidir. Plastik kirliliği açısından diğer çalışılan bölgelere kıyasla çok daha büyük bir hacim oluşturmaktadır. Sonuç olarak, rüzgardan dolayı sahildeki plastikler denize ulaştığı ve bu durum da mikroplastik artışına sebep olabildiği düşünülmektedir. Ayrıca Manavgat çayı iç bölgelerde bulunan kirlilikleri Kumköy sahiline taşımaktadır. Numune alınan bölgenin yakınlarında atıksu arıtma tesisi bulunduğu da göz önüne alındığında en yoğun MP miktarının burada görülmesi olasıdır. İkinci sırada bulunan Güre plajında turizm faaliyetleri diğer çalışılan bölgelere göre az olsa da özellikle zeytinliklerden kaynaklanan tarımsal kirlilik MP yükünü arttırmaktadır.

3.1. Mikroskopik Analiz Sonuçları

Yapılan incelemelerde çeşitli renklerde ipliksi yapıda, düzgün olmayan şekilli parçacık, şeffaf renkte naylon poşetimsi yapıda MP'ler tespit edilmiş (2x ve 4x büyütmelerde) ve Şekil 13'de gösterilmiştir.

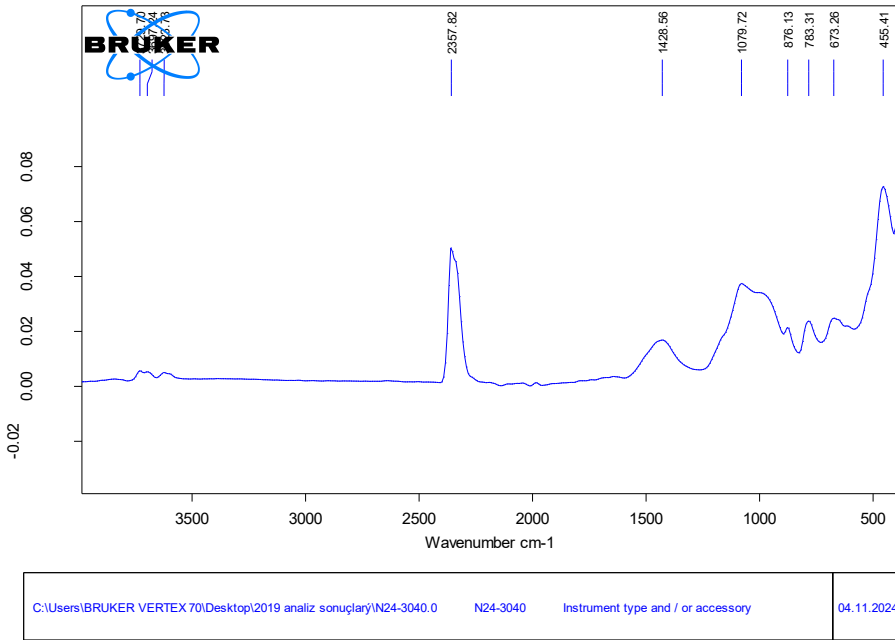


Şekil 13. Mikroskopta Elde Edilen Görüntüler (a) İpliksi Yapı, (b) ve (d) Naylon Yapı, (c) Parçacıklı Yapı

Mikroskopta elde edilen görüntülerde ağırlıklı olarak ipliksi yapılar tespit edilmiştir. İpliksi yapılar çoğunlukla sentetik tekstil ürünleri ve çamaşır yıkama atıksuları kaynaklıdır. Atıksu arıtma tesislerinde kısmi olarak arıtılan bu sular alıcı ortamlara kolaylıkla yayılmaktadır (Mossotti ve ark., 2021). Dolayısıyla insan yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde ipliksi yapıların görünme ihtimali daha fazladır (Alomar ve ark., 2016). Çalışmamızda bulunan diğer MP türü parçacık yapılarıdır. Literatürdeki çalışmalar da genellikle lifli MP'lerin diğer MP'lere oranla daha baskın olduğunu belirtmektedir. Bazen istisna olan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin; (Wang ve ark., 2020), nehirde yaptıkları çalışmada parçacık şeklinde MP'leri baskın bulunmuştur. Bu duruma sebep olan faktörlerden birini nehir suyunda özellikle lif oranını azaltabilecek ikincil atıklar olmak üzere başka su kaynakları olmasına bağlamışlardır. Çalışmada en az tespit edilen MP çeşidi ise naylon yapılarıdır. Bu durum naylon MP'lerin deniz sedimanına yapışması ve ağırlığı ile ilgili olabilir. Buna ek olarak (Lind ve ark., 2017), belirttikleri gibi baskın olan ipliksi MP'ler düşük ağırlıklarından dolayı deniz ortamında çok daha rahat ve uzun mesafede yayılım gösterebilirler.

3.2. FTIR Analizi Sonuçları

Tespit edilen mikroplastikler tek tek tespit edilip cımbız yardımıyla ayrılmıştır. Bu karışık numuneye yapılan FTIR spektroskopi sonuçları Şekil 14’de gösterilmektedir. 1428 cm^{-1} ’deki pik pamuğa ait spesifik bir piktir. Bu durum çamaşır atıksularının deniz suyuyla karışmasına bağlı olabilir (Cotton). 1079 cm^{-1} ’deki pik C-C bağlarının gerilme titreşimleri ile ilişkili (Polietilen tereftalat (PET) veya polikarbonat gibi ester veya eter grupları içeren polimerlerde görülebilir), 876 cm^{-1} polistren (PS) piki, 783 cm^{-1} etilen vinil asetatın C-H₂ piki, 673 cm^{-1} piki polietilen (PE) pikine denk gelmektedir (Shirazi ve ark., 2023; Nolosko ve ark., 2022; Hassan ve ark., 2024; Shi ve ark., 2022). Bunlara ek olarak; 2357 cm^{-1} bantı genellikle CO₂’den kaynaklanan atmosferik bir absorpsiyon bandıdır (Purkayastha, S ve ark., 2025). 1428,56 cm^{-1} piki genellikle C-H bükülme titreşimlerinden kaynaklanmaktadır. Alkanlar, alkenler ve aromatik bileşiklerde bulunabilir. Birçok lif kaynaklı içeriklerde bu tür bantlar gözlenmektedir (Kundu ve ark., 2024). 455,41 cm^{-1} bölgesindeki bantlar genellikle inorganik bileşikler, metallere olan bağlar veya ağır atomların titreşimlerinden kaynaklanmaktadır (Chen ve ark., 2023).



Page 1/1

Şekil 14. İzole Edilen Mikroplastiklerin FTIR Analizi

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında 3 farklı yerdeki deniz suyu MP tespiti yapılmıştır. Mikroskopta elde edilen veriler FTIR analizi ile doğrulanmıştır. Buna göre en çok karşılaşılan MP türü ipliksi yapı ve beyaz renkli olarak tespit edilmiştir. Çalışılan bölgeler MP kirliliklerine göre sıralandığında Kumköy> Güre> Çalış olarak

sıralanmaktadır. Kumköy bölgesinde MP yoğunluğunun diğer çalışılan bölgelere göre yüksek çıkmasının nedenlerinden biri Manavgat Nehri'nin etkisidir. Bölgede bulunan denize dökülme noktası iç kesimlerden taşınan tüm sanayi ve tarım atıklarını buraya getirmektedir. Bu atıkların içerisinde bulunan parçalanmış MP'ler dalgalar ve akıntılarla plaj kısımlarına gelmektedir. Nehrin ağzındaki bariyer yetersizliği MP'lerin birikmesine ve plaj bölgesine dağılmasına bir ortam hazırlar. İkinci faktör her şey dahil konseptli otellerden kaynaklı tek kullanımlık plastik malzemelerin yoğun olarak kullanılmasıdır. Son olarak Manavgat bölgesi özellikle turizm kaynaklı hızlı nüfus artışına sahip bir bölgedir. Dolayısıyla altyapı sistemleri bu nüfus artışına ayak uydurmada zorlanabilir. Altyapı sorunları da atıkların çevreye yayılmasına neden olmaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı MP tespiti ve kontrol çalışmalarını arttırmak aynı zamanda tespit edilen MP'lerin giderim teknolojileri üzerine yoğunlaşmak gereklidir. Bu konuda yapılacaklar arasında öncelikle kıyı şeridi ve deniz koruma politikaları üzerine yoğunlaşmak olmalıdır. Sıfır atık prensibiyle özellikle yatçılık faaliyetlerinin yoğun olduğu Fethiye/Çalış gibi bölgeler atık yönetimine yoğunlaşmalıdır. Özellikle plaja yakın bölgeler koruma alanı olarak belirlenip ekstra önlemler alınabilir. Turizmin yoğun olduğu Kumköy/Side gibi bölgelerde sürdürülebilir turizm faaliyetleri teşvik edilmelidir. Böylelikle tek kullanımlık plastik ürünlerin kullanımı azaltılarak daha az MP oluşumu gerçekleşecektir. Atıksu arıtma sistemlerinin MP tutmaya yönelik geliştirilmesi de MP kirliliğinin gideriminde önemli bir aşama sağlayacaktır. Son olarak ulusal çaplı faaliyetler ile halkın bilinçlendirilmesi sağlanmalı, gönüllülük çalışmaları ile farkındalık kazandırılmalıdır.

Çalışmada bulunan bazı sınırlıklar şöyledir: Tek bir mevsimde alınan örnekler diğer mevsimlerde de alınıp kıyaslama yapılabilir. Örneklem alanı sınırlı kalmıştır. Çevrede birkaç farklı plajdan da örnekler alınabilir. Hidrografik faktörler zaman zaman değişkenlik gösterebilir. Bazen yağış ya da yüksek kirlilik zamanına bağlı olarak az ya da fazla MP dağılımı gözlemlenebilir. Gelecek çalışmalarda uzun vadeli ve sürekli izleme yapıp, yapay zeka ile modelleme çalışmaları gerçekleştirilebilir. Ayrıca sediman ve bölgede yetişen canlılardan (balık, midye gibi) örnekler alınıp bütünsel bir MP incelemesi yapılabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

Aksakal, D., Çalış, M., Yiğitkurt, S., & Durmaz, Y. (2021). Işnmlı inci istiridyesi *Pinctada imbricata radiata*'da mikroplastik varlığı. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(4), 742-748.

Alak, G., Uçar, A., Parlak, V., & Atamanalp, M. (2022). Identification. characterisation of microplastic and their effects on aquatic organisms. *Chemistry and Ecology*. 38(10). 967-987. <https://doi.org/10.1080/02757540.2022.2126461>

- Alomar, C., Estarellas, F., & Deudero, S. (2016). Microplastics in the Mediterranean Sea: deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. *Marine environmental research*, 115, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.01.005>
- Baylan, N., Koyuncuoğlu, P., & Erden, G. (2024). Katı Atık Depolama Sahası Sızıntı Sularında Mikroplastik Kirliliği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(1), 18-38.
- Chen, P., Wu, J., Li, L., Yang, Y., & Cao, J. (2023). Modified fly ash as an effect adsorbent for simultaneous removal of heavy metal cations and anions in wastewater. *Applied Surface Science*, 624, 157165. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2023.157165>
- Cotton. Database of ATR-FT-IR spectra of various materials. <https://spectra.chem.ut.ee/textile-fibres/cotton/> adresinden 08 Kasım 2024 tarihinde alınmıştır.
- Ferrero, L., Scibetta, L., Markuszewski, P., Mazurkiewicz, M., Drozdowska, V., Makuch, P., Jutrzenka-Trzebiatowska, P., Zaleska-Medynska, A., Andò, S., Saliu, F., Nilsson, E. D., & Bolzacchini, E. (2022). Airborne and marine microplastics from an oceanographic survey at the Baltic Sea: an emerging role of air-sea interaction?. *Science of the Total Environment*, 824, 153709.
- Gedik, K., Eryaşar, A. R., Öztürk, R. Ç., Mutlu, E., Karaoğlu, K., Şahin, A., & Özvarol, Y. (2022). The broad-scale microplastic distribution in surface water and sediments along Northeastern Mediterranean shoreline. *Science of the Total Environment*, 843, 157038. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157038>
- Google Earth, (2025). https://earth.google.com/web/search/g%3%bcre+bal%4%b1kesir/@38.78453445,33.57564497,898.51614478a,508019.03854385d,35y,-0h,0t,0r/data=CiwIjgokCX4znfPwGERAEX5Lg-EPoEJAGd-aXuN0u0JAIdBNQynRz1AQgIIAUoNCP_____wEQAA adresinden 24 Ekim 2024 tarihinde alınmıştır.
- Hassan, M. A., Shetu, M. H., Miah, O., Parvin, F., Shammi, M., & Tareq, S. M. (2024). The seasonal variation and ecological risk of microplastics in the Lower Ganges River, Bangladesh. *Water Environment Research*, 96(8), e11103. <https://doi.org/10.1002/wer.11103>
- Kundu, S., Mitra, D., & Das, M. (2024). An entropy-TOPSIS approach to find PMMA/cellulose based biocomposite with optimum mechanical and biodegradation properties. *Polymer*, 313, 127696. <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2024.127696>
- Küçük, F., Gülle, İ., & Güçlü, S. S. (2018). Antalya Havzası akarsularındaki yılan balığı göçleri üzerine antropojenik baskılar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(Ek (Suppl.) 1), 285-296. <https://doi.org/10.29048/makufebd.466673>

- Ling, S. D., Sinclair, M., Levi, C. J., Reeves, S. E., & Edgar, G. J. (2017). Ubiquity of microplastics in coastal seafloor sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 121(1-2), 104-110. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.05.038>
- Llorca, M., Álvarez-Muñoz, D., Ábalos, M., Rodríguez-Mozaz, S., Santos, L. H., León, V. M., Campillo, J. A., Martínez-Gómez, C., Abad, E., & Farré, M. (2020). Microplastics in Mediterranean coastal area: Toxicity and impact for the environment and human health. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 27, e00090.
- Maghsodian, Z., Sanati, A. M., Ramavandi, B., Ghasemi, A., & Sorial, G. A. (2021). Microplastics accumulation in sediments and *Periophthalmus waltoni* fish mangrove forests in southern Iran. *Chemosphere*, 264, 128543. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128543>
- Mossotti, R., Dalla Fontana, G., Anceschi, A., Gasparin, E., & Battistini, T. (2021). Preparation and analysis of standards containing microfilaments/microplastic with fibre shape. *Chemosphere*, 270, 129410. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129410>
- Munno, K., Helm, P. A., Jackson, D. A., Rochman, C., & Sims, A. (2018). Impacts of temperature and selected chemical digestion methods on microplastic particles. *Environmental toxicology and chemistry*, 37(1), 91-98. <https://doi.org/10.1002/etc.3935>
- Nolasco, M. E., Lemos, V. A., López, G., Soares, S. A., Feitosa, J. P., Araújo, B. S., Ayala A. P., de Azevedo, M. M. F., Santos, F. E. P., & Cavalcante, R. M. (2022). Morphology, chemical characterization and sources of microplastics in a coastal city in the equatorial zone with diverse anthropogenic activities (Fortaleza city, Brazil). *Journal of Polymers and the Environment*, 30(7), 2862-2874. <https://doi.org/10.1007/s10924-022-02405-5>
- Özkor, B. (2022). Kızılırmak nehri sularında mikroplastik kirliliğinin araştırılması. [Yüksek Lisans Tezi], Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Palaz, M. (2023). Fethiye'nin Doğal Ve Kültürel Özelliklerinin Turizm Üzerine Etkilerinin Araştırılması, İksad Yayınevi, 22.
- Purkayastha, S., Chaudhari, R., Adhale, M., Jagtap, S., & Bhongale, C. (2025). Stable Isotopic CO₂ Emission from *Neverita josephina* Shell During TG-FTIR Analysis: First Observational Evidence. *ChemistrySelect*, 10(22), e01907. <https://doi.org/10.1002/slct.202501907>
- Qiu, Q., Tan, Z., Wang, J., Peng, J., Li, M., & Zhan, Z. (2016). Extraction, enumeration and identification methods for monitoring microplastics in the environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 176, 102-109. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.04.012>

- Sharma, S., Sharma, V., & Chatterjee, S. (2021). Microplastics in the Mediterranean Sea: sources, pollution intensity, sea health, and regulatory policies. *Frontiers in Marine Science*, 8, 634934.
- Shi, K., Guo, L., Zheng, R., Wang, H., & Chen, Y. (2022). Preparation of diacid comprising ionic liquid catalyst and its application in catalytic degradation of PET. *Catalysis Letters*, 152(4), 1182-1193. <https://doi.org/10.1007/s10562-021-03716-3>
- Shirazi, S., Mafigholami, R., Moghimi, H., & Borghei, S. M. (2023). Feasibility study of microplastic biodegradation in effluents from South Tehran WWTP after quantitative and qualitative measurement of the particles. *Applied Water Science*, 13(3), 80. <https://doi.org/10.1007/s13201-023-01875-9>
- Sivri, N., & Çullu, F. A. (2020). Doğanın çözümü en zor denklemi: Denizlerdeki plastikler. *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 29, 15-21.
- Susanti, N. K. Y., Mardiatuti, A., & Wardiatno, Y. (2020). Microplastics and the impact of plastic on wildlife: a literature review. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 528(1), 012013). IOP Publishing.
- Thiele, C. J., Hudson, M. D., Russell, A. E., Saluveer, M., & Sidaoui-Haddad, G. (2021). Microplastics in fish and fishmeal: an emerging environmental challenge?. *Scientific reports*, 11(1), 2045. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81499-8>
- Wang, C., Xing, R., Sun, M., Ling, W., Shi, W., Cui, S., & An, L. (2020). Microplastics profile in a typical urban river in Beijing. *Science of the Total Environment*, 743, 140708. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140708>
- Wang, Z. M., Wagner, J., Ghosal, S., Bedi, G. & Wall, S. (2017). SEM/EDS and optical microscopy analyses of microplastics in ocean trawl and fish guts. *Science of the Total Environment*, 603, 616-626. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.047>
- Yabanlı, M., Yozukmaz, A., Şener, İ., & Ölmez, Ö. T. (2019). Microplastic pollution at the intersection of the Aegean and Mediterranean Seas: A study of the Datça Peninsula (Turkey). *Marine pollution bulletin*, 145, 47-55. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.003>
- Yang, Z., Çelik, M., & Arakawa, H. (2023). Challenges of Raman spectra to estimate carbonyl index of microplastics: a case study with environmental samples from sea surface. *Marine Pollution Bulletin*, 194, 115362. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115362>
- Zheng, X., Liu, X., Zhang, L., Wang, Z., Yuan, Y., Li, J., Li, Y., Huang, H., Cao, X., & Fan, Z. (2022). Toxicity mechanism of Nylon microplastics on *Microcystis aeruginosa* through three pathways: Photosynthesis, oxidative stress and energy metabolism. *Journal of hazardous materials*, 426, 128094. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.128094>.