



**İskenderun Körfezi Çevresinde Bulunan Kumul
Sahillerdeki Mikroplastik Kirliliğinin Mevcut
Durumunun Belirlenmesi**

Program Kodu: 3001

Proje No: 117Y212

Proje Yürütücüsü:
Doç. Dr. Sedat Gündoğdu

Araştırmacı(lar):
Prof. Dr. Cem Çevik

Bursiyer(ler):
Celal Erbaş
Barış Can Kırar

Temmuz 2019
ADANA



Önsöz

TÜBİTAK desteğinde 117Y212 proje numarası ile yürütülen “İskenderun Körfezi Çevresinde Bulunan Kumul Sahillerdeki Mikroplastik Kirliliğinin Mevcut Durumunun Belirlenmesi” adlı araştırma projesi Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmaları, İskenderun Körfezi kıyılarında bulunan 13 ayrı sahilde yürütülmüştür. Saha çalışmaları Mayıs 2018 ile Kasım 2018 tarihlerinde iki ayrı dönemde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, saha ve laboratuvar çalışmalarının gerçekleştirilmesi için gerekli olan önemli ve bizim için çok değerli maddi ve manevi katkıları nedeni ile TÜBİTAK’a teşekkür ederiz. Proje başlangıcından sonuna değin saha ve laboratuvar çalışmalarında yardım ve katkılarından dolayı Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi personeli Hasan Keskin’e ve Fakültemiz öğrencisi Harun Gümüş’e teşekkürü bir borç biliriz. Bunun yanında, Ağyatan, Akyatan ve Karataş istasyonlarının örneklenmesinde kıymetli ve değerli yardımlarını esirgemeyen Tarım ve Orman Bakanlığı VII. Bölge Müdürlüğü Doğa Koruma ve Milli Parklar şubesinden Sadık Dinçer Bey’e de teşekkür ederiz.

Yukarıda adı geçen proje çalışmalarıyla ilgili gelişme ve faaliyetleri içeren bu rapor, Mart 2018 - Temmuz 2019 döneminde İskenderun Körfezi sahillerinde gerçekleştirilen iki adet mevsimlik çalışma sırasında toplanan materyalin analizlerinin sonuçlarını ve bu sonuçlara ait yorumları kapsamaktadır. Bu proje ile İskenderun Körfezi kıyılarındaki sahillerdin mikroplastik kirliliği durumu araştırılmıştır.

İçindekiler

Önsöz.....	I
İçindekiler	II
Şekil Listesi	III
Tablo Listesi	V
Özet	VII
Abstract	VIII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	2
3. GEREÇ VE YÖNTEM	5
3.1. Çalışma Alanı	5
3.2. Örneklem Çalışması ve Mikroplastiklerin Ayıklanması	8
3.2.1. Mikroplastik Örneklemesi	8
3.2.2. Mikroplastiklerin ayıklanması ve sınıflandırılması	9
3.3. İstatistiksel analizler	10
4. BULGULAR	11
4.1. Mayıs 2018 Dönemi Mikroplastik Konsantrasyonları	11
4.2. Kasım 2018 Dönemi Mikroplastik Konsantrasyonları	23
4.3. Dönemsel Etki	34
5. SONUÇ	39
6. KAYNAKLAR	45

Şekil Listesi

Şekil 1. Mayıs 2018 tarihinde gerçekleştirilen saha çalışmasında ziyaret edilen istasyonlar ..	5
Şekil 2. Kasım 2018 tarihinde gerçekleştirilen saha çalışmasında ziyaret edilen istasyonlar..	5
Şekil 3. Akyatan-Karataş-Ağyatan bölgesi çevresinde gerçekleştirilen örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılan plastik film tipteki örtüler	7
Şekil 4. Mikroplastik örneklemesinin şekilsel gösterimi	8
Şekil 5. 1x1 Kuadrat aracılığıyla gerçekleştirilen örneklemeden bir kare.....	9
Şekil 6. Mikroplastik örnekleme ve ayırma işleminin iş akış şeması.....	10
Şekil 7. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarları (adet/kg)	12
Şekil 8. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarlarının sahil zonlarına göre frekans dağılımı (adet/m ²).....	13
Şekil 9. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede backshore sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg).....	15
Şekil 10. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede mid sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg).....	15
Şekil 11. Şekil 11. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede highstrand sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg).....	15
Şekil 12. İstasyonlardan elde edilen çeşitli renk, tip, şekil ve boyutlardaki mikroplastikler. a) Pelet/granül; b) ve f) film, c) fragment; d)köpük; e)fibriler/filament	16
Şekil 13. Mayıs 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının zonlara göre oransal (%) dağılımları	18
Şekil 14. Mayıs 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının istasyonlara göre oransal (%) dağılımları.....	19
Şekil 15. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg cinsinden konsantrasyonlarına dayanarak yapılan temel bileşenler analizi biplotu	22
Şekil 16. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg cinsinden konsantrasyonlarına dayanarak yapılan kümeleme analizi dendogramı	23
Şekil 17. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarları (adet/kg)	24
Şekil 18. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarlarının sahil zonlarına göre frekans dağılımı (adet/m ²).....	25
Şekil 19. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede backshore sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg).....	27

Şekil 20. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede mid sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg).....	27
Şekil 21. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede highstrand sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg).....	27
Şekil 22. Kasım 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının zonlara göre oransal (%) dağılımları	29
Şekil 23. Kasım 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının istasyonlara göre oransal (%) dağılımları	30
Şekil 24. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg cinsinden konsantrasyonlarına dayanarak yapılan temel bileşenler analizi biplotu.	33
Şekil 25. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg cinsinden konsantrasyonlarına dayanarak yapılan kümeleme analizi dendogramı	34
Şekil 26. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan örneklenen mikroplastik konsantrasyonlarının değişimi (B.dere ve Konacık istasyonları kasım döneminde örneklenmediği için grafiğe konulmamıştır).....	35
Şekil 27. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan elde edilen mikroplastik tiplerinin değişimi.....	37
Şekil 28. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan elde edilen mikroplastik boy gruplarının değişimi	38
Şekil 29. Akyatan lokasyonunda görüntülenen atıl balıkçı ağı.....	40
Şekil 30. K. Yumurtalık lokasyonunda görüntülenen ham plastik (pelet) tanecikler	41
Şekil 31. Dört Yol lokasyonunda görüntülenen tarımsal kökenli plastik kirleticiler. (Sera poşeti, tohum ve gübre çuvaları vb.)	41

Tablo Listesi

Tablo 1. Ziyaret edilen istasyonların koordinatları ve bazı özellikleri. Temizlenme sıklığı bilgileri yerel yönetimlerden alınmıştır.....	6
Tablo 2. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarları ve sahil zonlarına göre dağılımları (adet/kg)	12
Tablo 3. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen alansal mikroplastik miktarları ve sahil zonlarına göre dağılımı (adet/m ²).....	13
Tablo 4. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastikler tiplerinin zonlara göre miktarları (adet/kg)	14
Tablo 5. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastiklerin renklerinin istasyonlara göre oransal (%) dağılımı	17
Tablo 6. Mayıs 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının istasyonlara ve zonlara göre oransal (%) dağılımları.....	20
Tablo 7. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg başına konsantrasyonlarına ait PERMANOVA tablosu	21
Tablo 8. Temel bileşenler analizi sonucu oluşan bileşen yükleri ve bileşenlere ait özdeğerler ve yüzde varyanslar. Sadece ilk iki bileşen dikkate alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir	22
Tablo 9. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarları ve sahil zonlarına göre dağılımları (adet/kg)	24
Tablo 10. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen alansal mikroplastik miktarları ve sahil zonlarına göre dağılımı (adet/m ²).....	25
Tablo 11. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastikler tiplerinin zonlara göre miktarları (adet/kg)	26
Tablo 12. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastiklerin renklerinin istasyonlara göre oransal (%) dağılımı	28
Tablo 13. Kasım 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının istasyonlara ve zonlara göre oransal (%) dağılımları.....	31
Tablo 14. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg başına konsantrasyonlarına ait PERMANOVA tablosu	32
Tablo 15. Temel bileşenler analizi sonucu oluşan bileşen yükleri ve bileşenlere ait özdeğerler ve yüzde varyanslar. Sadece ilk iki bileşen dikkate alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir	32
Tablo 16. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan elde edilen kg sediment başına mikroplastik miktarları	35
Tablo 17. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan elde edilen mikroplastik tiplerinin değişimi.....	37

Tablo 18. Akdeniz'in farklı bölgelerindeki sahillerde gerçekleştirilen mikroplastik çalışmalarına ait sonuçlar	42
---	----

Özet

Mikroplastik kirliliğinin dağılımının ve konsantrasyonunun belirlenmesi, çevreye olan etkisinin ortaya konması açısından oldukça önemlidir. Özellikle Akdeniz gibi yarı kapalı ekosistemlerde bu önem daha da artmaktadır. Çünkü Akdeniz, etrafındaki aşırı nüfus ile endüstrileşmeden dolayı ciddi bir kirlilik baskısı altındadır. Bu baskının Akdeniz'in tüm kompartımanlarında hangi düzeyde olduğunun belirlenmesi alınacak önlemler için de oldukça önemlidir. Akdeniz'i tehdit eden en önemli kirlilik çeşidi, plastiklerin neden olduğu kirliliktir. Plastikler içerisinde de mikroplastik kirliliği önemli bir yer tutmaktadır. Bu proje ile Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında yer alan İskenderun Körfezi çevresindeki kumul sahillerin mikroplastik kirliliği ilk defa araştırılmıştır. Bu amaçla Mayıs 2018 döneminde 13, Kasım 2018 döneminde de aynı istasyonların 11'inde gerçekleştirilen saha çalışmalarıyla mikroplastik kirliliği dönemsel olarak belirlenmiştir. Örneklem çalışması, her istasyondan, Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemleri içerisinde özellikle su hareketliliği ve rüzgâr hareketinin minimum olduğu zamanlarda, her istasyonun kendi içinde mikroplastik açısından homojen bir dağılım gösterdiği varsayımı altında, tesadüfi örneklem yöntemiyle belirlenmiş noktalardan kumulun ilk 5 cm'lik derinliğini alacak şekilde 1x1 m'lik kuadratlar yardımıyla yapılmıştır. Mayıs 2018 döneminde 100.7 ± 35.7 adet/kg (1044 ± 219.2 adet/m²) mikroplastik, Kasım 2018 döneminde de 105.4 ± 33.0 adet/kg (1149.3 ± 201.1 adet/m²) mikroplastik konsantrasyonu tespit edilmiştir. Dönemsel mikroplastik konsantrasyonları arasındaki fark genel ortalamalar için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Mayıs 2018 döneminde en yoğun mikroplastik konsantrasyonuna 658.3 ± 42 adet/kg ile Dört Yol lokasyonunda, Kasım 2018 döneminde de 374.8 ± 38.5 adet/kg ile Erzin/Burnaz lokasyonunda rastlanılmıştır. Tüm istasyonlarda her iki dönemde de 5 farklı tipte (Fibriler/Filament, Film, Fragment, Köpük, Pelet/Granüler) mikroplastığa denk gelinmiş ve en fazla karşılaşılan mikroplastik tipi fragment tipteki mikroplastikler olmuştur. Her iki dönemde de en sık rastlanan boy grubu 1-5 mm boy grubundaki mikroplastikler olmuştur. Bu proje sonuçları da göstermektedir ki İskenderun Körfezi kıyıları yüksek düzeyde mikroplastik kirliliği tehdidiyle karşı karşıyadır.

Abstract

The determination of the microplastic distribution is beneficial as a measure of the potential effects on the environment. Particularly in semi-closed ecosystems such as the Mediterranean Sea, this is getting more important. The Mediterranean Sea has a high risk of pollution as it was enclosed by highly populated and industrialized countries. The most important type of pollution that threatens the Mediterranean Sea is the pollution caused by plastics. The most important type of plastics that threatens the Mediterranean ecosystem is the microplastic pollution. Here, for the first time, we determined the level of microplastic pollution in sandy beaches around Iskenderun Bay, located in the Northeastern Levantine coast of Turkey. For this purpose, microplastic pollution was determined in May 2018 at 13 locations and 11 of the same stations in November 2018. Sampling was carried out from each station during May 2018 and November 2018, especially during periods of minimum wave and wind conditions. Each station was assumed to have a homogeneous distribution of microplastics. Sampling was carried out at the points determined by random sampling method with the help of 1x1 m quadrates to obtain the first 5 cm depth of the sand. Microplastic concentration were found 100.7 ± 35.7 pcs/kg (1044 ± 219.2 pcs/m²) and 105.4 ± 33.0 pcs/kg (1149.3 ± 201.1 pcs/m²) during May 2018 and November 2018, respectively. The difference between two periods was not found statistically significant. The highest microplastic concentration was observed in Dörtöl location with 658.3 ± 42 pcs/kg in May 2018 and in Erzin/Burnaz location with $374.8.3 \pm 38.5$ pcs/kg in November 2018. In all stations, 5 different types of microplastics (Fibriler / Filament, Film, Fragment, Foam, Pellet / Granular) were found in both periods and the most frequent microplastics were found to be fragment type microplastics. Microplastics in the 1-5 mm length group were the most common size group in both periods. The results of this project show that the coasts of Iskenderun Bay are threatened by high levels of microplastic pollution.

1. GİRİŞ

TÜBİTAK Çevre, Atmosfer, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Destek Grubu'na sunulan ***İskenderun Körfezi Çevresinde Bulunan Kumul Sahillerdeki Mikroplastik Kirliliğinin Mevcut Durumunun Belirlenmesi*** başlıklı proje önerisi TÜBİTAK 3001 program kodu altında 117Y212 proje numarası ile desteklenmeye uygun bulunmuştur. Toplam 16 ay süreli projenin 01.03.2018 tarihi itibarı ile başlatılması ve 01.07.2019 tarihi itibarı ile sonlandırılması öngörülmüştür. Proje başlığından da anlaşılacağı üzere proje kapsamında İskenderun Körfezi sahillerindeki kumul sahillerin mikroplastik kirliliği araştırılmıştır. Saha çalışmaları kapsamında başlangıçta 13 farklı istasyon belirlenmiş ve bu 13 istasyon Mayıs 2018 tarihinde ziyaret edilmiş ve örneklenmiştir. Mayıs 2018 örneklemesinde alınan örneklerin incelenmesi esnasında ve temmuz ayında gerçekleştirilen saha ziyaretinde yapılan gözlemler birlikte değerlendirildiğinde Büyükdere/St.11 istasyonu ve Konacık/St.13 istasyonu, arazi listesinden çıkartılmıştır. Her iki sahilin de kumul sahil olma özelliği taşımadığı anlaşılmış olup kaba çakıl ve iri taşlardan oluşan ve çoğunlukla müdahale edilerek yapısı bozulmuş kıyısal alanlar olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun proje başlığında da belirtilen kumul sahillerdeki mikroplastik araştırması çerçevesine uymadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle Mayıs 2018 örnekleme çalışmasında ziyaret edilip örneklenen bu iki istasyon Kasım 2018 örnekleme döneminde ziyaret edilmemiştir. Bunun yanında Sugözü/St.6 ve İskenderun Organize/St.10 istasyonlarının yerleri de, ilgili alanlara erişimin mümkün olmaması nedeniyle proje bütünlüğünü etkilemeyecek şekilde en yakındaki benzer özellikteki alanlarla değiştirilmiştir. Sugözü istasyonu yerine Botaş/Kurtpınar köyünde bulunan kumsal, İskenderun Organize yerine de Payas kumsalı örnekleme içerisine dâhil edilmiştir. Bu raporda sahil çalışmalarına ait proje önerisinde yer alan parametrelerin sonuçları ve değerlendirmeleri yer almaktadır.

Ayrıca çalışma kapsamında kurulan ve proje kapsamında yapılan çalışmaları ve mikroplastik kirliliği ile ilgili bilgileri verdiğimiz www.mikroplastik.org isimli web sitesi hizmete sokulmuş ve kısa süre içerisinde mikroplastik konulu aramalarda internet tarayıcılarında ilk sıralara yükselmiştir. Şimdiye kadar (22.07.2019) toplamda 8000 kişinin ziyaret ettiği web sitesi halen aktif olarak çalışmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ekosistem üzerindeki fiziksel ve kimyasal içerikli antropojenik etkiler, doğal süreçlerle kıyaslanabilir bir düzeye ulaşmıştır. Artık, insan faaliyetleri ekosistem ve biyoçeşitlilik üzerindeki tehditlerinin en önemli bileşenleri arasındadır. İnsanoğlunun en önemli karakteristik özelliği, hayatı kolaylaştırıcı çeşitli yenilikler ortaya koyabilmesidir. Bu kolaylaştırıcıların en önemlilerinden biri de plastiklerdir. Bu amaçla birçok yol ve yöntem kullanılarak çeşitli ham maddelerden (Petrol, Nişasta vb.) oldukça çeşitli plastikler üretilmektedir. Bunlar, insan hayatının birçok alanında, modern yaşamın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Dayanıklılığı, ucuzluğu ve kullanım alanındaki genişliği plastiği modern çağın vazgeçilmez bir ürünü haline getirmiştir. Her alanda kullanılan plastiğin 2016 yılı itibariyle toplam üretimi 355 milyon tona ulaşmıştır (PlasticEurope, 2016). Avrupa’da ise her yıl ortalama 60 milyon ton plastik üretilmekte olup bunun 27 milyon tonu atık olarak depolama sahalarında depolanmaktadır (WWF, 2018). Türkiye’de de 2017 sonu itibariyle toplam plastik üretimi 10.1 milyon ton civarında gerçekleşmiş ve bunun da 8.4 milyon tonu yurtiçinde tüketilmiştir (Pagev, 2018). 2015 yılı itibariyle Türkiye’de üretilen plastik atık miktarı 25.8 milyon ton civarında olmuştur. Net bir bilgi ve rapor olmamasına rağmen Türkiye’de geri dönüşüm miktarının toplam atığın %1’i civarında olduğu düşünülmektedir (OECD, 2015).

Aşırı tüketim ile beraber ortaya çıkan çöpler iyi yönetilemediği için çevresel kirleticisi haline gelmektedir. Plastik çöpler de üretilen çöpün içerisinde önemli bir miktarı oluşturdukları için çevre için ciddi riskler yaratabilmektedir. Çevresel plastik çöpler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerden kaynaklı olarak bozulma ve parçalanmaya uğrayabilirler. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, biyobozunur olarak rapor edilen birçok plastiğin, bozunmaktan ziyade daha küçük parçalara ayrıldığını ortaya koymuştur (Barnes vd., 2009; Whitacre, 2014; de Souza Machado vd., 2018a). Bu nedenle, makro plastik olarak nitelendirilen 5 mm’den daha büyük olan plastikler, bahsi geçen faktörlerden kaynaklı olarak, genellikle mikroplastik olarak adlandırılan 5 mm’den daha küçük parçacıklara dönüşür. Mikroplastikler ayrıca çeşitli amaçlarla tasarlanmış mikro boyutlu parçacıkların üretimi yoluyla doğrudan olarak da çevreye verilebilir (resin pelet vb.). Mikroplastiklerin de çeşitli faktörlerle daha da parçalanması, nanoplastikler olarak adlandırılan, 0.1 µm’den daha küçük boyutlara sahip parçacıklar meydana gelmesine neden olmaktadır. Mikroplastikler, toprakta, sucul ekosistemlerde, soluduğumuz havada, kişisel bakım ürünlerinde, sofraya tuzunda ve birçok deniz ürününde bulunabilen ve tehlikeli olabilen doğal olmayan kirleticilerdir (Duis ve Coors, 2016; Dehghani vd., 2017; Gündoğdu ve Çevik, 2017; Gündoğdu, 2018; Lusher vd.,

2018). Mikroplastik kirliliği, belki de gezegenimizin yüzeyindeki en yaygın ve uzun süreli antropojenik değişikliklerden biridir. Aslında, mikroplastik kirliliği, biyoçeşitliliğin korunması için küresel ölçekte en önemli tehditler arasında sayılmaktadır (Barnes vd., 2009; de Souza Machado vd., 2018a). Bu konuya olan bilimsel ilgi son yıllarda muazzam bir şekilde artmış olup çalışmalar sonucunda, mikroplastik kirliliğinin kıyı ve deniz biyotası üzerindeki doğrudan ve dolaylı olarak zararlı etkilerini oldukça önemli oranda ortaya çıkartmıştır (Galloway ve Lewis, 2017; Lusher vd., 2015; Güven vd., 2017). Benzer mekanizmaların sahil, tatlı su ve nehir ağız ortamlarını da etkilediği birçok çalışmada bildirilmiştir (Bletter vd., 2018). Bu nedenle, mikroplastikler, sucul ekosistemler için endişe uyandırıcı kirleticiler arasında sayılmaktadır. Sucul ekosistemlerin önemli bileşenlerinden biri de kıyısız ekosistemlerdir.

Kıyısız ekosistemler, dikkate değer bir ekolojik çeşitliliğe ev sahipliği yapan ekosistemlerdir (Doody, 2012). Sahip oldukları ekolojik çeşitlilik, kıyısız ekosistemleri, gerek vahşi yaşam için gerekse de insanlar için vaz geçilmez birer habitat haline getirmektedir. Sağladıkları birçok hizmet (kıyı koruma, su toplama ve arıtma, vahşi yaşamın korunması, karbon tutulması ve turizm, rekreasyon ve eğitim gibi), bu ekosistemleri aynı zamanda kırılgan birer ekosistem haline de getirmektedir (de Francesco vd., 2018; Doody, 2012; Drius vd., 2016). Özellikle artan turistik faaliyetler, kıyısız alanlardaki kentleşme, tarımsal faaliyetler, niteliksiz ve yetersiz katı atık yönetimi, kıyısız alanları ciddi anlamda tehdit eder hale gelmiştir. Tüm bu faktörler ciddi makro ve mikroplastik üretilmesine zemin hazırlamakta bunlar da çeşitli faktörlerle denizlere oralardan da kıyı ekosistemine taşınmaktadır. Gündoğdu vd. (2018), aşırı yağışlar ve beraberinde meydana gelen ani taşkın olayları neticesinde, denizlerdeki özellikle mikroplastik formundaki plastik çöp miktarının ciddi oranda arttığını belirtmektedir. Projenin örnekleme alanlarından olan Karataş, K. Yumurtalık, Dörtöl ve Arsuz istasyonları, yerleşim yerlerine oldukça yakın olup, turistik amaçlı olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca Gölovası, Botaş, Erzin, Payas ve Dörtöl lokasyonları da yoğun endüstriyel faaliyet gerçekleştirilen alanlara oldukça yakın alanlardır. Buralardaki mikroplastik kirliliği de insan faaliyetlerinin mikroplastik kirliliği üzerindeki etkisinin anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

Karalardan denizlere taşınan plastikler, hafif oluşları itibarıyla akıntı ve rüzgarlar yardımıyla birçok farklı noktaya kolayca taşınabilmektedirler (Gündoğdu vd., 2018; Lavers ve Bond, 2017; Law vd., 2010; Pinheiro vd., 2019). Bu taşınım esnasında, plastik çöplerin en yoğun olarak biriktikleri alanların başında kıyısız alanlar gelmektedir (Fuentes vd., 2010; Nelms vd., 2016). Örneğin kumul sahiller plastik çöpler için öyle bir toplanma alanıdır ki zaman içerisinde buralara gelen çöpler, çeşitli faktörler yardımıyla

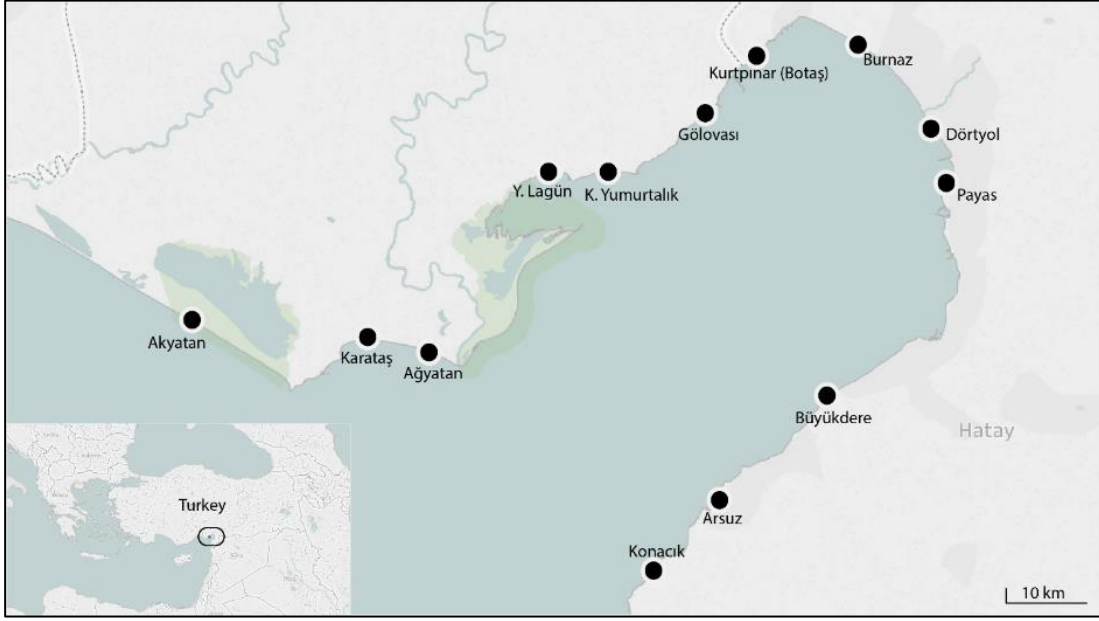
kumun içerisine gömülerek farklı derinliklere hapsolabilmektedirler (Poeta vd., 2014). Bu da plastikleri kıyısız alanlar için kalıcı kirleticiler haline getirmektedir. Kıyısız alanlarda kalıcı hale gelen plastik kirleticilerin birçok negatif etkisi mevcuttur. Bu negatif etkilerden de en fazla etkilenen canlılar ise kıyısız alanları kullanan canlılardır (Deniz kaplumbağaları, hayalet yengeçler vb.). Duncan vd. (2018), *Caretta caretta* ve *Chelonia mydas* türü kaplumbağalarının üreme başarılarının ve yumurtadan çıkan yavruların cinsiyet oranlarının mikroplastik kirliliğinden kaynaklı olarak etkilendiğini belirtmektedirler. Nelms vd. (2016) özellikle balıkçılıktan kaynaklı plastik çöplerin kumul alanlara üremeye gelen kaplumbağalar için risk yarattığını (takılma, yakalanma, yutma) ve hatta üremek için gelen dişi kaplumbağaların aşırı plastik çöp sorunundan kaynaklı olarak üremeden denize geri dönebilecekleri ihtimalinden söz etmektedirler. Ayrıca, *Ocypode quadrata* türü yengeçlerin kazdıkları yuvaların 68%'inde mikro ve makro plastik çöplere rastlandığı daha önce yapılan bir çalışmada (Costa et al., 2018) belirtilmiştir. Proje örnekleme alanlarından olan Akyatan, Ağyatan ve Yumurtalık Lagün sahilleri *Chelonia mydas* türü kaplumbağalar için önemli bir yuvalama alanı iken, K. Yumurtalık ve Karataş istasyonları da *Ocypode cursor* türü yengeçler için önemli bir yaşam alanıdır. Netice itibarıyla buradaki mikroplastik kirliliğinin ne durumda olduğunun ortaya konulması, bu türlerin karşı karşıya kaldıkları riskin anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma ile Türkiye'nin Akdeniz sahillerinin en doğusunda yer alan İskenderun Körfezi'ndeki mikroplastik kirliliği miktarı ilk defa araştırılmıştır. Daha önce Türkiye kıyılarında özellikle denizel ortamdaki mikroplastik miktarı birçok bölgede farklı araştırmacılar tarafından araştırılmıştır (Aytan vd., 2017; Güven vd., 2017; Gündoğdu vd Çevik, 2017; Gündoğdu, 2017; Gündoğdu vd., 2018; Tunçer vd., 2018). Sahil kumullarındaki mikroplastik kirliliği araştırmaları ise oldukça sınırlıdır. Bu araştırmalar; Öztekin ve Bat (2017) tarafından Karadeniz'deki Sinop Sarıkum sahilinde, Yabanlı vd. (2019) tarafından Ege Denizi kıyılarındaki Datça bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Bunun dışında sahil bölgelerinde yapılmış bir mikroplastik çalışmasına ise rastlanılmamıştır. İlk olma özelliğindeki bu çalışmada, bölgenin mikroplastik kirliliği açısından mevcut durumu ortaya konulmuş ve bu kirliliğin insan faaliyetleriyle ilişkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışma ile 2018 ve 2018 yıllarında çeşitli araştırma ve raporlarda (Liubartseva vd., 2018; WWF, 2018) belirtilen "Akdenizin en kirli sahilleri Türkiye'de" iddiaları da araştırılmıştır.

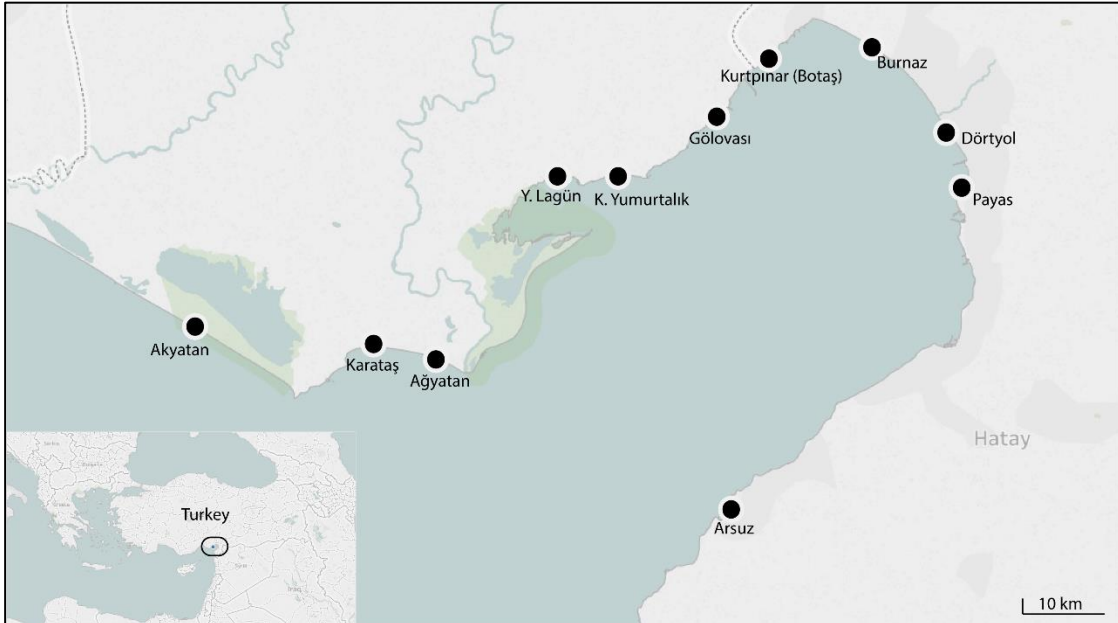
3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Örnekleme çalışması, Türkiye'nin Kuzeydoğu Akdeniz kıyılarında yer alan İskenderun Körfezi çevresindeki 13 farklı istasyonda Mayıs 2018 tarihinde ve 11 farklı istasyonda da Kasım 2018 tarihlerinde olmak üzere iki defa gerçekleştirilmiştir (Şekil 1; Şekil 2; Tablo 1). Örnekleme alanlarına ait bilgiler Tablo1'de verilmiştir.



Şekil 1. Mayıs 2018 tarihinde gerçekleştirilen saha çalışmasında ziyaret edilen istasyonlar



Şekil 2. Kasım 2018 tarihinde gerçekleştirilen saha çalışmasında ziyaret edilen istasyonlar

Tablo 1. Ziyaret edilen istasyonların koordinatları ve bazı özellikleri. Temizlenme sıklığı bilgileri yerel yönetimlerden alınmıştır

İstasyon	Koordinat	Uzunluk (km)	Genişlik (km)	Kum tipi	Turistik Kullanım	Etisi altında olduğu faktörler	Temizlenme Sıklığı
Ağyatan	Lat: 36.58429 Long: 35.49763	8	0.12-0.39	Kumul	Yok	Tarımsal	Nadiren
Akyatan	Lat: 36.63834 Long: 35.15526	22	0.03-0.28	Kumul	Yok	Tarımsal	Nadiren
Arsuz	Lat: 36.42199 Long: 35.89952	1.5	0.03-0.07	Kumul	Yoğun	Kentsel	Turizm Sezonunda
Dört Yol	Lat: 36.819856 Long: 36.176467	1,2	0.03-0.06	Kumul	Yoğun	Endüstriyel ve Kentsel	Turizm Sezonunda
Kurtpınar (Botaş)	Lat: 36.89065 Long: 35.946419	0.6	0.03-0.11	Kumul	Seyrek	Endüstriyel	Nadiren
Büyükdere	Lat: 36.53457 Long: 35.04052	0.4	0.01-0.03	Çakıl	Seyrek	Kırsal	Turizm Sezonunda
Erzin (Burnaz)	Lat: 36.90408 Long: 35.07751	9	0.06-0.17	Kumul	Seyrek	Endüstriyel ve Tarımsal	Nadiren
Gölovası	Lat: 36.85560 Long: 35.90643	0.5	0.01-0.04	Kumul	Seyrek	Endüstriyel	Nadiren
Konacık	Lat: 36.35539 Long: 35.81854	3.1	0.02-0.04	Çakıl	Seyrek	Kırsal	Turizm Sezonunda
K.Yumurtalık	Lat: 36.76688 Long: 35.73791	4	0.05-0.11	Kumul	Yoğun	Tarımsal ve Kentsel	Turizm Sezonunda
Karataş	Lat: 36.59187 Long: 35.44482	4.2	0.07-0.08	Kumul	Yoğun	Tarımsal ve Kentsel	Turizm Sezonunda
Payas	Lat: 36.76081 Long: 36.197405	0,6	0.01-0.09	Kumul	Yoğun	Endüstriyel ve Kentsel	Turizm Sezonunda
Y. Lagün	Lat: 36.76761 Long: 35.68559	1.6	0.02-0.04	Kumul	Seyrek	Tarımsal	Nadiren

Belirlenen istasyonlardan Akyatan, Ağyatan ve Yumurtalık Lagün istasyonları kısmen veya tam olarak koruma altında olan ve yine kısmen ya da tamamen izole olmuş bölgelerdir. Bu bölgelere turistik faaliyetlerden kaynaklı kirlilik girdisi oldukça sınırlıdır. Ancak bu bölgelerin çevresi yoğun tarımsal faaliyetin etkisi altındadır. Özellikle örtü altı yetiştiriciliğin yapıldığı alanlar olması nedeniyle, yoğun olarak tarımsal plastik kirleticilerin etkisi altında olması beklenmektedir (Şekil 3).



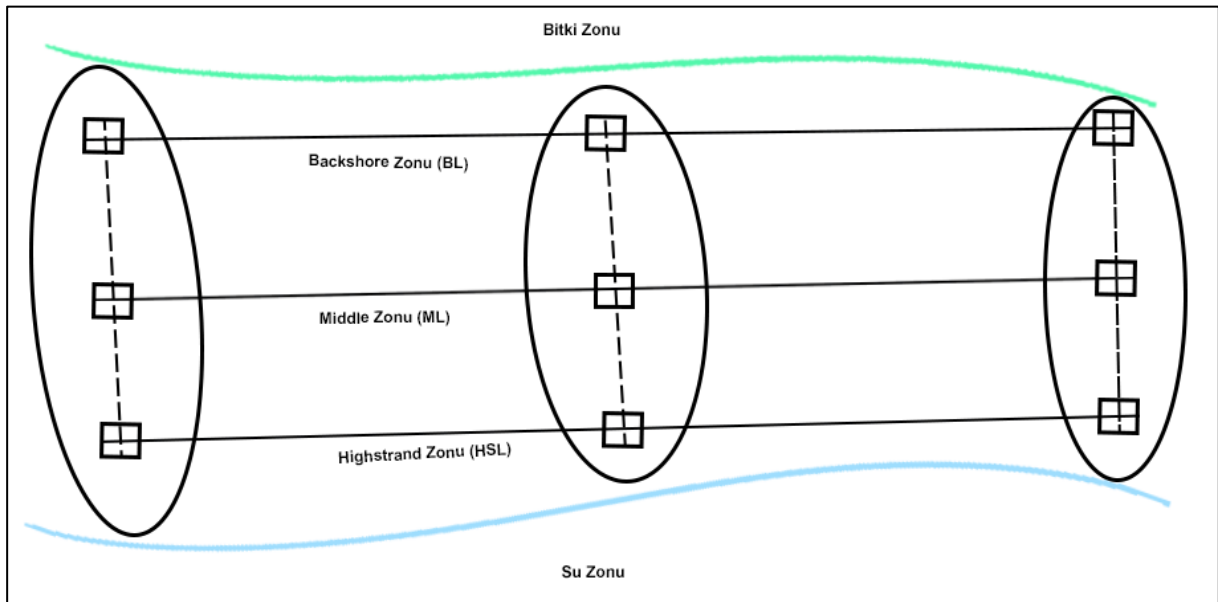
Şekil 3. Akyatan-Karataş-Ağyatan bölgesi çevresinde gerçekleştirilen örtü altı yetiştiriciliğinde kullanılan plastik film tipteki örtüler

Ayrıca buralardan elde edilecek veriler, turistik kullanımı neredeyse hiç olmayan ya da çok seyrek olan kumullardaki mikroplastik kirliliğinin boyutunu anlamamızda da yardımcı olacaktır. Benzer şekilde Gölovası, Botaş, Dört Yol ve Payas lokasyonları endüstriyel etkinin ortaya konulmasında yardımcı olacak istasyonlarken, Karataş, Arsuz, K. Yumurtalık bölgelerindeki kumullar da yoğun turistik faaliyet ve belediyelerin gerçekleştirdiği sahil temizleme çalışmalarının, kirlilik üzerine ne derece etkili olduğu hakkında fikir verecektir. Sonuç olarak elde edilen sonuçlar, Tablo 1’de ilgili istasyonlar için belirtilen turistik kullanım, sahilin etkisi altında olduğu faktörler ve temizlenme sıklığına göre karşılaştırılacak ve bunlardan ne derece etkilenip etkilenmediği incelenmiştir.

3.2. Örneklemeye Çalışması ve Mikroplastiklerin Ayıklanması

3.2.1. Mikroplastik Örneklemesi

Örneklemeye çalışması, her istasyondan, Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemleri içerisinde özellikle su hareketliliği ve rüzgâr hareketinin minimum olduğu zamanlarda, her istasyonun kendi içinde mikroplastik açısından homojen bir dağılım gösterdiği varsayımı altında, tesadüfi örneklemeye yöntemiyle belirlenmiş noktalardan 1x1 m'lik kuadratlar yardımıyla yapılmıştır (Şekil 4). Mikroplastik örneklemesi genel olarak Losh (2015) ve Frias vd. (2018)'e göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre ilgili sahil uzunlamasına dikkate alındığında sahilin baş, orta ve sonuna denk gelen alanlar örneklemeye öncesi belirlenmiştir. Örneklemeye alanına gidildiğinde bu bölgelerden enine bir kesit üzerinde olmak koşuluyla sahilin bitip vejetasyonun başladığı noktadan (Backshore zonu:BL), enine kesitin ortasına ve aynı zamanda sahilin de ortasına denk gelen noktadan (Middleshore zonu: ML) ve dalga'nın etkisinin alanın hemen önündeki kuru noktadan (Highstrand zonu: HSL) 1x1 m'lik kuadratlar yardımıyla kum örnekleri alınmıştır (Şekil 4). Kum örnekleri alınmadan önce kuadratin içindeki büyük partiküller temizlenmiştir. Daha sonra kuadrat içine giren alandaki kumul bölgenin ilk 5 cm derinliğine denk gelen miktarda kum alınarak 5 mm göz açıklığına sahip elekten geçirilmiş ve elek altına dökülen kum paketlenerek mikroplastik ayrıştırması için Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü laboratuvarına getirilmiştir (Şekil 5). Proje önerisinde sahada gerçekleştirilmesi planlanan mikroplastik ayıklanması, saha çalışması şartlarında mümkün olmadığı için tüm örnekler laboratuvara getirilerek ayrıştırılmıştır.



Şekil 4. Mikroplastik örneklemesinin şekilsel gösterimi



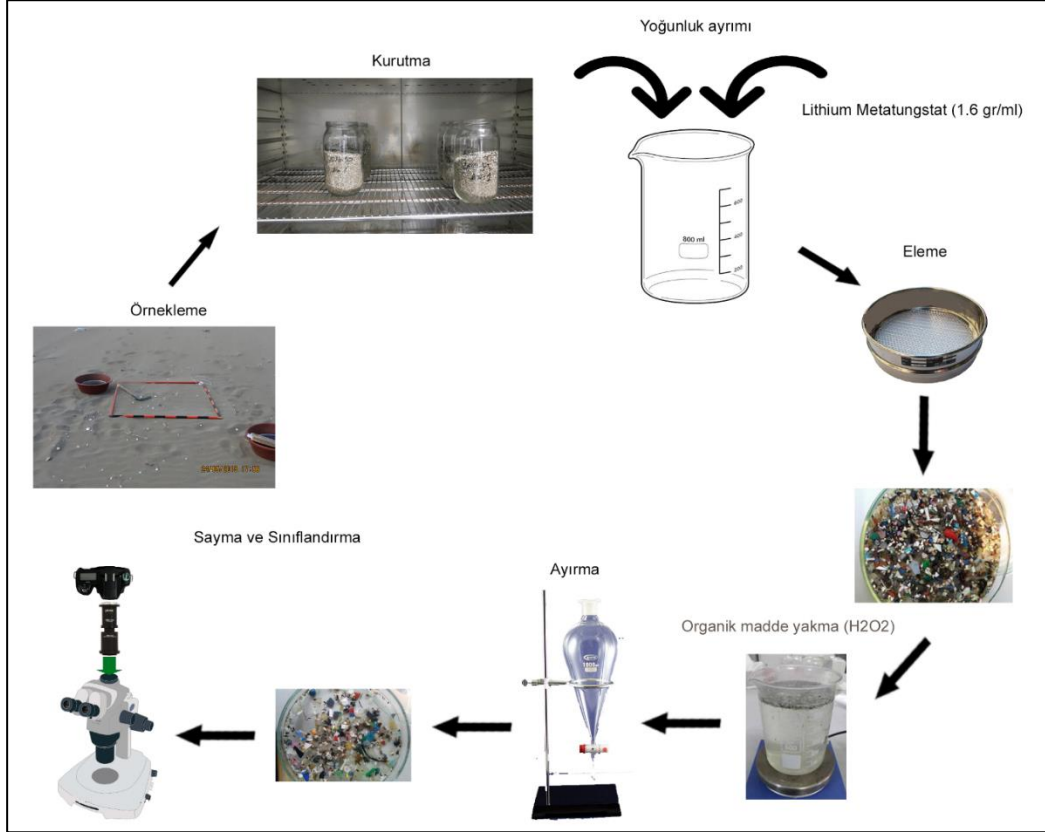
Şekil 5. 1x1 Kuadrat aracılığıyla gerçekleştirilen örneklemeden bir kare

3.2.2. Mikroplastiklerin ayıklanması ve sınıflandırılması

Laboratuvara getirilen kum örneklerinden 3 tekerrür halinde 400'er gram alınarak cam kavanoz içerisine konulmuş ve 90 °C'lik etüv içerisinde 1 gün boyunca içerisindeki tüm su buharlaşana kadar bekletilmiştir (Şekil 6). İçerisindeki tüm su buharlaştıktan sonra soğumaya bırakılan örnekler, soğuduktan sonra yoğunluk ayrımı için içerlerine 300 ml lityum metatungstat (yoğunluk 1.6 gr/ml) çözeltisi eklenmiş ve tüm örnek bir spatula yardımıyla mikroplastikler kum içerisinden sıvı kolonuna geçene kadar birkaç dakika karıştırılmıştır. Cam şişelerdeki yüzer haldeki tüm materyal 0.3 mm'lik bir süzgeç üzerine saf su yardımıyla dökülmüş ve süzgeç üzerinde kalan malzeme başka bir behere alınarak istiflenmiştir (Şekil 6).

İstiflenen malzemeler içerisindeki organik maddenin yakılması için üzerlerine 0.05 M Fe (II) çözeltisinden 20 ml eklenmiştir. Daha sonra organik maddeyi yakması için 20 ml hacminde %30'luk Hidrojen peroksit çözeltisi eklenmiş ve organik madde tümünden yakılana kadar çözelti, 75 °C'ye sabitlenmiş hot plate üzerinde yakılmaya bırakılmıştır (Şekil 6). Tüm organik madde yok olduktan sonra çözeltinin her 20 ml'si için 6 gr NaCl gelecek şekilde tuz eklenmiş ve tuz çözünene kadar 75 °C'de tutulmuştur. Daha sonra tüm çözelti bir huniye konulmuş ve mikroplastikler sıvı kolona geçtikten sonra mikroplastikler saf su ile sırasıyla 1 mm, 0.5 mm, 0.3 mm, 0.1 mm ve 0.05 mm'lik eleklerden geçirilerek her bir elek üzerinde kalan

mikroplastikler steril bir kaba transfer edilmiştir (Şekil 6). Transfer edilen mikroplastikler mikroskop altında sayılmak üzere kapalı halde istiflenmiştir. Her iki dönem için tüm istasyonlarda bu işlemler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6. Mikroplastik örnekleme ve ayırma işleminin iş akış şeması

İstiflenen mikroplastiklerin kategorizasyonu Olympus SZX 16 mikroskop altında 10x büyötmeye kadar büyötmeye altında gerçekleştirilmiştir. Mikroplastiklerin sınıflandırması Doyle vd. (2011) ve Hidalgo-Ruz vd. (2012)'e göre yapılmıştır. Buna göre, plastikler tip açısından 5 ana grup altında (Fragment (parça veya parçamsı), Filament (fibril), Granül/Pelet, Köpük ve Plastik Film gibi) sınıflandırılmıştır. Boy sınıflandırması 1-5 mm, 0.5-1 mm, 0.3-0.5 mm, 0.1-0.3 mm ve <0.1 mm olacak şekilde 5 grup altında sınıflandırılmıştır. Bunun yanında plastiklerin renkleri de kayıt altına alınmıştır.

3.3. İstatistiksel analizler

Örnekleme yerleri ve sahil zonları için ortalama mikroplastik konsantrasyonları m² ve kg başına ortalama adet ± standart hata olarak verilmiştir. Mikroplastiklerin hem dönemsel genel ortalamaları ve hem de her lokasyonun dönemsel ortalamaları arasındaki farklılıklar ayrı ayrı

Mann-whitney U testi yardımıyla analiz edilmiştir. Örnekleme lokasyonlarındaki ve zonlardaki mikroplastiklerin tipleri, şekilleri ve renklerine ait konsantrasyonlar ise sadece kg başına adet olacak şekilde verilmiştir. Lokasyonlardaki mikroplastik türleri arasındaki farklılıklar çok değişkenli permütasyonel varyans analizi (PERMANOVA) ile incelenmiştir. Her lokasyondaki ve sahil zonundaki mikroplastik miktarlarının Tablo 1'deki özelliklere göre ilişkilerini incelemek için temel bir bileşen analizi (TBA) uygulanmıştır. Lokasyonların ve sahil zonlarının mikroplastik kategoriler açısından nasıl kümelendiğini belirlemek için Bray-Curtis benzerlikleri matrisine dayalı ve Wards yöntemine göre hiyerarşik kümeleme analizi uygulanmıştır. Veriler, çok değişkenli analizlerden önce merkezileştirilerek dönüştürüldü. Önem seviyesi olarak $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edildi. Tüm çok değişkenli analizler, PAST v3.24 yazılımı (<https://folk.uio.no/ohammer/past/>) kullanılarak ve diğer temel istatistiksel testler SPSS v22 yazılımı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı. Verileri görselleştirmek için Tableau Desktop V10.2 yazılımı (<https://www.tableau.com/support/releases/desktop/10.2>) kullanıldı.

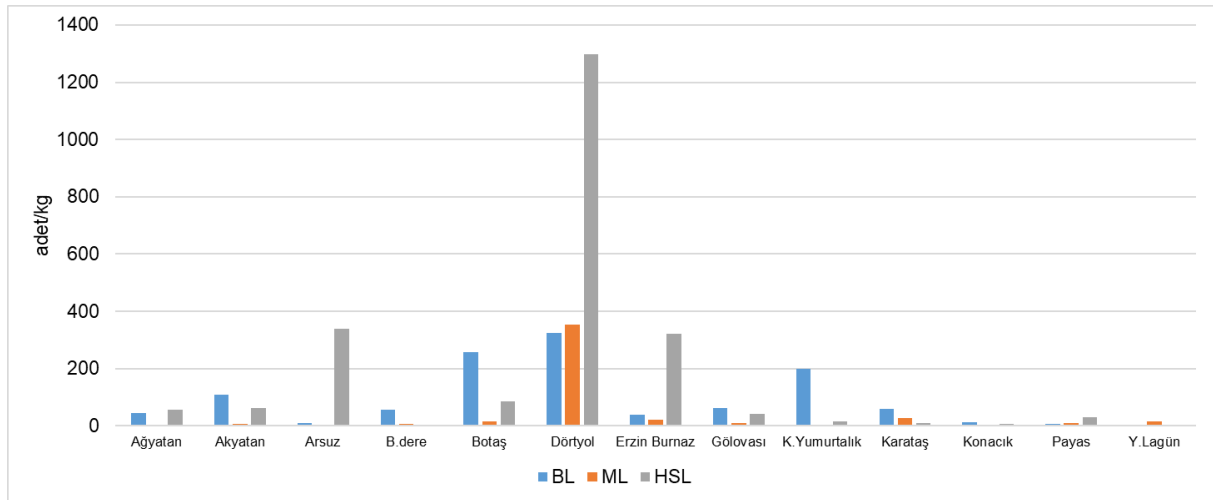
4. BULGULAR

4.1. Mayıs 2018 Dönemi Mikroplastik Konsantrasyonları

İstasyonlardan elde edilen mikroplastik konsantrasyonları Tablo 2'de verilmiştir. Mayıs ayında ortalama mikroplastik konsantrasyonu 100.7 ± 35.7 adet/kg olarak bulunmuştur. Sahil zonlarındaki mikroplastik konsantrasyonları Backshore zon, Mid zon ve Highstrand zon için sırasıyla 91 ± 21.7 adet/kg, 36.4 ± 26.6 adet/kg ve 174.6 ± 98.8 adet/kg olarak bulunmuştur (Tablo 2; Şekil 8). Mayıs dönemi içinde gerçekleştirilen örneklemede en fazla mikroplastik miktarı, 658.3 ± 42 adet/kg ile Dört Yol lokasyonunda, en düşük ise 7.0 ± 0.9 adet/kg ile Konacık istasyonunda ve 7.7 ± 0.5 adet/kg ile Y. Lagün istasyonunda bulunmuştur (Tablo 2; Şekil 7). Alansal mikroplastik miktarı ise Mayıs ayında ortalama olarak 1044 ± 219.2 adet/m² olarak bulunmuştur. Sahil zonlarındaki alansal mikroplastik konsantrasyonları Backshore zon, Mid zon ve Highstrand zon için sırasıyla 1069.4 ± 190 adet/m², 354.6 ± 142.3 adet/m² ve 1707.9 ± 598.8 adet/m² olarak bulunmuştur (Tablo 3; Şekil 8). Alansal mikroplastik konsantrasyonu Mayıs dönemi içinde en fazla, 6354.1 ± 1795.2 adet/m² ile Dört Yol lokasyonunda, en düşük ise 63 ± 24.2 adet/m² ile Konacık istasyonunda ve 99.1 ± 27.2 adet/m² ile Y. Lagün istasyonunda bulunmuştur (Tablo 3; Şekil 8).

Tablo 2. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarları ve sahil zonlarına göre dağılımları (adet/kg) (Backshore zon:BL; Middleshore zon: ML; Highstrand zon: HSL).

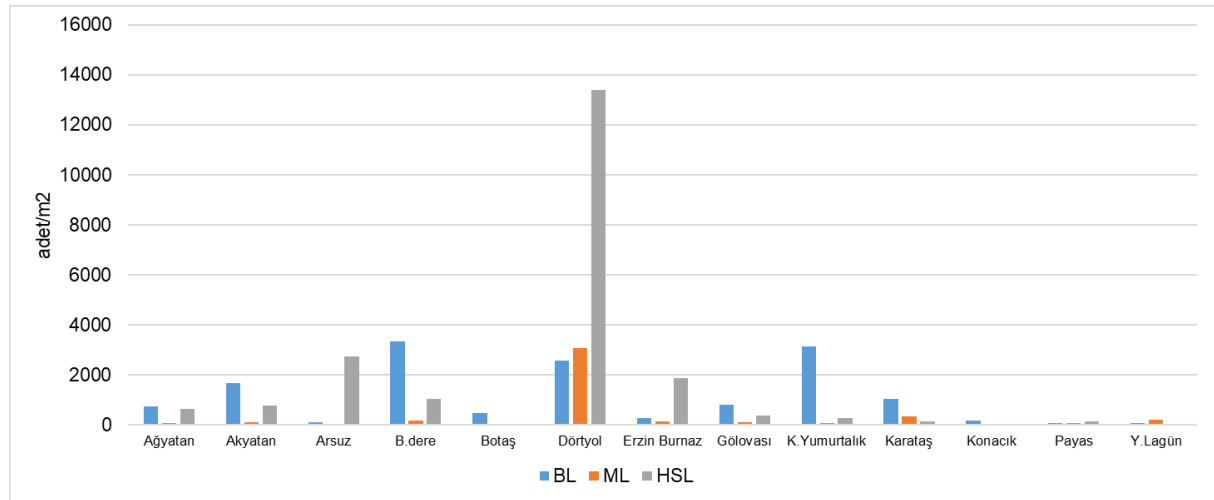
İstasyon	Sahil Zonu (adet/kg)						Genel	
	BL		HSL		ML			
	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata
Ağyatan	44.3	5.3	56.4	7.7	4.7	0.4	35.1	1.9
Akyatan	109.8	13.4	61.7	6.7	7.9	0.5	59.8	3.2
Arsuz	9.0	0.7	340.1	29.4	0.4	0.1	116.5	8.1
B.dere	57.3	7.3	0.5	0.1	7.5	0.1	21.8	2.0
Botaş	256.0	45.3	86.5	9.4	16.0	9.4	119.5	10.2
Dört Yol	323.3	36.5	1297.3	198.1	354.2	49.8	658.3	42.0
Erzin Burnaz	37.3	4.7	321.4	21.0	19.8	1.1	126.2	6.5
Gölovası	61.0	27.4	40.3	16.6	8.3	3.4	36.6	6.0
K.Yumurtalık	200.1	32.1	15.0	1.2	5.0	0.7	73.4	6.8
Karataş	60.3	8.5	10.2	1.1	25.6	2.7	32.0	1.8
Konacık	13.7	3.7	6.7	1.4	0.7	0.2	7.0	0.9
Payas	7.0	1.0	30.6	3.0	8.3	1.4	15.3	0.7
Y.Lagün	4.4	0.4	3.2	0.2	15.4	2.4	7.7	0.5
Genel	91.0	28.7	174.6	98.8	36.4	26.6	100.7	35.7



Şekil 7. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarları (adet/kg)

Tablo 3. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen alansal mikropplastik miktarları ve sahil zonlarına göre dağılımı (adet/m²) (Backshore zonu:BL; Middleshore zonu: ML; Highstrand zonu: HSL).

İstasyon	Sahil Zonu (adet/m ²)						Genel	
	BL		HSL		ML			
	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata
Ağyatan	724.1	39.1	639.7	104.8	71.6	1.6	478.5	107.4
Akyatan	1683.3	479.9	760.6	143.9	105.2	10.5	849.7	270.7
Arsuz	99	13.7	2720.9	0.01	4.3	0.1	941.4	445.1
Botaş	3328	256	1038	0.01	176	16	1514.0	598.5
Büyükdere	458.7	114.6	4.8	0.3	52.5	22.5	172.0	95.9
Dört Yol	2586.7	373.3	13405.8	864.9	3069.9	657.4	6354.1	1795.2
Erzin Burnaz	286.2	49.8	1875.1	708.7	151.6	13.2	771.0	344.4
Gölovası	819.6	46.7	367.7	33.5	110.8	11.6	432.7	105.0
K.Yumurtalık	3135.1	176.5	265	25	76.7	6	1158.9	497.5
Karataş	1025.7	69.7	126.1	18	349.3	8.5	500.3	136.8
Konacık	158.9	5.9	23.7	2.2	6.4	0.7	63.0	24.2
Payas	86.3	13	147.7	67.4	75	4.8	103.0	22.8
Y.Lagün	60	6.4	36.5	2.9	200.8	30.9	99.1	27.2
Genel	1069.4	190.0	1707.9	598.8	354.6	142.3	1044.0	219.2

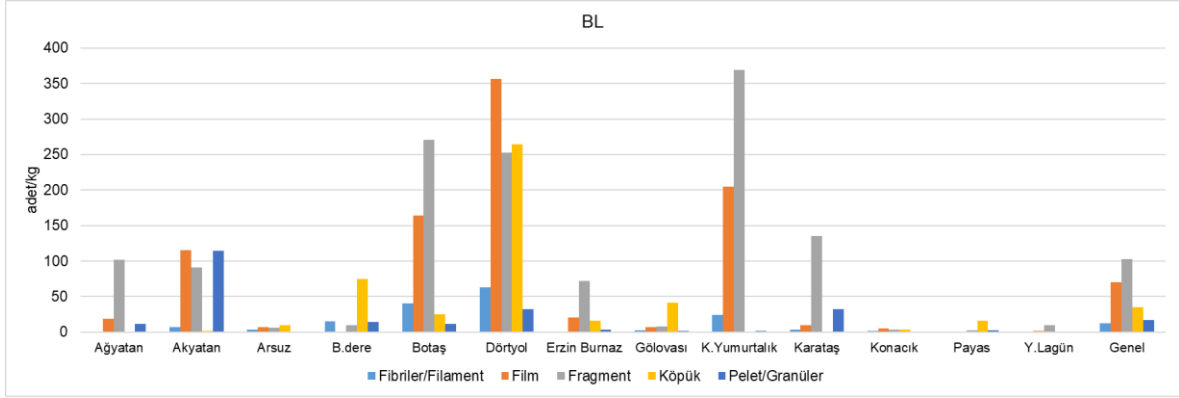


Şekil 8. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikropplastik miktarlarının sahil zonlarına göre frekans dağılımı (adet/m²) (Backshore zonu:BL; Middleshore zonu: ML; Highstrand zonu: HSL)

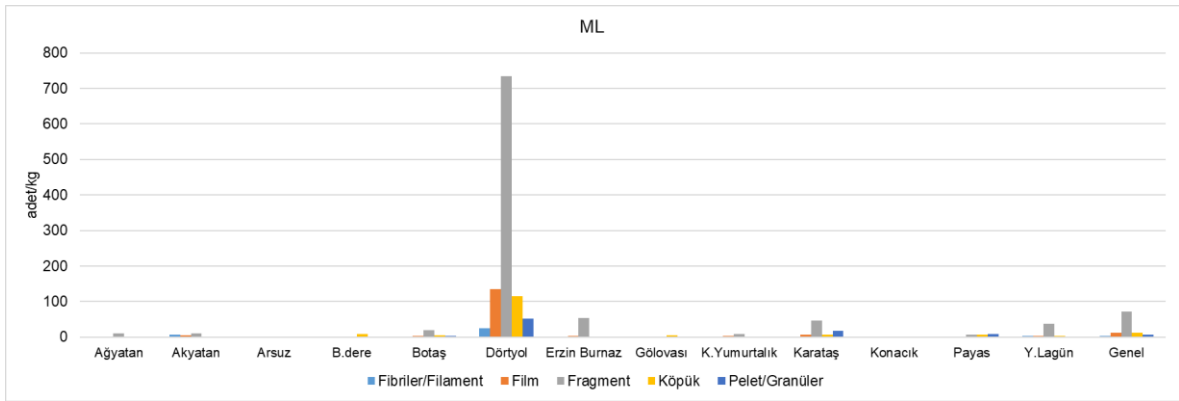
İstasyonlardan elde edilen mikropplastik tiplerinin sahil zonlarına göre konsantrasyonları tablo 4'te verilmiştir. Buna göre tüm lokasyonlarda ve tüm sahil zonlarında en fazla bulunan mikropplastik tipi 173.3±27.3 adet/kg ile fragment tipteki sert plastikler olmuştur. Tüm lokasyonlarda en düşük tespit edilen mikropplastik tipi ise 11.8±1.7 adet/kg ile pelet/granül tipteki plastikler olmuştur (Tablo 4; Şekil 9; Şekil 10; Şekil11; Şekil 12).

Tablo 4. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastikler tiplerinin zonlara göre miktarları (adet/kg)
(Backshore zon:BL; Middleshore zon: ML; Highstrand zon: HSL).

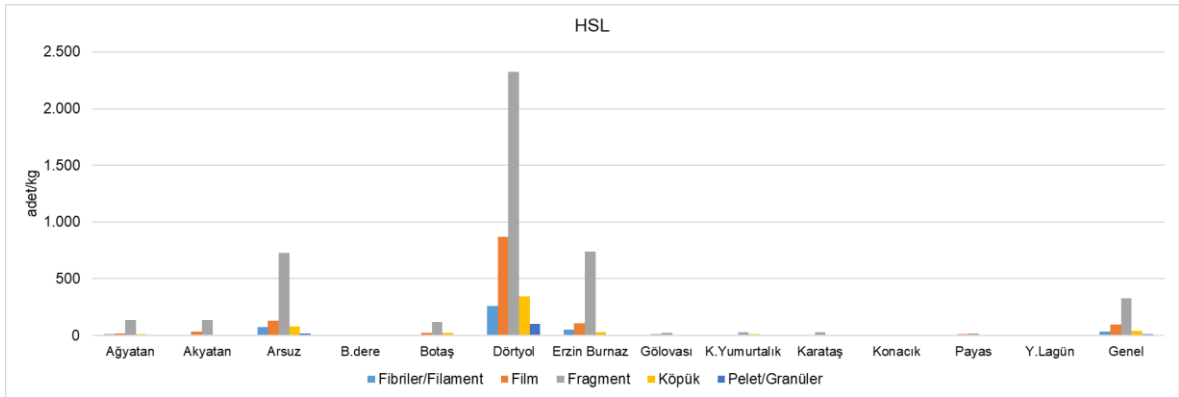
		Lokasyonlar (adet/kg)													Genel
		Ağyatan	Akyatan	Arsuz	B.dere	Botaş	Dörtöl	Erzin Burnaz	Gölovası	K. Yumurtalık	Karataş	Konacık	Payas	Y.Lagün	
BL	Fibriler/Filament	0.7	6.7	3.0	15.0	40.3	63.3	1.0	2.7	24.0	3.0	1.7	0.0	1.0	12.5
	Film	19.0	115.0	7.3	1.0	164.3	356.3	20.3	7.3	204.3	10.0	5.3	0.3	1.7	70.2
	Fragment	102.0	91.3	6.3	10.0	270.3	253.0	71.7	7.7	369.3	135.0	3.3	2.3	9.3	102.4
	Köpük	0.0	1.7	9.7	74.7	25.3	264.7	16.0	41.7	1.0	0.3	3.3	16.0	0.3	35.0
	Pelet/Granüler	11.3	114.7	0.7	14.0	11.7	32.7	3.0	1.7	1.7	32.7	0.0	2.3	0.0	17.4
HSL	Fibriler/Filament	9.7	4.3	71.0	0.7	3.0	259.3	50.3	0.0	0.3	0.3	0.7	2.3	0.3	30.9
	Film	14.0	34.3	131.7	0.0	24.0	866.7	108.3	13.3	4.3	0.7	0.3	13.7	2.3	93.4
	Fragment	135.7	137.0	725.7	0.3	119.7	2324.0	740.3	22.7	26.7	26.0	2.7	14.7	4.7	329.2
	Köpük	9.0	7.3	77.3	0.0	23.0	342.7	29.0	4.0	11.3	3.7	3.0	3.0	2.3	39.7
	Pelet/Granüler	1.0	2.0	14.7	0.0	3.3	99.3	2.3	0.3	2.3	0.0	0.0	2.7	0.0	9.8
ML	Fibriler/Filament	1.0	6.3	0.0	1.7	0.7	24.0	0.7	1.0	1.0	0.3	0.0	0.7	3.0	3.1
	Film	0.0	5.0	0.3	2.0	3.3	135.3	3.3	0.3	2.7	6.0	0.0	2.0	2.7	12.5
	Fragment	9.7	11.3	1.0	2.0	20.0	735.0	53.7	1.7	9.0	46.7	0.7	7.3	38.3	72.0
	Köpük	1.3	0.7	0.0	9.0	4.7	115.7	0.0	5.0	1.0	6.7	0.0	6.0	2.3	11.7
	Pelet/Granüler	2.0	0.3	0.0	0.3	3.3	52.7	1.7	0.3	1.3	17.0	0.0	9.0	0.0	6.8
Genel	Fibriler/ Ort.	3.8	5.8	24.7	8.7	22.0	115.6	17.3	1.2	8.4	1.2	0.8	1.0	1.4	16.3
	Filament Std.Hata	3.2	1.8	15.5	6.2	19.6	81.4	11.4	0.8	8.0	0.8	0.4	0.5	0.6	2.9
	Film Ort.	11.0	51.4	46.4	1.5	95.8	452.8	44.0	7.0	70.4	5.6	1.9	5.3	2.2	61.2
	Film Std.Hata	5.5	24.0	28.0	0.8	78.2	262.6	22.1	3.2	66.0	3.4	1.5	4.1	0.9	11.2
	Fragment Ort.	82.4	79.9	244.3	6.2	205.0	1104.0	288.6	10.7	135.0	69.2	2.2	8.1	17.4	173.3
	Fragment Std.Hata	42.1	34.3	162.7	4.7	126.1	723.1	142.4	6.2	118.4	36.7	1.0	4.4	11.2	27.3
	Köpük Ort.	3.4	3.2	29.0	41.8	26.5	241.0	15.0	16.9	4.4	3.6	2.1	8.3	1.7	30.5
	Köpük Std.Hata	2.1	2.4	15.8	32.5	11.6	105.1	6.3	12.6	3.2	1.2	1.3	5.3	0.8	6.0
	Pelet/Gra Ort.	4.8	39.0	5.1	7.2	9.2	61.6	2.3	0.8	1.8	16.6	0.0	4.7	0.0	11.8
	nüler Std.Hata	3.5	55.4	4.5	6.8	5.2	49.5	1.2	0.8	1.3	15.2	0.0	5.1	0.0	1.7



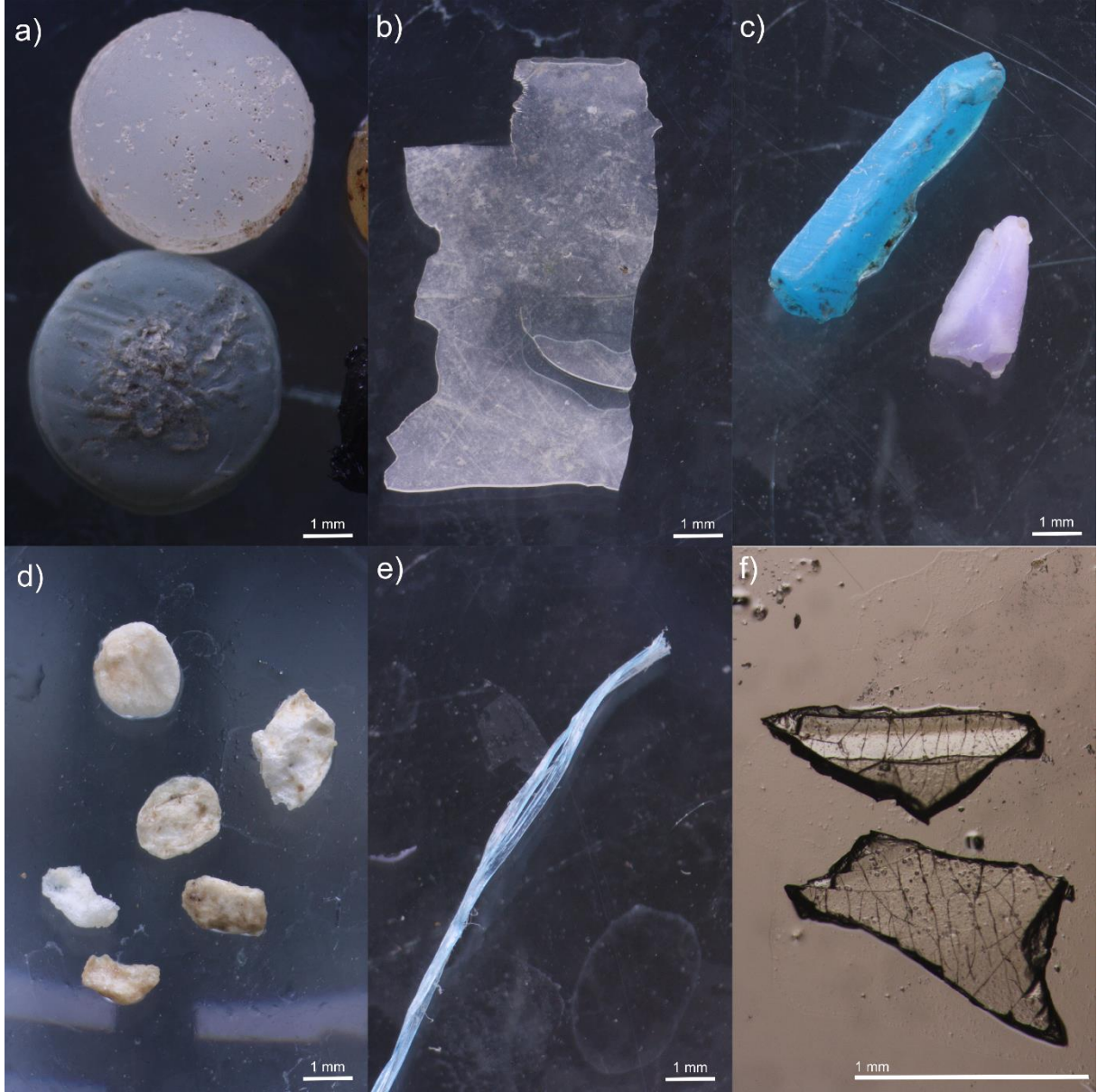
Şekil 9. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede backshore sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg)



Şekil 10. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede mid sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg)



Şekil 11. Şekil 11. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede highstrand sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg)



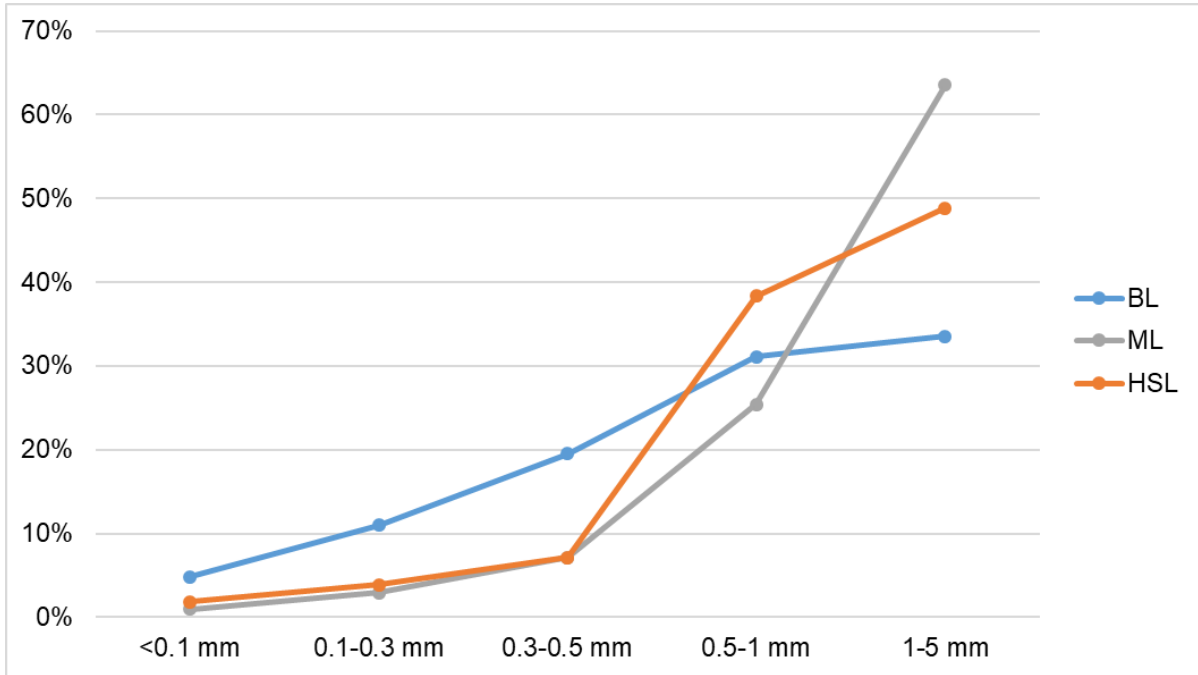
Şekil 12. İstasyonlardan elde edilen çeşitli renk, tip, şekil ve boyutlardaki mikroplastikler. a) Pelet/granül; b) ve f) film, c) fragment; d)köpük; e)fibriler/filament

Mikroplastiklerin renk dağılımları incelendiğinde Mayıs 2018 döneminde 12 farklı renkte mikroplastik tespit edilmiştir. Mikroplastiklerin en fazla renksiz (%41.6) oldukları görülmüştür (Tablo 5). İstasyonlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde yoğunluğun renksiz ve beyaz renkte olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5).

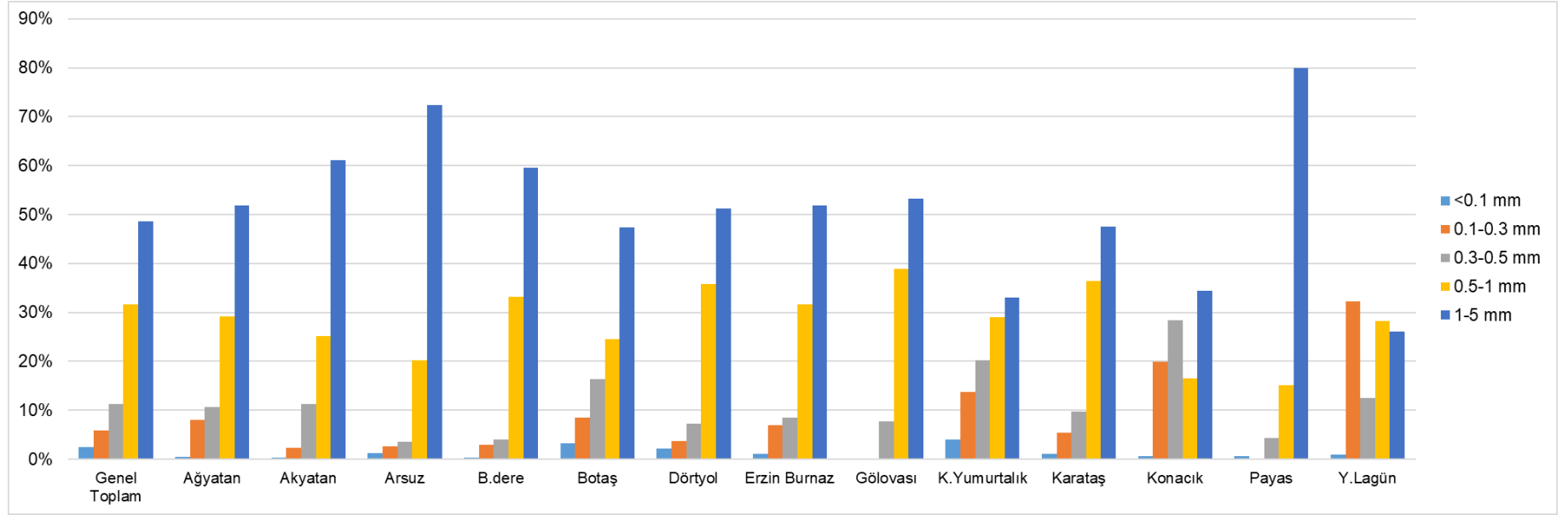
Tablo 5. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastiklerin renklerinin istasyonlara göre oransal (%) dağılımı

	Bej	Beyaz	Gri	K.rengi	Kırmızı	Mavi	Mor	Pembe	Renksiz	Sarı	Siyah	Turuncu	Yeşil
Ağyatan	2.5	40.1	4.5	1.5	0.6	7.7	0.3	1.3	34.2	0.9	2.1	0.9	3.2
Akyatan	0.0	15.9	6.3	3.1	1.1	17.0	0.2	0.6	47.8	2.0	2.7	0.9	2.5
Arsuz	8.9	24.4	9.9	1.0	0.0	6.6	1.1	1.6	32.1	1.4	7.0	1.1	4.9
B.dere	2.6	64.0	0.3	1.8	0.0	4.1	0.3	0.3	16.1	1.8	1.5	0.3	7.1
Botaş	6.0	27.9	3.2	0.4	0.1	8.5	0.1	0.5	47.1	0.2	1.4	0.6	4.0
Dört Yol	4.1	29.3	4.1	1.2	1.1	6.2	0.7	1.1	42.4	1.7	4.2	1.0	3.0
Erzin Burnaz	4.2	22.1	8.0	1.0	0.9	7.5	0.2	0.5	40.8	1.2	8.9	1.4	3.3
Gölovası	1.2	49.2	2.1	0.0	0.3	4.9	0.3	0.3	34.7	4.3	0.0	1.5	1.2
K.Yumurtalık	2.2	15.2	0.8	0.3	1.3	19.5	0.0	0.4	50.7	0.4	2.2	0.5	6.7
Karataş	8.4	31.2	3.5	2.7	0.0	5.5	0.1	0.5	43.4	0.2	2.0	0.3	2.2
Konacık	0.0	44.4	1.6	0.0	1.6	9.5	0.0	1.6	38.1	0.0	1.6	0.0	1.6
Payas	6.1	42.1	2.4	0.4	0.8	6.1	0.4	1.2	34.4	0.8	2.4	0.4	2.4
Y.Lagün	1.5	49.3	0.5	0.0	2.0	9.3	0.0	0.0	34.6	1.5	1.0	0.5	0.0
Genel Toplam	4.4	27.7	4.8	1.2	0.9	7.8	0.5	1.0	41.6	1.4	4.3	0.9	3.5

Mikroplastiklerin boy sınıflandırması incelendiğinde, Mayıs 2018 döneminde Y. Lagün hariç tüm istasyonlarda en fazla 1-5 mm boy grubunda olan mikroplastiklere rastlanmıştır (Şekil 13; Şekil 14; Tablo 6). Y. Lagün istasyonunda ise en fazla 0.1-0.3 mm boy grubunda olan mikroplastiklere rastlanılmıştır. Tüm istasyonlarda hemen hemen en az rastlanan boy grubu ise <0.1 mm boy grubu olmuştur. Ancak Payas ve Gölovası istasyonlarında 0.1-0.3 mm boy grubundaki mikroplastiklere hiç rastlanılmamıştır (Şekil 14; Tablo 6). Boy gruplarının sahil zonlarına göre dağılımı incelendiğinde ise 1-5 mm'lik mikroplastiklerin en fazla sahilin ortasına denk gelen ML zonunda yoğunlaştıkları görülmüştür. 0.5-1 mm boy grubundaki mikroplastikler en fazla HSL zonda yoğunlaşırken, daha küçük olan mikroplastiklerin çoğunlukla BL zonunda yoğunlaştıkları tespit edilmiştir (Şekil 13; Tablo 6).



Şekil 13. Mayıs 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının zonlara göre oransal (%) dağılımları (Backshore zonu:BL; Middleshore zonu: ML; Highstrand zonu: HSL).



Şekil 14. Mayıs 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının istasyonlara göre oransal (%) dağılımları

Tablo 6. Mayıs 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının istasyonlara ve zonlara göre oransal (%) dağılımları (Backshore zonu:BL; Middleshore zonu: ML; Highstrand zonu: HSL).

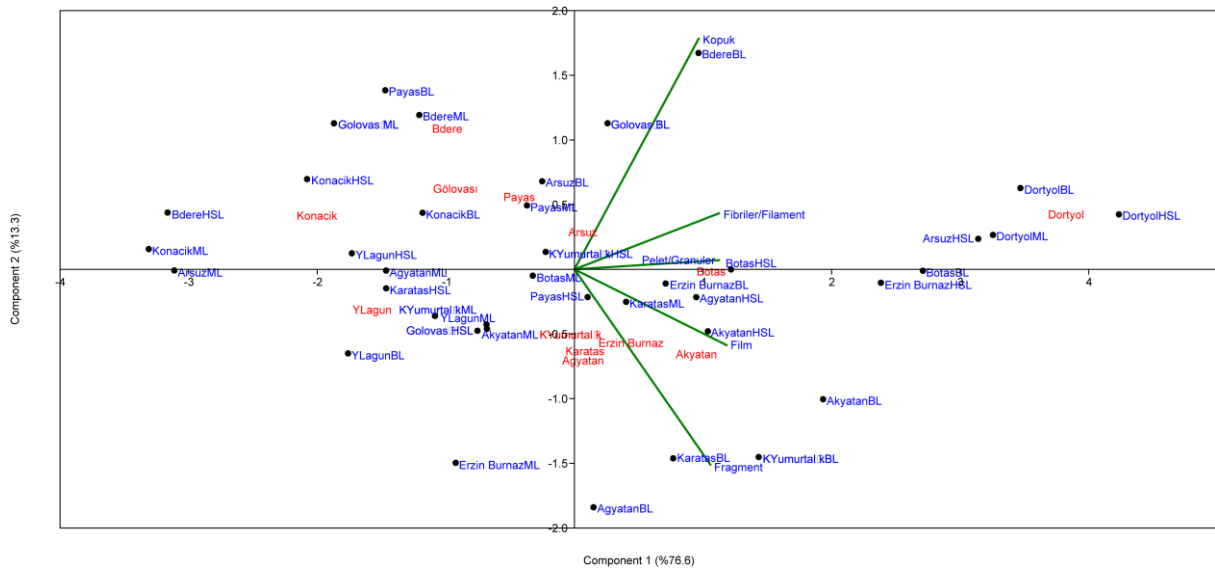
Sahil zonu	Boy Grubu	Genel Toplam	İstasyonlar												
			Ağyatan	Akyatan	Arsuz	B.dere	Botaş	Dört Yol	Erzin Burnaz	Gölovası	K.Yumurtalık	Karataş	Konacık	Payas	Y.Lagün
BL	<0.1 mm	4.8	1.1	0.4	0.4	0.7	8.7	3.6	0.0	0.0	11.4	2.3	0.5	0.0	1.2
	0.1-0.3 mm	11.0	13.3	3.1	1.2	0.0	21.6	7.6	11.3	0.0	12.9	16.2	9.8	0.0	48.6
	0.3-0.5 mm	19.5	22.3	8.8	4.9	3.2	30.5	7.8	15.5	6.6	42.1	14.4	36.6	4.8	8.1
	0.5-1 mm	31.1	35.1	24.6	21	28.2	19.0	45.6	29.8	39.3	27.2	16.0	14.6	7.9	21.6
	1-5 mm	33.6	28.2	63.1	72.4	67.9	20.2	35.4	43.5	54.1	6.5	51.1	38.5	87.3	20.4
HSL	<0.1 mm	1.8	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	1.5	3.3	0.0	0.4	0.0	0.2	1.2	0.0
	0.1-0.3 mm	3.8	10.6	2.2	6.6	0.0	1.7	1.7	9.5	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	13.8
	0.3-0.5 mm	7.2	4.7	9.4	5.7	0.0	6.0	7.7	6.7	16.5	9.6	5.4	0.0	0.0	6.9
	0.5-1 mm	38.3	43.1	24.1	39.7	33.3	26.6	36.4	49.5	37.2	28.9	60.9	35.0	22.9	34.5
	1-5 mm	48.8	41.5	64.3	44.9	66.7	65.7	52.8	31.0	46.3	52.9	33.7	64.8	75.9	44.8
ML	<0.1 mm	1	0.1	0.3	0.0	0.3	1.2	1.3	0.0	0.6	0.2	0.7	1.2	0.7	1.5
	0.1-0.3 mm	2.9	0.0	1.4	0.0	8.9	2.1	1.7	0.0	0.0	20.0	0.0	50.0	0.0	34.5
	0.3-0.5 mm	7.1	4.8	15.5	0.0	8.9	12.5	6.2	3.4	0.0	8.9	9.6	48.8	8.0	22.3
	0.5-1 mm	25.4	9.5	26.8	0.0	37.8	28.1	25.3	15.7	40.0	31.1	32.2	0.0	14.7	28.8
	1-5 mm	63.5	85.6	56.0	100	44.1	56.1	65.5	80.9	59.4	39.8	57.6	0.0	76.6	12.9
Genel	<0.1 mm	2.5	0.4	0.2	1.2	0.3	3.3	2.1	1.1	0.2	4.0	1.0	0.6	0.6	0.9
	0.1-0.3 mm	5.9	8.0	2.2	2.6	3.0	8.5	3.7	6.9	0.0	13.7	5.4	19.9	0.0	32.3
	0.3-0.5 mm	11.3	10.6	11.2	3.5	4.0	16.3	7.2	8.5	7.7	20.2	9.8	28.5	4.3	12.4
	0.5-1 mm	31.6	29.2	25.2	20.2	33.1	24.6	35.8	31.7	38.8	29.1	36.4	16.5	15.2	28.3
	1-5 mm	48.6	51.8	61.1	72.4	59.6	47.3	51.2	51.8	53.3	33.1	47.5	34.4	79.9	26.1

Mayıs 2018 örnekleme döneminde istasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastiklerin türlerine göre kg başına adet miktarları için gerçekleştirilen PERMANOVA analizi sonucunda Hem istasyonlar, hem zonlar hem de ikisi arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$; Tablo 7).

Tablo 7. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg başına konsantrasyonlarına ait PERMANOVA tablosu

İki yönlü PERMANOVA					
Permutasyon sayısı	9999				
Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
İstasyon	139.8	12	11.6	3.8	0.0001
Zon	22.6	2	11.3	3.7	0.0005
İnteraksiyon	19.6	24	0.8	0.3	0.0039
Hata	220.6	72	3.1		
Genel	402.8	110			

İstasyonlardaki ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin miktarlarının temel bileşenler analizinde beş bileşen olduğu ancak bunların ilk ikisinin özdeğerlerinin 1'den büyük olduğu ve toplam varyasyonun %90'ını açıkladığı görülmüştür (Tablo 8). Bileşen 1 tek başına tüm varyasyonun %77 sini açıklarken, bileşen iki toplam varyasyonun %13'ünü açıklamaktadır. Analiz sonucunda Dörtyol lokasyonunun bariz bir şekilde diğer istasyonlardan ayrıldığı görülmüştür (Şekil 15). Mikroplastik tiplerinin bileşen yüklerine bakıldığında, tüm plastik tiplerinin bileşen 1 üzerindeki yükleri ≥ 0.4 olarak bulunmuştur. Bileşen 2 üzerindeki yüklerde köpük tipteki mikroplastiklerin yükünün > 0.7 olduğu görülmüştür (Tablo 8). Fibriler/Filament ve Pelet/Granül tipteki mikroplastiklerin oldukça düşük yüke sahip oldukları, Fragment (< -0.6) ve Film (< -0.2) tipteki mikroplastiklerin ise negatif yüke sahip oldukları görülmüştür (Tablo 8).

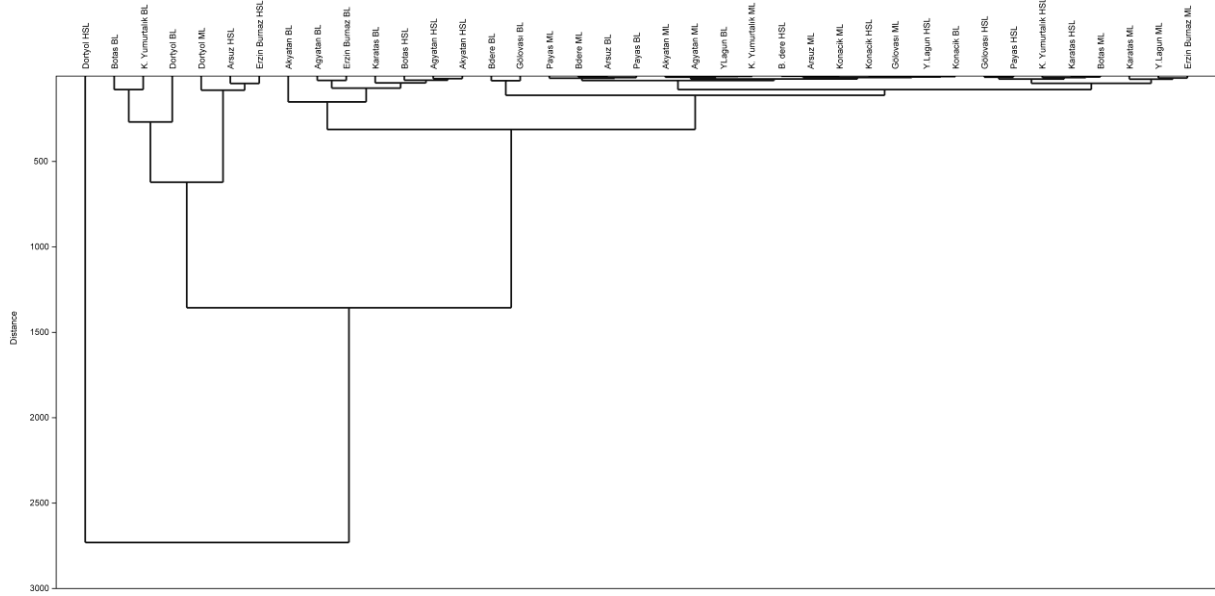


Şekil 15. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg cinsinden konsantrasyonlarına dayanarak yapılan temel bileşenler analizi biplotu

Tablo 8. Temel bileşenler analizi sonucu oluşan bileşen yükleri ve bileşenlere ait özdeğerler ve yüzde varyanslar. Sadece ilk iki bileşen dikkate alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir

	TB 1	TB 2	TB 3	TB 4	TB 5
Fibriler/Filament	0.46	0.18	-0.63	-0.54	0.25
Film	0.48	-0.24	-0.29	0.33	-0.72
Fragment	0.43	-0.62	0.13	0.29	0.58
Kopuk	0.40	0.73	0.14	0.51	0.20
Pelet/Granuler	0.46	0.03	0.70	-0.51	-0.21
Özdeğer	3.83	1.01	0.29	0.17	0.04
% varyans	76.66	13.31	5.78	3.40	0.84

İstasyonların ve sahil zonlarının Mayıs 2018 dönemindeki mikroplastik miktarlarının mikroplastik tiplerine göre birbirleriyle olan kümelenme durumlarını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen kümeleme analizi sonucunda Temel Bileşenler Analizi biplotunda görülen kümelenmeyi destekler nitelikte bir kümeleme meydana geldiği görülmüştür (Şekil 16). Buna göre Dört Yol istasyonu HSL zonu diğer tüm istasyonlar ve zonlardan ayrılarak ayrı bir küme oluşturmuştur. Diğer küme içerisinde ise Botaş BL, K. Yumurtalık BL, Dört Yol BL, Dört Yol ML, Arsuz HSL ve Erzin/Burnaz HSL bir grup altında, diğer istasyonlar ve zonlar da ayrı bir grup altında kümelenmişlerdir.



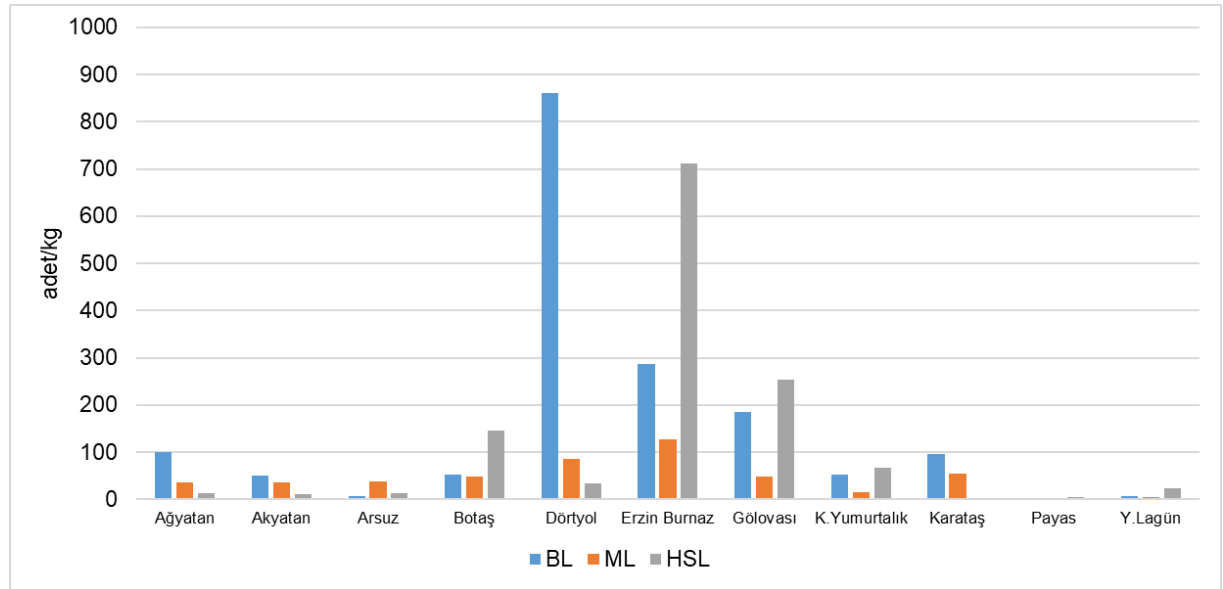
Şekil 16. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg cinsinden konsantrasyonlarına dayanarak yapılan kümeleme analizi dendogramı

4.2. Kasım 2018 Dönemi Mikroplastik Konsantrasyonları

İstasyonlardan elde edilen mikroplastik konsantrasyonları Tablo 9’da verilmiştir. Kasım ayında ortalama mikroplastik konsantrasyonu 105.4 ± 33.0 adet/kg olarak bulunmuştur. Sahil zonlarındaki mikroplastik konsantrasyonları Backshore zon (BL), Mid zon (ML) ve Highstrand zon (HSL) için sırasıyla 154.6 ± 75.1 adet/kg, 45.6 ± 10.9 adet/kg ve 116.1 ± 63.9 adet/kg olarak bulunmuştur (Tablo 9; Şekil 17). Kasım dönemi içinde gerçekleştirilen örneklemede en fazla mikroplastik miktarı, $374.8.3 \pm 38.5$ adet/kg ile Erzin/Burnaz lokasyonunda, en düşük ise 3.4 ± 0.2 adet/kg ile Payas istasyonunda bulunmuştur (Tablo 9; Şekil 17). Alansal mikroplastik miktarı ise Kasım ayında ortalama olarak 1149.3 ± 201.1 adet/m² olarak bulunmuştur. Sahil zonlarındaki alansal mikroplastik konsantrasyonları BL, ML ve HSL için sırasıyla 1743.6 ± 470.3 adet/m², 526 ± 66.1 adet/m² ve 1178.4 ± 349.6 adet/m² olarak bulunmuştur (Tablo 10; Şekil 18). Alansal mikroplastik konsantrasonu Kasım dönemi içinde en fazla, 3894 ± 783.3 adet/m² ile Erzin/Burnaz lokasyonunda, en düşük ise 40.2 ± 3.9 adet/m² ile Payas istasyonunda bulunmuştur (Tablo 10; Şekil 18).

Tablo 9. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarları ve sahil zonlarına göre dağılımları (adet/kg) (Backshore zonu:BL; Middleshore zonu: ML; Highstrand zonu: HSL).

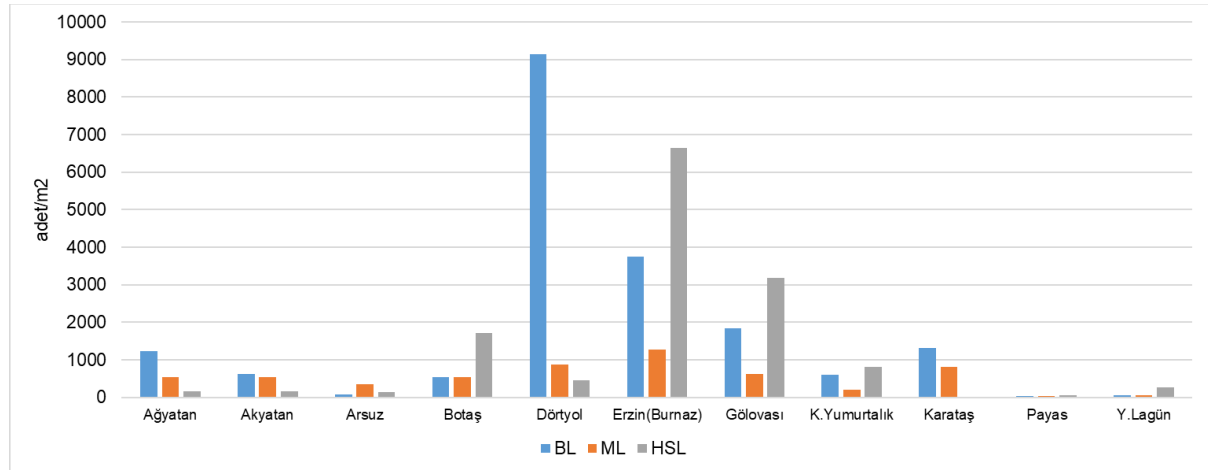
İstasyon	Sahil Zonu (adet/kg)						Genel	
	BL		HSL		ML			
	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata
Ağyatan	99.7	5.3	13.0	2.8	37.0	18.2	49.9	5.4
Akyatan	51.0	6.4	11.3	3.7	36.0	19.3	32.8	4.0
Arsuz	7.3	0.8	12.3	2.7	38.0	14.9	19.2	3.0
Botaş	53.0	24.9	145.7	57.1	49.3	8.0	82.7	11.7
Dört Yol	860.0	371.6	34.3	5.6	86.0	28.1	326.8	76.4
Erzin Burnaz	285.7	31.9	711.3	142.3	127.3	42.5	374.8	38.5
Gölovası	185.9	65.8	252.8	3.1	49.1	2.5	162.6	78.2
K.Yumurtalık	51.7	24.9	66.7	19.7	15.7	7.3	44.7	6.0
Karataş	96.7	21.8	1.3	0.2	55.7	28.2	51.2	7.5
Payas	3.3	0.5	4.7	1.1	2.3	0.4	3.4	0.2
Y.Lagün	6.0	2.3	23.3	2.5	4.7	1.0	11.3	1.2
Genel	154.6	75.1	116.1	63.9	45.6	10.9	105.4	33.0



Şekil 17. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarları (adet/kg) (Backshore zonu:BL; Middleshore zonu: ML; Highstrand zonu: HSL)

Tablo 10. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen alansal mikroplastik miktarları ve sahil zonlarına göre dağılımı (adet/m²) (Backshore zonu:BL; Middleshore zonu: ML; Highstrand zonu: HSL).

İstasyon	Sahil Zonu (adet/m ²)						Genel	
	BL		HSL		ML			
	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata
Ağyatan	1223.9	40.9	155.4	10.9	535.7	14.0	638.4	156.9
Akyatan	622.9	11.5	153.4	5.3	534.7	12.4	437.0	72.2
Arsuz	73.6	6.5	133.2	22.1	353.3	54.7	186.7	45.9
Botaş	540.6	46.4	1723.2	198.5	540.7	81.5	934.8	207.0
Dört Yol	9133.2	790.1	456.4	45.1	873.5	27.8	3487.7	1431.0
Erzin Burnaz	3753.7	275.9	6653.3	185.7	1275.0	69.9	3894.0	783.3
Gölovası	1847.7	40.9	3190.1	0.0	624.7	32.4	1887.5	468.7
K.Yumurtalık	607.1	8.6	821.6	76.1	194.6	3.2	541.1	94.6
Karataş	1312.4	217.7	15.7	2.5	809.0	116.9	712.4	201.7
Payas	35.6	1.0	55.3	0.7	29.7	0.7	40.2	3.9
Y.Lagün	63.6	0.5	274.7	12.0	47.9	3.5	128.7	36.7
Genel	1743.6	470.3	1178.4	349.6	526	66.1	1149.3	201.1

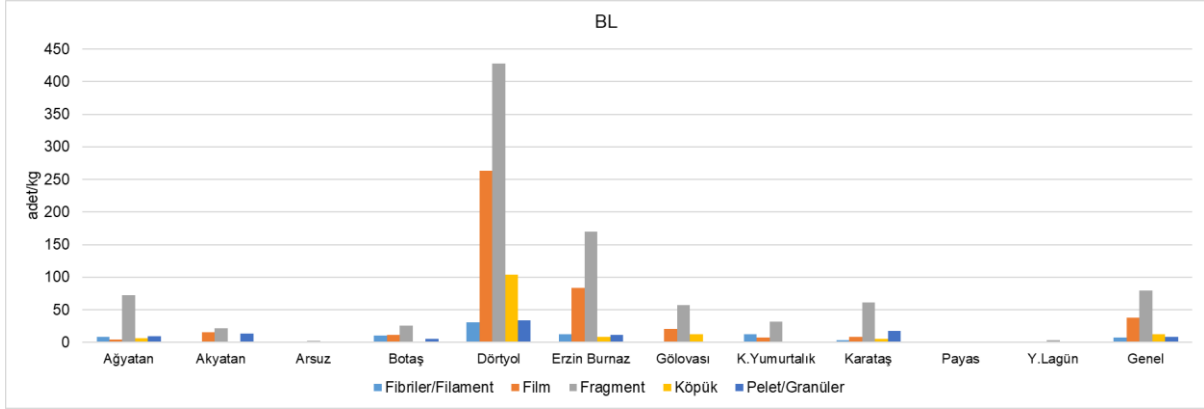


Şekil 18. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastik miktarlarının sahil zonlarına göre frekans dağılımı (adet/m²)

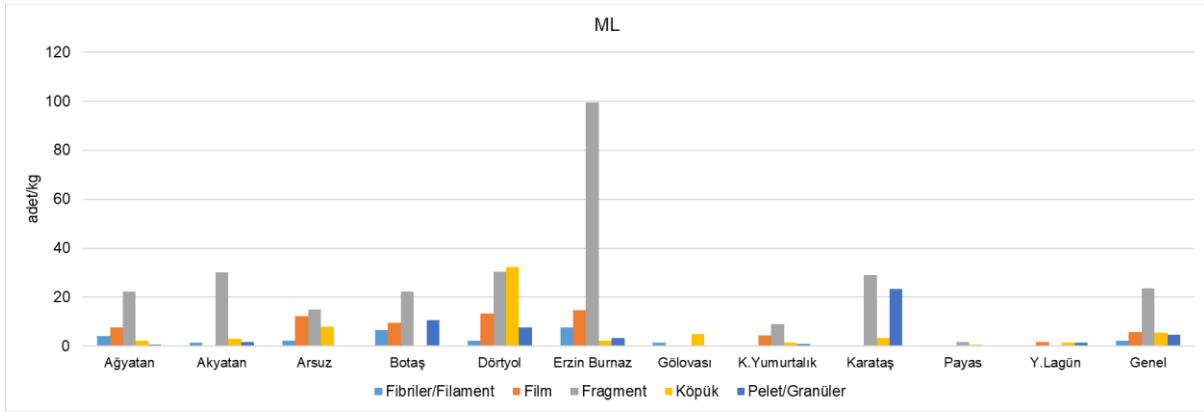
Kasım 2018'de İstasyonlardan elde edilen mikroplastik tiplerinin sahil zonlarına göre konsantrasyonları tablo 11'de verilmiştir. Buna göre tüm lokasyonlarda ve tüm sahil zonlarında en fazla bulunan mikroplastik tipi 54.2±7.8 adet/kg ile fragment tipteki sert plastikler olmuştur. Tüm lokasyonlarda en düşük tespit edilen mikroplastik tipi ise 4.1±0.5 adet/kg ile fibriler/filament tipteki plastikler olmuştur (Tablo 11; Şekil 19; Şekil 20; Şekil 21).

Tablo 11. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastikler tiplerinin zonlara göre miktarları (adet/kg)
(Backshore zon:BL; Middleshore zon: ML; Highstrand zon: HSL).

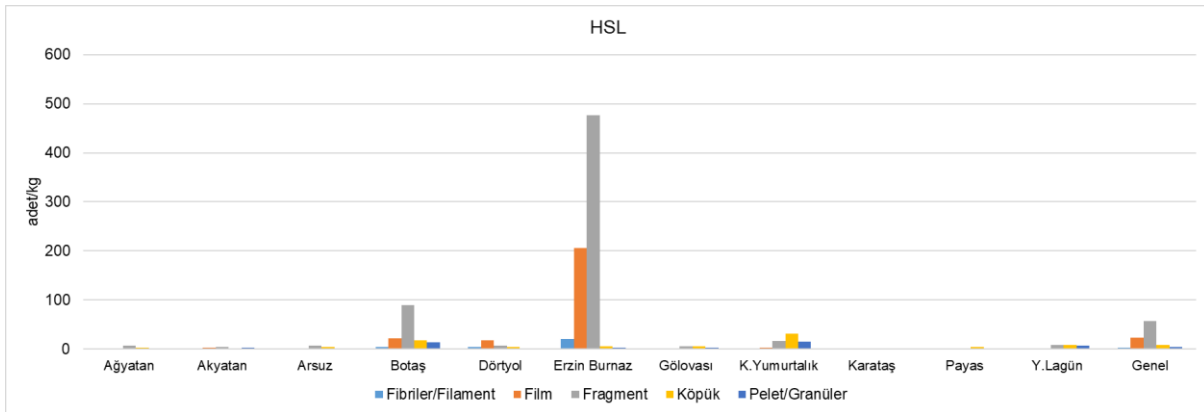
		Ağyatan	Akyatan	Arsuz	Botaş	Dört Yol	Erzin Burnaz	Gölovası	K.Yumurtalık	Karataş	Payas	Y.Lagün	Genel
BL	Fibriler/Filament	8.0	0.3	1.7	10.3	31.0	12.7	0.0	12.3	3.0	0.0	0.0	7.2
	Film	4.0	15.3	1.3	11.7	263.0	83.7	20.3	7.0	8.7	0.0	1.7	37.9
	Fragment	72.3	21.7	2.7	25.3	428.0	170.0	56.7	32.0	61.7	1.7	3.3	79.6
	Köpük	6.0	0.0	1.3	0.3	104.3	8.0	12.0	0.0	5.3	1.3	1.0	12.7
	Pelet/Granüler	9.3	13.7	0.3	5.3	33.7	11.3	1.7	0.3	18.0	0.3	0.0	8.5
HSL	Fibriler/Filament	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	20.3	0.3	0.7	0.3	0.0	0.0	2.7
	Film	1.0	3.3	0.0	22.3	17.7	206.0	0.0	3.3	0.3	0.0	0.0	23.1
	Fragment	7.3	3.7	7.3	89.0	7.0	476.3	6.0	16.7	0.7	0.0	8.3	56.6
	Köpük	3.3	1.7	4.3	17.3	3.7	5.3	6.0	30.7	0.0	4.3	8.3	7.7
	Pelet/Granüler	1.3	2.7	0.7	13.0	2.0	3.3	3.3	15.3	0.0	0.3	6.7	4.4
ML	Fibriler/Filament	4.0	1.3	2.3	6.7	2.3	7.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
	Film	7.7	0.0	12.3	9.7	13.3	14.7	0.0	4.3	0.0	0.0	1.7	5.8
	Fragment	22.3	30.0	15.0	22.3	30.3	99.3	0.0	9.0	29.0	1.7	0.3	23.6
	Köpük	2.3	3.0	8.0	0.0	32.3	2.3	5.0	1.3	3.3	0.7	1.3	5.4
	Pelet/Granüler	0.7	1.7	0.3	10.7	7.7	3.3	0.3	1.0	23.3	0.0	1.3	4.6
Total	Fibriler/ Filament	Ort.	4.0	0.6	1.3	7.0	12.4	13.6	0.8	4.3	1.1	0.0	4.1
		Std. Hata	1.9	0.4	0.8	3.2	8.9	3.9	0.5	4.1	0.8	0.0	0.5
	Film	Ort.	4.2	6.2	4.6	14.6	98.0	101.4	10.2	4.9	3.0	0.0	22.6
		Std. Hata	2.7	3.1	3.8	5.9	63.3	39.5	8.8	1.9	1.6	0.7	3.9
	Fragment	Ort.	34.0	18.4	8.3	45.6	155.1	248.6	31.3	19.2	30.4	1.1	54.2
		Std. Hata	11.8	9.6	3.2	23.1	128.2	74.3	25.6	8.9	14.3	0.4	7.8
	Köpük	Ort.	3.9	1.6	4.6	5.9	46.8	5.2	11.5	10.7	2.9	2.1	9.0
		Std. Hata	1.4	1.1	1.7	3.9	21.7	2.2	2.5	8.2	1.4	0.9	1.3
	Pelet/Granüler	Ort.	3.8	6.0	0.4	9.7	14.4	6.0	2.7	5.6	13.8	0.2	5.9
		Std. Hata	3.0	3.7	0.3	5.7	16.1	3.6	1.1	5.7	12.7	0.3	0.5



Şekil 19. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede backshore sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg)



Şekil 20. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede mid sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg)



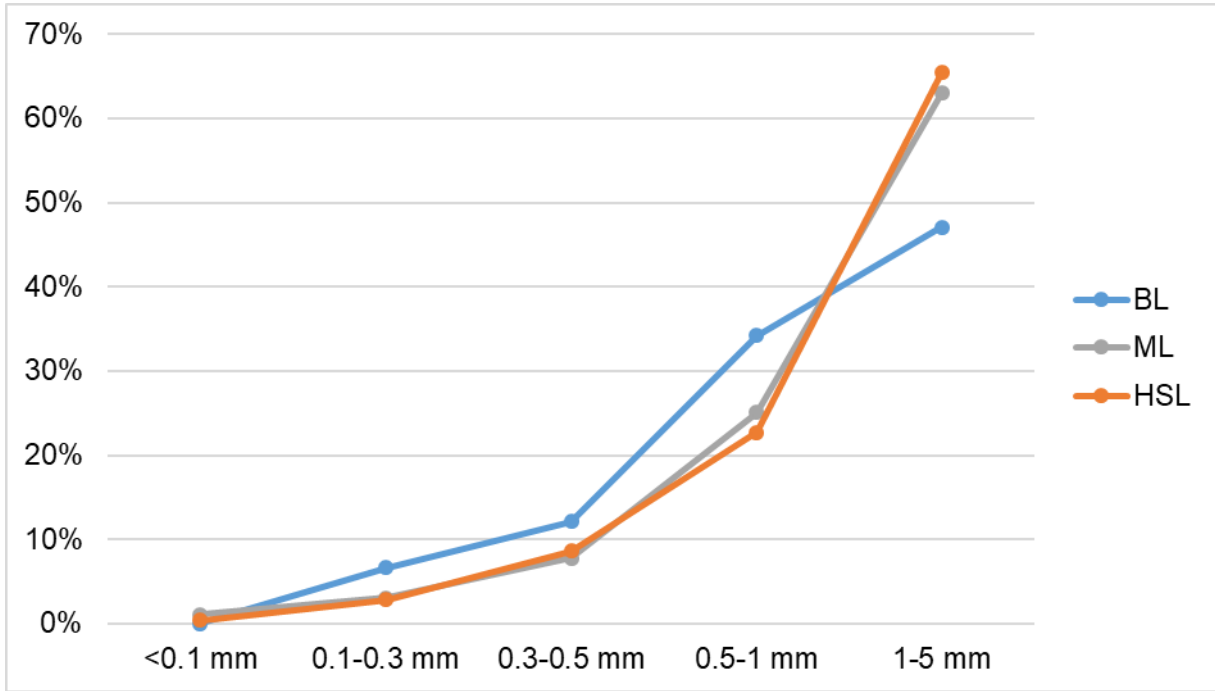
Şekil 21. Kasım 2018 döneminde yapılan örneklemede highstrand sahil zonundan elde edilen mikroplastikler tiplerinin istasyonlara göre miktarları (adet/kg)

Mikroplastiklerin renk dağılımları incelendiğinde Kasım 2018 döneminde 12 farklı renkte mikroplastik tespit edilmiştir. Mikroplastiklerin en fazla beyaz renkte (%43.1) oldukları görülmüştür (Tablo 12). İstasyonlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde yoğunluğun renksiz ve beyaz renkte olduğu tespit edilmiştir (Tablo 12).

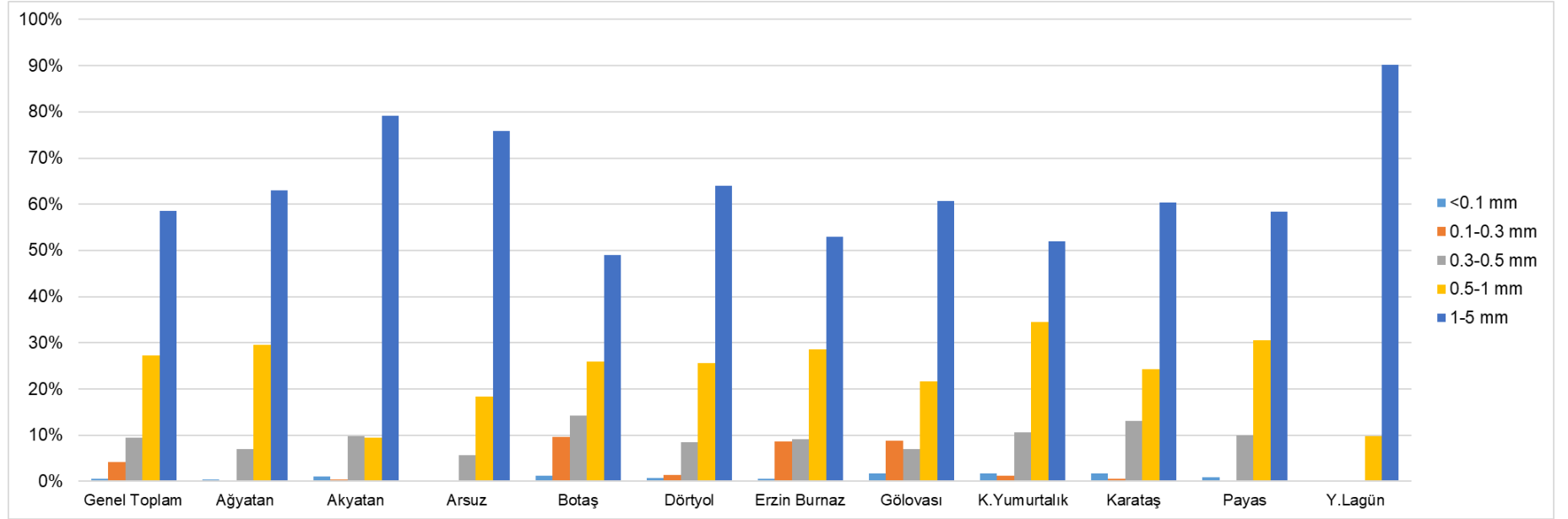
Tablo 12. Mayıs 2018 döneminde yapılan örneklemede istasyonlardan elde edilen mikroplastiklerin renklerinin istasyonlara göre oransal (%) dağılımı

	Bej	Beyaz	Gri	K.rengi	Kırmızı	Mavi	Mor	Pembe	Renksiz	Sarı	Siyah	Turuncu	Yeşil
Ağyatan	6.8	22.7	6.4	0.9	0.8	8.0	0.3	0.3	44.3	1.7	4.7	0.8	2.4
Akyatan	3.6	25.6	7.3	1.8	0.9	7.1	0.2	0.2	45.0	1.3	1.8	0.9	4.2
Arsuz	10.2	23.7	6.8	4.1	0.0	10.2	0.3	0.3	36.6	2.0	3.4	0.0	2.4
Botaş	1.7	32.4	8.1	0.0	0.6	9.2	0.0	0.6	37.0	0.0	9.2	0.6	0.6
Dört Yol	10.1	21.6	3.8	1.9	0.8	10.2	0.4	0.1	44.4	0.8	2.4	0.8	2.7
Erzin Burnaz	9.6	27.8	7.0	0.0	0.6	4.3	0.0	0.2	42.9	2.1	4.1	0.3	1.1
Gölovası	4.4	16.4	7.7	0.7	1.0	8.8	0.6	0.5	46.4	1.6	7.4	1.2	3.1
K.Yumurtalık	2.4	21.8	0.0	0.0	0.3	15.6	0.0	0.0	57.8	1.2	0.3	0.0	0.6
Karataş	2.5	33.3	2.2	1.5	1.2	11.4	0.0	0.2	41.5	0.2	1.2	0.7	3.7
Payas	11.1	15.2	3.0	2.8	1.5	12.6	0.7	0.2	43.6	3.5	2.4	0.7	2.8
Y.Lagün	0.0	67.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Genel Toplam	3.9	43.1	7.8	2.0	1.0	5.9	1.0	0.0	18.6	6.9	1.0	2.0	6.9

Mikroplastiklerin boy sınıflandırması incelendiğinde, Kasım 2018 döneminde tüm istasyonlarda en fazla 1-5 mm boy grubunda olan mikroplastiklere rastlanmıştır (Şekil 22; Şekil 23; Tablo 13). Tüm istasyonlarda en az rastlanan boy grupları ise <0.1 mm ve 0.1-0.3 mm boy grupları olmuştur. Ancak Y. Lagün, Ağyatan ve Arsuz istasyonlarında 0.1-0.3 mm boy grubundaki mikroplastiklere hiç rastlanılmamıştır (Şekil 23; Tablo 13). Boy gruplarının sahil zonlarına göre dağılımı incelendiğinde ise 1-5 mm'lik mikroplastiklerin en fazla sahilin ortasına denk gelen ML zonunda ve dalga etkisinin bitiminde başlayan HSL zonunda yoğunlaştıkları görülmüştür. 0.5-1 mm boy grubundaki mikroplastikler en fazla BL zonunda yoğunlaşırken, daha küçük olan mikroplastiklerin çoğunlukla BL zonunda yoğunlaştıkları tespit edilmiştir (Şekil 22; Tablo 13).



Şekil 22. Kasım 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının zonlara göre oransal (%) dağılımları (Backshore zon:BL; Middleshore zon: ML; Highstrand zon: HSL)



Şekil 23. Kasım 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının istasyonlara göre oransal (%) dağılımları

Tablo 13. Kasım 2018 döneminde gerçekleştirilen örnekleme çalışmasından elde edilen mikroplastiklerin boy gruplarının istasyonlara ve zonlara göre oransal (%) dağılımları (Backshore zon:BL; Middleshore zon: ML; Highstrand zon: HSL).

Sahil zon	Boy grubu	Genel Toplam	Ağyatan	Akyatan	Arsuz	Botaş	Dört yol	Erzin Burnaz	Gölovası	K.Yumurtalık	Karataş	Payas	Y.Lagün
BL	<0.1 mm	0.0	0.7	0.6	0.0	2.1	0.0	1.5	0.0	3.6	4.1	0.0	0.0
	0.1-0.3 mm	6.6	0.0	0.0	0.0	28.7	4.1	10.9	26.5	3.4	0.0	0.0	0.0
	0.3-0.5 mm	12.1	8.4	29.4	4.5	14.5	9.4	14.8	18.8	31.6	5.9	30.0	0.0
	0.5-1 mm	34.2	37.5	11.1	22.7	28.9	36.0	30.3	37.1	40.7	33.4	20.0	16.7
	1-5 mm	47.1	53.5	58.9	72.7	25.8	50.5	42.5	17.6	20.6	56.6	50.0	83.3
HSL	<0.1 mm	0.4	0.0	1.5	0.0	0.2	0.6	0.4	1.3	0.2	0.5	1.1	0.0
	0.1-0.3 mm	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.3-0.5 mm	8.6	12.8	0.0	0.0	8.0	0.0	10.7	2.4	0.0	25.0	0.0	0.0
	0.5-1 mm	22.7	23.1	14.7	0.0	24.7	14.6	24.0	12.8	20.5	25.0	14.3	12.9
	1-5 mm	65.4	64.1	83.8	100.0	67.1	84.8	60.8	83.5	79.3	49.5	84.6	87.1
ML	<0.1 mm	1.1	0.7	1.2	0.5	1.5	1.4	0.0	4.1	1.2	0.7	1.7	0.0
	0.1-0.3 mm	3.1	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.5	1.5	0.6	0.0
	0.3-0.5 mm	7.8	0.0	0.0	12.3	20.3	15.9	2.1	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0
	0.5-1 mm	25.1	27.9	2.8	32.5	24.3	26.0	31.4	15.0	42.6	14.4	57.1	0.0
	1-5 mm	63.0	71.4	94.8	54.8	53.9	56.7	55.5	80.9	55.7	75.0	40.6	100.0
Genel	<0.1 mm	0.5	0.5	1.1	0.2	1.3	0.7	0.6	1.8	1.7	1.8	0.9	0.0
	0.1-0.3 mm	4.2	0.0	0.4	0.0	9.6	1.4	8.7	8.8	1.3	0.5	0.2	0.0
	0.3-0.5 mm	9.5	7.1	9.8	5.6	14.2	8.4	9.2	7.1	10.5	13.1	10.0	0.0
	0.5-1 mm	27.3	29.5	9.5	18.4	26.0	25.5	28.6	21.6	34.6	24.3	30.5	9.8
	1-5 mm	58.5	63.0	79.2	75.8	48.9	64.0	52.9	60.7	51.9	60.4	58.4	90.2

Kasım 2018 örnekleme döneminde istasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastiklerin türlerine göre kg başına adet miktarları için gerçekleştirilen PERMANOVA analizi sonucunda hem istasyonlar, hem zonlar, hem de ikisi arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$; Tablo 14).

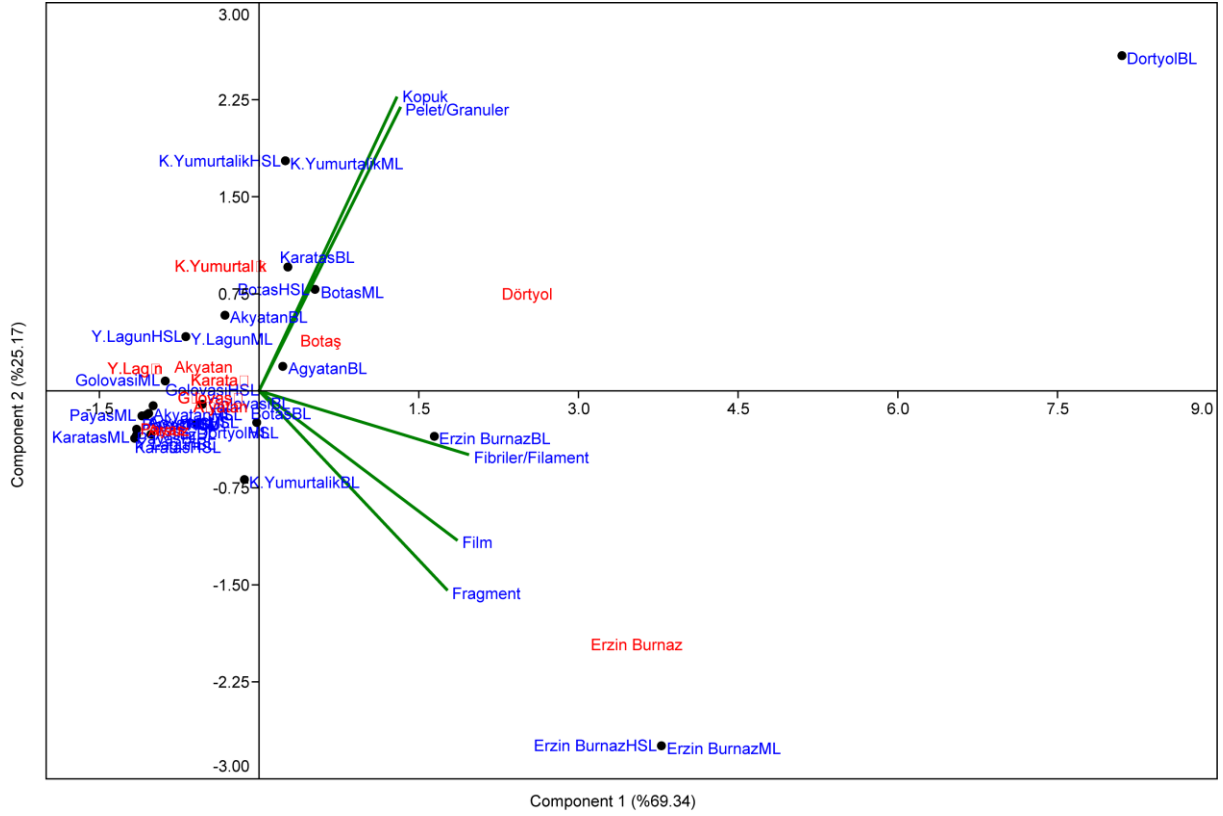
Tablo 14. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg başına konsantrasyonlarına ait PERMANOVA tablosu

İki yönlü PERMANOVA					
Permutasyon sayısı	9999				
Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
İstasyon	88.0	10	88.0	35.8	0.0001
Zon	13.9	2	69.4	28.2	0.0021
İnteraksiyon	19.7	20	1.0	0.4	0.0004
Hata	154.9	63	24.6		
Genel	276.5	95			

İstasyonlardaki ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin miktarlarının temel bileşenler analizinde Mayıs döneminde olduğu gibi beş bileşen olduğu ancak bunların ilk ikisinin özdeğerlerinin 1'den büyük olduğu ve toplam varyasyonun %94'ünü açıkladığı görülmüştür (Tablo 15). Bileşen 1 tek başına tüm varyasyonun %69'unu açıklarken, bileşen 2 toplam varyasyonun %25'ini açıklamaktadır. Analiz sonucunda Dört Yol ve Erzin/Burnaz lokasyonlarının bariz bir şekilde diğer istasyonlardan ayrıldığı görülmüştür (Şekil 24). Mikroplastik tiplerinin bileşen yüklerine bakıldığında, fibriller/filament, film ve fragment tipteki mikroplastiklerin bileşen 1 üzerindeki yükleri >0.4 olarak bulunmuştur. Bileşen 2 üzerindeki yüklerde köpük ve pelet/granüler tipteki mikroplastiklerin yükünün >0.5 olduğu görülmüştür (Tablo 15).

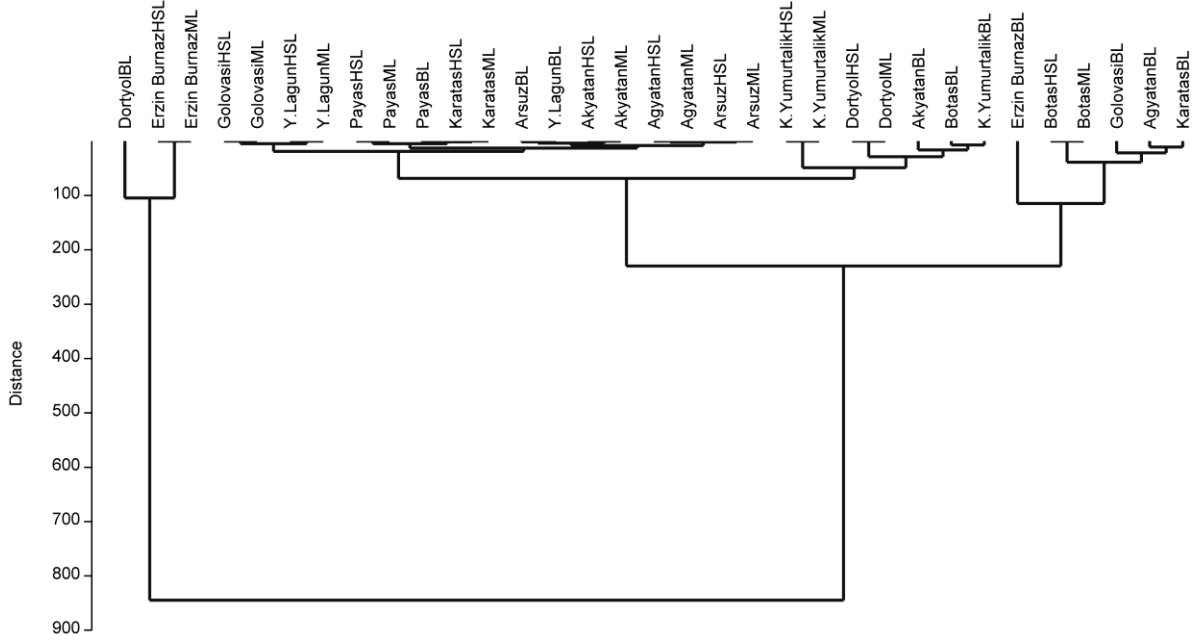
Tablo 15. Temel bileşenler analizi sonucu oluşan bileşen yükleri ve bileşenlere ait özdeğerler ve yüzde varyanslar. Sadece ilk iki bileşen dikkate alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir

	TB 1	TB 2	TB 3	TB 4	TB 5
Fibriller/Filament	0.53	-0.13	0.00	-0.70	-0.47
Film	0.50	-0.31	-0.13	0.70	-0.39
Fragment	0.47	-0.41	0.10	-0.08	0.77
Köpük	0.35	0.61	-0.68	0.01	0.21
Pelet/Granüler	0.36	0.59	0.71	0.15	0.02
Özdeğer	3.47	1.26	0.25	0.02	0.00
% varyans	69.34	25.17	4.97	0.43	0.09



Şekil 24. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg cinsinden konsantrasyonlarına dayanarak yapılan temel bileşenler analizi biplotu.

İstasyonların ve sahil zonlarının Kasım 2018 dönemindeki mikroplastik miktarlarının mikroplastik tiplerine göre birbirleriyle olan kümelenme durumlarını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen kümeleme analizi sonucunda Temel Bileşenler Analizi biplotunda görülen kümelenmeyi destekler nitelikte bir kümeleme meydana geldiği görülmüştür (Şekil 25). Buna göre Dört Yol istasyonu BL zonu ve Erzin/Burnaz istasyonu ML ve HSL zonları diğer tüm istasyonlar ve zonlardan ayrılarak ayrı bir küme oluşturmuştur (Şekil 25).



Şekil 25. İstasyonlar ve sahil zonlarındaki mikroplastik türlerinin kg cinsinden konsantrasyonlarına dayanarak yapılan kümeleme analizi dendogramı

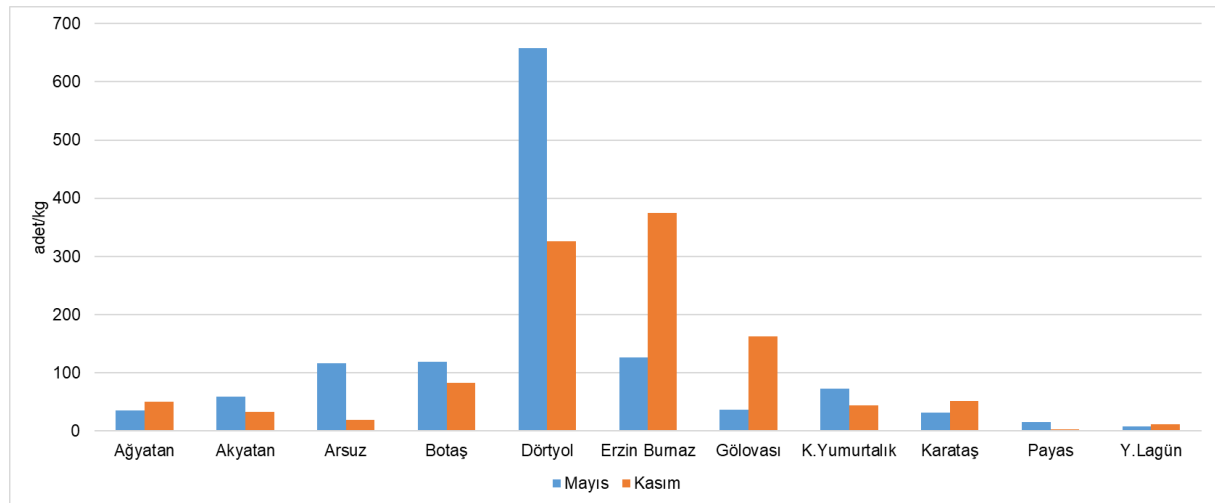
4.3. Dönemsel Etki

Proje kapsamında Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde gerçekleştirilen örnekleme çalışmalarından elde edilen kg başına mikroplastik konsantrasyonları tablo 16'da gösterilmiştir. Dönemsel mikroplastik miktarı ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Mann-Whitney-U testi sonucunda iki dönem arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Tablo 16; $p > 0.05$). İstasyonların mikroplastik konsantrasyonlarının dönemsel olarak bir farklılık gösterip göstermediklerini belirlemek için gerçekleştirilen Mann-Whitney-U testi sonucunda da Dört Yol, Erzin Burnaz, Gölövası ve Payas istasyonlarında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ($p < 0.05$) diğer istasyonlarda meydana gelen farklılıklar anlamsız bulunmuştur ($p > 0.05$; Tablo 16; Şekil 26). Buna göre Dört Yol ve Payas istasyonlarının mikroplastik miktarlarında Kasım 2018 döneminde, Mayıs 2018 dönemine göre sırasıyla %50.3'lük ve %77.5'lik bir düşüş meydana gelmiş, Erzin Burnaz ve Gölövası istasyonlarında ise sırasıyla %66.3'lük ve %77.5'lik bir artış meydana gelmiştir (Tablo 16).

Tablo 16. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan elde edilen kg sediment başına mikroplastik miktarları

Dönem	İstasyon	Mikroplastik Konsantrasyonu (adet/kg)	
		Ortalama	Std. hata
Mayıs	Ağyatan	35.15	1.92
	Akyatan	59.78	3.19
	Arsuz	116.52	8.07
	B.dere	21.78	1.97
	Botaş	119.50	10.16
	Dört Yol*	658.30	41.99
	Erzin Burnaz*	126.19	6.46
	Gölovası*	36.56	5.95
	K.Yumurtalık	73.37	6.84
	Karataş	32.04	1.84
	Konacık	7.00	0.91
	Payas*	15.30	0.66
	Y.Lagün	7.69	0.50
	Genel	100.70	35.69
Kasım	Ağyatan	49.89	5.37
	Akyatan	32.78	3.95
	Arsuz	19.22	2.98
	Botaş	82.67	11.72
	Dört Yol	326.78	76.42
	Erzin Burnaz	374.78	38.54
	Gölovası	162.59	78.16
	K.Yumurtalık	44.67	5.99
	Karataş	51.22	7.51
	Payas	3.44	0.24
	Y.Lagün	11.33	1.17
	Genel	105.40	33.00

*p<0.05



Şekil 26. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan örneklenen mikroplastik konsantrasyonlarının değişimi (B.dere ve Konacık istasyonları kasım döneminde örneklenmediği için grafiğe konulmamıştır)

Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardaki mikroplastik miktarlarını etkileyen birçok farklı faktör mevcuttur. Bunların başında mevsimsel deniz akıntıları, kumsalın turistik olarak kullanım durumu, kumsalın çevresindeki faaliyetler, temizlenme durumu, yerleşim yerine ve nehir ağızlarına olan mesafesi ve hâkim rüzgârların yönü gelmektedir (Claessens vd., 2011; Critchell ve Hoogenboom 2018; Sherman ve van Seville, 2016; Kunz vd., 2016; Prevenios vd., 2018). Bu faktörlerden sahillerin temizlenme durumu incelendiğinde Gölovası ve Erzin Burnaz lokasyonlarının nadiren temizlendikleri, saha çalışmaları esnasında hem yerel yönetimden hem de yerel halktan alınan bilgiler ışığında tespit edilmiştir. Her iki istasyonda da meydana gelen artışın bir nedeninin bu olabileceği düşünülmektedir. Liubartseva vd. (2018), temizlenen sahillerin özellikle makroplastik kirliliği miktarının temizlenmeyen sahillere göre daha az olduğunu bildirmiştir. Lee vd. (2013), bir kumsalın makroplastik miktarının o kumsaldaki mikroplastik miktarı hakkında da fikir verdiğini ve her iki boydaki plastik miktarı arasında da pozitif bir ilişki olduğunu bildirmektedir. Aynı zamanda mevsimsel akıntı dinamikleri ve hâkim rüzgârların yönü de bu farklılığı etkileyebilmektedir. Bölgenin çoğunlukla açıktan (Batı ve Güney Batı) esen rüzgârların etkisi altında olduğu ve meydana gelen dalga hareketinin kıyısız alana körfez içerisinde yüzen çöplerin hem bu hâkim rüzgârlar, hem de Özsoy ve Sözer (2006) tarafından da belirtilen akıntılar yardımıyla bu iki sahile yoğunluklu olarak vurduklarını düşündürmektedir. Bu durum, sahilin temizlenme durumu ile birlikte değerlendirildiğinde, çöp birikiminin artmasının oldukça olası olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Nitekim Liubartseva vd. (2018), proje alanını da içine alan Kilikya bölgesi için günlük 31.3 kg'lık plastik çöpün kıyıya vurduğunu belirtmektedirler. Ayrıca hemen yakın bölgede olan Dört Yol ve Payas lokasyonlarının, iki örnekleme döneminin ortasında yer alan turizm sezonunda sıklıkla temizlenmiş olması, bu iki lokasyondaki mikroplastik miktarını düşürmüştür. Bölgede çoğunlukla traktör yardımıyla gerçekleştirilen sahil temizleme faaliyetleri esnasında, yüzeye yakın kumul, sahilin bir noktasına sürülmektedir. Örnekleme noktaları çoğunlukla bu toplanma alanlarının dışında kaldığı için, mikroplastik miktarının da düşük bulunmuştur. Benzer şekilde traktör yardımıyla gerçekleştirilen sahil temizleme faaliyetleri, mikroplastiklerin sahilin daha derin tabakalarına inmesine de neden olabilmektedir. Bu konuda daha detaylı çalışmalar yapılarak tüm sahil sedimentinin bu durumdan ne derecede etkilendiğinin ortaya konulması gerekmektedir.

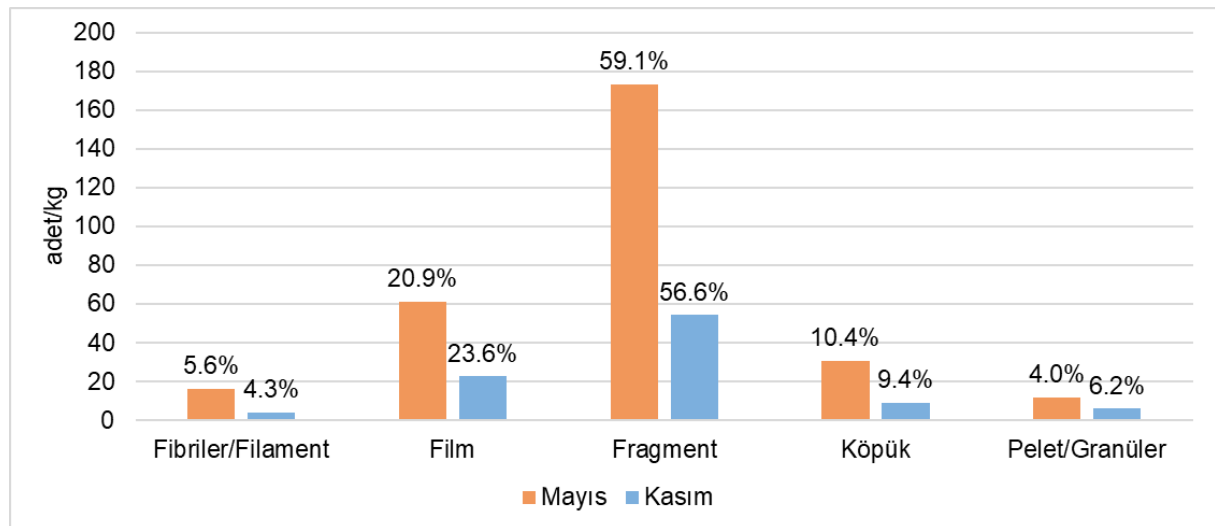
Her iki dönem mikroplastik miktarı ortalaması arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamsız çıkmasının birçok nedeni olabileceği gibi en önemli nedenlerinden birinin, körfezdeki sahillerin denize olan konumudur. Bu durum bazı lokasyonlardaki mikroplastik miktarının artmasına bazılarındaki miktarın ise azalmasına neden olmakta bu da genel ortalama da anlamlı bir değişime neden olamamaktadır. Ayrıca, Liubartseva vd. (2018), Akdeniz bölgesi mikroplastik kirliliği için bumerang etkisi tanımlamasını yapmaktadırlar. Bu durum da karasal ortamdaki

denizel ortama giren plastiklerin, tekrar en yakın karasal ortama vurabildiği anlamına gelmektedir. Bu özelliğin yarı kapalı özellikteki İskenderun körfezinde, yakın lokasyonlar arasındaki mikroplastik azalış ve artışlarının bir nedeni olabileceği düşünülmektedir.

İki dönem arasında mikroplastiklerin tipleri arasında bir farklılık meydana gelip gelmediği incelendiğinde tüm plastik tiplerinin bulunurluklarında istatistiksel olarak anlamlı bulunamayan bir azalış meydana geldiği görülmüştür ($p>0.05$; Tablo 17; Şekil 27).

Tablo 17. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan elde edilen mikroplastik tiplerinin değişimi

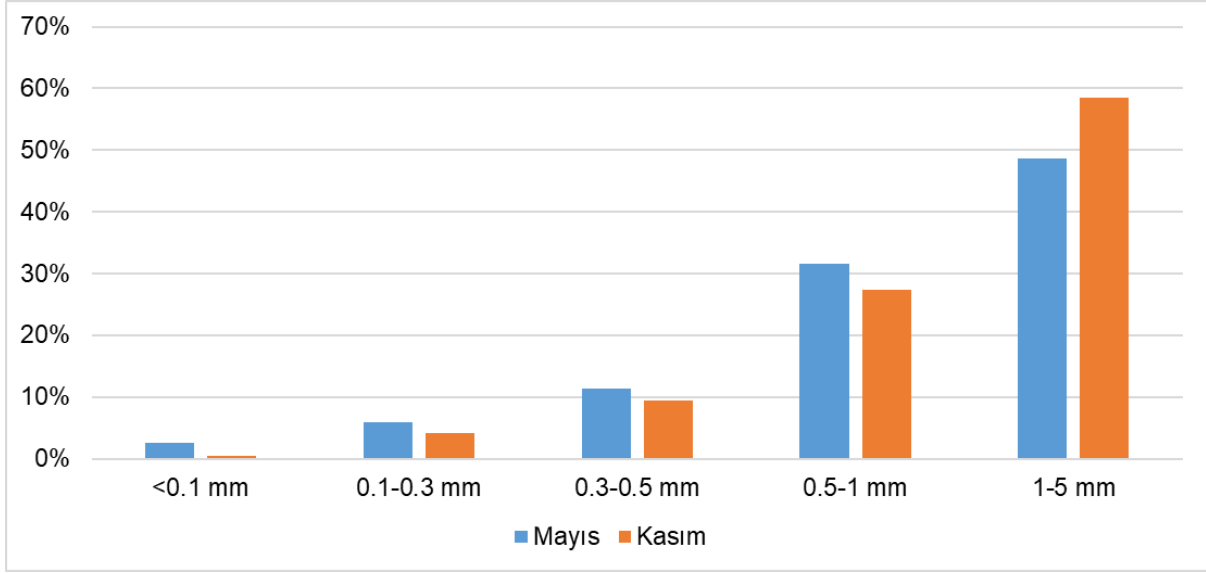
		Mayıs	Kasım
Fibriler/Filament	Ort.	16.30	4.11
	Std. Hata	2.86	0.49
Film	Ort.	61.19	22.56
	Std. Hata	11.24	3.86
Fragment	Ort.	173.31	54.19
	Std. Hata	27.35	7.75
Köpük	Ort.	30.54	8.96
	Std. Hata	5.96	1.30
Pelet/Granüler	Ort.	11.76	5.93
	Std. Hata	1.69	0.49



Şekil 27. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan elde edilen mikroplastik tiplerinin değişimi

Dönemsel olarak mikroplastik tiplerinin farklılık göstermemesinin, her iki dönemde de mikroplastiklerin, konsantrasyon olarak farklı olmasına rağmen oransal olarak benzer olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 27).

Mikroplastik boy gruplarının dönemsel farklılıkları incelendiğinde, her iki mevsimde de 1-5 mm boy grubunda olan mikroplastiklerin yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir (Şekil 28). Mayıs ayında 1-5 mm boy grubunda olan mikroplastiklerin oransal miktarı Kasım ayına oranla daha düşükken diğer boy gruplarında ise Kasım ayına göre daha yüksek bulunurluk tespit edilmiştir. dönemsel olarak boy gruplarındaki değişim ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0.05$).



Şekil 28. Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemlerinde istasyonlardan elde edilen mikroplastik boy gruplarının değişimi

5. SONUÇ

İskenderun Körfezi, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarının en doğusunda yer alan yarı kapalı bir körfezdır. Çevresinde barındırdığı fabrikalar (Demir-Çelik, Çimento, Gübre, vb.), petrol depolama sahaları, enerji üretim tesisleri, yoğun deniz trafiği (limanlardan kaynaklı oluşan) ve turizm faaliyetleri nedeniyle ağır bir kirlilik baskısı altındadır. Ayrıca bu bölge merkezi Akdeniz akıntısı nedeniyle Afrika ve Doğu Akdeniz sahillerinden gelen deniz çöplerinden de ciddi oranda etkisi altındadır (Gündoğdu ve Çevik 2017; Gündoğdu vd. 2019). Körfez içine dökülen irili ufaklı nehirler, karasal kökenli birçok kirlleticiyi bu nehirler aracılığıyla körfeze taşımaktadır. Ayrıca bölgenin yılın birçok döneminde aşırı yağış alması, meydana gelen taşkın olayları neticesiyle, düzensiz depolanan çöp alanları da dâhil olmak üzere birçok alandaki çöplerin direkt olarak körfeze taşınmasına neden olmaktadır. Bu durum da İskenderun körfezinin hem sularının, hem de sahillerinin ciddi anlamda kirlenmesine neden olmaktadır. Nitekim Gündoğdu (2017), gerçekleştirdiği çalışmada İskenderun Körfezi'nin yüzey sularını, mikroplastik kirliliği açısından Akdeniz'in en kirli suları olduğunu bildirmektedir. Yine Liubartseva vd. (2018), İskenderun körfezini de içine alan Kilikya bölgesini, plastik kirliliği açısından Akdeniz'in en kirli bölgesi olduğunu ve bu kirliliğin de ana kaynağının Türkiye'nin kendi plastik çöpleri olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir raporda (WWF, 2018) da bu durum tekrarlanmıştır. Nitekim bu çalışmada bulunan 1096.65 adet/m²'lik mikroplastik konsantrasyonu her iki raporda da belirtilen Akdeniz'in en kirli sahilleri tanımlamasını destekler niteliktedir. Ancak buna rağmen Yabancı vd. (2019) tarafından Datça bölgesindeki kumul sahillerde gerçekleştirilen çalışmada bulunan sonuçtan (4617.6 adet/m²) oldukça düşük bulunmuştur. Genel ortalama dışında istasyon özelinde bakıldığında, özellikle Mayıs 2018 döneminde Dörtöl lokasyonunda tespit edilen mikroplastik miktarı (6354.1 adet/m²) Datça bölgesinde bulunan konsantrasyondan oldukça fazladır. Ayrıca bu projede Dörtöl bölgesi için bulunan konsantrasyon Sinop Sarıkum'da Öztekin ve Bat (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada tespit edilen 659.22 adet/m² mikroplastik kirliliğinde de neredeyse 10 kat fazla olarak tespit edilmiştir. Bu durum İskenderun körfezi sahillerini (özellikle Dörtöl ve Erzin Burnaz olmak üzere) Türkiye'nin en kirli sahilleri yapmaktadır. Farklı bölgelerin, etkisi altında bulundukları faktörlerin ve baskısı altında oldukları insan aktivitelerinin farklı olmasından kaynaklı olarak kirlilik düzeylerinin farklı olması beklenen bir durumdur. Bu durumun ana nedenleri, gerek oşinografik, gerekse de diğer çevresel faktörlerdir. Ancak her ne kadar bu faktörler belirleyici olsa da İskenderun körfezi çevresindeki alanların aşırı derecede plastik kirliliğine sahip olması, bölgenin özel olarak bir kirlilik eylem planı ile gözden geçirilmesi gerekliliği gerçeğini değiştirmemektedir. Özellikle çalışma kapsamında bulunan ham plastikler yani pelet tipteki plastikler, bölgedeki gemi trafiğinin yoğunluğuyla paralel olarak ciddi bir plastik fabrikalarından kaynaklı sızma yoluyla

gelen plastik kirliliği tehdidi altında olduğunu göstermektedir. Bunun yanında özellikle şeffaf renkli film tipteki plastiklerin yoğunluğu da, tarımsal amaçlı kullanılan sera poşetlerinin yarattığı kirlilik ihtimalini ortaya çıkartmaktadır.

Akdeniz'in diğer bölgelerinde gerçekleştirilen diğer çalışmalar (Tablo 18) incelendiğinde, bu çalışmada elde edilen mikroplastik konsantrasyonları Akdeniz'in diğer bölgelerinde bulunan konsantrasyonlardan oldukça yüksektir. Bu durum da Liubartseva vd. (2018) ile WWF (2018) tarafından belirtilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Her iki çalışma da İskenderun körfezinin de içinde olduğu Kilikya bölgesinin ve özellikle de Adana ve Mersin kıyılarını, plastik açısından Akdeniz'in en kirli sahilleri olarak belirtmektedir.

Bu çalışma da göstermektedir ki, İskenderun körfezi sahilleri ağır mikroplastik kirliliği baskısı altındadır. Özellikle körfezi çevreleyen yerleşim yerlerindeki yetersiz atık yönetimi bariz bir şekilde bu kirliliğin ana kaynaklarından biridir. Aynı zamanda aşırı gemi trafiği ve balıkçılık aktiviteleri de kirliliğin diğer nedenlerindendir. Ayrıca kumsallarda gözlenen ham plastik (pelet) tipindeki mikroplastikler, körfez içerisine gerek plastik üretim fabrikalarından, gerekse de plastik ham madde taşıyan gemilerden ciddi bir sızıntı olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanında, özellikle etrafında tarımsal faaliyet yürütülen sahillerde ciddi anlamda tarımsal kökenli, sulama borusu, asma ipi ve sera poşetleri gözlemlenmiştir (Şekil 29; Şekil 30; Şekil 31).



Şekil 29. Akyatan lokasyonunda görüntülenen atıl balıkçı ağı



Şekil 30. K. Yumurtalık lokasyonunda görüntülenen ham plastik (pelet) tanecikler



Şekil 31. Dört Yol lokasyonunda görüntülenen tarımsal kökenli plastik kirleticiler. (Sera poşeti, tohum ve gübre çuvaları vb.)

Tablo 18. Akdeniz'in farklı bölgelerindeki sahillerde gerçekleştirilen mikroplastik çalışmalarına ait sonuçlar

Lokasyon	Örnekleme tipi	Ayrıştırma yöntemi	İncelenen plastiklerin boyutu	Mikroplastik konsantrasyonu	Kaynak
Malta	1x1 m kuadrat	Elle toplama	1.9 - 5.6 mm	> 1000 adet/m ²	Turner ve Holmes (2011)
Yunanistan Kea Adaları	1x1 m kuadrat	Eleme	2-4 mm	275.7 adet/m ²	Kaberi vd. (2013)
Slovenya Trieste Körfezi	25x25 cm kuadrat	Eleme, Filtreleme, Yoğunluk ayrımı	0.25 - 5 mm	174.1 adet/kg	Laglbauer vd. (2014)
Akdeniz kıyıları	100 gr sediment	Eleme, Filtreleme, Yoğunluk ayrımı	0.3-5 mm	72-1512 adet/kg	Lots vd. (2017)
İtalya	50x50 cm kuadrat	Eleme	<5 mm	7.3 adet/kg	Munari vd. (2017)
Yunanistan Girit Adası	40x40 cm kuadrat	Eleme	< 5 mm	2.5-1197.5 adet/kg	Karkanorachaki vd. (2018)
Tunusia	25x25 cm kuadrat	Eleme, Filtreleme, Yoğunluk ayrımı	0.1-5 mm	316.03 adet/kg	Abidli vd. (2018)
Cyprus	250 m ³ sediment	Eleme	<5mm	45.5 adet/m ³	Duncan vd. (2019)
Slovenia	-	Eleme, Filtreleme, Yoğunluk ayrımı	0.1-5 mm	0.5-1 adet/kg	Korez vd. (2019)
France	50x50 cm kuadrat	Eleme, Filtreleme, Yoğunluk ayrımı	0.06-5 mm	12-798 adet/kg	Constant vd. (2019)
Türkiye	1x1 m kuadrat	Eleme, Filtreleme, Yoğunluk ayrımı	0.05-5 mm	3.4-658 adet/kg 40.2-6354.1 adet/m ²	Bu çalışma

Gerek saha çalışmaları sırasında yapılan gözlemlerden, gerekse de proje çıktılarında hareketle aşağıdaki önerilerin yapılması uygun görülmüştür.

1- Saha çalışmaları esnasında yerel otoritelerin kıyı temizleme çalışmalarında traktör kullandığı tespit edilmiştir. Bu faaliyetin sahildeki mikroplastik kirliliğini olumsuz yönde etkilediği düşünülmekte ve sahil temizleme çalışmalarında traktör kullanımından vazgeçilmesi önerilmektedir.

2- Arazi çalışmaları esnasında, piknik yapmak amacıyla sahilleri kullanan yurttaşların çöplerini olduğu gibi sahillere bıraktığı ve bunun da doğal olarak mikro ve makroplastik kirliliğini arttırdığı düşünülmektedir. Bu amaçla yerel ve merkezi otoritenin, bilinçlendirme kampanyaları yardımıyla sahillerin anlam ve önemini ve plastik kirliliğinin zararlarını anlatarak bu tür davranışların ortadan kaldırılmasına yardımcı olunacağı düşünülmektedir.

3- Özellikle Yeşil deniz kaplumbağası (*Chelonia mydas*) için önemli bir yuvalama alanı olan Akyatan sahilinin, mikroplastik kirliliğinden ciddi anlamda mustarip olduğu tespit edilmiştir. Akyatan sahilinin sadece Türkiye kaynaklı değil diğer akdeniz ülkelerinden gelen çöplerden de ciddi anlamda etkilendiği tespit edilmiştir. Bu sahilin korunması ve kirlilikten etkilenmesinin minimize edilmesi için bölgesel bir işbirliğine gidilerek, deniz çöplerinin azaltılması yönünde adımlar atılması, yeşil deniz kaplumbağalarının sağlık bir üreme dönemi geçirmesi açısından faydalı olacaktır. Ayrıca mikroplastik kirliliğinin *C. mydas* türü kaplumbağaların üreme faaliyetleri ve yavruları üzerinde ne tür etkiler yaptığının anlaşılması için yeni çalışmalar yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bundan sonraki aşamalarda özellikle mikro ve makro plastik kirliliğinin bu türün üremesi ve yavruların denize ulaşması üzerine tam olarak nasıl etkiler yapıldığının ortaya konulmasını hedefleyen projeler için de bu çalışmanın sonuçları bir girdi niteliğine sahiptir.

4- Hayalet yengeçler (*Ocypode cursor*) için yaşam alanı olan Y.lagün, K. Yumurtalık, Akyatan, Karataş ve Erzin/Burnaz gibi lokasyonların, bu projede ortaya konulan mikroplastik kirliliği açısından mevcut durumlarından hareketle, bu türün, gerek popülasyon yapısının gerekse de beslenme ve yuvalama alışkanlıklarının nasıl etkilendiğinin ortaya koyacak çalışmaların yapılması gerekmektedir.

5- Sahillerde rastlanılan terk edilmiş balıkçı ağlarının, sahili yaşam alanı olarak kullanan, yengeç, kaplumbağa ve su kuşları için ciddi bir tehdit oluşturduğu görülmüştür. Uzun süre güneş altında sahilde toplanmadan kalan balıkçı ağlarının zaman içinde çürüyerek mikroplastik salınımı yaptığı da bilinmektedir. Bu anlamda bölge balıkçılarının kayıp ve terk edilmiş ağlar konusunda daha fazla bilinçlendirilmesi ve gerekirse çeşitli yaptırımlar aracılığıyla bu tehdidin ortadan kaldırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

6- Çalışma alanında gerçekleştirilen ilk kıyasal mikroplastik projesi olan bu proje sonuçları da göstermektedir ki İskenderun körfezi çevresindeki sahiller aşırı mikroplastik kirliliği tehdidi

altındadır. Bunun önlenmesi için Üniversite-yerel yönetim ve bakanlıkların ortak çalışması ve bir acil eylem planı hazırlaması gerekmektedir.

7- Proje sonuçları da göstermektedir ki Türkiye'nin Kuzeydoğu Levant Denizi kıyılarında bulunan İskenderun körfezi kıyıları, plastik kirliliği açısından uzun dönemli izlenmeli ve bu izleme çalışmalarından elde edilen sonuçlar ışığında plastik kirliliğinin azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abidli, S., Antunes, J. C., Ferreira, J. L., Lahbib, Y., Sobral, P., and Trigui El Menif, N. 2018. "Microplastics in sediments from the littoral zone of the north Tunisian coast (Mediterranean Sea)." *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Academic Press, 205, 1–9.
- Aytan, U., Valente, A., Senturk, Y., Usta, R., Esensoy Sahin, F. B., Mazlum, R. E., and Agirbas, E. 2016. "First evaluation of neustonic microplastics in Black Sea waters." *Marine Environmental Research*, 119, 22–30.
- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., and Barlaz, M. 2009. "Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments." *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 364(1526), 1985–1998.
- Blettler, M. C. M., Abrial, E., Khan, F. R., Sivri, N., and Espinola, L. A. 2018. "Freshwater plastic pollution: Recognizing research biases and identifying knowledge gaps." *Water Research*, Pergamon, 143, 416–424.
- Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K., and Janssen, C. R. 2011. "Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast." *Marine Pollution Bulletin*, 62(10), 2199–2204.
- Constant, M., Kerhervé, P., Mino-Vercellio-Verollet, M., Dumontier, M., Sánchez Vidal, A., Canals, M., and Heussner, S. 2019. "Beached microplastics in the Northwestern Mediterranean Sea." *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 142, 263–273.
- Costa, L. L., Rangel, D. F., and Zalmon, I. R. 2018. "Evidence of marine debris usage by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787)." *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 128, 438–445.
- Critchell, K., and Hoogenboom, M. O. 2018. "Effects of microplastic exposure on the body condition and behaviour of planktivorous reef fish (*Acanthochromis polyacanthus*)." *PLOS ONE*, (H. M. Patterson, ed.), Public Library of Science, 13(3), 1–19.
- Dehghani, S., Moore, F., and Akhbarizadeh, R. 2017. "Microplastic pollution in deposited urban dust, Tehran metropolis, Iran." *Environmental Science and Pollution Research*, 24(25), 20360–20371.
- Doody, J. P. 2012. *Integrated Action – Machair, Human History and Nature Intertwined*. Springer, London.
- Drius, M., Carranza, M. L., Stanisci, A., and Jones, L. 2016. "The role of Italian coastal dunes as carbon sinks and diversity sources. A multi-service perspective." *Applied Geography*, Pergamon, 75, 127–136.
- Duis, K., and 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*, SpringerOpen, 28(1), 1–25.
- Duncan, E. M., Arrowsmith, J., Bain, C., Broderick, A. C., Lee, J., Metcalfe, K., Pikesley, S. K., Snape, R. T. E., van Sebille, E., and Godley, B. J. 2018. "The true depth of the Mediterranean plastic problem: Extreme microplastic pollution on marine turtle nesting beaches in Cyprus." *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 136, 334–340.
- de Francesco, M. C., Carranza, M. L., and Stanisci, A. 2018. "Beach litter in Mediterranean coastal dunes: an insight on the Adriatic coast (central Italy)." *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, Springer International Publishing, 1–6.

- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., O'Connor, I., Carretero, O., Filgueiras, A., Viñas, L., Gago, J., Antunes, J., Bessa, F., Sobral, P., Goruppi, A., Tirelli, V., Pedrotti, M. L., Suaria, G., Aliani, S., Lopes, C., Raimundo, J., Caetano, M., Palazzo, L., de Lucia, Giuseppe Andrea Camedda, A., Muniategui, S., Grueiro, G., Fernandez, V., Andrade, J., Dris, R., Laforsch, C., Scholz-Böttcher, B. M., and Gerdt, G. 2018. Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. JPI-Oceans BASEMAN project.
- Fuentes, M. M. P. B., Limpus, C. J., Hamann, M., and Dawson, J. 2010. "Potential impacts of projected sea-level rise on sea turtle rookeries." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Wiley-Blackwell, 20(2), 132–139.
- Galloway, T., and Lewis, C. 2017. "Marine microplastics." *Current Biology*, 27(11), R445–R446.
- Gündoğdu, S. 2017. "High level of micro-plastic pollution in the Iskenderun Bay NE Levantine coast of Turkey." *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4), 401–408.
- Gündoğdu, S. 2018. "Contamination of table salts from Turkey with microplastics." *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 35(5), 1006–1014.
- Gündoğdu, S., and Çevik, C. 2017. "Micro- and mesoplastics in Northeast Levantine coast of Turkey: The preliminary results from surface samples." *Marine Pollution Bulletin*, 118(1–2), 341–347.
- Gündoğdu, S., Çevik, C., Ayat, B., Aydoğan, B., and Karaca, S. 2018. "How microplastics quantities increase with flood events? An example from Mersin Bay NE Levantine coast of Turkey." *Environmental Pollution*, 239, 342–350.
- Gündoğdu, S., Yeşilyurt, İ. N., and Erbaş, C. 2019. "Potential interaction between plastic litter and green turtle *Chelonia mydas* during nesting in an extremely polluted beach." *Marine Pollution Bulletin*, 140, 138–145.
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B., and Kideys, A. E. 2017. "Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish." *Environmental Pollution*, 223, 286–294.
- Hidalgo-ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., and Thiel, M. 2012. "Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification." *Environmental Science & Technology*, 46, 3060–3075.
- Kaberi, H., Tsangaris, C., Zeri, C., Mousdis, G., Papadopoulos, A., and Streftaris, N. 2013. "Microplastics along the shoreline of a Greek island (Kea isl., Aegean Sea): types and densities in relation to beach orientation, characteristics and proximity to sources." 4th International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics, Mykonos Island, Greece, 197–202.
- Karkanorachaki, K., Kiparissis, S., Kalogerakis, G. C., Yiantzi, E., Psillakis, E., and Kalogerakis, N. 2018. "Plastic pellets, meso- and microplastics on the coastline of Northern Crete: Distribution and organic pollution." *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 133, 578–589.
- Korež, Š., Gutow, L., and Saborowski, R. 2019. "Microplastics at the strandlines of Slovenian beaches." *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 145, 334–342.
- Kunz, A., Walther, B. A., Lowemark, L., and Lee, Y. C. 2016. "Distribution and quantity of microplastic on sandy beaches along the northern coast of Taiwan." *Marine Pollution Bulletin*, 111(1–2), 126–135.
- Laglbauer, B. J., Franco-Santos, R. M., Andreu-Cazenave, M., Brunelli, L., Papadatou, M.,

- Palatinus, A., Grego, M., and Deprez, T. 2014. "Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia." *Marine Pollution Bulletin*, 89(1–2), 356–366.
- Lavers, J. L., and Bond, A. L. 2017. "Exceptional and rapid accumulation of anthropogenic debris on one of the world's most remote and pristine islands." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(23), 6052–6055.
- Law, K. L., Moret-Ferguson, S., Maximenko, N. A., Proskurowski, G., Peacock, E. E., Hafner, J., and Reddy, C. M. 2010. "Plastic Accumulation in the North Atlantic Subtropical Gyre." *Science*, 329(5996), 1185–1188.
- Lee, J., Hong, S., Song, Y. K., Hong, S. H., Jang, Y. C., Jang, M., Heo, N. W., Han, G. M., Lee, M. J., Kang, D., and Shim, W. J. 2013. "Relationships among the abundances of plastic debris in different size classes on beaches in South Korea." *Marine Pollution Bulletin*, 77(1–2), 349–354.
- Liubartseva, S., Coppini, G., Lecci, R., and Clementi, E. 2018. "Tracking plastics in the Mediterranean : 2D Lagrangian model." *Marine Pollution Bulletin*, 129(February), 151–162.
- Losh, S. 2015. "A proposed method to analyze meso-and microplastic pollution on beaches in Oregon." Honors Baccalaureate of Science in Environmental Science, Oregon State University, University Honors College, Oregon, USA.
- Lots, F. A. E., Behrens, P., Vijver, M. G., Horton, A. A., and Bosker, T. 2017. "A large-scale investigation of microplastic contamination: Abundance and characteristics of microplastics in European beach sediment." *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 123(1–2), 219–226.
- Lusher, A. 2015. "Microplastics in the Marine Environment: Distribution, Interactions and Effects." *Marine Anthropogenic Litter*, M. Bergmann, L. Gutow, and M. Klages, eds., Springer, Fiskebäckskil, Sweden, 245–307.
- Lusher, A. L., Hernandez-Milian, G., Berrow, S., Rogan, E., and O'Connor, I. 2018. "Incidence of marine debris in cetaceans stranded and bycaught in Ireland: Recent findings and a review of historical knowledge." *Environmental Pollution*, 232, 467–476.
- Munari, C., Scoponi, M., and Mistri, M. 2017. "Plastic debris in the Mediterranean Sea: Types, occurrence and distribution along Adriatic shorelines." *Waste Management*, 67, 385–391.
- Nelms, S. E., Duncan, E. M., Broderick, A. C., Galloway, T. S., Godfrey, M. H., Hamann, M., Lindeque, P. K., and Godley, B. J. 2016. "Plastic and marine turtles: A review and call for research." *ICES Journal of Marine Science*, Oxford University Press, 73(2), 165–181.
- OECD. 2015. *Environment at a Glance 2015*. Environment at a Glance, OECD.
- Özsoy, E., and Sözer, A. 2006. "Forecasting circulation in the Cilician Basin of the Levantine Sea." *Ocean Science Discussions*, 3(5), 1481–1514.
- Oztekin, A., and Bat, L. 2017. "Microlitter Pollution in Sea Water: A Preliminary Study from Sinop Sarikum Coast of the Southern Black Sea." *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(6), 1431–1440.
- PAGEV. 2018. *Türkiye Plastik Sektörü İzleme Raporu*.
- Pinheiro, L. M., Monteiro, R. C. P., Ivar do Sul, J. A., and Costa, M. F. 2019. "Do beachrocks affect microplastic deposition on the strandline of sandy beaches?" *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 141, 569–572.
- PlasticEurope. 2015. "Plastics—The facts 2015: An analysis of European plastics production, demand and waste data." <<http://www.plasticseurope.org/>>.

- Poeta, G., Battisti, C., and Acosta, A. T. R. 2014. "Marine litter in Mediterranean sandy littorals : Spatial distribution patterns along central Italy coastal dunes." *Marine Pollution Bulletin*, Elsevier Ltd, 89(1–2), 168–173.
- Prevenios, M., Zeri, C., Tsangaris, C., Liubartseva, S., Fakiris, E., and Papatheodorou, G. 2018. "Beach litter dynamics on Mediterranean coasts: Distinguishing sources and pathways." *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 129(2), 448–457.
- Sherman, P., and van Sebille, E. 2016. "Modeling marine surface microplastic transport to assess optimal removal locations." *Environmental Research Letters*, 11(1).
- de Souza Machado, A. A., Kloas, W., Zarfl, C., Hempel, S., and Rillig, M. C. 2018. "Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems." *Global Change Biology*, Wiley/Blackwell (10.1111), 24(4), 1405–1416.
- Tunçer, S., Artüz, O. B., Demirkol, M., and Artüz, M. L. 2018. "First report of occurrence, distribution, and composition of microplastics in surface waters of the Sea of Marmara, Turkey." *Marine Pollution Bulletin*, Pergamon, 135, 283–289.
- Turner, A., and Holmes, L. 2011. "Occurrence, distribution and characteristics of beached plastic production pellets on the island of Malta (central Mediterranean)." *Marine Pollution Bulletin*, Elsevier Ltd, 62(2), 377–381.
- WWF. 2018. Out of the plastic trap: saving the Mediterranean from plastic pollution.
- Yabanlı, M., Yozukmaz, A., Şener, İ., and 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*, Pergamon, 145, 47–55.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Dr. SEDAT GÜNDOĞDU
Proje No:	117Y212
Proje Başlığı:	İskenderun Körfezi Çevresinde Bulunan Kumul Sahillerdeki Mikroplastik Kirliliğinin Mevcut Durumunun Belirlenmesi
Proje Türü:	3001 - Başlangıç AR-GE
Proje Süresi:	16
Araştırmacılar:	CEM ÇEVİK
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	ÇUKUROVA Ü. SU ÜRÜNLERİ F. SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLERİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	01/03/2018 - 01/07/2019
Onaylanan Bütçe:	88002.0
Harcanan Bütçe:	54210.21
Öz:	<p>Mikroplastik kirliliğinin dağılımının ve konsantrasyonunun belirlenmesi, çevreye olan etkisinin ortaya konması açısından oldukça önemlidir. Özellikle Akdeniz gibi yarı kapalı ekosistemlerde bu önem daha da artmaktadır. Çünkü Akdeniz, etrafındaki aşırı nüfus ile endüstrileşmeden dolayı ciddi bir kirlilik baskısı altındadır. Bu baskının Akdeniz'in tüm kompartımanlarında hangi düzeyde olduğunu belirlenmesi alınacak önlemler için de oldukça önemlidir. Akdeniz'i tehdit eden en önemli kirlilik çeşidi, plastiklerin neden olduğu kirliliktir. Plastikler içerisinde de mikroplastik kirliliği önemli bir yer tutmaktadır. Bu proje ile Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında yer alan İskenderun Körfezi çevresindeki kumul sahillerin mikroplastik kirliliği ilk defa araştırılmıştır. Bu amaçla Mayıs 2018 döneminde 13, Kasım 2018 döneminde de aynı istasyonların 11'inde gerçekleştirilen saha çalışmalarıyla mikroplastik kirliliği dönemsel olarak belirlenmiştir. Örnekleme çalışması, her istasyondan, Mayıs 2018 ve Kasım 2018 dönemleri içerisinde özellikle su hareketliliği ve rüzgâr hareketinin minimum olduğu zamanlarda, her istasyonun kendi içinde mikroplastik açısından homojen bir dağılım gösterdiği varsayımı altında, tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenmiş noktalardan kumulun ilk 5 cm'lik derinliğini alacak şekilde 1x1 m'lik kuadratlar yardımıyla yapılmıştır. Mayıs 2018 döneminde 100.7±35.7 adet/kg (1044±219.2 adet/m²) mikroplastik, Kasım 2018 döneminde de 105.4±33.0 adet/kg (1149.3±201.1 adet/m²) mikroplastik konsantrasyonu tespit edilmiştir. Dönemsel mikroplastik konsantrasyonları arasındaki fark genel ortalamalar için istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Mayıs 2018 döneminde en yoğun mikroplastik konsantrasyonuna 658.3±42 adet/kg ile Dörtöl lokasyonunda, Kasım 2018 döneminde de 374.8.3±38.5 adet/kg ile Erzin/Burnaz lokasyonunda rastlanılmıştır. Tüm istasyonlarda her iki dönemde de 5 farklı tipte (Fibriler/Filament, Film, Fragment, Köpük, Pelet/Granüler) mikroplastığe denk gelinmiş ve en fazla karşılaşılan mikroplastik tipi fragment tipteki mikroplastikler olmuştur. Her iki dönemde de en sık rastlanan boy grubu 1-5 mm boy grubundaki mikroplastikler olmuştur. Bu proje sonuçları da göstermektedir ki İskenderun Körfezi kıyıları yüksek düzeyde mikroplastik kirliliği tehdidiyle karşı karşıyadır.</p>
Anahtar Kelimeler:	Mikroplastik, İskenderun Körfezi, Kuzeydoğu Levant, Sahil, Plastik Kirliliği
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Evet
Projeden Yapılan Yayınlar:	1- Microplastic pollution of the Akyatan Beach one of the most important sea turtle nesting area at NE Mediterranean Coasts of Turkey (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),