



**MARMARA DENİZİ BÜYÜKÇEKMECE VE TUZLA
İSTASYONLARI MİKROPLASTİK
MİKTARLARI VE DAĞILIMI**

MUSTAFA YİĞİT KONYA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN
Temmuz - 2019
Her hakkı saklıdır**

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MARMARA DENİZİ BÜYÜKÇEKMECE VE TUZLA İSTASYONLARI
MİKROPLASTİK MİKTARLARI VE DAĞILIMI**

MUSTAFA YİĞİT KONYA

TOKAT
Temmuz - 2019

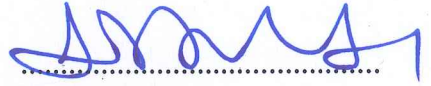
Her hakkı saklıdır

Mustafa Yiğit Konya tarafından hazırlanan “Marmara Denizi Büyükçekmece ve Tuzla İstasyonları Mikroplastik Miktarları ve Dağılımı” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 5 TEMMUZ 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu İle Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ekrem BUHAN



Prof. Dr. Şenol AKIN

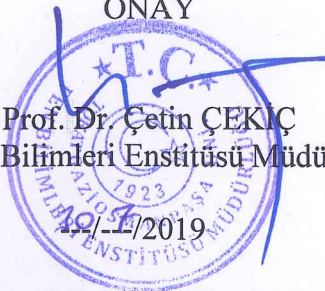


Doç.Dr. Nihat YEŞİLAYER



ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

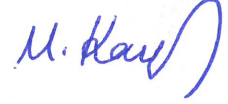


TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

MUSTAFA YİĞİT KONYA

5 Temmuz 2019



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MARMARA DENİZİ BÜYÜKÇEKMECE VE TUZLA İSTASYONLARI MİKROPLASTİK MİKTARLARI VE DAĞILIMI

MUSTAFA YİĞİT KONYA

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DR. ÖĞR. ÜYESİ EKREM BUHAN)

İnsanların doğaya boşalttığı veya terk ettiği atıkların denizel çevre üzerindeki olumsuz etkileri 1970'li yıllardan beri bilinmektedir ve günümüze kadar sürdürülen çalışmalar denizel atıkların miktarının her geçen gün artmaya devam ettiğini ortaya koymuştur. Mikroplastik varlığının günümüzde okyanusların en derin bölgelerinden kutupların en uzak noktalarına kadar uzanan geniş alanlara ulaşmış olması, plastik kullanımının her geçen gün artması ve deniz canlılarının üzerindeki etkisi plastik sorunun her geçen gün büyüyeceğini ve dünya üzerindeki tüm canlılar için büyük sorunlar oluşturacağını göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı Marmara denizinde bulunan 2 farklı noktada ki mikroplastik varlığını ortaya koymaktır. Çalışmada Mayıs 2018 yılında MBC ve MY1 istasyonlarında, Yüzey suyu örnekleme, Su kolonu örnekleme ve sediment örnekleme yapılmış ve 3 fraksiyonda da mikroplastiklerin varlığı, türleri ve sayıları ortaya konmuştur. Yüzey suyu ve sediman çalışmalarında MBC istasyonunda daha fazla mikroplastik parçacık görülürken su kolonu çalışmasında MY1 istasyonunda daha fazla mikroplastik parçacık tespit edilmiştir. Ayrıca aynı istasyonlarda 2016 yılı ve 2018 yılı karşılaştırması yapılmış 2018 yılında her iki istasyonda da plastik parçacık sayısında artış görülmüştür. Her iki istasyon için yapılan çalışmada da fiber parçacıkların fazlalığı dikkat çekmektedir.

2019, 77 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Mikroplastikler, Marmara Denizi Mikroplastik miktarları

ABSTRACT

MASTER THESIS

MICROPLASTIC QUANTITIES AND DISTRIBUTION OF MARMARA SEA BÜYÜKÇEKMECE AND TUZLA STATIONS

MUSTAFA YİĞİT KONYA

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF WATER PRODUCTS

(SUPERVISOR:)ASST. PROF. DR.EKREM BUHAN

The negative impacts of wastes discharged or abandoned by humans on the marine environment have been known since the 1970s, and studies to date have shown that the amount of marine wastes continues to increase every day.

The fact that microplastic existence has reached wide areas extending from the deepest parts of the oceans to the furthest points of the poles, the increasing use of plastics and the impact on the marine organisms shows that the plastic problem will grow with each passing day and create big problems for all living things on earth.

The aim of this study is to reveal the presence of microplastics in two different points in the Marmara Sea.

In the study, surface water sampling, water column sampling and sediment sampling were carried out in MBC and MY1 stations in May 2018 and the presence, types and numbers of microplastics in 3 fractions were determined. MBC station more microplastic particles were observed in the surface and sediment fraction. However, MY1 station in the water column fraction microplastics was more than others. In addition, 2016 and 2018 comparisons were made at the same stations. In 2018, the number of plastic particles increased at both stations. In the study conducted for both stations, the excess fiber particles are remarkable.

2019, 77 PAGE

KEYWORDS:Microplastic, Marmara sea microplastic

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgilerimi benimle paylaşan, bana her konuda destek olan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi. Ekrem BUHAN' a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Yine her konuda bilgilerimi ve desteklerini esirgemeyen Prof.Dr. Şenol AKIN ve Doç.Dr. Nihat YEŞİLAYER'e teşekkürlerimi sunarım.

Örnekleme ve laboratuvar aşamasındaki yardımları ve bana edindirdiği tüm kimya bilgileri için Yüksek Kimya Müh. Hakan ATABAY'a tez ile ilgili yardımları ve desteği için Yüksek Kimyager Ertuğrul ASLAN' a, tez çalışmamda örneklemeden analiz e kadar olan süreçte benden desteğini esirgemeyen TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsündeki tüm çalışma arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkür eder; minnetlerimi sunarım.

Ailemden uzakta bu eğitim sürem boyunca benden desteğini hiç esirgemeyen eşim Seda KONYA ve Babam Halil Konya'ya; kendilerine yeteri kadar zaman ayıramadığım çocuklarım Derin Efe KONYA ve Halil Deniz KONYA' ya şükran duygularımı sunarım.

MUSTAFA YİĞİT KONYA

5 Temmuz 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1 Çalışma Alanı.....	10
3.2 Saha Çalışmaları ve Örnekleme	12
3.2.1 Örnekleme yöntemleri	12
3.2.1.1 Yüzey suyu örnekleme.....	12
3.2.1.2 Su Kolonu Örnekleme (Dikey çekim)	13
3.2.1.3 Sediment Örnekleme.....	15
3.3 Laboratuvar Çalışmaları ve Analiz	15
3.3.1 Yüzey Suyu Örnekleri Laboratuvar Çalışmaları	15
3.3.2 Su Kolonu örnekleri Laboratuvar Çalışmaları.....	16
3.3.3 Sediman Örnekleri Laboratuvar Çalışmaları.....	16
3.3.4 Örneklerin Mikroskop Altında Ayrıştırılması	17
3.3.5 Verilerin Analizi	18
4. BULGULAR.....	19
4.1 Büyükçekmece (MBC İstasyonu) Sonuçları	19
4.1.1 Yüzey Suyu Sonuçları	19
4.1.1.1 Büyükçekmece MBC İstasyonu Yüzey suyu 200 µm -1 mm Analiz Sonuçları	19
4.1.1.2 Büyükçekmece MBC İstasyonu Yüzey suyu 1 mm- 5 mm Analiz Sonuçları	20
4.1.2 Su Kolonu Sonuçları.....	23
4.1.2.1 Büyükçekmece MBC İstasyonu Su kolonu 200 µm -1 mm Analiz Sonuçları	23
4.1.2.2 Büyükçekmece MBC İstasyonu Su kolonu 1 mm-5 mm Analiz Sonuçları	24
4.1.3 Sediment (Dip Çamuru) Çalışmaları	25
4.2 Tuzla (MY1 İstasyonu) Sonuçları	27
4.2.1 Yüzey Suyu Sonuçları	27
4.2.1.1 Tuzla (MY1) İstasyonu Yüzey Suyu 200 µm -1 mm Analiz Sonuçları	27
4.2.1.2 Tuzla (MY1) İstasyonu Yüzey Suyu 1 mm- 5 mm Analiz Sonuçları	28

4.2.2	Su Kolonu Sonuçları.....	31
4.2.2.1	Tuzla (MY1) İstasyonu Su Kolunu 200 µm -1 mm Analiz Sonuçları..	31
4.2.2.2	Tuzla (MY1) İstasyonu Su Kolunu 1 mm-5 mm Analiz Sonuçları.....	32
4.2.3	Sediment (Dip Çamuru) Çalışmaları	33
4.3	MBC (Büyükçekmece) ve MY1 (Tuzla) İstasyonlarının Geçmiş Dönem Çalışmaları ile Karşılaştırılması (2016-2018).....	37
4.3.1	MBC İstasyonu Yüzey Suyu Çalışmalarının Karşılaştırılması (1mm-5mm Boy Grubu).....	37
4.3.2	MBC İstasyonu Sediment Çalışmaları Karşılaştırılması (1mm-5mm Boy Grubu)	39
4.3.3	MBC İstasyonu Yüzey Suyu Çalışmalarının Karşılaştırılması (200 µm- 1 mm Boy Grubu).....	42
4.3.4	MBC İstasyonu Sediment Çalışmaları Karşılaştırılması (200 µm- 1 mm Boy Grubu)	43
4.3.5	MY1 İstasyonu Yüzey Suyu Çalışmalarının Karşılaştırılması (1mm-5mm Boy Grubu).....	45
4.3.6	MY1 İstasyonu Sediment Çalışmaları Karşılaştırılması (1mm-5mm Boy Grubu)	47
4.3.7	MY1 İstasyonu Yüzey Suyu Çalışmalarının Karşılaştırılması (200 µm-1mm Boy Grubu).....	48
4.3.8	MY1 İstasyonu Sediment Çalışmaları Karşılaştırılması (200µm-1mm boy grubu)	49
4.4	FTIR (Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre) İle Yapılan Ölçümler	51
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	67
6.	KAYNAKLAR	73
7.	ÖZGEÇMİŞ	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Açıklama

µm	Mikrometre
mm	Milimetre
m	Metre
km	Kilometre
%	Yüzde
°	Derece
'	Dakika
"	Saniye
L	Litre
ml	Mililitre
g	Gram
m	Metre
km	Kilometre
m ²	Metrekare
km ²	Kilometrekare
t	Ton

Kısaltmalar

Açıklama

FTIR	Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre
GF/C	Cam mikro fiber filtre kâğıdı
NaCl	Sodyum Klorür
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
HCl	Hidroklorik Asit
µm	Mikrometre
MBC	Büyükçekmece İstasyonu
MY1	Tuzla İstasyonu

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Örnekleme istasyonları haritası	10
Şekil 3.2. Manta net ile örnekleme sonrası ağı yıkama işlemi	13
Şekil 3.3. Nansen tipi Plankton Kepçesi	14
Şekil 3.4. Örneklenen Materyal	14
Şekil 3.5. Van Veen Grap (1000 cm ²)	15
Şekil 3.6. Sediment Örnekleme.....	15
Şekil 3.7. Olympus marka SZX 10 model Mikroskop	18
Şekil 4.1. MBC 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	19
Şekil 4.2 MBC 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler. Dağılımı (a), Resmi (b)	20
Şekil 4.3. 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler Dağılımı (a), Resmi (b)	21
Şekil 4.4. 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre Sert Plastikler Dağılımı (a), Resmi (b).....	21
Şekil 4.5. 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre naylonlar Dağılımı (a), Resmi (b) ...	22
Şekil 4.6. 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler dağılımı (a), resmi (b).....	22
Şekil 4.7. MBC 200µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	23
Şekil 4.8. 200 µm-1 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	24
Şekil 4.9. MBC 1 mm- 5mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	25
Şekil 4.10. 1 mm- 5 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	25
Şekil 4.11. 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler Dağılımı (a), Resmi (b).....	26
Şekil 4.12. 200 µm- 1 mm grubunda adetlerine göre sert plastikler dağılımı (a), Resmi (b).....	26
Şekil 4.13. MY1 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	27

Şekil 4.14. MY1 200 µm- 1 mm adetlerine göre sert plastikler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	28
Şekil 4.15. Yüzey suyunda 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler dağılımı (a), resmi (b).....	29
Şekil 4.16. 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler Dağılımı (a), Resmi (b).....	29
Şekil 4.17. 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre naylonlar Dağılımı (a), Resmi (b).	30
Şekil 4.18. 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre straforlar dağılımı (a), Resmi (b) ..	30
Şekil 4.19. Su kolonunda 200 µm- 1 mm boy grubunda fiberler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	31
Şekil 4.20. 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler Dağılımı (a), Resmi (b).....	32
Şekil 4.21. Su kolonunda 1 mm boy grubunda adetlerine göre plastikler. Dağılımı (a), Resmi (b).....	32
Şekil 4.22. 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler Dağılımı (a), Resmi (b).....	33
Şekil 4.23. 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler Dağılımı (a), Resmi (b).....	33
Şekil 4.24. 2016 Yılı İSKİ Projesi kapsamında yapılan Mikroplastik Çalışması Çalışma Alanları	37
Şekil 4.25. 1-5 mm fiberler karşılaştırması (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı	38
Şekil 4.26. 1-5 mm naylonlar karşılaştırması (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı.....	39
Şekil 4.27. 1-5 mm karşılaştırması (a) 2016 Yılı, (b)2018 Yılı.....	40
Şekil 4.28. 200 µm- 1 mm sert plastikler karşılaştırması (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı.	42
Şekil 4.29. 200 µm- 1 mm sert plastikler karşılaştırması (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı.	43
Şekil 4.30. 200 µm- 1 mm Sediment çalışması karşılaştırması (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı	44
Şekil 4.31. Yüzey suyunda 1-5 mm fiberler karşılaştırması. (a)2016 Yılı, (b)2018 Yılı	46
Şekil 4.32. 1-5 mm sert plastikler karşılaştırması. (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı	46
Şekil 4.33. 200 µm-1mm fiberler karşılaştırması. (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı.....	48
Şekil 4.34. 200 µm-1mm sert plastikler karşılaştırması. (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı..	49
Şekil 4.35. 200 µm-1mm fiberler karşılaştırması. (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı.....	50

Şekil 4.36. Analizlerde kullanılan Perkin Elmer marka Spectrum One model FT-IR Spektrometre cihazı	51
Şekil 4.37. Strafor örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	52
Şekil 4.38. Strafor örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	53
Şekil 4.39. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	54
Şekil 4.40. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	55
Şekil 4.41. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	56
Şekil 4.42. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	57
Şekil 4.43. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	58
Şekil 4.44. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	59
Şekil 4.45. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	60
Şekil 4.46. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	61
Şekil 4.47. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	62
Şekil 4.48. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	63
Şekil 4.49. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	64
Şekil 4.50. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	65
Şekil 4.51. Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü	66

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Mikroplastik örnekleme çekim alanları ve örnekleme bilgileri.....	11
Çizelge 4.1. Bölge ve değerlendirilen matrislere göre tespit edilen 200 µm- 1 mm boy grubuna dahil mikroplastik miktarları ve cinslerine göre sınıflandırılması. 35	
Çizelge 4.2. Bölge ve değerlendirilen matrislere göre tespit edilen 1-5 mm boy grubuna dahil mikroplastik miktarları ve cinslerine göre sınıflandırılması. 36	
Çizelge 4.3. 2016 Yılı Ve 2018 Yılı MBC İstasyonu Yüzey Suyu Ve Sediman da 1 mm- 5 mm Boy Gurubunda Bulunan Plastik Parçacıkların Karşılaştırma tablosu.....	41
Çizelge 4.4. 2016 Yılı Ve 2018 Yılı MBC İstasyonu Yüzey Suyu Ve Sediment 200 µm- 1 mm Boy Gurubunda Bulunan Plastik Parçacıkların Karşılaştırma tablosu.....	44
Çizelge 4.5. 2016-2018 Yılı MY1 İstasyonu Yüzey Suyu ve Sedimentte 1 mm-5 mm Boy Gurubuna Dâhil Bulunan Plastik Parçacıkların Karşılaştırma Tablosu 47	
Çizelge 5.1. Tez çalışması ile Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	69

1. GİRİŞ

Kolay erişilebilir olması, hızlı işlenebilmesi ve düşük maliyetler ile elde edilebilmesi sebebi ile plastikler hayatımızın hemen her alanında yer bulmaktadır.

Tüm dünyada geçmişten geleceğe plastik tüketimine bakıldığında, 1960'larda toplam 7 milyon ton olan tüketimin günümüzde yaklaşık 400 milyon ton olduğu ve 2020 yıllarında ise bu tüketim miktarının 540 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. Toplam plastik tüketiminin günümüzden itibaren yılda yaklaşık % 4-6,2 oranında artacağı tahmin edilmektedir.

Mikroplastikler, boyu 5 mm küçük olan plastik parçacıklarına verilen isimdir. Mikro plastik terimi çeşitli araştırmacılar tarafından farklı olarak tanımlanmıştır. Gregory ve Andrady (2003); mikro plastikleri 500 µm luk bir elekten geçen 67 µm luk elekte tutunan ve görünebilen parçacıklar olarak tanımlamıştır.

Daha sonra mikroplastik terimi, yaklaşık 20 mm çapındaki plastik parçacıklara atıfta bulunmak için kullanılmıştır (Thompson ve ark., 2004).

Mikroplastik tanımı son olarak tüm plastik parçacıkları <5 mm olacak şekilde değiştirilmiştir (Arthur ve ark., 2009).

Genel olarak plastik parçacıkları boyutlarına göre,

- Mezo Plastikler (Boyu 5 mm den büyük olan parçacıklar)
- Mikro Plastikler (Boyu 5 mm küçük 200 µm büyük olan plastik parçacıklar)
- Nano Plastikler (Boyu 1 µm büyük olan plastik parçacıklar)

olarak tanımlayabiliriz.

Deniz yüzeyinde, deniz tabanında ve kıyı şeridinde yüzen deniz atıkları, Kutuplardan Ekvator'a kadar olan dünyanın tüm okyanus sularını kirletmektedir (Gregory 1997; Barnes 2009; Zarfl ve Matthies, 2010). Bütün deniz atıklarının %60-80'ini plastik malzemeler oluşturmaktadır (Gregory ve Ryan, 1997). Bu kirlenme var olan deniz tabiatını tehdit ettiği için geleceğimiz ve deniz canlıları üzerinde ciddi endişelere yol açmaktadır (Ryan,2009).

Plastik atıklar; üretim atıkları ve tüketim atıkları olmak üzere ikiye ayrılır.

Fabrikalarda üretim sırasında oluşan kırpıntılar, parçalar, döküntüler ve hatalı ürünler üretim artıkları.

Evsel, endüstriyel, ulaşım, tarımsal faaliyetler amacıyla kullanım sonrası oluşan plastik atıklarını da tüketim atıkları olarak tanımlayabiliriz.

Bu durumu örneklendirecek olursak dünya da milyonlarca insan tarafından kullanılan yüz temizleme jelleri içerisinde bulunan plastik parçacıklar veya çamaşır makinası ile yapılan yıkamalar sonucu yüz binlerce parçacık direkt olarak deniz suyu ile buluşabilmektedir.

Mikroplastik türlerinden fiberlerin (polyester ve akrilik) özellikle çamaşır makineleri alt suyu ve atık sular ile denizel ortama ulaştığı görülmüştür (Browne ve ark., 2011).

Denizlere çöpler direkt ve dolaylı olarak 2 farklı şekilde karışmaktadır. Dolaylı karışım kara kökenli karışım olarak bilinmekte olup bu kirlilik şekli deniz kirliliğinin % 80 ini oluşturmaktadır (Sheavly, 2005).

Yağmur suları ile su kanallarına, su kanallarından derelere, derelerden nehirlere ve buradan da denizlere ulaşarak ciddi plastik ve deniz kirliliklerine yol açmaktadırlar (Sheavly, 2005).

Şiddetli yağışlar sırasında atık su arıtma sistemlerinin taşıma kapasiteleri de aşılabılır. Bu gibi durumlarda lağım suları ve yağmur suları doğrudan yakınlardaki nehirlere veya denizlere deşarj edilir. Bu deşarjlar sırasında şırıngalar, sokak çöpleri ve evsel atık plastik çöplerin denizlere yüksek miktarlarda karıştığı gözlemlenmiştir (Sheavly, 2005).

Endüstriyel faaliyetler sonucunda deniz kirlilikleri de gözlemlenmektedir. Plastik hammaddelerinin çapları 2-6 mm palet şeklindedir. Bu hammaddelerin işlenmeleri, nakliye veya taşınma durumlarında da kazara dökülmelerin gerçekleştiği ve bu hammaddelerin deniz ve okyanuslarda bulunduğu gözlemlenmiştir (Redford ve ark., 1997).

Ticari balıkçılık faaliyetleri kapsamında da deniz kirliliğinin plastikler açısından hem yüzey sularında hem de deniz tabanında çok ciddi sorun olduğu görülmektedir. Deniz yüzeyinde halatlar, şamandıralar, mutfak atıkları balık yemi çuvaları veya kutuları ilk dikkat çekenlerdir (Sheavly, 2007; Morishige ve ark., 2007; Pichel ve ark., 2007).

Eğlence amaçlı kullanılan deniz vasıtalarının da deniz kirliliklerine yol açtığı görülmüştür. Bunların başında olta takımları, eğlence amaçlı kullanılan deniz malzemeleri, yemek ve paketleme malzemeleri gelmektedir (Sheavly, 2005).

Deniz temelli kaynaklar için ise her türlü tekne, gemi, deniz de iş yapan platform deniz kirliliği kaynağı olarak görülmektedir. Kirlilik; yürüttüğü faaliyet sebebi çevresine bıraktığı atık ya da denizde batması ya da zarar görmesi sebebi ile olabilir (Sheavly, 2005).

Deniz ve okyanus ortamında bulunan plastik malzemelerin % 18 lik kısmının su ürünleri endüstrisi ve balıkçılık endüstrisine bağlı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca su ürünleri yetiştiriciliğinin de deniz ve okyanuslardaki plastik atıklara ciddi katkısı olduğu düşünülmektedir (Hinojosa ve Thiel, 2009).

Dünyadaki balıkçılık filosunun tamamı plastik malzemelerden imal edilmiş balıkçılık av malzemeleri kullanmaktadır (Watson. 2006). Poliolefinler (PE ve PP) ve naylonlar olta takımları ve temel ağ malzemeleri yapımında kullanılmaktadır (Klust 1982; Timmers ve ark., 2005). Bu kullanımlar sırasında birçok balık av malzemesi denizde kaybolmakta avcılık sebebi ile denizde bırakılmakta hatta kullanım süresinin dolması kullanılamayacak kadar yıpranması sebebi ile bilinçli olarak denizlere atılmaktadır.

Nehirlere, denizlere ve okyanuslara karışan bu polimerik yapıdaki mikroplastik parçacıkların parçalanma süreçleri uzun yıllar gerektiren bir reaksiyon sürecidir. Parçalanma, polimerin ortalama moleküler ağırlığını büyük ölçüde azaltan kimyasal bir değişimdir.

Plastiklerin bütünlüğü yüksek ortalama molekül ağırlıklarına bağlı olduğundan herhangi bir değişim neticesinde parçalanma gerçekleşmeye başlar ve kaçınılmaz olarak malzemeyi zayıflatır (Andrady, 1994; Andrady,1998; Eubeler ve ark., 2009).

Plastikler UV güneş ışınımının foto-oksidatif bozulmasına ve ardından da termal veya kimyasal bozulmaya maruz kalmaya başlar. Foto-oksidatif bozunma bir kere başladığında bozulma Uv radyasyonuna daha fazla maruz kalmaya gerek duymadan bir süre daha termoksidatif olarak da devam edebilir (Andrady, 2011).

Otokatalitik bozunma reaksiyon dizisi sistem de oksijen bulunduğu sürece devam edebilir. Bozunmanın başlaması ile birlikte polimerlerin moleküler ağırlıkları azamaya

başlar ve polimerlerde oksijen bakımından zengin ve fonksiyonel guruplar üretilir. Bu plastikler daha fazla mikrobiyal harekete duyarlı hale gelirler (biyolojik bozulma) ve parçalanma devam eder (Andrady, 2011).

Yaz aylarında hava sıcaklıkları kumlu plaj yüzeylerinde 40 °C üzerine çıkabilir üzerinde plastik döküntülerinde bulunduğu koyu renkli zemin yapılarının bulunduğu alanlarda güneşin etkisi oluşan sıcaklığı daha da arttırabilir. Bu gibi durumlarda ışıkla başlayan oksidatif bozunma süreci daha da hızlanır (Shaw ve Day, 1994).

Plastikler de dâhil olmak üzere tüm biyomalzemeler deniz ortamında biyolojik olarak parçalanma sürecine girecekse de bu süreç ışık geçirgenliği az olan bentik tortuda biriken plastik parçacıklarda güneş ışığının yol açtığı foto-oksidatif bozunmaya kıyasla birkaç kat daha yavaş gerçekleşecektir (Andrady, 2011). Hidroliz süreci bozulmanın en yavaş gerçekleştiği süreçtir. Aynı plajda güneş ışığına maruz kalan plastik parçacıkların bir kısmının daha sonra deniz suyunda yüzmeye başlar yüzen parçacıkların su içerisinde bozunma sürecinin çok daha geç olduğu görülmüştür. Deniz suyuna geçen plastiklerin bozulmasının gecikmesi temel olarak sıcaklıkların deniz ortamında daha düşük olması ve su ortamındaki düşük oksijen konsantrasyonuna bağlıdır. Ayrıca yüzen plastiklerde parçacık yüzeyini önce bir biyofilm kaplayacak ardından da alg ve omurgasızlar ile kaplanarak bir yüzey tıkaması da gerçekleşecektir (Muthukumar, 2011).

Biyokirlenmenin başlangıç hızı, plastiğin yüzey alanına bağlıdır. Yüzey alanı küçük olan plastik malzemeler minimal şekilde kirlenir (Kerr ve Cowling, 2003). Kirlenmenin gerçekleşme süresi mevsim ve su koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Plastik atıklarda bu kaplanma süreci başladığında yoğunluğu da artmaya başlar yoğunluk deniz suyu yoğunluğunu aştığında ise plastik parçacıklar su kolonuna doğru batmaya başlar. (Costerton ve Cheng, 1987; Andrady ve Song, 1991; Railkin, 2003).

Mikroplastiklerin 6 kıtada bulunduğu ve tespit edilen en yüksek miktarların da nüfus yoğunluğunun fazla olduğu yerlerle ilişkili olduğu da yapılan çalışmalar ile ortaya çıkartılmıştır.

Bu çalışma; Marmara Denizi'nde farklı 2 noktada mikroplastik varlığı ve miktarını ortaya koymak ve bundan sonra yapılacak olan çalışmalara örnek teşkil etmesi için İstanbul ili Tuzla ilçesi kentsel arıtma deniz derin deşarj noktası ve Büyükçekmece ilçesi derin deşarj noktası yakınlarında gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Mikroplastikler ile ilgili ilk bilimsel çalışmalar Kuzey Atlantik okyanusu yüzeyindeki plastik parçacıkların varlığı ile alakalı 1970 li yıllarda E. J. Carpenter ve KL Smith tarafından yapılmıştır. Yapılan çalışmada bulunan plastik parçacıkların çoğunluğunun 0.2-0.5 mm boyutlarında olduğu görülmüştür (Carpenter ve ark., 1972).

Moore (2008), 2004–2005 yıllarında iki Los Angeles (ABD) nehrinden su örnekleri kullanarak, <5 mm çapında olan plastik parçacıkların miktarını belirlemiştir. Elde edilen verilerde bu iki nehrin tek başına 3 günlük bir süre içinde deniz ortamına 2 milyardan fazla plastik parçacık bırakacağını ortaya çıkarmıştır.

Farklı örnekleme yöntemlerinin yanı sıra, Mikroplastik varlığının olası bir başka nedeni de çalışma alanıdır. Kapalı ve yarı kapalı denizler çok daha yüksek miktarlarda plastik parçacıklara sahip olduğu bilinmektedir (Barnes ve ark., 2009).

Plastikler birçok farklı polimerlerden oluşur ve içeriklerine, yoğunluklarına ve şekillerine bağlı olarak su da kaldırma, nötr kaldırma veya batma olabilir. Bu haliyle, su sütunu boyunca mikroplastik varlığı gözlenmesi mümkündür. Düşük yoğunluklu mikroplastikler, ağırlıklı olarak deniz yüzeyindeki tabakalarda bulunur; yüzey çekimlerinden elde edilen çok sayıda çalışma ile bu durum belgelenmiştir (Gregory, 1996, Derraik, 2002).

Akıntı veya su hareketlerine bağlı olarak ta su kolonundaki ve yüzey suyundaki konumlarının değişebileceğine dair kanıtlar vardır. Haliç habitatlarında, polipropilen ve polietilen gibi düşük yoğunluklu plastikler, su cepheleriyle karşılaşırlarsa suya batırılacaktır. Ayrıca, kirletici organizmaların bağlanması, yüzen mikroplastiklerin batmasına neden olduğuna dair de bilgiler bulunmaktadır (Derraik 2002; Thompson ve ark. 2004; Barnes ve ark. 2009 ; Browne ve ark., 2010). Polivinilklorür, polyester ve poliamid dâhil olmak üzere yüksek yoğunluklu mikro plastiklerin, sediment tabakası içerisinde daha yoğun miktarlarda bulunması muhtemeldir (Barnes ve ark., 2009).

Son on yıldaki plastik atık miktarları tam olarak bilinmemektedir. Plastik atık seviyelerinin hala artmakta mı yoksa istikrarlı mı olduğu konusunda bazı tartışmalar bulunmaktadır (Thompson ve ark., 2004).

Kuzeybatı Atlantik Okyanusu boyunca gerçekleştirilen 10000 den fazla yüzey suyu örneklemeinin değerlendirilmesinde, 22 yıllık bir süre içinde mikroplastik miktarları açısından önemli bir fark bulunmamıştır (Law ve ark., 2010). Buna karşılık, Claessens ve ark., (2011) son 20 yılda mikroplastik miktarının sürekli arttığını ortaya koymuşlardır.

Mikroplastiklerin tüm denizlerde miktar olarak ve alan olarak arttığı görülmekle birlikte, bu kirleticinin deniz ortamındaki organizmalar üzerindeki biyolojik etkisi hakkında bilgiler yeni ortaya çıkmaktadır (Gregory, 1996; Barnes ve ark., 2009; Ryan ve ark., 2009).

Küçük boyutlarından ve hem pelajik hem de bentik ekosistemlerde bulunmalarından dolayı, mikroplastikler bir çok deniz canlısı tarafından besin olarak alınma potansiyeline sahiptir (Betts, 2008, Thompson ve ark., 2009).

Zooplankton, omurgasızlar ve ekinoderm larvaları dâhil olmak üzere deniz canlılarının, mikroplastikleri yediğini gösteren birçok laboratuvar deneyi yapıldığı bilinmektedir (Wilson, 1973; Hart, 1991; Bolton ve Havenhand, 1998; Brilliant ve MacDonald 2002).

Deniz kuşları, kabuklular ve çeşitli balık türleri dâhil birçok deniz canlısının, mikroplastikleri besin olarak tükettikleri de bilinmektedir. (Blight ve Burger, 1997; Tourinho ve ark., 2010).

Bazı mikroplastik parçacıkların boyutları planktonların boyutuyla örtüşmektedir ve bu nedenle mikroplastiklerin zooplanktonlar tarafından besin olarak alındığında bilinmektedir. Balıklar, mikroplastikleri doğrudan veya dolaylı olarak yutulmuş olan zooplanktonlar ile beslenmesi yoluyla da besin olarak alabilir (Cole ve ark., 2013).

Son 24 yılda batı Kuzey Atlantik Okyanusu'ndan yapılan örneklemelerden arşivlenmiş plastik numuneler ile yapılan araştırmalarda 1990'larda ortalama parçacık büyüklüğü 10,66 mm iken 2000'lerde 5,05 mm'ye kadar düşüş olduğunu ortaya koymuştur. Parçaların yüzde altmış dokuzu, 2-6 mm boyutlarında bulunmaktadır (Morét-Ferguson ve ark., 2010).

Plastik parçaların sürekli parçalanması göz önüne alındığında, parçacık boyutlarının azalan boyutla artması da olası görülmektedir.

Mikroplastik tüketimi deniz canlıları üzerinde çeşitli olumsuz etkilere sahiptir. Öncelikli olarak sindirim sistemi tıkanıklığı ve sürekli tokluk hissi sebebi ile yetersiz beslenme, iç organlarda iltihaplanma ve bununda sonucu olarak ölümler çeşitli yayın ve makalelerde karşımıza çıkmaktadır (Thompson 2006; Andrady 2011).

Bir başka araştırmada ise çok sayıda deniz canlısının, mikroplastikleri aldıklarında, poliket solucanlarının yaptığı gibi, istenmeyen maddeleri (örn. Tortular, doğal tozlar ve partiküller), gibi vücutlarına zarar vermeden kaldırma kabiliyetine sahip olduklarına dikkat çekmektedir. Bu duruma istinaden bazı deniz canlılarının dışkı yoluyla mikro plastikleri atmalarına da değinilmiştir (Thompson ve ark., 2004).

Denizlerde bulunan mikroplastik parçacıklarda, özellikle geniş yüzey alanlarına sahip mikro plastiklerde, su içerisinde bulunan metaller de dâhil olmak üzere bir kısım kirletici madde ile etkileşimde bulunabilir. Bu maddeleri yüzeylerinde toplayabilir (Betts, 2008; Ashton ve ark., 2010). Bunlar endokrin bozucu kimyasallar (Ng ve Obbard, 2006) ve kalıcı organik kirleticiler (KOK), hidrofobik organik kirletici maddeler (HOC'ler) olarak da adlandırılır (Rios ve ark., 2007).

Bu tür kimyasallar, genellikle düşük yoğunluklu mikroplastiklerin de en bol olduğu deniz yüzeyi yani yüzey suyu tabakasında en yüksek yoğunlukta bulunur (Ng ve Obbard, 2006; Rios ve ark., 2007; Teuten ve ark., 2009).

Mikroplastiklerin hidrofobik yapısı nedeniyle, deniz canlıları tarafından tüketildikten sonra üzerine yapışan katkı maddeleri ve monomerler, potansiyel olarak endokrin bozulmasına yol açar ve bunun sonucunda hareketlilik, üreme ve gelişme gibi yaşamsal faaliyetlere ciddi şekilde etki yapabilir (Barnes ve ark., 2009; Lithner ve ark., 2009; Lithner ve ark., 2011).

Polibromlu difenil eterler, ftalatlar ve kurucu monomer bisfenol A dahil yaygın olarak kullanılan plastik katkı maddeleri, endojen hormonların sentezini taklit edebileceği, rekabet edebileceği ya da bozabileceği için endokrin bozucu kimyasal maddeler olarak bilinir (Talsness ve ark., 2009).

Hormonal dengesizlik, gelişim evrelerinde su canlıları üzerinde kalıcı morfolojik sorunlara veya yetişkinlerde cinsel bozulmaya neden olabilir. Ftalatlar, su omurgasızları ve balıklarda genotoksik hasar (midye hemositlerinde mikronükleik ve apoptoz) dâhil olmak üzere, moleküler ve bütün organizma etkileri ile ilişkilendirilmiş, omurgasızlarda

lokomosyon ve balıklarda intersex koşullarında inhibe edilmiştir (Oehlmann ve ark., 2009).

Son yıllarda yapılan çalışmalar ile mikroplastiklerin diğer kirleticiler ile girdiği kontaminasyon kanıtı vurgulanmıştır. Mato ve ark., (2001); Japon sularından toplanan polipropilen plastik parçacıkları üzerinde yüksek konsantrasyonlarda PCB'leri, nonilfenol ve DDE'yi tanımlamışlardır.

Başka bir deneyde, ham plastik parçacıklar ile yapılan deneyde 6 günlük bir maruz kalma süresi içinde deniz suyundan kirlenici maddeleri emdiği gösterilmiştir.

Kirlenici ile kaplı mikroplastik atıklar, bozulmamış ekosistemleri taşınma sebebi ile kirlenmektedir. Ve burada bulunan deniz canlıları tarafından tüketilmesi ile kirliliğin canlılar ile etkileşimi başlamış olacaktır. Bu duruma Truva atı etkisi de denmektedir (Gregory, 1996).

Son yıllarda ülkemizde de mikroplastikler ile ilgili önemli çalışmalar yürütülmektedir. Bunlardan bir tanesi olan Güven ve ark., (2017)'nin çalışmasında toplamda, 1337 balık örneği, 28 tür ve 14 aileyi temsil eden balık örneklerini mikroplastik varlığı açısından incelenmiştir. İncelenen balıkların % 34'ünün midelerinde mikroplastik varlığı gözlemlenmiştir. Tüm balıkların % 41'inin bağırsaklarında mikroplastik varlığı görülmüştür. Balık başına bağırsaklarda bulunan mikroplastik varlığı ortalama 1,81 plastik parçacık olarak tespit etmişlerdir (Güven ve ark., 2017). 771 balık örneğinde toplam numunenin % 58'ini temsil kısmında mikroplastikler görülmüş ayrıca balık başına ortalama 2.36 parçacık ile mikroplastik varlığı ortaya konmuştur (Güven ve ark., 2017).

Güven ve ark., (2017); Akdeniz kıyısında bulunan 18 farklı noktadan yapılan örnekleme neticesinde elde edilen balıklardan 182 adet plastik parçacık varlığı tespit etmişlerdir. Bulunan mikroplastiklerin büyük çoğunluğunun fiber parçacıklar (elyaflar) % 70 ve sert plastiklerden (% 20.8) oluştuğu tespitini yapmışlardır. Diğer gruplarda ise naylon (%2,7), lastik (%0,8) ve diğer türlerde (%5,5) oranında plastik parçacık tespiti yapmışlardır. Çalışma sonucuna göre en çok mavi renkli plastik parçacıkların varlığı raporlanmıştır. Yapılan çalışmada pelajik balık türlerinin demersal balık türlerine göre daha fazla plastik parçacık tükettiği ortaya konmuştur. Aynı bölgedeki mikroplastik miktarının belirlenmesi için deniz suyu ve sediment örnekleri de analiz etmişlerdir. Akdeniz kıyıları boyunca 18 noktadan su ve sediment örnekleri toplanmıştır. Deniz örneklemleri sonucunda toplanan

mikroplastik parçacıkların % 94'ünün 0,1 ila 2,5 mm arasındaki boyutlarda değiştiğini diğer boy grubu oluşumun daha nadir olduğunu bildirmişlerdir. Yüzey suyu numunelerindeki mikroplastik parçacıkların miktarı km² başına 16.339 ila 520.213 arasında değiştiğini raporlamışlardır. Yapılan araştırma neticesinde deniz suyu örneği alınan noktalarda yapılan balık çalışmasında çıkan sonuçların doğru orantılı olduğu görülmüştür. Mikroplastik varlığının deniz suyunda yoğun olduğu yerlerde balık örneklerinde de plastik parçacık miktarının yoğun olduğunu gözlemlemişlerdir (Güven ve ark., 2017).

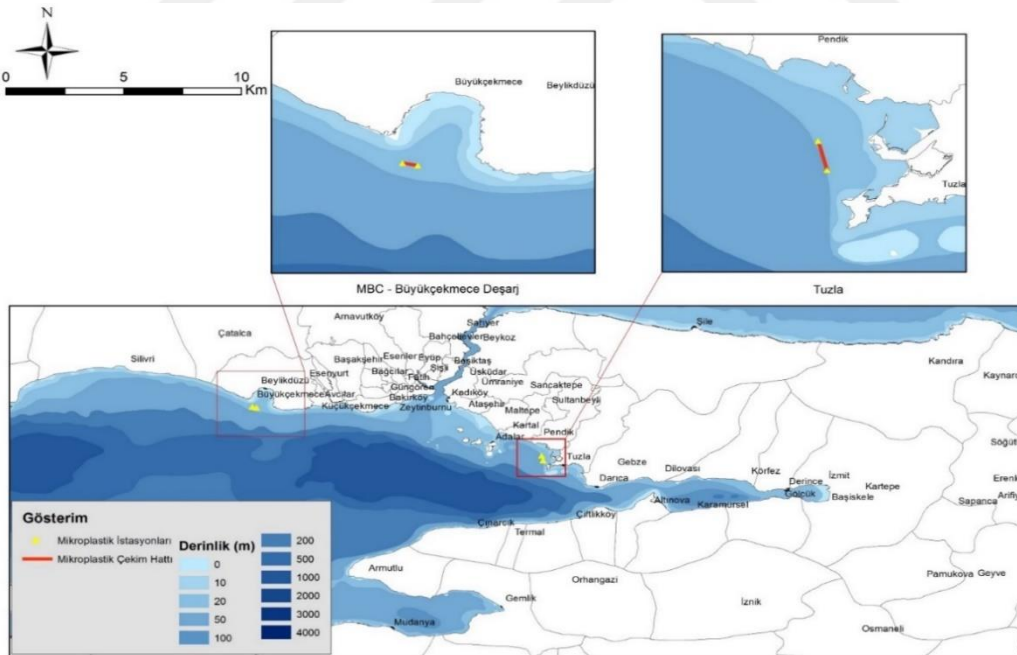


3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanı

Mikroplastik numunelerin toplanması ve analiz edilmesinde standart bir AB rehberi takip edilmiştir (European Commission, 2013). Örnekleme, Marmara Denizinde 2 farklı noktada gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı olarak Marmara Denizi İstanbul İli kıyılarında bulunan Büyükçekmece ilçesi ve Tuzla ilçesi kentsel arıtma tesisleri derin deşarj noktalarına yakın mesafelerde nüfus ve sanayii etkisi bilinen aynı zamanda daha öncede TÜBİTAK MAM'ın yürütücüsü olduğu Su/Sediment Kalitesi ve Biyoçeşitliliğin İzlenmesi Projesi kapsamında 2016 yılında da Mikroplastik çalışması yapılmış. Büyükçekmece ilçesi açıkları (MBC İstasyonu) Tuzla ilçesi açıklarında (MY1 İstasyonu) olmak üzere 2 deniz istasyonu belirlenmiş ve bu istasyonlarda örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yapılan bölgenin haritası Şekil 3.1, örnekleme ve istasyonlara ait diğer bilgiler de Çizelge 3.1 de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 3.1 Örnekleme istasyonları haritası

Çizelge 3.1 Mikroplastik örnekleme çekim alanları ve örnekleme bilgileri

İstasyon	Başlangıç Koordinat	Bitiş Koordinat	Yatay Çekim Hızı (Knt)	Yatay Çekim Süresi (dakika)	Toplam Çekilen Mesafe (m)	Dikey Çekim Mesafesi (m)	İstasyon Toplam derinliği (m)	Alınan Sediment Numunesi Hacmi (ml)
MBC (BÜYÜKÇEKMECE)	40,58,180 N 028,32,851 E	40,59,069 N 028,33,444 E	2,7	10	833	20	35	250
MY1 (TUZLA)	40,50,367N 029,14,716 E	40,49,626 N 029,14,924 E	2,8	15	1296	20	38	250

3.2 Saha Çalışmaları ve Örnekleme

Örnekleme alanları, tarihler, çekim süreleri notları alınmıştır. Yüzey suyu örnekleri, 333 mm'lik bir gözenekli bir manta ağ (40 ila 20 cm çerçeve) kullanılarak toplanmıştır.

Su kolon numuneleri, standart bir WP2 zooplankton örnekleme ağı ile 50 cm çapında 200 mikron göz açıklığına sahip ağ ile yapılmıştır.

Sediman örneklerinde ise Van Veen grab kullanılarak örnekleme gerçekleştirilmiştir.

3.2.1 Örnekleme yöntemleri

- Yüzey suyundan ortalama 5 deniz mili hızı geçmeyecek şekilde manta net ile yapılan yüzey suyu örnekleme,
- Marmara Denizinde bulunan ara tabaka dikkate alınarak yapılan 200 mikron göz açıklığına sahip plankton kepçesi ile yapılan dikey çekimler,
- Van Veen Grab kullanılarak yapılan sediment örnekleme.

3.2.1.1 Yüzey suyu örnekleme

Yüzey suyu örnekleme için Uluslararası literatürlerdeki boyutlara uygun olarak dizayn edilmiş dizayn ve yapımı tarafımdan gerçekleştirilmiş 40 cm ağız genişliği ve 20 cm ağız yüksekliği olan ve arkasında 333 mikron göz açıklığına sahip 2,5 metre uzunluğunda ağ bulunan manta net kullanılmıştır.

Çekim noktası başlangıcında koordinat bilgileri rüzgâr yönü ve hızı çekim yapılan bölgedeki dalga durumu ve deniz yüzeyinin genel durumu ile ilgili gerekli notlar alınmıştır. Çekim bitiş noktasında da aynı işlemler gerçekleştirilmiş 10 ve 15 er dakikalık çekimler olacak şekilde örnekleme tamamlanmıştır.



Şekil 3.2 Manta net ile örnekleme sonrası ağı yıkama işlemi

Çekim süresi tamamlandıktan sonra örnekleycinin tamamı bol su ile yıkanarak üzerinde hiç plastik parçacık kalmamasına dikkat edilmiştir.

Alınan örnekler daha sonra 5 mm göz açıklığına sahip elekten geçirilmiştir. Elek üzerinde kalan organik materyaller (alg, yaprak, ot parçaları vb.) dikkatlice saf su ile temizlenerek örnek içerisinden ayrılmıştır. Yine aynı şekilde 5 mm den çok daha büyük plastik parçalar (pet bardak, poşet, vb.) materyallerde saf su ile dikkatlice yıkanarak örnek içerisinden alınmıştır. Daha sonra numune uygun bir cam kavanoz içerisine alınarak organik aktivitenin sonlanması için % 70 lik etil alkol ilavesi yapılmış etiketleme işlemi yapılarak +4 santigrat derecede buzdolabına konularak laboratuvarında ayrıştırma için saklanmıştır.

3.2.1.2 Su Kolonu Örnekleme (Dikey çekim)

Dikey çekimler için 50 cm çapında ağız açıklığına sahip 200 mikron göz açıklığında 2 m uzunluğunda ağı bulunan Nansen tipi plankton kepçesi kullanılmıştır. Örnekleme istasyon bitim noktasında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3 Nansen tipi Plankton Kepçesi



Şekil 3.4 Örneklenen Materyal

Aynı manta net ile yapılan örneklemede olduğu gibi çekim sonrasında plankton kepçesinde içerisinde materyal kalmadığından emin olana kadar kepçe bol su ile yıkanmıştır. Yıkama sonrasında numune uygun bir cam kavanoza alınmış organik aktivitenin sonlanması için % 70 lik etil alkol ilavesi yapılmış etiketleme işlemi yapılarak +4 santigrat derecede buzdolabına konularak laboratuvarında ayrıştırma için saklanmıştır.

Kontaminasyona sebep olmamak için süzme işlemleri çeker ocak içerisinde yapılmış ayrıca süzme esnasında süzme setinin üzeri kapalı tutulmuştur.

Süzme işlemi gerçekleştirildikten sonra filtreler cam petri kapları içerisine alınmıştır. Örnekleme mayıs ayı içerisinde yapılması sebebi ile numune üzerinde çok fazla miktarda istenmeyen organik materyel olduğu görülmüştür.

Bu istenmeyen organik materyalin uzaklaştırılması için filtreler üzerindeki yoğunluğa göre %35 lik hidrojen peroksit uygulaması yapılmıştır.

Peroksit uygulaması yapılan örnekler her gün kontrol edilmiş yoğunluğa göre gerekli görülen filtrelere peroksit uygulamasına devam edilmiştir. Numunelerinin yoğunluğuna göre bu işlem 3 ila 7 gün arasında devam etmiş ve filtreler mikroskop altındaki ayrıştırma için uygun hale gelmiştir.

Su kolonu örneklerinde de yüzey suyu çalışmalarında yapılan işlemlerin aynısını uygulanmıştır.

3.2.1.3 Sediment Örnekleme

Sediment örnekleme için Van Veen Grap (1000 cm²) kullanılmıştır. İstasyon bitim noktalarından yapılan örneklemede gelen numunenin sadece üst kısmından yaklaşık 2-3 cm derinlikte olacak şekilde bir tabaka kazınarak 250 ml kadar örnek cam kavanoza alınmıştır. Alınan örnek üzerine %70 lik etil alkol ilavesi yapılmış etiketleme yapılarak +4 °C buzdolabında saklanmıştır.



Şekil 3.5 Van Veen Grap (1000 cm²)



Şekil 3.6 Sediment Örneklemesi

3.3 Laboratuvar Çalışmaları ve Analiz

Laboratuvar çalışmaları TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Deniz ve İç Sular Grubu mikropplastik laboratuvarları ve alt yapısı ile gerçekleştirilmiştir.

3.3.1 Yüzey Suyu Örnekleri Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvara getirilen örnekler temizliği yapılmış bir çeker ocak altında açılmış ve önceden herhangi bir kontaminasyona sebep olmamak için iyice temizlenmiş 1 mm göz açıklığına sahip metal elek üzerinden temiz bir beher içerisine yeniden süzülmüştür.

Elek üzerinde kalan ve 1mm göz çapından geçmeyen tüm plastik ve plastiğe benzeyen materyaller GF/C filtre kâğıdına alınmıştır. Burada GF/C tipi filtre kâğıdı kullanılması amacı suya karşı dayanıklı olması ve filtre kâğıdının kurumasından sonra herhangi bir değişime ya da korozyona uğramamasıdır.

1 mm elek altında kalan numune 26 mikron göz açıklığına sahip bezden filtre şeklinde uygun biçimde kesilip vakumlu süzme seti kullanılarak süzülmüştür. Süzme

kontaminasyona sebep olmamak için çeker ocak içerisinde yapılmış ayrıca süzme esnasında süzme seti üzeri kapalı tutulmuştur. Süzme işlemi gerçekleştirildikten sonra filtreler cam petri kapları içerisine alınmıştır. Örnekleme için Mayıs ayı içerisinde yapılması sebebiyle numune üzerinde çok fazla miktarda istenmeyen organik materyel olduğu görülmüştür.

Bu istenmeyen organik materyalin uzaklaştırılması için filtreler üzerindeki yoğunluğa göre %35 lik hidrojen peroksit uygulaması yapılmıştır.

Peroksit uygulaması yapılan örnekler her gün kontrol edilmiş yoğunluğa göre gerekli görülen filtrelere peroksit uygulamasına devam edilmiştir. Numunelerinin yoğunluğuna göre bu işlem 3 ila 7 gün arasında devam etmiş ve filtreler mikroskop altındaki ayrıştırma için uygun hale gelmiştir.

3.3.2 Su Kolonu örnekleri Laboratuvar Çalışmaları

Su kolonu örneklerinde de yüzey suyu çalışmalarında yapılan işlemlerin aynısını uygulanmıştır.

3.3.3 Sediman Örnekleri Laboratuvar Çalışmaları

Analiz için laboratuvara getirilen sediman örnekleri için öncelikle 0,2 g/m³ derişimindeki NaCl (Sodyum Klorür) çözeltisi hazırlanmıştır.

Laboratuvar a getirilen örnek homojen olacak şekilde karıştırılmıştır. Karıştırılan örnekten 100 ml bir beher içerisine alınmıştır. Ayrılan örnek 500 ml bir beher içerisine yikanarak dökülüp içerisine 0,2g/m³ derişimindeki tuzlu su ilave edilip iyice karıştırılmıştır. Daha sonra bu beher de 2000 ml bir başka beher içerisine oturtulmuş ve sediment in çökmesi için 1-1,5 saat aralığında bekletilmiştir.

Çökme işleminin gerçekleşmesi ardından hazırlanan tuzlu su ile üstten yavaşça müdahale ile taşıma yöntemi ile yoğun tuzluluk sebebi ile berrak kısımda kalan plastik parçacıkların diğer beher içerisine geçmesi sağlanmıştır. Sediment ten ayrılmış olan berrak kısım 20 mikron filtre bezinden süzülerek ince pens yardımıyla cam petri içerisine alınarak ayırım için hazır hale getirilmiştir.

İlk çökertme işleminin ardından analizde herhangi bir hataya sebep vermemesi için sedimente ikinci defa tuzlu su ile müdahale yapıp işlem tekrarlanmıştır.

3.3.4 Örneklerin Mikroskop Altında Ayrıştırılması

Örneklerin ayrıştırılması işlemi Olympus marka SZX 10 model mikroskop kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnek ayrımlarında 3.2 büyütmeden başlanarak sırası ile 0.63 büyütme doğru 3 er tekrar şeklinde bakılmış ayırım yapılırken oluşabilecek hata payının en aza indirilmesi hedeflenmiştir.

Örnekler ayrıştırılırken türlerine göre ayırım yapılmasına dikkat edilmiştir. Ayrıştırma sırasında dışarıdan fiber kontaminasyonunu en aza indirmek için öncelikle fiber parçacıkların ayırımı GF/C filtre kâğıdı üzerine yapılmıştır. Bilindiği üzere mikroplastik çalışmalarında kontaminasyon faktörü en çok fiber parçacıklardan gerçekleşmektedir. Daha sonra sert plastikler ve naylonların ayrımları ayrı bir filtre üzerine yapılarak fotoğraf çekimine hazır hale getirilmiştir.

Fotoğraf çekimine hazır hale gelmiş olan filtreler yine Olympus SZX 10 model mikroskop üzerinde bulunan DP 27 model fotoğraf makinası yardımı 2x büyütme ile ayrıntılı olarak fotoğraflanmıştır.

Fotoğraflama işleminde filtre üzerindeki mikroplastik parçacık türü sayısına göre değişmekte olan fotoğraf çekim işlemi gerçekleşmiştir. 50 ila 500 kare arasında değişmekte olan sayıda filtrelerin her birinin ayrı fotoğrafları çekilmiş ve daha sonra yine OLYMPUS mikroskobunun yazılımı olan STREAM IMAGE ANALYSIS programı ile birleştirilmiştir. Detaylı tek bir fotoğraf elde edilmiş boy ve tür analizi için filtre uygun hale getirilmiştir.

Fotoğraf üzerinden yapılan analizde türlerine göre ayrılan parçaların en uzak noktaları göz önünde bulundurularak renklerine göre boy ölçümleri yapılmıştır. Renklerine ve boylarına göre ayrılan plastiktik parçacıklar yine metot'a uygun olacak şekilde 1-5 mm ve 0.2-1 mm olacak şekilde Excel dosyalarına aktarılmış ve tüm fraksiyonlar da her iki nokta içinde veri tabanı oluşturulmuştur.

3.3.5 Verilerin Analizi

Fotoğraf üzerinden yapılan analizde türlerine göre ayrılan parçaların en uzak noktaları göz önünde bulundurularak renklerine göre boy ölçümleri yapılmıştır. Renklerine ve boylarına göre ayrılan plastiktik parçacıklar yine method'a uygun olacak şekilde 1-5 mm ve 0.2-1 mm olacak şekilde Excel dosyalarına aktarılmış ve tüm fraksiyonlar da her iki nokta içinde veri tabanı oluşturulmuştur. Ayrıca, oluşturulan veriler betimleyici istatistik analizden geçirilerek (minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma vb.) değişkenlerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu kapsamda, mikroplastik düzeyleri karşılaştırılmış olup, karşılaştırılmalı grafikler oluşturulmuştur.

Tez çalışmasında elde edilen veriler önceki yıllarda yapılan çalışmalarda değerlendirilerek mikroplastik düzeyleri hakkında analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.7 Olympus marka SZX 10 model Mikroskop

4. BULGULAR

4.1 Büyükçekmece (MBC İstasyonu) Sonuçları

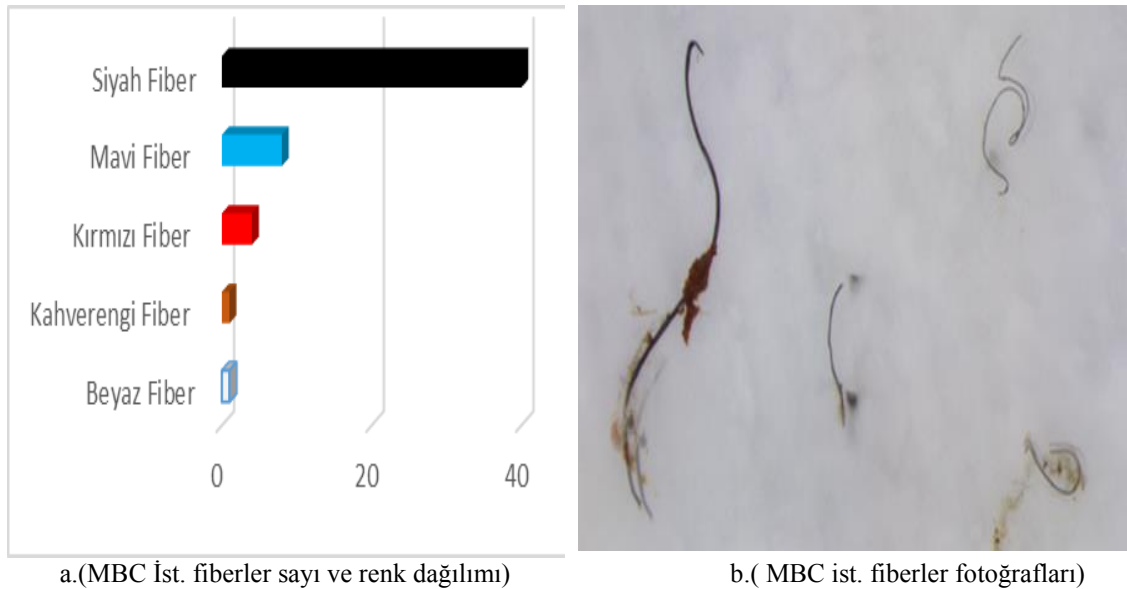
4.1.1 Yüzey Suyu Sonuçları

4.1.1.1 Büyükçekmece MBC İstasyonu Yüzey suyu 200 μm -1 mm Analiz Sonuçları

MBC (Büyükçekmece) istasyonunda yapılan yüzey suyu örneklemeinde 10 dakikalık yatay çekim yöntemi ile 66.64 m³ deniz suyu 333 mikron ağ ile filtre edilmiştir. 200 μm -1 mm boy grubunda toplam 86 adet mikroplastik parçacık varlığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada 54 adet ile bu boy grubunda fiber parçacıkların daha yoğun olduğu görülmüştür. Aynı istasyonda 32 adet sert plastik varlığı gözlenmiştir.

Fiberler (MBC istasyonu 200 μm -1 mm)

MBC istasyonunda 200 μm - 1 mm boy gurubuna dâhil toplam 55 adet fiber parçacık tespit edilmiştir. Bu boy grubunda 41 adet ile en yoğun siyah fiber parçacıkların varlığı gözlenmiştir. Kahverengi ve beyaz fiber parçacık 1 er adet tespit edilmiş ve en az sayıda bulunan fiber parçacık olduğu görülmüştür. Bu istasyonda tespit edilen fiber parçacıklar adet ve renklerine göre Şekil 4.1 de özetlenmiştir.

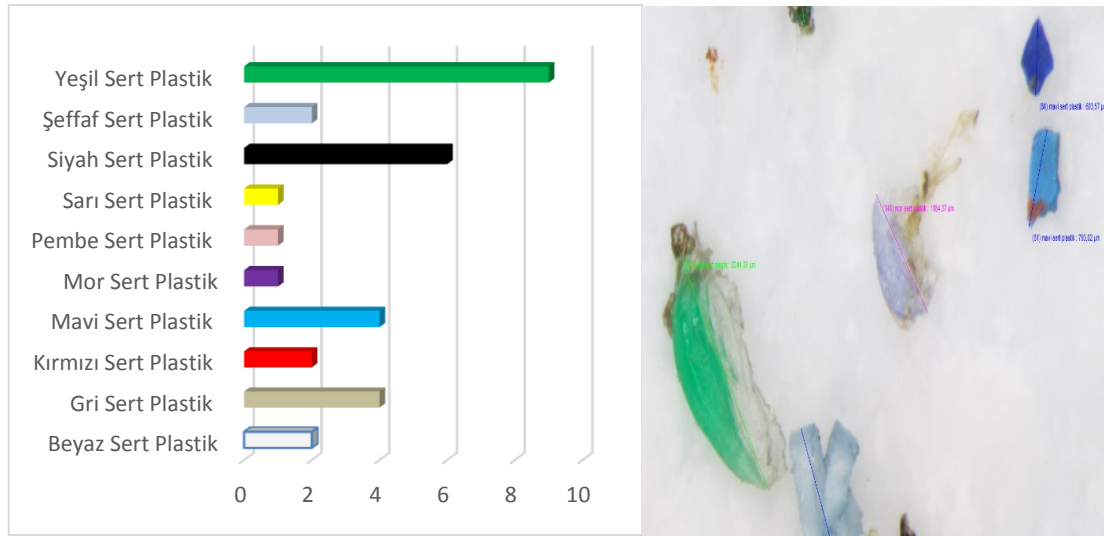


Şekil 4.1 MBC 200 μm - 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Sert Plastikler (MBC istasyonu 200 µm -1 mm)

MBC (Büyükçekmece) istasyonunda 200 µm- 1 mm boy gurubuna dâhil 10 farklı renk te toplam 33 adet sert plastik tespiti yapılmıştır. 9 adet ile yeşil renkli sert plastiklerin bu boy grubunda yoğun olduğu görülmüştür. Yeşil sert plastikleri yoğunluk olarak siyah sert plastikler izlemektedir. Sarı, pembe ve mor plastik parçacıklar 1 er adet ile yoğunluğu en az olan plastik parçacıklar olarak dikkat çekmektedir.

İstasyonda bulunan tüm plastik parçacıklar aşağıda renk ve sayılarına göre Şekil 4.2 de özetlenmiştir.



a.(MBC İst. Sert plastikler sayı ve renk dağılımları)

b.(MBC İstasyonu sert plastik fotoğrafları)

Şekil 4.2 MBC 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

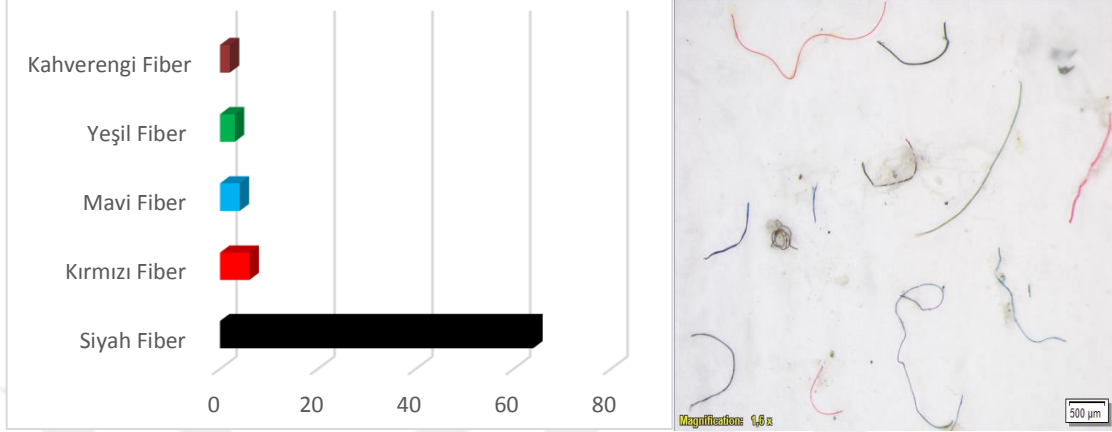
4.1.1.2 Büyükçekmece MBC İstasyonu YüzeY suyu 1 mm- 5 mm Analiz Sonuçları

Yapılan çalışmada MBC (Büyükçekmece) istasyonunda 1-5 mm mikroplastik parçacık dağılımının yüzeY suyunda toplam 238 adet olduğu görülmüştür.66.64 m³ yüzeY suyu manta net ile filtre edilmiş m³ teki bulunan 1-5 mm plastik parçacık sayısı 3.46 adet olarak tespit edilmiştir.

Bulunan plastik parçacıklar içerisinde 148 adet ile sert plastik parçacığın çalışma esnasında bölgede daha baskın olarak bulunduğu görülmüştür.(Şekil 4.3)

Fiberler (MBC istasyonu 1 mm- 5mm)

MBC İstasyonunda 1-5 mm boy grubunda 5 farklı renk te toplam 79 adet fiber parçacık bulunmuştur. Siyah fiberlerin bu boy grubunda 64 adet diğer renklere göre oldukça baskın olduğu görülmüştür.(Şekil 4.3)



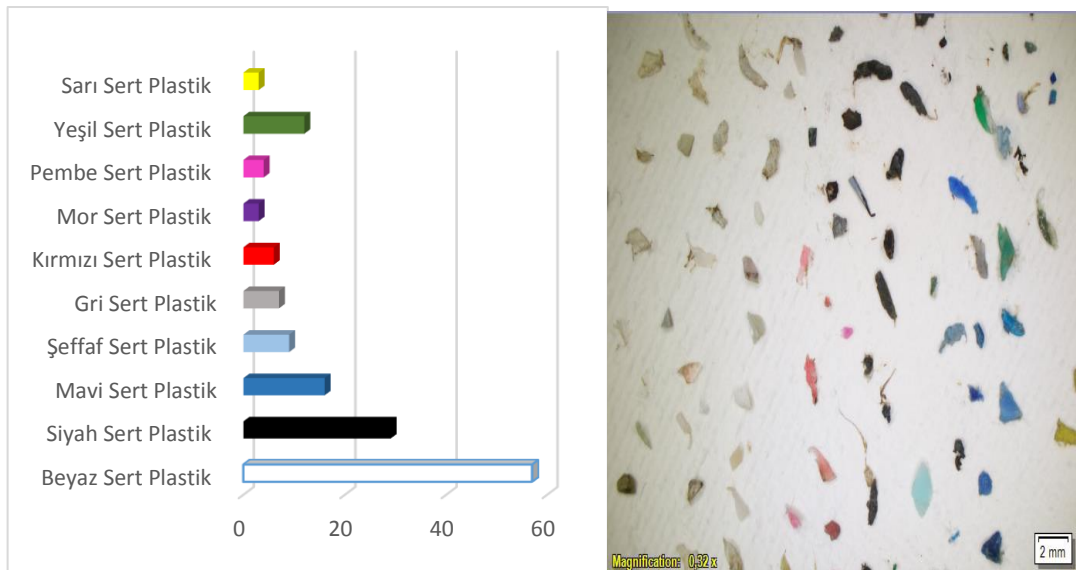
a.(MBC İstasyonu fiberler sayı ve renk dağılımları)

b.(MBC İstasyonu fiberler fotoğrafları)

Şekil 4.3 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Sert Plastikler (MBC istasyonu 1 mm- 5mm)

MBC İstasyonu yüzey suyu örnekleme 1-5 mm boy grubunda toplam 148 adet sert plastik parçacık bulunmuştur. Yapılan çalışmada sert plastikler varlığı açısından hem adet hem de renk bakımından istasyonda bulunan en yoğun mikroplastik parçacık olduğu görülmüştür. Çalışmada 10 farklı renk tespiti yapılmış olup bunlardan 57 adet ile beyaz renkli sert plastik parçacıkların en fazla sayıda olduğu görülmüştür.(Şekil 4.4)



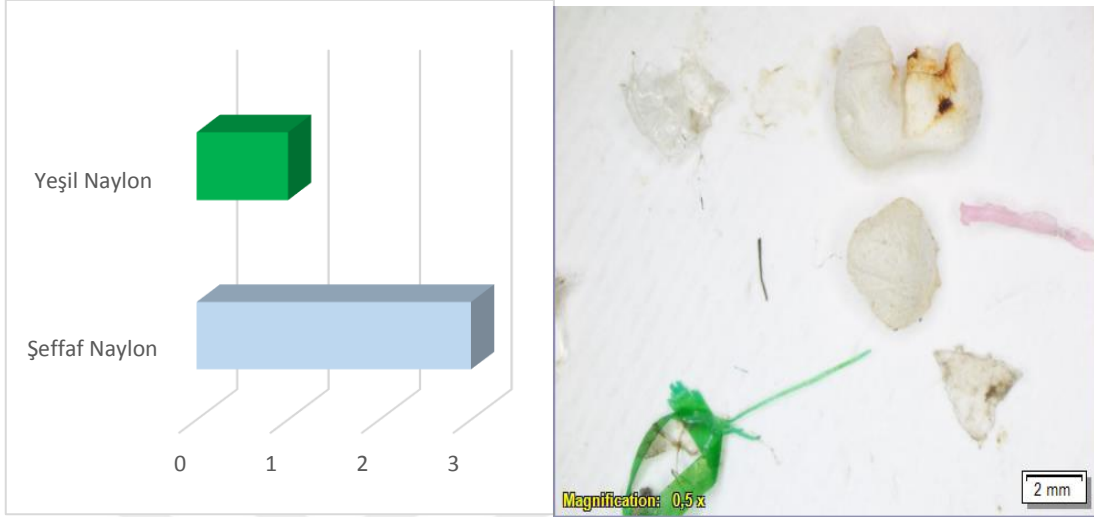
a.(MBC İstasyonu sert plastikler sayı ve renk dağılımları)

b.(MBC İstasyonu sert plastikler fotoğrafları)

Şekil 4.4 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre Sert Plastikler. Dağılımı (a), Resmi (b)

Naylonlar (MBC istasyonu 1 mm- 5mm)

İstasyonda yapılan çalışmada 1-5 mm boy grubunda 3 adet şeffaf 1 adet te yeşil naylon varlığı tespit edilmiştir.(Şekil 4.5)



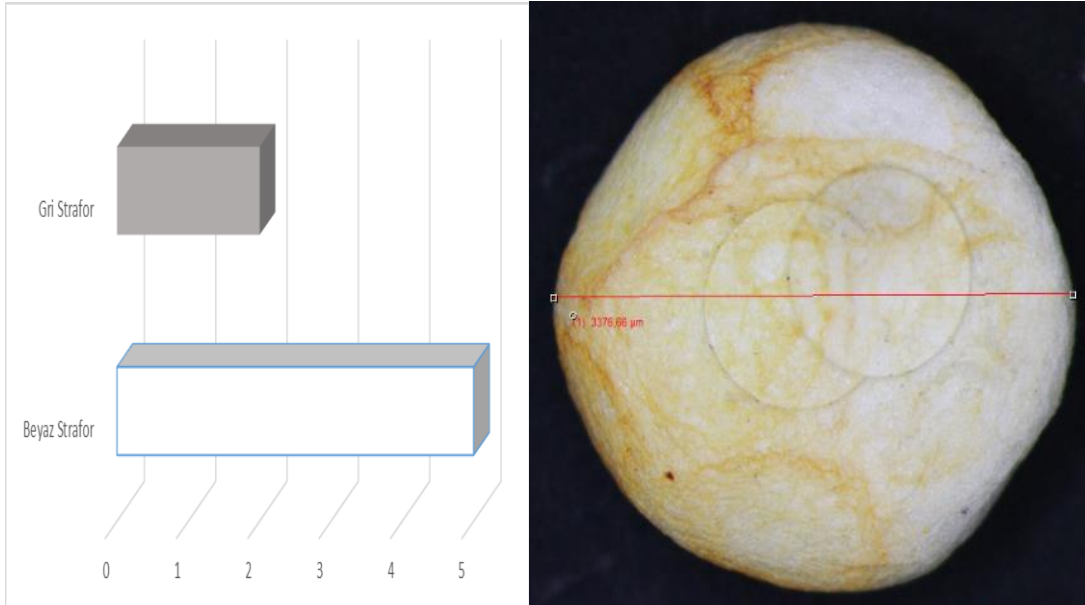
a.(MBC İstasyonu naylonlar sayı ve renk dağılımları)

B.(MBC İstasyonu naylonlar fotoğrafları)

Şekil 4.5 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre naylonlar Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Straforlar (MBC istasyonu 1 mm- 5mm)

Çalışılan boy grubunda 2 farklı renk te toplam 7 adet strafor bulunmuş adet ve renklerine göre Şekil 4.6 da özetlenmiştir.



a.(MBC İstasyonu straforlar sayı ve renk dağılımları)

b.(MBC İstasyonu straforlar fotoğrafları)

Şekil 4.6. 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

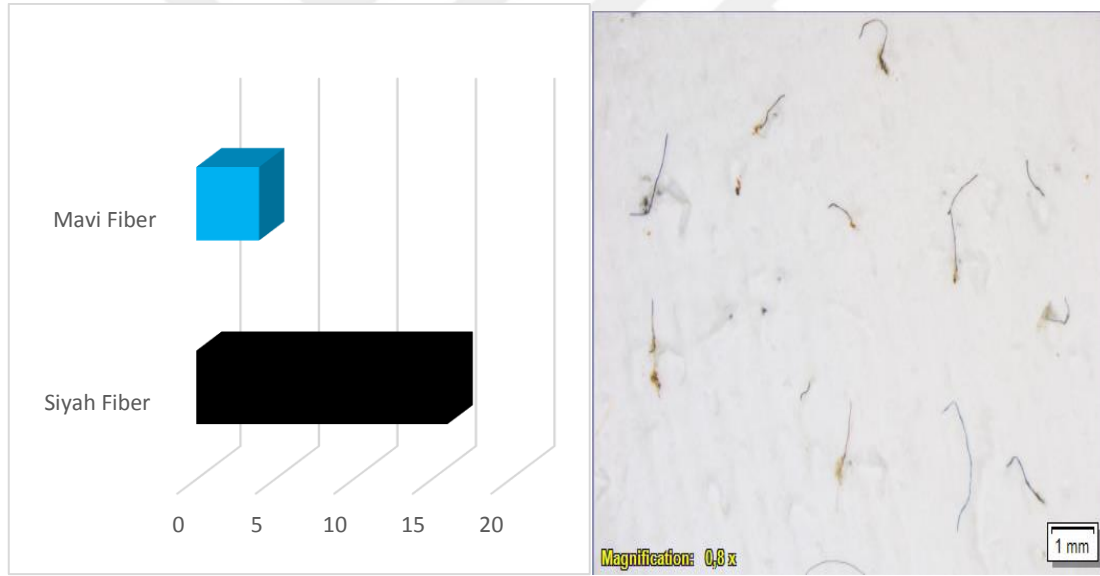
4.1.2 Su Kolonu Sonuçları

4.1.2.1 Büyükçekmece MBC İstasyonu Su kolonu 200 μm -1 mm Analiz Sonuçları

Marmara denizinde bulunan ara tabaka dikkate alınarak 20 metre derinlikten yüzeye çekim ile örnekleme yapılmıştır. MBC istasyonunda yapılan su kolunu çalışmasında 200 μm - 1 mm boy grubunda toplam 46 adet mikroplastik parçacık varlığı tespit edilmiştir. Plastik parçacıklardaki tür dağılımının 25 adet sert plastik 20 adet fiber parçacık 1 adet naylon olduğu görülmüştür.

Fiberler (MBC istasyonu 200 μm -1 mm)

Çalışılan istasyonda bu boy gurubunda 20 adet fiber parçacık varlığı görülmüştür. Tespiti yapılan fiber parçacıkların 16 adet siyah ve 4 adet mavi fiberden olmak üzere 2 renkten oluştuğu görülmüştür.(Şekil 4.7)



a.(MBC İstasyonu fiberler Sayı ve Renk dağılımları)

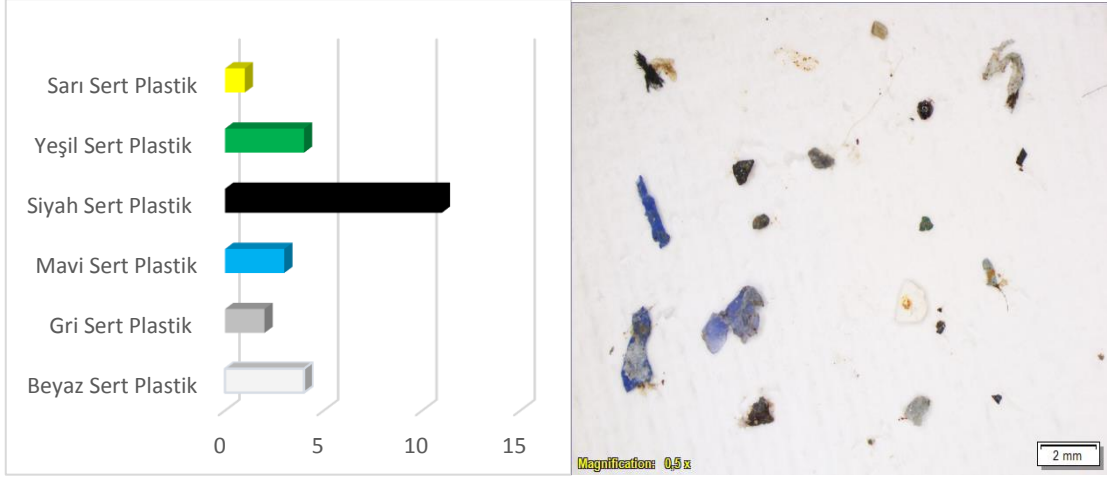
b.(MBC İstasyonu fiberler fotoğrafları)

Şekil 4.7 MBC 200 μm - 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Sert Plastikler (MBC istasyonu 200 μm -1 mm)

MBC istasyonu su kolunu çalışmasında 200 μm - 1 mm boy gurunda toplam 25 adet sert plastik varlığı görülmüştür.

Renk ve adet dağılımlarına bakıldığında siyah sert plastiklerin 11 adet ile daha baskın olduğu belirlenmiştir.25 adet sert plastiğin renklerine göre dağılımı Şekil 4.8 de özetlenmiştir.



a.(MBC İstasyonu sert plastikler sayı ve renk dağılımları)

b.(MBC İstasyonu sert plastikler fotoğrafları)

Şekil 4.8 200 μ m-1 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Naylonlar (MBC istasyonu 200 μ m -1 mm)

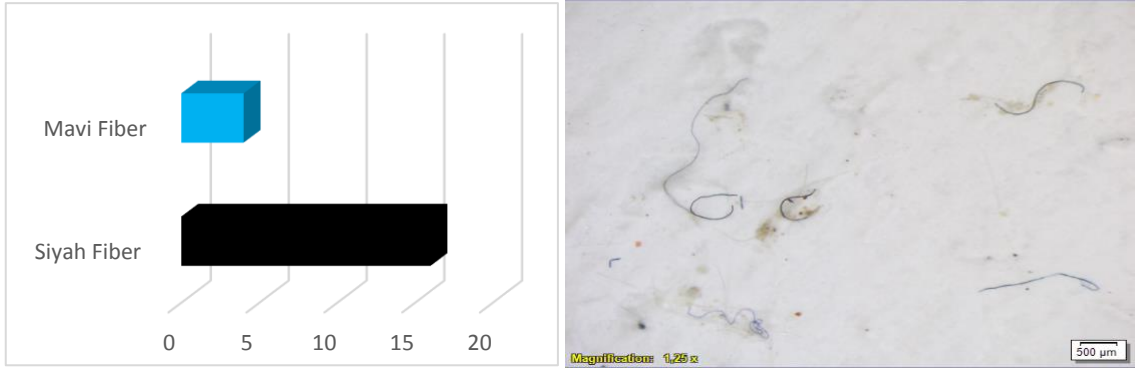
Bu istasyonda yapılan dikey çekim örneklemesinde 1 adet 470.33 mikron boyunda siyah naylon plastik parçacık tespit edilmiştir.

4.1.2.2 Büyükçekmece MBC İstasyonu Su kolonu 1 mm-5 mm Analiz Sonuçları

MBC istasyonu Su kolonu çalışmasında 1-5 mm boy grubunda toplam 58 adet mikroplastik parçacık varlığı görülmüştür. Bulunan parçacıkların 45 adet fiber ve 13 adet sert plastik olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar renklerine ve türlerine göre Şekil 4.9 da özetlenmiştir.

Fiberler (MBC istasyonu 1 mm- 5mm)

Yapılan çalışmada bu boy grubunda 45 adet fiber parçacık bulunmuştur. 31 adet ile siyah fiber parçacıkların bu boy grubunda diğer renklere göre baskın olduğu görülmüştür.(Şekil 4.9)



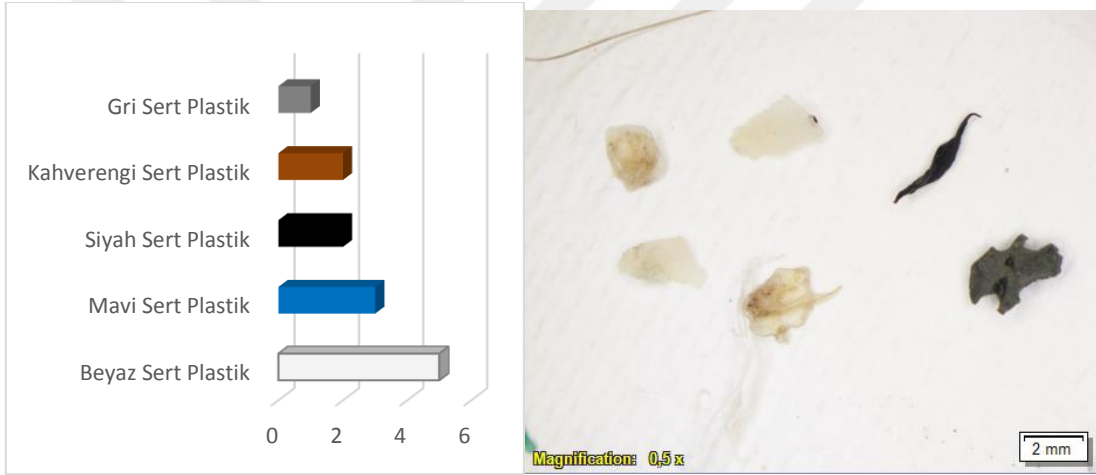
a.(MBC İstasyonu fiberler Sayı ve Renk dağılımları)

b.(MBC İstasyonu fiberler fotoğrafları)

Şekil 4.9 MBC 1 mm- 5mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Sert Plastikler (MBC istasyonu 1 mm- 5mm)

Su kolonu çalışmasında toplam 13 adet sert plastik tespit edilmiştir.(Şekil 4.10)



a. (MBC İstasyonu sert plastikler sayı ve renk dağılımları)

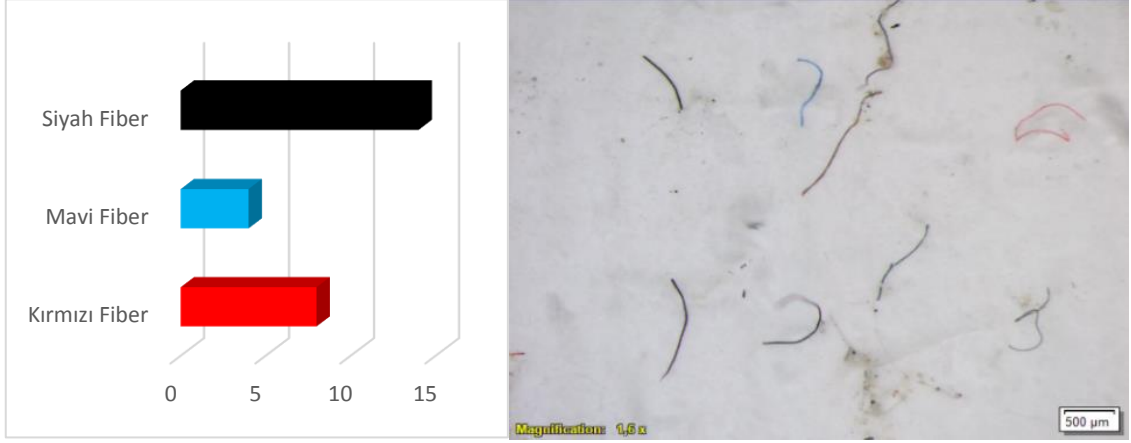
b.(MBC İstasyonu sert plastikler fotoğrafları)

Şekil 4.10.1 1 mm- 5 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

4.1.3 Sediment (Dip Çamuru) Çalışmaları

Fiberler (MBC istasyonu 200 µm -1 mm)

İstasyonda çalışılan boy grubunda toplam 26 adet fiber parçacık bulunmuştur. Siyah fiber parçacıkların 14 adet ile baskın olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışmada 8 adet kırmızı fiber ve 4 adet mavi fiber varlığı görülmüştür.(Şekil 4.11)



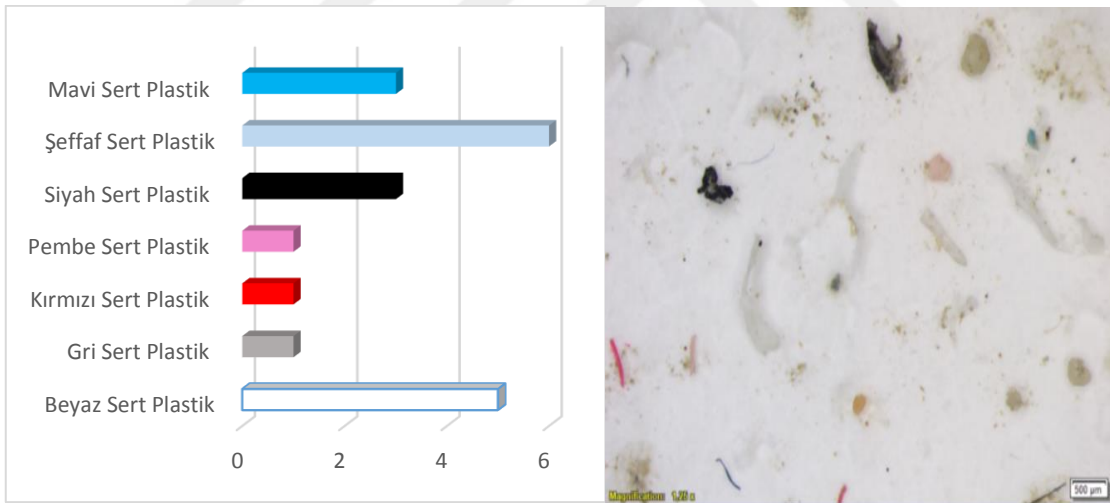
a. (MBC İstasyonu fiberler sayı ve renk dağılımları)

b.(MBC İstasyonu fiberler fotoğrafları)

Şekil 4.11 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Sert Plastikler (MBC istasyonu 200 µm -1 mm)

Çalışılan boy grubunda Sediment içerisinde 7 farklı renkte toplam 20 adet sert plastik parçacık tespit edilmiştir. 6 adet ile şeffaf renkli sert plastiklerin yoğun miktarda olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler Şekil 4.12 de özetlenmiştir.



a. (MBC İstasyonu sert plastikler ve renk dağılımları)

b.(MBC İstasyonu sert plastikler fotoğrafları)

Şekil 4.12 200 µm- 1 mm grubunda adetlerine göre sert plastikler dağılımı (a), Fotoğraf (b).

4.2 Tuzla (MY1 İstasyonu) Sonuçları

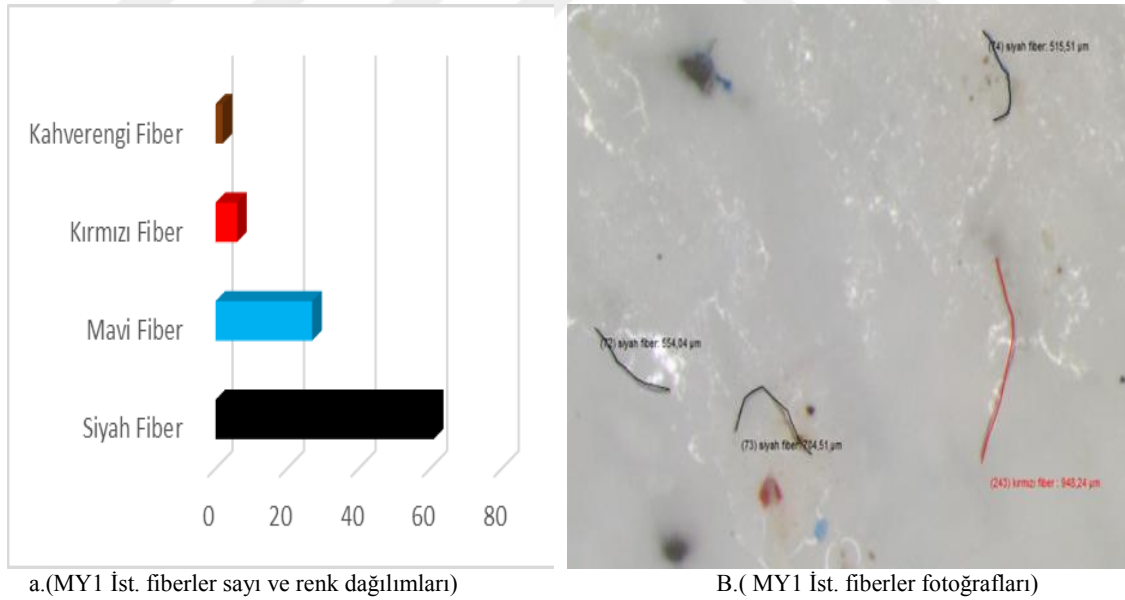
4.2.1 Yüzey Suyu Sonuçları

4.2.1.1 Tuzla (MY1) İstasyonu Yüzey Suyu 200 µm -1 mm Analiz Sonuçları

MY 1(Tuzla) istasyonunda ise aynı yöntem ile 15 dakikalık bir çekim yapılmıştır. Yapılan çekimde toplam 103.68 metreküp deniz suyu filtre edilmiştir. Bu istasyonda toplam 134 adet mikroplastik varlığı görülmüştür. Yine MBC istasyonunda olduğu gibi MY1 istasyonunda da fiber parçacıkların 96 adet ile daha baskın olduğu görülmüştür.33 adet sert plastikler 5 adet naylon plastik parçacık bulunmuştur.

Fiberler (MY1 istasyonu 200 µm -1 mm)

MY1 İstasyonu yüzey suyunda yapılan çalışmada toplam 96 adet 1 mm altında fiber parçacık tespit edilmiştir. MBC istasyonunda olduğu gibi siyah fiber parçacıkların 61 adet ile yoğunluğu dikkat çekmektedir. Mavi fiberler 27 adet ile siyah fiberlerden sonra yoğun olarak bulunmuştur. En az tespit edilen parçacık 2 adet ile kahverengi fiberlerdir. Tespiti yapılan plastik parçacıklar Şekil 4.13 ile özetlenmiştir.

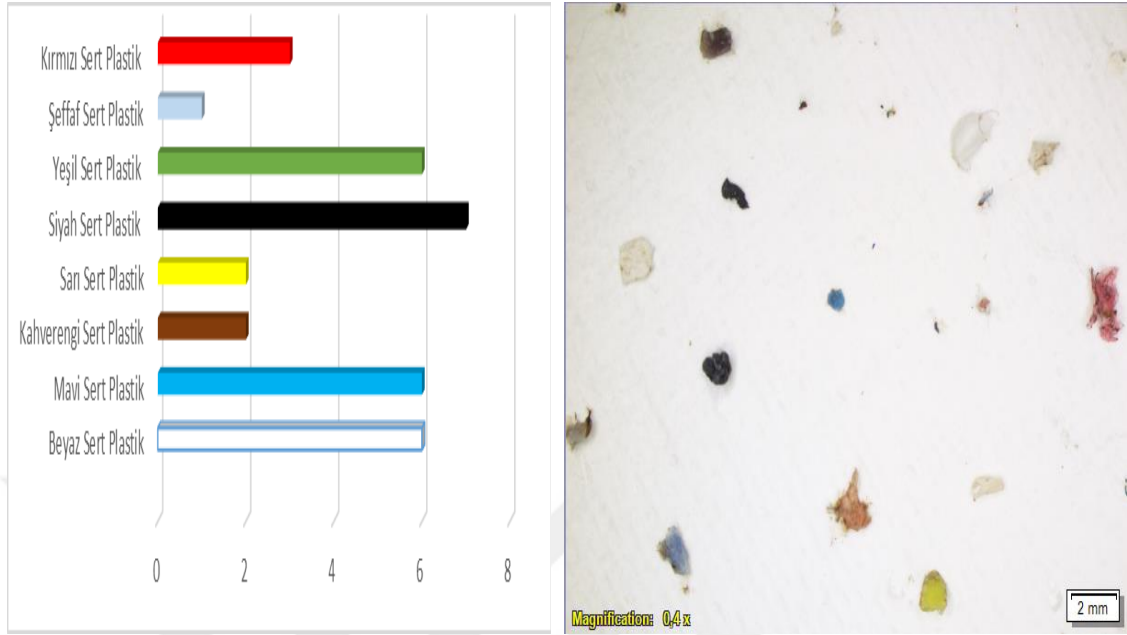


Şekil 4.13 MY1 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Sert Plastikler

MY 1 istasyonu yüzey suyunda 200 µm- 1 mm boy grubunda sekiz farklı renkte toplam 33 adet sert mikroplastik parçacık bulunmuştur. Siyah, mavi, yeşil ve beyaz plastik parçacıkların sayılarının birbirine yakın olduğu kahverengi, sarı, kırmızı ve şeffaf renkli

sert plastiklerin bu boy grubunda daha az sayıda olduğu görülmüştür. Bulunan plastik parçacıkların sayı ve renk dağılımları Şekil 4.14 te özetlenmiştir.



a.(MY1 sert plastikler sayı ve renk dağılımları)

b.(MY1 sert plastik fotoğrafları)

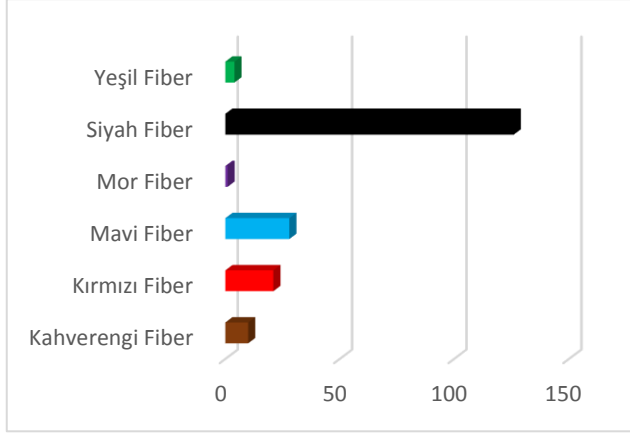
Şekil 4.14 MY1 200 µm- 1 mm adetlerine göre sert plastikler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

4.2.1.2 Tuzla (MY1) İstasyonu YüzeY Suyu 1 mm- 5 mm Analiz Sonuçları

MY1 (Tuzla) istasyonunda 1-5 mm boy grubunda toplam 251 adet mikroplastik parçacık bulunmuştur. MY1 istasyonunda ise 103.68 m³ deniz suyu filtre edilmiş 1-5 mm boy grubunda m³ te 2.42 adet plastik varlığı gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlar mikroplastik tür ve sayılarına göre aşağıda özetlenmiştir.

Fiberler (MY1 istasyonu 1 mm- 5 mm)

MY1 İstasyonu yüzeY suyunda yapılan çekimde 1 mm-5 mm boy grubunda toplam 190 adet fiber parçacık varlığı tespit edilmiştir. 126 adet ile siyah fiber parçacıkların baskın olduğu görülmüştür. Bulunan fiber parçacıklar renklerine ve adetlerine göre Şekil 4.15 te özetlenmiştir.



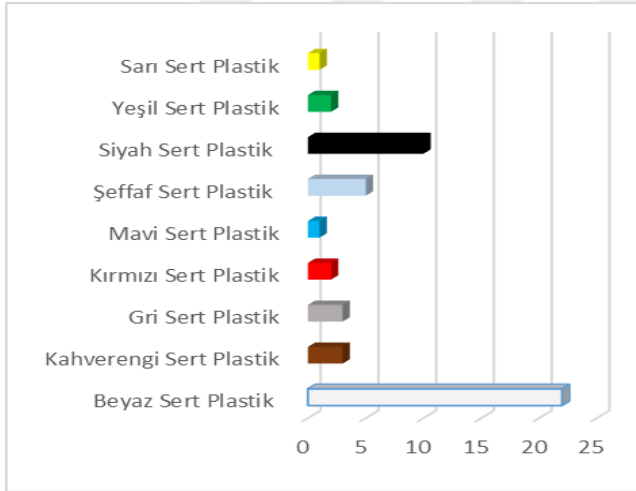
a.(MY1 İstasyonu fiberler sayı ve renk dağılımları)

b.(MY1 İstasyonu fiberler fotoğrafları)

Şekil 4.15 Yüzeysel suyun 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler dağılımı (a),Fotoğraf (b)

Sert Plastikler (MY1 istasyonu 1 mm- 5 mm)

MY1 İstasyonunda 1-5 mm boy grubuna dâhil 7 farklı renkte toplam 49 adet plastik parçacık bulunmuştur. MBC istasyonunda da olduğu gibi bu istasyonda da 22 adet ile beyaz sert plastik parçacıkların baskın olduğu görülmüştür.(Şekil 4.16)



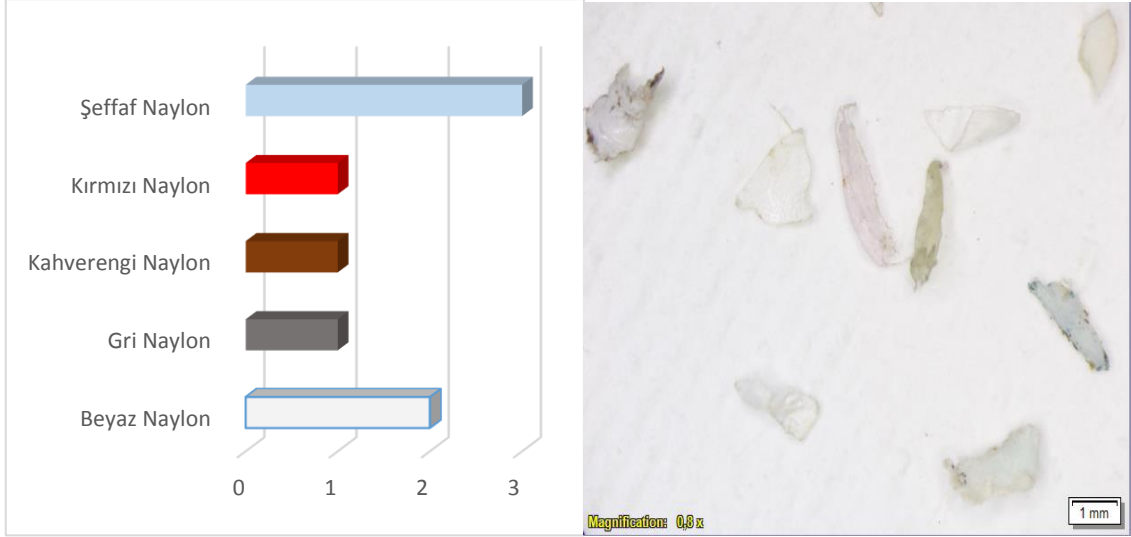
a.(MY1 İstasyonu Sert Plastikler Sayı ve Renk dağılımları)

b.(MY1 İstasyonu Sert Plastikler fotoğrafları)

Şekil 4.16 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Naylonlar (MY1 istasyonu 1 mm- 5 mm)

MY1 istasyonu 1-5 mm boy grubunda toplam 8 adet naylon tespit edilmiştir. Tespit edilen plastik parçacıklar aşağıda grafik ve fotoğraflar ile özetlenmiştir.3 adet ile şeffaf naylon tespit i yapılan en yüksek sayıda bulunan plastik parçacıktır.(Şekil 4.17)



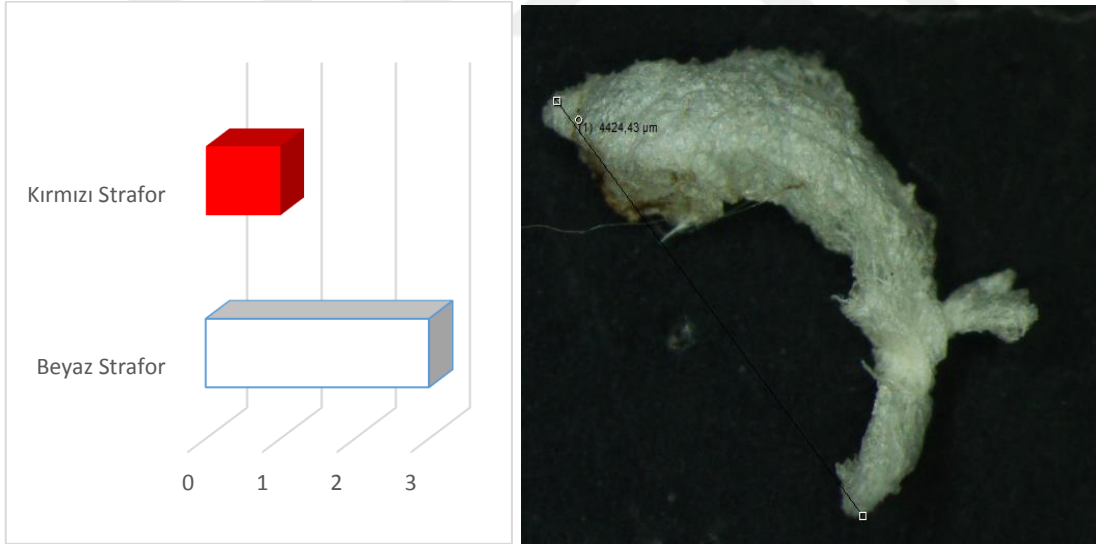
a.(MY1 İstasyonu naylonlar sayı ve renk dağılımları)

b.(MY1 İstasyonu naylonlar fotoğrafları)

Şekil 4.17 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre naylonlar Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Straforlar (MY1 istasyonu 1 mm- 5 mm)

MY1 istasyonu yüzey suyunda yapılan örneklemede 1-5 mm boy grubunda 3 adet beyaz ve 1 adet kırmızı strafor olmak üzere toplam 4 adet strafor varlığı tespit edilmiştir.(Şekil 4.18)



a.(MY1 İstasyonu straforlar sayı ve renk dağılımları)

b.(MY1 İstasyonu Straforlar fotoğrafları)

Şekil 4.18 1-5 mm boy grubunda adetlerine göre straforlar dağılımı (a), Fotoğraf (b)

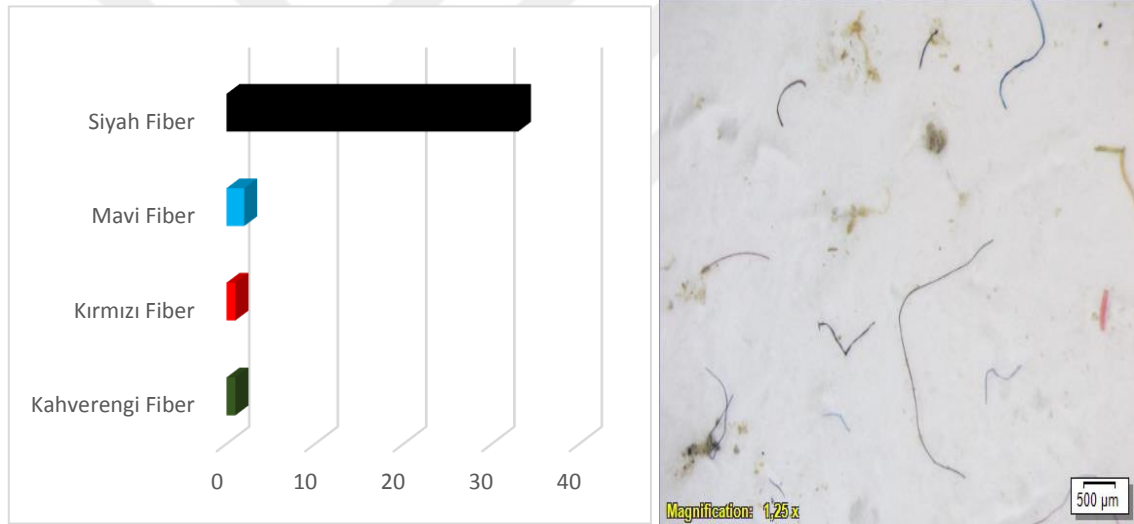
4.2.2 Su Kolonu Sonuçları

4.2.2.1 Tuzla (MY1) İstasyonu Su Kolunu 200 μm -1 mm Analiz Sonuçları

MY1 Tuzla istasyonunda yapılan su kolonu çalışmasında bu boy grubunda toplam 33 adet sert plastik 37 adet fiber olmak üzere toplam 70 adet mikroplastik varlığı tespit edilmiştir.

Fiberler (MY1 istasyonu 200 μm -1 mm)

MY1 istasyonunda su kolonunda yapılan 200 μm -1 mm boy grubu çalışmasında 4 farklı renkte toplam 37 adet fiber parçacık varlığı tespit edilmiştir.33 adet ile siyah fiberlerin bu boy grubunda baskın olduğu görülmüştür. Aynı istasyon ve boy grubunda 2 adet mavi fiber parçacık 1 adet kırmızı fiber parçacık ve 1 adet te kahverengi fiber parçacık görülmüştür.(Şekil 4.19)



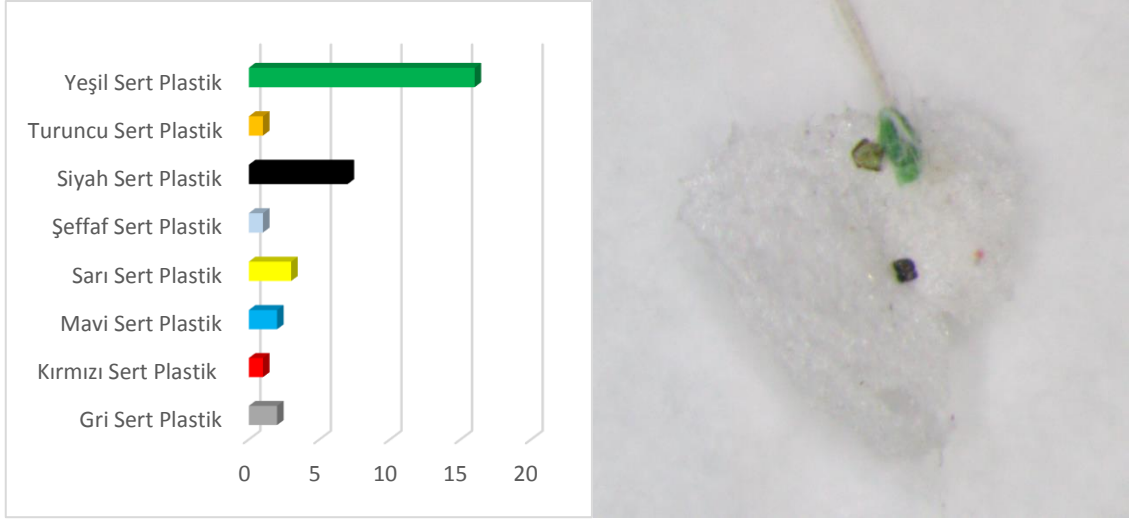
a.(MY1 İstasyonu Fiberler sayı ve renk dağılımları)

b.(MY1 İstasyonu fiberler fotoğrafları)

Şekil 4.19 Su kolonunda 200 μm - 1 mm boy grubunda fiberler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Sert Plastikler (MY1 istasyonu 200 μm -1 mm)

İstasyonda bu boy grubunda yapılan çalışmada 8 farklı renk te toplam 33 adet sert plastik varlığı görülmüştür.16 adet ile yeşil sert plastikler yoğun miktarda bulunmuştur. 7 adet ile siyah plastik parçacıklar diğer yoğun rengi oluşturmaktadır. Bulunan 33 adet sert plastik parçacık renk ve miktarlarına göre Şekil 4.20 de özetlenmiştir



a.(MY1 İstasyonu sert plastikler sayı ve renk dağılımları)

b.(MY1 İstasyonu sert plastik fotoğrafları)

Şekil 4.20 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler Dağılımı (a), Fotoğraf (b).

4.2.2.2 Tuzla (MY1) İstasyonu Su Kolunu 1 mm-5 mm Analiz Sonuçları

Tuzla MY1 istasyonu su kolunu çalışmasında bu boy grubunda toplam 72 adet mikroplastik parçacık varlığı ortaya konmuştur. 70 adet fiber 1 adet naylon ve 1 adet sert plastik varlığı tespit edilmiştir. Bulunan plastik parçalar Şekil 4.21 de özetlenmiştir.



a.(MY1 sayı ve renk dağılımları)

b.(MY1 İstasyonu fotoğrafları)

Şekil 4.21 Su kolunda 1 mm boy grubunda adetlerine göre plastikler. Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

4.2.3 Sediment (Dip Çamuru) Çalışmaları

Fiberler

MY1 istasyonu sediment çalışmasında 4 farklı renkte toplam 14 adet fiber parçacık tespit edilmiştir. Bu boy grubunda fiber parçacıklar içerisinde kırmızı ve siyah fiber parçacıkların yoğun olduğu görülmüştür.(Şekil 4.22)

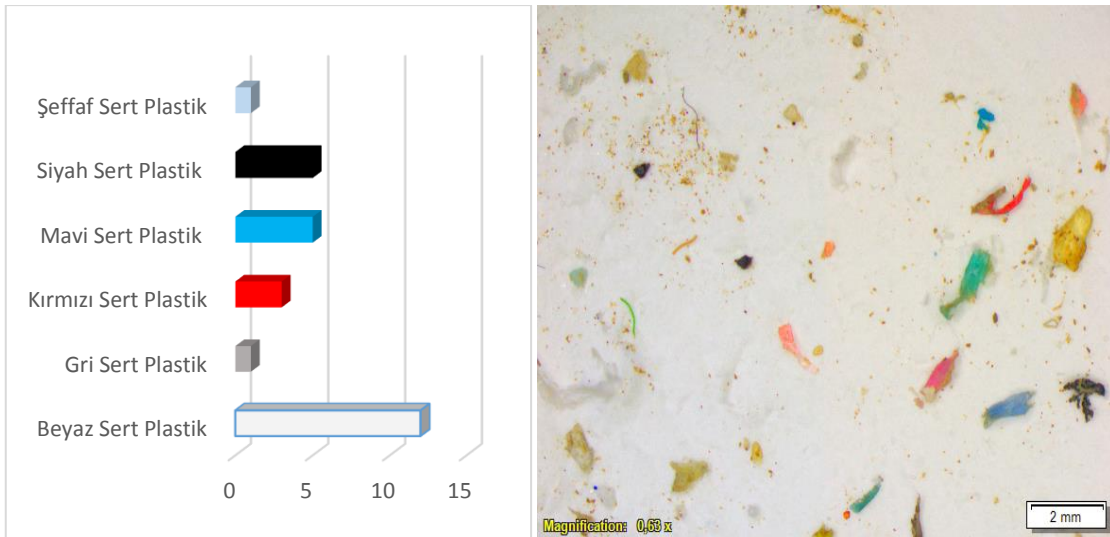


a.(MY1 İstasyonu fiberler sayı ve renk dağılımları) b.(MY1 İstasyonu fiberler fotoğrafları)

Şekil 4.22 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre fiberler Dağılımı (a), Fotoğraf (b).

Sert Plastikler

Çalışılan istasyonda 7 farklı renkte toplam 27 adet sert plastik parçacık bulunmuştur. Bulunan plastik parçacıklar renk ve sayılarına göre Şekil 4.23'te özetlenmiştir.



a.(MY1 İstasyonu sert plastikler sayı ve renk dağılımları)

b.(MY1 İstasyonu sert plastikler fotoğrafları)

Şekil 4.23 200 µm- 1 mm boy grubunda adetlerine göre sert plastikler Dağılımı (a), Fotoğraf (b)

Marmara denizinde çalışılan MBC (Büyükçekmece) ve MY1 (Tuzla) istasyonlarında yüzey suyu, su kolonu ve sedimet çalışmasında 200 m- 1 mm boy grubuna dâhil toplam 430 adet plastik parçacık varlığı tespit edilmiştir.249 adet ile fiber parçacıklar en fazla varlığı gözlemlenen mikroplastik türü olmuştur.

Yine 165 adet sert plastik parçacık tespiti yapılmış iki istasyonun  örnekleme alanında da sert plastik varlığı grlmştir. İstasyonlar da bulunan sert plastik parçacıklar da sayıları açısından da 3 fraksiyon da önemli bir farklılık görülmemiş istasyonlar arasında sonuçlar birbirine çok yakın bulunmuştur.

Naylon parçacık MBC istasyonu yüzey suyunda hiç bulunamamıştır.MY1 istasyonu yüzey suyu çalışmasında ise 5 adet naylon bulunmuştur. Su kolonu çalışmasında ise MBC istasyonunda 1 adet naylon tespiti yapılmış MY1 istasyonunda naylon parçacık bulunamamıştır. Her iki istasyonunda sediment çalışmasında bu boy gurunda naylon plastik parçacık varlığına rastlanmamıştır.

İstasyonlarda bulunan sonuçlar ve bazı istatistiki bilgileri aşağıda izelge 4.1 ve izelge 4.2 de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1 Bölge ve değerlendirilen matriclere göre tespit edilen **200 µm- 1 mm** boy grubuna dahil mikroplastik miktarları ve cinslerine göre sınıflandırılması. SD: Standart Sapma

Matriks	İstasyon	N	Birim Hacimdeki Miktar	Fiber	Sert Plastik	Naylon	Minimum	Maksimum	Ortalama	SD
Yüzey suyu	MBC (Büyükçekmece)	88	1.290 Adet/ m ³	54	32	-	162.67	987.88	631.68	238.76
	MY1(Tuzla)	134	1.292 Adet/ m ³	96	33	5	160.48	999.41	622.49	221.13
Su Kolonu	Toplam	220	1.291 Adet/ m ³	151	64	5	161.57	993.64	627.08	229.94
	MBC (Büyükçekmece)	46	2.92 Adet/ m ³	20	25	1	160.48	919.34	568.98	210.22
	MY1(Tuzla)	68	4.33 Adet/ m ³	36	32	-	134.57	998.30	512.24	262.27
Sediment	Toplam	114	3.62 Adet/ m ³	56	57	1	147.52	958.82	540.61	236.24
	MBC (Büyükçekmece)	45	450 Adet/L	25	20	-	206.16	998.38	590.96	212.64
	MY1(Tuzla)	41	410 Adet/L	17	24	-	117.52	941.21	513.08	195.90

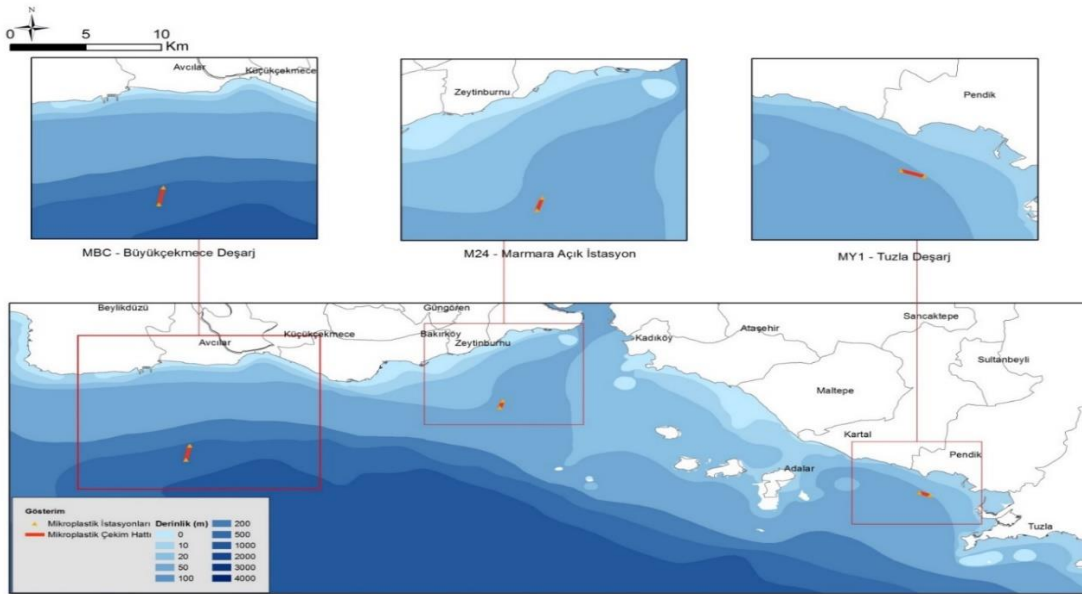
Çizelge 4.2 Bölge ve değerlendirilen matrislere göre tespit edilen 1-5 mm boy grubuna dahil mikroplastik miktarları ve cinslerine göre sınıflandırılması. SD: Standart sapma.

Matriks	İstasyon	N	Birim Hacimdeki Miktar	Fiber	Sert Plastik	Naylon	Strafor	Minimum	Maksimum	Ortalama	SD
Yüzey suyu	MBC	238	3.46 Adet/ m ³	79	148	4	7	1001.70	5816.54	2294.52	1068.16
	MY1(Tuzla)	251	2.42 Adet/ m ³	190	49	8	4	1005.65	5839.95	2208.57	983.03
	Toplam	489	2.94 Adet/ m ³	269	197	12	11	1003.67	5828.24	2251.54	1025.59
Su Kolonu	MBC	58	3.69 Adet/ m ³	44	13	1	-	1010.26	5539.62	2166.54	1120.85
	MY1(Tuzla)	72	4.58 Adet/ m ³	70	1	1	-	1001.30	5847.90	2486.02	1301.63
	Toplam	120	4.13 Adet/ m ³	114	14	2	-	1005.78	5693.76	2326.28	1211.24
Sediment	MBC	31	310 Adet/L	28	2	1	-	1011.25	5108.34	2009.25	1017.53
	MY1(Tuzla)	27	270 Adet/L	12	15	-	-	1010.35	3244.72	1578.58	561.50
	Toplam	58	580 Adet/L	40	17	1	-	1010.80	4176.53	1793.91	789.51

4.3 MBC (Büyükçekmece) ve MY1 (Tuzla) İstasyonlarının Geçmiş Dönem Çalışmaları ile Karşılaştırılması (2016-2018)

2016 yılında TÜBİTAK MAM ÇTÜE nin yürütücüsü olduğu Marmara denizinde “Denizde ve Haliç’te Su/Sediment Kalitesi ve Haliç’te Biyoçeşitliliğin İzlenmesi “ projesi İSKİ adına yapılmış birçok parametre analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamında Marmara Denizinde MY1 (Tuzla deşarj), M24 (İstanbul Boğazı çıkışı) ve MBC (Büyükçekmece deşarj) istasyonlarında da proje içerisinde mikroplastik çalışması yapılmıştır.

Örnekleme manta net ile yüzey suyu çekimi yapılarak ve sedimet ten grab ile örnek alınarak gerçekleştirilmiş su kolonu örnekleme yapılmamıştır. Bu iki fraksiyonda tez çalışması ve proje çalışması karşılaştırılmış ve sonuçları tez çalışması için yorumlanmıştır.



Şekil 4.24 2016 Yılı İSKİ Projesi kapsamında yapılan Mikroplastik Çalışması Çalışma Alanları

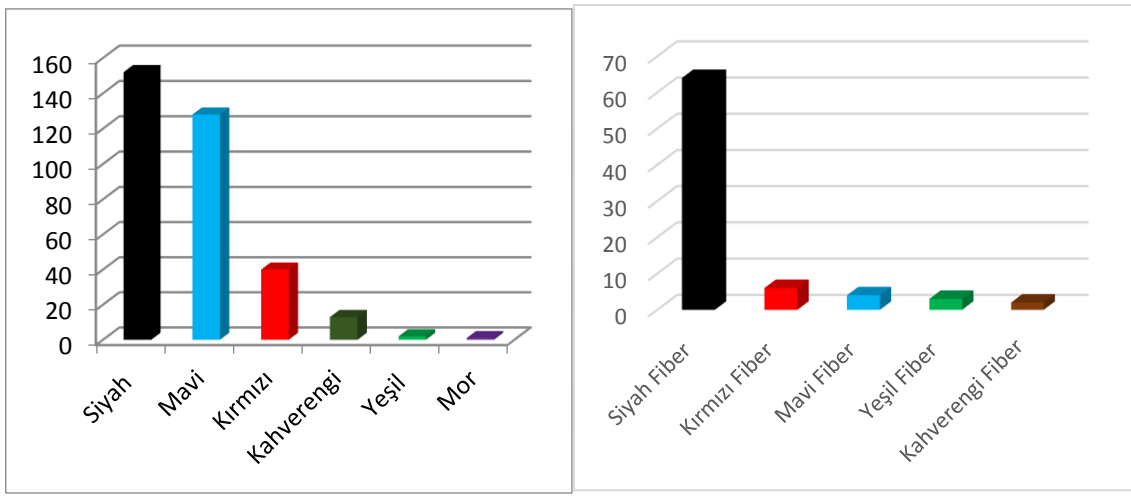
4.3.1 MBC İstasyonu Yüzey Suyu Çalışmalarının Karşılaştırılması (1mm-5mm Boy Grubu)

1mm – 5 mm boy grubunda yüzey suyunda yapılan çalışmada 2016 yılında 414 adet mikroplastik parçacık varlığı tespit edilmiştir. Yapılan örnekleme neticesindeki sonuçlardan elde edilen verilere göre 1.014 adet/m³ bu boy grubunda deniz suyunda mikroplastik varlığı ortaya konmuştur.

2018 yılında yapılan tez çalışmasında ise bu oranın 3.46 adet/ m³ e yükseldiği görülmüştür. Her iki çalışma da fiberler, sert plastikler, naylonlar ve straforlar olmak üzere karşılaştırılmış ve çıkan sonuçlar renk ve tür baskınlığına göre yorumlanmıştır.

Fiberler

2 farklı yılda da siyah fiber parçacıkların baskınlığı dikkat çekmektedir. Bulunan fiber parçacıklarda adet olarak değişim görülse de renkler ve bulunan fiberler içerisindeki ortalama miktarlarında fazla bir değişim gözlenmemiştir. Bu boy grubunda bulunan fiberler renk ve sayılarına göre Şekil 4.25'te özetlenmiştir.



a.(MBC İstasyonu fiberler 2016 yılı.)

b.(MBC İstasyonu fiberler 2018 yılı.)

Şekil 4.25 1-5 mm fiberler karşılaştırması (a)2016 Yılı, (b)2018 Yılı.

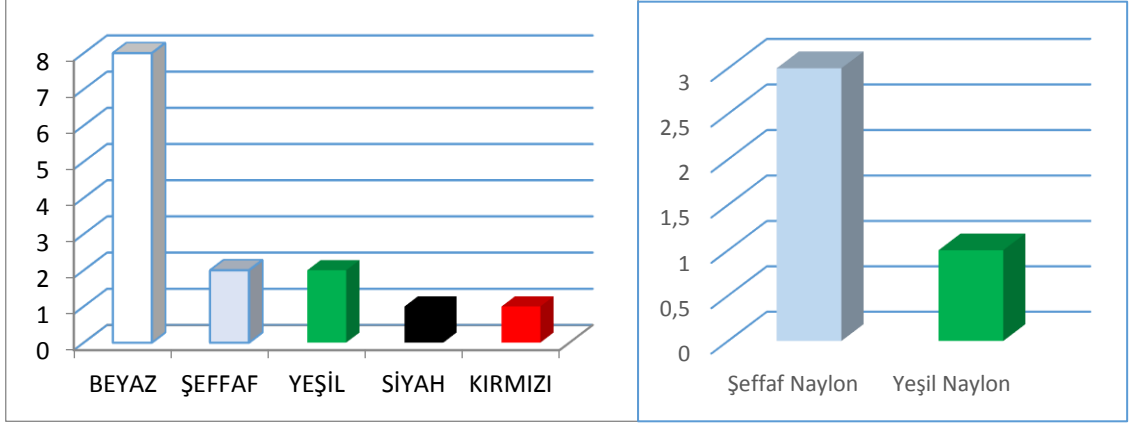
Naylonlar

2016 yılında yapılan çalışmada 1-5 mm boy grubunda toplam 14 naylon mikroplastik parçacık tespit edilmiştir.

2018 yılında yapılan çalışmada da toplam 7 adet naylon bulunmuştur fakat bulunan 3 adet naylon parçacığın boyutları 7-12 mm arasında değiştiği için çalışmaya dâhil edilmemiştir.

4 adet naylon parçacığın dağılımının da 3 adet şeffaf ve 1 adet yeşil olarak gerçekleştiği görülmüştür.2016 yılında sayıca baskın olan beyaz naylon parçacıklara 2018 yılında rastlanmamıştır. Aynı şekilde kırmızı ve siyah naylon parçacıklarda bu boy grubunda görülmemiştir.

Yıllara göre naylonların dağılımı ve değişimi Şekil 4.26'da özetlenmiştir.



a.(MBC İstasyonu naylonlar 2016 yılı.)

b.(MBC İstasyonu naylonlar 2018 yılı.)

Şekil 4.26 1-5 mm naylonlar karşılaştırması (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı

4.3.2 MBC İstasyonu Sediment Çalışmaları Karşılaştırılması (1mm-5mm Boy Grubu)

2016 yılında yapılan çalışmada sadece 4 adet fiber parçacık tespiti yapılmıştır.50 ml örnek üzerinden yapılan çalışma ile 1 litre sediment çamurunda 80 adet örnek olarak hesaplanmıştır.

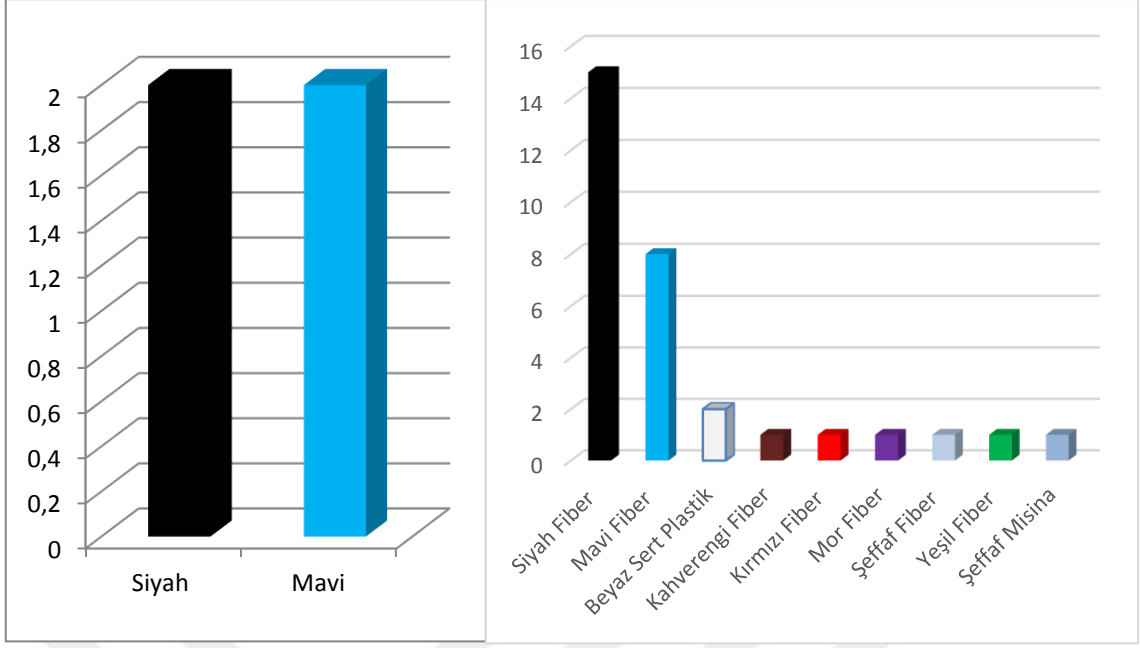
2018 yılında yapılan çalışmada ise toplam 31 adet mikroplastik parçacık varlığı gözlenmiştir. Çalışma 100 ml örnek üzerinden yapılmış 310 adet /L olarak sonuç elde edilmiştir. Türlerine göre de bakıldığında 28 adet fiber 2 adet sert plastik ve 1 adet naylon parçacık ile bu istasyonun çalışma açısından daha verimli olduğu görülmüştür.

Her iki yıl arasındaki bu değişimin örnek alınan noktanın deşarj noktasında olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Deşarj noktasına uzaklığı bölgede bulunan dip akıntısının etkisi örnekleme noktasının sediment yapısının değişkenliği gibi faktörler neticesinde bu miktarda büyük olduğu düşünülmektedir.

Benzer durumuna sediment te organik kirleticiler için yapılan çalışmalarda da rastlanmaktadır. Üç farklı atım ile alınan 3 paralel örnekten hepsinin organik kirletici seviyelerinin birbirinden farklı çıktığı bilinmektedir.

Fiberler

Her iki çalışma yılında da siyah ve mavi renkli fiberlerin istasyonda baskın olduğu görülmüştür.2016 yılı çalışmasında 2 renk tespit edilmişken 2018 yılı çalışmasında bulunan renk sayısının 9 olduğu görülmüştür. Ayrıca bu istasyonda diğer noktalardan farklı olarak 1 adet şeffaf misina parçacığı tespiti yapılmıştır.



a.(MBC İstasyonu fiberler 2016 Yılı.)

b.(MBC İstasyonu fiberler 2018 Yılı.)

Şekil 4.27 1-5 mm karşılaştırması (a) 2016 Yılı, (b)2018 Yılı

Aynı istasyonda 2016 ve 2018 yılında 1-5 mm boy grubuna dâhil mikroplastik parçacıkların türleri ve bazı istatistiki bilgileri aşağıda Çizelge 4.3 ile özetlenmiştir.

Çizelge 4.3 2016 Yılı Ve 2018 Yılı MBC İstasyonu Yüzey Suyu Ve Sediman da 1 mm-5 mm Boy Gurubunda Bulunan Plastik Parçacıkların Karşılaştırma tablosu

Matriks	İstasyon	N	Birim Hacimdeki Miktar	Fiber	Sert Plastik	Naylon	Strafor	Minimum	Maksimum	Ortalama	SD
Yüzey suyu	MBC İSKİ Projesi (Büyükçekmece) 2016 Yılı Çalışması	414	1.014 adet/m ³	336	64	14	-	1002	5.368	1.880	882
	MBC (Büyükçekmece) 2018 Yılı Çalışması	238	3.46 Adet/ m ³	79	148	4	7	1001.70	5816.54	2294.52	1068.16
Sediment	MBC (Büyükçekmece) 2016 Yılı Çalışması)	4	80 adet/L	4	-	-	-	1057	4996	2576	1435
	MBC (Büyükçekmece) 2018 Yılı Çalışması	31	310 adet/L	28	2	1	-	1010.80	4176	1793.91	789.51

4.3.3 MBC İstasyonu Yüzey Suyu Çalışmalarının Karşılaştırılması (200 µm- 1 mm Boy Grubu)

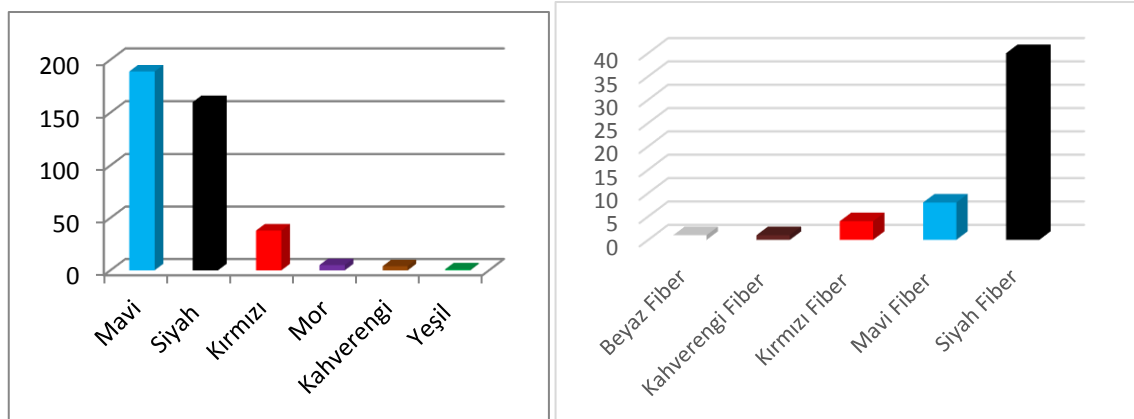
Her iki yılda (2016-2018) yapılan çalışmada da istasyonlarda olan plastik kirliliğinde fiber parçacıkların daha baskın olduğu görülmektedir. Bu boy grubunda naylon ve straforlara iki çalışmada da rastlanmamıştır.

Fiber parçacıkların özellikle kentsel arıtma tesislerinin çıkış noktalarında yoğun bulunduğu bilinmektedir. MBC (Büyükçekmece) örnekleme noktası kentsel arıtma tesisi çıkış noktasına yaklaşık 500 metre kadar mesafededir.

Yapılan iki çalışmada arıtma tesisleri çıkış noktalarındaki fiber parçacık yoğunluğu tezini desteklemektedir. 2 farklı çalışmada elde edilen veriler plastik çeşitlerine göre aşağıda grafikler ile karşılaştırılmış sayıları ve renkleri ile özetlenmiştir.

Fiberler

2016 yılında yapılan çalışmada MBC istasyonu yüzey suyunda 200 µm-1mm boy grubunda toplam 397 adet fiber parçacık tespit edilmiştir. Renklere göre bakıldığında 189 adet ile mavi fiberlerin bu boy grubunda baskın olduğu görülmüştür. 2018 yılında yapılan çalışmada ise aynı istasyonda 59 adet fiber parçacık varlığı gözlemlenmiştir. Renk dağılımına göre bakıldığında siyah fiber parçacıkların bu çalışmada daha yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Her iki çalışmada da mavi, siyah ve kırmızı fiber parçacıkların baskın olduğu görülmüştür.



a.(MBC İstasyonu Fiberler 2016 Yılı.)

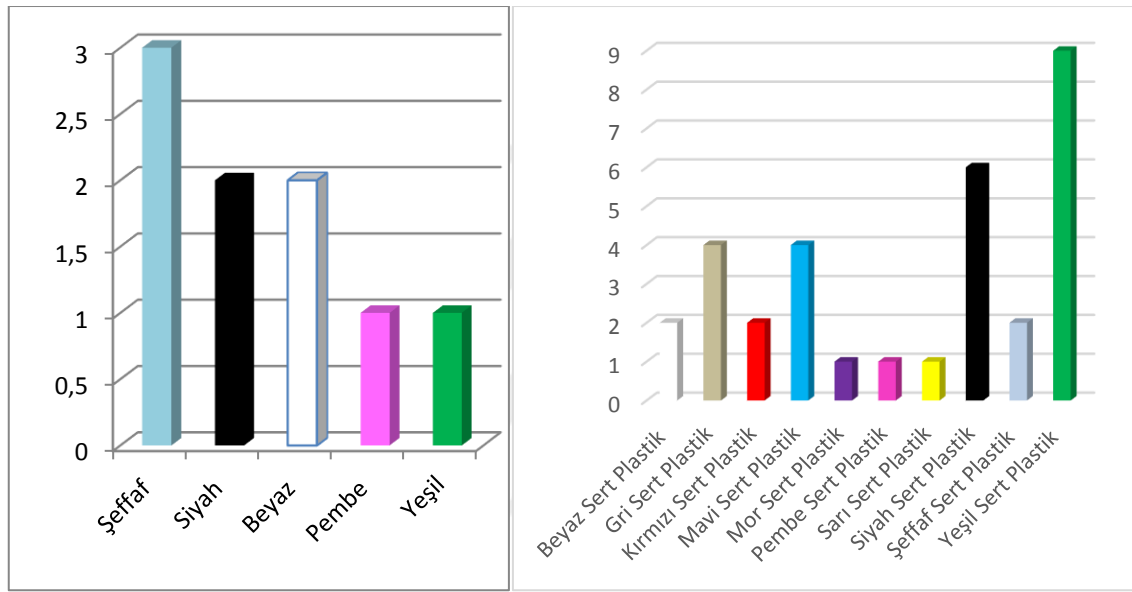
b.(MBC İstasyonu Fiberler 2018 Yılı.)

Şekil 4.28 200 µm- 1 mm sert plastikler karşılaştırması (a)2016 Yılı, (b)2018 Yılı

Sert Plastikler

2016 yılında yapılan çalışmada bu boy grubunda toplam 9 adet sert plastik parçacık varlığı tespit edilmiştir. Yoğunlukta olan plastik parçacık şeffaf sert olarak görülmektedir.(Şekil 4.29)

2018 yılında yapılan çalışmada ise toplam 32 adet sert plastik varlığı görülmüştür. Hem renk çeşitliliği hem de sayı olarak 2018 yılındaki örneklemenin daha verimli olduğu görülmüştür.



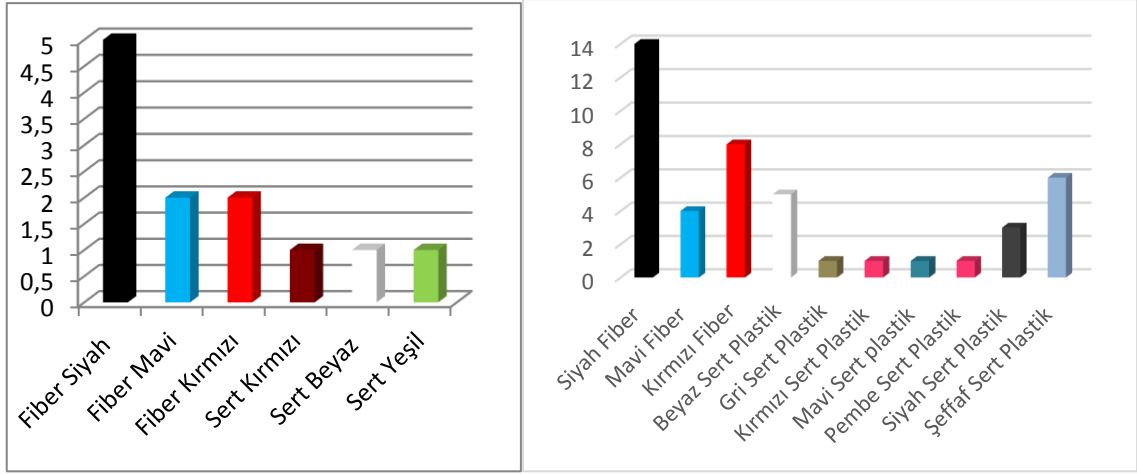
a.(MBC İstasyonu sert plastikler 2016 Yılı.)

b.(MBC İstasyonu sert plastikler 2018 Yılı.)

Şekil 4.29 200 µm- 1 mm sert plastikler karşılaştırması (a)2016 Yılı, (b)2018 Yılı.

4.3.4 MBC İstasyonu Sediment Çalışmaları Karşılaştırılması (200 µm- 1 mm Boy Grubu)

2016 yılında İSKİ Projesi kapsamında yapılan çalışmada MBC (Büyükçekmece) istasyonu sediment örnekleme sin de 200 µm-1mm boy grubunda toplam 9 adet fiber parçacık ve 3 adet sert plastik olmak üzere toplam 12 adet parçacık tespit edilmiştir. 2018 yılında yapılan tez çalışmasında ise 26 adet fiber ve 20 adet sert plastik parçacık varlığı gözlenmiştir. Fiber parçacıklarda baskın olarak her 2 yılda da siyah parçacıkların varlığı dikkat çekmektedir. Ayrıca istasyonda yapılan 2 örneklemede de mavi ve kırmızı fiber varlığı görülmektedir. Sert plastik türünde ise beyaz sert plastik her iki yıl yapılan çalışmada tespit edilmiştir.(Şekil 4.30)



a.(MBC İstasyonu sediment çalışması 2016 Yılı.)

b.(MBC İstasyonu sediment çalışması 2018 Yılı.)

Şekil 4.30 200 µm- 1 mm Sediment çalışması karşılaştırması (a)2016 Yılı, (b)2018 Yılı
Bu boy gurubunda yapılan çalışmalar ve istasyonlarda bulunan plastik parçacıklara dair bazı istatistiki bilgiler aşağıda tablo ile özetlenmiştir

Çizelge 4.4 2016 Yılı Ve 2018 Yılı MBC İstasyonu YüzeY Suyu Ve Sediment 200 µm-1 mm Boy Gurubunda Bulunan Plastik Parçacıkların Karşılaştırma tablosu

Matriks		N	Birim Hacimdeki Miktar	Fiber	Sert Plastik	Naylon	Strafor	Minimum	Maksimum	Ortalama	SD
YüzeY suyu	MBC İSKİ Projesi (Büyükçekmece) 2016 Yılı Çalışması	406	1.097 adet/m ³	397	9	-	-	0.14	0.999	0.609	0.228
	MBC (Büyükçekmece) 2018 Yılı Tez Çalışması	88	1.290 adet/m ³	54	32	-	-	162.67	987.88	631.68	238.76
Sediman	MBC İSKİ Projesi (Büyükçekmece) 2016 Yılı Çalışması	12	240adet/L	9	3	-	-	206.16	998.38	590.96	212.64
	MBC (Büyükçekmece) 2018 Yılı Çalışması	46	460 adet/L	26	20	-	-	0.166	0.989	0.563	0.288

4.3.5 MY1 İstasyonu Yüzey Suyu Çalışmalarının Karşılaştırılması (1mm-5mm Boy Grubu)

2016 yılında MY1 istasyonunda yapılan çalışmada bu boy grubunda 97 adet plastik parçacık bulunmuştur. Bulunan plastik parçacıkların 83 adet inin fiber 14 adet inin ise sert plastik olduğu görülmüştür. Çekim alanındaki mesafeye göre yapılan hesaplamada 0.227 Adet/m³ mikroplastik varlığı olduğu görülmüştür.

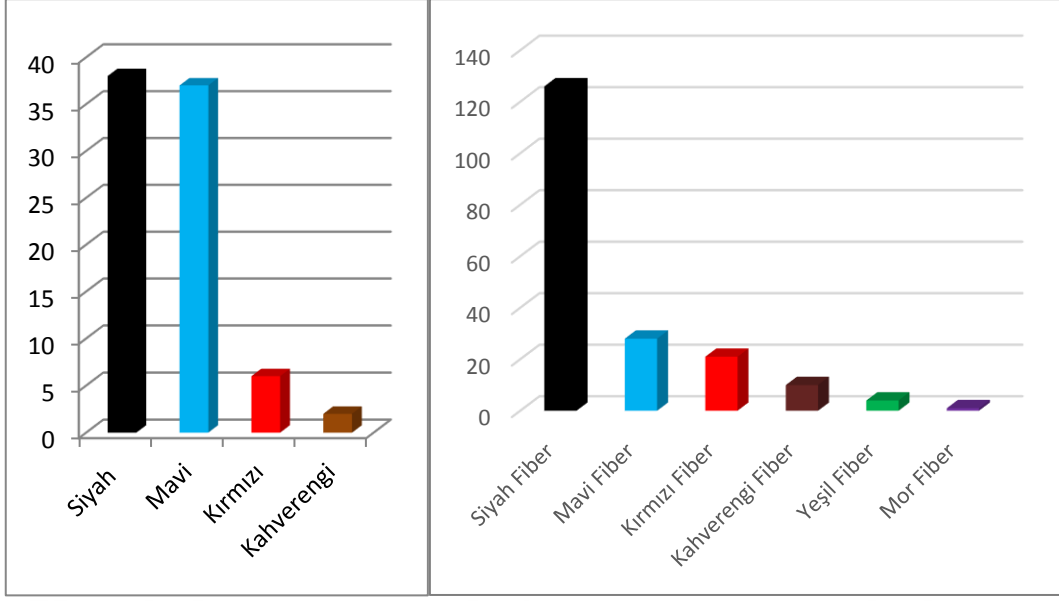
2018 yılında yapılan tez çalışmasında ise bu boy grubunda toplam 251 adet mikroplastik parçacık bulunmuştur. Bulunan mikroplastiklerin 190 adet inin fiber 49 adet inin sert plastik 8 adet inin naylon 4 adet inin ise strafor olduğu belirlenmiştir. Yine çekim alanındaki mesafeye göre yapılan hesaplamada 2.42 Adet/ m³ mikroplastik varlığı tespit edilmiştir.

Sediment çalışmasında ise 2016 yılında bu boy grubunda 50 ml sediment örneği içerisinde analizi yapılmış ve 13 adet fibere rastlanmıştır.

2018 yılında yapılan tez çalışmasında ise 100 ml sediment örneğinde çalışılmış 12 adet fiber 15 adet te sert plastik parçacık varlığı gözlenmiştir. Her iki çalışma alanı içinde bulunan mikroplastik sayıları ve renkleri grafik ve fotoğraflar ile özetlenmiştir.

Fiberler

2016 yılı proje çalışmasında MY1 istasyonunda 1-5 mm boy grubunda toplam 92 adet fiber parçacık tespit edilmiştir. Renklere göre bakıldığında 38 adet siyah ile 37 adet mavi rengin fiberlerin 1-5 mm fiberler grubunda baskın olduğu görülmüştür. 2018 yılı tez çalışmasında ise 126 adet ile yine siyah renkli fiberlerin daha yoğun olduğu görülmüştür. 2016 yılı çalışmasında 4 farklı ren bulunurken 2018 yılında aynı noktada 6 farklı renk fiber parçacık varlığı bu boy grubunda ortaya konulmuştur.(Şekil 4.31)



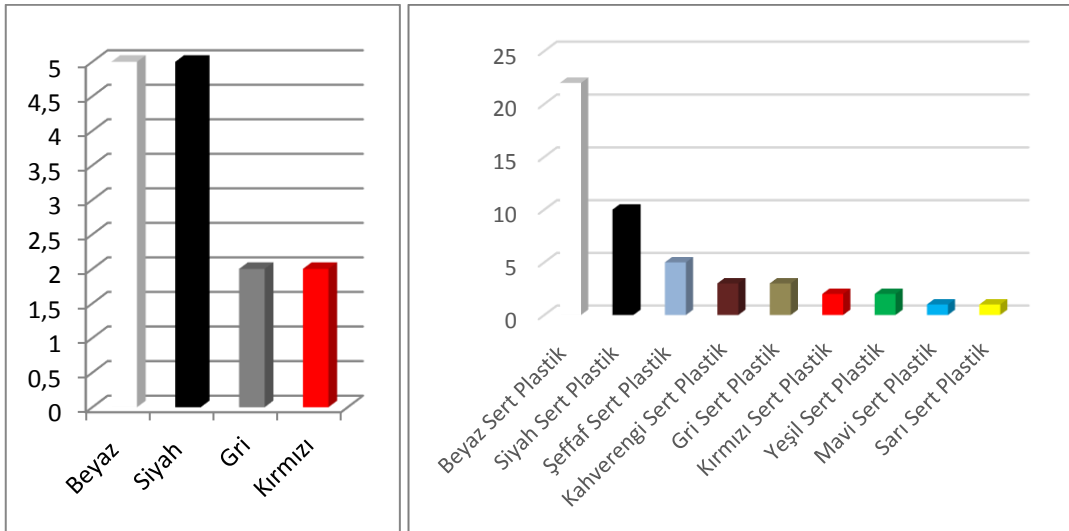
a.(MY1 İstasyonu fiberler 2016 Yılı.)

b.(MY1 İstasyonu fiberler 2018 Yılı)

Şekil 4.31 Yüzey suyunda 1-5 mm fiberler karşılaştırması. (a)2016 Yılı, (b)2018 Yılı

Sert Plastikler

2018 de yapılan tez çalışmasında ise bu boy grubunda toplam 49 adet sert plastik parçacık varlığı görülmüştür. Her iki farklı çalışmada da en çok görülen plastik parçacık beyaz sert plastikler olarak dikkat çekmektedir. Siyah, kırmızı ve gri renkli sert plastiklerin her iki çalışmada da varlığı gözlenmiştir. Renk ve sayı olarak 2018 yılı çalışmasının daha verimli olduğu görülmüştür.(Şekil 4.32)



a.(MY1 İstasyonu sert Plastikler 2016 Yılı.)

b.(MY1 İstasyonu sert plastikler 2018 Yılı.)

Şekil 4.32 1-5 mm sert plastikler karşılaştırması. (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı

Naylon ve Strafor

MY1 İstasyonunda 2016 yılında yapılan çalışmada naylon ya da strafor varlığı tespit edilememiştir.2018 yılı tez çalışmasında ise bu boy grubunda 8 adet naylon ve 4 adet strafor varlığı görülmüştür. Bu boy grubunda bulunun mikroplastikler türlerine göre bazı istatistiki bilgiler ile birlikte aşağıda özetlenmiştir.

4.3.6 MY1 İstasyonu Sediment Çalışmaları Karşılaştırılması (1mm-5mm Boy Grubu)

2016 yılında yapılan çalışmada MY1 istasyonu sediment örnekleme sin de 1-5 mm boy grubunda toplam 13 adet fiber parçacık tespit edilmiştir. Renklere göre bakıldığında 8 adet siyah ile 5 adet mavi rengin fiberin bu matriks te bulunduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5 2016-2018 Yılı MY1 İstasyonu Yüzey Suyu ve Sedimentte 1 mm-5 mm Boy Gurubuna Dâhil Bulunan Plastik Parçacıkların Karşılaştırma Tablosu

Matriks	İstasyon	N	Birim Hacimdeki Miktar	Fiber	Sert Plastik	Naylon	Strafor	Minimum	Maksimum	Ortalama	SD
Yüzey suyu	MY1 İSKİ Projesi (TUZLA İstasyonu) 2016 Yılı Çalışması	97	0.227 Adet/m ³	83	14	-	-	1.004	5.410	1.845	983
	MY1 (TUZLA İstasyonu) 2018 Yılı Tez Çalışması	251	2.42 Adet/m ³	190	49	8	4	1005.65	5839.95	2208.57	983.03
Sediman	MY1 İSKİ Projesi (TUZLA İstasyonu) 2016 Yılı Çalışması)	13	270 Adet/L	13	-	-	-	1.057	4.996	2.576	1435
	MY1 (TUZLA İstasyonu) 2018 Yılı Çalışması	27	-	12	15	-	-	1010.35	3244.72	1578.58	561.50

4.3.7 MY1 İstasyonu Yüzey Suyu Çalışmalarının Karşılaştırılması (200 µm-1mm Boy Grubu)

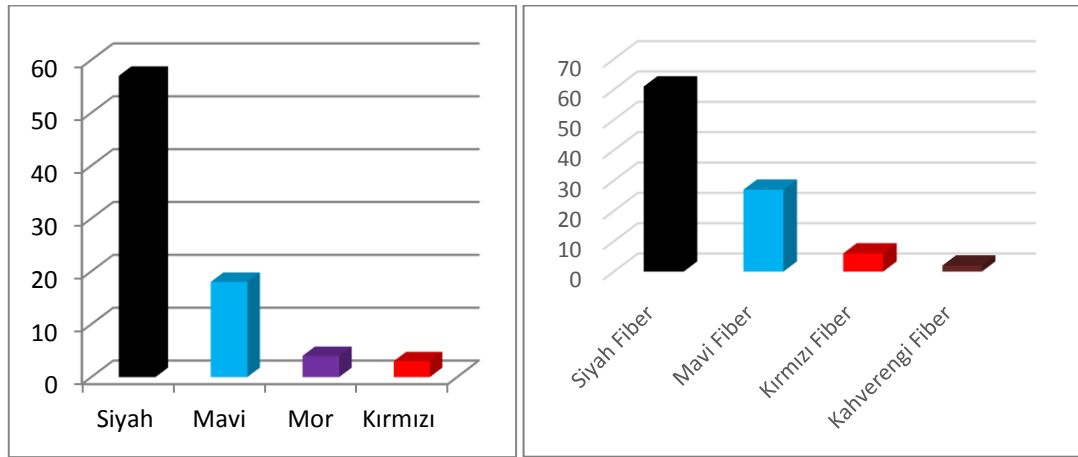
Yapılan çalışmada 2016 yılında yüzey suyunda toplam 105 adet plastik parçacık bulunmuştur. Çekim alanına göre yapılan hesaplamada yüzey suyunda 0.234 Adet/m³ mikroplastik varlığı ortaya konulmuştur. Plastik parçacıklar türlerine göre bakıldığında bu yılda yapılan çalışmada sadece fiberler ve sert plastikler olarak dikkat çekmektedir. 2018 yılında yapılan tez çalışmasında ise 134 adet mikroplastik bulunmuş aynı istasyon da yüzey suyunda 1.292 Adet/ m³ mikroplastik varlığı olduğu görülmüştür. Türlerine göre bakıldığında bu yıl yapılan çalışmada da fiberler, sert plastikler ve naylonların varlığı dikkat çekmektedir.

Her iki yılda yapılan çalışmaların türleri ve renklerine göre ayrımları aşağıda grafikler ile özetlenmiştir.

Fiberler

2016 yılında yapılan çalışmada MY1 istasyonunda 200 µm-1mm boy grubunda toplam 92 adet fiber parçacık tespit edilmiştir. Renklere göre bakıldığında 57 adet ile siyah fiberlerin bu boy grubunda baskın olduğu görülmüştür.

2018 yılında yapılan çalışmada ise toplam 96 adet fiber varlığı tespit edilmiştir. Çalışma yapılan her iki yılda da siyah ve mavi fiberlerin baskınlığı görülmüştür.(Şekil 4.33)



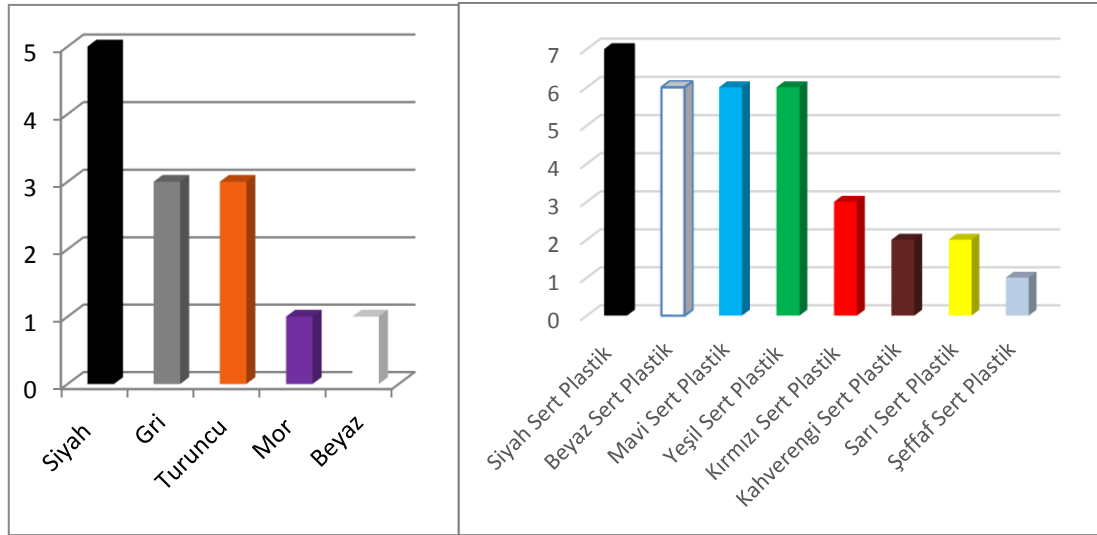
a.(MY1 İstasyonu fiberler 2016 Yılı)

b.(MY1 İstasyonu fiberler 2018 Yılı)

Şekil 4.33 200 µm-1mm fiberler karşılaştırması. (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı

Sert Plastikler

İstasyonda 2016 yılında yapılan çalışmada 13 adet sert plastik 2018 yılında yapılan çalışmada ise 33 adet sert plastik varlığı tespit edilmiştir. Yapılan her 2 çalışmada da siyah sert plastiklerin bu istasyonun yüzey suyunda baskın olduğu tespit edilmiştir.2018 yılında yapılan çalışmanın hem renk hem de sayı bakımından daha zengin olduğu görülmüştür.(Şekil 4.34)



a.(MY1 İstasyonu sert plastikler 2016 Yılı.)

b.(MY1 İstasyonu sert plastikler 2018 Yılı.)

Şekil 4.34 200 µm-1mm sert plastikler karşılaştırması. (a)2016 Yılı, (b)2018 Yılı

Naylonlar Ve Straforlar

2016 yılında yapılan çalışmada naylon ve strafor varlığına rastlanmamıştır.2018 yılı çalışmasında ise boyutları 570.78 mikron ile 787.18 mikron arasında değişen adet naylon parçacığı rastlanmıştır.

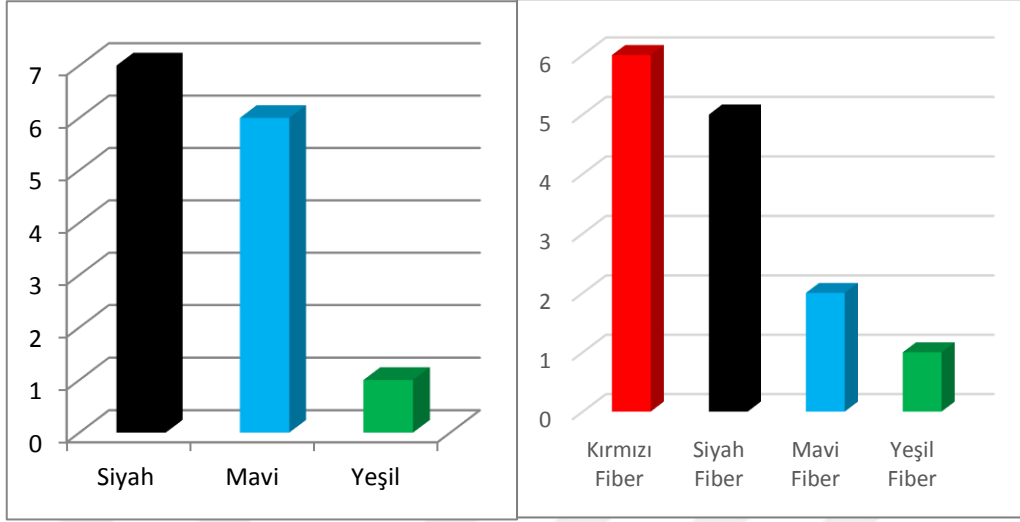
4.3.8 MY1 İstasyonu Sediment Çalışmaları Karşılaştırılması (200µm-1mm boy grubu)

Fiberler

2016 yılında yapılan çalışmada 14 adet fiber parçacık tespit edilmiştir. Renklere göre bakıldığında 7 adet siyah 6 adet mavi ve 1 adet yeşil fiber parçacığın varlığı tespit edilmiştir.(Şekil 4.35)

2018 yılında yapılan çalışmada da aynı boy grubunda yine 14 adet fiber parçacığına rastlanmıştır. Bu çalışmada ise kırmızı renkli fiber parçacıkların daha baskın olduğu

görülmüştür. Her iki çalışmada da siyah, mavi ve yeşil fiberlerinde varlığına rastlanmıştır.(Şekil 4.35)



a.(MY1 İstasyonu fiberler 2016 Yılı.)

b.(MY1 İstasyonu fiberler 2018 Yılı.)

Şekil 4.35 200 μ m-1mm fiberler karşılaştırması. (a) 2016 Yılı, (b) 2018 Yılı.

4.4 FTIR (Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre) İle Yapılan Ölçümler

Her iki istasyonun yüzey suyu ve MBC istasyonu su kolonu örneklemelerinden 1-5 mm boy grubuna dâhil FTIR cihazında ölçümü yapılabilecek büyüklükte plastik parçacıklar seçilmiştir. MBC istasyonu yüzey suyundan 12 adet plastik parçacık su kolonundan 2 adet plastik parçacık MY1 istasyonu yüzey suyundan ise 7 adet plastik parçacık analizi yapılmıştır. Seçilen bu plastik parçaların ölçümleri yapılmış ve karakterize edilmiştir.

Çalışmada TÜBİTAK MAM Kimya Teknolojileri Enstitüsü laboratuvar altyapısında bulunan Perkin elmer marka Spectrum One model FT-IR Spektrometre cihazı kullanılmıştır.

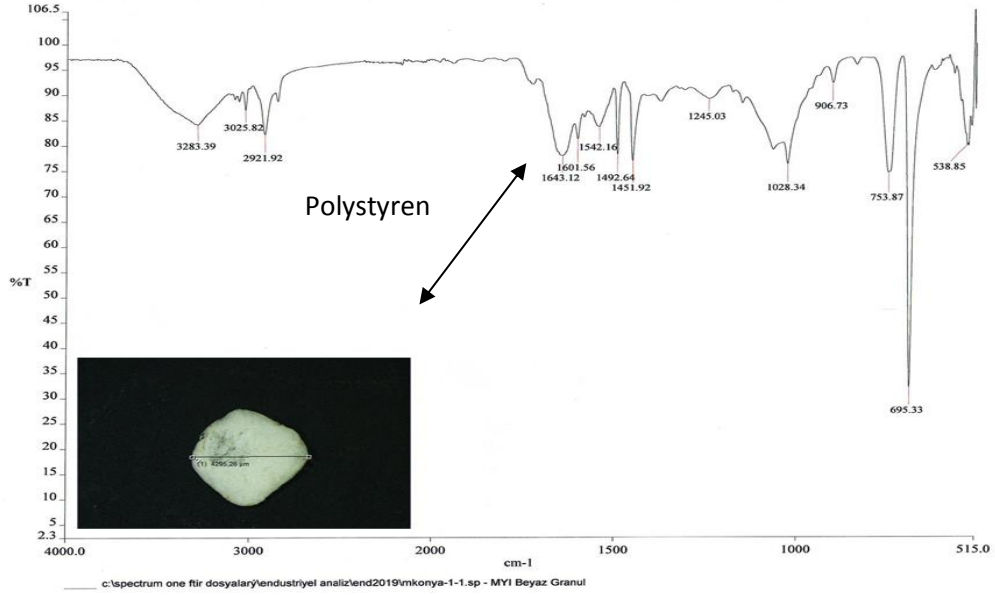
Yapılan çekimlerden sonra cihazın kütüphanesi olan Perkin Elmer software ve ayrıca Knowitall lisanlı programlarıyla sonuçlar karşılaştırılmış plastik parçacıklar bu şekilde türlerine göre ayrılmıştır.



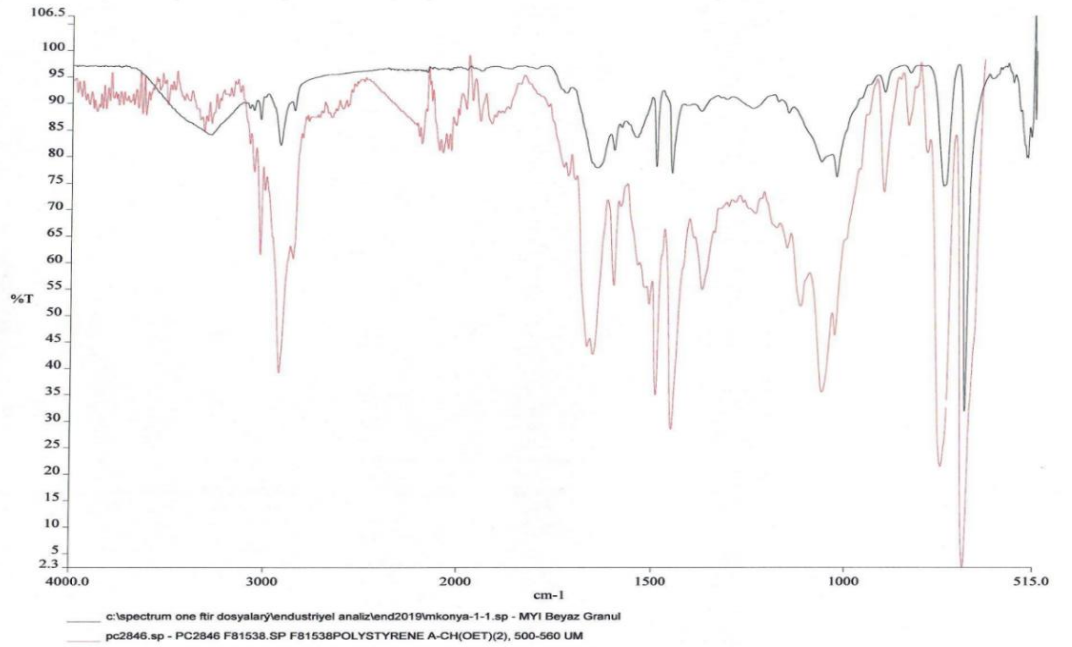
Şekil 4.36 Analizlerde kullanılan Perkin Elmer marka Spectrum One model FT-IR Spektrometre cihaz

MY 1 İstasyonu Yüzev Suyu 1-5 mm Boy Grubu 1 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve strafor olduğu düşünülen 4 parçadan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın tanımlandığı gibi strafor (Polystyrene) olduğu görülmüştür (Şekil 4.37).



a) Strafor örneğinin FTIR çekimi

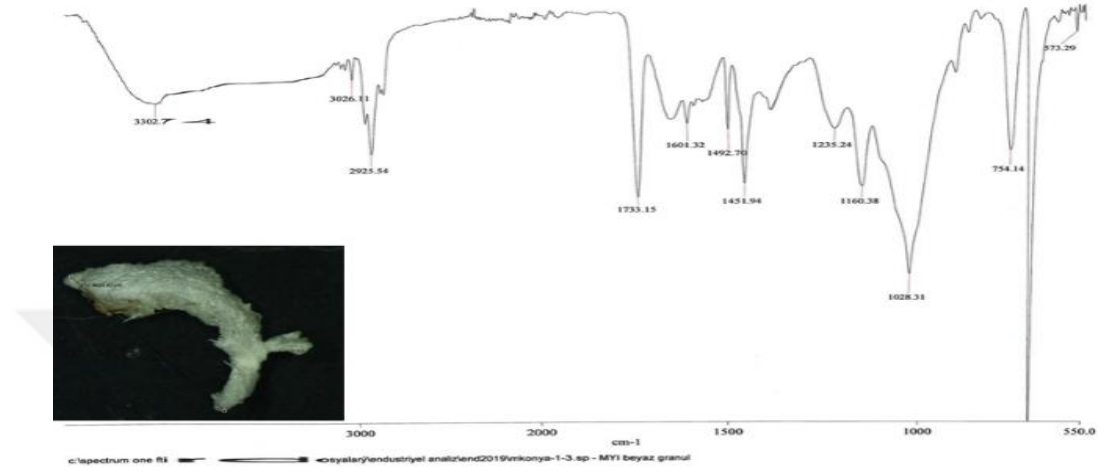


b) Cihaz kütüphanesi ile karşılaştırması

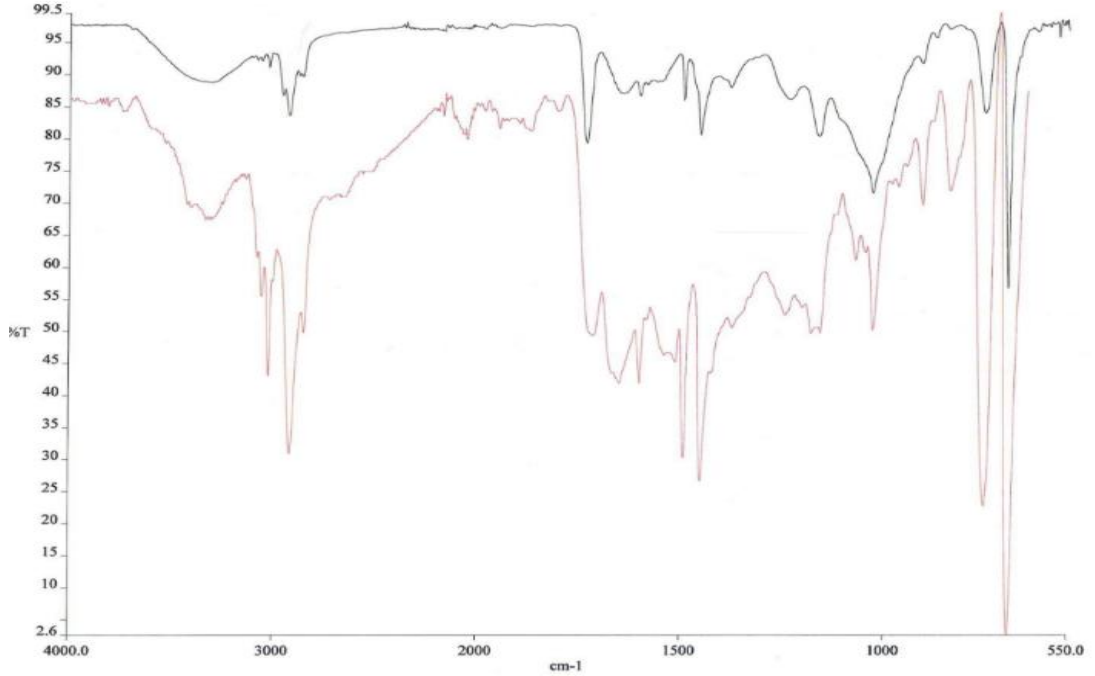
Şekil 4.37 Strafor örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MY 1 İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 2 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve strafor olduğu düşünölen 4 parçadan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın tanımlandığı gibi strafor (Polystyrene) olduğu görölmüştür (Şekil 4.38).



a) Strafor örneğinin FTIR çekimi

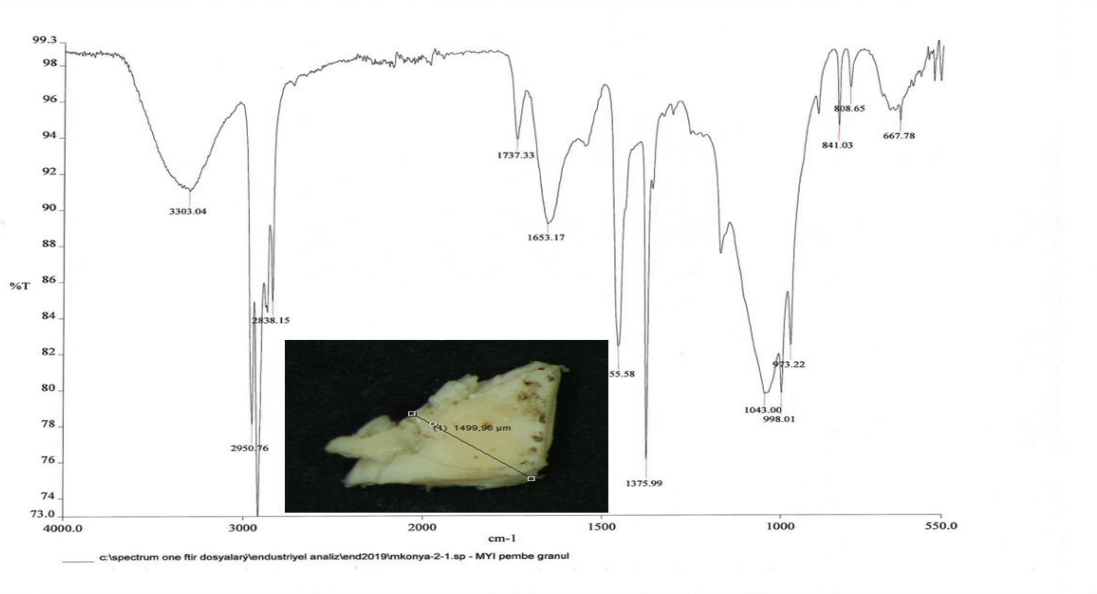


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

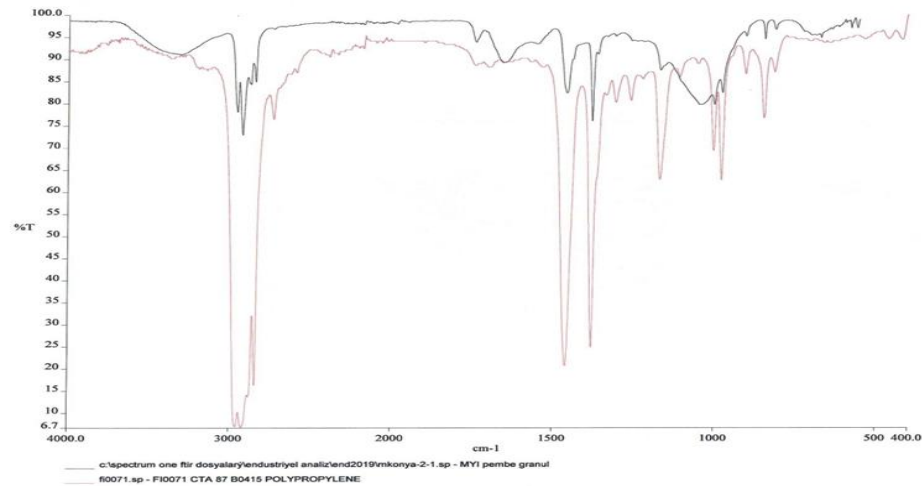
Şekil 4.38 Strafor örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MY 1 İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 4 no'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın tanımlandığı gibi sert plastik (Polypropylene) olduğu görölmüştür (Şekil 4.39).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

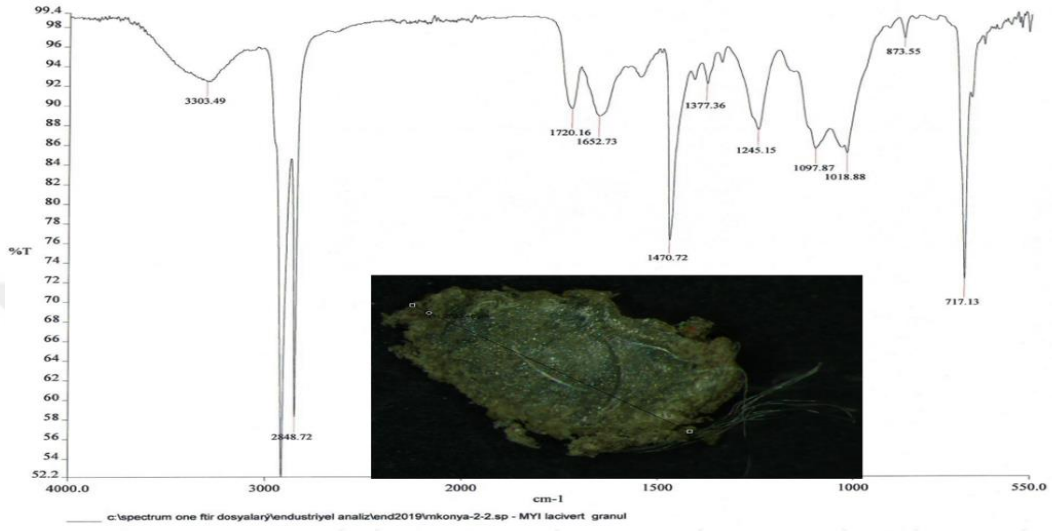


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

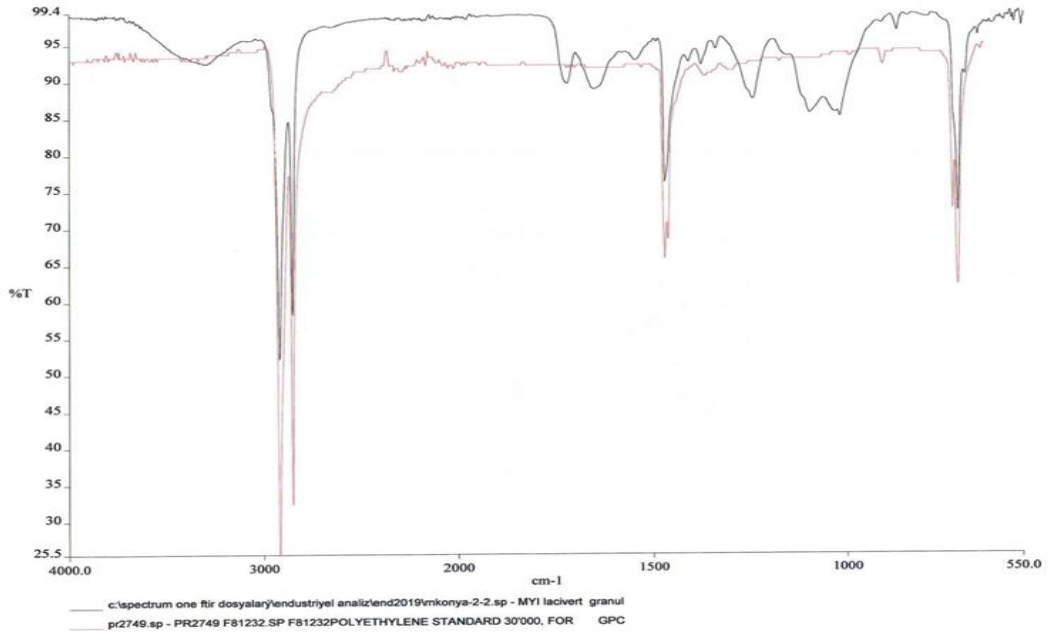
Şekil 4.39 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MY 1 İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 5 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın tanımlandığı gibi sert plastik (Polyethylene standart) olduğu görölmüştür (Şekil 4.40).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

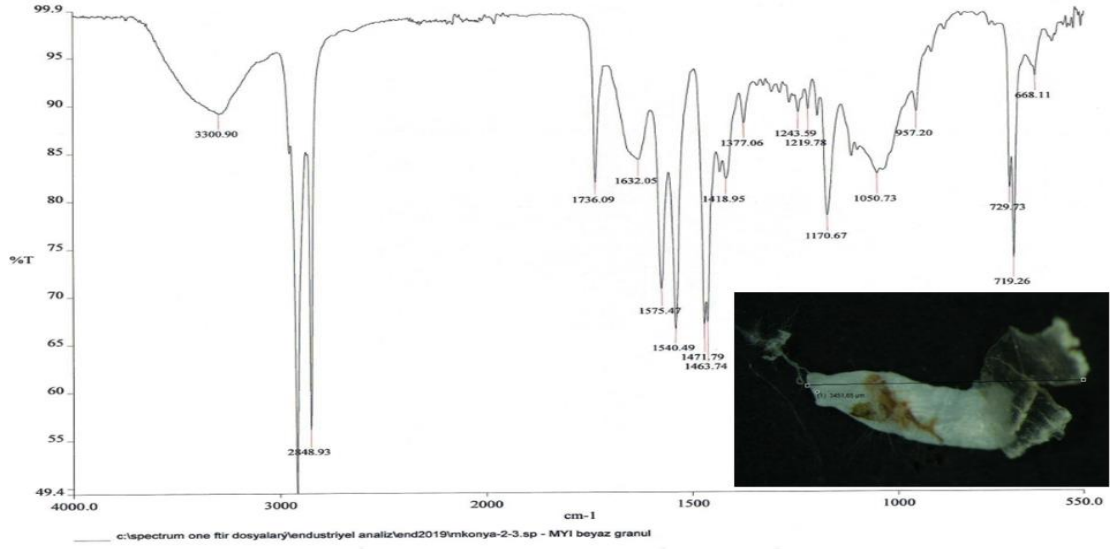


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

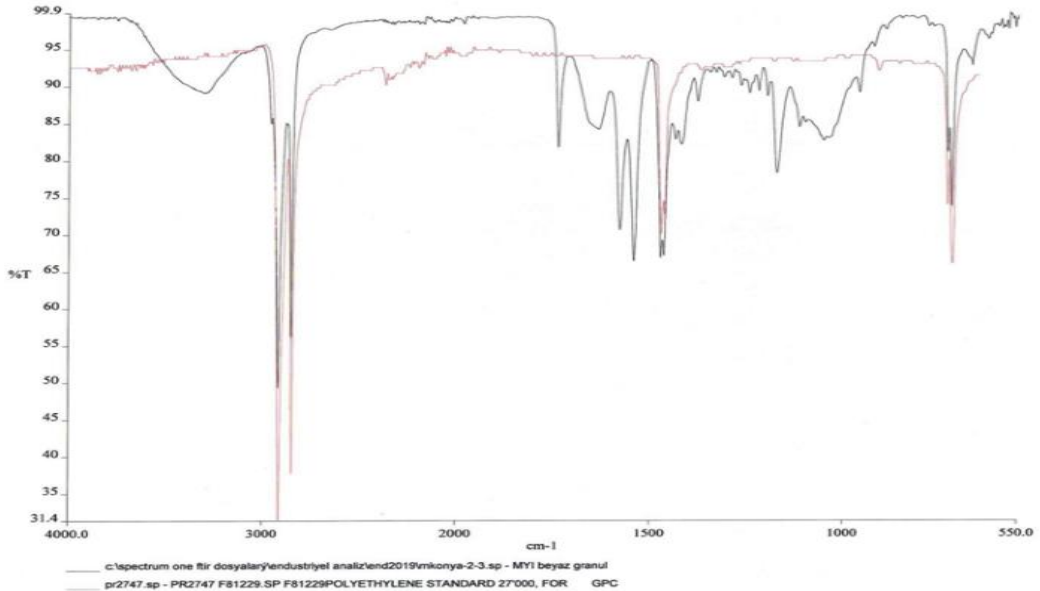
Şekil 4.40 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MY 1 İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 6 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın tanımlandığı gibi sert plastik (Polyethylene standart) olduğu görölmüştür (Şekil 4.41).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

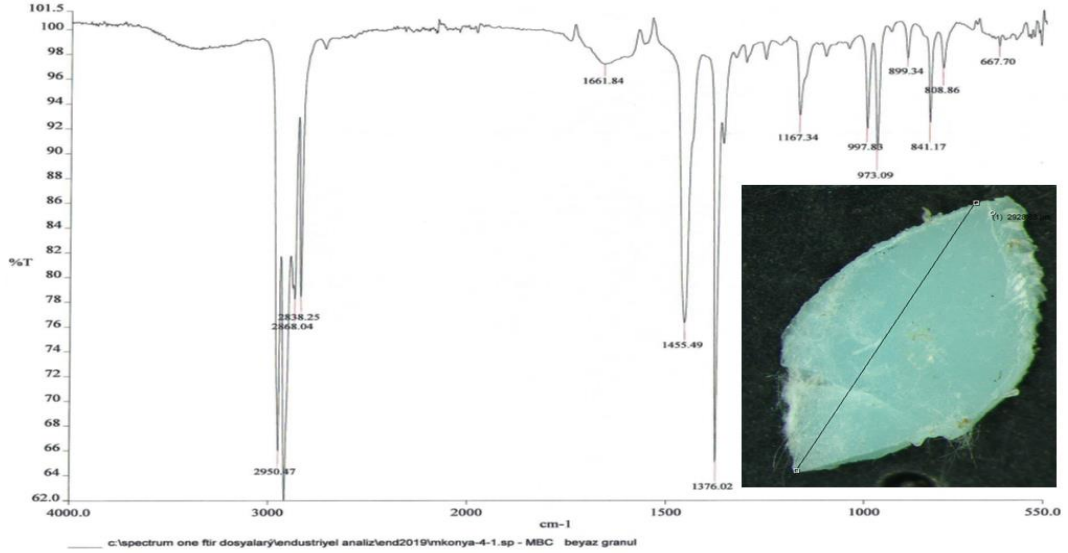


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

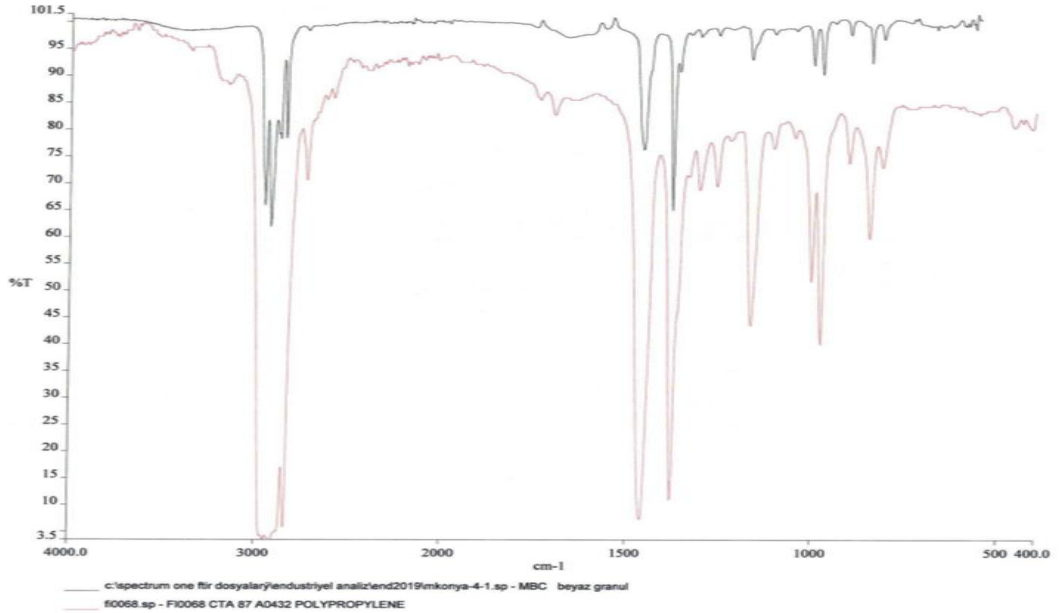
Şekil 4.41 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 1 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın tanımlandığı gibi sert plastik (Polypropylene) olduğu görölmüştür (Şekil 4.42).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

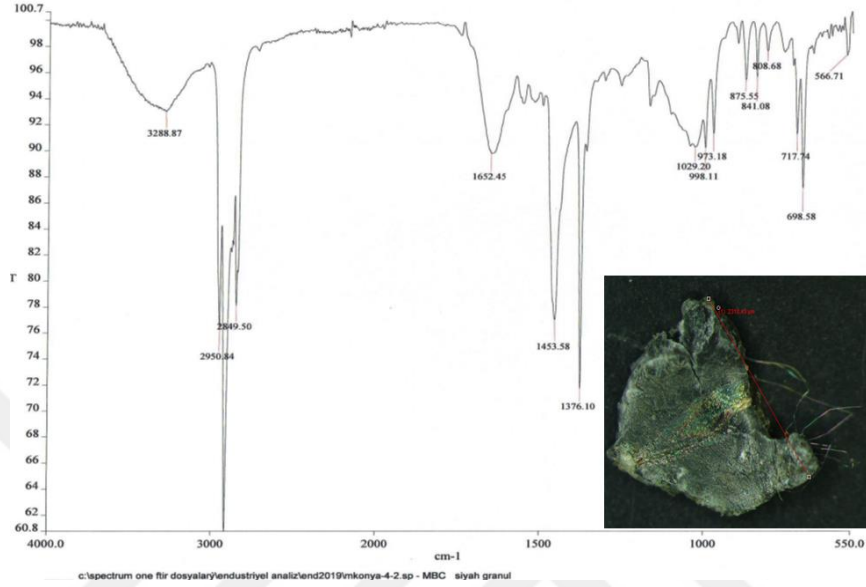


a) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

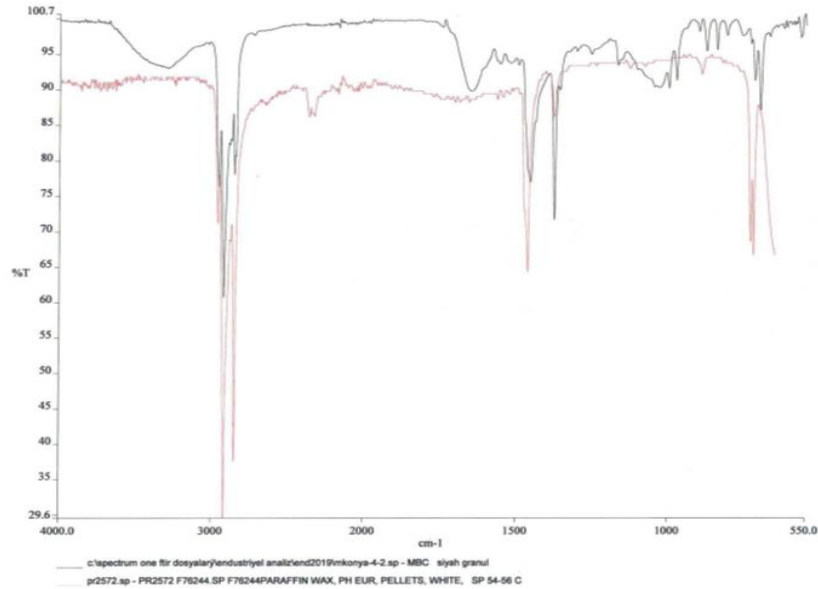
Şekil 4.42 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 2 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın (Paraffin Wax) olduğu görölmüştür (Şekil 4.43).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

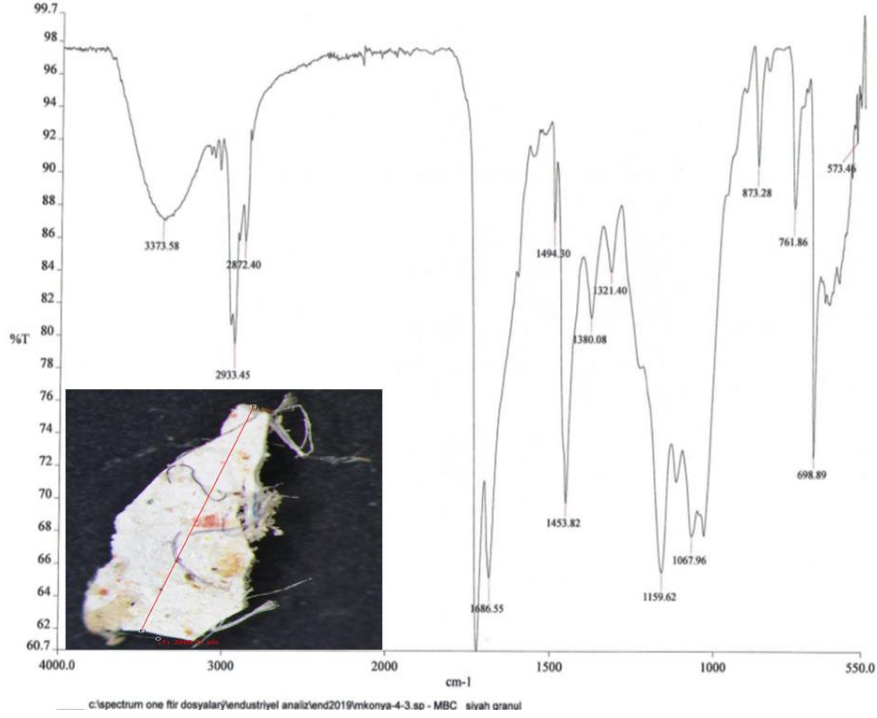


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

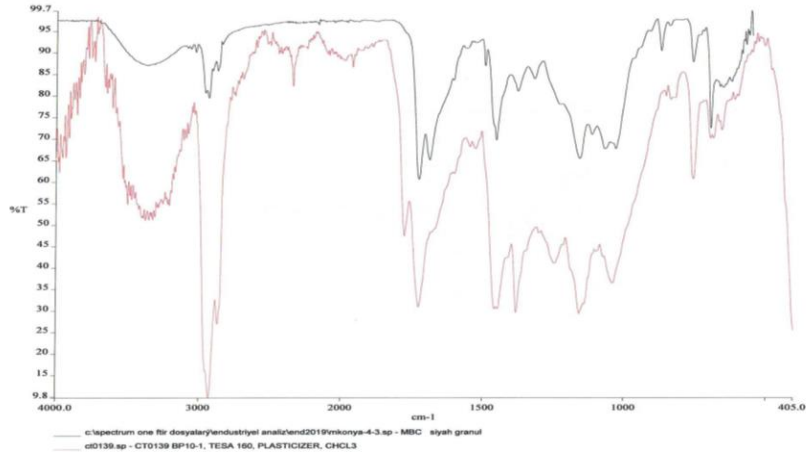
Şekil 4.43 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 3 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın (Plasticizer CHL3) olduğu görölmüştür (Şekil 4.44).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

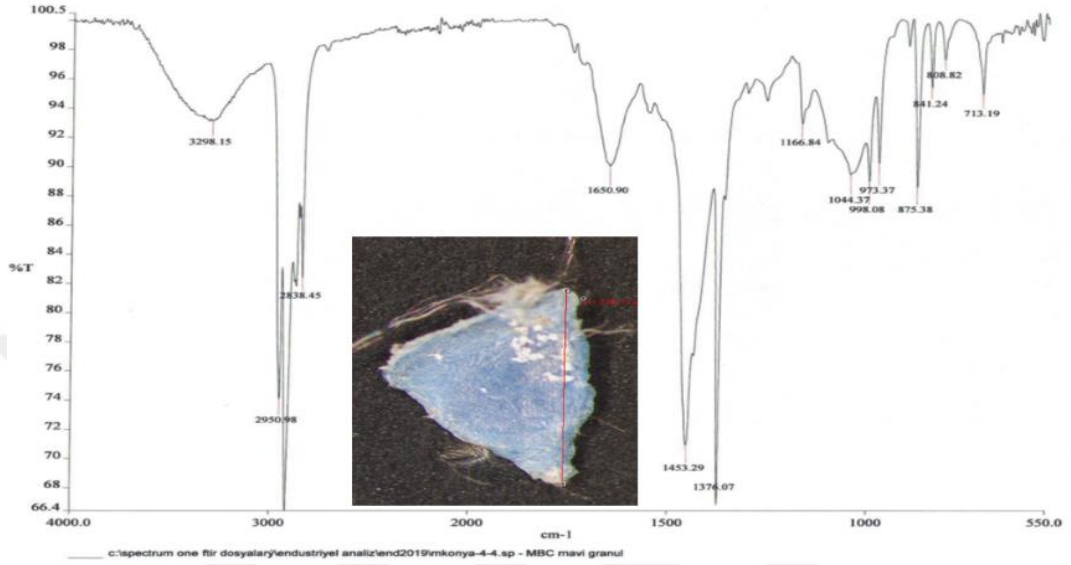


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

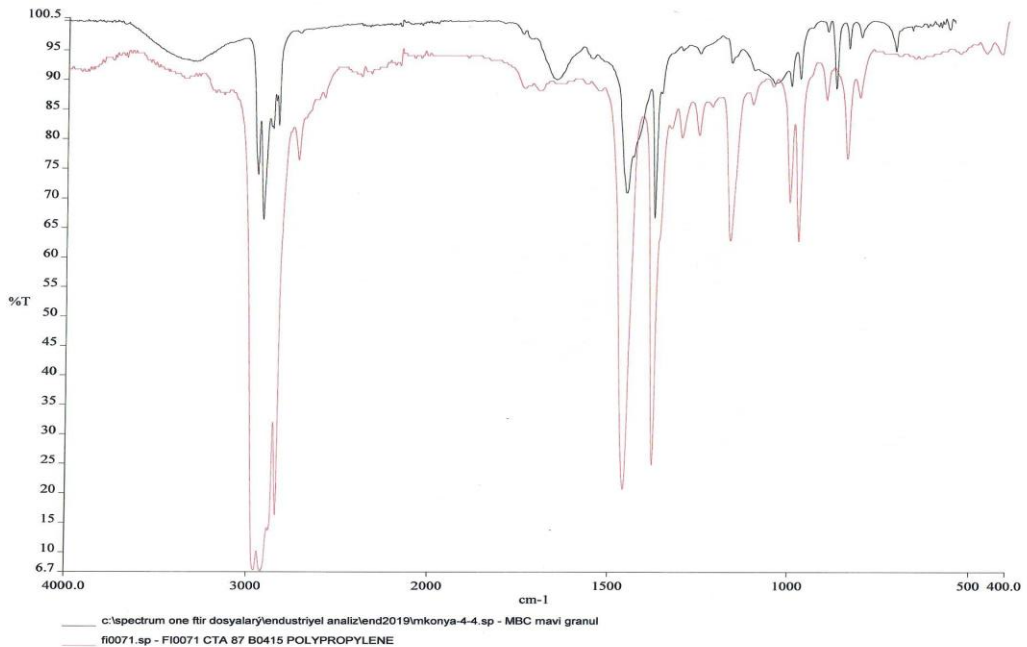
Şekil 4.44 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 4 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın sert plastik (Polypropylene) olduğu görölmüştür (Şekil 4.45).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

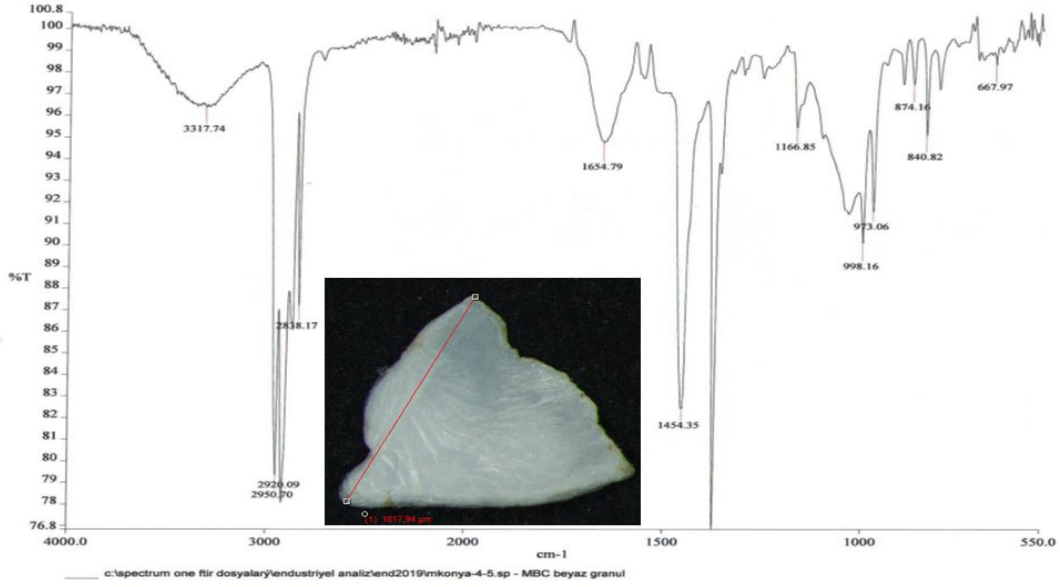


a) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

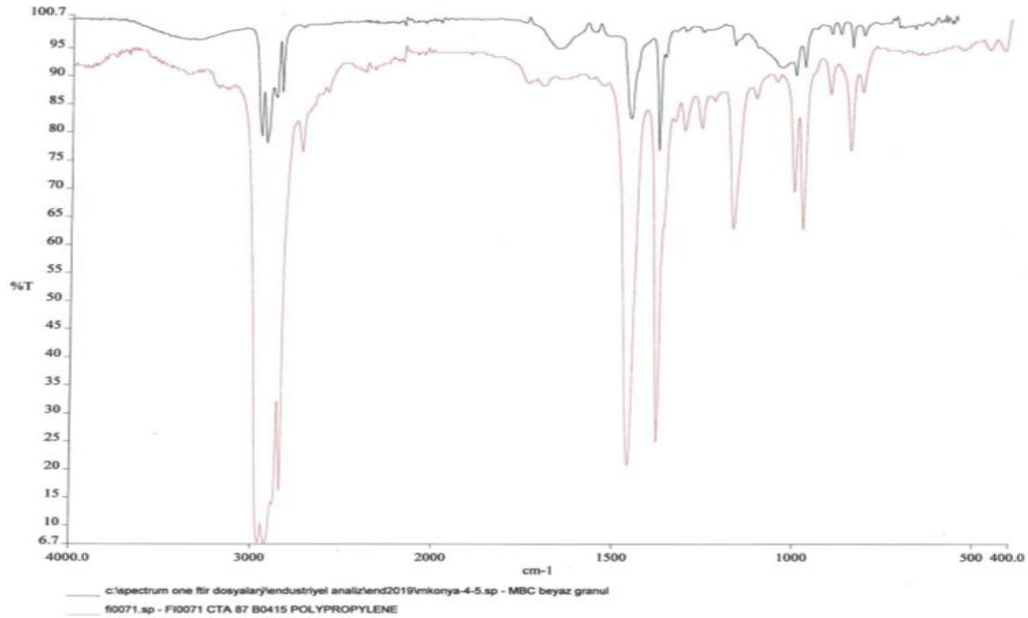
Şekil 4.45 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 4 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın sert plastik (Polypropylene) olduğu görölmüştür (Şekil 4.46).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

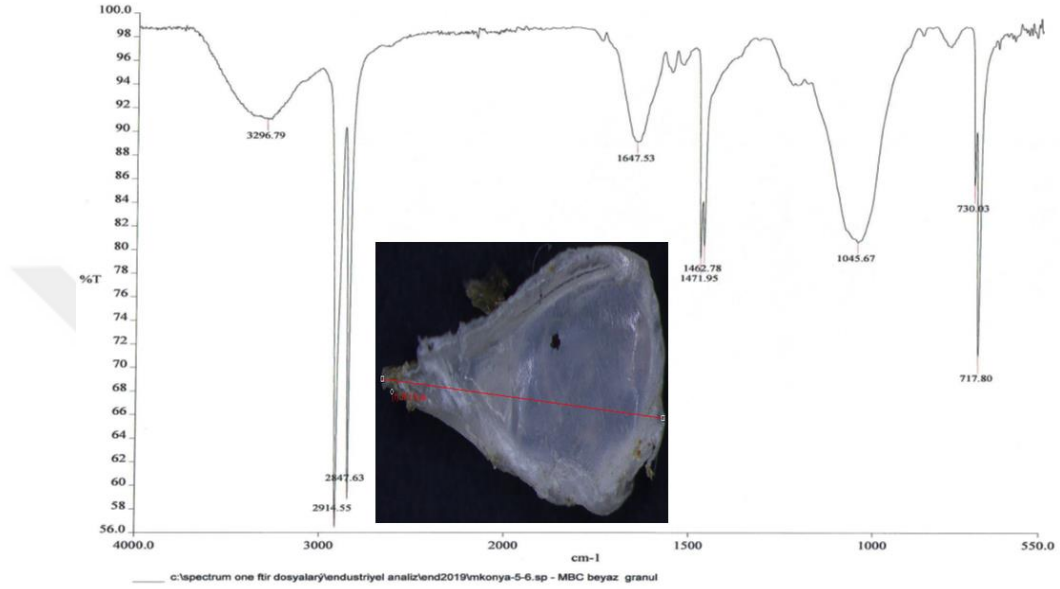


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

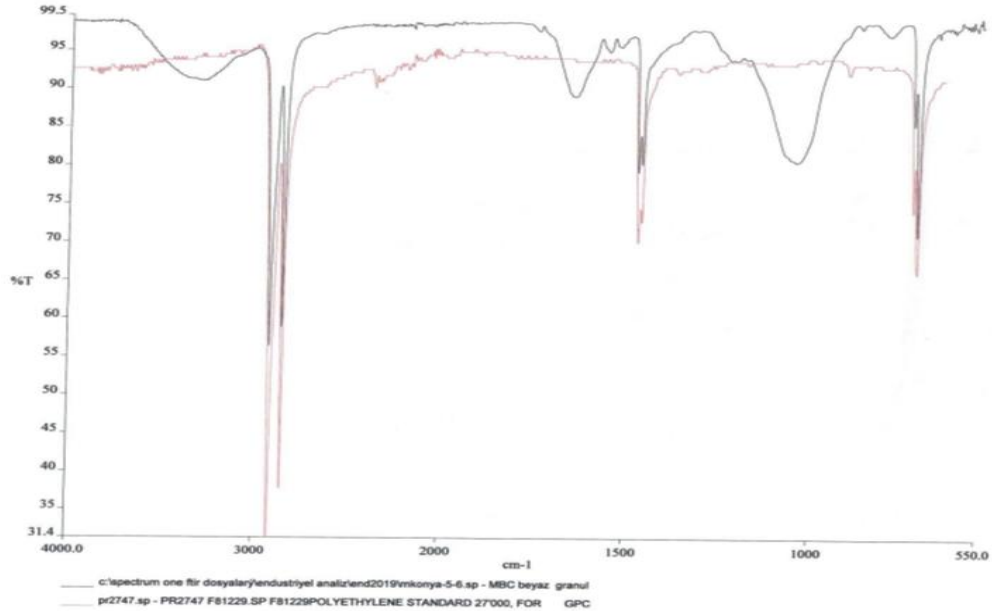
Şekil 4.46 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 4 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın sert plastik (Polypropylene) olduğu görölmüştür (Şekil 4.47).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

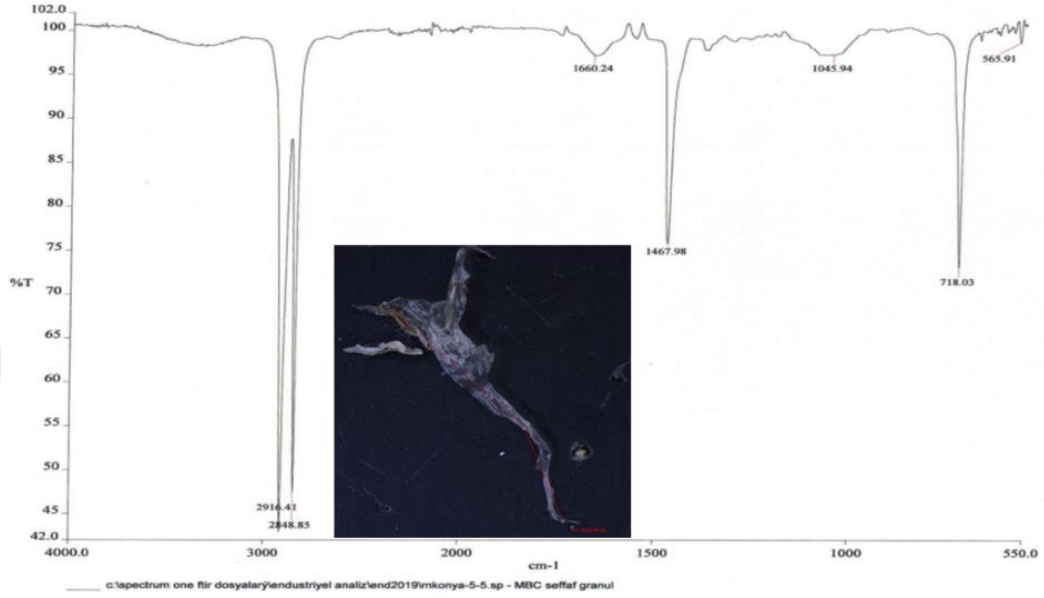


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

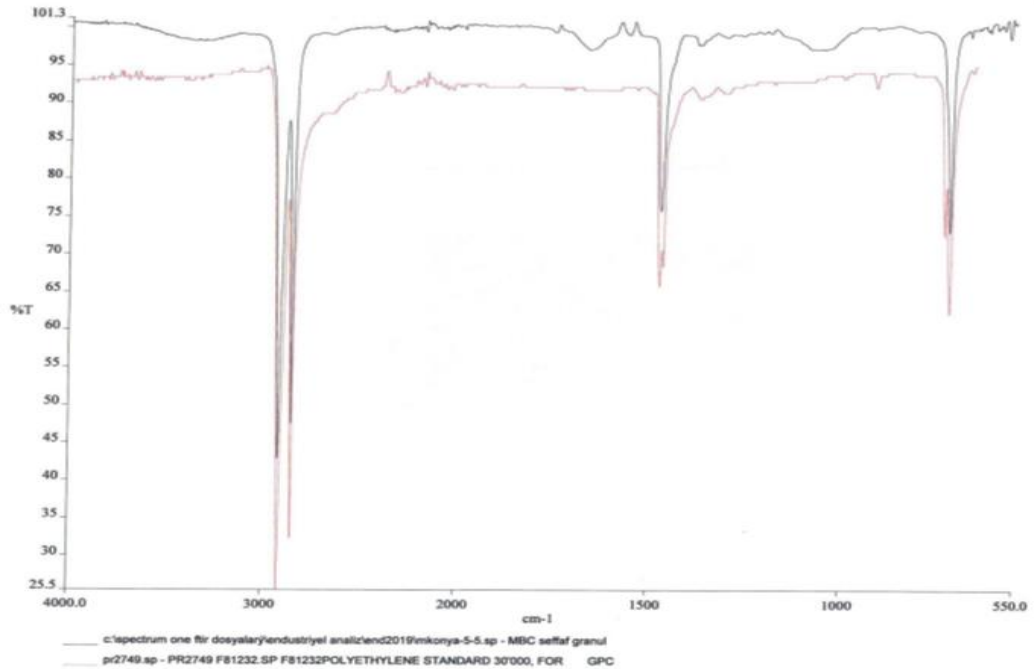
Şekil 4.47 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 4 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve naylon olduğu düşünülen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın (Polypropylene) olduğu görülmüştür (Şekil 4.48).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

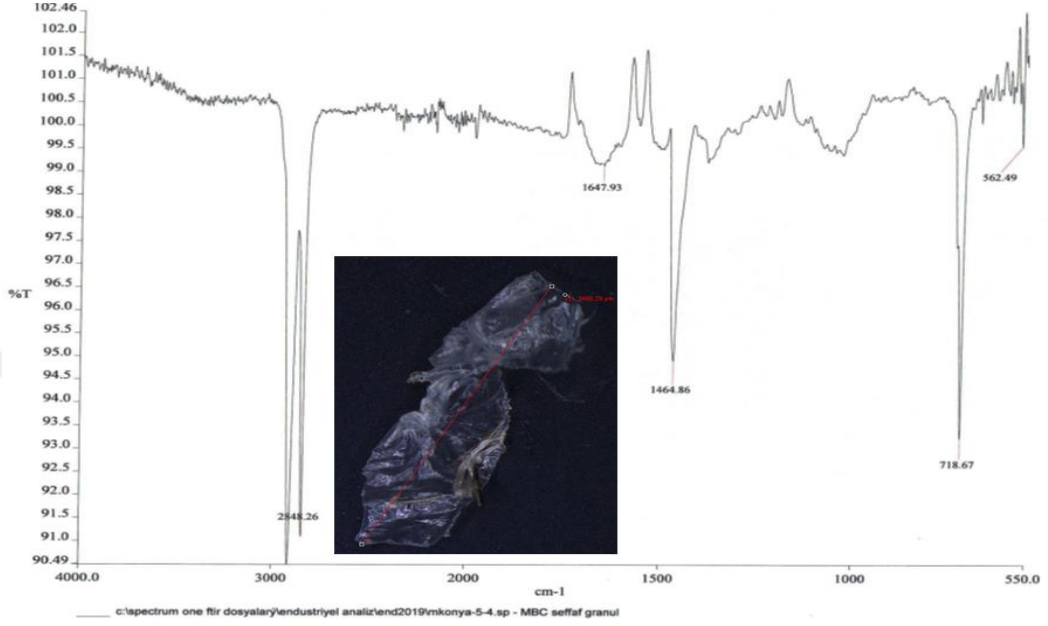


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

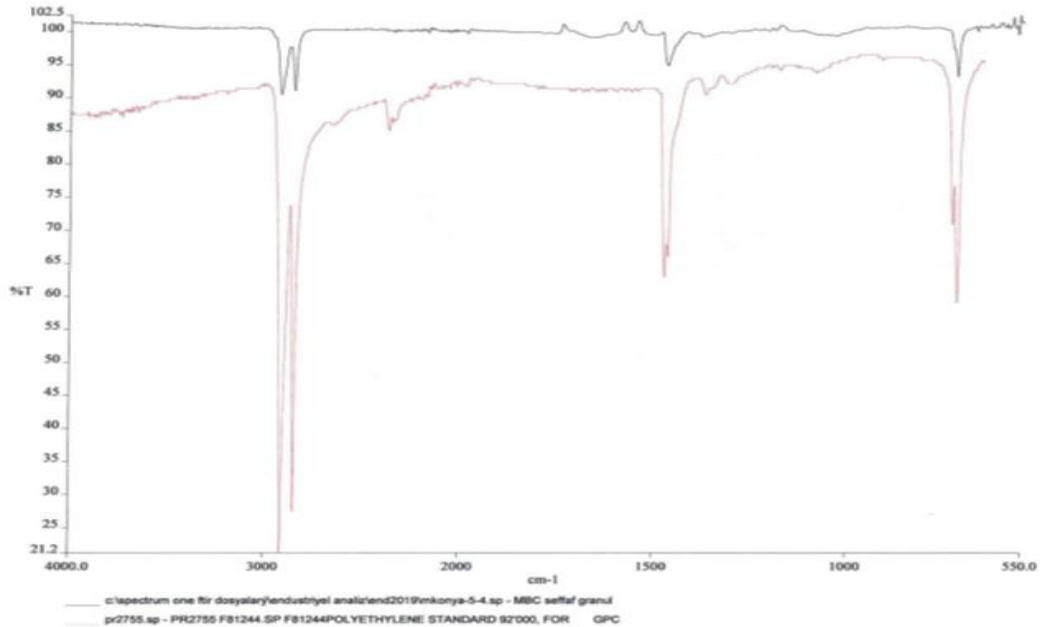
Şekil 4.48 Naylon örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 4 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın (Polypropylene) olduğu görölmüştür (Şekil 4.49).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

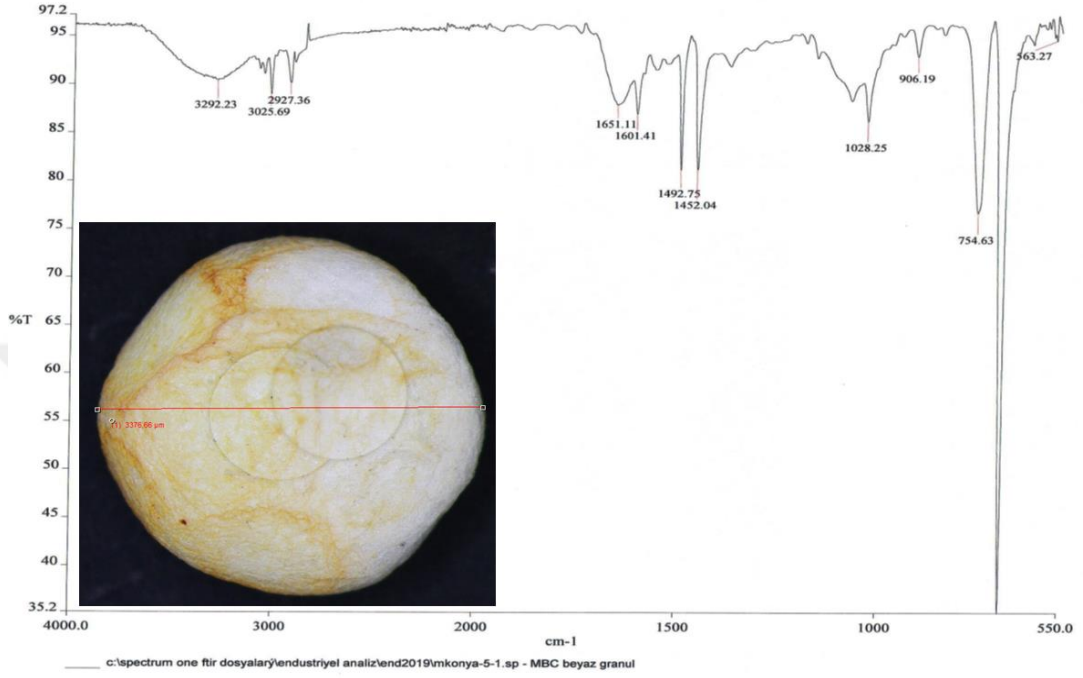


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

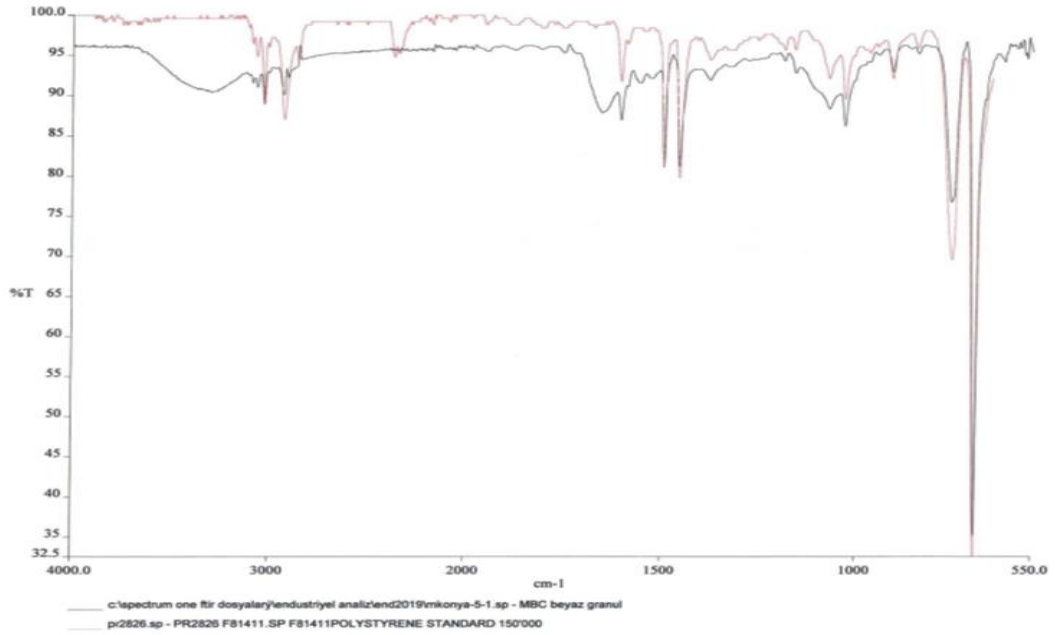
Şekil 4.49 Naylon örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Yüzey Suyu 1-5 mm Boy Grubu 4 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve strafor olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın strafor (Polystyrene) olduğu görölmüştür (Şekil 4.50).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi

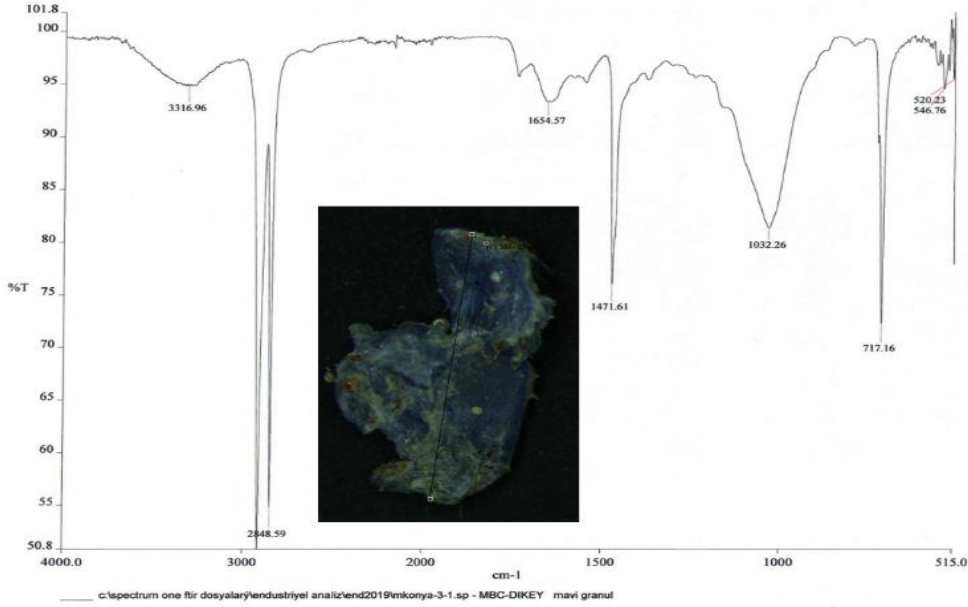


b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

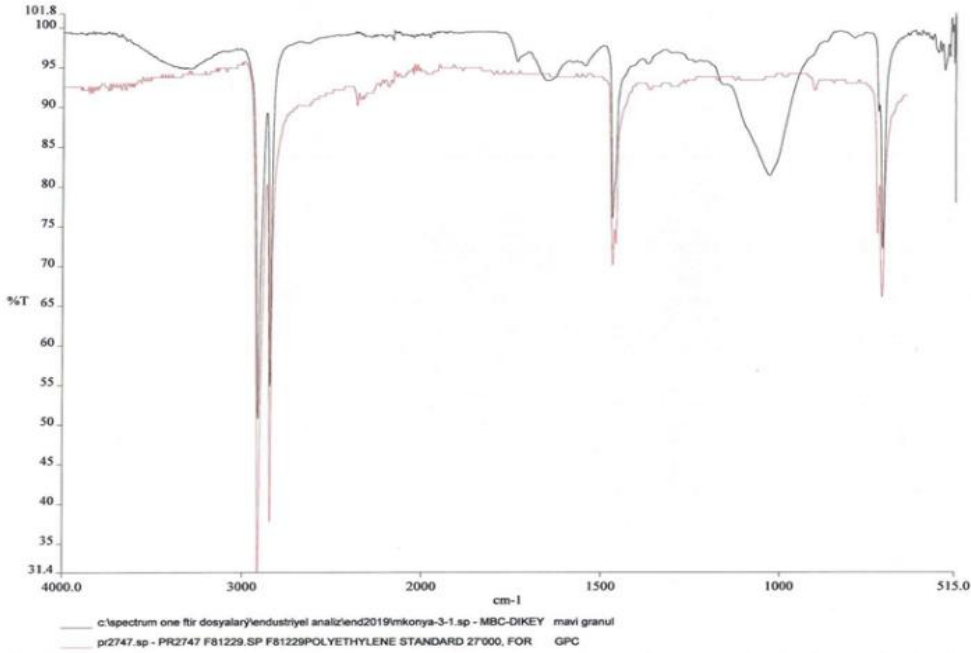
Şekil 4.50 Strafor örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

MBC İstasyonu Dikey Çekim 1-5 mm Boy Grubu 6 No'lu Parçacık

Bu boy gurubunda istasyonda bulunan ve sert plastik olduğu düşünölen parçalardan birinin analizi yapılmıştır. Yapılan analiz ve karşılaştırma sonucunda mikroplastik parçacığın tanımlandığı gibi sert plastik (Polyethylene standart) olduğu görölmüştür (Şekil 4.51).



a) Sert plastik örneğinin FTIR çekimi



b) Cihaz Kütüphanesi ile karşılaştırması

Şekil 4.51 Sert plastik örneğinin FT-IR çekimi ve mikroskop görüntüsü

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mikroplastiklerin varlığı dünya 'da farklı denizlerde yapılan çalışmalar ile ispatlanmıştır. Yapılan en kapsamlı çalışmalardan biri olan Eriksen M. ve ark., (2014) 2007-2013 dönemindeki yaptıkları çalışmalarla beş farklı çalışma alanında Kuzey Pasifik, Kuzey Atlantik, Güney Pasifik, Güney Atlantik, Hint Okyanusunun kıyı bölgelerinin ve kapalı denizlerini incelemeleri sonucunda tüm dünya deniz ve okyanus alanlarında 268.940 ton ağırlığında ve en az 5.25 trilyon mikroplastik parçacık varlığı tahmin etmektedirler (Eriksen M ve ark., 2014).

Kuzeydoğu Atlantik Okyanusu'nda, mikroplastikler de dâhil olmak üzere, deniz artıkları seviyeleri belirlenmesi için yapılan çalışmada Lusher ve ark., (2014) 12.700 km alanı kapsayan ve 470 örnek ile yapılan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada toplam 2315 plastik parçacık tanımlanmıştır. Plastik olarak tanımlanan parçaların, % 89'u 5 mm'den küçük olduğunun tespiti yapılmış ve bunları mikroplastik olarak sınıflandırmışlardır. Kuzeydoğu Atlantik'teki ortalama plastik miktarını, 2.46 parçacık m³ olarak hesaplamışlardır. Bu çalışma Kuzeydoğu Atlantik Okyanusu'ndaki mikroplastik kirliliğin her yerde varlığını gösteren ilk çalışma olarak dikkat çekmektedir (Lusher ve ark., 2014).

Deniz ortamına karışan mikroplastik etkisi için yaptıkları çalışmada Hengstmann ve ark., (2018) Baltık Denizi Rügen adasında kumsal alanda bir çalışma gerçekleştirmiştir. Yoğunluk farkı ayırma yöntemi ile yaptıkları çalışma neticesinde ada çevresindeki 4 farklı kumsal alanda 2862.56- 3727.28 Adet / m² mikroplastik varlığı sonuçlarını elde etmişlerdir (Hengstmann ve ark., 2018).

Bu tez çalışması, Marmara Denizinde İstanbul İli Büyükçekmece ve Tuzla ilçeleri Atık Su Arıtma tesisleri derin deşarj noktalarına yakın iki farklı noktada Mayıs 2018'te gerçekleştirilmiştir.

Mikroplastik istasyonları örnekleme noktaları seçiminde, bölgede daha önceki yıllarda yapılan tez ve proje çalışmaları incelenmiştir. Bu kapsamda 2016 yılında TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi tarafından yürütülen “Marmara Denizinde ve Haliç’de Su/Sediment Kalitesi ve Haliç’te Biyoçeşitliliğin İzlenmesi” projesi (Anonim, 2016) örnekleme istasyonları ile karşılaştırmak için aynı alanlarda örnekleme yapılmasına

dikkat edilmiştir. Her iki istasyonda da su yüzeyinden, su kolonundan ve sediment'ten örnek alınmış olup, 2018 yılı içerisinde MBC (Büyükçekmece) ve MY1(Tuzla) istasyonları kendi aralarında ve 2016 yılında yapılan proje çalışma ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan çalışma ve karşılaştırmalarda görülmüştür ki her iki istasyonda da deniz suyu, su kolonu ve sediment te mikroplastik varlığının artış gösterdiği tespit edilmiştir. MBC (Büyükçekmece) istasyonu yüzey suyunda yapılan örneklemede 4.75 adet/m³ plastik parçacık varlığı ortaya konmuş olup, bu oran MY1(Tuzla) istasyonunda 3.71 adet/m³ olarak gözlenmiştir. Her iki istasyonda da yüzey suyunda yapılan çalışmada ağırlıklı olarak Fiber parçacıklar ve Sert plastikler bulunmuştur. Naylon ve strafor parçalarına ise daha az sayıda rastlamıştır. MY1 istasyonu yüzey suyu çalışmasında 286 adet ile fiber parçacıkların yoğunlukta olduğu görülmüştür. MBC istasyonu yüzey suyunda ise 180 adet ile sert plastik parçacıkların daha baskın olduğu görülmüştür.

Su kolonu çalışmalarında ise MBC istasyonunda 104 adet plastik parçacık, MY1 istasyonunda ise 140 adet plastik parçacık varlığı tespit edilmiştir. Su kolunu çalışmasında da plastik türlerine göre bakıldığında fiber parçacıkların daha baskın olduğu görülmüştür. Tespiti yapılan fiber parçacıkların renklerine göre ayrımında da siyah ve mavi renkli parçacıkların yoğunluğu dikkat çekmektedir.

Sediment çalışmalarında ise yine yoğunluğun sert plastik ve fiber parçacıklardan oluştuğu görülmüştür. MBC istasyonunda sediment çalışmasında iki boy fraksiyonunda 760 adet/L plastik parçacık tespiti yapılmıştır. MY1 istasyonunda ise bu sayı 680 adet/L olduğu görülmüştür.

Arıtma tesislerinin deşarj noktalarına yakın yerlerde örnekleme yapılması sebebi ile evsel atık sular ile denize doğrudan karışan fiber parçacıkların 3 örnekleme alanındaki çokluğu arıtma tesislerimizi yeniden gözden geçirmemiz gerçeğini ortaya koymuştur. Biyolojik ve kimyasal açıdan yeterli arıtım sağlasa da günümüzde yeni bir kirletici olarak tanımlanan mikroplastikler konusunda yetersiz kaldığı gerçeği ortaya çıkmıştır.

Yapılan çalışmalar la da ispatlamıştır ki pelajik ve demarsal balık türlerinin birçoğunun mide ve sindirim sistemlerinde özellikle fiber grubunda yer alan mikroplastik parçacık bulunmaktadır (Güven ve ark., 2017).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının sahibi olduğu TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinin koordinasyonunu yaptığı ve yürüttüğü Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme

programı kapsamında yapılan mikroplastik çalışmasında (Anonim, 2016). Marmara Denizinde üç farklı noktada 2015 ve 2016 yıllarında ki sonuçları incelenmiştir. Her iki çalışmada Marmara Denizinde yapıldığı için 2018 yılı tez çalışmasında MBC ve MY1 istasyonlarından elde edilen mikroplastik miktarları ile karşılaştırılmıştır. (Çizelge 5.1).

Ayrıca ülkemizde bulunan Karadeniz, Akdeniz ve Ege Denizi Mikroplastik miktarlarına değinilmiştir.

Çizelge 5.1 Tez çalışması ile Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi Sonuçlarının Karşılaştırılması

İstasyon	2015 Yüzey suyu Adet/m ³	2015 Su Kolonu Adet/m ³	2015 Sediman Adet/L	2016 Yüzey suyu Adet/m ³	2016 Su Kolonu Adet/m ³	2016 Sediman Adet/L
İZ30*	1.78	44,84	500	0.94	17.05	243
İZ17*	-	-	-	0.92	8.62	187
MD24*	2.17	-	940	0.90	5.88	94

*Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi özet raporu sonuçları

İstasyon	2018 Yüzey suyu Adet/m ³	2018 Su Kolonu Adet/m ³	2018 Sediman Adet/L
MBC	4.75	6.61	760
MY1	3.71	8.91	680

Yapılan karşılaştırmada 2018’de ki tez çalışmasının özellikle yüzey suyunda bulunan mikroplastikler açısından büyük oranda farklılık gösterdiği görülmüştür. Yine sediment çalışmasında da ortaya çıkan farklı sonuçlar dikkat çekmektedir. Su kolonu çalışmasında ise çıkan sonuçların çok farklı olmadığı görülmüştür.

Akdeniz bölgesi için 2015 ve 2016 yıllarında yapılan Mikroplastik çalışması Mersin Körfezinde gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2016a). Yapılan çalışmada Mersin İli önündeki (MERSWR) istasyonunda yüzey suyu çalışmasında 2015 yılında 0.54 adet/m³ bulunurken 2016 da bu sayının 2.39 adet/m³ e yükseldiği görülmüştür. Aynı dönemde Taşucu ilçesi istasyonunda yapılan örneklemede ise yüzey suyunda 2015 yılında 0.27 adet/m³ mikroplastik varlığı raporlanırken 2016 yılında ise bu sayının 0.01 Adet/m³ düştüğü görülmüştür (Anonim, 2016).

Akdeniz için verilen sonuçlarda Mersin Körfezinde (MERSWR) yüzey suyunda 2 yılın ortalama mikroplastik miktarının 1.465 adet/m³ olarak tespit edildiği görülmüştür. Aynı istasyonun su kolunu çalışmasında ise 2 yıllık ortalama sonucunun 3.365 adet/m³ olarak bulunduğu görülmüştür. Sediment çalışmasında ise 406 adet/L sonuç verilmiştir (Anonim, 2016).

Ege Denizinde yapılan çalışmalarda ise Aliğa Körfezi'ndeki ve İzmir Körfezi'ndeki Mikroplastik miktarları belirlenmiş çıkan sonuçlara göre yüzey suyunda 2-8 adet/m³ İzmir Körfezinde ise 3 adet/m³ plastik parçacık varlığı belirlenmiştir. Su kolunu çalışmalarında ise Aliğa Körfezinde 90 adet/m³, İzmir Körfezinde ise 36 adet/m³ mikroplastik parçacık tespit edilmiştir (Anonim, 2016).

Karadeniz'de yapılan çalışmada ise 2015 yılında Giresun ilinin bulunduğu bölgede bulunan ve Aksu Deresi'nin etkisi altında olan TRK46 istasyonunda, yüzey suyunda 4.71 adet/m³ su kolunda 91.88 adet/m³ sediman çalışmasında ise 2000 adet /L mikroplastik varlığı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanmıştır (Anonim, 2016).

Ülkemiz etrafındaki dört farklı denizde yapılan mikroplastik çalışmaları Marmara Denizi hem etrafındaki nüfus yoğunluğu hem de kapalı bir deniz olması sebebi ile en yoğun mikroplastik miktarına sahip denizalanı olduğunu göstermiştir. Karadeniz ise mikroplastik yoğunluğu açısından en kirli ikinci deniz olma özelliğini taşımaktadır. Vişne ve ark. (2015)'de yaptıkları bir çöp çalışması ile bu durumu ortaya koymuşlardır. Türkiye Karadeniz kıyı alanlarını kapsayan noktalardaki çalışmasında özellikle yabancı orjinli plastik parçacıklar olmak üzere tüm çöplerin çoğunluğunu plastik orjinli deniz çöplerinin oluşturduğunu ispatlamıştır. Deniz kıyısında bulunan en yoğun plastik miktarının Güneydoğu Karadeniz bölgesinde olduğu görülmüştür (Vişne ve ark., 2015).

Yine Doğu Karadeniz bölgesinde yapılan bir başka çalışmada ise Sarayköy plajı çevresinden Haziran 2016 ile Mart 2017 tarihlerinde 15193 adet/100 m (ortalama 3798 ±2546) ve 118.7 kg/100m (ortalama 29.6 ±19.45) ağırlığında plastik toplanmıştır (Esensoy Şahin ve ark., 2018).

Bu durum Barnes ve ark.(2009); kapalı ve yarı kapalı denizlerin çok daha yüksek miktarlarda plastik parçacıklara sahip olduğu yaklaşımı ile uyumludur. Çünkü hem Karadeniz hem de Marmara denizinin yarı kapalı deniz özelliğindedir.

Araştırmalar arasındaki sonuç farklılıkları çekim alanlarının farklılığı, hava durumu, çekimin yapıldığı mevsimlerin farklılığı gibi faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Marmara Denizinin etrafındaki nüfus yoğunluğu ve buna bağlı olarak kullanılan plastik miktarının fazla olduğu bilinmektedir Atık su deşarjlarını ve kanalizasyon atıklarını alan habitatlardan alınan sediment örnekleri bu parçacıkları yoğun olarak içermektedir. Evsel çamaşır makinelerinin atık su örneklerini inceleyen çalışmalar, tek bir giysinin her bir yıkamada yaklaşık 1900 mikroplastik lif üretebildiğini göstermiştir (Browne ve ark., 2011).

Ayrıca konumu itibari ile yoğun plastik sanayisi ve buna bağlı olan üretimden kaynaklanan plastik atık miktarının da oldukça fazla olduğu bilinmektedir. PAGEV (Türk Plastik Sanayicileri Araştırma ve Eğitim Vakfı) 2018 yılı raporuna göre ülkemizde plastik ve plastik ürün üretimi yapan fabrika / firmaların % 61 i İstanbul da % 4 ü Bursa da ve % 3 ü de Kocaeli'nde bulunmaktadır (Anonim, 2018).

Üretim yapan firmaların % 68 inin Marmara Denizine kıyısı bulunan illerde yapılması üretimden kaynaklanan plastik kirliliğin üst düzeyde gerçekleşmesinin ana nedenidir. Marmara denizi başta olmak üzere tüm denizlerimizin etrafındaki nüfus yoğunluğu ve konumu itibari ile hem plastik kirliliğine hem de diğer kirleticilere fazlası ile maruz kaldığı bilinmektedir. (Anonim, 2018).

Denizlerimizin dışında mikroplastiklerin günlük yaşantımızın da tükettiğimiz su, tuz, şeker, bal, soda ve birçok temel yiyecek ve içeceğin yanı sıra iç ortam ve dış ortam havasında bulunduğu bir gerçektir. Bu durum nerdeyse tüm canlıların besleme ve solunum yolu ile mikroplastiklere maruz kaldığını göstermekte fakat bu durumun ilerleyen zamanlarda sağlık durumlarına ne gibi etkiler yapacağı henüz öngörülememektedir (Arslan, 2018).

Plastik gibi birçok avantajı olan malzemedен vazgeçmemiz düşünülemez fakat son zamanlarda malzeme mühendisliği gibi alanların da gelişmesi ile alternatif ürünler

üretimi bilinçli ve sadece gerekli plastik tüketimi gibi yeni yollar ile artan plastik üretimini yavaşlatabiliriz. Son yıllarda ülkemizde de plastikler ve zararları hakkında bilinç oluşmaya başlamıştır. Tek kullanımlık poşetlerin ücretli yapılması buna en güzel örnektir. Buna ilave olarak; özellikle yüz yıkama jelleri ve diş macunları gibi günlük tüketim malzemelerinde de bulunan mikroplastik parçacıklar içeren tüketim malzemeleri birçok Avrupa birliği ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de yasaklanmalıdır. Plastik kirliliğinin önlenmesi denizel ekosistemin sağlığı kadar insan sağlığı açısından da büyük önem arz etmekte olup, konuyla ilgili gerekli önlemlerin alınması için ulusal eylem planları hazırlanmalı ve vakit geçirilmeden uygulanmaya konulmalıdır.



6. KAYNAKLAR

- Andrady, A., 1994. Assessment of Environmental Biodegradation of Synthetic Polymers. *Journal Of Macromolecular Science, Part C: Polymer Reviews*, 34(1), 25-76. doi:10.1080/15321799408009632.
- Andrady, A.L., 2003. *Plastics and the environment*. In: Anthony L. Andrady (Ed.), Publisher: John Wiley and Sons, ISBN 0-471-09520-6.
- Andrady, A. L. 2011. Microplastics in the Marine Environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596-1605.
- Anonim, 2016. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Denizlerde Bütünleşik İzleme Programı Özet Raporları 2014-2016.
- Anonim, 2018. PAGEV (Türk Plastik Sanayicileri Araştırma ve Eğitim Vakfı) 2018 yılı raporu.
- Aslan R., 2018. Sağlık, Zindelik, Başarı, İyi Hisset- me ve Motivasyonu Tehdit Eden Sinsi Faktör: Şehir Tozları. *Göller Bölgesi Ayrıntı Dergisi*. 5(60): 43-48.
- Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C. and Barlaz, M., 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364, 1985–1998.
- Betts, K., 2008. Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans *Environ. Sci. Technol.*, 42 (2008), p. 8995.
- Blight L.K., Burger A.E., 1997. Occurrence of plastic particles in seabirds from the eastern North Pacific *Marine Pollution Bulletin*, 34 (1997), pp. 323-325
- Bolton, T.F., Havenhand, J.N., 1998. Physiological versus viscosity-induced effects of an acute reduction in water temperature on microsphere ingestion by trochophore larvae of the serpulid polychaete *Galeolaria caespitosa*. *Journal of Plankton Research* 20 (11), 2153e2164.
- Brillant M., MacDonald B., 2002. Postingestive selection in the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) on the basis of chemical properties of particles *Marine Biology*, 141 (2002), pp. 457-465.
- Browne, M.A., Crump, P., Nivens, S. J., Teuten, E., tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., 2011. Accumulation of microplastics on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.* 45 (21), 9175-9179.
- Carpenter, E. J. ve Smith, K. L., 1972: Plastics on the Sargasso Sea Surface. *Science*, 175(4027), 1240-1241.
- Claessens M., De Meester S., Van Landuyt L., De Clerck K. and Janssen V., 2011. Occurrence and distribution of micro-plastics in marine sediments along the Belgian coast. *Marine Pollution Bulletin* 62:2199–2204.
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., Galloway, T.S., 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environ. Sci. Technol.* 47, 6646e6655.
- Costerton and Cheng, 1987. J.W. Costerton, K.J. Cheng Bacterial biofilms in nature and disease *Annu. Rev. Microbiol.*, 41 (1987), pp. 35-464.
- Derraik, 2002 J.G.B. Derraik The pollution of the marine environment by plastic debris: a review *Mar. Pollut. Bull.*, 44 (9) (2002), pp. 842-852.
- Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, Borerro JC et al. 2014. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing

- over 250,000 Tons Afloat at Sea. PLoS ONE 9(12): e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Esensoy Şahin F.B., Karacan, F., Aytan, Ü., 2018. Güneydoğu Karadeniz Rize Sarayköy Plajında Plastik Kirliliği. *Aquatic Research*, 1(3), 127-135. DOI: 10.3153/AR18014
- Eubeler J. P., Bernhard M., Zok S., Knepper T. P., 2009. Environmental biodegradation of synthetic polymers I. Test methodologies and procedures. *Trends in Analytical Chemistry* 28(9):1057-1072.
- Hart M.W., 1991. Particle captures and the method of suspension feeding by echinoderm larvae *The Biological Bulletin*, 180 (1991), pp. 12-27.
- Hengstmann, E., Tamminga, M., vom Bruch, C., Fischer, E.K., 2018. Microplastic in beachsediments of the Isle of Rügen (Baltic Sea) - implementing a novel glass elutriationcolumn. *Mar. Pollut. Bull.* 126, 263–274.
- Gregory, M.R., 1996. Plastic ‘Scrubbers’ in Hand Cleansers: a further (and minor) source for marine pollution identified *Mar. Poll. Bull.*, 32 (12) (1996), pp. 867-871.
- Gregory, M.R., Ryan, P.G., 1997. Pelagic plastics and other seaborne persistent synthetic debris: a review of Southern Hemisphere perspectives. In: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), *Marine Debris-Sources, Impacts and Solutions*. Springer- Verlag, New York, pp. 49–66.
- Gregory, M.R., Andrady, A.L., 2003. Plastic in the marine environment. In: Andrady, A. L. (Ed), *Plastics and environment*. John Wiley, Newyork, pp.379-401.
- Güven O., Gökdağ K., Jovanovic B. ve Kıdeyş A., E., 2017. Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish lessPublished in *Environmental pollution* 201 DOI:10.1016/j.envpol.2017.01.025.
- Hinojosa, L.A., Thiel, M., 2009. Floating marine debris in fjords, gulfs and channels of southern. Chile. *Mar. Pollut Bull.* 58:341-350.
- Kerr A. and Cowling M J., 2003. The effects of surface topography onthe accumulation of biofouling *Philos. Mag.* 83 2779-95.
- Klust G., 1982. *Netting Materials for Fishing Gear*. FAO Fishing Manuals, Fishing News Books Ltd., 2nd ed., United Kingdom.
- Lusher A. L., Burke A., O’Connor I., Officer R., 2014. Microplastic pollution in the Northeast Atlantic Ocean: Validated and opportunistic sampling. *Marine Pollution Bulletin* Volume 88, Issues 1–2, 15 November 2014, pp. 325-333.
- Mato Y., Isobe T., Takada H., Kanehiro H., Ohtake C. and Kaminuma T., 2001. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment *Environmental Science & Technology*, 35 (2001), pp. 318-324.
- Moore, C.J. Moore, 2008. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat *Environ. Res.*, 108 (2) (2008), pp. 131-139.
- Morishige, C., Donohue, M. J., Flint, E., Swenson C., and Woolaway, C., 2007. Factors affecting marine debris deposition at French Frigate Shoals, North western Hawaiian Islands Marine National Monument, 1990-2006. *Mar. Pollut. Bull.*, 54: 1162-1169.
- Morét-Ferguson, S., K. Lavender Law, G. Proskurowski, E.K. Murphy, E.E. Peacock, and C.M. Reddy, 2010. The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin* 60, 1873-1878.

- Muthukumar, T., Aravinthan, A., Lakshimi, K., Venkatesan, R., Vedaprakash, L., and Doble, M., 2011. Fouling and stability of polymers and composites in marine environment. *Int. Biodeter. Biodegr.* 62, 276–284.
- Ng and Obbard, 2006. K.L. Ng, J.P. Obbard Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment *Mar. Pollut. Bull.*, 52 (7) (2006), pp. 761-767.
- Oehlmann J.r., Schulte-Oehlmann U., Kloas W., Jagnytsch O., Lutz I., Kusk K.O., Wollenberger L., Santos E.M., Paull G.C, Van Look K.J.W. and Tyler C.R.A., 2009. Critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364 (2009), pp. 2047-2062.
- Pichel, W. G., Churnside, J. H., Veenstra, T. S., Foley, D. G., Friedman, K. S., Brainard, R. E., Nicoll, J. B., Zheng Q. and Clement-Colon, P., 2007. Marine debris collects within the North Pacific Subtropical Convergence Zone. *Mar. Pollut. Bull.*, 54: 1207-1211.
- Railkin, Railkin, A.I., 2003. *Marine Biofouling: Colonization Processes and Defenses*, CRC Press.
- Redford et al., D.P. Redford, H.K. Trulli, 1997. W.R. Trulli Sources of plastic pellets in the aquatic environment J.M. Coe, D.B. Rogers (Eds.), *Marine Debris—Sources, Impacts and Solutions*, Springer-Verlag, New York (1997), pp. 335-343.
- Rios L.M., Moore C., 2007. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment *Mar. Pollut. Bull.*, 54 (8) (2007), pp. 1230-1237.
- Ryan, P.G., Moore, C.J., van Franeker, J.A. and Moloney, C.L., 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364, 1999–2012.
- Sheavly, S. B., 2005. Sixth Meeting of the UN Open-ended Informal Consultative Processes on Oceans & the Law of the Sea. Marine debris – an overview of a critical issue for our oceans. June 6-10, 2005.
- Sheavly, S. B., 2007. *National Marine Debris Monitoring Program: Final Program Report, Data Analysis and Summary*. Prepared for the U.S. Environmental Protection Agency by Ocean Conservancy, Grant Number X83053401-02. 76 pp.)
- Shaw, D.G., Day, R.H., 1994. Colour- and form-dependent loss of plastic microdebris from the North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin* 28, 39–43.
- Timmers, M.A., Kistner, C.A. and Donohue, M.J. 2005. *Marine Debris of the Northwest Hawaiian Islands: Ghost Net Identification*. Sea Grant Publication: UNIH-SEAGRANT-AR-05-01.
- Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu 2018/6 Aylık
- Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John A.W.G., McGonigle D. and Russell A.E., 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 304: 838.
- Thompson R.C., Swan S.H., Moore C.J. and vom Saal F.S., 2009. Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 364:1973–1976.
- Tourinho, P.S., Ivar do Sul, J., Fillmann, G., 2010. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? *Marine Pollution Bulletin* 60, 396–401.
- Watson et al., 2006 R. Watson, C. Revenga, Y. Kura Fishing gear associated with global marine catches I. *Database development Fish. Res.*, 79 (1–2) (2006), pp. 97-102.

- Vişne, A., Bat, L., 2015, Deniz Çöplerinin Değerlendirilmesi Üzerine Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi ve Karadeniz'deki Mevcut Durum., Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research. 1. 104-115. 10.3153/JAEFR15011.
- Zarfl, C., Matthies, M., 2010. Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the ArcticM arine Pollution Bulletin 60 (10), 1810–1814. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.05.026>.



7. ÖZGEÇMİŞ

ADI SOYADI: Mustafa Yiğit KONYA

Doğum Yeri: BALIKESİR/Ayvalık

Doğum Tarihi:29.08.1983

Lise: BALIKESİR/Ayvalık Altınova Lisesi

Yüksek Okul: Kocaeli Üniversitesi İhsaniye Meslek Yüksek Okulu-Su Ürünleri

Lisans: Gaziosmanpaşa Üniversitesi-Su Ürünleri Mühendisliği