

T. C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL'UN MENEKŞE SAHİLİ
SEDİMENTLERİNİN SEDİMANTOLOJİK
ÖZELLİKLERİ VE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yener KORKMAZ
Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim Dalı

Danışman
Prof. Dr. Erol SARI

HAZİRAN, 2024

Onay Sayfası

T. C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

Yener KORKMAZ tarafından hazırlanmış ve sunulmuş “İSTANBUL’UN MENEKŞE SAHİLİ SEDİMENTLERİNİN SEDİMANTOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez DENİZ JEOLJİSİ VE JEOFİZİĞİ Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Erol SARI

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Kürşad Kadir ERİŞ

Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe Nagihan ARSLAN KAYA

Tez Savunma Tarihi:27.06.2024

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım “İSTANBUL’UN MENEKŞE SAHİLİ SEDİMENTLERİNİN SEDİMANTOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı YÜKSEK LİSANS tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
- Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri etik ve ahlak kurallarına çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlış davranmadığımı,
- Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere ve doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
- Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu,
- Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi

bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

27.06.2024

YENER KORKMAZ

“Anneme....”



ÖNSÖZ

Bu Yüksek Lisans tezi İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim dalında “İSTANBUL’UN MENEKŞE SAHİLİ SEDİMENTLERİNİN SEDİMANTOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI” başlığıyla 2022-2024 yılları arasında hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans tez konumun seçilmesi, örnek yerlerinin belirlenmesi, laboratuvar çıktılarının değerlendirilmesi ve tezin diğer aşamalarında beni yönlendiren ve desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Erol SARI’ya,

YÜKSEK Lisans Tez örneklerinin alınması, analize hazır hale getirilmesi ve laboratuvar aşamalarındaki katkılarından dolayı Dr. Öğretim üyesi Tuğçe Nagihan ARSLAN KAYA’ya

Arazi çalışmaları sırasında yardımlarını esigemeyen jeofizik mühendisi Yasin KAPÇI ve Deniz SÜMER’e

Mikroskop çalışmalarında katkılarından dolayı Dr. Öğretim görevlisi Narin SEZER’e

Kum boyutu örneklerimin Minerolojik ve Petrografik tanımlamalarının yapılmasını sağlayan Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Murat GÜL’e

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü’nde Deniz Jeolojisi laboratuvarında TOK, TİK, Tane Boyu ve Mikroplastik analizlerimin yapılması sırasında her türlü yardımlarından ötürü Teknisyen Suat ÖZTÜRK’e sonsuz teşekkür ederim.

Haziran, 2024

Yener KORKMAZ

İstanbul

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı.....	2
1.2. Literatür Araştırmaları.....	3
1.3. Plastik ve Mikroplastikler.....	5
1.4. Mikroplastiklerin Sınıflaması.....	9
1.4.1. Orjinlerine göre mikroplastikler.....	9
1.4.1.1. Birincil mikroplastikler.....	9
1.4.1.2. İkincil mikroplastikler.....	11
1.4.2. Boyutlarına göre mikroplastikler.....	12
1.4.3. Tiplerine göre mikroplastikler.....	14
1.4.4. Renklerine göre mikroplastikler.....	15
1.4.5. Kimyasal bileşimlerine göre mikroplastikler.....	15
1.5. Çalışma Alanı Jeolojisi.....	16
1.6. Plaj Özellikleri.....	18
1.7. Çalışma Alanı Nüfus Yoğunluğu ve İklim.....	20
1.8. Marmara Denizi ve Küçükçekmece Gölünün Fiziksel Oşinografisi.....	21
2. KULLANILAN EKİPMAN VE ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	24
2.1. Örnek Alımı ve Hazırlanması.....	24
2.2. Tane Boyu Analiz Yöntemi.....	27
2.3. Mikroplastik Analiz Metodu.....	29
2.3.1. Mikroplastik analizi ilk aşama.....	29
2.3.2. Nil kırmızısıyla boyama ve mikroskopta inceleme ikinci aşama.....	29
2.4. Toplam Organik Karbon (TOK) ve İnorganik Karbon (TİK) Analizi.....	31
2.5. Mineralojik Analiz.....	33
3. BULGULAR.....	35
3.1. Tane Boyu Dağılımı.....	35
3.2. Toplam Organik Karbon (TOK) İçeriği.....	37
3.3. Toplam İnorganik Karbon (TİK) İçeriği.....	39
3.4. Sedimentte Mikroplastik Dağılımı.....	39
3.4.1. Stereo mikroskop incelemesi.....	39
3.4.1.1. Tane boyutuna göre mikroplastik dağılımı.....	54
3.4.1.2. Filtrasyon oranları.....	56
3.4.2. Floresans mikroskop incelemesi.....	57
3.5. Örneklerin Mineralojisi.....	70
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	73
4.1. Mikroplastik Dağılımının Tane Boyu ile İlişkisi.....	73

4.2. Mikroplastik Dağılımının Şekil Bakımından İlişkisi.....	76
4.3. Mikroplastik İçeriğinin Boyut Bakımından İlişkisi.....	78
4.4. Mikroplastiklerin Olası Kaynakları	80
4.5. Mikroplastik Dağılımın Diğer Çalışmalar ile Karşılaştırılması.....	80
KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	89



ÖZET

İSTANBUL'UN MENEKŞE SAHİLİ SEDİMENTLERİNİN SEDİMANTOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Yener KORKMAZ

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada; Menekşe Plajı sedimentlerinin sedimantolojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenerek, mikroplastiklerin dağılımı, şekli, rengi, boyutu ve kaynakları araştırılmıştır. Bu amaçla örneklerde tane büyüklüğü, toplam organik karbon (TOK), toplam inorganik karbon (TIK), mineralojik ve mikroskobik analizler (stereo ve floresan mikroskop) yapılmıştır.

Menekşe plajı örnekleri çoğunlukla orta kum ve kaba kum boyutlu sediman çökellerinden oluşmuştur. Çalışma alanındaki mikroplastiklerin adet/5 g kuru/ağırlık cinsinden miktarları (parantez içinde) M3 (53), M4 (1252), M7 (25), M8 (339), M11 (38), M12 (127), M13 (85), M14 (67), M16 (147), M17 (190), M20 (388), M21 (286), M24 (46), M25 (119), M28 (75), M29 (156), M32 (43), M33 (69), M36 (54), M37 (353) olarak bulunmuştur. Mikroplastiklerin toplam sayıları 782.400 adet/kg olup, en fazla M4 (250.400) ve en düşük M7 (5.000) nolu istasyonda tespit edilmiştir. Mikroplastikler genelde parçacık ve ipliksi plastiklerden oluştuğu, parçacık MP sayısının 706.600 adet/kg, ipliksi MP sayısının 75.800 adet/kg olduğu belirlenmiştir. MP'nin tane büyüklüğüne göre yüzdesel dağılımları yüksek değerden düşük değere doğru; 3. Grup (%46,10) > 2. Grup =1. Grup (%26,95) olarak belirlenmiştir.

Menekşe Plajında mikroplastığın ana kaynakları; plaj ve kıyı alanının kullanımı sırasında gelişmiş güzel bırakılan plastik atıklar, oyun amaçlı kullanılan balonlar, rüzgarlarla taşınan mikroplastikler ve Marmara Denizi'nden dalgalar aracılığıyla kıyı ortamına iletilen denizel plastiklerdir.

Anahtar Kelime: Mikroplastik, Menekşe Plajı, Kirlilik, Plaj Sedimenti, Tane Boyu

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SEDIMENTOLOGICAL PROPERTIES AND MICROPLASTIC POLLUTION OF MENEKŞE BEACH SEDIMENTS IN ISTANBUL

Yener KORKMAZ

This study which was prepared as a Msc. thesis in the Department of Marine Geology and Geophysics at Institute of Marine Sciences and Management of Istanbul University. In this study, sedimentological and geochemical properties of Menekşe Beach sediments were investigated to determine the distribution, shape, color, size, and sources of microplastics. For this purpose, several methods such as grain size, total organic carbon (TOC), total inorganic carbon (TIC), mineralogical analysis, and microscope analysis (stereo and fluorescent microscope) were used.

Menekşe beach samples mostly consist of medium sand and coarse sand sized sediment deposits. According to the results, the counting of microplastics in item/5 g dry/weight (in parenthesis) are; M3 (53), M4 (1252), M7 (25), M8 (339), M11 (38), M12 (127), M13 (85), M14 (67), M16 (147), M17 (190), M20 (388), M21 (286), M24 (46), M25 (119), M28 (75), M29 (156), M32 (43), M33 (69), M36 (54), M37 (353), respectively. In Fluorescent microscope, while the highest amount of microplastic was found in the M4 (250,400 item/kg) sample, the lowest was detected in the M7 (5,000 item/kg) sample. The total number of microplastics in Menekşe Beach sediments is 782,400 pieces/kg, It was determined that microplastics in the study area consisted of 706,600 pieces/kg particles MP and 75,800 pieces/kg fibril MP. According to the percentage distribution of MP in their grain size, the highest to lowest value is 3.Group (%46,10) > 2. Group =1. Group (%26,95).

The main sources of high amounts of MP were plastic waste from beaches and coastal areas used by people. Moreover, balloons used for play purposes, microplastics carried by winds, and marine plastics transmitted to the coastal environment by waves from the Sea of Marmara are among the important pollutant sources.

Keywords: Microplastic, Menekşe Beach, Contamination, Beach Sediment, Grain Size

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Yoğun üretimi gerçekleştirilen polimer tipleri, üretim miktarları, polimer yoğunlukları ve kullanım alanları (Plastic Europe, 2020; Öztekin, 2021).....	6
Tablo 2. Avrupa’da birincil mikroplastik üretimi ve polimer türleri	10
Tablo 3. Mikroplastikler için akademik literatürde boyut kriterleri.	13
Tablo 4. Örneklerin alındığı lokasyonlar.	25
Tablo 5. Tane boyutuna göre litojenik sedimentlerin sınıflaması (Folk, 1980).....	28
Tablo 6. Örneklerin tane boyu çaplarına göre gram olarak miktarları.....	36
Tablo 7. Menekşe plajı çökellerinin TOK ve TİK içeriğinin yüzde dağılımı.....	38
Tablo 8. Menekşe plajı çökellerinin stereo mikroskop MP dağılımı.....	40
Tablo 9. Menekşe plajı çökellerinde toplam MP sayıları	53
Tablo 10. Tane boyu gruplarına göre mikroplastiklerin dağılımı.....	55
Tablo 11. Menekşe Plajı çökellerinin mikroplastik filtrasyon oranları.	56
Tablo 12. M7 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	57
Tablo 13. M11 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	58
Tablo 14. M12 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	59
Tablo 15. M17 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	61
Tablo 16. M25 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	62
Tablo 17. M28 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	63
Tablo 18. M29 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	64
Tablo 19. M33 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	66
Tablo 20. M37 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.....	67
Tablo 21. Floresans mikroskonunda MP lerin gruplara göre dağılımları.....	70
Tablo 22. Floresans ve stereo mikroskopta şekil bakımından MP dağılımı.....	77
Tablo 23. İpliksi ve parçacık mikroplastiklerin en çok bulunduğu boyut aralıkları.....	79
Tablo 24. Menekşe Plajı MP değerlerinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması.....	81

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1950 -2022 yılları arası Dünya plastik üretiminin dağılım grafiği (Statistica, 2024).....	8
Şekil 2. İstanbul'un sadeleştirilmiş Jeoloji Harita (Özgün, 2011)..	16
Şekil 3. Çekmece Formasyonu yüzeyleme haritası (Özgün, 2011)	17
Şekil 4. (A) Çukurçeşme, (B) Güngören ve (C) Bakirköy üyeleri (Özen, 2011)	17
Şekil 5. (A) Farklı plaj alanlarından ve (B)Menekşe plaj çökellerinden görüntüler.....	19
Şekil 6. Küçükçekmece Gölü ve çevresinin hidrografisi (Öztura, 2021).....	21
Şekil 7. Marmara Denizi taban topografyası (Tekirdağ Çukurluğu (T.Ç.), Orta Marmara Çukurluğu (O.M.Ç.), Kumburgaz Çukurluğu (K.Ç.) ve Çınarcık Çukurluğu (Ç.Ç.).....	22
Şekil 8. Küçükçekmece Lagün havzasının topoğrafya haritası (Gürevin, 2010).....	23
Şekil 9. Örneklem yerlerini gösteren yer bulduru haritası	24
Şekil 10. Menekşe Plajı örnek alım tekniği	26
Şekil 11. Numunelerin 5 mm'lik elekten eleme işlemi.....	26
Şekil 12. Saf su ile tuzundan arındırılmış örnekler ve elek takımı	27
Şekil 13. Örneklerde filtrasyon işlemlerinden bir görüntü	30
Şekil 14. Örneklerdeki mikropplastiklerin stereo mikroskopta tanımlanması.....	30
Şekil 15. Örneklerin agat havanda öğütülmesi	32
Şekil 16. Örneklerin toplam organik karbon içeriğinin tespit edilmesi analizi	32
Şekil 17. Örneklerin toplam inorganik karbon analizi.....	33
Şekil 18. Örneklerin tane çaplarına göre yüzdesel dağılımı	36
Şekil 19. Menekşe Plajı TOK (%) içeriği	38
Şekil 20. Menekşe Plajı TİK (%) içeriği.....	39
Şekil 21. Stereo mikroskop verilerine göre MP varlığının örneklerin boyutuna göre dağılımları (mavi; 0,5-1-2 mm, turuncu; 0,063-0,125 -0,25 mm, gri; elek altı (PAN).....	76
Şekil 22. Floresans mikroskop incelemede örneklerin şekil bakımından dağılımı.....	77
Şekil 23. Stereo mikroskop incelemede örneklerin şekil bakımından dağılımı.....	78

SİMGE LİSTESİ

°	: Derece
'	: Dakika
<	: Küçük
≤	: Küçük eşit
>	: Büyük
≥	: Büyük eşit
°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
‰	: Binde
μ	: Mikron
μm	: Mikrometre
~	: Yaklaşık

KISALTMA LİSTESİ

CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
cm	: Santimetre
cm/sa	: Santimetre/saat
CO ₂	: Karbondioksit
g	: Gram
H ₂ SO ₄	: Sülfirik Asit
H ₃ PO ₄	: Fosforik Asit
HCl	: Hidroklorük Asit
HF	: Hidrojen Florür
HNO ₃	: Nitrik Asit
K ₂ Cr ₂ O ₇	: Potasyum Dikromat
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
km ²	: Kilometrekare
km ³	: Kilometreküp
m	: Metre
m ²	: Metrekare
m ³	: Metreküp
mg	: Miligram
mg/l	: Miligram/litre
min	: Minimum
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mm/yıl	: Milimetre/yıl
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
NaF	: Sodyum Florür
NaPO ₃	: Sodyum Heksametafosfat
ng	: Nanogram
ort	: Ortalama
TİK	: Toplam İnorganik Karbon
TOK	: Toplam Organik Karbon
MP	: Mikroplastik

1.GİRİŞ

Plastikler; petrokimyasallardan elde edilen sentetik ve yarı sentetik özelliğe sahip malzemelerdir. Son yüzyılda kullanımı gerek ülkemizde gerekse diğer yabancı devletlerde oldukça yaygınlaşmıştır. Günlük yaşantımızda plastikten kişisel eşyalar, telekomünikasyon, sağlık, tekstil, inşaat, fabrika, maden, endüstri, deniz araçları, otomobil, petrol, doğalgaz, cam sektörü, tarım, sanayi ve ambalaj malzemeleri ve benzeri birçok farklı alanlarda yararlanılır. Hafif, ucuz, kolay biçimlendirilen, korozyona karşı dayanıklı ve düşük termal iletkenliğe sahip olması plastiğin farklı sektörlerde yaygınca kullanılmasına neden olmuş ve 1950 yılında seri üretime başlanmıştır (Andrady, 2011). 1950-2012 yılları arasında dünya plastik üretimi 288 milyon metrik ton (Plastics Europe, 2013) iken, 2012-2022 yılları arasında 400.3 milyon metrik tona ulaşmıştır (<https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>). Son yıllarda artan plastik üretimi beraberinde çevre problemlerini de getirmiştir. Plastiğin doğal ortama atık olarak bırakılmasından itibaren çeşitli faktörlerin etkisiyle bozulmakta, parçalanmakta ve canlıların yaşamlarını olumsuz olarak etkilemektedir. Yoğunluğu düşük ve denizel ortamda akıntı ile taşınır halde olan plastikler, termal oksidasyon, foto-oksidatif bozunma, biyolojik bozunma ve hidroliz gibi faktörler ile aşınıp, ayrışıp zaman içerisinde deniz diplerinde çökelmektedir (Barnes ve diğerleri, 2009; Hammer ve diğerleri, 2012; Sıkdokur ve diğerleri, 2022). Yoğunluğu deniz suyununkinden ($>1.02 \text{ g cm}^{-3}$) fazla olan plastikler batacak ve tortuda birikecek, düşük yoğunluklu parçacıklar ise deniz yüzeyinde veya su sütununda yüzmeye eğiliminde olacaktır (Van Cauwenberghe ve diğerleri, 2013). Bu sebeple mikropplastiklerin sediment yüzeyine çökmesi ve birikmesi uzun periyotlarda gerçekleşmektedir (Cózar ve diğerleri, 2014; Law ve diğerleri, 2010; Morét-Ferguson ve diğerleri, 2010). Üretilen toplam plastiğin %40'ı ambalajlanmada tek kullanımlık olarak yararlanılır ve hızlıca atığa dönüştürülür. 2010 yılında 4,8-12,7 milyon ton arasında değişen plastik atıklarının nehir, göl ve deniz gibi sucul çevresel ortamlara karıştığı tespit edilmiştir (Jambeck ve diğerleri, 2015). Deniz çöplerinin yaklaşık %60-80'ini plastikler oluşturduğu (Gregory ve Ryan, 1997; Derraik, 2002), atık denizel plastiklerin yaklaşık %80-85'inin tek

kullanımlik ambalaj plastiklerdir (Auta ve diğeri, 2017; Geyer ve diğeri, 2017). Plastik atıkların % 15'i geri dönüşüm için toplansa da bunun % 40 artık olmakta ve sadece % 9'luk bir kısım geri dönüştürülebilmektedir. Geri kalan % 19'u yakılmakta, % 50'si düzenli depolama sahalarına gitmekte, % 22'si kontrolsüz çöp sahalarına gitmekte ve yakılmakta ya da suya karışmaktadır (<https://www.oecd.org>). 2019 yılında su ortamına verilen 6.1 milyon ton plastik atığının 1.7 milyon tonun okyanuslara ulaştığı, sucul ortamlarda 139 ton plastik atığının bulunduğu, nehirlerden okyanuslara kaynak kesilse de plastik kirleticilerin akmaya devam edeceği ön görülmektedir (<https://www.oecd.org/newsroom>). Deniz çöpleri, denizel ve karasal kaynaklı olabilir (UNEP, 2005; Doğruyol ve diğeri, 2019; Phuong ve diğeri, 2021). Denizel kökenli mikroplastikler; balıkçılık, yetiştiricilik, gemicilik faaliyetleri, gemi kazaları, denizlerde kurulan platformlar sayılırken kara kökenli mikroplastikler; evsel ve endüstriyel atık sulardan kaynaklıdır (Topçu ve diğeri, 2013; Jambeck ve diğeri, 2015). Plastiklerin önemli bir bölümü kara kökenli kaynaklardan gelmekte ve denizel ortama drenaj sistemleri (nehir, dere, kanalizasyon sistemi, derin deniz deşarjı vb.), akıntılar ve rüzgârlar ile gelmektedir (Schmidt ve diğeri, 2017).

Kıyı ve plaj alanlarının son dönemlerde aşırı derecede kullanılmasıyla birlikte plaj çökelleri de mikroplastik kirliliğe maruz kalmıştır (Costa ve diğeri, 2010; Topçu ve diğeri, 2013; Aytan ve diğeri, 2019; Patchaiyappan ve diğeri, 2020; Terzi ve diğeri, 2022). Bu amaçla birçok araştırmacı sahil sedimanlarında ve yakın kıyı şelflerinde mikroplastik kirliliği araştırmıştır (Turner ve Holmes, 2011; Gürbüz, 2017; Zhao ve diğeri, 2018; Belivermiş ve diğeri, 2021; Chan ve Not, 2023).

1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Mikroplastikler dünya genelinde ekolojiye zarar veren antropojenik atıklar olarak görülürken, ülkemizde de plaj alanlarında istenmeyen atıkları oluştururlar. Bu nedenle mikroplastiklerin plaj çökellerinde sayısı ve karakteristiğinin bilinmesi önemlidir. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim Dalında hazırlanan bu tez çalışmasında Menekşe plajının mikroplastik (MP) varlığı ve dağılımı belirlenecektir. Ayrıca tez kapsamında MP'lerin şekil, renk ve tip bakımından sınıflandırılması, Menekşe Plajı sedimentlerinin minerolojik özellikleri, tane boyu dağılımları, toplam organik ve inorganik karbon içerikleri tespit edilerek, MP kirliliğın kaynakları, taşınmaları ve kökenleri

ortaya çıkarılacaktır. Bütün bu çalışmalar Menekşe Plajından alınmış 20 yüzey çökel örneği üzerinden yapılacak araştırmaları kapsamaktadır.

1.2. Literatür Araştırmaları

Marmara Denizi'nde ve diğer denizel ortamlarda çalışmaya temel oluşturacak mikropplastik kirliliği ile ilgili yapılan güncel çalışmaların bir kısmı aşağıda kronolojik olarak verilmiştir.

Topçu ve diğerleri (2013), Güneybatı Karadeniz kıyılarında belirledikleri plaj kumullarında mevsimsel olarak denizel çöpleri toplayarak; cam, kâğıt, metal, plastik vb türlere ayırmışlardır. Çalışma sonucunda denizel çöplerin çoğunlukla plastik ambalajlardan ve tanımlanmayan plastiklerden oluştuğunu tespit etmiştir.

Gürbüz (2017), İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Lisansüstü tez çalışmasında Marmara Denizi'nde 2014 ve 2015 yılları arasında 7 farklı lokasyonda 9 örnek alarak Marmara Denizi'nin mikropplastik kirliliğini araştırmıştır. Plastik kirliliğinin çoğunlukla sert plastik ve fiber plastik türlerinden oluştuğunu, kirliliğin daha çok nehir girdilerinin olduğu su yüzeylerinde bulunduğunu belirtirken, en az plastik kirliliğin ise deniz tabanındaki sedimentte olduğunu tespit etmiştir.

Tunçer ve diğerleri (2018), Marmara Denizi'nin yüzey sularında MP durum değerlendirmesi için 14 farklı alanda su örneğini ayrıntılı bir şekilde incelemiştir. Araştırmacılar çalışma alanındaki örneklerin MP ortalamalarını 1.263 parça/m^2 MP olduğunu, elde edilen MP sayılarının yakın alandaki diğer komşu körfez veya denizlerden daha fazla olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Aytan ve diğerleri (2019), Karadeniz sahilinin Sarayköy - Rize arasında plaj çöplerinin karakteristiğini belirlemek için Haziran 2016- Mart 2017 tarihlerinde örnekleme yapmıştır. Bu çalışmada çöplerin %81-91'nin plastiklerden oluştuğunu, plastik türlerinin sırasıyla en çok köpük (%17), ardından plastik/polistiren parçaları (%15)ve kapaktan (%10) oluştuğunu belirlemiştir.

Şener (2019), Yüksek Lisans Tez çalışmasında İstanbul Anadolu yakası Karadeniz kıyıları boyunca (Riva - Ağva arası) 6 istasyonda kum örnekleri alarak MP durum değerlendirmesi yapmıştır. Araştırmacı Riva örneklerinde MP sayının diğer lokasyonlara göre daha fazla olduğunu, en düşük MP sayısının Şile Limanı'ndan alınan kum örneklerinde

belirlemiştir. Çalışma alanında baskın plastik renginin mavi, polimer tipinin ise polietilen ve polipropilen olduğu tespit edilmiştir.

Baysal ve diğerleri (2020), Marmara Denizi'nin Pendik Tuzla arası kıyı şeridi boyunca 14 çökel örneğinde MP sayısı, dağılımı ve türlerini incelemiştir. Araştırmacılar çalışma alanı örneklerinde MP sayısını 0,3- 85,6 g/kg MP aralığında olduğunu, en yaygın MP türlerinin; akrilonitril bütadien stiren, polistiren ve etilen vinil asetatın oluştuğunu belirlemiştir.

Öztekin (2021), Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yürüttüğü doktora tezi çalışmasında Karadeniz kıyıları boyunca mikroplastik durumu, dağılımı ve türleri 16 nehir ve 12 göl örneği ile araştırılmıştır. Tez kapsamında 2532 tane MP tespit edilirken, en çok %52,4 ile parça, %26,1 fiber, %19,2 film, %2,2 köpük ve % 0,1 ile boncuk tipi MP ler belirlenmiştir.

Phuong ve diğerleri (2021), Deniz sedimanlarında mikroplastiklerin belirlenmesi ve tanımlanmasına yönelik uygulanan yöntemleri karşılaştırarak; ideal araştırma yöntemini tespiti yönelik çalışma yapmıştır. Bu çalışmaya göre Asya ve Avrupa'daki 70 farklı kıyı sedimanında mikroplastiklerin belirlenmesi ve tanımlanmasına yönelik yapılan araştırmalarda örneklerin sırasıyla sodyum klor ile doymuş çözelti, hidrojen peroksit ve FTIR kullanımının çok fazla tercih edildiğini ortaya koymuştur.

Vardar ve diğerleri (2021), Marmara Denizi'nin kuzey kıyılarındaki (İstanbul, Türkiye) atıksu ve çamur örneklerinde mikroplastiklerin miktarı, bileşimleri ve akıbetleri araştırılmıştır. Araştırmacılar çalışma alanında en baskın MP parçacıklarının lifler olduğunu, ardından sert parçacıkların geldiğini belirlemiştir. Atık su ve çamur için en yaygın MP boyut aralıklarını sırasıyla 500–1000 µm ve 1000–2000 µm olduğu tespit edilmiştir..

Belivermiş ve diğerleri (2021), Bu çalışmada, Marmara Denizi Halicinde 105 cm'lik karot sedimenti ile MP envanterini belirlemiştir. Araştırmacılar toplam MP'ğin %90'ından fazlasını sediman kolonunun derin tabakasında (15 cm'nin altında) olduğu tespit edilmiştir. Karotlarda küçük MP'lerin (20-200 µm) büyük olanlardan (200-4000 µm) daha fazla olduğu ortaya çıkarılmıştır. Çalışmacılar yüksek MP konsantrasyonlarının İstanbul şehrinin endüstriyel ve belediye atık sularından kaynaklandığını raporlamıştır. MP kirliliğin Pb-210 ve Cs-137 yaşlandırmasına göre 1950'li yıllardan başladığını ve 1980'li yıllarda maksimuma ulaştığı belgelenmiştir.

Gedik ve diğerleri (2022), Marmara Denizi kıyılarının 20 farklı lokasyonunda *Mytilus galloprovincialis* midyelerinde MP analizi yaparak mevcut durumu incelemiştir. Bu

araştırmada 14 farklı polimer türüne ait MP'ler tespit edilerek, polietilen tereftalat plastik türünün en baskın (%66.38) MP olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Terzi ve diğerleri (2022), Karadeniz'in Türkiye kıyılarında mikroplastiklerin bolluğu ve özelliklerini değerlendirilmiştir. Tespit edilen mikroplastiklerin %70'inden fazlası 2,5 mm'den küçük ve çoğunlukla elyaf ve plastik parçalarından oluştuğunu belirlemiştir. Araştırmacılar ayrıca, plaj çökellerinde ve deniz suyundaki ortalama mikroplastik bolluğunu sırasıyla $64,06 \pm 8,95$ parçacık/kg ve $18,68 \pm 3,01$ parçacık/m³ olarak tespit etmiştir. Plaj kumullarındaki plastik bileşimleri (parçacık/kg) stiren akrilonitril kopolimer (%40,53), polietilen tereftalat (%38,75) ve polietilen (%6,91) hâkimken, deniz suyunda polietilen tereftalat (%57,26), polietilen (%13,52) ve polipropilen (%11,24) hakim olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Aytan ve diğerleri (2023), İzmit Körfezi açıklarında, Marmara Denizi'nde avlanan on iki balık türünde mikro (<5 mm) ve mezo plastiklerin (5-25 mm) varlığını araştırmışlar. İzmit Körfezi'ndeki balık türlerinin plastiklerle kirlenmiş olması nedeniyle ekosistem ve insan sağlığı açısından potansiyel risk teşkil ettiğini belirlemişlerdir.

Sarı Erkan ve diğerleri (2023), Marmara Denizi'nin İstanbul kıyıları boyunca su derinliği 5-70 m aralığında değişen farklı derinliklerden 43 yüzey çökel örneği alarak; karasal, sosyal ve endüstriyel faaliyetlerin kıyı alanındaki sedimentler üzerine mikroplastik kirlilik etkisini değerlendirmiştir. Çalışma alanındaki ortalama mikroplastik konsantrasyonlarını sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz değerlerini sırasıyla 2000 ± 4100 , 1600 ± 3900 , 4300 ± 12.000 ve 9500 ± 20.300 parçacık/kg - dw (kuru ağırlık) olarak tespit etmiştir.

1.3. Plastik ve Mikroplastikler

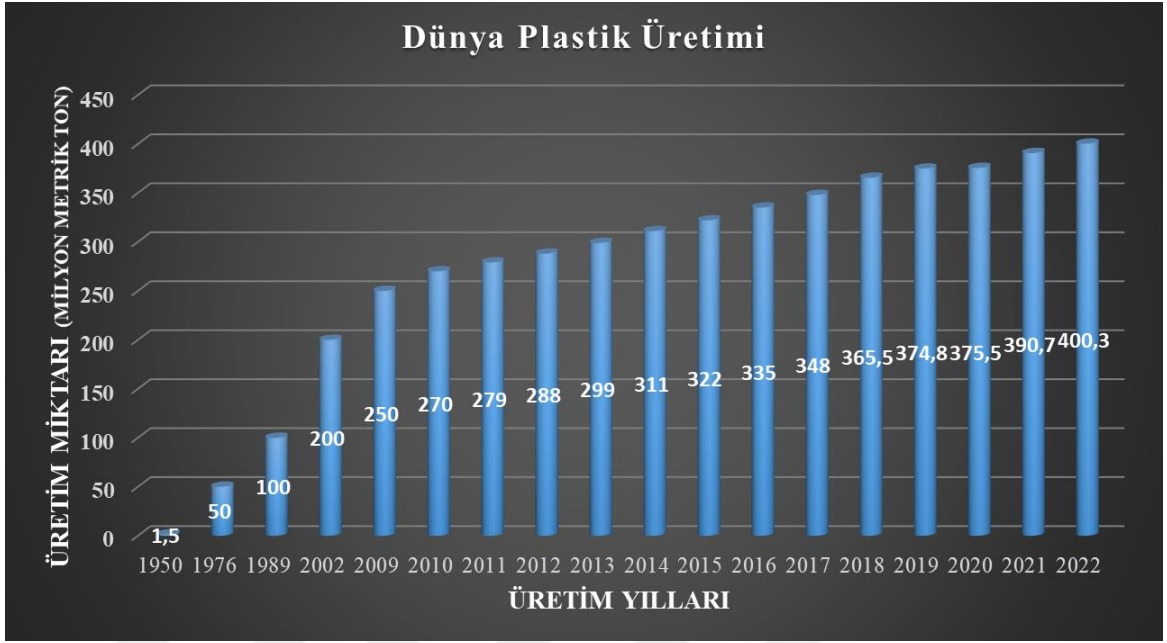
Plastik günümüzde oldukça fazla sayıda kullanım alanı bulunan selüloz, kömür, doğalgaz, tuz ve ham petrol kullanılarak elde edilen, C, H, O, N ve diğer elementlerin oluşturduğu sentetik ya da yarı sentetik malzemeye verilen isimdir. Plastik'in birçok değerli kullanım alanı olmasına rağmen, çevresel, sosyal, ekonomik ve sağlık açısından ciddi sonuçları olan tek kullanımlık plastik ürünlere bağımlılık her geçen gün artmaktadır. Dünyada sanayileşme ile birlikte plastik; elektronik, otomotiv, mobilya, inşaat, ev aletleri, giyim, ayakkabı, ambalajlama, gıda ve diğer endüstriyel sektörlerde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Dünya çapında her bir dakika da bir milyon plastik şişe satın alınırken, dünya çapında her yıl beş trilyona kadar plastik poşet kullanılmaktadır. Toplamda üretilen plastik'in yarısı tek kullanımlık olarak tasarlanırken, yalnızca bir kez kullanılıp daha sonra çöpe atılarak

çevresel sorun haline gelmektedir. Tablo 1’de plastiğin polimer tipi, kısaltmaları, polimer yoğunluğu, toplam üretimdeki yeri ve yaygın kullanım alanı ayrıntılı olarak verilmiştir. Küresel plastik üretiminin 1950’lerden 1970’lere kadar yalnızca az miktarda üretilmesi nedeniyle plastik atıklar daha kolay yönetilebilir haldeyken, plastiklerin seri üretime başlaması ve çeşitlenmesi ile birlikte 1989 yılında 100 milyon ton olan üretim, 2022 yılının sonunda şaşırtıcı bir şekilde 400,3 milyon tona ulaşmıştır (Şekil 1). Bu grafik plastik üretiminin 1950’li yıllardan bu yana hızla arttığını plastik üretiminin yıldan yıla devam eden büyümesini açıklarken, diğer taraftan plastik atıklarının yönetilmesinin ne kadar zor olabileceğini göstermektedir (Şekil 1).

Tablo 1.Yoğun üretimi gerçekleştirilen polimer tipleri, üretim miktarları, polimer yoğunlukları ve kullanım alanları (Plastic Europe, 2020; Öztekin, 2021).

Polimer tipi	Kısaltma	Polimer yoğunluğu (g.cm-3)	Toplam üretimdeki oranı	Yaygın kullanım alanı
Polipropilen	PP	0,9–0,91	%19,4	Gıda ambalajları, şeker ve atıştırmalık ambalajları, menteşeli kapaklar, mikrodalga kapları, borular, otomotiv parçaları, kağıt paralar vb.
Polietilen Düşük Yoğunluklu	PE-LD/ PE-LLD	0,91–0,94	%17,4	Yeniden kullanılabilir poşetler, tabak ve kaplar, tarımda kullanılan filmler, besin ambalajları, filmler vb.
Polietilen Yüksek Yoğunluklu	PE-HD/ PE-MD	0,94-0,97	%12,4	Oyuncaklar, süt şişeleri, şampuan şişeleri, borular, ev eşyaları vb.
Polivinil Klorür	PVC	1,16–1,58	%10	Pencere kasaları, profiller, yer ve duvar kaplamaları, borular, kablo izolasyonları, bahçe hortumları, şişme havuzlar vb.

Poliüretan	PUR	1,2	%7,9	Bina yalıtımı, yastıklar ve şilteler, buzdolapları için yalıtım köpükleri vb.
Polietilen Tereftalat	PET	1,37–1,45	%7,9	Su şişeleri, alkolsüz içecekler, meyve suları, temizleyiciler vb.
Polistiren Geliştirilmiş Polistren	PS+EPS	1,04–1,1	%6,2	Gıda ambalajları (süt ürünleri, balıkçılık), bina yalıtımı, elektrikli ve elektronik ekipmanlar, buzdolapları için iç astar, gözlük çerçeveleri vb.
Diğer Termoplastikler			%11.3	Jant kapakları (ABS); optik fiberler (PBT); gözlük camları, çatı kaplama levhaları (PC); dokunmatik ekranlar (PMMA); telekomünikasyonda kablo kaplaması (PTFE); ve diğerleri havacılık, tıbbi implantlar, cerrahi cihazlar, membranlar, valfler ve contalar, koruyucu kaplamalar vb.
Akrilonitril bütadien stiren	ABS			
Polibütilen Tereftalat	PBT			
Polikarbonat	PC			
Polimetil Metakrilat Akrilik	PMMA			
Politetra floro etilen	PTFE			
Diğer Plastikler			%7.5	Koruyucu kaplama malzemeleri vb



Şekil 1. 1950 -2022 yılları arası Dünya plastik üretiminin dağılım grafiği (Statistica, 2024).

Endüstriyel seri üretimin başladığı 1950'li yıllardan itibaren insan yaşamını kolaylaştırması nedeniyle plastik üretimi her geçen gün artmıştır. Plastiğin yaygın kullanımı sonucu mikro ve nano plastiklerin havaya, suya ve toprağa engelsiz ve kontrolsüz bir şekilde karışmasıyla plastik kirliliği küresel bir çevre sorunu haline gelmiştir. Parçalanamayan doğaları nedeniyle fotodegradasyon, mekanik etki, ortamın hava koşulları veya mikrobiyal bozunma nedeniyle oluşan plastik parçalar veya parçacıklar uzun yıllar çevrede kalır ve çevresel parametrelerin kalitesi üzerinde zararlı etkilere neden olmaktadır. Mikroplastikler ilk olarak 20 µm çapındaki mikroskobik parçacıklar olarak tanımlanırken (Thompson ve diğerleri, 2004), ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA) tarafından geliştirilen kriterler kullanarak boyutu 5 mm'nin altında olan plastik nesneler olarak tanımlanmıştır (Arthur ve diğerleri, 2009). Mikroplastikler küçük göze çarpmayan plastik parçacıklar olduğundan çevremizi ve sağlığımızı tehdit etmektedir. Okyanuslardan besin zincirine kadar her şeye karışarak yaban hayatına ve ekosistemlere büyük zararlar vermektedir. Birçok araştırmacı hava, su ve karasal ortamlarda mikroplastiklerin kirlilik boyutunu ve etkisini belirlemek için araştırmalarını dünyanın farklı bölgelerinde yoğunlaştırmıştır. Özellikle son yıllarda çevrede büyük miktarda mikroplastik tespit edilmesi, bilim camiasının mikroplastiklerin ekolojik yönlerine daha fazla odaklanmasını

sağlamıştır. Mikroplastiklerin küçük boyutu, onları farklı trofik seviyelerde deniz biyotası ile etkileşime girmeye uygun hale getirmektedir. Farklı deniz habitatlarında yaşayan çeşitli organizmalar mikroplastiklere karşı savunmasız oluşu (Wright ve diğerleri, 2013) ve özellikle nanometre ölçeğinde, mikroplastiklerin organizmalara zarar verme potansiyelinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Galloway, 2015; Koelmans ve diğerleri, 2015). Plastiklerin ilişkili kimyasallara maruz kalmanın sonuçları da son dönemde araştırılmaktadır (Rochman, 2015). Mikroplastiklerin geniş yüzey alanı/hacim oranının onları su kaynaklı organik kirleticileri adsorbe etmeye nasıl yatkın hale getirdiğini ve toksik plastiklerin polimer matrislerden organizma dokularına sızma potansiyelleri de araştırılmaktadır (Teuten ve diğerleri, 2007). Ayrıca mikroplastiklerin daha sonra yutulması halinde gıda zincirine toksin girişi için bir yol görevi görebileceği hipotezi de öne sürülmüştür (Teuten ve diğerleri, 2009).

1.4. Mikroplastiklerin Sınıflanması

Mikroplastiklerin deniz organizmaları ve sedimanları üzerindeki fiziksel ve kimyasal etkileri de dâhil olmak üzere akıbetlerini anlamadan önce sınıflamasını taşınmasını ve dağıtımını anlamak önemlidir. Mikroplastikler, orjinlerine göre mikroplastik olarak mı üretildiğine (birincil mikroplastikler) veya daha büyük plastik kalıntıların fizikokimyasal bozunması olarak mı ortaya çıktıklarına (ikincil mikroplastikler) bağlı olarak birincil mikroplastikler ve ikincil mikroplastikler olarak ikiye ayrılmıştır (Cole ve diğerleri, 2011).

1.4.1. Orjinlerine göre mikroplastikler

1.4.1.1. Birinci mikroplastikler

Birincil mikroplastikler, genellikle plastik endüstrisi tarafından sağlık sektöründe, yüz temizleyicilerinde, kozmetiklerde, kişisel bakım ürünlerinde, kumlama makinalarında ve hava püskürtme ortamlarında temizleyici olarak sıklıkla kullanılan ürünlere eklenen küçük daire şekilli mikroplastik boncuklardır. Bununla birlikte diğer birincil mikroplastik çeşidi olarak peletler, sentetik lifler ve ilaçlara yönelik hazırlanan mikroplastikler mevcuttur (Cole ve diğerleri, 2011). Auta ve diğerleri (2017) mikroplastiklerin kökenlerini araştırırken daha da ileri giderek duş/banyo jelleri, peelingler, göz farları, deodorantlar, allık pudraları, makyaj fondötenleri, maskara, tıraş kremleri, bebek ürünleri, köpüklü banyo losyonları, saç boyası, oje, böcek kovucular ve güneş kremlerinde birincil mikroplastik içerdiklerini belirlemiştir. 2017 yılında 161. Avrupa Komisyonu, uzmanlardan oluşan bir panelin Avrupa'da üretilen tüm birincil mikroplastikleri araştırıldığı bir rapor yayınlanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Avrupa’da birincil mikroplastik üretimi ve polimer türleri (2017 t/y, Bintein, 2017).

Ürünün kullanıldığı alan	Ton/yıl (2017)	Ana polimer tipi
Kozmetik kişisel bakım	714	Poliüretan (kozmetikteki tüm mikroplastiklerin yaklaşık %50'si), polietilen, selüloz asetat, polilaktik asit, Naylon
Boyalar kaplamalar	220	Akrilik polimerler, poliamid lifleri, poliakrilonitril
Deterjanlar	142	üretan, polyester, poliamid, akrilik, PMMA, PET parıltıları, reoloji değiştiriciler, polietilen
Petrol gaz endüstrisi	2	Katkı maddeleri, çapraz bağlama maddeleri, balmumu inhibitörleri
Tarım	Tahmin edilmesi zor	Polisülfon, poliakrilonitril, selüloz asetat salınımının kontrol etmek için kullanılan kaplamalar
Endüstriyel aşındırıcılar	Tahmin edilmesi zor	PMMA parçacıkları, kauçuklar, polietilen
Küçük sanayiler	1.6	

Yukarıdaki Tablodan Avrupada birincil mikroplastiklerin en çok kişisel bakım pazarında ham madde olarak kullanıldığı ve poliüretanın mikroplastik formunda en çok üretilen polimerlerden biri olduğu sonucunu çıkarabiliriz. 2017 yılında poliüretan birincil mikroplastikler, kozmetik ve kişisel ürünler pazarındaki toplam mikrolit üretiminin en az yarısını temsil ederken, deterjan pazarında da birincil mikroplastiklerin üçüncü büyük üreticisi olarak yer almıştır. Bununla birlikte, Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan raporda, mikroplastiklerin yerine geçecek alternatif mikropartiküller olarak; deniz yosunu veya sert meyve kabuğu parçacıkları, kişisel

bakım ürünleri için silika veya kil, boyalar için cam boncuklar (yol boyalarında sıklıkla kullanıldığı gibi), deterjanlar için silis veya aşındırıcı olarak silisyum karbür kullanımı yer almaktadır (Bintein, 2017).

1.4.1.2. İkincil mikroplastikler

İkincil mikroplastikler, daha büyük plastik kalıntıların fiziksel, biyolojik ve kimyasal süreçlerle parçalanmasıyla elde edilen mikro çöplerdir (Cole ve diğerleri, 2011, Jahnke ve diğerleri, 2017). Her şeyden önce, mikroplastiklerin su ortamındaki davranışını ve kaderini yorumlamak için, mikroplastiklerin su ortamındaki davranışını ve kaderini anlamak çok önemlidir. Farklı türlere ayrılabilen polimer bozunma süreçleri (Andray, 2011):

- ❖ Biyolojik bozunma (mikroplar gibi canlı organizmaların etkisi)
- ❖ Fotodegradasyon (ışığın etkisi - genellikle güneş ışığı; en hızlı bozunma şeklidir)
- ❖ Termo oksidatif bozunma (yavaş oksidatif) orta sıcaklıkta parçalanma
- ❖ Hidroliz (su ile reaksiyon)

Esasen, polimerin ortalama molekül ağırlığının aşırı derecede azaltılması işlemine plastik bozunma denir ve bu da plastik parçaların kırılğan veya toz haline gelmesine neden olur (Andrady, 1994). Kendi kendini katalize eden bozunma süreci (oto katalitik bozunma), polimerin moleküler ağırlığının azaldığı oksijenin varlığı ve ardından polimerde oksijen açısından zengin fonksiyonel grupların oluşmasıyla meydana gelebilir. UV güneş radyasyonu, özellikle havada veya kumsalda bulunan plastik çöplerin parçalanması için en hızlı ve en etkili süreçtir (Andray, 2011). Plastik parçalanma süreçleri genellikle plastik döküntülerin kıtasal karalara ve kara içi su kütlelerine göre daha zorlu koşullara maruz kaldığı kumsallarda ve açık denizlerde gerçekleşir.

Bununla birlikte, yoğun UV radyasyonu, korozyon ve erozyon gibi koşullar, yüksek oksijen konsantrasyonu ve rüzgârlı havalarda yıkayıcı görevi gören kumun varlığı nedeniyle sahillerde özellikle kritik olma eğilimindedir. Açık denizde plastik döküntüler, yüzerken bile sürekli olarak UV radyasyonuna ve yüksek oksijen konsantrasyonuna maruz kalır. Bununla birlikte, nesneler deniz suyunda yüzüyorsa aynı tür UV radyasyonu artık o kadar güçlü değildir. Bunun başlıca nedeni denizdeki sıcaklığın azalması ve açık hava plajına kıyasla sudaki oksijen konsantrasyonunun daha düşük olmasıdır (Andray ve Pegram, 1990). Ayrıca, polietilen gibi düşük yoğunluklu polimerler yüzmeye eğilimliyken, PVC gibi yüksek yoğunluklu polimerler

batmaya eğilimlidir (Wright ve diğerleri, 2013). Düşük yoğunluklu polimerler, denizde uzun süre yüzen sürekli ince filmler (örn. plastik torbalar) olarak üretildiklerinde, biyofilm ile kaplanması, alg yapışması ve ardından bir omurgasız kolonisi ile karakterize edilen biyolojik yüzey kirlenmesi için uygundur (Andray, 2011). Sonuç olarak mikroorganizmalar büyüdükçe plastik film ağırlaşır, dolayısıyla batar. Daha sonra plastik parçası yiyecek arayan organizmalar tarafından kirlenir, böylece tekrar kaldırma kuvveti kazanırlar ve su sütunu yüzeyine geri dönerler. Burada döngü yeniden başlar. Plastik döküntüler su sütununun üstündeyken parçalanıyor, ancak su altına girdiğinde parçalanma durur (Wright ve diğerleri, 2013). Su ve kıyı ortamında meydana gelebilecek birçok bozunma süreci olmasına rağmen, günlük uygulamalarda kullanılan yaygın plastiklerin faydalı olabilecek yeterince hızlı bir şekilde biyolojik olarak bozunmadıklarını belirtmek önemlidir. Bunun nedeni, deniz suyunun sıcaklığı ve pH ile ilgili yukarıda belirtilenlerin yanı sıra, polimerleri metabolize edebilen mikrobiyal türlerin doğada nadir olmasıdır. Bununla birlikte, biyolojik olarak parçalanabilen biyopolimerlerin bazı örnekleri de vardır: kitinler (Poulicek ve Jeuniaux, 1991), kitosan (Andrady ve diğerleri, 1992) ve alifatik polyesterler gibi birkaç sentetik polimer denizde hızlı bir şekilde biyolojik olarak parçalanır (Mayar ve Kaplan 1996). Kirlenme-çürüme olgusu ve plastik kalıntıların farklı yoğunlukları karmaşıklıkta yer alır. Okyanuslardaki ikincil mikroplastiklerle uğraşırken: bunlar tüm su sütunu boyunca heterojen bir şekilde dağılmışlardır. Bu karmaşıklık, bunların tespit edilmesini ve su rezervuarlarından uzaklaştırılmasını son derece zorlaştırmaktadır (Wright ve diğerleri, 2013). Birincil ve ikincil mikroplastikler rüzgarların etkisiyle havadan, yerleşim yerlerinin atık, kanalizasyon ve nehirler aracılığıyla da karasal ortamdan göl, deniz ve okyanusal çevreye taşınırlar. mikroplastiklerin çok uzun süre ve yaygın kullanımları nedeniyle denizlerin su kolonunda ya da deniz tabanının yüzeyinde ve/veya alt sediman katmanlarında birikerek çevresel sorun haline gelirler.

1.4.2. Boyutlarına göre mikroplastikler

Akademik literatürlerde mikroplastiklere ilk kez atıfta bulunulmasından (Thomson ve diğerleri, 2004) sonra çok sayıda araştırmacı bunların özelliklerini ve kökenlerini daha ayrıntılı olarak araştırmıştır (Andrady, 2011; Ryan ve diğerleri, 2009; Jambeck ve diğerleri, 2015; Abidli ve diğerleri, 2017; Belivermiş ve diğerleri, 2021). Thomson ve diğerleri (2004), mikroplastiklerle ilgili ilk rapor veren araştırmacılar olmasına rağmen, bir plastik parçasını mikroplastik olarak kabul etmek için herhangi bir boyut kriterinden bahsetmemiştir. Bununla

birlikte, bu yayından günümüze kadar pek çok yazar, makro plastikleri kum veya çakıl gibi diğer parçacıklarla çevrelenmiş olsalar bile çıplak gözle kolayca gözlemlenebilir plastikler olarak adlandırırken, mikroplastikler Tablo 3’de birçok araştırmacı tarafından farklı boyut kriterleri ile adlandırmış ve çoğunlukla 5 mm den küçük plastik parçalar olarak tanımlamıştır.

Tablo 3. Mikroplastikler için akademik literatürde boyut kriterleri

Referanslar	Boyut Kriteri
Graham ve Thompson, 2009	< 10 mm
Ryan ve diğerleri, 2009	< 2 mm
Andrady ve diğerleri, 2011	0,06-0,5 mm
Costa ve diğerleri, 2010	< 1 mm
Eriksen ve diğerleri, 2014	> 0,2 mm
Law ve diğerleri, 2014	< 5 mm
Horton ve diğerleri, 2017	< 5 mm
Auta ve diğerleri, 2017	< 5 mm
Avrupa Komisyonu (2017, 2019)	< 5 mm
EPA, ABD, 2017	< 5 mm
Hale ve diğerleri, 2020	< 5 mm

Bütün bu araştırmaların sonucunda mikroplastik tanımı akademik literatürlerde boyutu 5 mm den küçük tüm plastik parçacıklar olarak kabul görmüş ve bu şekilde kullanılmıştır. Bu kriter temel olarak, düşük fiziksel boyutlara sahip olan ve dolayısıyla basit teknikler kullanılarak kolayca karakterize edilebilen küçük makroplastikler ile küçük boyutları nedeniyle genellikle optik cihazlar kullanılarak karakterize edilmesi gereken mikroplastikler arasındaki sınırları belirlediği için önemlidir. Bu mikroplastikler akarsu, göl ve denizel ortamlarda yaşayan canlılar ve çevre için tehlikeli atıklar olarak bilinirler (Kazour ve diğerleri, 2019). Okyanusların kirliliği

olarak mikroplastik kavramı en geniş kapsamlı ve en çok araştırılan kavram olsa da, diğer yazarlar da 2011 yılında mikroplastiklerin bozunmasının ürünleri olan 200 nm ile 2 µm arasındaki boyuttaki parçacıklar olarak nano plastik kavramını ortaya attılar (Andrady, 2011). Birkaç yıl sonra 2015'te Jambeck ve diğerleri (2015) nano plastiklerin üst boyut sınırını 100 nm olarak belirledi. Bu sınırlama önemlidir, çünkü mikroplastiklerin aksine bu sınırın altındaki parçacıklar hücre zarını bozabilmektedir (Nguyen ve diğerleri, 2019). Sonuç olarak plastikler boyutlarına göre:

- Makro Plastikler (Boyu 5 mm den büyük olan parçacıklar)
- mikroplastikler (Boyu 0.2mm< MP< 5mm olan plastik parçacıklar)
- Nano Plastikler (Boyu 1 µm büyük olan plastik parçacıklar) olarak üç gruba ayrılır.

1.4.3. Tiplerine ve şekillerine göre mikroplastikler

Karasal ve denizel ortamlarda bulunan birincil ve ikincil (makro ve mikro) plastikler çevresel bozulmaya karşı oldukça hassastırlar. Ayrıca, fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkisiyle mikroplastiklerin tipleri ve şekilleri değişir. Farklı ekosistemlerde mikroplastiklerin tipleri önemli ölçüde farklılık gösterir. Örneğin su ve atmosferik ortamlarda en yaygın MP lifken (Burns ve Boxall 2018; Zhang ve diğerleri, 2020), tarımsal toprakta parçalar, filmler ve topaklar hâkimdir (Yu ve diğerleri, 2018). Şener 2019 mikroplastikleri şekillerine göre bozunmuş, aşırı bozunmuş, kırılmış ve parçalanmış olarak sınıflandırırken, literatürde mikroplastikler tiplerine ve yapılarına göre peletler, boncuklar, lifler, küreler reçine topakları, filmler ve parçalar olarak sınıflanmıştır (Doğruyol, 2019; Rochman ve diğerleri, 2019; Lusher ve diğerleri, 2020, Lozano ve diğerleri, 2021). Mikroplastiklerin tipleri ve özellikleri aynı zamanda parçacıkların akıbetini, taşınmasını, çeşitli faktörlere maruz kalmasını ve canlılara karşı potansiyel toksisiteleri hakkında bilgi verir. Literatürde mikroplastikler tiplerine göre yaygın olarak aşağıdaki gibi sınıflanır.

- Lifler, çizgiler, filamanlar, iplikler
- Parçalar
- Filmler
- Köpük
- Boncuklar, küreler, topaklar
- Küremsi

1.4.4. Renklerine göre mikroplastikler

Günümüzde gelişen sanayi ve teknolojiyle birlikte plastiğin toplumsal faydaları ve hayatımıza kattığı kolaylık nedeniyle çok farklı alanlar için farklı renk tonlarında plastik üretimi yapılmaktadır. Aşırı plastik kullanımı nedeniyle doğada çok farklı büyüklükte ve renkte plastik atıklar belirlenmiştir (Doğruyol, 2019). Literatür araştırmalarında mikroplastiklerin orijinal kaynaklarının belirlenmesinde renk yararlı bir ayıraç olarak kullanılmaktadır (Andray ve Neal, 2009; Şener, 2019). Mikroplastikler yaygın olarak pembe, şeffaf, kırmızı, sarı, mavi, yeşil, siyah, kahverengi, gri, mor ve beyaz gibi birçok renkte bulunurlar. Denizel ve karasal çevresel ortamlarda, renkli plastik örneklerin seçilmesi daha kolayken, donuk örnekler göz ardı edilme eğilimindedir. Plastiklerin rengi aynı zamanda ortamda kalma süresini ve bozulma derecesini de belirleyebilir. Farklı solma dereceleri, numunenin ortamdaki maruz kalma süresini temsil etmesi açısından önemlidir (Andrady ve diğerleri, 1993, Turner ve diğerleri, 2011).

1.4.5. Kimyasal bileşimine göre mikroplastikler

Kimyasal bileşim, plastik döküntülerin sınıflandırılmasında temel kriterdir. Kimyasal bileşim mikro plastiğin bozunmasını ve dağılımının yanı sıra çevredeki akıbetini de etkiler. Bu nedenle, farklı mikroplastiklerin kimyasal özelliklerini bilmek mikroplastik davranışını anlamak açısından önemlidir. Günümüzde çok yaygın olarak üretilen ve kullanılan plastik türleri; Polietilen (PE), Polistiren (PS), Polivinil klorür (PVC) ve polipropilen (PP) olup aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Polietilen düşük maliyeti, kolay işlenebilirliği ve geri dönüştürülebilirliği nedeniyle alışveriş torbaları, kozmetik ürünlerdeki mikro boncuklar, gıda ambalaj filmleri, oyuncaklar, kap ve şişeler, borular gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır (Bahii ve diğerleri, 2020; Evoda ve diğerleri, 2021).

Polistiren; stirenin serbest radikal vinil polimerizasyonu ile üretilen sert bir termo plastiktir. Öne çıkan fiziksel özellikleri ve düşük maliyeti nedeniyle polistiren, gıda ambalajı, bina yalıtımı, buzdolaplarının iç astarları ve lamba kapakları gibi uygulamalarda en yaygın kullanılan ve bol miktarda bulunan plastiklerden biri haline gelmiştir (Chan ve Not, 2023).

Polivinil Klorür normalde çeşitli kimyasallara karşı dayanıklılığı nedeniyle borular (özellikle kanalizasyon boruları) dâhil olmak üzere inşaat ve inşaat sektöründe kullanılmaktadır (Geyer ve diğerleri, 2017). Polivinil klorür birçok kez geri dönüştürüle bilsede çoğu ülke PVC atıklarını doğrudan çöplüklere atmakta ve plastik kirliliğine neden olmaktadır (Nosova ve

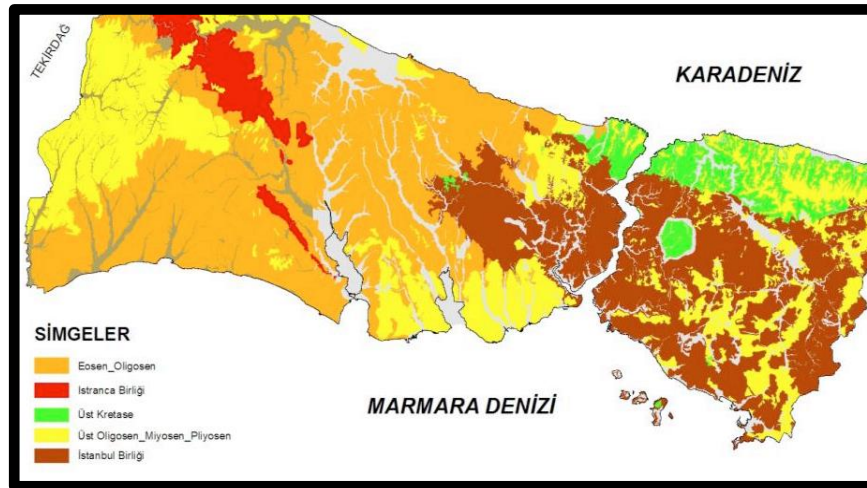
Uspenskaya, 2023). Bu durum PVC plastiğin mikroplastiklere dönüşerek doğada ve/veya sulak ortamlarda birikerek çevresel sorun haline gelmektedir..

Polipropilen kimyasallara, yorgunluğa ve ısıya karşı güçlü bir dirence sahiptir. Gıda ambalajlarında, borularda, ilaç şişelerinde, banknotlarda, menteşeli kapaklarda ve otomotiv parçalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Bahii ve diğerleri, 2020; Evoda ve diğerleri, 2021). PP biyolojik bozunmaya karşı dirençlidir ancak uzun poliolefin zincirleri nedeniyle abiyotik saldırıya karşı hassastır (Zbyszewski ve Corcoran, 2011). Bu nedenle ortamdaki PP plastikler, çevresel faktörlerin etkisi altında MP'lere parçalanma potansiyeline sahiptir.

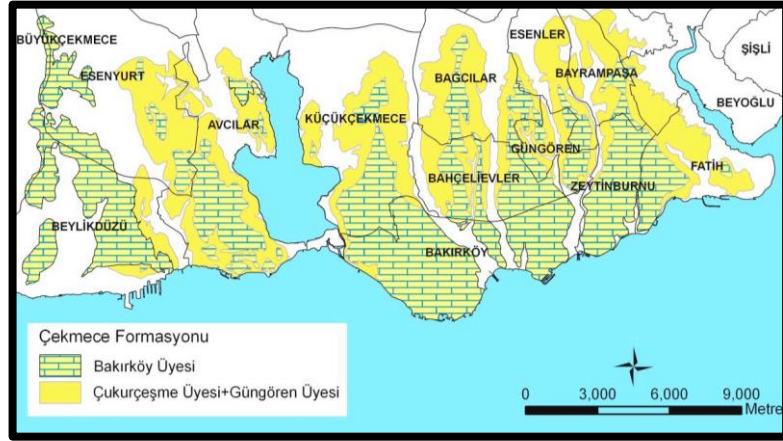
Geri kalan MP malzemeleri esas olarak polietilen tereftalat (PET), polilaktik asit (PLA), akrilonitril-butadien-stiren (ABS), etilen-vinil asetat (EVA), stiren-butadien kauçuğu (SBR) ve PET elyaf polyesterini (PES) içerir.

1.5. Çalışma Alanı Jeolojisi

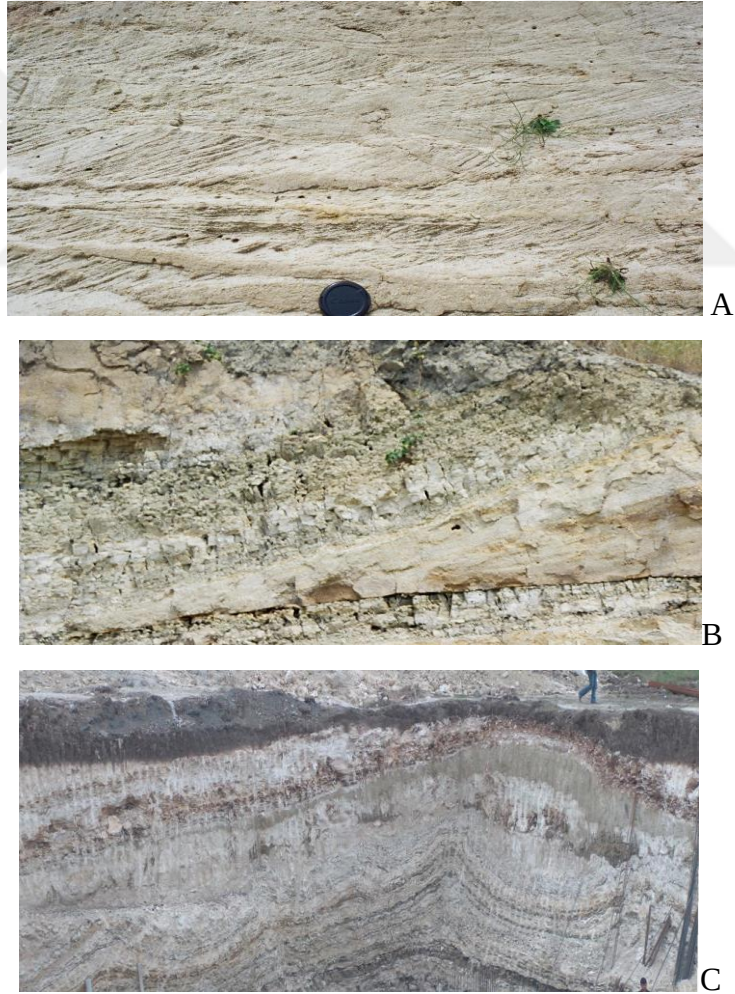
İstanbul'u oluşturan ve yüzeylenen jeolojik formasyonlar oldukça geniş bir zaman aralığını (Erken Paleozoyik'ten günümüze) temsil etmektedir (Şekil 2). Bölge ayrıca Kuzey Anadolu Fay hattının Marmara Denizi'ndeki uzantısı üzerinde bulunması ve karmaşık tektonik hareketlerden etkilenmesi nedeniyle birçok yer bilimcinin araştırma konusu olmuştur (Gökaşan ve diğerleri, 2001; Yaltrık, 2002; Şengör ve diğerleri, 2014, Bulkan ve diğerleri, 2020). Çalışma alanı Çekmece Formasyonu olarak isimlendirilen Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy üyelerinden oluşmaktadır (Şekil 3 - 4, Sayar, 1989; Özgün, 2005; 2011).



Şekil 2. İstanbul'un sadeleştirilmiş Jeoloji Harita (Özgün, 2011)



Şekil 3. Çekmece Formasyonu yüzeyleme haritası (Özgün, 2011).



Şekil 4. (A) Çukurçeşme, (B) Güngören ve (C) Bakırköy üyeleri (Özen, 2011).

Formasyon en yaşlıdan gence doğru kum-çakıl, kil-mil ve marn-kireçtaşının egemen olduğu kayaçları içermektedir. Çekmece Formasyonu'nun en alt düzeyini oluşturan Çukurçeşme Üyesi çapraz katmanlı, yer yer kil ara katkılı, bol mikalı, tutturulmamış küçük çakıl ve çakılıkların bulunduğu hakim kumlardan oluşur (Şekil 4 A).

Çukurçeşme Üyesi en bariz biçimde Küçükköy, Çukurçeşme ve Mahmutbey semtlerinde tespit edilmiştir (Özgün, 2011). Güngören Üyesinin egemen kaya türünü killer oluştururken, tabanda bol mikalı, çapraz katmanlı kum-kil aralanması ile başlar, istif yüzeye doğru ince ara katkılar halinde (5-30 cm kalınlığında), fosilli kireçtaşı, killi kireçtaşı, kireçli kilaşı ve kum düzeylerini içerir (Şekil 4 B). Ayrıca mercer yâda ara katkılar halinde 5-10 cm kalınlıkta makro fosilleri de bulundurur. Güngören Üyesinin tabanında mil-kum, üst kesimlerde ise kil-kireç oranı yüksektir (Özen, 2011). Çekmece Formasyonu'nun en üst kısmını çoğunlukla kireçtaşından az miktarda da kil ve Marn ara katkısını içeren Bakırköy Üyesi oluşturur (Şekil 4 C). Tabanda kil üst kesimlerde ise kireç miktarı nispeten daha fazladır.

1.6. Plaj Özellikleri

Plajlar öncelikle dalgaların hareketi ile oluşan çoğunlukla gevşek kum, çakıl veya ikisinin karışımından oluşan kıyı şeridi birikimleridir (Şekil 5A). Plajlar rüzgârlar, gelgitler, dalgalar, deniz akıntılarıyla sürekli değişime uğrayan dinamik sistemlerdir. Plajlarda genelde kum tepeleri, berm, plaj yüzü ve kıyı ardından oluşur. Plaj çökelleri; bariyer adaları, nehirler, rüzgârlar, kıyı boyu akıntıları ve çeşitli kaynaklardan türetilebilir. İnsanların hayal ettiği plaj alanları genelde kuvars kumu tanelerinden oluşan tipik bir kumsal alan iken, dünyanın farklı plajlarında hakim olan değişik türde sedimanlar bulunabilir. Örneğin, Hawaii ve İzlanda'nın bazı kısımları, aşınmış bazalt ve diğer volkanik malzemelerden oluşan siyah kumlu plajları ile ünlüdür (Şekil 5A). Maldivler 'de, Fiji ve Avustralya'da beyaz kumlu plajlar çok rağbet görürken, bu plajlar büyük ölçüde mercan iskeletleri, kavrık, kavrık kırıntısı ve kalsiyum karbonat kalıntılarından dolayı beyaz renklidir. Bazı plajların kum içeriği çok düşük veya hiç kum olmayabilir ve bunun yerine küçük deniz kabukları veya daha büyük kayalar ve/veya çakıl taşları hâkim olabilir. Plajlar önemli bir kültürel ve eğlence kaynağı olmakla birlikte her yıl milyonlarca insanın ziyaret ederek, kıyı ülkelerine çok ciddi ekonomik getiri sağladığı bilinir.



A



B

Şekil 5. (A) Farklı plaj alanlarından ve (B) Menekşe plaj çökellerinden görüntüler

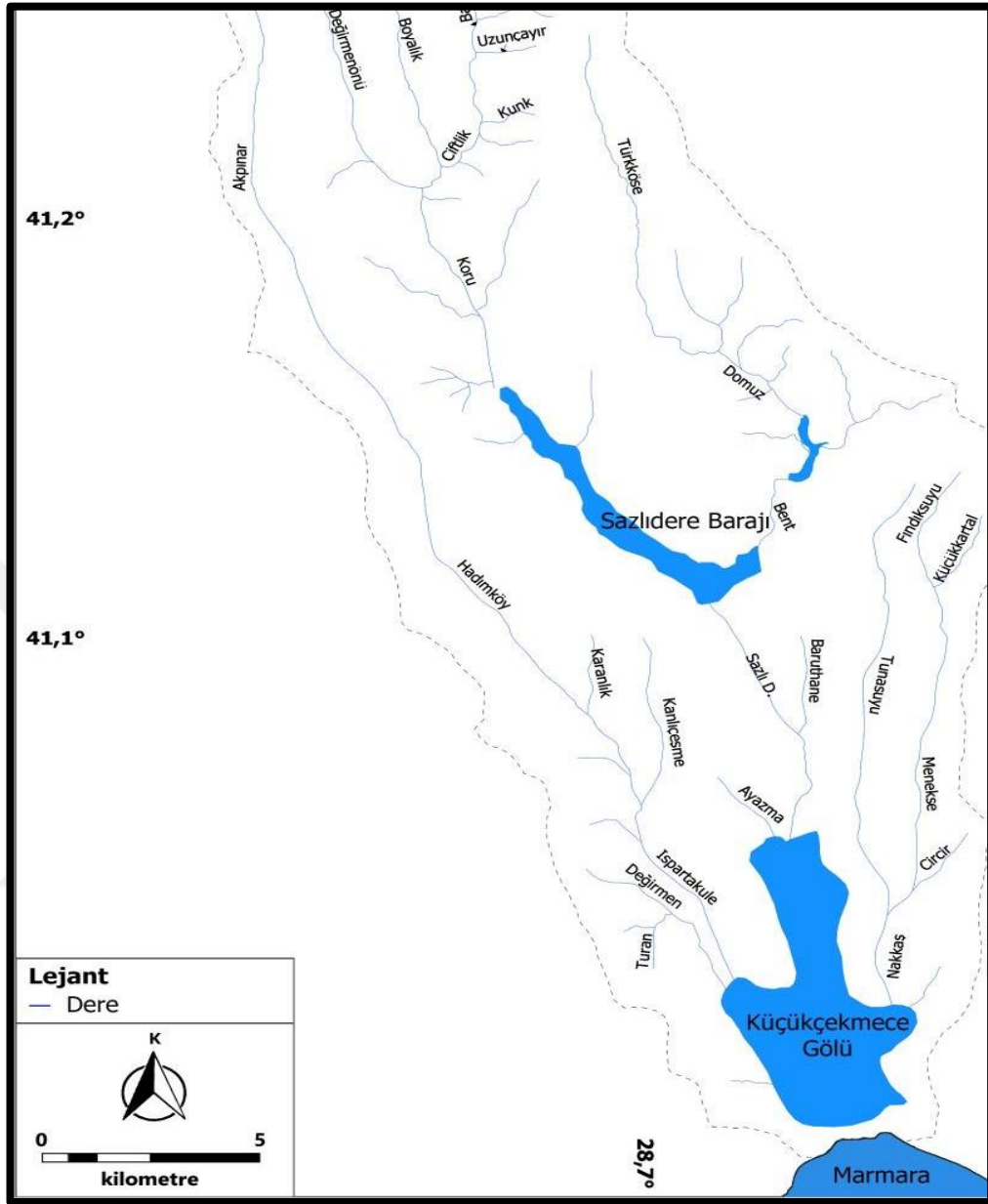
Çalışma alanında Küçükçekmece Gölü ile Marmara Denizi'ni ayıran bariyer adası üzerinde doğu batı uzanımlı kum çökellerinin hakim olduğu Menekşe plajı bulunmaktadır (Şekil 5B). Bu plaj alanları Bakırköy, Küçükçekmece ve Avcılar ilçelerinde yaşayan halk

tarafından yoğun olarak yüzme ve dinlenme amaçlı kullanılmaktadır. Plaj alanlarının kullanılması sırasında gündelik yaşantıları kolaylaştıran plastik şişeler, torbalar ve benzeri plastik ürünlerin arta kalan atıkları plaj alanlarına gelişi güzel bırakılmaktadır. Bu durum ciddi çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu kapsamda Menekşe kıyı plajındaki mikroplastik kirliliğinin mevcut durumu ve kirliliğin boyutu Yüksek Lisans Tez kapsamında araştırılmıştır.

1.7. Çalışma Alanı Nüfus Yoğunluğu ve İklim

Ülkemizde 1927 nüfus verileri halkın %75'nin köylerde ya da kırsalda %25 nin ise şehirlerde yaşadığını gösterirken, 2023 verileri kentsel yaşamın %75'lere ulaştığını şehirlerin hızla göç aldığını ve çevresel problemlerin önemli ölçüde arttığını göstermektedir. 90 yıllardan itibaren kentlerde nüfus artışıyla birlikte kentleşme, sanayileşme, doğal kaynakların tüketimi ve tüketim alışkanlıklarının değişimi çevre kirliliğinin artması üzerinde bir baskı unsuru oluşturmuştur. Nüfus yoğunluğunun Menekşe plajına etkilerini daha iyi anlamak ve değerlendirmek için plaj alanlarına yakın ilçelerin nüfusuna ihtiyaç duyulmuştur. 2023 yılı nüfus sayımı verilerine göre Küçükçekmece 792.030, Başakşehir 509.915, Avcılar 437.221 ve Bakırköy 220.476 olmak üzere çalışma alanı plajlarına yakın ilçelerin toplam nüfusu 1.959.642 kişi olarak belirlenmiştir. Çalışma alanındaki nüfus yoğunluğu ihtiyaç ve talep patlamasına neden olmakla birlikte katı atıkların iyi yönetilmemesi nedeniyle kıyı alanları üzerinde ciddi çevresel baskılar oluşabilmektedir.

Menekşe plajının bulunduğu İstanbul ili Küçükçekmece ve Avcıları ilçeleri Marmara ve Karadeniz iklimlerinin etkisi altındadır. Tez kapsamında çalışılan plaj alanlarında yazlar sıcak ve az yağışlı kışlar ise ılık ve yağışlıdır. Menekşe plaj bölgesinde ortalama yağış miktarı 781 mm olup, yıllık yağış miktarı 500 ile 1000 mm arasında değişmektedir (Okumuş 2007). Çalışma alanında yıllık ortalama sıcaklık 13,9 C olup, yıl boyunca aylık en düşük ortalama sıcaklık 5,4 C ile Ocak ayında, en yüksek aylık ortalama sıcaklık 23,4 derece ile Ağustos ayında ölçülmüştür (Üstün ve diğ. 2005). Küçükçekmece Gölü'nü besleyen akarsular ve bölgenin hidrografik haritası Öztura (2021) tarafından üretilmiş ve Şekil 6'da verilmiştir. Küçükçekmece Gölü'nü Hadımköy, Ayazma, Ispartakule ve Nakkaş gibi küçük akarsular ve dereler beslemektedir (Şekil 6).

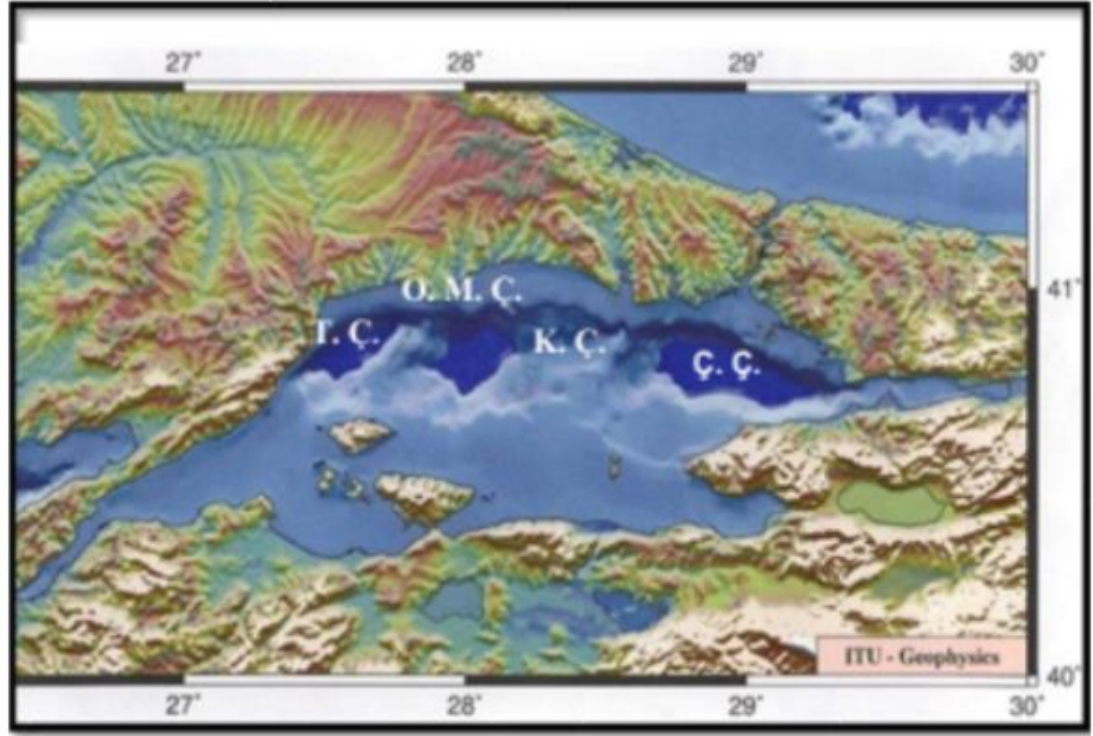


Şekil 6. Küçükçekmece Gölü ve çevresinin hidrografisi (Öztura, 2021).

1.8. Marmara Denizi ve Küçükçekmece Gölünün Fiziksel Oşinografisi

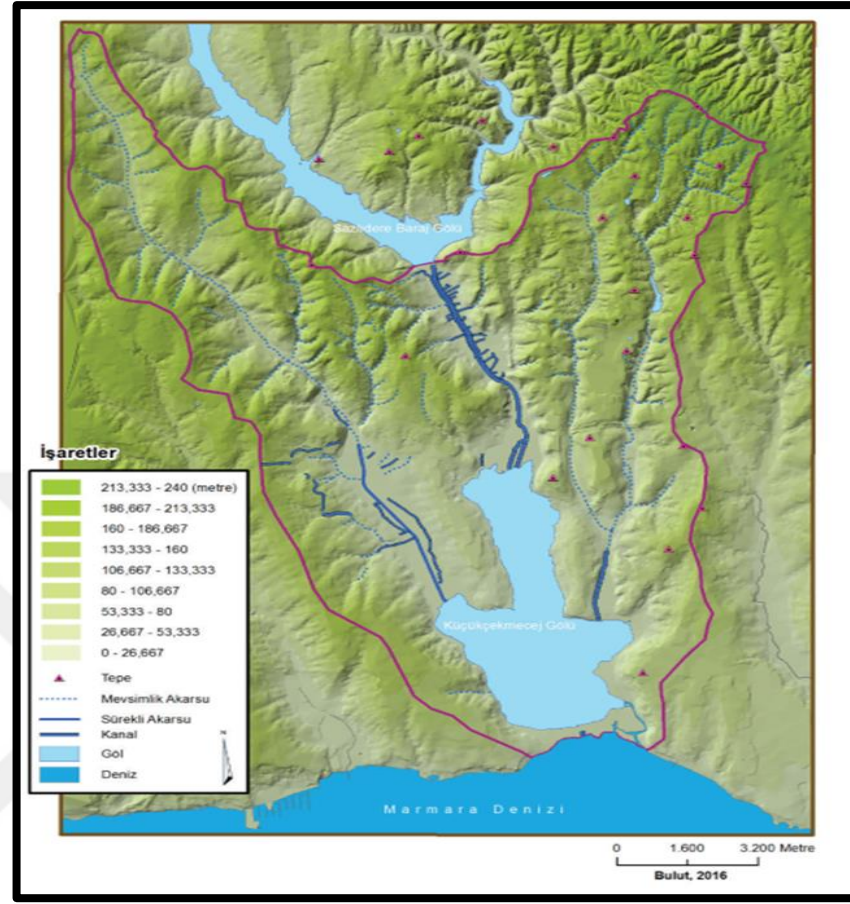
Menekşe plajı Marmara Denizi'nin kıyı şeridinde yer almakta olup, Marmara Denizi'nin su seviyesi değişimleri, kıyı boyu akıntıları, dalgalar ve benzeri oşinografik özelliklerinden etkilenmektedir. Marmara Denizi Karadeniz ve Akdeniz'i İstanbul (-35 m) ve Çanakkale (-65m) Boğazları birleştiren, 85 km eninde 210 km boyunda, Gemlik, İzmit, Erdek ve Bandırma körfezlerini bünyesinde barındıran bir iç denizimizdir. Ayrıca en derini 1276 m olan Çınarcık,

Kumburgaz, Orta Marmara ve Tekirdağ çukurlukları da Marmara Denizi'nin taban topoğrafyasını bozan önemli havzalardır (Şekil 7). Marmara Denizi'nin yüzey sularını 18 ppt tuzluluk oranıyla Karadeniz kökenli sular oluştururken, alt tabakadaki su hacmini ise daha tuzlu (38.5 ppt) Akdeniz orijinli sular oluşturur. Marmara Denizi'ne kuzeyden önemli tatlı su girdisi yok iken, güneyden Kocasu, Gönen ve Biga akarsuları boşalmaktadır.



Şekil 7. Marmara Denizi taban topoğrafyası (Tekirdağ Çukurluğu (T.Ç), Orta Marmara Çukurluğu (O.M.Ç.), Kumburgaz Çukurluğu (K.Ç) ve Çınarcık Çukurluğu (Ç.Ç.).

Küçükçekmece Gölü İstanbul ilinin 15 km batısında Avcılar, Bakırköy ve Küçükçekmece ilçeleriyle komşu lagün tipi göldür. Göl acı su özellikli olup, 15,22 km² lik yüzey alanına, 10 km uzunluğa, 1,25-6 km arasında değişen genişliğe ve 20 m maksimum derinliğe sahiptir (Kıbaşoğlu 1998; Topçuoğlu ve diğerleri, 1999). Küçükçekmece Gölü Marmara Denizi'ne gölün güney doğusunda 1.5 m derinliği olan dar bir alanla bağlanmaktadır (Şekil 8). Albay ve diğerleri 2005 makalesinde Küçükçekmece Gölü sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen ve tuzluluk değişim miktarlarının sırasıyla 16,5-28,5°C (Sıcaklık), 7,1-9,3 (pH), 7-16,4 mg l (Çözünmüş oksijen) ve 5,9-8,8 ‰ (tuzluluk) olarak belirlenmiştir (Albay ve diğerleri, 2005).



Şekil 8. Küçükçekmece Lagün havzasının topoğrafya haritası (Gürevin, 2010).

2. KULLANILAN EKİPMAN VE ANALİZ YÖNTEMİ

2.1. Örnek Alımı ve Hazırlanması

2023 yılı Eylül ayı içerisinde 1 günlük arazi programı ile Küçükçekmece Menekşe Sahil hattı boyunca belirlenen istasyonlardan 20 adet yüzey sediment örneği alınmıştır (Şekil 9). Yüksek lisans Tezi M3, M4, M7, M8, M11, M12, M13, M14, M16, M17, M20, M21, M24, M25, M28, M29, M32, M33, M36 ve M37 istasyonlarından alınmış örnekleri kapsamaktadır. Alınan numunelerin koordinatları Tablo 4’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Örnekleme yapılırken numune istasyonlarının belli bir düzen içerisinde plaj sedimentlerini ve gerisini temsil edecek şekilde ve paralel hatlar boyunca alınmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 9. Örnekleme yerlerini gösteren yer bulduru haritası.

Tablo 4. Örneklerin alındığı lokasyonlar

Örnekler	Enlem	Boylam
M3	40°58'49.84''K	28°45'30.54''D
M4	40°58'50.40''K	28°45'30.63''D
M7	40°58'49.55''K	28°45'35.66''D
M8	40°58'50.55''K	28°45'35.83''D
M11	40°58'49.42''K	28°45'40.40''D
M12	40°58'50.17''K	28°45'40.81''D
M13	40°58'48.97''K	28°45'44.17''D
M14	40°58'50.14''K	28°45'44.26''D
M16	40°58'51.93''K	28°45'48.60''D
M17	40°58'52.52''K	28°45'48.52''D
M20	40°58'53.29''K	28°45'53.39''D
M21	40°58'54.04''K	28°45'53.42''D
M24	40°58'47.32''K	28°46'7.80''D
M25	40°58'48.18''K	28°46'8.20''D
M28	40°58'45.64''K	28°46'12.68''D
M29	40°58'46.50''K	28°46'13.03''D
M32	40°58'44.45''K	28°46'16.35''D
M33	40°58'44.91''K	28°46'16.68''D
M36	40°58'42.90''K	28°46'20.26''D
M37	40°58'43.46''K	28°46'20.52''D

Örnekleme yapılırken 1*1 m²'lik ahşap çerçeveden yararlanılmıştır (Şekil 10). Numuneler çerçevenin dört köşesi ve ortasından el kepçesi ile yaklaşık 1 kg alınıp cam kavanozlarda muhafaza edilmiştir. Örnekleme öncesi kirlilikten kaçınmak ve sterilizasyonu sağlamak için cam kavanozlar, ahşap çerçeve ve metal el kepçesi saf su ile yıkanmıştır. Ayrıca her örnekleme aralıklarında bu işlem tekrarlanmıştır. Alınan örnekler İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Laboratuvarında analiz edilinceye kadar soğuk depoda (+4-(-4))°C'de muhafaza edilmiştir. Tez kapsamında alınan örneklerde toplam

inorganik ve organik karbon, tane boyu analizi, mikroplastik analiz ve mineralojik analizler yapılmıştır. Mikroplastik kirliliği belirlemek için çalışma amacına uygun olarak tüm örnekler öncelikle 5 mm gözenek çapına sahip elekten geçirilmiştir. Tüm analizler için 5 mm elekten geçirilen örnekler kullanılmıştır (Şekil 11).



Şekil 10. Menekşe Plajı örnek alım tekniği.



Şekil 11. Numunelerin 5 mm'lik elekten eleme işlemi

2.2. Tane Boyu Analizi Yöntemi

Tane boyu analizi için 5 mm elekten geçirilen örnekler homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra 300 g alınarak cam behere konulmuştur. Örneklerin üzerlerini örtecek kadar saf su ilave edilmiş ve sifonlama yapılmıştır. Bu işlem en az 2 kez uygulanarak tuzun sediment ortamından uzaklaştırılması sağlanmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Saf su ile tuzundan arındırılmış örnekler ve elek takımı

Tuzlardan arındırılan örnekler etüvde 50°C’de kurutulmuş daha sonra kuruyan örnekler RETSCH marka 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm ve 0,063 mm gözenek açıklığına sahip elekler kullanılarak tane boyuna göre sınıflandırılmıştır (Şekil 12). Tane boyu içeriği Tablo 5’deki Folk (1980) ve Wendworth (1922) göre isimlendirilmiştir.

Tablo 5. Tane boyutuna göre litojenik sedimentlerin sınıflaması (Folk, 1980)

Tane Çapı Milimetre (mm)	Tane Çapı Mikrometre(μm)	Tane Çapı Phi(Φ)	Wentworth Derecesi
4096		-12	
256		-8	Blok
64		-6	Kaba çakıl
4		-2	Çakıl
			İnce çakıl
-----2-----	-----	---- -1 --	-----
			Çok kaba kum
1,00	500	0,0	Kaba kum
0,50	250	1,0	Orta Kum
0,25	125	2,0	İnce kum
0,125		3,0	Çok ince kum
-----0,0625-	-----63-----	-----4,0-	
			Çok kaba silt
		4,5	Kaba silt
0,031	31	5,0	Orta silt
0,0156	15,6	6,0	İnce silt
0,0078	7,8	7,0	Çok ince silt
-----0,0039-	-----3,9-----	-----8,0---	
			Kil
0,00006	0,06	14,0	

2.3. Mikroplastik Analizi Metodu

Tez kapsamında mikroplastiklerin tanımlanması için öncelikle her bir örnek tane boyutuna göre 3 farklı gruba ayrılmıştır. Bu gruplardan ilki 2 mm, 1 mm ve 0,5 mm, ikinci grubu 0,25 mm, 0,125 mm ve 0,063 mm ve son grubuda 0,063 mm'den küçük elek altı örnekler oluşturmuştur. Mikroplastik tanımlamalar için aşağıdaki 2 aşamalı prosedür her bir grup örneğe uygulanmıştır.

2.3.1. Mikroplastik analizi ilk aşama

- 5 g kuru sediment tartılarak 100 ml'lik cam tıpalı erlen içerisine alınmış ve üzerine 50 ml NaCl çözeltisi ilave edilerek çözelti 0,45 filtreden geçirilmiştir.
- 5 dk boyunca iyice karıştırılmış ve düz bir zemin üzerine konulup sediment çökünceye kadar bekletilmiştir (Erni-cassola ve diğerleri, 2017; Zhao ve diğerleri, 2018).
- Üstteki berraklaşan sıvı 250 ml'lik beher içerisine alınmış ve bu işlem sırasında dipteki sedimentin çekilmemesine dikkat edilmiştir.
- Üzerine 20 ml 30% H₂O₂ ilave edilerek, ısıtıcı üzerinde 90°C'de 1 saat muamele edilmiş, bu şekilde organik maddelerin sindirilmesi sağlanmıştır.
- Örneklerin soğuması için bekletilmiş ve ardından örnek filtrasyon cihazı kullanılarak 1 µm gözenek çaplı glass fiber filtrelerden süzölmüştür (Şekil 13).
- Filtreler 6 cm cam petriler içerisine alınarak etüvde 60°C'de kurutulmuş (Erni-Cassola ve diğerleri, 2017) ve nil red boyaması yapılmaya kadar kapalı olarak muhafaza edilmiştir.
- Prosedürel blank için, örneksiz olarak aynı prosedür uygulanmıştır. Her bir örnekte işlemler 2. Aşamadan sonra 1 kez daha tekrarlanmıştır. (Analiz süresince plastik malzeme kullanılmamış ve örneklerin ağzı açık bırakılmamıştır).

2.3.2. Nil kırmızısıyla boyama ve mikroskopta inceleme ikinci aşama

- Nil kırmızısı metanolde konsantrasyonu 0,01 g/100 ml olacak şekilde hazırlanmıştır.
- Filtrelerin üzerine 0,4 ml nil kırmızısı çözeltisinden damlatılarak 60°C etüvde kurutulmuştur.
- 20 dakika sonra filtreler floresan mikroskopta incelenmiştir (Şekil 14).



Şekil 13. Örneklerde filtrasyon işlemlerinden bir görüntü



Şekil 14. Örneklerdeki mikroplastiklerin stereo mikroskopta tanımlanması.

- Floresan ışıma 460 nm eksitasyon 525 nm emisyon ayarlaması yapılarak turuncu filtre ile incelenmiştir (Erni Cassola ve diğerleri, 2017; Prata ve diğerleri, 2020).

- Floresan mikroskopta yapılan incelemede 10 µm'den büyük olan partiküllerin fotoğraflanması sağlanmaya çalışılmış, fakat cihazda meydana gelen teknik aksaklıktan ötürü fotoğraflama yapılamamıştır.
- Kırmızı parlak boyanmış 10 ile 5000 µm arasında kalan tüm partiküllerin sayısı belirlenmiştir. Bu analizlerde mikropplastiklerin tanımı ve sayıları iki ayrı mikroskopta gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Stereo mikroskop kullanılarak filtre kağıtları üzerindeki mikropplastiklerin şekil ve renk bakımından sınıflandırılması yapılırken, filtre kağıtlarına Nil Red çözeltisi damlatılarak mikropplastiklerin boyut bakımından sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir.

2.4. Toplam Organik Karbon (TOK) ve İnorganik Karbon (TİK) Analizi

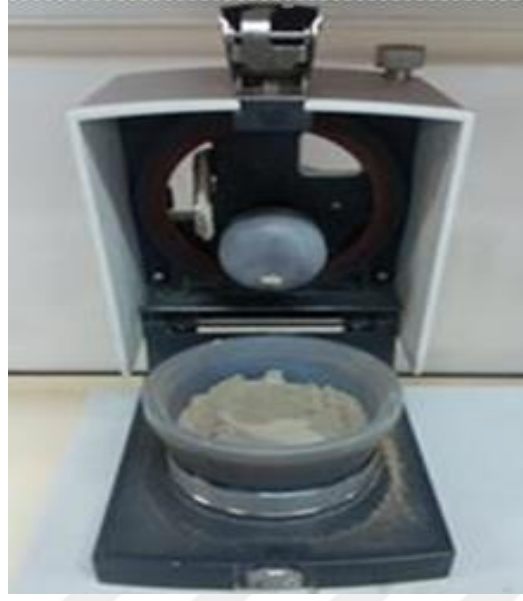
TOK analizi İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Deniz Jeolojisi laboratuvarında Walley Blake metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Gaudette ve diğerleri, 1974; Loring ve Rantala, 1992). Analiz yöntemi potasyum dikromat ile organik maddenin oksidasyonunu ve fazlalık dikromatın difanilamin indikatörlüğünde demir amonyum sülfat ile titrasyonunu içermektedir. TOK analizi için örnekler 50 °C de kurutulmuş ve öğütülmüştür (Şekil 15). Öğütülmüş örneklerin her birinden 0,5 g alınarak 500 ml'lik erlen mayere konulmuş ve çeker ocak içerisinde numunelere sırasıyla 10 ml potasyum dikromat ve 20 ml sülfürik asit eklenmiştir (Şekil 16). 20-30 dakika süre ile çalkalanan örneklere 200 ml saf su, 10 ml fosforik asit, 0,2 ml sodyum florür ve 1 ml difenil amin ilave edilmiş ve demir amonyum sülfat çözeltisi ile titrasyonu sağlanmıştır. Aynı işlemler blank ve standartların çalışılmasında da uygulanmıştır. Numunelerin TOK yüzdesi aşağıdaki formül uygulanarak belirlenmiştir.

$$\% \text{ TOK} = 3,951/ g \times (1-T/S)$$

g: Kurutulmuş numunenin ağırlığı

S: Demir amonyum solüsyonu, numunesiz (ml)

T: Demir amonyum solüsyonu, numuneli (ml)



Şekil 15. Örneklerin agat havanda öğütülmesi



Şekil 16. Örneklerin toplam organik karbon içeriğinin tespit edilmesi analizi

TİK içeriği Enstitümüzün Deniz Jeolojisi laboratuvarında Loring ve Rantala (1992) gazometrik yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. TİK miktarı % ağırlık kalsiyum karbonat

olarak ölçülmüştür. Bu amaçla alınmış örnekler etüvde 105 C de kurutulmuş ve agat havanda öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden 1 g kadar tartılmış ve 250 ml lik erlene konulmuştur. Ardından örneklere 10 ml 2N HCl ile ilave edilerek, çıkan CO₂ gazının volumetrik olarak ölçülmesiyle analiz tamamlanmıştır (Şekil 17). Numunelerin Toplam İnorganik karbon miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%TİK=100 \times V/W$$

V: Açığa çıkan CO₂ gazı

W: 1 grama eşdeğer CaCO₃ miktarı



Şekil 17. Örneklerin toplam inorganik karbon analizi

2.5. Mineralojik Analiz

Mikroplastik için alınan örneklerin mineralojik analizi Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yapılmıştır. Örnekler öncelikle deniz tuzundan arındırılmış ve 2 kez sifonlama işlemi ile yıkanmıştır. Yıkanan örnekler 50 °C’de kurutularak, 63 mm elekten geçirilmiş ve elek üzerinde kalan çakıl ve kum içeriğinin ayrılması sağlanmıştır. Örneklenen kaba boyutlu malzemeler Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünde görsel olarak, baskın tane büyüklüğüne göre sınıflaması Folk (1974)’e göre yapılmış, sedimanların tane büyüklükleri ve bileşenlerin türünün belirlenmesi için SOIF marka Binoküler

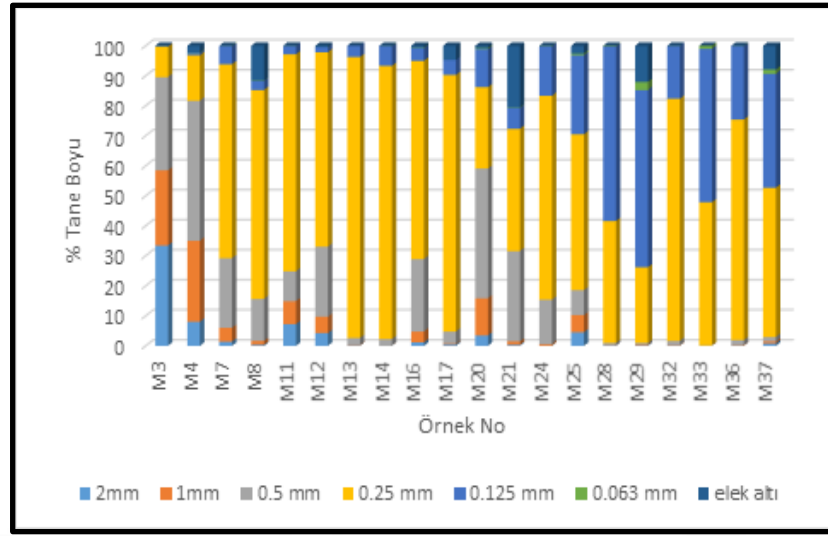
üstten ring led aydınlatmalı stereo mikroskop-40X kullanılmıştır. M4, M7, M8, M13, M17, M20, M24, M25, M32 ve M36 nolu sedimentlerin mineralojik içeriği bu şekilde tespit edilmiştir.



3. BULGULAR

3.1. Tane Boyu Dağılımı

Küçükçekmece Menekşe sahili kıyı şeridi boyunca toplam 20 adet örneğin Wentworth sınıflamasına göre tane boyu içeriği tespit edilmiştir (Şekil 18). Çalışma kapsamında M3, M4, M7, M8, M11, M12, M13, M14, M16, M17, M20, M21, M24, M25, M28, M29, M32 örneklerinin tane boyutu dağılımı yapılarak Şekil 18 ve Tablo 6'da verilmiştir. Menekşe sahili plaj örneklerinin tane boyu analizi için en düşük 117,8 g ve en yüksek 146,3 g örnek kullanılmıştır. Tane boyu analizi sonucunda 2 mm'nin üzerinde en fazla numune M3 istasyonunda (50,2 g) ölçülürken, M14 ve M33 istasyonlarında 2 mm üzerinde örnek tespit edilmemiştir (Tablo 6). Wentworth, (1922) tane boyu sınıflamasına göre çalışma alanında alınan örneklerin çoğunluğu 0,5 mm- 0,25 mm ve 0,125 mm'lik eleklerde yoğunlaşmaktadır. M3, M4 ve M20 nolu numunelerde ağırlıklı olarak kaba kumdan oluşmakta ve 0,5 mm elek üzerinde sırasıyla 46,65 g, 72,96g ve 67,27 g numune toplanmıştır. M7, M8, M11, M12, M13, M14, M16, M17, M21, M24, M25, M32 ve M36 istasyonundaki örnekler ağırlıklı olarak orta kumdan oluşurken, M28, M29, M33 ve M37 istasyondaki örnekler ise ağırlıklı olarak ince kumdan meydana gelmektedir. Aşağıdaki şekilde örneklerin tane boyu içeriğine göre yüzdesel dağılımları verilmiştir.



Şekil 18. Örneklerin tane çaplarına göre yüzdesel dağılımı

Tablo 6. Örneklerin tane boyu çaplarına göre gram olarak miktarları

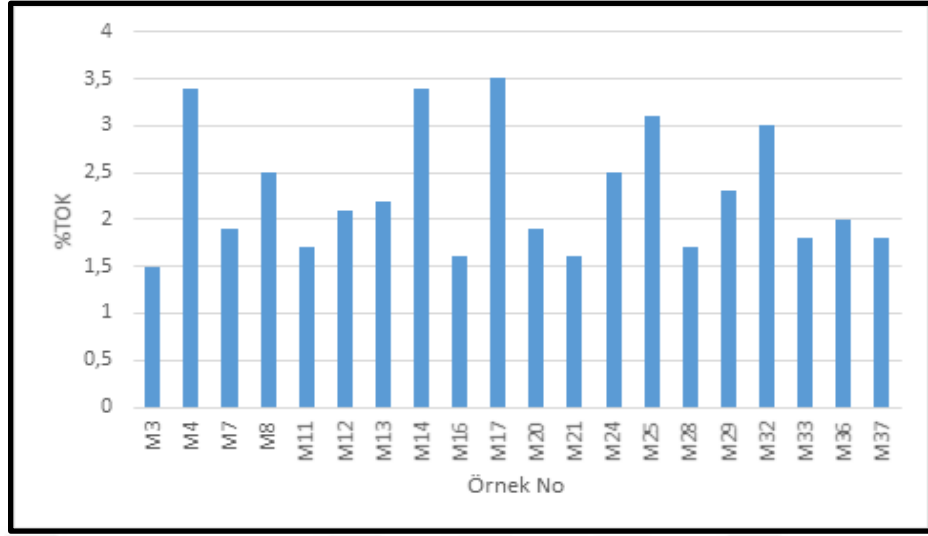
Elek Çapı (mm)	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	Pan	Toplam Ağırlık
İstasyon No	Ağırlık (g)							
M3	50,2	37,49	46,65	10,49	0,35	0,06	X	145,33
M4	12,45	41,31	72,96	17,02	1,09	0,27	0,28	145,76
M7	1,92	6,39	31,85	73,05	8,4	0,11	X	121,75
M8	0,63	2,67	32,52	101,57	7,28	0,22	0,07	145,17
M11	9,77	10,24	13,36	81,73	3,78	0,04	X	119,08
M12	7,84	9,85	42,34	80,77	2,96	0,08	0,03	143,98
M13	0,14	0,26	3,23	108,79	5,14	0,01	X	117,8g
M14	X	0,03	4,6	127,53	13,47	0,17	X	145,93
M16	2,12	6,4	43,64	83,13	7,65	0,27	0,01	143,29
M17	0,86	0,6	9,17	122,28	9,6	0,07	0,03	144,62
M20	5,4	19,13	67,27	30,28	19,68	0,48	0,04	142,31
M21	0,57	2,85	60,75	64,41	15,43	0,33	0,11	144,67
M24	0,1	0,72	19,6	76,04	22	0,12	X	118,64

M25	7,97	10,06	15,32	65,1	46,63	0,9	0,17	146,3
M28	0,04	0,14	1,03	43,24	72,86	0,28	X	118,1
M29	0,37	0,42	0,74	35,77	102,74	4,51	0,05	144,75
M32	0,07	0,19	1,96	92,23	23,84	0,05	X	118,52
M33	X	0,02	0,27	55,97	87,34	1,74	X	145,5
M36	0,06	0,2	2,32	82,96	32,8	0,06	X	118,58
M37	1,42	1,16	2,48	61,62	75,45	2,54	0,13	145,2

Tez kapsamında tane çapları dikkate alınarak 3 farklı grup tanımlanmıştır. 1. Grup 2-1-0,5 mm; 2. Grup 0,25-0,125-0,063 mm ve 3. Grup <0,063 mm numuneleri oluşturmaktadır. Tane boyu dağılımının istasyonlara göre grupsal yüzdeleri: M3 %89,1 (1.grup), %10,4 (2.grup); M4 %81,7 (1. Grup), %16,0 (2.grup), %2,2 (3.grup); M7 %29,2 (1.grup), %70,8 (2.grup); M8 %15,6 (1.grup), %72,7 (2.grup), %11,6 (3.grup); M11 %24,8 (1.grup), %75,2 (2.grup); M12 %33,0 (1.grup), %66,5 (2.grup), %0,5 (3.grup); M13 %2,7 (1.grup), %97,3 (2.grup); M14 %2,3 (1.grup), %97,7 (2.grup); M16 %28,9 (1.grup), %70,5 (2.grup), %0,6 (3.grup); M17 %4,8 (1.grup), %90,5 (2.grup), %4,8 (3.grup); M20 %59,1 (1.grup), %40,1 (2.grup), %0,8 (3.grup); M21 %31,6 (1.grup), %47,9 (2.grup), %20,5 (3.grup); M24 %15,4 (1.grup), %84,6 (2.grup); M25 %18,5 (1.grup), %78,9 (2.grup), %2,6 (3.grup); M28 %1,0 (1.grup), %99,0 (2.grup); M29 %1,0 (1.grup), %87,0 (2.grup), %12 (3.grup); M32 %1,6 (1.grup), %98,4 (2.grup); M33 %0,2 (1.grup), %99,8 (2.grup); M36 %1,9 (1.grup), %98,1 (2.grup); M37 %2,9 (1.grup), %89,1 (2.grup), %7,9 (3.grup) olarak bulunmuştur.

3.2. Toplam Organik Karbon (TOK) İçeriği

Toplam 20 adet örneğin TOK içeriği % cinsinden tespit edilerek aşağıdaki Şekil 19 da verilmiştir, Buna göre Menekşe plajı örneklerinde TOK içeriği %1,53 ila %3,55 arasında değişmekte olup ortalama %2,31 olarak bulunmuştur. TOK en düşük M3 (%1,53), en fazla M17 (%3,55) nolu istasyonda tespit edilmiştir (Tablo 7) M4, M8, M17, M24, M25, M32 istasyonlarında organik karbon %2,50 üzerindeyken, M3, M7, M11, M16, M20, M21, M28, M33, M37 nolu istasyonlardan alınan örneklerin organik karbon içeriği %2'den düşüktür.



Şekil 19. Menekşe plajı TOK (%) içeriği

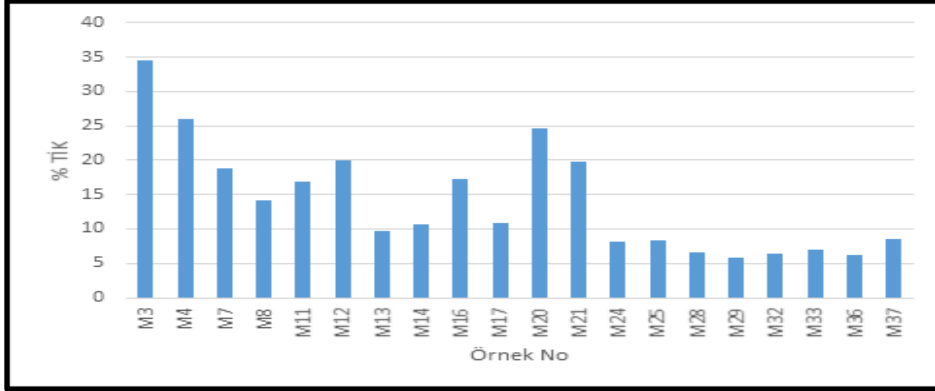
Tablo 7. Menekşe plajı çökellerinin TOK ve TİK içeriğinin yüzde dağılımı

Örnek No	TOK %	TİK%
M3	1,53	34,4
M4	3,38	25,9
M7	1,94	18,8
M8	2,54	14,1
M11	1,77	16,9
M12	2,09	19,9
M13	2,23	9,7
M14	3,45	10,6
M16	1,64	17,3
M17	3,55	10,8
M20	1,99	24,7
M21	1,64	19,7

M24	2,50	8,2
M25	3,06	8,3
M28	1,75	6,6
M29	2,27	5,7
M32	3,04	6,4
M33	1,86	6,9
M36	2,04	6,1
M37	1,84	8,4

3.3. Toplam İnorganik Karbon (TİK) İçeriği

Menekşe Plajı örneklerinin TİK içeriği %5,75 ile %34,45 arasında değişmektedir. En fazla TİK değeri M3 nolu örnekte, en az ise M29 'da ölçülmüştür (Şekil 20, Tablo 7). M13, M24, M25, M28, M29, M32, M33, M36, M37 nolu örneklerde TİK değerleri %10'dan daha düşük olup, Menekşe plajı örneklerinin ortalama TİK değeri %14 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 20. Menekşe plajı TİK (%) içeriği

3.4. Sedimentte Mikroplastik Dağılımı

3.4.1. Stereo mikroskop incelemesi

Toplam 20 adet örneğin mikroplastik dağılımı tane boyutuna göre şekil ve renk bakımından incelenmiştir. Buna göre mikroplastikler 0,5-1-2mm (1. Grup), 0,063-0,125-0,25 mm (2. grup) ve Pan (3.grup) olarak gruplara ayrılarak değerlendirilmiştir. Her bir örnekte 2 kez filtrasyon yapılarak mikroplastik kaybının minimum düzeyde tutulması sağlanmıştır. Tablo 8'de aynı

örneklerin 2 farklı filtrasyonu sarı (F1) ve açık yeşil (F2) renklerle gösterilmiştir. Örneklerde şekil bakımından 2 tür mikroplastik tespit edilmiştir. Bunlar ipliksi ve parçacıktır. Mikroplastik dağılımı Tablo 8’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 8. Menekşe plajı çökellerinin stereo mikroskop MP dağılımı

Örnek No	Tekrar	Partikül (mm)	İpliksi (Fibril)	Parçacık (Fragment)
M3	F1	0,5-1-2	1 Siyah	3 Siyah
			1 Gri	3 Sarı
M3	F1	0,063-0,125-0,25	2 Lacivert	1 Siyah
				1 Şeffaf
M3	F2	0,5-1-2	3 Siyah	5 Siyah
				2 Mavi
M3	F2	0,063-0,125-0,25	3 Siyah	15 Siyah
			1 Mavi	1 Kırmızı
			2 Yeşil	2 Kahve
			1 Renksiz	2 Mavi
				3 Yeşil
				1 Sarı
M4	F1	PAN	2 Mavi	311 Siyah
			8 Siyah	13 Renksiz
			17 Renksiz	4 Kırmızı
			1 Kırmızı	2 Mavi
				1 Yeşil
M4	F1	0,5-1-2	1 Mavi	14 Siyah
			6 Renksiz	2 Kahve
			1 Mor	1 Renksiz
M4	F1	0,063-0,125-0,25	4 Renksiz	3 Renksiz
			3 Siyah	1 Siyah

Tablo 8 devamı;

M4	F2	PAN	8 Renksiz	293 Renksiz
			2 Mavi	101 Kahve
			7 Kırmızı	375 Siyah
			1 Siyah	1 Kırmızı
				4 Mavi
M4	F2	0,5-1-2	3 Siyah	11 Siyah
			2 Renksiz	1 Mavi
			1 Yeşil	12 Kahve
				1 Renksiz
M4	F2	0,063-0,125-0,25	1 Siyah	3 Renksiz
			1 Renksiz	21 Siyah
				8 Kahve
M7	F1	0,063-0,125-0,25	2 Şeffaf	4 Siyah
			1 Siyah	
M7	F1	0,5-1-2	2 Siyah	2 Siyah
				4 Şeffaf
M7	F2	0,5-1-2	1 Siyah	1 Sarı
M7	F2	0,063-0,125-0,25	2 Şeffaf	1 Siyah
				4 Kırmızı
				1 Şeffaf
M8	F1	0,5-1-2	X	2 Siyah
				1 Sarı
				1 Kahve
M8	F1	0,063-0,125-0,25	1 Kırmızı	3 Turuncu
				1 Yeşil
				3 Sarı
				2 Siyah
				2 Kırmızı
				1 Kahve

Tablo 8 devamı;

				1 Şeffaf
M8	F1	PAN	1 Siyah	13 Siyah
				10 Şeffaf
				3 Kırmızı
				1 Turuncu
M8	F2	0,5-1-2	1 Siyah	74 Kahve
			2 Mavi	8 Siyah
				3 Renksiz
				2 Mavi
M8	F2	0,063-0,125-0,25	1 Renksiz	17 Siyah
				6 Kahve
				7 Renksiz
M8	F2	PAN	5 Siyah	76 Renksiz
			1 Renksiz	54 Siyah
			1 Kahve	35 Kahve
M11	F1	0,063-0,125-0,25	5 Kahve	5 Şeffaf
M11	F1	0,5-1-2	1 Kırmızı	8 Şeffaf
				8 Kırmızı
				1 Sarı
				2 Siyah
M11	F2	0,5-1-2	1 Siyah	2 Siyah
			1 Şeffaf	1 Kırmızı
				1 Gri
M11	F2	0,063-0,125-0,25	1 Siyah	1 Siyah
M12	F1	0,5-1-2	1 Şeffaf	6 Siyah
			2 Lacivert	9 Şeffaf
			2 Siyah	
M12	F1	0,063-0,125-0,25	2 Siyah	4 Siyah

Tablo 8 devamı;

			1 Şeffaf	1 Kahve
				2 Şeffaf
M12	F1	PAN	2 Siyah	29 Siyah
			1 Kırmızı	1 Sarı
				1 Kırmızı
				1 Şeffaf
M12	F2	0,5-1-2	1 Lacivert	3 Turuncu
				6 Şeffaf
				1 Siyah
M12	F2	0,063-0,125-025	1 Lacivert	1 Turuncu
			1 Şeffaf	1 Şeffaf
				2 Siyah
M12	F2	PAN	2 Mor	2 Gri
				23 Şeffaf
				9 Siyah
				3 Turuncu
				5 Sarı
				1 Kahve
M13	F1	0,5-1-2	1 Şeffaf	14 Siyah
			1 Siyah	1 Kahve
			1 Kahve	1 Gri
				6 Şeffaf
M13	F1	0,063-0,125-025	3 Şeffaf	18 Siyah
			2 Kahve	2 Kahve
			1 Siyah	14 Şeffaf
M13	F2	0,5-1-2	2 Siyah	4 Siyah
			1 Renksiz	1 Mavi
			1 Mavi	1 Renksiz
M13	F2	0,063-0,125-025	2 Mavi	1 Kırmızı
			2 Renksiz	1 Renksiz

Tablo 8 devamı;

			2 Yeşil	1 Siyah
			1 Siyah	
M14	F1	0,5-1-2	2 Renksiz	2 Renksiz
			1 Siyah	5 Siyah
M14	F1	0,063-0,125-025	1 Kırmızı	19 Siyah
			1 Siyah	1 Mor
				10 Kahve
M14	F2	0,5-1-2	1 Mavi	2 Mavi
				8 Siyah
				1 Kahve
				2 Renksiz
M14	F2	0,063-0,125-025	1 Renksiz	1 Karışık Renkli (Mavi,Pembe,Y eşil)
			3 Mavi	4 Renksiz
				2 Kırmızı
M16	F1	PAN	1 Şeffaf	2 Kırmızı
				23 Siyah
				4 Kahve
				5 Şeffaf
M16	F1	0,063-0,125-025	1 Lacivert	10 Şeffaf
			1 Kahve	6 Siyah
				2 Kırmızı
				2 Kahve
M16	F1	0,5-1-2		1 Siyah
				2 Şeffaf
				3 Kırmızı
M16	F2	0,5-1-2	4 Renksiz	7 Siyah
			2 Siyah	1 Sarı
				1 Renksiz

Tablo 8 devamı;

				2 Kırmızı
				1 Yeşil
M16	F2	0,063-0,125-025	1 Renksiz	3 Siyah
			2 Siyah	1 Kahve
M16	F2	PAN	1 Renksiz	41 Siyah
			3 Siyah	5 Kahve
				1 Kırmızı
				8 Renksiz
M17	F1	0,5-1-2	3 Mavi	9 Kahve
			1 Mor	1 Kırmızı
			2 Kahve	1 Yeşil
			2 Yeşil	1 Mavi
			3 Siyah	2 Sarı
				1 Siyah
M17	F1	0,063-0,125-025	5 Mavi	4 Turuncu
			2 Sarı	1 Kırmızı
			1 Kırmızı	1 Siyah
				10 Kahve
				1 Sarı
				2 Lacivert
M17	F1	PAN	1 Metal Renk	12 Kahve
			2 Mavi	15 Sarı
			2 Şeffaf	10 Siyah
			2 Kahve	21 Şeffaf
				2 Turuncu
				2 Sarı
M17	F2	0,5-1-2	1 Şeffaf	8 Siyah
			1 Mavi	5 Şeffaf
				1 Sarı
				1 Kahve

Tablo 8 devamı;

				2 Turuncu
M17	F2	0,063-0,125-025	1 Şeffaf	1 Kahve
			1 Pembe	1 Sarı
				3 Şeffaf
				1 Mor
				1 Metalik Siyah
				2 Siyah
M17	F2	PAN	1 Gri	3 Sarı
			3 Siyah	13 Şeffaf
			1 Şeffaf	4 Turuncu
				4 Kahve
				1 Gri
				7 Siyah
				1 Yeşil
M20	F1	0,5-1-2	4 Siyah	2 Mavi
			3 Renksiz	7 Siyah
				3 Renksiz
				4 Kahve
M20	F1	0,063-0,125-025	4 Siyah	7 Siyah
				2 Kahve
				1 Renksiz
M20	F1	PAN	4 Siyah	50 Siyah
				138 Renksiz
				37 Kahve
				12 Kırmızı
M20	F2	0,5-1-2	2 Siyah	2 Kırmızı
			2 Mavi	8 Siyah
				2 Mavi
				5 Renksiz
M20	F2	0,063-0,125-025	1 Renksiz	26 Renksiz

Tablo 8 devamı;

				3 Siyah
M20	F2	PAN	5 Siyah	39 Siyah
			1 Renksiz	3 Kırmızı
				11 Renksiz
M21	F1	0,5-1-2	1 Renksiz	10 Siyah
			1 Siyah	6 Renksiz
			1 Mavi	1 Kahve
M21	F1	0,063-0,125-025	2 Renksiz	6 Siyah
			2 Siyah	
M21	F1	PAN	6 Siyah	59 Siyah
			2 Beyaz	5 Mavi
			5 Renksiz	4 Kırmızı
				27 Kahve
				15 Renksiz
M21	F2	0,5-1-2	X	3 Şeffaf
				3 Siyah
				2 Kahve
M21	F2	0,063-0,125-025	1 Siyah	31 Turuncu
			2 Lacivert	1 Mor
				2 Kahve
				4 Siyah
M21	F2	PAN	2 Mor	10 Turuncu
			3 Siyah	9 Siyah
			2 Şeffaf	43 Şeffaf
			1 Lacivert	8 Sarı
				4 Gri
				1 Mor
				1 Metalik Siyah
M24	F1	0,5-1-2	2 Renksiz	5 Renksiz
			1 Kırmızı	4 Siyah

Tablo 8 devamı;

				2 Mavi
M24	F1	0,063-0,125-025	1 Lacivert	1 Kırmızı
			1 Siyah	3 Şeffaf
				1 Kahve
M24	F2	0,5-1-2		2 Siyah
				1 Kırmızı
				1 Metalik Siyah
				2 Şeffaf
M24	F2	0,063-0,125-025	2 Renksiz	7 Renksiz
			5 Siyah	5 Siyah
M25	F1	0,5-1-2	1 Siyah	5 Siyah
				1 Kırmızı
				3 Şeffaf
M25	F1	0,063-0,125-025	2 Siyah	3 Siyah
				1 Kırmızı
M25	F1	PAN	1 Kahve	32 Siyah
				4 Kırmızı
				2 Metalik Siyah
M25	F2	0,5-1-2	1 Kahve	1 Şeffaf
			2 Şeffaf	1 Gri
			1 Mavi	1 Turuncu
				1 Kahve
				1 Yeşil
				1 Sarı
M25	F2	0,063-0,125-025	1 Şeffaf	8 Turuncu
			2 Siyah	7 Siyah
				2 Sarı
				2 Gri
				1 Yeşil
				7 Kahve

Tablo 8 devamı;

				1 Şeffaf
				1 Lacivert
M25	F2	PAN	1 Şeffaf	7 Siyah
				6 Kırmızı
				2 Yeşil
				2 Şeffaf
				3 Kahve
				1 Turuncu
M28	F1	0,5-1-2	1 Şeffaf	30 Şeffaf
				3 Siyah
				7 Kırmızı
M28	F1	0,063-0,125-025	8 Siyah	1 Kırmızı
			1 Şeffaf	4 Şeffaf
				1 Kahve
M28	F2	0,5-1-2		6 Şeffaf
				2 Siyah
				1 Sarı
M28	F2	0,063-0,125-025	1 Kahve	7 Şeffaf
				2 Siyah
M29	F1	0,5-1-2	2 Lacivert	1 Siyah
			2 Şeffaf	1 Şeffaf
			1 Kahve	2 Sarı
			1 Siyah	1 Kahve
M29	F1	0,063-0,125-025	1 Kahve	5 Metalimsi Gri
			1 Şeffaf	5 Siyah
				4 Kırmızı
				6 Kahve
				1 Sarı
M29	F1	PAN	2 Siyah	7 Şeffaf
			1 Şeffaf	11 Siyah

Tablo 8 devamı;

			2 Kahve	2 Kahve
				1 Kırmızı
M29	F2	0,5-1-2	1 Siyah	17 Siyah
			1 Kırmızı	1 Kahve
			1 Yeşil	2 Şeffaf
			1 Şeffaf	3 Bordo
			1 Sarı	1 Sarı
M29	F2	0,063-0,125-025	3 Şeffaf	1 Sarı
			1 Mavi	1 Siyah
M29	F2	PAN	3 Şeffaf	45 Sarı
				1 Yeşil
				11 Kahve
				1 Mavi
M32	F1	0,063-0,125-025		1 Kırmızı
				1 Siyah
				1 Şeffaf
M32	F1	0,5-1-2	1 Yeşil	1 Şeffaf
			3 Siyah	1 Siyah
				1 Kahve
M32	F2	0,5-1-2	4 Siyah	4 Siyah
				3 Mavi
				1 Kahve
M32	F2	0,063-0,125-025	3 Siyah	9 Siyah
			1 Mavi	3 Renksiz
				3 Kahve
				2 Mavi
M33	F1	0,5-1-2		8 Siyah
				6 Şeffaf
				3 Kırmızı
M33	F1	0,063-0,125-025	1 Lacivert	25 Şeffaf

Tablo 8 devamı;

				1 Kırmızı
				3 Kahve
M33	F2	0,5-1-2	4 Renksiz	2 Renksiz
			2 Siyah	2 Siyah
				1 Mavi
M33	F2	0,063-0,125-025	5 Renksiz	2 Siyah
			2 Siyah	1 Mavi
			1 Mavi	
M36	F1	0,5-1-2		6 Şeffaf
				6 Siyah
M36	F1	0,063-0,125-025	1 Kırmızı	7 Şeffaf
			2 Siyah	3 Siyah
M36	F2	0,5-1-2	1 Renksiz	9 Siyah
			2 Siyah	1 Kahve
			1 Mavi	1 Mavi
				1 Kırmızı
M36	F2	0,063-0,125-025	1 Siyah	3 Renksiz
			1 Renksiz	6 Siyah
				2 Kahve
M37	F1	0,5-1-2	2 Şeffaf	1 Kahve
				2 Sarı
				4 Siyah
				2 Şeffaf
				1 Lacivert
M37	F1	0,063-0,125-025	1 Siyah	1 Mor
			1 Şeffaf	13 Siyah
				4 Kahve
				5 Şeffaf
M37	F1	PAN	1 Şeffaf	27 Siyah
			1 Mavi	78 Şeffaf

Tablo 8 devamı;

				6 Kahve
				2 Sarı
				2 Gri
				2 Metal Gri
				1 Mor
				2 Kırmızı
				1 Turuncu
M37	F2	0,5-1-2	1 Şeffaf	3 Koyu Yeşil
			1 Pembe	10 Şeffaf
				11 Siyah
				3 Kahve
				3 Turuncu
				1 Gri
M37	F2	0,063-0,125-025	2 Siyah	5 Siyah
			1 Mor	1 Sarı
				8 Şeffaf
				3 Gri
				4 Kahve
				3 Turuncu
				1 Açık Mavi
M37	F2	PAN	1 Kahve	1 Açık Mavi
			2 Şeffaf	95 Şeffaf
			2 Mavi	2 Kahve
				20 Siyah
				8 Turuncu
				1 Gri

İstasyonlara göre ayıklanan toplam MP sayımları aşağıdaki Tabloda verilmiştir.

Tablo 9. Menekşe plajı çökellerinde toplam MP sayıları

Örnek Numarası	MP sayısı (adet/5g)	Parçacık MP sayısı (adet/5g)	İpliksi MP Sayısı (adet/5g)	MP sayısı (adet/kg)
M3	53	39	14	10.600
M4	1252	1183	69	250.400
M7	25	17	8	5.000
M8	339	326	13	67.800
M11	38	29	9	7.600
M12	127	111	16	25.400
M13	85	65	20	17.000
M14	67	57	10	13.400
M16	147	131	16	29.400
M17	190	155	35	38.000
M20	388	362	26	77.600
M21	286	255	31	57.200
M24	46	34	12	9.200
M25	119	107	12	23.800
M28	75	64	11	15.000
M29	156	131	25	31.200
M32	43	31	12	8.600
M33	69	54	15	13.800
M36	54	45	9	10.800
M37	353	337	16	70.600
TOPLAM MP	3912	3533	379	782.400

Menekşe plajı örneklerinin 5 gramında MP sayıları adet (parantez içinde) cinsinden sırasıyla M3 (53), M4 (1252), M7 (25), M8 (339), M11 (38), M12 (127), M13 (85), M14 (67), M16 (147), M17 (190), M20 (388), M21 (286), M24 (46), M25 (119), M28 (75), M29 (156), M32 (43), M33 (69), M36 (54), M37 (353)'dir. Çalışma alanındaki örneklerin adet/kg cinsinden en fazla mikropplastik M4 nolu örnekte 250.400 olarak bulunurken, en düşük M7 nolu numunede 5000 adet/kg olarak tespit edilmiştir. Menekşe Plaj alanındaki örneklerde toplam 782.400 adet mikropplastik belirlenmiştir. Stereo mikroskop verilerine dayanarak mikropplastikler şekil bakımından sınıflandırıldığında parçacık boyutu MP sayısının ipliksi MP sayısına kıyasla daha fazla bulunduğu, parçacık MP sayısı 706.600 adet/kg iken ipliksi MP sayısının 75.800 adet/kg olduğu belirlenmiştir.

3.4.1.1. Tane boyutuna göre mikropplastik dağılımı

Örneklerde tane boyuna göre 3 grup halinde MP sayısı belirlenerek aşağıdaki Tablo 10'da ayrıntılı olarak verilmiştir. Tabloda gruplar tane boyu çapına göre; 1. Grup 2-1-0,5 mm; 2. Grup 0,25-0,125-0,063 mm ve 3. Grup <0,063 mm (elek altı) olarak verilmiştir. Bu tabloya göre 3. grubu oluşturan 0,063 mm nin altına geçen sediment çökelleri M3, M7, M11, M13, M14, M24, M28, M32, M33 ve M36 nolu örneklerde tespit edilememiştir. Bu örnekler kum ya da çakıl boyutu çökelleri içermektedir. Tane boyutuna göre mikropplastik sayısı 1. Grupta en çok M8 nolu örnekte 98 adet/5 gram olarak tespit edilirken bu grupta en az MP sayısı M7 örneğinde 10 adet/5gram olarak bulunmuştur. 2. Gruptaki MP sayısı 12 ile 53 adet/5gram arasında değişmektedir. 1. Grupta ve 2. Grupta MP sayıları toplamda eşit miktarlarda (685 adet/5gram) belirlenmiş olup grup başına 137.000 adet/kg'dır (Tablo 10). 3. Gruptaki MP sayıları 2542 adet/5gram ve 508.400 adet/kg olarak tespit edilmiştir. Menekşe plajı MP'lerin tane boyutu gruplarına göre yüzdesel dağılımları incelendiğinde büyükten küçüğe doğru sırasıyla; 3.Grup (%46,10) > 2, Grup =1, Grup (%26,95).

Tablo 10. Tane boyu gruplarına göre mikroplastiklerin dağılımı

Örnek Numarası	1. Grup	2. Grup	3. Grup	Toplam (adet/5gram)	Toplam (adet/kg)
	5 gram numunede MP adeti				
M3	18	35	0	53	10600
M4	56	45	1151	1252	250400
M7	10	15	0	25	5000
M8	94	45	200	339	67800
M11	26	12	0	38	7600
M12	31	16	80	127	25400
M13	35	50	0	85	17000
M14	24	43	0	67	13400
M16	24	29	94	147	29400
M17	45	38	107	190	38000
M20	44	44	300	388	77600
M21	28	51	207	286	57200
M24	20	26	0	46	9200
M25	20	38	61	119	23800
M28	50	25	0	75	15000
M29	40	29	87	156	31200
M32	19	24	0	43	8600
M33	28	41	0	69	13800
M36	28	26		54	10800
M37	45	53	255	353	70600
TOPLAM	685	685	2.542	3.912	782.400

3.4.1.2. Filtrasyon oranları

Menekşe Plajı örneklerinden edilen mikroplastik oranları filtrasyon 1 (F1) ve filtrasyon 2 (F2)'de farklılıklar göstermektedir (Tablo 11).

Tablo 11. Menekşe Plajı çökellerinin mikroplastik filtrasyon oranları

	F-1	F-2	F-1	F-2
Numune No	adet/5g		adet/kg	
M3	12	41	2400	8200
M4	395	857	79000	171400
M7	15	10	3000	2000
M8	46	293	9200	58600
M11	30	8	6000	1600
M12	65	62	13000	12400
M13	65	20	13000	4000
M14	42	25	8400	5000
M16	63	84	12600	16800
M17	122	68	24400	13600
M20	278	110	55600	22000
M21	153	133	30600	26600
M24	21	25	4200	5000
M25	55	64	11000	12800
M28	56	19	11200	3800
M29	60	96	12000	19200
M32	10	33	2000	6600
M33	47	22	9400	4400
M36	25	29	5000	5800
M37	160	193	32000	38600
TOPLAM	1720	2192	344000	438400

Toplam filtrasyonlardan (F1+F2) elde edilen MP miktarı 782.400 adet/kg'dır. Bunlardan F1 344.000 adet/kg ve F2 438.400 adet/kg'dan oluşmaktadır. En yüksek ve en düşük F1 MP miktarı sırasıyla 2000 (M32) ve 79.000 adet/kg olarak tespit edilirken, Filtrasyon 2 de MP dağılımı 1600 (M11) ile 171.000 (M4) adet/kg arasında değişmektedir.

3.4.2. Floresan mikroskop incelemesi

Bu çalışmada toplam 9 istasyondaki örneklerin floresan mikroskop incelemesi yapılmıştır. M7, M11, M12, M17, M25, M28, M29, M33 ve M37 nolu örneklerin MP içeriğinin boyutlarına bakılarak, kesitlerde 10 µm'den daha büyük MP'ler için sayım yapılarak, her bir örneğin MP boyutu aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir (Tablo 12-20). Örneklerde 5 g üzerinden çalışıldığından tablolarda 5 g'da bulunan mikroplastikler verilmiştir. 1000 g da bulunan MP adet/kg cinsinden sırasıyla M7 33.800, M11 27.400, M12 18.800, M17 56.200, M25 42.200, M28 25.600, M29 42.200, M33 35.000 ve M37 34.000 adet/kg'dır. En fazla M17 (56.200 adet/kg) en az M28 (25.600 adet/kg) nolu örnekte MP tespit edilmiştir.

Tablo 12. M7 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği

M7		0,5-1-2 mm (µm)	MP adet	0,063-0,125-0,25 mm (µm)	MP adet	TOPLAM MP adet
F1	İpliksi	100	1	300	1	16
		300	2	400	2	
		400	1	500	1	
		500	2	800	2	
		600	1			
		800	2			
		1500	1			
	Parçacık	10	4	10	3	37
		20	2	20	3	
		30	1	50	5	
		40	1	100	2	
		50	7	200	3	
		100	2	500	1	

		200	1	800	1	
		400	1			
F2	İpliksi	100	1	200	2	28
		200	1	300	3	
		300	2	400	2	
		400	2	500	1	
		600	1	600	3	
		800	2	800	1	
		900	1	1000	2	
		1000	2	4000	1	
		1200	1			
	Parçacık	10	40	10	4	88
		20	20	20	6	
		30	2	30	2	
		50	4	50	2	
		100	2	100	3	
		200	2	300	1	

Tablo 13. M11 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta μm cinsinden MP içeriği

M11		0,5-1-2 mm (μm)	MP adet	0,063-0,125-0,25 mm (μm)	MP adet	TOPLAM MP adet
F1	İpliksi	200	1	400	1	10
		300	1	1000	1	
		400	3	1200	1	
		600	2			
	Parçacık	10	3	10	11	54
		20	2	20	9	
		50	2	30	4	
		100	1	50	9	

		200	1	100	3	
		400	1	200	2	
		800	1	400	3	
				600	2	
F2	İpliksi	300	1	40	1	20
		600	2	100	1	
		800	1	200	2	
		100	2	300	2	
		1200	1	400	3	
				600	1	
				800	2	
				1200	1	
	Parçacık	10	7	10	4	53
		20	19	20	4	
		50	8	100	1	
		100	4	150	1	
		200	3	200	1	
				500	1	

Tablo 14. M12 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği

M12		0,5-1-2 mm (µm)	MP adet	0,063- 0,125- 0,25 mm (µm)	MP adet	PAN (µm)	MP adet	TOPLAM MP adet
F1	İpliksi	50	1	400	2	100	1	21
		100	2	500	1	400	1	
		200	1	1400	1	500	2	
		300	1			600	2	
		900	1			800	3	

		1200	1			1000	1	
	Parçacık	10	26	10	3	10	2	70
		20	13	20	2	20	1	
		50	4	50	1	30	1	
		100	1	100	1	40	1	
		200	1	200	2	50	3	
		400	1	400	1	100	1	
		600	1			200	3	
						400	1	
F2	İpliksi	100	2	40	1	100	3	42
		200	5	100	3	150	1	
		400	1	200	2	200	1	
		500	1	300	2	400	2	
		600	1	400	2	600	2	
		800	1	600	2	800	2	
				800	2	900	1	
				1000	1	1600	1	
				1200	1	2000	1	
						2400	1	
	Parçacık	20	1	50	6	20	4	52
		50	10	100	2	50	11	
		100	5	150	1	100	8	
				250	1	150	1	
						600	1	
						800	1	

Tablo 15. M17 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta µm cinsinden MP içeriği.

M17		0,5-1-2 mm (µm)	MP adet	0,063-0,125- 0,25 mm (µm)	MP adet	PAN	MP adet	TOPLAM MP adet
F1	İpliksi	200	3	100	1	40	1	74
		300	2	200	3	50	2	
		400	3	400	5	100	4	
		500	1	600	4	150	1	
		600	2	700	1	200	5	
		800	3	800	3	250	1	
		1200	1	1000	2	300	7	
				2000	1	400	7	
						600	1	
						800	5	
						900	1	
						1000	1	
						1200	1	
						1500	1	
						1600	1	
	Parçacık	50	4	50	8	20	17	98
		100	5	100	7	50	26	
		200	1	200	2	100	21	
		300	3	300	1	150	1	
				400	1	300	1	
F2	İpliksi	20	1	200	1	20	3	37
		50	2			40	1	
		70	1			50	7	
		100	2			100	8	
						200	5	
						300	1	
						400	1	
						600	2	
						700	1	
						1200	1	
	Parçacık	20	1	20	1	10	1	72
		50	3	50	3	20	15	
		70	1	70	1	40	4	
		100	1	100	1	50	16	
						70	1	
						80	1	
						100	14	

					200	3	
					250	1	
					300	1	
					400	1	
					500	1	
					600	1	

Tablo 16. M25 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta μm cinsinden MP içeriği

M25		0,5-1-2 mm (μm)	MP adet	0,063- 0,125- 0,25 mm (μm)	MP adet	PAN (μm)	MP adet	TOPLAM adet
F1	İpliksi	200	2	100	1	200	1	23
		400	3	400	1	300	1	
		500	3	600	1	400	3	
		600	1	1500	1	600	2	
		800	1	2000	1	800	1	
	Parçacık	10	3	10	8	10	4	69
		20	8	20	6	20	10	
		30	1	50	3	30	2	
		50	4	100	3	50	2	
		100	1	400	1	100	6	
		200	2			200	4	
						400	1	
F2	İpliksi	20	1	200	2	50	1	38
		100	1	300	2	100	3	
		200	1	400	3	200	3	
		500	1	600	1	250	1	
		600	1	1000	1	300	2	
		800	1	1200	1	400	2	
		1200	1	2000	1	500	2	
				2200	1	600	2	
						800	2	
						1200	1	
	Parçacık	20	2	20	5	20	6	81
		50	7	40	1	30	1	
		100	4	50	8	50	18	
		150	1	100	6	100	12	
				200	1	150	2	
						200	6	
						400	1	

Tablo 17. M28 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta μm cinsinden MP içeriği

M28		0,5-1-2 mm (μm)	MP adet	0,063-0,125- 0,25 mm (μm)	MP adet	TOPLAM adet
F1	İpliksi	100	2	100	2	34
		200	3	200	2	
		300	1	400	2	
		400	1	500	1	
		600	2	600	2	
		1500	1	700	1	
		2000	1	800	1	
		2500	1	1000	5	
				1200	2	
				1400	1	
				1500	1	
				3000	1	
				3500	1	
	Parçacık	10	8	10	5	52
		20	11	50	6	
		30	1	100	7	
		50	3	200	2	
		100	3			
		200	1			
		500	1			
		600	2			
		1000	1			
		1500	1			
F2	İpliksi	200	2	300	1	21
		300	2	400	2	

		400	7	600	1	
		600	2	1000	1	
		800	3			
	Parçacık	20	1	10	4	21
		50	2	20	3	
		100	1	50	5	
		200	2	100	3	

Tablo 18. M29 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta μm cinsinden MP içeriği

M29		0,5-1-2 mm (μm)	MP adet	0,063- 0,125- 0,25 mm (μm)	MP adet	PAN (μm)	MP adet	TOPLAM adet
F1	İpliksi	50	1	100	2	50	1	34
		100	2	200	1	100	4	
		200	1	250	1	400	2	
		300	1	600	1	600	1	
		400	2	1000	1	800	1	
		600	2	1400	1	1200	1	
		700	1	3000	1	2000	1	
		800	1			3200	1	
		1200	1					
		1300	1					
		1400	1					
	Parçacık	20	3	20	3	20	6	71
		50	7	30	1	50	16	
		100	5	50	6	100	10	

		200	3	70	1	150	2	
				100	3	200	1	
				200	2	600	1	
				400	1			
F2	İpliksi	100	2	200	1	20	3	34
		200	1	500	1	50	4	
		400	1	600	1	100	6	
		800	1	800	1	200	2	
		1000	1	1700	1	250	1	
		1200	2			300	1	
		2000	1			1400	1	
						1600	1	
						2500	1	
	Parçacık	20	4	10	1	20	10	73
		50	8	20	7	40	2	
		100	4	50	6	50	9	
		200	2	70	1	100	5	
		250	1	100	2	200	2	
		300	1	200	1	250	1	
		500	1	250	1	400	2	
		2000	1	1000	1			

Tablo 19. M33 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta μm cinsinden MP içeriği

M33		0,5-1-2 mm (μm)	MP adet	0,063-0,125- 0,25 mm (μm)	MP adet	TOPLAM adet
F1	İpliksi	200	1	200	2	19
		300	1	300	1	
		600	1	400	2	
		700	1	700	1	
		800	1	800	3	
		1000	1	1000	2	
				1200	1	
				1400	1	
	Parçacık	10	17	10	10	76
		20	12	20	9	
		40	5	30	4	
		50	2	50	5	
		100	2	100	5	
		300	1	200	2	
		500	1	500	1	
F2	İpliksi	100	1	200	1	26
		300	1	300	1	
		400	3	400	2	
		500	1	800	1	
		600	1	1000	1	
		800	3	1400	1	

		1000	3			
		1200	1			
		1500	1			
		1800	1			
		2000	1			
		2500	1			
		3000	1			
	Parçacık	10	5	10	6	54
		20	9	20	4	
		30	5	30	3	
		50	5	50	3	
		100	3	100	3	
		200	1	200	1	
		300	2		1	
		400	1			
		1400	1			
		2000	1			

Tablo 20. M37 örneğinin tane boyutuna göre floresan mikroskopta μm cinsinden MP içeriği

M37		0,5-1-2 mm (μm)	MP adet	0,063-0,125-0,25 mm (μm)	MP adet	PAN (μm)	MP adet	TOPLAM MP adet
F1	İpliksi	100	1	10	1	100	3	37
		150	1	20	2	200	3	
		200	2	300	1	300	2	

			300	3	500	1	400	1	
			400	2	1000	1	500	1	
			600	3	1300	1	600	1	
			750	1	1500	1	700	2	
			900	1	7000		800	1	
			4000	1					
		Parçacık	20	7	10	3	10	1	77
			50	3	20	5	20	8	
			150	2	30	1	30	2	
			200	1	50	9	40	1	
			550	1	70	1	50	10	
			600	1	100	5	70	3	
					200	1	100	7	
					300	1	200	1	
					400	1			
					700	1			
					1200	1			
F2	İpliksi		20	1	200	1	500	1	14
			30	1	500	2			
			100	2	600	1			
			250	1					
			400	1					
			500	1					
			700	1					
			1200	1					
	Parçacık		10	5	250	1	10	1	42
			15	1	300	1	20	4	
			20	4			30	2	
			50	5			50	5	
			100	1			70	1	

		150	2			100	2	
		250	3			150	1	
		300	1			600	1	
		500	1					

Menekşe Plajı örneklerinden 9 tanesi tane boyutu dikkate alınarak floresans mikroskobunda gruplara göre MP tanımlamaları yapılmış ve Tablo 21’de özeti verilmiştir.

Örneklerde tane boyutuna göre MP içeriği (parantez içi) adet/kg cinsinden sırasıyla

1. Grup (0,5-1-2 mm) için M7 (22.400), M11 (13.200), M12 (16200), M17 (8.000), M25 (10.000), M28 (13.200), M29 (12.600), M33 (19.600) ve M37 (12.400) adet/kg’dır.

2.Grup (0,063-0,125-0,25 mm) için adet/kg cinsinden M7 (11.400), M11 (14.200), M12 (8.000), M17 (9.200), M25 (11.800), M28 (12.400), M29 (10.000), M33 (15.400) ve M37 (8.600) adet/kg’dır.

3. Grup (PAN) için adet/kg cinsinden M12 (12.800), M17 (39.000), M25 (20400), M29 (19.800), M37 (13.000) adet/kg’dır.

Örneklerde filtrasyon 1’de biriken MP miktarları sırasıyla M7, M11, M12, M17, M25, M28, M29, M33 ve M37 için 10.600, 12.800, 18.200, 34.400, 18.400, 17.200, 21.000, 19.000 ve 22.800 adet/kg’dır. Filtrasyon 2’de biriken MP miktarları sırasıyla M7, M11, M12, M17, M25, M28, M29, M33 ve M37 için 23.200, 14.600, 18.800, 21.800, 23.800, 8.400, 21.400, 16.000 ve 11.200 adet/kg’dır. Filtrasyon 1 de en fazla M17 en az M7 nolu örnekte MP gözlenmiştir. Filtrasyon 2’de en fazla M25 en az M28 nolu örnekte MP bulunmuştur.

Tablo 21. Floresans mikroskopunda MP lerin gruplara göre dağılımları

Numune	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Toplam MP	Toplam MP
	adet/5gr				adet/kg
M7	112	57	0	169	33800
M11	66	71	0	137	27400
M12	81	40	64	185	37000
M17	40	46	195	281	56200
M25	50	59	102	211	42200
M28	66	62	0	128	25600
M29	63	50	99	212	42400
M33	98	77	0	175	35000
M37	62	43	65	170	34000

3.5.Örneklerin Mineralojisi

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde M4, M7, M8, M13, M17, M20, M24, M25, M32 ve M36 nolu örneklerin ince kesitleri yapılarak petroğrafik mikroskopla çalışma alanındaki çökellerin mineralojik tanımlamaları yapılmış ve aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

M4 – Orta taneli kum boyutunda, orta derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler gözlenmektedir. Camsı, parlak beyaz-pembe renkli, dış yüzeyi oyuklu, konkoidal kırıklı mineraller kuvars olarak değerlendirilmiştir. Beyaz-krem-kirli beyaz renkli, mat, özşekilsiz kireçtaşı parçaları ikinci önemli bileşen olarak gözlenmektedir. Mat –beyaz renkli az sayıda fosil-pelesipod- mactra, kavkı parçaları, genelde en iri parçalar şeklinde gözlenmektedir. Buna ek olarak siyah renkli, köşeli, magmatik kayaç parçaları tespit edilmiştir. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M7 – İnce taneli kum boyutunda, orta-iyi derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler, yanında az da olsa yarı yuvarlak-yuvarlak taneler de gözlenmektedir. M4 nolu örneğin bileşenlerine benzer bileşende olan taneler, daha küçük boyutta olup daha köşeli,

ince ve uzun tanelidir. Kuvars oranı M4 örneğine göre daha fazladır. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M8 – İnce taneli kum boyutunda, orta derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler içermektedir. M4 ve M7 nolu örneklerin bileşenlerine benzer bileşende olan taneler bulunmaktadır, ancak fosil kavkı içeriği daha azdır. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M13 – Çok İnce-İnce taneli kum boyutunda, orta derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler içermektedir. M4, M7 ve M8 nolu örneklerin bileşenlerine benzer bileşende olan taneler bulunmaktadır. Kuvars baskın tane türüdür. Pelesipod kavkı parçaları yanında Gastropod fosili bulunmuştur, tam kavkı olması nedeniyle güncel olarak değerlendirilebilir. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M17 – Çok İnce-İnce taneli kum boyutunda, iyi derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler içermektedir. M4, M7, M8 ve M13 nolu örneklerin bileşenlerine benzer bileşende olan taneler bulunmaktadır. İnce uzun, fosil kavkı parçaları daha belirgin izlenebilmektedir. Kuvars baskın tane türüdür. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M20 – Çok İnce-İnce taneli kum boyutunda, orta derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler içermektedir. M4, M7, M8, M13 ve M17 nolu örneklerin bileşenlerine benzer bileşende olan taneler bulunmaktadır. Camsı kuvarslar ve kalkerler baskındır. Fosil kavkı parçaları diğer tanelere göre büyük görünmektedir. M13 nolu örnekteki gibi, Pelesipod kavkı parçaları yanında Gastropod fosili bulunmuştur, tam kavkı olması nedeniyle güncel olarak değerlendirilebilir. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M24 – Çok İnce-İnce taneli kum boyutunda, orta derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler içermektedir. Diğer örneklere benzer bileşimde taneler içermektedir. Fosil kavkı parçası oldukça azdır. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M25 – İnce-Orta taneli kum boyutunda, orta-kötü derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler içermektedir. Diğer örneklere benzer bileşende taneler içermektedir. Bazı kireçtaşı parçaları daha iri boyuttadır. Fosil kavkı parçaları oldukça az

miktardadır. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M32 – Çok İnce-İnce taneli kum boyutunda, iyi derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler içermektedir. Diğer örneklerle benzer bileşende taneler içermektedir. Kuvars baskın örneklerde, fosil kavrı parçaları oldukça az miktardadır. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

M36 – M32 nolu örnek gibi, Çok İnce-İnce taneli kum boyutunda, iyi derecede boylanmalı, ağırlıklı olarak köşeli ve yarı köşeli taneler içermektedir. Diğer örneklerle benzer bileşende taneler içermektedir. Kuvars baskın örneklerde, fosil kavrı parçaları oldukça az miktardadır. Mıknatıs aracılığıyla az miktarda da olsa siyah-kahve renkli manyetiklik özelliği gösteren mineraller tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

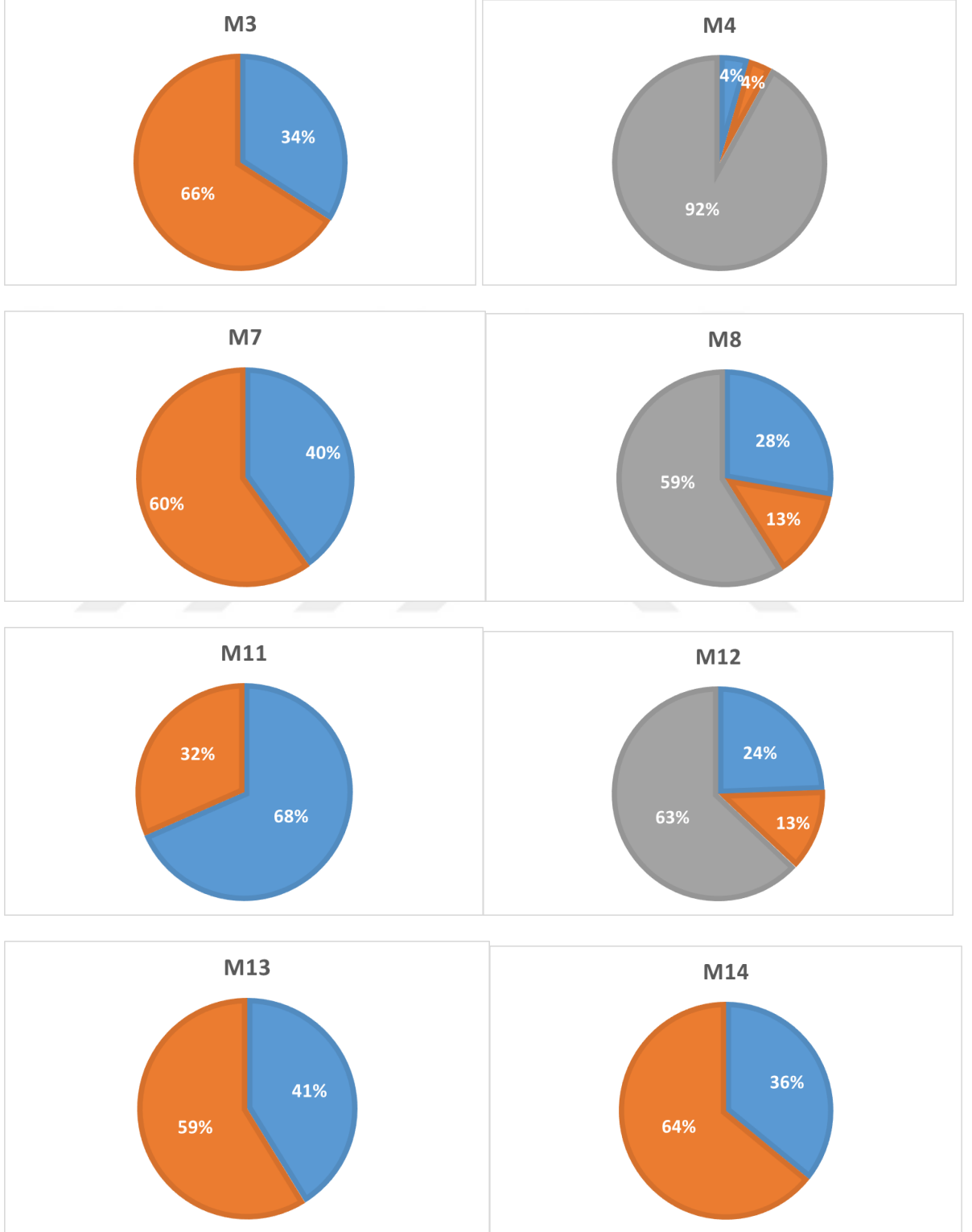
4.1. Mikroplastik Dağılımının Tane Boyu ile İlişkisi

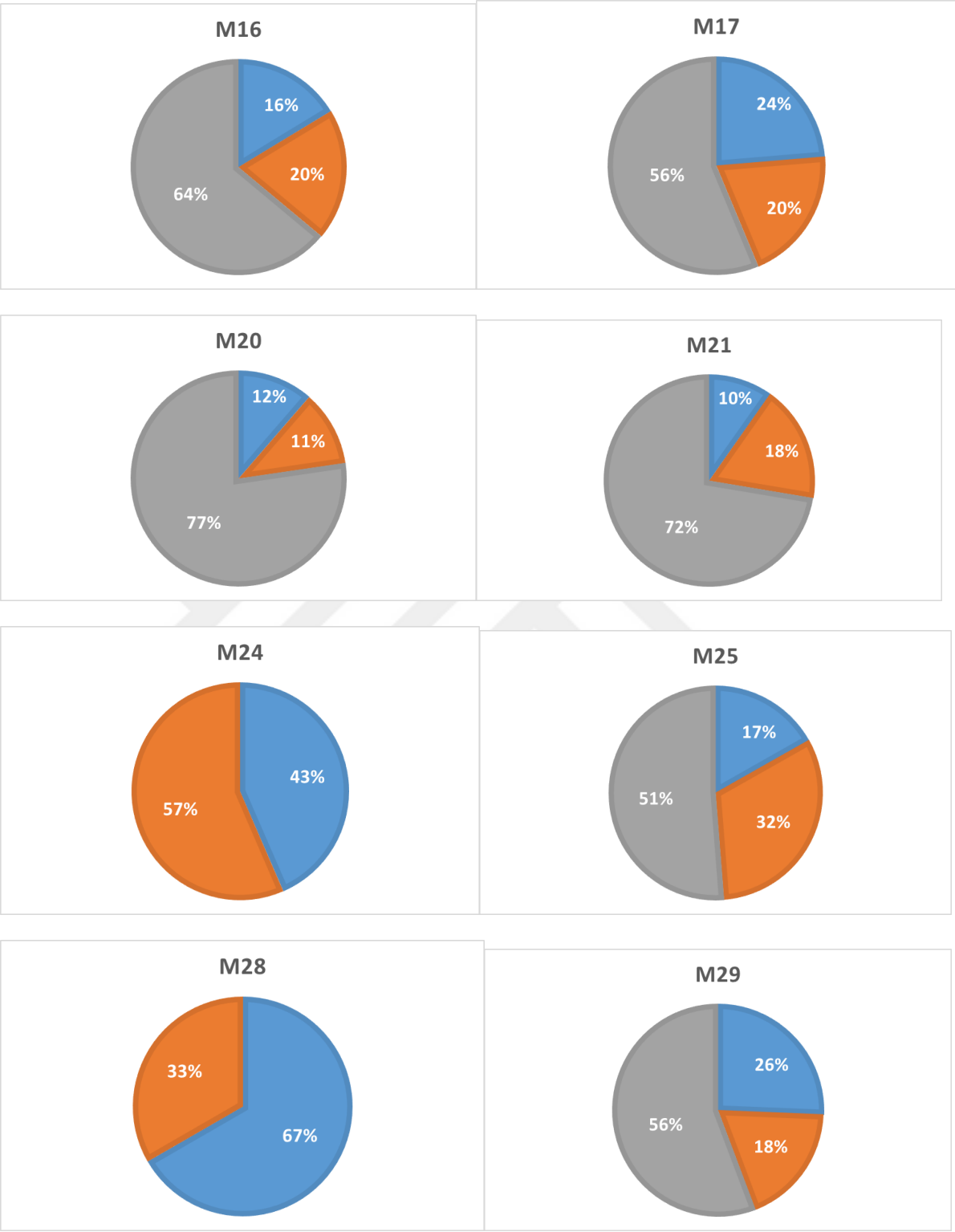
Menekşe Plajı örneklerinin tane boyutuna göre MP dağılımı yüzdesel olarak Şekil 21’de şematize edilmiştir. Tez kapsamında çalışılan örneklerin tamamında 1 ve 2. grup tane çapını içeren MP’ler bulunurken 3. grubu temsil eden $< 0,063$ mm tane çaplı mikroplastiklere M3, M7, M11, M13, M14, M24, M28, M32, M33, M36 nolu örneklerde tespit edilememiştir. Menekşe plajı örneklerinde 1.grup MP sayıları fazladan aza doğru sırasıyla; M11>M28>M36>M32>M24>M33=M13>M7>M14>M3>M8>M29>M17=M12>M25>M16>M37>M20>M21>M4 olarak sıralanmıştır. Çalışma kapsamında 2.grup tane boyutunu barındıran mikroplastiklerin sayıları çoktan aza doğru istasyon bazında sırasıyla M3>M14>M7>M33=M13>M24>M32>M36>M28>M11=M25>M17=M16>M21=M29>M37>M8=M12>M20>M4’den oluşmaktadır. En düşük tane boyutunu oluşturan 3.grupta ise MP yoğunluğu M4>M20=M21=M37>M16>M12>M8>M29=M17>M25 şeklindedir.

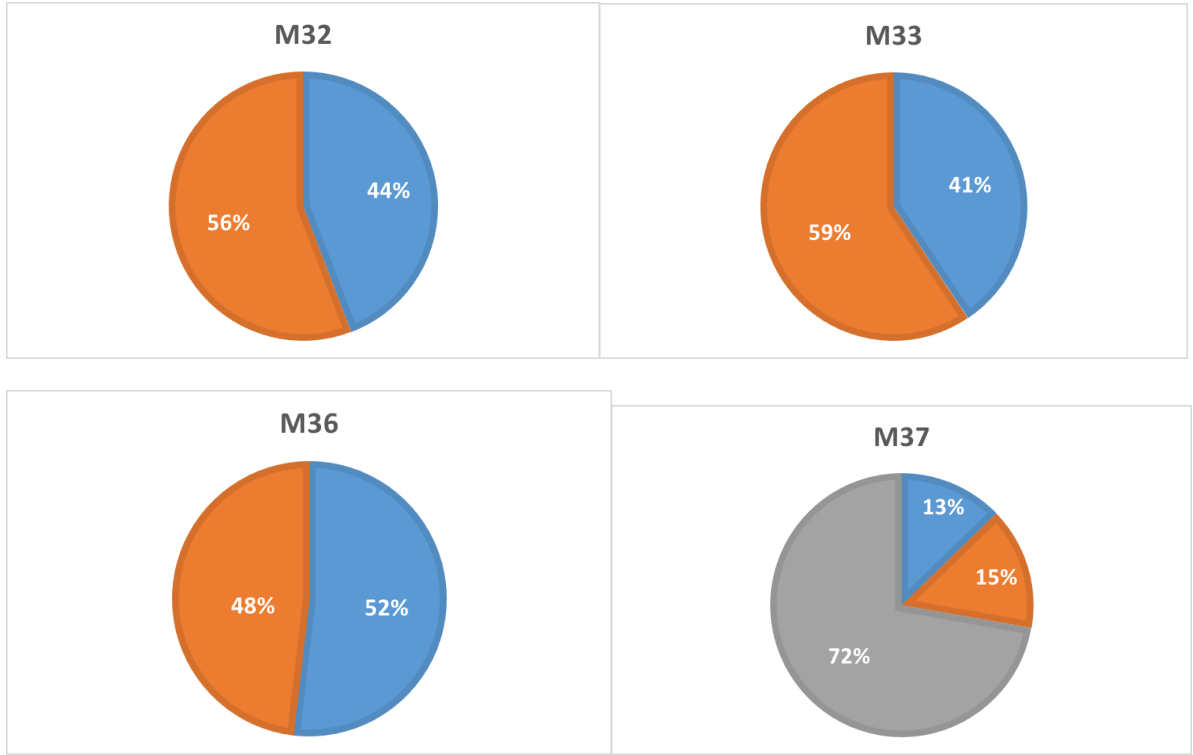
Plaj örneklerinden elde edilen tane boyu dağılımının MP bulunma sıklığı ve yoğunluğu arasında güçlü bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir. Her 3 grubun bulunduğu örneklerle bakıldığında (M4, M8, M12, M16, M17, M20, M21, M25, M29 ve M37) mikroplastik en fazla 3. grupta yoğunlaşmıştır. 3.grupta bulunan MP yüzdesel dağılımda en fazla M4 nolu örnekte (%92) olarak tespit edilmiştir. Stereo mikroskop incelemelerde M4 nolu örnek 3. 2. ve 1.grupta sırasıyla 230.200, 9.000, 11.200 adet/kg MP belirlenmiştir. MP bulunma olasılığı tane boyutu küçüldükçe M3, M7, M13, M14, M16, M21, M24, M25, M32, M33 ve M37 nolu örneklerde artarken, stereo mikroskop çalışmalarında M8, M11, M12, M17, M20, M28, M29 ve M36 nolu örnekler için 1.grupta mikroplastik sayıları daha küçük boyuta sahip 2.grup mikroplastiklere oranla daha fazla olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Floresan mikroskop sonuçlarına göre tane boyu küçüldükçe MP sayısı artan örnekler M17, M11, M25’dir. MP varlığı ile tane boyu arasında herhangi bir ilişki bulunmayan örnekler M7, M11, M12, M28, M29, M33 ve M37’dir. Stereo ve floresan mikroskop sonuçları kıyaslandığında her iki mikroskopta M25 nolu örnekte tane boyu küçüldükçe MP sayısı

artmaktadır. M12, M28 ve M29 örneklerinde tane boyu ile MP arasında herhangi bir ilişki kurulamamıştır.







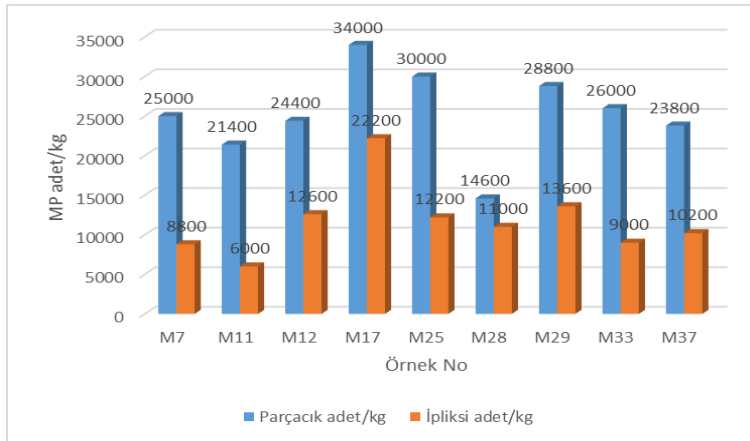
Şekil 21. Stereo mikroskop verilerine göre MP varlığının örneklerin tane boyutu dağılımları (mavi; 0,5-1-2 mm, turuncu; 0,063-0,125 -0,25 mm, gri; elek altı (PAN))

4.2. Mikroplastik Dağılımının Şekil Bakımından İlişkisi

M7, M11, M12, M17, M25, M28, M29, M33 ve M37 nolu örneklerin floresan ve stereo mikroskopta şekil bakımından MP miktarları Tablo 22’de verilmiştir. Parçacık ve ipliksi MP şekilleri floresan ve stereo mikroskopları için sırasıyla 228000 parçacık/kg, 105600 ipliksi/kg ve 201000 parçacık/kg, 29400 ipliksi/kg MP bulunmuştur. Şekil 22’ye göre en fazla MP M17 nolu örnekte gözlenirken (56.200 adet/kg), en az M28 nolu örnekte (25.600 adet/kg) gözlenmektedir. Benzer şekilde parçacık miktarı en fazla ve en az sırasıyla M17 ve M28 nolu örneklerde gözlenmektedir. Fibril miktarı en fazla M17 nolu örnekte (22.200 adet/kg) bulunurken, en az M11 nolu örnekte bulunmaktadır.

Tablo 22. Floresan ve stereo mikroskopta şekil bakımından MP dağılımı

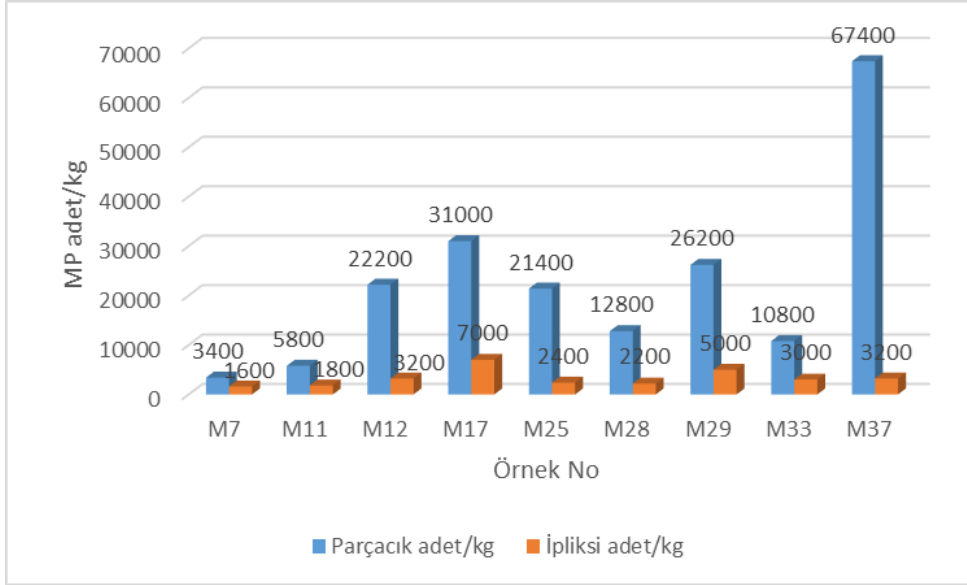
Örnek No	Floresan Mikroskop		Stereo Mikroskop	
	Parçacık adet/kg	İpliksi adet/kg	Parçacık adet/kg	İpliksi adet/kg
M7	25000	8800	3400	1600
M11	21400	6000	5800	1800
M12	24400	12600	22200	3200
M17	34000	22200	31000	7000
M25	30000	12200	21400	2400
M28	14600	11000	12800	2200
M29	28800	13600	26200	5000
M33	26000	9000	10800	3000
M37	23800	10200	67400	3200
Toplam	228000	105600	201000	29400
	333.600		230.400	



Şekil 22. Floresan mikroskop incelemede örneklerin şekil bakımından dağılımı

Floresan mikroskop sonuçlarına göre en fazla MP M37 nolu örnekte (70.600 adet/kg) bulunurken en az M7 nolu örnekte (5.000 adet/kg) bulunmaktadır (Şekil 23). M37 nolu örnekte

parçacık miktarı 67400 adet/kg tespit edilmiş ve bu miktar ipliksi boyutunun 21 katı daha fazlasıdır.



Şekil 23. Stereo mikroskop incelemede örneklerin şekil bakımından dağılımı

Toplam mikroplastik miktarları floresan ve stereo mikroskoplarda sırasıyla 333.600 ve 230.400 adet/kg'dır. Her iki sonucu kıyasladığımda floresan mikroskopta MP sayısının daha fazla olduğunu tespit ettim. Bunun başlıca nedeni şeffaf olarak belirlenen mikroplastikler floresan mikroskopta belirgin hale gelmesidir. Buna en iyi örnek M37 nolu numunedir. Bu örnekte stereo mikroskop çalışmalarında çok fazla şeffaf renkte MP tespit edildi. Gözle tespit edilen şeffaf MP sayısı 198 adet/5 gram'dır. Muhtemeldir ki mikroplastığın şeffaf olması MP'ği stereo mikroskop altında tanımlamayı zorlaştırmıştır. Bu sebeple tanımlanamayan daha fazla şeffaf MP varlığı olasıdır. Nitekim floresan mikroskop sonuçları bunu kanıtlar niteliktedir. M37 nolu örnekteki yüksek MP varlığı şeffaf olan mikroplastiklerin Nil kırmızı ile boyanması ve floresan özellik yansıtmadır.

4.3. Mikroplastik İçeriğinin Boyut Bakımından İlişkisi

İstasyonlardan alınan örneklerin floresan mikroskopta MP içeriğinin boyutları μm cinsinden belirlenmiştir (Tablo 23).

Tablo 23. İpliksi ve parçacık mikroplastiklerin en çok bulunduğu boyut aralıkları

	1.Grup		2.Grup		3.Grup	
Örnek No	İpliksi μm	Parçacık μm	İpliksi μm	Parçacık μm	İpliksi μm	Parçacık μm
M7	100 - 1500	10 - 400	200 - 4000	10 - 800		
M11	200 - 1200	10 - 800	40 - 1200	10 - 600		
M12	50 - 1200	10 - 600	40 - 1400	10 - 400	100 - 2400	10 - 800
M17	20 - 1200	20 - 300	100 - 2000	20 - 400	20 - 1600	10 - 600
M25	20 - 1200	10 - 200	100 - 2200	10 - 400	50 - 1200	10 - 400
M28	100 - 2500	10 - 1500	100 - 3500	10 - 200		
M29	50 - 2000	20 - 2000	100 - 3000	10 - 1000	20 - 3200	20 - 600
M33	100 - 3000	10 - 2000	200 - 1400	10 - 2000		
M37	20 - 4000	10 - 600	10 - 7000	10 - 600	100 - 800	10 - 600

Buna göre M7, M11, M12, M17, M25, M28 ve M37 nolu örneklerde parçacık formunda örnek boyut aralığı ipliksiye göre düşüktür. M29 ve M33 nolu örneklerde parçacık boyutları ipliksi boyutlarına eşit ve/veya yakındır. Tüm örnekler ele alındığında 1. Grup numuneler arasında M37 nolu örnek ipliksi boyut aralığı 20 - 4000 μm aralığında çok yüksek sayıda mikroplastikler tanımlanırken, M29 nolu numunede parçacık boyutu 20 - 2000 μm arasında olan mikroplastikler bol sayıda bulunmuştur. 2. Grup örneklerde de 1. Gruptaki verileriyle benzer sonuçlar bulunmuştur. M37 nolu örnekte 10 - 7000 μm aralıkta ipliksi mikroplastikler hakimken, M29 nolu örnekte 10-1000 μm boyut aralığında parçacık mikroplastikler yüksek miktarda gözlenmiştir. 3. Grup örnekler arasında ise M29 nolu numunede ipliksi mikroplastikler 20 - 3200 μm boyut aralığında baskınken, parçacık mikroplastikler M12 nolu

örnekte 10-800 µm boyut aralığında sayıca fazla bulunmuştur. Tablo 23’de tane boyu ile parçacık boyutu arasında herhangi bir ilişki kurulamamıştır. Örneklerde tane boyu küçülürken parçacık boyutunda artış ve azalmalar belli bir düzen içerisinde gözlenmemiştir.

4.4. Mikroplastiklerin Olası Kaynakları

Menekşe Plajı insanların yaz ve kış mevsimlerinde plaj, park ve kıyı şeridini aktif olarak kullandığı bir alandır. Plaj gerisinde bulunan geniş park ve piknik alanları Bakırköy, Avcılar ve Küçükçekmece halkı tarafından yoğun talep görmektedir. Kullanıcıların günlük ihtiyaçlarını karşılarken tek kullanımlık plastik bardak, tabak, ve benzeri plastikleri tercih etmektedir. Menekşe plajı ve kıyı alanının kullanım sonrası yeterince temiz tutulamaması ve plastik katı atıkların bertaraf edilmesinin iyi yönetilmemesi nedeniyle Menekşe Plajı ve çevresi mikroplastik kirliliğine maruz kalmaktadır. Ayrıca arazi sırasında örnek toplarken tüm sahil şeridine yayılmış balon kalıntıları gözlemlenmiştir. Çalışma alanında mikroplastığın bu kadar yüksek çıkmasının nedenleri; plaj ve kıyı alanının kullanımı sırasında kullanıcılar tarafından gelişmiş güzel bırakılan plastik atıklar, oyun amaçlı kullanılan balonlar, ruzgarlarla taşınan mikroplastikler ve Marmara Denizi’nden dalgalar aracılığıyla kıyı ortamına iletilen denizel plastikler önemli kirlenici kaynaklar arasındadır. Bu çalışma bölge için ilk MP çalışması olup referans değer niteliğindedir. İleriki araştırmalarda FTIR analizleri yapılarak plastiklerin türü ve yapısı hakkında daha ayrıntılı bilgi elde edilecektir.

4.5. Mikroplastik Dağılımının Diğer Çalışmalar ile Karşılaştırılması

Mevcut çalışmadaki MP sayısı Türkiye ve Dünya’nın farklı plaj çökelleriyle karşılaştırılarak Tablo 24’te verilmiştir. Menekşe Plajı MP sayısı Tablo’24’teki diğer çalışmalara kıyasla oldukça yüksek MP adeti içermektedir. Verilere göre en düşük MP (414 adet/kg) Hindistan/Andaman sahilinde, Datça ve Karadeniz güney sahilllerinde belirlenmiştir. Menekşe sahilinden sonra en yüksek MP sayısı Tunus/Bizerte Lagünü’nde ve Çin Denizi sahil çökellerinde sırasıyla 3000-18000 ve 5020-8720 adet/kg aralığında tespit edilmiştir. İstanbul Haliç sedimentlerinde MP sayısı 700-4100 adet/kg olarak bulunmuş olup, bu değer Menekşe Plajı çökellerindeki MP verileriyle kıyaslandığında oldukça düşük kalmaktadır (Tablo 24).

Tablo 24. Menekşe Plajı MP değerlerinin diğer çalışmalarla karşılaştırılması

Sediment Lokasyon	MP sayısı adet/kg	Partikül Boyutu	Referans
Çin Denizi	5020-8720	< 5 mm	Qiu ve diğerleri, 2015
Bizerte Lagün (Tunus)	3000-18000	0.3-5 mm	Abidli ve diğerleri, 2017
Datça	1154	< 5 mm	Yabanlı ve diğerleri, 2019
Andaman Sahil (Hindistan)	414	0.3-5 mm	Patchaiya ve diğerleri, 2020
İtalya/Venedik Lagün	672-2175	< 1 mm	Vianello ve diğerleri, 2013
Karadeniz Güney Sahili	1368	< 5 mm	Terzi ve diğerleri, 2022
İstanbul/Haliç	700-4100	< 5 mm	Belivermiş ve diğerleri, 2021
Menekşe Sahili	6000-34000	< 5 mm	Bu çalışma

Sonuç olarak bu tez, İstanbul'un güneybatısındaki Menekşe Plajı kıyı çökeltilerini sedimentolojik ve jeokimyasal olarak tanımlama ve mikroplastik içeriklerini belirlemek için yürütülmüştür. 20 Çökel örneği Menekşe plajından toplanarak tane boyu, TOK, TİK ve mikroplastik analizler yapılmıştır. Tez kapsamında elde edilen bulgulara bağlı olarak aşağıda maddeler halinde verilen sonuçlar çıkarılmıştır.

- Menekşe plajı çökelleri tane boyu sınıflamasına göre M3, M4 ve M20 nolu numuneler kaba kumdan; M7, M8, M11, M12, M13, M14, M16, M17, M21, M24, M25, M32 ve M36 nolu örnekler ağırlıklı olarak orta kumdan; M28, M29, M33 ve M37 nolu örnekler ise yoğun olarak ince kumdan meydana gelmiştir.

- Menekşe plajı örneklerinde TOK içeriği %1,53 ile %3,55 arasında değişmekte olup ortalama %2,31 olarak bulunmuştur. Yüksek organik karbon kaynağının bitki ve mikroplastikler olduğu belirlenmiştir.
- Örneklerin TİK içeriği en yüksek %34,75 ile M3 nolu örnekte en düşüğe %5,75 ile M29 nolu örnekte ölçülmüştür. Menekşe plajı TİK ortalaması %14 olup, M13, M24, M25, M28, M29, M32, M33, M36, M37 nolu örneklerde %10'dan daha düşük TİK değerleri ölçülmüştür. Çalışma alanında toplam inorganik karbon kaynağını büyük ölçüde kavrık ve kavrık kırıntısı oluştururken, az oranda kalsiyum içeren kireçtaşı kırıntılarından oluşmaktadır.
- Menekşe plajı örneklerinde mikroplastiklerin 5 g üzerinden sayımları (parantez içi) adet cinsinden sırasıyla M3 (53), M4 (1252), M7 (25), M8 (339), M11 (38), M12 (127), M13 (85), M14 (67), M16 (147), M17 (190), M20 (388), M21 (286), M24 (46), M25 (119), M28 (75), M29 (156), M32 (43), M33 (69), M36 (54), M37 (353)'dir.
- Menekşe plajında adet/kg cinsinden toplam 782.400 adet mikroplastik belirlenmiştir En fazla mikroplastik M4 (250.400) örneğinde bulunurken, en düşük M7 (5.000) örneğinde tespit edilmiştir. Çalışma alanında parçacık MP sayısı 706.600 adet/kg iken iplikli MP sayısının 75.800 adet/kg olduğu belirlenmiştir.
- Tane boyutuna göre mikroplastik sayısı 1. ve 2. Grupta toplamda eşit miktarlarda MP (685 adet/5gram) belirlenmiş olup grup başına 137000 adet/kg'dır. 3. Gruptaki MP sayıları 2542 adet/5gram ve 508.400 adet/kg olarak tespit edilmiştir. Menekşe plajı MP'lerin tane boyutu gruplarına göre yüzdesel dağılımları incelendiğinde büyükten küçüğe doğru sırasıyla; 3.Grup (%46,10) > 2. Grup =1. Grup (%26,95).
- Çalışma alanında mikroplastığın bu kadar yüksek çıkmasının nedenleri; plaj ve kıyı alanının kullanımı sırasında kullanıcılar tarafından geliş güzel bırakılan plastik atıklar, oyun amaçlı kullanılan balonlar, rüzgarlarla taşınan mikroplastikler ve Marmara Denizi'nden dalgalar aracılığıyla kıyı ortamına iletilen denizel plastikler önemli kirletici kaynaklar arasındadır.

KAYNAKLAR

- Abidli, S., Toumi, H., Lahbib, Y., Trigui El Menif, N. (2017). The first evaluation of microplastics in sediments from the complex Lagoon-Channel of Bizerte (northern Tunisia). *Water Air Soil Pollution*, 228, 262.
- Albay, M., Matthiensen, A., Codd, G.A. (2005). Occurrence of toxic blue green algae in the Kucukcekmece Lagoon (Istanbul, Turkey). *Environmental Toxicology*, 20, 277 - 284.
- Andrady, A.L., Pegram, J.E. (1990). Weathering of polyethylene (LDPE) and enhanced photodegradable polyethylene in the marine environment. *Journal of Applied Polymer Science*, 39, 363-370.
- Andrady, A.L., Pegram, J.E., Olson, T.M. (1992). Research and Development of Two Marine-Degradable Biopolymers; Technical Report A150452 David Taylor Research Center. US Department of the Navy.
- Andrady, A.L., Pegram, J.E., Song, Y. (1993). Studies on enhanced degradable plastics. II. Weathering of enhanced photodegradable polyethylenes under marine and freshwater floating exposure. *Journal of Environmental Polymer Degradation*, 1(2), 117–126.
- Andrady, A.L. (1994). Assessment of environmental biodegradation of synthetic polymers: a review. *Journal of Macromolecular Science*. 34 (1), 25–75.
- Andrady, A. L., Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364 (1526), 1977-1984.
- Andrady, A.L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62 (8), 1596-1605
- Arthur, C., Baker, J. Bamford, H. (2009). In Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris, NOAA Technical Memorandum NOS-OR. R-30.NOAA. Silver Spring, September 9 -11, 2008.
- Auta, H.S., Emenike, C.U., Fauziah, S.H. (2017). Distribution and Importance of Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Sources, Fate, Effects and Potential Solutions. *Environment International*, 102, 165-176.
- Aytan, U., Esensoy Sahin, F.B., Karacan, F. (2019). Beach litter on Sarayköy Beach (SE Black Sea): Density, composition, possible sources and associated organisms. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20 (2), 137-145.
- Aytan, Ü., Esensoy, F. B., Şentürk, Y., Güven, O., Karaoğlu, K., Erbay, M. (2023). Plastic occurrence in fish caught in the highly industrialized Gulf of İzmit (Eastern Sea of Marmara, Türkiye). *Chemosphere*, 138317 (324).
- Bahij, S. , Omary, S. , Feugeas, F., Faqiri, A. (2020). Fresh and hardened properties of concrete containing different forms of plastic waste - A Review. *Waste Management*, 113, 157-175.
- Barnes David, K. A., Galgani, F., .Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments *Philosophical Transactions of The Royal Society B*, 3641985-1998
- Belivermis, M., Kilic, O., Sezer, N., Sikdokur, E., Gungor, N.D., Altug, G. (2021). Microplastic inventory in sediment profile: a case study of Golden Horn Estuary, Sea of Marmara. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 113117
- Bintein S. , 2017. European Commission, 39168, 220.

- Bujnicki J., Dykstra P., Fortunato E., Grobert N., Rolf-Dieter R., Keskitalo C., Nurse P. (2019). European Commission, 6, 64.
- Bulkan, S., Vannucchi, P., Gasperini L., Polonia A., CavoZZi, C. (2020). Modelling tectonic deformation along the North-Anatolian Fault in the Sea of Marmara. *Tectonophysics*, 794, 228612.
- Burns, E.E., Boxall, A.B.A. (2018). Microplastics in the aquatic environment: evidence for or against adverse impacts and major knowledge gaps. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 37, 2776-2796.
- Chan, H.H., Not, C. (2023). Variations in the spatial distribution of expanded polystyrene marine debris: are Asian's coastlines more affected? *Environmental Advances*, 11-100342.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T. S. (2011). Microplastics as Contaminants in the Marine Environment: A Review. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2588-2597.
- Cózar, A., Echevarría, F., Ignacio, J., Irigoien, X., Úbeda, B., Palma, Á. T., Navarro, S., Ruiz, A., L., M., Duarte, C. M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28), 10239-10244.
- Costa, M. F., Ivar do Sul, J. A., Silva-Cavalcanti, J. S., Araújo, M. C. B., Spengler, Â., Tourinho, P. S. (2010). On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: a snapshot of a Brazilian beach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168, 299-304.
- Derraik, J. G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842- 852.
- Doğruyol, P., Şener, M., Balkaya, N. (2019). Determination of microplastics and large plastics in the sediments of the Golden Horn Estuary (Halic), Istanbul, Turkey. *Desalination and Water Treatment*, 172, 344-350.
- Evode, N., Qamar, S.A., Bilal, M., Barceló D., Iqbal, H.M.N. (2021). Plastic waste and its management strategies for environmental sustainability. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4 (4)-100142
- Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P.G., Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans. *Plos One*, 9, 1-15.
- Erni-Cassola, G, Gibson, MI, Thompson, RC, Christie-Oleza, J.A. (2017). Lost, but found with Nile Red: A novel method for detecting and quantifying small microplastics (1 mm to 20 µm) in environmental samples. *Environmental Science Technology*, 51(23),13641-13648.
- Folk, R. L. (1980). *Petrology of sedimentary rocks*, Hemphill, Austin.
- Galloway, T. S. (2015). Micro- and nano-plastics and human health. In M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages (Eds.), Springer, Berlin. *Marine Anthropogenic Litter*, 347-370.
- Gaudette, H.E., Flight, W.R., Tonner, L., Folger, D.W. (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44, 249-253.
- Geyer, R., Jambeck, J.R., Law, K.L., (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances Research Article*, 3 (7) 1700782.
- Göktaşan, E. Alpar, B, Gazioğlu, C, Yücel, ZY., Tok, B, Doğan, E., Güneysu, C. (2001). Active tectonics of the İzmit Gulf (NE Marmara Sea): from high resolution seismic and multi-beam bathymetry data. *Marine Geology*, 175 (1-4), 273-288.

- Graham, E. R., Thompson, J. T., (2009). Deposit- and suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 368, 22-29.
- 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*. Springer Series on Environmental Management. Springer, New York, NY.
- Gürbüz, Ö. (2017). Marmara Denizi Mikroplastik Karakterizasyonu ve Dağılımı. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 115s
- Gürevin, C. (2010). Küçükçekmece Gölü sedimanından besin tuzu salınımının doğal ve laboratuvar ortamında karşılaştırmalı olarak incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Hale, R. C., Seeley, M. E., La Guardia, M. J., Mai, L., Zeng E. Y. (2020). A Global Perspective on Microplastics. *Journal of Geophysics Research Oceans*, 125.
- Hammer, J., Kraak, M.H., Parsons, J.R. (2012). Plastics in the marine environment: the dark side of a modern gift. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 220, 1-44.
- Jahnke, A., Arp, H. P. H., Escher, B. I., Gewert, B., Gorokhova, E., Kühnel, D., Ogonowski, M., Potthoff, A., Rummel, C., Schmitt-Jansen, M., Toorman, E., MacLeod, M. (2017). Reducing Uncertainty and Confronting Ignorance about the Possible Impacts of Weathering Plastic in the Marine Environment. *Environmental Science and Technology Letters*. 4, 85- 90.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347, 768-771.
- Kırbaşlıoğlu, K. Ç. (1998). Küçükçekmece Gölü ile Marmara Deniz bağlantısı sedimentinde ağır metal ve radyoaktivite tayini, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Koelmans, A. A. (2015). Modeling the role of microplastics in bioaccumulation of organic chemicals to marine aquatic organisms. Critical review. In M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages (Eds.), *Springer, Berlin. Marine Anthropogenic Litter*, 313-328.
- Loring, D. H., Rantala, R.T.T. (1992). Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter, *Earth-Science Reviews*, 32, 235-283.
- Law, K. L., Morét-Ferguson, S., Maximenko, N. A., Proskurowski, G., Peacock, E. E., Hafner, J., Reddy, C. M. (2010). Plastic Accumulation in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Science*, 329, 1185-1188.
- Lozano, Y.M., Lehnert, T., Linck, L.T. , Lehmann, A., Rillig, M.C. (2021). Microplastic shape, polymer type, and concentration affect soil properties and plant biomass. *Frontiers in Plant Science*, 12 - 616645.
- Lusher, A., Welden, N., Sobral, P., Cole, M. (2020). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Analytical Methods*, 9, 1346-1360.
- Mayer, J.M., Kaplan, D.L. (1996). Biodegradation of polymer films in marine and soil environments. *ACS Symposium Series 627*ACS Symposium Series 627. R. M. Ottenbrite, S. J. Huang and K. Park, 159-170.
- Morét-Ferguson, S., Law, K.L., Proskurowski, G., Murphy, E.K., Peacock, E.E., Reddy, C.M. (2010). The size, mass, and composition of plastic debris in the western North Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 60 (10), 1873-8.
- Murphy, M. (2017). EPA Office of Wetlands. *Oceans and Watersheds*, 37.

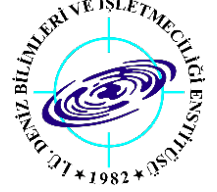
- Nosova, A.O. and Uspenskaya, M.V. (2023). Ecotoxicological effects and detection features of polyvinyl chloride microplastics in soils: A review. *Environmental Advances*, 13, 100437.
- Nguyen, B., Claveau-Mallet, D., Hernandez, L. M., Xu, E. G., Farner, J. M., Tufenkji N. (2019). Separation and Analysis of Microplastics and Nanoplastics in Complex Environmental Samples. *Accounts of Chemical Research*, 52, 858-866.
- Okumuş, E. (2007). Küçükçekmece Gölü Sedimentinde Ağır Metal (Zn^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+}) Adsorpsiyonu. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Özgül, N. (2011). İstanbul İl Alanının Jeolojisi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi yayını, 305 s.
- Özgül N. (2005). İstanbul dolayının temel jeolojik özellikleri: İstanbul Büyükşehir Nazım Planı Doğal Yapı Gurubu, 57 s.
- Öztura, E. (2021). Trakya Bölgesi'ndeki seçilmiş göllerde antropojenik kaynaklı sediment kirliliğinin ekolojik riskler açısından araştırılması (Küçük Çekmece Gölü, Durusu/Terkos Gölü, Gala Gölü, Mert Gölü). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Patchaiyappan, A., Dowarah, K., Devipriya, S.P. (2020). Occurrence, distribution and composition of microplastics in the sediments of south Andaman beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 156, 111227.
- Phuong, N. N., Fauvelle, V., Grenz, C., Ourgaud, M., Natascha, S., Strady, E., Sempéré, R. (2021). Highlights from a review of microplastics in marine sediments. *Science of The Total Environment*, 777, 146225
- Poulicek, M., Jeuniaux, C., 1991. Chitin biodegradation in marine environments: An experimental approach. *Biochemical Systematics and Ecology*, 19 (5), 385-394.
- Prata, J.C., Alves, J.R., da Costa, J.P., Duarte, A.C., Rocha-Santos, T. (2020). Major factors influencing the quantification of Nile Red stained microplastics and improved automatic quantification (MP-VAT 2.0). *Science of the Total Environment*, 719, 137498.
- Qiu, Q., Peng, J., Yu, X., Chen, F., Wang, J., Dong, F. (2015). Occurrence of microplastics in the coastal marine environment: first observation on sediment of China. *Marine Pollution Bulletin*, (98) 274-280.
- Rochman, C. M. (2015). The complex mixture, fate and toxicity of chemicals associated with plastic debris in the marine environment. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), Springer, Berlin. *Marine anthropogenic litter*, 117-140.
- Rochman, C. M., Brookson, C., Bikker, J., Djuric, N., Earn, A., Bucci, K., Athey, S., Huntington, A., McIlwraith, H., Munno, K., De Frond, H., Kolomijeca, A., Erdle, L., Grbic, J., Bayoumi, M., Borrelle, S. B., Wu, T., Santoro, S., Werbowski, L. M., Zhu, X., Giles, R. K., Hamilton, B. M., Thaysen, C., Kaura, A., Klasios, N., Ead, L., Kim, J., Sherlock, C., Ho, A., Hung, C. (2019). Rethinking microplastics as a diverse contaminant suite. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38,703-711.
- 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.
- Sarı, E. H., Takatas, B., Öztürk, A., Gündoğdu, S., Aydın, F., Köker, L., Kaan, Ö. O., Albay, M., Onkal, E. G. (2023). Spatio-temporal distribution of microplastic pollution in surface sediments along the coastal areas of Istanbul, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 115461 (195).
- Sayar, C. (1989). İstanbul ve Çevresi Neojen Çökelleri ve Paratetis içindeki konumu. *Maden*

- Fakültesi 40.Yıl Bülteni, 250-266.
- Schmidt, C., Krauth, T., Wagner, S. (2017). Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environmental Science and Technology*, 51 (21), 12246-12253
- Sıkdokur, E., Belivermiş, M., Sezer, N., Pekmez, M., Bulan, Ö.K., Kılıç, Ö. (2020). Effects of microplastics and mercury on manila clam *Ruditapes philippinarum*: feeding rate, immunomodulation, histopathology and oxidative stress. *Environmental Pollution*, 262, 114247.
- Şener, M. (2019). İstanbul'un Karadeniz Kıyılarında Mikroplastik Kirliliğinin Araştırılması. İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Şengör, AMC., Grall, C., İmren, C., Le Pichon, X., Görür, N., Henry, P., Karabulut, H., Siyako, M. (2014). The geometry of the North Anatolian transform fault in the Sea of Marmara and its temporal evolution: Implications for the development of intracontinental transform faults. *Canadian Journal of Earth Science*, 51(3),222–242.
- Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., et al. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philological Transactions of the Royal Society London B*, 364 (1526), 2027–2045.
- Topçuoğlu, S., Güngör, N., Kırbaşoğlu, Ç. (1999). Physical and chemical parameters of brackish water lagoon, Küçükçekmece Lake, in Northwestern Turkey. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 69, 101 - 108.
- Turner, A., Holmes, L. (2011). Occurrence, distribution and characteristics of beached plastic production pellets on the island of Malta (Central Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 62 (2), 377-38.
- Terzi, Y., Gedik, K., Eryaşar, A. R., Öztürk, R. Ç., Şahin, A., ve Yılmaz, F. (2022). Microplastic contamination and characteristics spatially vary in the southern Black Sea beach sediment and sea surface water. *Marine Pollution Bulletin*,174, 113228.
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., Russell A.E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? *Science*, 304 (5672), 838.
- Topçu, E.N., Tonay, A.M., Dede, A., Öztürk, A.A., Öztürk, B. (2013). Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast. *Marine Environmental Research*, 85, 21-28.
- Teuten, E. L., Rowland, S. J., Galloway, T. S., Thompson, R. C. (2007). Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. *Environmental Science and Technology*, 41(22), 7759-7764.
- UNEP Regional Seas Programme, (2005). UNEP Mediterranean Action Plan, Secretariat of the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes, Their Disposal, UNEP/GPA Coordination Office and Intergovernmental Oceanographic Commission. *Marine Litter: An Analytical Overview*.
- Üstün, B., Ince N., Cansever G., Ülger E., Ağcıoğlu B., Şapçı Z., Demirel S., Okumuş E. (2005). The Development of Environmental Management Model in Küçükçekmece Basin, Joint Research and Development Project (GSRT-TUBITAK 102A011).
- Wentworth, C.K. (1922). A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392.
- Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review *Environmental Pollution*, 178, 483-492.

- Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J., Janssen, C.R. (2013). Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution*, 182, 495-9.
- Vianello, A., Boldrin, A., Guerriero, P., Moschino, V., Rella, R., Sturaro, A., Da Ros, L. (2013). Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: first observations on occurrence, spatial patterns and identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 130, 54-61.
- Yabanlı, M., Yozukmaz, A., Şener, İ., Ölmez, Ö.T. (2019). Microplastic pollution at the intersection of the Aegean and Mediterranean seas: a study of the Datça peninsula (Turkey). *Marine Pollution Bulletin*, 145, 47-55.
- Yaltırak, C. (2002). Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings. *Marine Geology*, 190 (1-2), 493-529.
- Yu, X., Ladewig, S., Bao, S., Toline, C. A., Whitmire, S., Chow, A. T. (2018). Occurrence and distribution of microplastics at selected coastal sites along the southeastern United States. *Science of the Total Environment*, 613-614, 298-305.
- Zbyszewski, M., Corcoran, P.L. (2011). Distribution and degradation of fresh water plastic particles along the beaches of Lake Huron Canada. *Water Air Soil Pollution*, 220, 365-372.
- Zhang, Y., Kang, S., Allen, S., Allen, D., Gao, T., Sillanpää, M. (2020). Atmospheric microplastics: a review on current status and perspectives. *Earth-Science Reviews*, 203, 103118.
- Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., Cao, R., Wang, Q. (2018). Microplastic pollution in sediments from the Bohai Sea and the Yellow Sea, China. *Science of The Total Environment*, 640-641, 637-645.



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK RAPORU UYGUNLUK FORMU



ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI : Yener KORKMAZ
ÖĞRENCİ NO : 3001220016
ÖĞRETİM YILI :
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI : Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği
PROGRAM TÜRÜ : YÜKSEK LİSANS ☐ DOKTORA ☐
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI : Prof. Dr. Erol SARI
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI :
TEZ BAŞLIĞI İstanbul'un Menekşe Sahili Sedimentlerinin Sedimentolojik Özellikleri ve Mikroplastik Kirliliğinin Araştırılması

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam .100. sayfalık kısmına ilişkin, 06 .06 ./2024 tarihinde Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, *Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının* 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % .5 'dir.

Tezimin benzerlik oranı, 06/122017 tarih ve 20 sayılı *Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yönetim Kurul Kararıyla Tezin intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için kabul edilmiş olan üst sınır benzerlik oranını* aşmamaktadır.

İntihal programı ile raporlanan Tezime ait Benzerlik oranım Üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu beyan ederim.

Gereğini arz ederim.

İmza
Öğrenci Ad-Soyadı
Tarih:/...../.....

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR / UYGUN DEĞİLDİR
(Ünvan, Ad Soyadı, İmza)

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM VE ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ (08.09.2016/29825)

(Yüksek Lisans) MADDE 36 – (2) Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

(Doktora) MADDE 50 – (4) Öğrenci, doktora tezinin savunmasından önce tezini, düzeltme verilen tezlerde ise düzeltilmiş tezini danışmanına sunar. Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihai raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir

İSTANBUL'UN MENEKŞE SAHİLİ SEDİMENTLERİNİN SEDİMANTOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

by Yener Korkmaz

Submission date: 06-Jun-2024 10:40AM (UTC+0300)

Submission ID: 2396745960

File name: YENER_KORKMAZ_TEZ_zge_mi_siz.docx (3.7M)

Word count: 16986

Character count: 97693

İSTANBUL'UN MENEKŞE SAHİLİ SEDİMENTLERİNİN SEDİMANTOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

acikbilim.yok.gov.tr

Internet Source

2%

2

acikerisim.pau.edu.tr:8080

Internet Source

<1%

3

acikerisim.akdeniz.edu.tr:8080

Internet Source

<1%

4

archive.org

Internet Source

<1%

5

acikerisim.uludag.edu.tr

Internet Source

<1%

6

dergipark.org.tr

Internet Source

<1%

7

www.tuba.gov.tr

Internet Source

<1%

8

"Keyword Index", Neuropsychopharmacology,
2012.

Publication

<1%

9	Submitted to Harran Üniversitesi Student Paper	<1 %
10	issuu.com Internet Source	<1 %
11	ebrar.wordpress.com Internet Source	<1 %
12	pdffox.com Internet Source	<1 %
13	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Student Paper	<1 %
14	acikerisim.comu.edu.tr Internet Source	<1 %
15	acikerisim.istanbul.edu.tr Internet Source	<1 %
16	deprenzemin.ibb.istanbul Internet Source	<1 %
17	en.ispeco.org Internet Source	<1 %
18	kutuphane.ksu.edu.tr Internet Source	<1 %
19	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 Internet Source	<1 %
20	www.researchgate.net	

<1 %

21

acikarsiv.ankara.edu.tr

Internet Source

<1 %

22

acikerisim.sakarya.edu.tr

Internet Source

<1 %

23

api.maden.org.tr

Internet Source

<1 %

24

docplayer.biz.tr

Internet Source

<1 %

25

mikroskopfiyatları.com

Internet Source

<1 %

26

www.gjesm.net

Internet Source

<1 %

27

www.intel.co.jp

Internet Source

<1 %

28

www.istanbulbilimveakademisyenlerdernegi.org

Internet Source

<1 %

29

Kuruca, Büşra. "Kişisel Bakım ürünlerinin Spektroskopik ve Kromatografik Yöntemler Ile Incelenmesi", Bursa Uludag University (Turkey), 2023

Publication

<1 %

30

"The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human Settlement",

<1 %

31

Celik, Sezgin. "Centaurea L. Cinsi
Psephelloidea (Boiss.) Sosn. Seksiyonuna Ait
Turlerin Ekolojik ozellikleri.", Anadolu
University (Turkey), 2021

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches

< 5 words

Exclude bibliography On

