



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL KUMSALLARINDAKİ PLASTİK ATIKLARIN  
ZAMANSAL ve ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN İZLENMESİ

Tayfun PEHLİVAN

DANIŞMAN  
Prof. Dr. Nüket SİVRİ

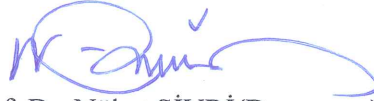
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

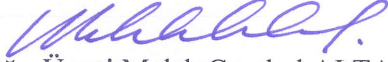
İSTANBUL-2019

Bu çalışma, 19.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi**



Prof. Dr. Nüket SİVRİ(Danışman)  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Mühendislik Fakültesi



Dr. Öğr. Üyesi Melek Cumbul ALTAY  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
İnşaat Fakültesi

Unvan Adı SOYADI  
Üniversite  
Fakülte

Unvan Adı SOYADI  
Üniversite  
Fakülte



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

## ÖNSÖZ

Artan nüfus ve kentleşme, beraberinde birçok çevre sorununu da birlikte getirmiştir. Zamanında belli bir değer ödeyerek aldığımız, fakat artık kullanmaktan vazgeçtiğimiz plastiklerin bizden çıktıktan sonra nasıl bir serüvene başladığını çoğumuz düşünmemekteyiz. Bu çalışmada, doğada çok uzun sürelerde yok olmayan ve diğer atıklara göre çok daha kolay taşınabilen plastik atıkların, yolu sahillere düşen kısmının serüvenine ışık tutmak amaçlanmıştır.

Öncelikle bu çalışmada dâhil olmak üzere tüm eğitim hayatım boyunca desteğini benden esirgemeyen, üstün öğretmenliğiyle başta doğa olmak üzere her şeye bakış açımı değiştiren Sayın Prof. Dr. Nüket SİVRİ hocama, yaşadığım her teknik sıkıntıda yoğun çalışma programına rağmen yardımını benden esirgemeyen, benimle birlikte emek veren Dr. Direnç AZAZ hocama, gerçek bir dost olan ve çalışmamda büyük emeği geçen Arş. Gör. Vildan Zülal SÖNMEZ arkadaşşıma, saha çalışmalarında benimle beraber çalışan lisans öğrencileri Ayşen Nil BERBER ile Işın YILMAZ' a ve bana olan inançlarıyla her daim destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2019

Tayfun Pehlivan

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ .....	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	xi
ÖZET .....	xii
SUMMARY .....	xiv
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	4
2.1. PLASTİKLERİN BOYUTLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI.....	4
2.2. PLASTİKLERİN POLİMER YAPILARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI .....	5
2.3. MAKRO VE MESOPLASTİKLERİN DENİZ ORTAMINA GİRİŞİ .....	6
2.4. PLASTİKLERİN DENİZEL CANLILARI ETKİLEME YOLLARI .....	7
2.5. ANTROPOJENİK DENİZ ATIKLARI TESPİTİNE YÖNELİK ÇALIŞMALAR.....	10
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	14
3.1. ÖRNEKLEME BÖLGESİ .....	14
3.2. KIYISAL ALAN ÖRNEKLERİNDE MAKRO VE MESOPLASTİK TESPİTİ .....	15
3.3. ÇALIŞMA METODOLOJİSİ.....	15
3.3.1. Alan Uygunluğunun Belirlenmesi .....	15
3.3.2. Plaj Transeksiyonu Yöntemi .....	17
3.3.3. Örneklerin Alınması ve Değerlendirilmesi .....	21
4. BULGULAR.....	24
4.1. SELİMPAŞA PLAJI ANALİZ SONUÇLARI .....	27
4.1.1. Toplanan Atıkların Birim Alandaki Sayısal Analizi .....	27
4.1.2. Toplanan Atıkların Tür ve Ağırlık Analizi .....	28
4.1.3. Plastik Atıkların Boyut Analizi .....	30
4.2. KUMBURGAZ PLAJI ANALİZ SONUÇLARI.....	31

4.2.1. Toplanan Atıkların Birim Alandaki Sayısal Analizi.....	31
4.2.2. Toplanan Atıkların Tür ve Ağırlık Analizi.....	32
4.2.3. Plastik Atıkların Boyut Analizi.....	34
<b>4.3. BÜYÜKÇEKMECE PLAJI ANALİZ SONUÇLARI.....</b>	<b>36</b>
4.3.1. Toplanan Atıkların Birim Alandaki Sayısal Analizi.....	36
4.3.2. Toplanan Atıkların Tür ve Ağırlık Analizi.....	37
4.3.3. Plastik Atıkların Boyut Analizi.....	39
<b>4.4. FLORYA PLAJI ANALİZ SONUÇLARI.....</b>	<b>40</b>
4.4.1 Toplanan Atıkların Birim Alandaki Sayısal Analizi.....	41
4.4.2. Toplanan Atıkların Tür ve Ağırlık Analizi.....	41
4.4.3. Plastik Atıkların Boyut Analizi.....	44
<b>4.5. MAKRO-MESOPLASTİK VERİLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS) İLE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ.....</b>	<b>45</b>
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>50</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>55</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>60</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1: Dünyada plastik üretimi 1950-2008 (Plastics Europe (2009)).....	1
Şekil 2.1: Önerilen tekniklerle örneklenen boyut aralıkları (Lippiatt ve diğ., 2013) .....	4
Şekil 3.1: İstanbul kıyısal alanında seçilen halk plajları (Google Earthden uyarlanmıştır.) .....	14
Şekil 3.2: Selimpaşa plajı istasyonların belirlenmesi .....	16
Şekil 3.3: Kumburgaz plajı istasyonların belirlenmesi.....	16
Şekil 3.4: Büyükçekmece plajı istasyon belirlenmesi .....	16
Şekil 3.5: Plaj transeksiyonu yönteminin alanda uygulanması (Florya plajı örneği).....	17
Şekil 3.6: Selimpaşa plajında belirlenen alan ve istasyonlar.....	18
Şekil 3.7: Kumburgaz plajında belirlenen alan ve istasyonlar .....	19
Şekil 3.8: Büyükçekmece plajında belirlenen alan ve istasyonlar.....	20
Şekil 3.9: Florya plajında belirlenen alan ve istasyonlar.....	21
Şekil 3.10: İstasyonlarda örnek alma metodunun uygulanması (Örnek: Selimpaşa plajı).....	22
Şekil 3.11: Atıkları tiplendirme ve boyut karakterizasyonu (Örnek: Selimpaşa S2) .....	23
Şekil 4.1: Makroplastik boyutların ortalamasının (cm) mevsimsel değişimi.....	26
Şekil 4.2: Mesoplastik boyutların ortalamasının (cm) mevsimsel değişimi.....	26
Şekil 4.3: Selimpaşa plajı istasyonları .....	27
Şekil 4.4: Kumburgaz plajı istasyonları .....	31
Şekil 4.5: Büyükçekmece plajı istasyonları.....	36
Şekil 4.6: Florya plajı istasyonları.....	40
Şekil 4.7: Selimpaşa plajı yaz (a), sonbahar (b), kış (c) ve ilkbahar (d) sonuçları.....	46
Şekil 4.8: Kumburgaz plajı yaz (a), sonbahar (b), kış (c) ve ilkbahar (d) sonuçları .....	47
Şekil 4.9: Büyükçekmece plajı yaz (a), sonbahar (b), kış (c) ve ilkbahar (d) sonuçları.....	48

Şekil 4.10: Florya plajı yaz (a), sonbahar (b), kış (c) ve ilkbahar (d) sonuçları .....49





## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

Tablo 2.1: Ülke kıyılarından toplanan atık adedi dağılımı (ICC, 2018).....	12
Tablo 3.1: Selimpaşa plajı istasyonlarına ait kod ve koordinatlar.....	18
Tablo 3.2: Kumburgaz plajı istasyonlarına ait kod ve koordinatlar .....	19
Tablo 3.3: Büyükçekmece plajı istasyonlarına ait kod ve koordinatlar .....	20
Tablo 3.4: Florya plajı istasyonlarına ait kod ve koordinatlar.....	21
Tablo 4.1: Toplanan plastik atıkların metrekare başına düşen adet miktarları.....	24
Tablo 4.2: Toplanan atıkların mevsimsel dağılımı (Ağırlık (gr) ve oran (%)) analizi .....	25
Tablo 4.3: Selimpaşa plaj istasyonlarının metrekare başına düşen atık miktarı.....	27
Tablo 4.4: Selimpaşa plajı yaz dönemi ağırlık analizi.....	28
Tablo 4.5: Selimpaşa plajı sonbahar dönemi ağırlık analizi.....	28
Tablo 4.6: Selimpaşa plajı kış dönemi ağırlık analizi .....	29
Tablo 4.7: Selimpaşa plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizi .....	29
Tablo 4.8: Selimpaşa plajı mevsimsel boyut analizleri .....	30
Tablo 4.9: Kumburgaz plaj istasyonlarının metrekare başına düşen atık miktarı .....	32
Tablo 4.10: Kumburgaz plajı yaz dönemi ağırlık analizi .....	32
Tablo 4.11: Kumburgaz plajı sonbahar dönemi ağırlık analizi .....	33
Tablo 4.12: Kumburgaz plajı kış dönemi ağırlık analizi.....	33
Tablo 4.13: Kumburgaz plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizi.....	34
Tablo 4.14: Kumburgaz plajı mevsimsel boyut analizleri.....	35
Tablo 4.15: Büyükçekmece plaj istasyonlarının metrekare başına düşen atık miktarı .....	36
Tablo 4.16: Büyükçekmece plajı yaz dönemi ağırlık analizi .....	37
Tablo 4.17: Büyükçekmece plajı sonbahar dönemi ağırlık analizi .....	37
Tablo 4.18: Büyükçekmece plajı kış dönemi ağırlık analizi .....	38

Tablo 4.19: Büyükçekmece plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizi.....	38
Tablo 4.20: Büyükçekmece plajı mevsimsel boyut analizleri.....	39
Tablo 4.21: Florya plaj istasyonlarının metrekare başına düşen atık miktarı.....	41
Tablo 4.22: Florya plajı yaz dönemi ağırlık analizi .....	42
Tablo 4.23: Florya plajı sonbahar dönemi ağırlık analizi.....	42
Tablo 4.24: Florya plajı kış dönemi ağırlık analizi .....	43
Tablo 4.25: Florya plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizi.....	43
Tablo 4.26: Florya plajı mevsimsel boyut analizleri .....	44



## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>C</b>	: Atık ögelerinin konsantrasyonu
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>L</b>	: Kesit çıkarma uzunluğu
<b>m</b>	: Metre
<b>N</b>	: Gözlemlenen makro atık ögelerin sayısı
<b>w</b>	: Kesit çıkarma genişliği
<b>%</b>	: Yüzde oran hesabı
<b>gr</b>	: Gram

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>CMC</b>	: Deniz Koruma Merkezi
<b>İHA</b>	: İnsansız Hava Aracı
<b>PA</b>	: Poliamid
<b>PE</b>	: Polietilen
<b>PET</b>	: Polietilen Tereftalat
<b>PP</b>	: Polipropilen
<b>PS</b>	: Polistiren
<b>PVA</b>	: Polivinil Alkol
<b>PVC</b>	: Polivinilklorür

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### İSTANBUL KUMSALLARINDAKİ PLASTİK ATIKLARIN ZAMANSAL ve ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN İZLENMESİ

Tayfun PEHLİVAN

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Nüket SİVRİ

Bu çalışmada, kıyısız ekosistemde başlıca kirlilik kaynağı olan makro ve mesoplastiklerin olası ulaşma yolları, İstanbul sahili özelinde irdelenmiştir. Marmara Denizi'ne kıyısı olan ve yaklaşık 15 milyon nüfusu barındıran İstanbul sahillerinde, rekreasyonel olarak sıkça kullanılan 4 farklı kumsal çalışma alanı olarak seçilmiştir. Plastik atıklar, makro ve mesoplastik türlerine göre ayrılarak; ağırlık, uzunluk, renk gibi parametreler göz önüne alınarak sınıflandırma yapılmıştır. Elde edilen veriler ilaveten plastik atıkların kumsallardaki dağılımındaki mevsimsel farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Multidisipliner bir çalışma olması ve farklı disiplinleri bir araya getiren verilerin hem nicel hem nitel özelliklerini ele alabilmesi özelinde, Coğrafi Bilgi Sisteminden (CBS) ve İnsansız Hava Araçları (Drone)'ndan yararlanılmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde, Florya Plajı'nın sadece yaz mevsiminde kullanılıyor oluşu mevsimsel olarak farklılığı ortaya koymuştur. Selimpaşa, Kumburgaz ve Büyükçekmece Plajları 4 mevsim kullanıma açıktır ancak insan baskısı ve mevsimsel şartlar farklı sonuçların alınmasına neden olmaktadır. Bu genel sonuçlara göre, kumsallardan toplanan makroplastiklerin toplam ağırlıklarına ait en yüksek ve en düşük değerler ilkbahar mevsiminde; 69,61 gr ile Florya

plajında ve 8,64 gr ile Kumburgaz plajında belirlenmiştir. Mesoplastik atıklar yönünden ise kış mevsiminde tespit edilen ortalama değerler, en yüksek 23,38 gr ile Florya plajında iken, en düşük değer 1,99 gr ile Kumburgaz plajında bulunmuştur. İstasyonlardan toplanan mesoplastik boyutları yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için her dört plajda da çok büyük farklılık göstermemesine rağmen, ilkbaharda Kumburgaz Plajında mesoplastik boyutları hızla artmakta olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, her dört alana da yaz sonundan itibaren plastik girişi devam etmektedir. Aksine Florya Plajında herhangi bir temizlik yapılmaması, Büyükçekmece Plajında da ilkbaharda tekrar temizliğe başlanması gösterilebilir.

Bu tez ile makro ve mesoplastik atıklarla ilgili ortaya konan en önemli bir tespit; rekreasyonel amaçla kullanılan kumsallarda düzenli bir kontrol-izlem-denetim sisteminin yerleştirilmesi elzemdir. Yapılan takibin yalnızca plajlarda değil, denizle bağlantısı olan su kaynakları ve kıyısal alanlarında da devam ettirilmesi gereklidir. Ayrıca plastik atıkların kullanım sonrası sahiller başta olmak üzere kontrolü sağlanmalı, kaynağında azaltılmalı, ayrı toplanmalı ve geri dönüşümü sağlanmalıdır.

Haziran 2019, 75 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Makroplastikler, mesoplastikler, kıyısal alan, plajlar, İstanbul, Türkiye.

## **SUMMARY**

### **M.Sc. THESIS**

#### **MONITORING THE TEMPORAL and SPATIAL VARIATIONS OF PLASTIC WASTES ON ISTANBUL BEACHES**

**Tayfun PEHLIVAN**

**Istanbul University-Cerrahpasa**

**Institute of Graduate Studies**

**Department of Environmental Engineering**

**Supervisor : Prof. Dr. Nüket SIVRİ**

In this study, the possible access routes of macro and mesoplastics, which are the main sources of pollution in the coastal ecosystem, have been examined on the coast of Istanbul. On the shores of Istanbul, which has a population of approximately 15 million and is located on the shores of the Marmara Sea, 4 different beaches, which are frequently used as recreations, have been selected as study areas. Plastic wastes are separated according to their macro and mesoplastic types; weight, length, and color parameters were taken into consideration. In addition, seasonal differences in the distribution of plastic wastes on the beaches were tried to be determined. Geographical Information System (GIS) and Drone (unmanned aerial vehicle) have been utilized in order to be a multidisciplinary study and to handle both quantitative and qualitative characteristics of the data combining different disciplines. When the results of the study were examined, the fact that Florya Beach was used only in the summer season revealed seasonal differences. Selimpaşa, Kumburgaz and Büyükçekmece beaches are open to use in 4 seasons but human pressure and seasonal conditions cause different results. According to these

general results, the highest and lowest values of the total weight of the macroplastics collected from the beaches were determined in the spring season; 69,61 gr in Florya beach and 8,64 gr in Kumburgaz beach. In terms of mesoplastic wastes, mean values determined in winter were Florya beach with the highest 23,38 gr, and Kumburgaz beach with the lowest value was 1,99 gr. Although the mesoplastic dimensions collected from the stations did not show a great difference in all four beaches for summer, autumn and winter seasons, it was observed that mesoplastic sizes increased rapidly in Kumburgaz Beach in spring. This is due to the fact that plastic entry into all four areas continues since the end of summer. On the contrary, it can be shown that there is no cleaning in Florya Beach and cleaning in Büyükçekmece Beach in spring.

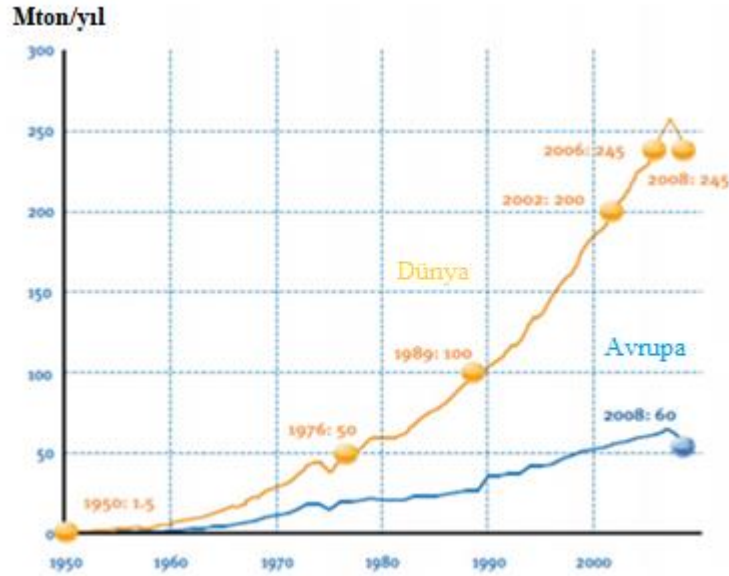
In this thesis, the most important determination about macro and mesoplastic wastes; it is essential to establish a regular control-monitoring-control system on the beaches used for recreational purposes. The monitoring should be continued not only on the beaches but also on the water resources and coastal areas that are connected to the sea. In addition, the control of plastic wastes, especially on the coasts, should be ensured, reduced at source, collected separately and recycled.

June 2019, 75 pages.

**Keywords:** Macroplastics, mesoplastics, coastal area, beaches, İstanbul, Turkey.

## 1. GİRİŞ

Plastikler, hafif yapıları, dayanıklılıkları, çeşitli uygulamalar için potansiyelleri ve düşük fiyatları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Thompson ve diğ., 2009a). Genel olarak petrol rafinerisinden arta kalan bakiye maddelerden elde edilen plastikler, doğada kendiliğinden bulunmamaktadır. Dünyada üretilen petrolün çok az bir kısmı plastik üretiminde kullanılmaktadır. Plastiklerden hem kolay şekil alması ve hem de düşük maliyetle çok sayıda elde edilebilmesi ile ambalaj olarak kullanımı son yıllarda artış göstermiştir. Son dönemde yaklaşık 230 milyon ton plastik (2009) üretilmiştir ve bu plastiklerden yaklaşık yüzde 25'i AB'de kullanılmıştır (Mudgal ve diğ., 2011). Bu küresel rakam 1950'den bu yana ortalama % 9 oranında artarak 2006'da 245 milyon tona ulaşmıştır (Şekil 1.1). Bilinçli tüketici kavramı ile üretimde zamanla düşüş görülmüştür (Plastics Europe, 2010).



Şekil 1.1: Dünyada plastik üretimi 1950-2008 (Plastics Europe (2009))

Plastiklerin çirkin, doğal ve otantik olmayan, tek kullanımlık algısı uzun zamandır tüketici tarafından ifade edilmektedir. Ancak son yıllarda mikro plastik kavramı ile insanlara ve çevreye görünmez, sinsi ve tehditkâr bir şekilde zarar verme şüphesi artmıştır. Sadece bilimsel araştırmalarla değil, farklı belgesellerle de kamu oyunun dikkati çekilmeye başlamıştır. Bu tanıtımlarla plastiklerin çevresel sonuçları hakkında henüz çok az bilgiye sahip olduğunu ancak bu bilinenin bile insanlar için büyük ölçüde endişe verici olabileceğini belirtmişlerdir.



(URL 1). Özellikle kirlilik ve sağlıkla ilgili Lancet Komisyonu tarafından 2018 d6neminde d6zenlenen raporda plastiklerden s6z edilmesi de dikkate değer bir konudur. D6nyada her g6n 6retilen 3.6 milyon ton katı atıktan yaklaşık %10'u plastiktir ki, Karada, bir6ok anti-plastik kampanya sayesinde bu 66plerden kaynaklanan hasar sınırlandırılmaya 6alışılmaktadır. Ancak denizlerde, 66ęu plastik denizel sirk6lasyon ile toplanmakta ve kıyısal alanlara ulaşabilmektedir (URL 1).

Plastikler atık olarak denize ulaştıklarında bozunma sıcaklıklarının y6ksek olması, ultra viyole ışınlarına ve bakterilere karşı dayanıklı olması nedeniyle y6zyıllarca denizlerde varlıklarını s6rd6rmekte ve ekosistemlerdeki doğal yaşam i6in b6y6k tehlike oluşturabilmektedir (URL 2). Benzer bir 6rneğe; 17 binden fazla adadan oluşan takımada 6lkesi Endonezya'da rastlamak m6mk6nd6r. 6in'in ardından en b6y6k ikinci deniz atığı 6reticisi konumunda olan Endonezya'nın yılda 1 milyon 290 bin metrik ton deniz atığı 6rettiği tahmin edilmektedir. Endonezya'nın akarsu ve kıyılarındaki plastik seli uzun yıllardan beri sorun yaratmaktadır. Kentlerdeki suyollarını tıkayan 66pler, su baskını riskini artırırken, bir6ok deniz canlısının da 6l6m6ne ya da yaralanmasına neden olmaktadır (URL 3). Yapılan 6alışmalar sonucunda, 66pe atıldığı zaman 66r6mez, paslanmaz, 66z6nmez, biyolojik olarak bozunmaz bir yapıya sahip olan plastiklerin, y6z yıllarca doğadan yok olmadıkları ortaya konulmaktadır (6rneğin; plastik şişe 450 yıl, misina 600 yıl...) (URL 4). Bu nedenle plastikler, suyun ve toprağın kirlenmesine neden olabilmekte, sulardaki canlılara zarar vermekte ve hatta 6l6mlerine yol a6abilmektedir. Plastiğin yarattığı bu etki d6nyadaki her alanda olduğu gibi sucul alanı, suyollarını, deniz ve okyanusları da etkilemektedir. Deniz ortamındaki t6m atıkların uzaklaştırılmasının zorluğu d6ř6n6ld6ę6nde karasal kaynaklı olan plastik taşınımları, gemilerden bırakılan plastik atıkları, balıķçılık nedeniyle denize karışan plastik atıklar gibi 6ok sayıda atığın su ortamına karışması ve uzun s6re doğada kalması ciddi bir problem yaratmaktadır. Ayrıca plastik atıklar denizde akıntıyla, karada r6zgar yoluyla veya yabani hayvanlar ile uzak mesafelere taşınabildiğinden dolayı global bir sorun olmaktadır (URL 5).

Deniz 66plerinin 6ok b6y6k bir kısmı karasal kaynaklı ve neredeyse tamamını plastik ambalaj atıkları oluşturmaktadır. Bu atıklar akıntılarının da etkisiyle geniş 6l6eklere yayılmaktadır. D6nya n6fusunun neredeyse yarısının yaşamak i6in sahilleri tercih etmesi, bu t6r plastiklerin nehirler ve atıksu sistemleri 6zerinden, ya da karadan esen r6zg6rlarla deniz ortamına girme potansiyelini fazlasıyla artırmaktadır. Deniz kuşları, balinalar, deniz kaplumbağaları ve diğer

deniz canlılarının plastik atıkları yedikleri için boğulması, bağırsak tıkanması ve aç kalması gibi etkileri yüzünden ölmelerine neden olmasının yanı sıra çevre ve ekonomi üzerinde de ciddi etkileri vardır. Sucul ekosistemler tehlikeye girdikçe insan sağlığı da tehlike altında kalmaktadır. Bu kirlilik aynı zamanda halk sağlığını korumak için bu çöpleri sahillere ve sokaklardan temizlemesi gereken yerel yönetimler için büyük maliyetler anlamına gelmektedir (URL 6).

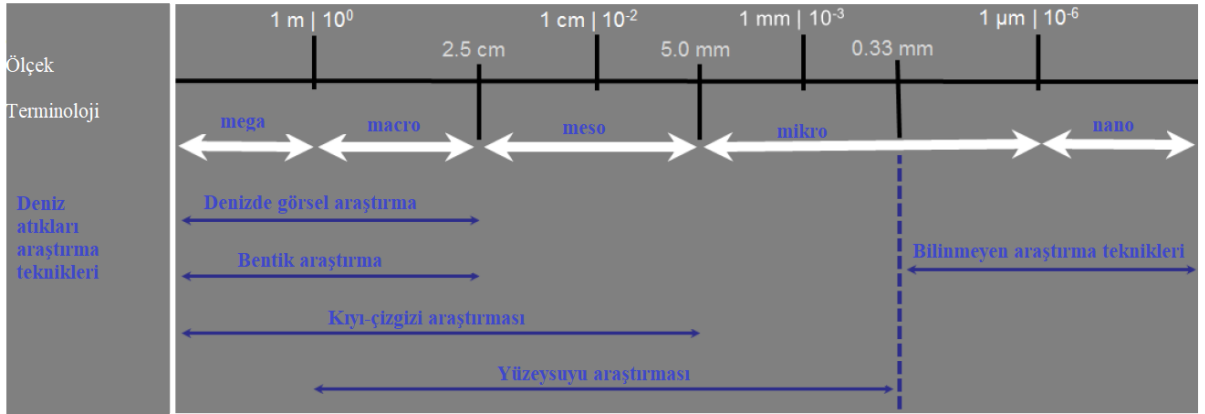
Bu çalışmanın amacı; Türkiye’de İstanbul özelindeki 4 büyük plajda coğrafi bilgi sistemi (CBS) yardımı ile belirlenen istasyonlardan alınan örneklerin plastik atık türlerine göre kategorize edilmesidir. Plastik atıklar, makro ve mesoplastik türlerine göre ayrılarak; ağırlık, renk gibi parametreler göz önüne alınarak sınıflandırma yapılmıştır. Elde edilen verilerle, plastik atıkların dağılımına mevsimsel değişimin etkisi vurgulanmıştır. Multidisipliner bir çalışma olması ve farklı disiplinleri bir araya getiren verilerin hem nicel hem nitel özelliklerini ele alabilmesi özelinde, CBS’den yararlanılmıştır. Plastik atıkların toplanması için seçilen istasyonlar, CBS yardımı ile koordinatlandırılmıştır. Bu amaçla, Google Earth kullanılarak altlık oluşturulmuş ve plaj transeksiyonu metodu ile istasyonlar belirlenmiştir.

## 2. GENEL KISIMLAR

Yaygın kullanımı olan plastiklerin doğada sıkça rastlanıyor olması global bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı yollardan sucul alanlara ulaşan plastikler, trofik seviyelerde bioakümülyasyonla çoğu kez ölümlere ya da fiziksel harabiyete neden olabilmektedir. Plastiklerin hem boyut ve hem de yapısal farklılıkları, ekosistemlerde de farklı araştırmaların yapılmasını gerektirmektedir. Bu tez çalışmasında, boyutlarına göre sınıflandırılan plastikler ve denizel ortama giriş yolları, etkiledikleri alanlar ayrı başlıklarda sunulmuştur.

### 2.1. PLASTİKLERİN BOYUTLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Sınıflandırma, plastik atık ve kaynaklarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Plastik atıklar genellikle belirli bir amaç doğrultusunda sınıflandırılarak belirlenmektedir. Boyutlarına göre plastikler; makro- (>2.5 cm çapında), meso- (0.5-2.5 cm çap) ve mikro- (<5mm çap altında) plastik olarak kategorize edilmektedir (Şekil 2.1) (Lippiatt ve diğ., 2013).



Şekil 2.1: Önerilen tekniklerle örneklenen boyut aralıkları (Lippiatt ve diğ., 2013)

Makroplastikler çok uzun zamandır çevresel endişe olarak görülürken, mikroplastikler (küçük plastik parçaları, lifler ve granüller) sadece yüzyılın başından beri kendi başlarına bir kirletici olarak kabul görmüşlerdir. Mikroplastikler şimdiye kadar çalışmadan çalışmaya değişen sayıda boyut aralıkları ile atfedilmiştir. Bu tutarsızlık, mikroplastik verilerini karşılaştırırken sorun yaratır ve bilimsel bir standart oluşturmak giderek önem kazanmaktadır. Son zamanlarda ise, insan gözünün görebileceği küçük plastik parçaları ile sadece mikroskopla incelenerek fark edilebilen plastiklerin ayrılması için “mesoplastik” teriminin de eklenmesi önerilmiştir.








Makroplastiklerden sonra gelen mesoplastikler üzerinde yapılan çalışmalarda, mesoplastik ile mikroplastik konsantrasyonlar arasında güçlü bir korelasyon tespit edilmiştir (Faure ve diğ., 2015). Bazı plastikler deniz ortamlarında büyük parçalar halinde kalırken, bazıları çeşitli faktörler nedeniyle daha küçük parçalara dönüşmektedir. Bu konuda bir fikir birliği olmamasına rağmen, bu büyüklükler, genellikle 5 mm'nin altında, denizdeki toplam plastik miktarının % 92'sinden oluşur ve mikroplastik olarak adlandırılmaktadır (Gündoğdu ve Çevik 2017). Mikroplastikler, orijinal olarak küçük ebatla üretildiklerinde birincil mikroplastik (primer) olarak sınıflandırılırlar. Makro/mesoplastiklerden UV ışını, deniz suyu bileşenleri vb. nedenler ile parçalanmışlar ise; ikincil mikroplastik olarak tanımlanırlar (GESAMP, 2016). İkincil mikroplastikler kendi arasında büyüklük, şekil, renk ve polimer tipi bakımından farklılık göstermektedir (Lehtiniemi ve diğ., 2018).

## **2.2. PLASTİKLERİN POLİMER YAPILARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI**

Özellikle dünyada yaygın kullanımda olan plastikler, polimer yapıları gereği polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS), polivinilklorür (PVC) poliamid (PA), polietilen tereftalat (PET), polivinil alkol (PVA) olarak sıralanabilir. Alışverişlerde kullanılan poşetlerin neredeyse tamamı plastik kökenlidir. Ancak insanların hayatını kolaylaştıran ve tehdit unsuru olarak görünmeyen bu materyaller maalesef denizel ekosistemde canlılar için tehdit oluşturmaktadır (Wright ve diğ., 2013).

Plastikler polimer yapılarına göre sınıflandırıldığında kullanım alanlarına göre de kategorize etmek mümkündür. Şekil 2.2 de sembolleri, kısaltmaları ve kullanım alanlarına göre plastik gruplar tanımlanmaktadır.

Dünyada sıkça kullanımı olan bu ürünlerin, Amerika'da kullanım oranları değerlendirilmiş ve PET % 92,9; HDPE % 93,6; LDPE % 65,5; PP % 65,9; PVC % 64,8 olarak belirlenmiştir (URL 7).

Sembol	Kısaltma	Tam ad ve kullanımlar
	PET	Polyethylene terephthalate - Gazlı içecek şişeleri ve donmuş hazır yemek paketleri
	HDPE	High - density polyethylene - Süt ve bulaşık deterjanı şişeleri
	PVC	Polyvinyl chloride - Yemek tepsileri, yapışkan film, kabak şişeleri, maden suyu ve şampuan
	LDPE	Low density polyethylene - Taşıma çantaları ve gömlek kutuları
	PP	Polypropylene - Margarin küvetleri, mikrodalga yemek tepsileri
	PS	Polystyrene - Yoğurt kapları, köpüklü et ve balık tepsileri, hamburger kutuları ve yumurta kartonları, otomat bardakları, plastik çatal bıçak takımı, elektronik eşya ve oyuncak için koruyucu ambalajlar
	Other	Yukarıdaki kategorilerin hiçbirine girmeyen diğer plastikler. Örneğin melamin, genellikle plastik tabaklarda ve kaplarda kullanılır

Şekil 2.2: Plastiklerin sembolleri, kısaltmaları ve kullanım alanları

### 2.3. MAKRO VE MESOPLASTİKLERİN DENİZ ORTAMINA GİRİŞİ

Deniz ortamındaki makroplastikler hem estetik bir sorun, turist endüstrisi için ekonomik kayıp ve hem de çok sayıda deniz endüstrisi için (Ör.: denizcilik, balıkçılık, enerji üretimi) uzun zamandır tehlike yaratmaktadır (Barnes ve diğ., 2009). Makro ve mesoplastikler; balıklar, deniz memelileri ve deniz kuşları gibi canlıların bünyelerine alınması sonucunda ölümlerine sebep olabilmektedir. Yoğunluğu suyun yoğunluğundan az olan plastik parçaları, deniz ortamlarına giderek oradaki doğal ekolojik dengeyi bozmaktadır.

Ayrıca denizlerdeki plastik kirliliğine önemli ölçüde katkısı bulunan deniz taşımacılığı, deniz ortamındaki baskın plastik kaynağı olmaya devam etmektedir. Tahliye bitimi geminin ambarlarını temizlerken (süpürme ve yıkama) oluşan atıklar, yükleme ve tahliye esnasında gemi sahil arasında ekipman veya kullanma hatalarıyla (vinç, hortum, kreyn) oluşan kirlenmeler ve yolcuların pet şişe, naylon poşet vb. malzemeleri bilinçsizce denize atmalarından kaynaklanan kirlenmeler örnek gösterilmektedir (URL 8).

Tüm deniz kaplumbağalarının %86'sı, tüm deniz kuşlarının % 44'ü ve deniz memelilerinin % 43'ü dâhil olmak üzere dünya çapında en az 267 tür etkilemektedir (Laist, 1997).

Makroplastiklerin deniz ekosistemini içine alan deniz kuşları, deniz memelileri ve balıklar gibi canlıların ölümlerine kadar sonuçlanan etkilerini araştırmak üzere yapılan çalışmalardan (URL 9) birine ait görüntülerde (Şekil 2.3) tehlikenin ciddiyeti görülebilmektedir.

Genel bir ifade ile mikroplastikler; boyu 5mm'den küçük olan plastik parçacıklar olarak tanımlanabilmektedir. Çok küçük boyutlu mikroplastik partiküller filtrelemeden ve hiçbir engelle karşılaşmadan denizlere veya göllere kadar kolaylıkla ulaşabilmektedir (Desforges ve diğ., 2015). Mikroplastiklerin bir diğer deniz ortamına taşınımı ise plastik atıkların fiziksel aşınmalarla mikroplastiklere parçalanması ve bu mikroplastiklerin kanalizasyon ve yağmur sularıyla deniz, göl ve nehirlerle kadar ulaşması şeklinde gerçekleşmektedir. Deniz canlılarının bünyesine yutarak aldığı bu mikroplastikler de makroplastik atık parçaları gibi deniz canlıları veya su kuşları tarafından besin zannedilerek bünyelerine alınmakta, çoğu zaman ölüme sonuçlanan zararlar vermelerinin yanı sıra ekolojik sistemin parçası olan besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşmaktadır (Teuten ve diğ., 2009).

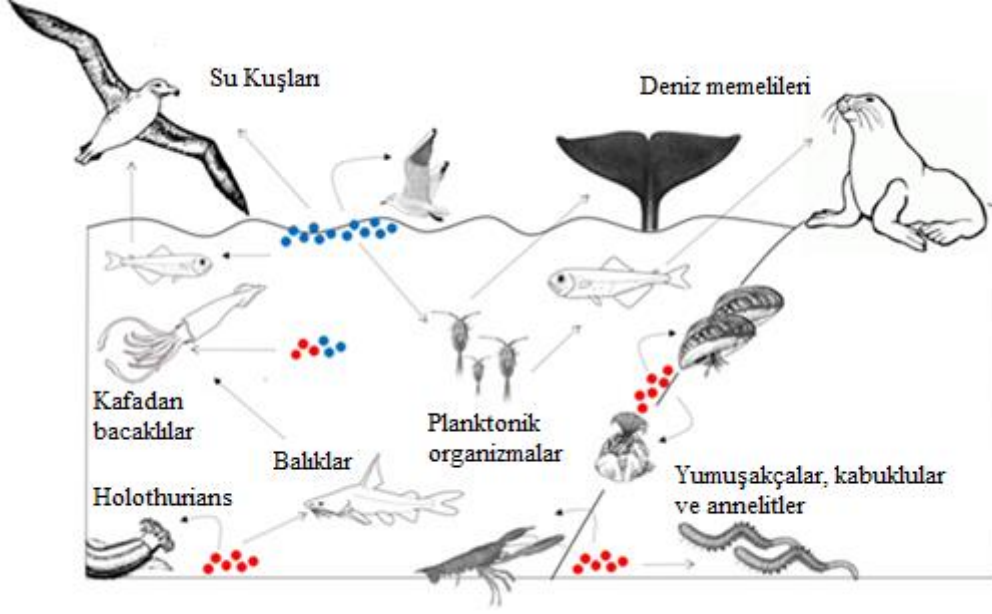


Şekil 2.3: Su kuşunun vücudunda biriken plastik ürünler (URL 9)

#### **2.4. PLASTİKLERİN DENİZEL CANLILARI ETKİLEME YOLLARI**

Deniz çöplerinin %60 ila %80'i karasal kaynaklıdır ve neredeyse tamamını plastik ambalaj atıkları oluşturur. Bu atıklar akıntılarının da etkisiyle geniş ölçeklere yayılmaktadır. Denizel çöp, doğrudan ya da dolaylı olarak denizlere ve okyanuslara transfer olan atık maddelerin gelişigüzel

bertarafından kaynaklanmakta olup, böylece sucul ekosistemlerdeki besin zincirine dâhil olurlar (Şekil 2.4) (URL 10).

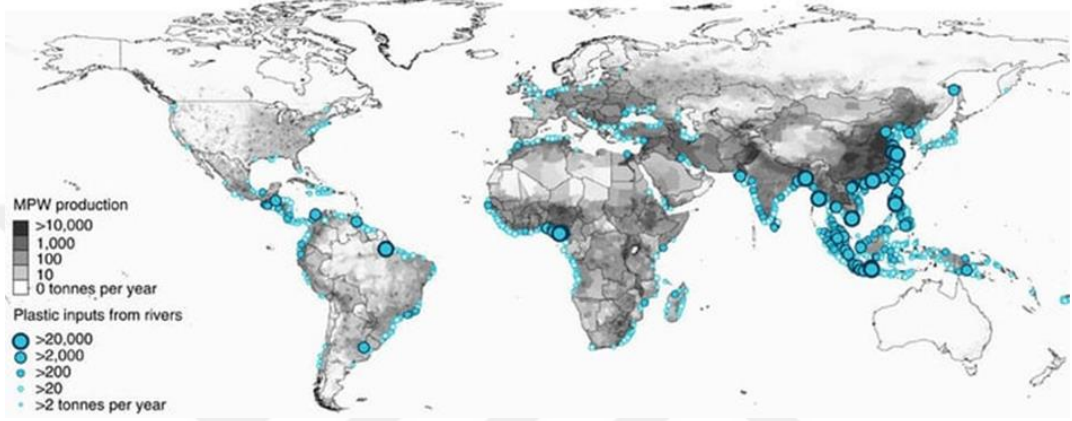


Şekil 2.4: Mikroplastiklerin besin zincirine eklenmesi (URL 10)

Ekosistemi doğrudan ve dolaylı yollarla olumsuz etkileyen plastiklerin su ortamından ayrıştırılabilmeleri çok güçtür. Özellikle renksiz, şeffaf veya mikro boyuta kadar parçalanmış olan plastikler su kaynaklarında ciddi bir görünmez tehlike haline dönüşebilmektedir. Üstelik ömürlerinin çok uzun olması, izlenmelerinin zorluğu, doğal koşulların da etkisiyle hızlı yayılabilmeleri, kirletici taşıma potansiyellerinin yüksekliği gibi özellikleri yarattıkları tehlikeyi daha da artırmaktadır.

Okyanustaki plastiklere temizlemeyi hedefleyen Ocean Cleanup Projesi, en büyük plastik taşıyıcılardan biri olan nehirler üzerinde bir araştırma yapmıştır. Ocean Cleanup Projesinin bu suyollarının milyonlarca ton plastiği denizlere ve okyanuslara taşıdığını göstermektedir. Bu araştırma, her bir nehri nüfus yoğunluğu, atık yönetimi, coğrafi koşullar ve baraj yerleşimlerine göre incelemektedir. Bu verilerle o nehrin plastik atıkları deniz ve okyanuslara taşıma potansiyellerine yanıt alınabilmektedir. Her yıl sadece okyanuslara 1,15 ile 2,41 milyon ton plastik nehirler tarafından taşınmaktadır. Okyanusa dökülen yaklaşık 40.760 nehri inceleyen araştırma, çoğunluğu Asya'da bulunan sadece 20 nehrin bu plastiğin üçte ikisini taşıdığını öne sürmektedir. Ocean Cleanup Projesinin geliştirdiği model aynı zamanda hangi aylarda daha fazla plastik taşındığını da göstermektedir (URL 11). Şekil 2.5 te görüldüğü üzere, plastik

atıkların %75'i mayıs ve ekim aylarında deniz ve okyanuslara karışmaktadır. Bu dönem yine de ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Avrupa'da Kasım ve Mayıs ayları arasında bir yükselme gözükürken, Kuzey Amerika'da Haziran ve Kasım aylarında nehirlerden plastik atık girişleri en yoğun dönemleridir (Şekil 2.5) (URL 12).



Şekil 2.5: Ükelere ait kıyusal alanların plastik yoğunlukları (Ocean Cleanup Projesinden alınmıştır.)

Türkiye denizlerinde plastik atık yoğunluğu (Şekil 2.6) incelendiğinde, Türkiye'de denizlere en çok plastik atığın karıştığı yerler: Antakya, Mersin, İzmir, Bursa, Aydın olarak tespit edilmiştir. Türkiye'nin kuzeydoğu kesimi her ne kadar büyük nehirlere sahip olmasa da sayısı fazla küçük nehirler oldukça yoğun bir şekilde Karadeniz'e plastik atıklar taşımaktadır. Harita aynı zamanda koyu ve açık renklerle işaretlenmiştir. Ocean Cleanup Projesinin modeline göre bu renk seçkisi çöplerin değerlendiriliş şeklini göstermektedir. Doğaya karışan veya düzgün bir şekilde atık yönetimi sağlanmayan plastik atıkların sayısı arttıkça renkler daha da koyulaşmaktadır. Bu "yanlış değerlendirilmiş atıklar" maalesef Türkiye'nin geneline yayılmış durumdadır (URL 11).

Türkiye'de plastik geri dönüşümü ve atık yönetimi hakkında sağlıklı bir veri bulmak oldukça zordur ancak birçok çalışma Ocean Cleanup Projesinin modellerini doğrulamaktadır. Akdeniz'deki plastik kirliliği inceleyen bir araştırma bir kilometrelik alanda yüzen bir insanın 300 adet plastik parçası yutabileceğini, karaya vuran büyük canlıların midelerinden büyük poşet parçaları ve çuvalar çıktığını ortaya koymuştur (URL 11).





Şekil 2.6: Türkiye kıyısız alanlarında plastik atık yoğunluğu (URL 13)

## 2.5. ANTROPOJENİK DENİZ ATIKLARI TESPİTİNE YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Çalışma hayatının yoğun mesaiyeri getirdiği ve sosyal yapının kadın çalışan toplum olarak değiştiği 90'lı yıllarda; hem evlerde hem de ofislerde tek kullanımlık paketlerin kullanımında artışlar yaşanmıştır. Özellikle içecek ambalajları büyük oranda camdan plastiğe geçiş yapmıştır. Yaşam alışkanlıklarındaki bu değişimle birlikte; plastik köpük ambalajlar yiyecek paketleme ve servisleme işlemlerinde çok yaygın hale gelmiş, alışverişlerde dayanıklılık ve kolay kullanım gereği plastik poşet kullanılmaya başlanmıştır. Ancak doğada parçalanması uzun yıllar gerektiren bu tip atıklar giderek problem haline gelmiş, sürüklenen ve sucul alanlara ulaşan atıkların tahribatı görünür boyutlara ulaşmıştır (ICC, 2017).

Uluslararası Kıyı Temizliği Kampanyası, ilk olarak "The Ocean Conservancy" adlı sivil toplum kuruluşu tarafından 1986 yılında, ABD'nin Texas eyaletinde 2800 gönüllünün 124 ton atık toplaması ile başlamıştır. Gördüğü yoğun ilgi sonrası önce ABD eyaletlerine ve daha sonra tüm dünyaya yayılarak uluslararası bir nitelik kazanan kampanya, International Coastal Cleanup (ICC) adını almıştır. Uluslararası Kıyı Temizliği Kampanyası'nda toplanan her atık kayıt altına alınarak tür ve kaynağına göre istatistiği yapılmakta ve kampanyaya katılan Ulusal ve Uluslararası tüm ülkelere bir rapor halinde sunulmaktadır. Bu rapor sonucunda, dünya genelinde denizlerdeki kirliliğin kaynakları ve atıkların yıllara göre gösterdiği değişkenlik

saptanabilmektedir. Tüm dünyadan gelen verilerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda da alınması gereken önlemler tespit edilerek çöpsüz denizler için çalışmalar yürütülmektedir.

Artan antropojenik deniz atıklarına paralel olarak yapılan araştırmalar da artmaktadır. Özellikle birçok ülkede gerçekleştirilen sahil araştırmaları, gönüllü katılımcıların yer aldığı plaj-sahil temizleme etkinlikleri, konu ile ilgili konferans ve paneller bilinçlendirme konusunda etkin olmuştur.

En önemli etkinliklerden biri de, “Uluslararası Kıyı Temizlemeyi” (International Coastal Cleanup) ve Dünyayı Temizlemeyi (Clean Up the World) birimlerini kuran uluslararası bir organizasyon olan ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından desteklenen ve sık sık temizlik faaliyetlerini yürüten bir organizasyon olan “Okyanus Koruma Örgütü” (The Ocean Conservancy) örneğidir. Sahil temizliği ve anket çalışmalarına toplum katılımı, bunu halkın bilinçlendirilmesi için önemli bir strateji olarak gören birçok yazar tarafından değerli görülmüştür. Gönüllü katılımı aynı zamanda kapsamlı örneklemi kolaylaştırmış ve böylece daha geniş bir alandan daha fazla bilgi elde edilmesine yardımcı olmuştur (Bravo ve diğ., 2009).

Uluslararası Kıyı Temizleme 2018 yılında (Building a clean swell) adlı raporu Amerika Birleşik Devletleri’nde 47 eyalet ile Türkiye’nin de aralarında bulunduğu dünya genelinde 108 ayrı ülkede yapılan çalışmalar açıklamıştır (ICC, 2018).

Çalışma kapsamında 789.138 kişi görev almış 9.285.600 kg ağırlığında 20.824.689 adet atık 30.472 km’lik kıyı şeridinden toplanmıştır. Dünya genelinde deniz üzerinde bot ile yapılan atık toplama çalışmasında ise 3.754 kişi görev almış, 68.473 kg ağırlığındaki 68.755 adet atık 1.050 km mesafede toplanmıştır. Su altında yapılan atık toplama faaliyetinde ise dünya genelinde 5.707 dalışçı katılmış, su altında 516 km’de 77.137 kg ağırlığında 59.380 adet atık toplanmıştır. 2,5 cm’den küçük parçaların dağılımına bakıldığında 2.326.892 adet köpük parçalar ile köpük atıkların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Köpüğün ardından 1.933.146 adet ile plastik parçalar ve ardından 459.249 adetle cam parçaların geldiğini bilinmektedir. (ICC, 2018).

Tablo 2.1: Ülke kıyılarından toplanan atık adedi dağılımı (ICC, 2018)

Ülkeler	Sigara İzmariti	Yiyecek Ambalajları	Plastik İçecek Şişeleri	Plastik Şişe Kapakları	Plastik Pazar Poşetler	Diğer Plastik Poşetler	Pipetler, Karıştırıcılar	Plastik Tabaklar	Diğer Plastik Kapaklar	Köpük Taşıma Kapları
Türkiye	6.440	727	593	830	110	108	20	—	—	—
Kanada	148.638	23.910	13.799	17.559	152	12.490	8.026	148	110	7.608
Kosta Rika	156	227	27.025	6.088	83	7	2.937	35	73	47
Almanya	12.712	3.799	521	957	375	352	467	262	530	100
Hindistan	24.408	27.674	36.397	28.643	72.550	51.538	14.961	26.190	17.223	17.770
Norveç	531	4	2.950	704	625	584	61	299	249	219
Hollanda	3.733	3	4	8.005	5	—	3	1	5	3
Singapur	20.355	9.379	18.238	6.564	4.604	7.986	14.227	3.020	1.838	2.454
Avustralya	8.632	5.580	453	624	1.197	31	3.641	76	3.456	24

Tablo 2.1 incelendiğinde, ülkeler bazında plastik çeşitlerinin en fazla Hindistan’da bulunduğu, en az plastik çeşitlerinin ise Hollanda da bulunduğu görülmektedir. Türkiye’de yaklaşık 2 km’lik alan taranmıştır. Bu taramada plastik tabaklar, diğer plastik kapaklar ve köpük taşıma kapları bulunmamıştır. Bulunan atık çeşitlerine göre en fazla atık çeşidinin sigara izmaritleri olduğu görülmektedir.

Ayrıca Ocean Conservancy örgütünün yapmış olduğu toplama etkinliklerinin dışında oluşturmuş olduğu yeni bir uygulama olan Clean Swell sayesinde, dünyanın en büyük deniz atıkları veri tabanına hayati veriler eklenmekte, böylece okyanusları iyileştirme çalışan küresel bir topluluğun oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu veri tabanı bilim adamları, koruma grupları, hükümetler ve endüstri liderleri tarafından okyanus atıklarını incelemek ve bu atıkların plajlarımıza ulaşmasını engellemek için kullanılmaktadır (ICC 2018).

“Uluslararası Kıyı Temizliği (International Coastal Cleanup – ICC) Kampanyası” kapsamında her yıl Türkiye dâhil 100’den fazla ülkede yüzbinlerce gönüllü eşzamanlı olarak deniz kıyılarına akın etmektedir. Türkiye’de 2002 yılından bu yana TURMEPA koordinatörlüğünde yürütülmektedir. Uluslararası Kıyı Temizliği Kampanyası çerçevesinde her yıl üç denizimizin kıyılarını temizlemek için kolları sıvayan TURMEPA, yüzlerce gönüllünün katıldığı bu etkinliklerle deniz kirliliğine dikkat çekmeyi ve deniz temizliğinin önemi konusunda bilinç kazandırmayı amaçlamaktadır (URL14).

Uluslararası Kıyı Temizliği Kampanyası’nın Türkiye koordinatörü olarak TURMEPA, toplanan atıklara ait verileri her sene etkinliğin ana yürütücüsü Ocean Conservancy’nin

çevrimiçi bilgi bankasına işlemektedir. Tüm dünyada toplanan bu bilgiler sayesinde uzmanlar, kıyıların ne tür aktivitelerle kirlendiğini ve ne tür tehlikelere maruz kaldığını belirleyerek otoritelere çözüm yöntemleri geliştirilmesi için projeler sunmaktadır (URL 14).

2018 Faaliyet raporlarına göre, Coca Cola Foundation desteğiyle çalışmalarına Mayıs ayında başlamış ve yılsonuna kadar 36.600 kg atık toplamıştır. ‘Kıyı Temizleme Hareketi’ ile temiz deniz mücadelesine kişi ve kurumların gönüllü katılımını teşvik etmeyi amaçlayan TURMEPA, düzenlediği etkinlikler ile şirketlerin/okulların kurumsal duyarlılığını deniz ve kıyıların korunması yönünde enerjiye dönüştürmeyi hedeflemektedir. 2018 yılında, 9 kurumun (YPO-Young Presidents Organization, Pernod Ricard-MEPTUR, Danone, Aon, Dialog Semiconductor, Aras Kargo, Akbank, SETUR) çalışanlarından oluşan 686 gönüllüyle, 3 farklı ilde, 11 kıyı temizliği gerçekleştirmiş ve kıyılarımızdan 1.200 kg atık toplayarak geri dönüşüme kazandırmıştır. Ayrıca 6 farklı ilde, yalnızca gönüllülerimizin katılımıyla gerçekleşen kıyı temizleme etkinlikleriyle (Dünya Balık Göçü Günü, Clean Up The Med, ICC ve Dünya Çevre Günü) toplam 505 gönüllü ile 1.500 kg atık toplanmıştır (TURMEPA, 2018).

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. ÖRNEKLEME BÖLGESİ

Marmara Denizi'ne kıyısı olan ve yaklaşık 17 milyon nüfusu barındıran İstanbul'un güney batı sahillerinde, rekreasyonel olarak sıkça kullanılan ve İstanbul'un etkin kumsallarından olan 4 farklı alan çalışma alanları olarak seçilmiştir ( Selimpaşa Plajı – Kumburgaz Plajı – Büyükçekmece Plajı – Florya Güneş Plajı ) (Şekil 3.1). Böylece İstanbul'un en yoğun halk plajları arasında karşılaştırma yapabilmeye imkânı sağlanmış olur. Bu örnekleme mevsimsel olarak 4 farklı dönemde seçilen noktalardan numune alma şeklinde yürütülmüştür. Örnekleme zamanı ve izleme sıklığı belirlenirken, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Laboratuvar Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı'nın Deniz İzleme Çalışmaları'na dair hazırladığı bildiri esas alınmıştır.



Şekil 3.1: İstanbul kıyısındaki seçilen halk plajları (Google Earthten uyarlanmıştır.)

Ayrıca örnekleme bölgesini oluşturan bu istasyonlar belirlenirken, insanların yüzmeye ve rekreasyon alanları olarak özellikle yaz aylarında ve tatil dönemleri nedeniyle tercih ettikleri sahil şeritleri seçilmiştir. Bu sahillerin halk plajları olması, bölgeye talebi arttırdığı için faaliyetleri ve dolayısıyla kaynağın etkisini artırmış olacaktır. Veri toplama dönemlerinde makro, meso ve mikro plastiklere dair daha geniş bir numune skalası elde etmek; analiz sırasında çeşitli örnekleri inceleyebiliyor olmak ve sonrasında daha verimli sonuçlar elde

ederek geniş bir karakterizasyon analizi yapabiliyor olmak adına belirlenen istasyonlar uygun bulunmuştur.

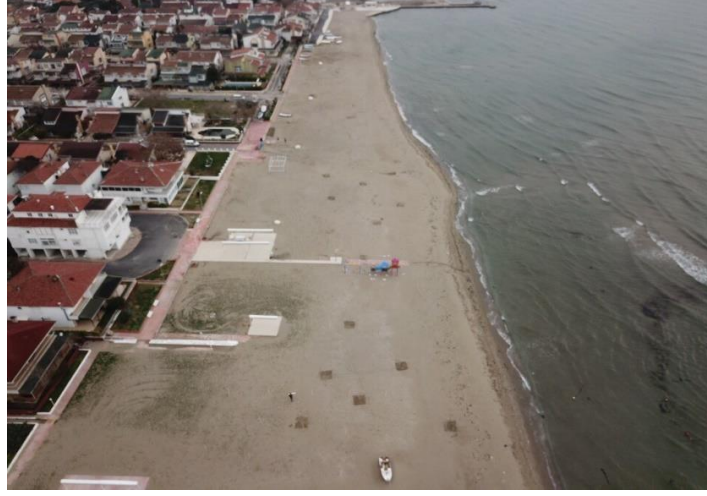
### **3.2. KIYISAL ALAN ÖRNEKLERİNDE MAKRO VE MESOPLASTİK TESPİTİ**

Kıyusal alanlarda, antropojenik kökenli etkenler nedeniyle yaşanan kirlenmelerin temizliği her ülkede farklı birimlerce yürütülmektedir. ABD’de bu koordinasyonu Deniz Koruma Merkezi (CMC) 1986’dan beri yürütmektedir. CMC toplanan tüm döküntülerin sınıflandırmasını yaparak 8 kategoride 85 döküntü ögesini listelemektedir (URL 15). En sıklıkla rastlanan 12 öge; sigara izmaritleri, kâğıt parçaları, plastik parçaları, strafor, cam parçaları, plastik gıda torbaları, plastik kapaklar, metal içecek kutuları, plastik pipetler, cam içecek kutuları, plastik içecek şişeleri, strafor bardaklar olarak sıralanmaktadır. Bu sıralamada dikkati çeken, listenin neredeyse 8 ögesinin plastik içeren ambalaj ürünleri ve atıklar olması ve direkt denize ulaşabilecek nitelikli olmasıdır. Bu çalışmada da, istasyonların kıyusal alanlarında yapılan makro örneklemelede, benzer bir sınıflandırma ile karşılaştırma yapılmıştır.

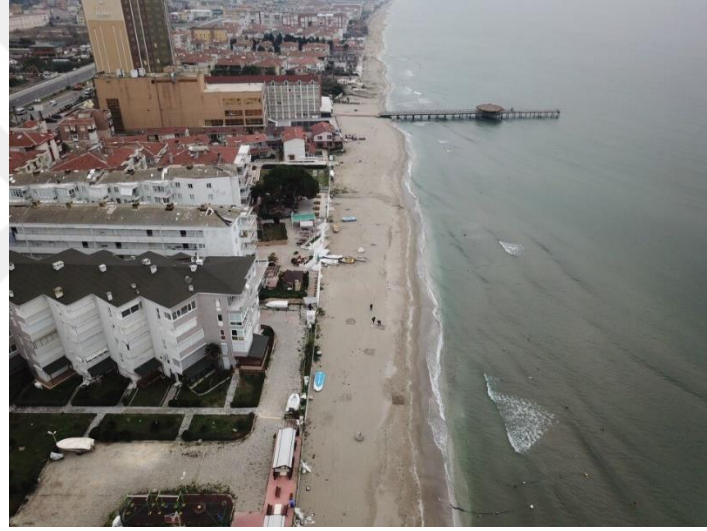
### **3.3. ÇALIŞMA METODOLOJİSİ**

#### **3.3.1. Alan Uygunluğunun Belirlenmesi**

Alanlarda İHA (Drone, Djı Mavic Pro) uçuşu gerçekleştirilmiştir. Böylelikle uygun alanlar tanımlanmış ve çalışmaya ait istasyonlara karar verilmiştir (Şekil 3.2, 3.3, 3.4). Seçilen 3 plaja ait istasyon bölgeleri İHA (Drone) ile görüntü alınarak tanımlanmıştır. Sadece Florya plajında İHA ile görüntüleme yapılamamıştır. Bu plaj alanında uçuşlar güvenlik nedeniyle sınırlı ve özel izinler dâhilinde yapılabilmektedir. Bilimsel amaçlı dahi bölge üzerinde uçuşlara izin verilmemektedir. Bu nedenle bölge yerinde araştırma yapılarak ve CBS’den yararlanılarak koordinatlandırılmıştır.



Şekil 3.2: Selimpaşa plajı istasyonların belirlenmesi



Şekil 3.3: Kumburgaz plajı istasyonların belirlenmesi



Şekil 3.4: Büyükçekmece plajı istasyon belirlenmesi

### 3.3.2. Plaj Transeksiyonu Yöntemi

Örneklemede kullanılan metod için, sahada her biri 5 m genişliğinde 50 m uzunluğunda en az iki geçiş yolu seçilmiştir (Noik ve Tuah, 2015). Bu yollar üzerinde alanı temsil niteliği yüksek olan istasyonlar coğrafi bilgi sistemleri yardımı ile belirlenmiştir. Plastik atıkların güvenilir bir şekilde tahmin edilmesini amaçlayan alanlar, ön çalışma ile görsel olarak belirlenmiş yüksek ve düşük kirli alanları da kapsamaktadır. İstasyonların belirlenmesinde “plaj transeksiyonu” yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3.5) (Martins ve Sobral, 2011).

GPS (Garmin Etrex el tipi GPS) yardımı ile kumsal alandaki istasyonların belirlenmesini ve koordinatlarının alınması ilk aşamadır. Bu coğrafi teknik ile örneklemelemede, zamansal değişimlerin ortaya konulabilmesi imkânı bulunmuştur.



Şekil 3.5: Plaj transeksiyonu yönteminin alanda uygulanması (Florya plajı örneği)

Selimpaşa plajında 1’i merkez olmak üzere 13 istasyon (Şekil 3.6) belirlenmiştir. İstasyonlardan 4 tanesi deniz kenarında, 5’i ortada ve 4 tanesi ise yol kenarında yer almaktadır. Merkezin sağ ve sol tarafında 6’şar adet istasyon yer almaktadır. İstasyonlara ait koordinatlar tablo 3.1 de verilmiştir.



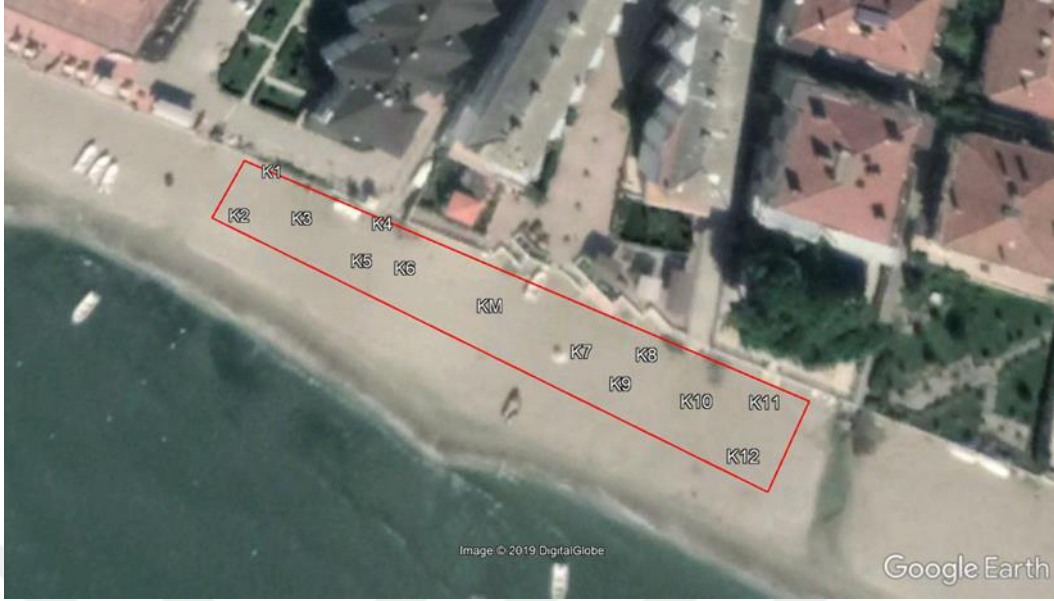


Şekil 3.6: Selimpaşa plajında belirlenen alan ve istasyonlar

Tablo 3.1: Selimpaşa plajı istasyonlarına ait kod ve koordinatlar

İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları
SM	41° 3'27.87"K - 28°20'41.09"D
S1	41° 3'28.54"K - 28°20'39.48"D
S2	41° 3'27.89"K - 28°20'39.25"D
S3	41° 3'28.15"K - 28°20'39.64"D
S4	41° 3'28.34"K - 28°20'40.03"D
S5	41° 3'27.82"K - 28°20'39.85"D
S6	41° 3'28.01"K - 28°20'40.41"D
S7	41° 3'27.70"K - 28°20'41.86"D
S8	41° 3'27.89"K - 28°20'42.38"D
S9	41° 3'27.37"K - 28°20'42.19"D
S10	41° 3'27.56"K - 28°20'42.58"D
S11	41° 3'27.85"K - 28°20'42.98"D
S12	41° 3'27.20"K - 28°20'42.75"D

Kumburgaz plajında da 1'i merkez olmak üzere 13 istasyon (Şekil 3.7) belirlenmiştir. İstasyonlardan 4 tanesi deniz kenarında, 5'i ortada ve 4 tanesi ise yol kenarında yer almaktadır. Merkezin sağ ve sol tarafında 6'şar adet istasyon yer almaktadır. İstasyonlara ait koordinatlar tablo 3.2 de verilmiştir.



Şekil 3.7: Kumburgaz plajında belirlenen alan ve istasyonlar

Tablo 3.2: Kumburgaz plajı istasyonlarına ait kod ve koordinatlar

İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları
KM	41° 2'11.29''K - 28°26'7.93''D
K1	41° 2'11.92''K - 28°26'6.57''D
K2	41° 2'11.70''K - 28°26'6.40''D
K3	41° 2'11.69''K - 28°26'6.78''D
K4	41° 2'11.62''K - 28°26'7.21''D
K5	41° 2'11.49''K - 28°26'7.16''D
K6	41° 2'11.46''K - 28°26'7.42''D
K7	41° 2'11.09''K - 28°26'8.53''D
K8	41° 2'11.08''K - 28°26'8.78''D
K9	41° 2'10.95''K - 28°26'8.69''D
K10	41° 2'10.88''K - 28°26'9.12''D
K11	41° 2'10.88''K - 28°26'9.51''D
K12	41° 2'10.65''K - 28°26'9.37''D

Büyükçekmece plajında da 1'i merkez olmak üzere 13 istasyon (Şekil 3.8) belirlenmiştir. İstasyonlardan 4 tanesi deniz kenarında, 5'i ortada ve 4 tanesi ise yol kenarında yer almaktadır. Merkezin sağ ve sol tarafında 6'şar adet istasyon yer almaktadır. İstasyonlara ait koordinatlar tablo 3.3 te verilmiştir.



Şekil 3.8: Büyükçekmece plajında belirlenen alan ve istasyonlar

Tablo 3.3: Büyükçekmece plajı istasyonlarına ait kod ve koordinatlar

İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları
BM	41° 0'59.58"K - 28°35'21.80"D
B1	41° 1'0.46"K - 28°35'20.07"D
B2	41° 1'0.02"K - 28°35'19.82"D
B3	41° 1'0.07"K - 28°35'20.41"D
B4	41° 1'0.03"K - 28°35'20.94"D
B5	41° 0'59.79"K - 28°35'20.80"D
B6	41° 0'59.75"K - 28°35'21.34"D
B7	41° 0'59.41"K - 28°35'22.26"D
B8	41° 0'59.37"K - 28°35'22.80"D
B9	41° 0'59.13"K - 28°35'22.66"D
B10	41° 0'59.09"K - 28°35'23.20"D
B11	41° 0'59.14"K - 28°35'23.77"D
B12	41° 0'58.70"K - 28°35'23.53"D

Florya plajında ise 1'i merkez olmak üzere 17 istasyon (Şekil 3.9) belirlenmiştir. İstasyonlardan 5 tanesi deniz kenarında, 7'si ortada ve 5 tanesi ise yol kenarında yer almaktadır. Merkezin sağ ve sol tarafında 7'şer adet istasyon, merkezin altında ve üstünde 1'er adet istasyon yer almaktadır. İstasyonlara ait koordinatlar tablo 3.4 te verilmiştir.



Şekil 3.9: Florya plajında belirlenen alan ve istasyonlar

Tablo 3.4: Florya plajı istasyonlarına ait kod ve koordinatlar

İstasyon Kodu	İstasyon Koordinatları
FM	40°58'14.05"K - 28°47'21.94"D
F1	40°58'15.45"K - 28°47'19.42"D
F2	40°58'14.72"K - 28°47'18.96"D
F3	40°58'14.87"K - 28°47'19.78"D
F4	40°58'15.09"K - 28°47'20.30"D
F5	40°58'14.38"K - 28°47'19.85"D
F6	40°58'14.52"K - 28°47'21.10"D
F7	40°58'14.26"K - 28°47'20.92"D
F8	40°58'14.41"K - 28°47'22.16"D
F9	40°58'13.70"K - 28°47'21.72"D
F10	40°58'13.81"K - 28°47'22.92"D
F11	40°58'13.59"K - 28°47'22.78"D
F12	40°58'13.70"K - 28°47'23.60"D
F13	40°58'13.25"K - 28°47'23.33"D
F14	40°58'13.38"K - 28°47'23.76"D
F15	40°58'13.49"K - 28°47'24.62"D
F16	40°58'12.79"K - 28°47'24.17"D

### 3.3.3. Örneklerin Alınması ve Değerlendirilmesi

Kıyısal alandaki plastik örneklemeleri için, GPS yardımı ile belirlenen nokta merkez olacak şekilde; 2x2m<sup>2</sup>'lik alan ölçütü istasyona yerleştirilmiştir. Örneklerin toplanmasında, tırmık

yardımıyla yaklaşık 1 cm derinliğe inilerek tarama yapılmış, elek içinde toplanmış ve fotoğraflanmıştır (Şekil 3.10). Tüm istasyonlardan toplanan atıklar paketlenip, istasyon bazında isimlendirilerek analiz için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.10: İstasyonlarda örnek alma metodunun uygulanması (Örnek: Selimpaşa plajı)

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Çevre Mikrobiyolojisi Laboratuvarı'na getirilen ve istasyon isimlerine göre gruplara ayrılan örneklerde önce toplanan atığın tamamı tartılmıştır. Ağırlık ölçümleri alınan toplam atıklar CMC döküntü sınıflandırmasına göre 8 kategoride tiplendirilmiştir (URL 15). Örnekler atık cinsine göre; toplam atık-plastik atık ve diğer atıklar olmak üzere gruplandırılmış ve DAFOR skalasına göre tanımlanmıştır. Ardından tüm plastik atıklar ayrıntılı analizleri yapılmak üzere farklı değerlendirmeye alınmıştır.

Plastik atıkların ölçüm işlemlerine boyutları ile başlanmış; milimetrik ölçümleri kaydedilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Atıkları tiplendirme ve boyut karakterizasyonu (Örnek: Selimpaşa S2)

Fiziksel karakterizasyonları yapılan tüm plastikler, zaman-alan farklılıkları açısından istatistiksel olarak da değerlendirilmiştir. Lippiatt ve diğ., (2013) çalışması esas alınarak, atıkların alandaki dağılım belirlenmesinde, alan başına makro atık madde konsantrasyonu (atık ögeler.  $m^{-2}$ ) hesaplanmıştır (Denklem 3.1).

$$C = N / (w \times L) \quad (3.1)$$

C = atık ögelerinin konsantrasyonu (atık ögeler.  $m^{-2}$ )  
 N = gözlemlenen makro atık ögelerin sayısı  
 w = kesit çıkarma genişliği (m)  
 L = kesit çıkarma uzunluğu (m)

Birçok araştırmacı, yapılan çalışmalar arasında metod ve verilerin karşılaştırılması açısından zorluklara dikkat çekmiştir (Ivar do Sul ve diğ., 2007). Büyük oranda, örnekleme ve örnek işleme protokollerinde farklılıklarına bağlı olan bu tip zorlukları engellemek ve diğer çalışmalarla doğrudan karşılaştırmalar yapmak için, en çok kullanılan ve kabul gören yöntemler ve araştırmalar bu çalışmada tercih edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Çalışma Ağustos, Ekim, Ocak ve Nisan ayları olmak üzere 4 mevsim boyunca yapılmıştır. Örnekleme iklimsel abiyotik faktörler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Selimpaşa Plajının alanı 3.435 m<sup>2</sup>, Kumburgaz Plajının alanı 1.784 m<sup>2</sup>, Büyükçekmece Plajının alanı 2.685 m<sup>2</sup> ve Florya Plajının alanı 7.130 m<sup>2</sup> olduğu hesaplanmıştır. Toplanan tüm atıkların tür, boy ve ağırlıklarına göre analiz yapılmış ve ortaya çıkan sonuçlar tablo ve şekillerle açıklanmıştır.

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Mikrobiyolojisi Laboratuvarı'na getirilmiş, istasyon isimlerine göre gruplara ayrılmıştır. Belirlenen istasyonlarda toplana atığın tamamı tartılmış, boyut analizi yapılmış ve değerler kaydedilmiştir. Ardından toplam atığın içerisinde plastik atıklar, makro ve mesoplastik gruplarına ayrılarak işlemler tekrarlanmıştır. Böylece toplam atığın içindeki plastik, makroplastik ve mesoplastik yüzdeleri belirlenmiştir.

Elde edilen veriler ışığında, istasyon farkı gözetmeksizin, tüm istasyonlarda toplanan atıkların makroplastik/m<sup>2</sup> ve mesoplastik/m<sup>2</sup> dağılımı Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1: Toplanan plastik atıkların metrekare başına düşen adet miktarları

MEVSİM	Selimpaşa Plajı		Kumburgaz Plajı		Büyükçekmece Plajı		Florya Plajı	
	Makro/m <sup>2</sup>	Meso/m <sup>2</sup>	Makro/m <sup>2</sup>	Meso/m <sup>2</sup>	Makro/m <sup>2</sup>	Meso/m <sup>2</sup>	Makro/m <sup>2</sup>	Meso/m <sup>2</sup>
<b>YAZ</b>	1,21	0,60	0,75	0,25	1,69	0,98	1,77	2,60
<b>SONBAHAR</b>	0,69	0,63	0,83	0,52	1,19	1,54	1,48	4,98
<b>KIŞ</b>	1,12	0,56	0,56	0,27	0,58	0,83	1,96	3,31
<b>İLKBAHAR</b>	0,63	0,38	0,83	1,12	0,92	0,65	2,31	2,37
<b>TOPLAM</b>	<b>3,65</b>	<b>2,17</b>	<b>2,97</b>	<b>2,16</b>	<b>4,38</b>	<b>4,00</b>	<b>7,52</b>	<b>13,26</b>

Denklem (3.1) kullanılarak hesaplanan makroplastik adetleri en yüksek 7,52 adet/m<sup>2</sup> ile Florya plajında bulurken, en düşük 2,97 adet/m<sup>2</sup> ile Kumburgaz plajında tespit edilmiştir. Buna ek olarak mesoplastik değerleri de benzer şekilde en yüksek 13,56 adet/m<sup>2</sup> ile Florya plajında iken, en düşük 2.16 adet/m<sup>2</sup> ile Kumburgaz plajında belirlenmiştir.

Elde edilen veriler ışığında, istasyon farkı gözetmeksizin, tüm istasyonlarda toplanan atıkların mevsimsel dağılımı Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2: Toplanan atıkların mevsimsel dağılımı (Ağırlık (gr) ve oran (%) analizi)

Mevsim	Toplam Atık	Diğer Atıklar		Plastik Atıklar		Makroplastik			Mesoplastik		
	Ağırlık	Ağırlık	Oran (T)*	Ağırlık	Oran (T)*	Ağırlık	Oran (T)*	Oran (P)*	Ağırlık	Oran (T)*	Oran (P)*
YAZ	927,42	674,97	72,78	252,45	27,22	215,87	23,28	85,51	36,59	3,94	14,49
SONBAHAR	401,87	229,45	57,10	172,42	42,90	130,24	32,41	75,54	42,18	10,50	24,46
KIŞ	249,44	51,22	20,53	198,22	79,47	164,91	66,11	83,20	33,32	13,35	16,81
İLKBAHAR	236,64	74,65	31,55	161,99	68,45	136,15	57,53	84,05	25,82	10,92	15,94
Genel Toplam*	1815,37	1030,29	56,75	785,08	43,25	647,17	35,65	82,43	137,91	7,60	17,57

Toplam Atık: Kategorize edilmeden toplanan atık miktarı

Diğer Atıklar: Plastik atıklar dışında kalan atık miktarı

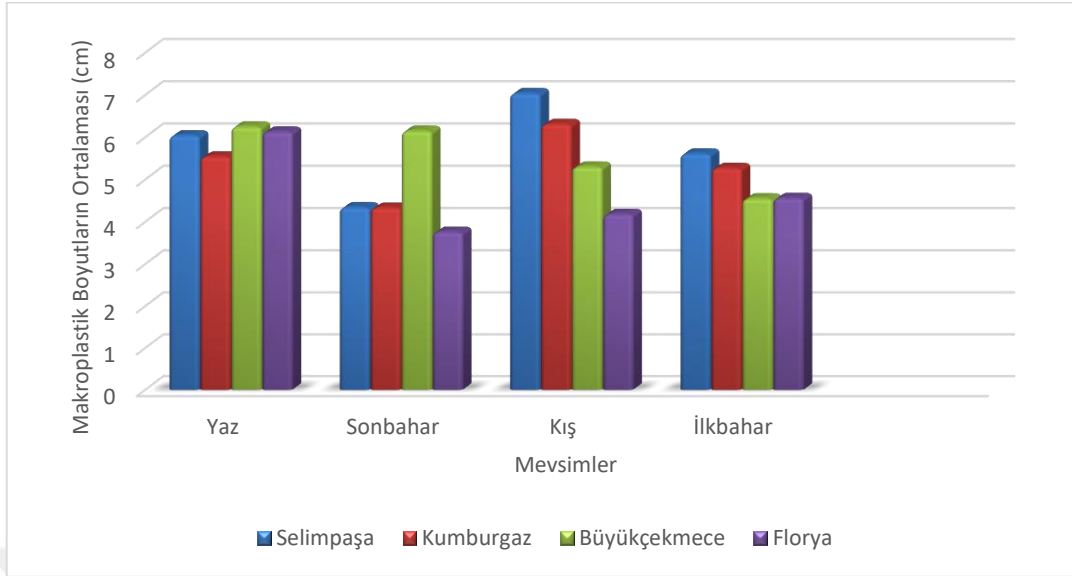
Oran (T)\*: Toplam atık içindeki oran

Oran (P)\*: Toplam plastik atık içindeki oran

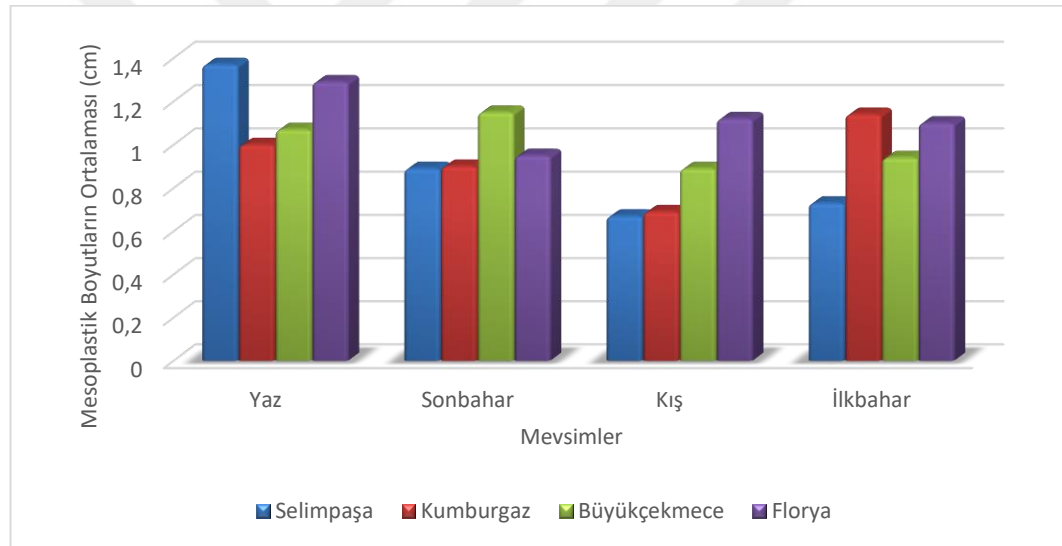
Tablo 4.2'deki verilere bağlı olarak, istasyon farkı gözetmeksizin mevsimsel farklılık dikkate alındığında, en yüksek değer 927,42 gr ile yaz mevsiminde olduğu tespit edilmiştir. Bu veriyi 401,87 gr ile sonbahar; 249,44 gr ile kış; 236,64 gr ile ilkbahar izlemiştir. Toplam atıklar içerisinde % 79,47 ile en yüksek kış mevsiminde ve % 27,22 ile en düşük yaz mevsiminde plastik atıklar rastlanmıştır. İstasyon ve mevsimsel farklılıkları gözetmeksizin genel atık miktarları değerlendirildiğinde, toplam atığın % 56,75'sini diğer atıklar, % 43,25'ini plastik atıklar oluşturmaktadır. Plastik atıkların % 82,43'ü Makroplastik iken, % 17,57'si Mesoplastik olarak belirlenmiştir.

Boyutlara göre plastik atıklar için değerlendirme yapıldığında, belirgin farklılıklar gözlenmiştir (Şekil 4.1). Ölçümlere ait ortalama değerler incelendiğinde; en yüksek değer 7,04 cm ile kış mevsimine aitken en düşük değer 3,76 cm ile sonbahar da ölçülmüştür. Şekil 4.1 incelendiğinde, yaz mevsiminde tüm kumsallarda diğer mevsimlere oranla yüksek değerlerin olduğu dikkati çekmektedir. Buna ek olarak makroplastiklerin sonbahar dönemindeki farklılığı da ön plana çıkmıştır. Kış mevsimi, boyut farkının belirgin olduğu bir dönemken, sonbaharda ise bu değerler belirgin oranda azalmaktadır.





Şekil 4.1: Makroplastik boyutların ortalamasının (cm) mevsimsel değişimi



Şekil 4.2: Mesoplastik boyutların ortalamasının (cm) mevsimsel değişimi

Mesoplastik boyutların analizlerinde de belirgin farklılıklar incelenmiştir. Ortalama değerlere göre en yüksek değer 1,37 cm ile yaz mevsimine aitken, en düşük değer 0,67 cm ile kış aylarında ölçülmüştür. Şekil 4.2 gözlemlendiğinde, yaz mevsiminde diğer mevsimlere oranla değerlerin yüksek olduğu ancak boyutları açısından tüm plajlarda birbirine yakın değerler aldığı görülmektedir. Diğer taraftan mesoplastiklerin ilkbahar dönemindeki farklılığı da ön plana çıkmaktadır. Ancak dikkati çeken kısım, makro plastiklerle meso plastiklerin istasyon bazında, kış ve ilkbahar dönemlerindeki ters dağılımlarıdır.

Genel olarak istasyonların ağırlık ve boyut analizleri ardından, istasyonlara ait özel analizler ilgili plaj başlıklarıyla sunulmuştur.

#### 4.1. SELİMPAŞA PLAJI ANALİZ SONUÇLARI

Plaja ait istasyonların belirlendiği harita Şekil 4.3 te görülmektedir. Örneklere ait sıcaklıklar 11-29° C arasında kaydedilmiştir. Bu istasyonda mevsimlere ait veriler tablolarla sunulmuştur.



Şekil 4.3: Selimpaşa plajı istasyonları

##### 4.1.1. Toplanan Atıkların Birim Alandaki Sayısal Analizi

Selimpaşa plajında toplanan atıkların istasyon bazında metrekare başına düşen makro ve mesoplastik atıklarına ait sayısal değerlendirme tablo 4.3 te gösterilmektedir.

Tablo 4.3: Selimpaşa plaj istasyonlarının metrekare başına düşen atık miktarı

Noktalar	YAZ				SONBAHAR				KIŞ				İLKBAHAR			
	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>
SM	6	1,50	5	1,25	5	1,25	3	0,75	5	1,25	7	1,75	3	0,75	2	0,50
S1	6	1,50	2	0,50	7	1,75	—	0,00	12	3,00	1	0,25	1	0,25	2	0,50
S2	8	2,00	5	1,25	3	0,75	6	1,50	1	0,25	4	1,00	7	1,75	5	0,00
S3	9	2,25	—	0,00	3	0,75	4	1,00	3	0,75	—	0,00	3	0,75	—	0,00
S4	6	1,50	—	0,00	3	0,75	1	0,25	7	1,75	1	0,25	4	1,00	—	0,00
S5	3	0,75	3	0,75	2	0,50	3	0,75	4	1,00	—	0,00	3	0,75	5	1,25
S6	7	1,75	3	0,75	3	0,75	—	0,00	8	2,00	2	0,50	1	0,25	3	0,75
S7	7	1,75	2	0,50	3	0,75	3	0,75	2	0,50	3	0,75	3	0,75	1	0,25
S8	6	1,50	2	0,50	—	0,00	1	0,25	3	0,75	2	0,50	2	0,50	1	0,25
S9	1	0,25	3	0,75	—	0,00	8	2,00	2	0,50	—	0,00	5	1,25	4	1,00
S10	2	0,50	2	0,50	2	0,50	1	0,25	9	2,25	3	0,75	—	0,00	1	0,25
S11	1	0,25	3	0,75	1	0,25	2	0,50	1	0,25	4	1,00	1	0,25	—	0,00
S12	1	0,25	1	0,25	4	1,00	1	0,25	1	0,25	2	0,50	1	0,00	1	0,25
Toplam	63	15,75	31	7,75	36	9,00	33	8,25	58	14,50	29	7,25	34	8,25	25	5,00

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Selimpaşa plajının metrekare başına düşen atık adetlerini mevsimsel incelendiğinde, metrekare başına makroplastik adedi en fazla kış mevsiminde, en azda ilkbahar mevsiminde görülmekte, metrekare başına mesoplastik adet ise en fazla sonbahar mevsiminde, en düşükde ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir (Tablo 4.3).

#### 4.1.2. Toplanan Atıkların Tür ve Ağırlık Analizi

İstasyon alanına ait örnekler, makro ve mesoplastik atık olarak gruplandırılarak Tablo 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7 te gösterilmektedir.

Tablo 4.4: Selimpaşa plajı yaz dönemi ağırlık analizi

Selimpaşa	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
S1	6,26	3,81	60,86	3,21	84,25	0,60	15,75
S2	13,26	12,91	97,36	12,36	95,74	0,55	4,26
S3	6,38	6,03	94,51	6,03	100,00	—	—
S4	27,21	26,86	98,71	26,86	100,00	—	—
S5	1,22	1,22	100,00	0,43	35,25	0,79	64,75
S6	6,39	5,51	86,23	5,00	90,74	0,51	9,26
S7	7,27	5,09	70,01	4,92	96,66	0,17	3,34
S8	8,17	5,42	66,34	3,73	68,89	1,69	31,11
S9	2,22	0,61	27,32	0,15	24,09	0,46	75,91
S10	21,16	1,28	6,03	0,55	42,79	0,73	57,21
S11	3,45	2,92	84,44	1,90	65,15	1,02	34,85
S12	2,15	0,66	30,91	0,15	22,93	0,51	77,07
SM	7,94	3,47	43,73	2,76	79,61	0,71	20,39
Genel Toplam	<b>113,07</b>	<b>75,78</b>	<b>67,02</b>	<b>68,05</b>	<b>89,79</b>	<b>7,73</b>	<b>10,21</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Selimpaşa plajı yaz dönemi ağırlık analizleri incelendiğinde, toplam atık miktarı 113.07 gr olarak hesaplanmıştır. Bu atığın, %75,78'inin plastik atık olduğu belirlenmiştir. Plastik atığın % 89,79'u makroplastik iken, % 10,21'i mesoplastik olarak saptanmıştır. Atık kompozisyonu değerlendirildiğinde, yaz dönemi içerisinde özellikle makroplastik miktarının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 4.4).

Tablo 4.5: Selimpaşa plajı sonbahar dönemi ağırlık analizi

Selimpaşa	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
S1	5,00	4,57	91,48	4,57	100,00	—	—
S2	4,83	4,54	93,83	4,15	91,49	0,39	8,51
S3	3,92	3,80	97,04	2,22	58,54	1,58	41,46
S4	1,31	1,14	87,21	0,82	72,34	0,32	27,66
S5	2,01	1,03	51,42	0,61	59,17	0,42	40,83
S6	0,58	0,58	100,00	0,58	100,00	—	—
S7	4,67	1,28	27,46	1,08	84,56	0,20	15,44
S8	1,16	0,03	2,41	—	—	0,03	100,00
S9	0,36	0,36	100,00	—	—	0,36	100,00
S10	4,15	0,91	21,98	0,56	61,73	0,35	38,27
S11	1,12	0,83	74,27	—	—	0,83	100,00
S12	1,21	1,21	100,00	0,98	80,72	0,23	19,28
SM	1,95	1,46	74,92	1,32	90,53	0,14	9,47
Genel Toplam	<b>32,27</b>	<b>21,75</b>	<b>67,4</b>	<b>16,91</b>	<b>77,74</b>	<b>4,84</b>	<b>22,26</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Selimpaşa plajı sonbahar dönemi ağırlık analizleri incelendiğinde, toplam atık miktarı 32,27 gr olarak belirlenmiştir. Bu atığın, % 67,40'ı plastik atık olduğu saptanmıştır. Plastik atığın % 77,74'ü makroplastik iken, % 22,26'sı mesoplastik olarak hesaplanmıştır. Atık malzemeler değerlendirildiğinde, sonbahar dönemi içerisinde makroplastik miktarının daha fazla olduğu görülmüştür (Tablo 4.5).

Tablo 4.6: Selimpaşa plajı kış dönemi ağırlık analizi

Selimpaşa	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
S1	17,98	17,79	98,97	17,62	99,07	0,17	0,93
S2	0,81	0,81	100,00	0,41	50,74	0,40	49,26
S3	2,27	0,64	28,34	0,64	100,00	—	—
S4	5,19	4,98	96,12	4,90	98,21	0,09	1,79
S5	4,10	4,10	100,00	4,10	100,00	—	—
S6	20,78	20,78	100,00	20,70	99,61	0,08	0,39
S7	1,82	1,15	63,36	0,89	77,65	0,26	22,35
S8	0,85	0,85	100,00	0,77	90,80	0,08	9,20
S9	5,70	5,70	100,00	5,70	100,00	—	—
S10	12,89	8,39	65,05	6,86	81,80	1,53	18,20
S11	1,25	0,75	59,92	0,67	89,14	0,08	10,86
S12	0,23	0,16	67,39	0,05	33,55	0,10	66,45
SM	2,14	1,87	87,28	1,16	61,95	0,71	38,05
Genel Toplam	<b>75,98</b>	<b>67,95</b>	<b>89,43</b>	<b>64,47</b>	<b>72,08</b>	<b>3,49</b>	<b>27,92</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Selimpaşa plajı kış dönemi ağırlık analizlerini gözlemlendiğinde, toplam atık miktarı 75,98 gr olarak bulunmuştur. Atığın % 89,43'ü plastik atıklar olarak belirlenmiştir. Plastik atığın % 27,92'si mesoplastik iken, % 72,08'i makroplastik olduğu saptanmıştır. Atık içeriği değerlendirildiğinde, kış dönemini makroplastik miktarının hâkim olduğu görülmüştür (Tablo 4.6).

Tablo 4.7: Selimpaşa plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizi

Selimpaşa	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
S1	1,59	0,60	37,96	0,30	49,50	0,30	50,50
S2	6,24	4,81	77,12	4,40	91,46	0,41	8,54
S3	0,54	0,54	100,00	0,54	100,00	—	—
S4	8,10	2,82	34,81	2,49	88,40	0,33	11,60
S5	5,76	5,29	91,88	4,77	90,10	0,52	9,90
S6	4,60	0,22	4,67	0,17	79,07	0,05	20,93
S7	7,83	2,51	32,04	2,46	97,97	0,05	2,03
S8	1,48	1,38	92,85	1,35	97,75	0,03	2,25
S9	5,71	5,71	100,00	5,56	97,43	0,15	2,57
S10	2,39	0,03	1,30	0,03	100,00	—	—
S11	0,06	0,06	100,00	0,06	100,00	—	—
S12	1,44	0,25	17,45	0,17	68,53	0,08	31,47
SM	6,30	3,78	60,03	3,42	90,61	0,36	9,39
Genel Toplam	<b>52,03</b>	<b>27,99</b>	<b>53,79</b>	<b>25,72</b>	<b>91,88</b>	<b>2,27</b>	<b>8,12</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Selimpaşa plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizleri değerlendirildiğinde, toplam atık miktarı 52,03 gr olarak hesaplanmıştır. Bu atığın, % 53,79'u plastik atık olarak saptanmıştır. Plastik atık içerisinde % 91,88'i makroplastik atık olmasına rağmen % 8,12'si mesoplastik olarak kabul edilmiştir. Atık türü bakımından değerlendirildiğinde, ilkbahar döneminde makroplastik miktarın daha fazla olduğunu belirlenmiştir (Tablo 4.7).

#### 4.1.3. Plastik Atıkların Boyut Analizi

İstasyon alanına ait örnekler, makro ve mesoplastik atık olarak gruplandırılarak ölçülmüş ve veriler Tablo 4.8 da sunulmuştur.

Tablo 4.8: Selimpaşa plajı mevsimsel boyut analizleri

Noktalar	Yaz		Sonbahar		Kış		İlkbahar	
	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)
S1	6,10	2,30	6,85	—	7,77	0,50	7,10	0,85
S2	5,00	1,68	3,56	1,26	9,50	0,97	5,17	1,14
S3	5,98	—	7,86	1,37	7,23	—	5,73	—
S4	9,18	—	4,26	0,70	5,05	0,60	5,20	—
S5	7,10	1,06	3,65	0,83	7,80	—	5,06	0,88
S6	3,78	1,23	5,83	—	7,38	0,55	7,10	0,63
S7	5,84	1,15	6,16	1,23	8,85	1,10	5,50	1,40
S8	5,28	2,10	—	1,00	4,63	0,80	5,65	0,60
S9	7,10	1,03	—	0,90	9,20	—	6,69	0,72
S10	4,85	2,10	6,45	1,80	4,85	1,56	—	0,70
S11	5,40	1,73	2,10	0,80	4,10	0,60	2,60	—
S12	7,20	2,00	4,25	0,80	7,40	0,75	7,10	1,20
SM	5,65	1,40	5,40	0,93	7,78	1,24	10,06	1,40
Ortalama	<b>6,04</b>	<b>1,62</b>	<b>5,12</b>	<b>1,06</b>	<b>7,04</b>	<b>0,87</b>	<b>6,08</b>	<b>0,95</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Selimpaşa Plajında yaz döneminde rastlanan en uzun makroplastik boyutuna sahip istasyon; S4 istasyonu ve en kısa olan ise S6 istasyonudur. Aynı dönemde mesoplastik ölçümlerinde en yüksek değer S1 istasyonu; en düşük değer ise S9 istasyonuna aittir.

Sonbahar döneminde ise değerler yaz dönemine oranla daha düşük değerler hâkimdir. En yüksek değer 6,85 cm ile S1 istasyonunda ölçülmüştür. S11 istasyonu ise en düşük değeri almıştır. Mesoplastik boyutlarında ise; S10 istasyonu ve S4 istasyonu en yüksek ve en düşük değerlere sahiptir.

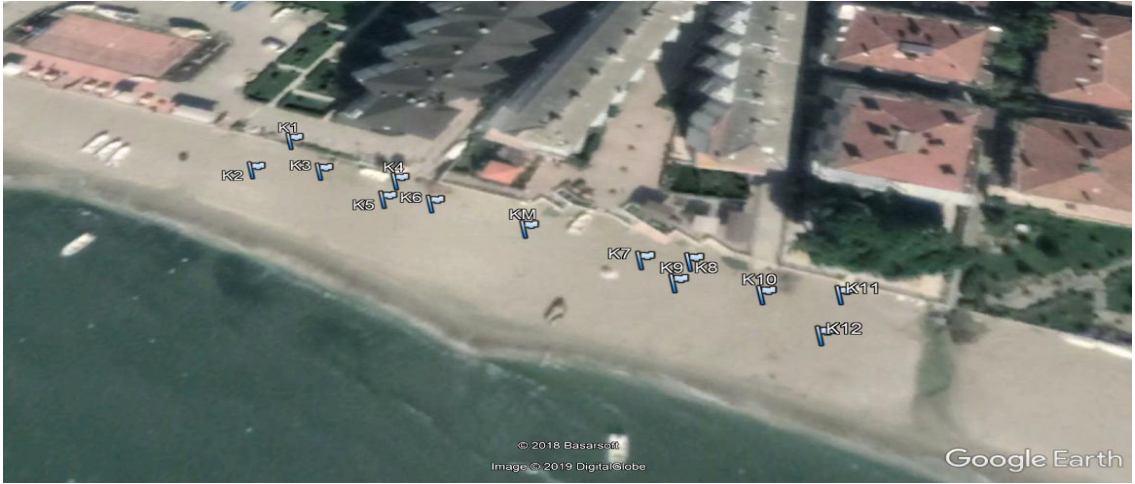
Kış dönemi de farklı sonuçların olduğu bir mevsimdir. Örnekleme dönemi boyunca ölçülen en yüksek değer olan 9,50 cm ile S2 istasyonu ön plana çıkmaktadır. En düşük makroplastik ölçümü yapılan istasyon ise S11 istasyonudur. Aynı dönemde görülen en uzun mesoplastik

boyutuna sahip istasyon 1,56 cm ile S10 istasyonu iken, en kısa boyutu sahip mesoplastik 0,50 cm ile S1 istasyonudur.

İlkbahar mevsiminin en uzun makroplastik boyutuna sahip istasyon; 10,06 cm ile SM istasyonu ve en kısa makroplastik boyutuna sahip istasyon; 2,60 cm ile S11 istasyonudur. Aynı dönemde en yüksek mesoplastik boyutuna sahip istasyon ise; 1,40 cm ile SM istasyonu ve en düşük mesoplastik boyutuna sahip 0,60 cm ile S8 istasyonudur (Tablo 4.8).

#### 4.2. KUMBURGAZ PLAJI ANALİZ SONUÇLARI

Plaja ait istasyonların belirlendiği harita Şekil 4.4'te görülmektedir. Örneklere ait sıcaklıklar 11-29° C arasında kaydedilmiştir. Bu istasyonda mevsimlere ait veriler tablolarla sunulmuştur.



Şekil 4.4: Kumburgaz plajı istasyonları

##### 4.2.1. Toplanan Atıkların Birim Alandaki Sayısal Analizi

Kumburgaz plajında toplanan atıkların istasyon bazında metrekare başına düşen makro ve mesoplastik atıklarına ait sayısal değerlendirme tablo 4.9 da gösterilmektedir.

Tablo 4.9: Kumburgaz plaj istasyonlarının metrekare başına düşen atık miktarı

Noktalar	YAZ				SONBAHAR				KIŞ				İLKBAHAR			
	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>
KM	—	0,00	—	0,00	1	0,25	2	0,50	1	0,25	—	0,00	2	0,50	2	0,50
K1	6	1,50	1	0,25	4	1,00	2	0,50	4	1,00	1	0,25	5	1,25	14	3,50
K2	3	0,75	—	0,00	2	0,50	2	0,50	1	0,25	1	0,25	—	0,00	2	0,50
K3	3	0,75	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00	9	2,25	8	2,00
K4	8	2,00	1	0,25	1	0,25	—	0,00	4	1,00	3	0,75	2	0,50	2	0,50
K5	4	1,00	1	0,25	4	1,00	5	1,25	1	0,25	2	0,50	5	1,25	8	2,00
K6	3	0,75	—	0,00	1	0,25	5	1,25	1	0,25	1	0,25	4	1,00	3	0,75
K7	4	1,00	4	1,00	12	3,00	1	0,25	2	0,50	1	0,25	4	1,00	10	2,50
K8	1	0,25	1	0,25	7	1,75	—	0,00	3	0,75	3	0,75	7	1,75	7	1,75
K9	—	0,00	2	0,50	—	0,00	3	0,75	4	1,00	—	0,00	1	0,25	1	0,25
K10	2	0,50	1	0,25	6	1,50	1	0,25	4	1,00	—	0,00	1	0,25	1	0,25
K11	5	1,25	—	0,00	3	0,75	3	0,75	3	0,75	2	0,50	3	0,75	—	0,00
K12	—	0,00	2	0,50	2	0,50	3	0,75	1	0,25	—	0,00	—	0,00	—	0,00
Toplam	39	9,75	13	3,25	43	10,75	27	6,75	29	7,25	14	3,50	43	10,75	58	14,50

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Kumburgaz plajının metrekare başına düşen atık adetlerini mevsimsel incelendiğinde, metrekare başına makroplastik adedi en çok sonbahar ve ilkbahar mevsiminde, en az kış mevsiminde rastlanırken, metrekare başına mesoplastik adet ise en fazla ilkbahar mevsiminde ve en az yaz mevsiminde kaydedilmiştir (Tablo 4.9).

#### 4.2.2. Toplanan Atıkların Tür ve Ağırlık Analizi

İstasyon alanına ait örnekler, makro ve mesoplastik atık olarak gruplandırılarak Tablo 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13 da gösterilmektedir.

Tablo 4.10: Kumburgaz plajı yaz dönemi ağırlık analizi

Kumburgaz	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
K1	6,09	3,27	53,67	3,27	100,00	—	—
K2	2,43	2,21	91,18	2,21	100,00	—	—
K3	8,12	4,45	54,77	4,45	100,00	—	—
K4	7,70	4,39	56,96	4,38	99,86	0,01	0,14
K5	6,94	2,77	39,94	2,34	84,48	0,43	15,52
K6	6,62	3,66	55,34	3,66	100,00	—	—
K7	11,72	3,55	30,26	2,36	66,46	1,19	33,54
K8	4,81	2,02	41,94	1,94	96,38	0,07	3,62
K9	15,52	0,63	4,03	—	—	0,63	100,00
K10	5,77	1,04	18,03	0,76	73,08	0,28	26,92
K11	14,97	7,59	50,73	7,59	100,00	—	—
K12	6,39	0,42	6,52	—	—	0,42	100,00
KM	13,24	2,30	17,37	2,30	100,00	—	—
Genel Toplam	<b>110,31</b>	<b>38,29</b>	<b>34,7</b>	<b>35,27</b>	<b>92,11</b>	<b>3,03</b>	<b>7,89</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Kumburgaz plajı yaz dönemi ağırlık analizleri incelendiğinde, toplam atık miktarı 110.31 gr olarak hesaplanmıştır. Bu atığın, % 34,70'inin plastik atık olduğu belirlenmiştir. Plastik atığın % 92,11'i makroplastik iken, % 7,89'u mesoplastik olarak saptanmıştır. Atık kompozisyonu değerlendirildiğinde, yaz dönemi içerisinde özellikle makroplastik miktarının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 4.10).

Tablo 4.11: Kumburgaz plajı sonbahar dönemi ağırlık analizi

Kumburgaz	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
K1	19,56	1,96	10,02	1,47	75,00	0,49	25,00
K2	3,82	1,56	40,88	1,54	98,72	0,02	1,28
K3	—	—	—	—	—	—	—
K4	1,58	0,16	9,84	0,16	100,00	—	—
K5	5,98	2,49	41,68	0,96	38,44	1,53	61,56
K6	1,72	0,56	32,79	0,21	37,41	0,35	62,59
K7	6,63	3,15	47,44	2,94	93,48	0,21	6,52
K8	8,47	6,28	74,20	6,28	100,00	0,00	0,00
K9	3,00	0,08	2,77	—	—	0,08	100,00
K10	5,13	3,78	73,81	3,74	98,76	0,05	1,24
K11	11,25	9,99	88,74	9,88	98,89	0,11	1,11
K12	9,57	0,78	8,15	0,39	50,38	0,39	49,62
KM	8,19	0,17	2,04	0,06	36,53	0,11	63,47
Genel Toplam	<b>84,90</b>	<b>30,96</b>	<b>36,46</b>	<b>27,62</b>	<b>89,21</b>	<b>3,33</b>	<b>10,79</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Kumburgaz plajı sonbahar dönemi ağırlık analizleri incelendiğinde, toplam atık miktarı 84,90 gr olarak belirlenmiştir. Bu atığın, % 36,46'sı plastik atık olduğu saptanmıştır. Plastik atığın % 89,21'i makroplastik iken, % 10,79'sı mesoplastik olarak hesaplanmıştır. Atık malzemeler değerlendirildiğinde, sonbahar dönemi içerisinde makroplastik miktarının daha fazla olduğu görülmüştür (Tablo 4.11).

Tablo 4.12: Kumburgaz plajı kış dönemi ağırlık analizi

Kumburgaz	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
K1	16,16	0,76	4,71	0,70	92,38	0,06	7,62
K2	0,03	0,03	100,00	0,01	26,92	0,02	73,08
K3	—	—	—	—	—	—	—
K4	2,23	2,23	100,00	2,07	92,73	0,16	7,27
K5	0,49	0,41	82,69	0,19	45,57	0,22	54,43
K6	0,12	0,03	22,22	—	—	0,03	100,00
K7	1,14	0,41	36,28	0,40	96,62	0,01	3,38
K8	1,35	0,61	45,22	0,41	67,05	0,20	32,95
K9	3,93	3,93	100,00	3,93	100,00	—	—
K10	0,51	0,51	100,00	0,51	100,00	—	—
K11	2,72	1,57	57,74	0,33	21,13	1,24	78,87
K12	0,05	0,05	100,00	—	—	0,05	100,00
KM	0,20	0,11	51,47	0,11	100,00	—	—
Genel Toplam	<b>28,93</b>	<b>10,63</b>	<b>36,74</b>	<b>8,65</b>	<b>81,37</b>	<b>1,99</b>	<b>18,63</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Kumburgaz plajı kış dönemi ağırlık analizlerini gözlemlendiğinde, toplam atık miktarı 28,93 gr olarak bulunmuştur. Atığın % 10,63'ü plastik atıklar olarak belirlenmiştir. Plastik atığın % 81,37'si makroplastik iken, % 18,63'ü mesoplastik olduğu saptanmıştır. Atık içeriği değerlendirildiğinde, kış dönemini makroplastik miktarının hâkim olduğu görülmüştür (Tablo 4.12).



Tablo 4.13: Kumburgaz plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizi

Kumburgaz	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
K1	16,16	0,76	4,71	0,70	92,38	0,06	7,62
K2	0,03	0,03	100,00	0,01	26,92	0,02	73,08
K3	—	—	—	—	—	—	—
K4	2,23	2,23	100,00	2,06	92,42	0,17	7,58
K5	0,49	0,41	82,69	0,19	45,57	0,22	54,43
K6	0,12	0,03	22,22	—	—	0,03	100,00
K7	1,14	0,41	36,28	0,40	96,62	0,01	3,38
K8	1,35	0,61	45,22	0,41	67,05	0,20	32,95
K9	3,93	3,93	100,00	3,93	100,00	—	—
K10	0,51	0,51	100,00	0,51	100,00	—	—
K11	2,72	1,57	57,74	0,33	21,13	1,24	78,87
K12	0,05	0,05	100,00	—	—	0,05	100,00
KM	0,20	0,11	51,47	0,11	100,00	—	—
Genel Toplam	<b>28,93</b>	<b>10,63</b>	<b>36,74</b>	<b>8,64</b>	<b>81,37</b>	<b>2,00</b>	<b>18,63</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Kumburgaz plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizleri değerlendirildiğinde, toplam atık miktarı 54,91 gr olarak hesaplanmıştır. Bu atığın, 3/4'ü plastik atık olarak saptanmıştır. Plastik atık içerisinde % 86,80'i makroplastik atık olmasının yanında % 13,20'si mesoplastik atık olarak ölçülmüştür. Atık türü bakımından değerlendirildiğinde, ilkbahar döneminde makroplastik oldukça fazla olduğunu belirlenmiştir (Tablo 4.13).

Genel olarak Kumburgaz Plajını yorumlamak gerekirse; yaz dönemi en yüksek plastik yoğunluğuna sahip istasyonun K3 istasyonu, en düşük plastik yoğunluğuna sahip istasyonun ise K12 istasyonu olduğu görülmektedir (Tablo 4.10). Buna ilaveten, ilkbahar döneminde en fazla plastik yoğunluğu K3 istasyonunda bulunmuştur. Tam tersine, sonbahar ve kış dönemlerinde plastik yoğunluğu açısından K3 istasyonunda plastik atıklara rastlanmamıştır.

#### 4.2.3. Plastik Atıkların Boyut Analizi

İstasyon alanına ait örnekler, makro ve mesoplastik atık olarak gruplandırılarak ölçülmüş ve veriler Tablo 4.14 de sunulmuştur.

Tablo 4.14: Kumburgaz plajı mevsimsel boyut analizleri

Noktalar	Yaz		Sonbahar		Kış		İlkbahar	
	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)
K1	8,41	0,60	5,80	0,62	8,20	1,40	7,04	1,26
K2	4,00	—	2,15	0,62	5,20	0,90	—	2,50
K3	11,03	—	—	—	—	—	5,34	1,30
K4	5,58	2,00	3,30	—	5,87	0,96	7,25	0,85
K5	11,82	1,20	6,60	1,42	5,00	1,05	4,94	0,81
K6	4,46	—	7,20	1,10	0,60	0,50	9,25	0,93
K7	3,87	1,86	6,68	1,30	4,55	0,20	6,10	1,20
K8	3,10	1,30	6,98	—	10,60	1,06	5,64	1,47
K9	—	2,10	—	1,30	15,50	—	3,00	1,20
K10	5,00	2,10	3,76	1,70	9,05	—	8,00	1,90
K11	4,16	—	4,52	1,10	4,96	1,75	4,80	—
K12	—	1,90	4,65	1,40	—	1,20	—	—
KM	10,60	—	4,60	1,15	12,50	—	7,20	1,35
Ortalama	<b>6,55</b>	<b>1,63</b>	<b>5,11</b>	<b>1,17</b>	<b>7,46</b>	<b>1,00</b>	<b>6,23</b>	<b>1,34</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Kumburgaz Plajında yaz dönemi en fazla makroplastik boyutuna sahip istasyon; K5 istasyonu ve en az ise K8 istasyonudur. Aynı dönemde mesoplastik ölçümlerinde en yüksek değer K9 ve K10 istasyonu; en düşük değer ise K1 istasyonuna aittir.

Sonbahar döneminde ise değerler yaz dönemine oranla daha düşük değerler görülmüştür. En yüksek değer 6,85 cm ile S1 istasyonunda ölçülmüştür. S11 istasyonu ise en düşük değeri almıştır. Mesoplastik boyutlarında ise; S10 istasyonu ve S4 istasyonu en yüksek ve en düşük değerlere sahiptir.

Kış dönemi diğer dönemlere göre farklı sonuçların olduğu bir mevsimdir. Örnekleme dönemi boyunca ölçülen en yüksek değer olan 15,50 cm ile K9 istasyonu ön plana çıkmaktadır. En düşük makroplastik ölçümü yapılan istasyon ise K11 istasyonudur. Aynı dönemde en uzun mesoplastik boyutuna sahip istasyon ise; 1,75 cm ile K11 istasyonu ve en kısa mesoplastik boyutuna sahip 0,50 cm ile K6 istasyonudur.

İlkbahar mevsiminin en uzun makroplastik boyutuna sahip istasyon; 9,25 cm ile K6 istasyonu ve en kısa makroplastik boyutuna sahip istasyon; 3,00 cm ile K9 istasyonudur. Aynı dönemde en yüksek mesoplastik boyutuna sahip istasyon ise; 2,50 cm ile K2 istasyonu ve en düşük mesoplastik boyutuna sahip 0,81 cm ile S5 istasyonudur (Tablo 4.14).

### 4.3. BÜYÜKÇEKMECE PLAJI ANALİZ SONUÇLARI

Plaja ait istasyonların belirlendiği harita Şekil 4.5 te görülmektedir. Örneklere ait sıcaklıklar 11-29° C arasında kaydedilmiştir. Bu istasyonda mevsimlere ait veriler tablolarla sunulmuştur.



Şekil 4.5: Büyükçekmece plajı istasyonları

#### 4.3.1. Toplanan Atıkların Birim Alandaki Sayısal Analizi

Büyükçekmece plajında toplanan atıkların istasyon bazında metrekare başına düşen makro ve mesoplastik atıklarına ait sayısal değerlendirme tablo 4.15 te gösterilmektedir.

Tablo 4.15: Büyükçekmece plaj istasyonlarının metrekare başına düşen atık miktarı

Noktalar	YAZ				SONBAHAR				KIŞ				İLKBAHAR			
	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>
BM	2	0,50	7	1,75	5	1,25	3	0,75	5	1,25	3	0,75	4	1,00	2	0,50
B1	5	1,25	6	1,50	2	0,50	12	3,00	3	0,75	6	1,50	2	0,50	2	0,50
B2	3	0,75	3	0,75	2	0,50	7	1,75	2	0,50	1	0,25	1	0,25	—	0,00
B3	5	1,25	2	0,50	6	1,50	5	1,25	4	1,00	7	1,75	4	1,00	4	1,00
B4	3	0,75	3	0,75	6	1,50	16	4,00	3	0,75	4	1,00	11	2,75	6	1,50
B5	4	1,00	3	0,75	2	0,50	6	1,50	6	1,50	5	1,25	5	1,25	4	1,00
B6	4	1,00	4	1,00	8	2,00	2	0,50	2	0,50	4	1,00	6	1,50	4	1,00
B7	5	1,25	1	0,25	8	2,00	5	1,25	1	0,25	3	0,75	1	0,25	1	0,25
B8	15	3,75	8	2,00	7	1,75	7	1,75	—	0,00	3	0,75	4	1,00	3	0,75
B9	9	2,25	2	0,50	4	1,00	5	1,25	2	0,50	3	0,75	—	0,00	—	0,00
B10	5	1,25	3	0,75	7	1,75	4	1,00	—	0,00	4	1,00	2	0,50	1	0,25
B11	14	3,50	4	1,00	5	1,25	1	0,25	2	0,50	—	0,00	8	2,00	7	1,75
B12	14	3,50	5	1,25	—	0,00	7	1,75	—	0,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00
Toplam	88	22,00	51	12,75	62	15,50	80	20,00	30	7,50	43	10,75	48	12,00	34	8,50

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Büyükçekmece plajının metrekare başına düşen atık adetlerini mevsimsel incelendiğinde, metrekare başına makroplastik adedi en çok yaz mevsiminde, en az kış mevsiminde

rastlanırken, metrekafe başına mesoplastik adet ise en fazla sonbahar mevsiminde ve en az ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir (Tablo 4.15).

#### 4.3.2. Toplanan Atıkların Tür ve Ağırlık Analizi

İstasyon alanına ait örnekler, makro ve mesoplastik atık olarak gruplandırılarak Tablo 4.16, 4.17, 4.18 ve 4.19’de gösterilmektedir.

Tablo 4.16: Büyükçekmece plajı yaz dönemi ağırlık analizi

Büyükçekmece	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
B1	7,47	1,93	25,87	1,19	61,59	0,74	38,41
B2	12,51	1,26	10,06	0,82	65,13	0,44	34,87
B3	24,33	3,42	14,06	3,30	96,49	0,12	3,51
B4	12,18	1,67	13,75	1,43	85,24	0,25	14,76
B5	14,55	1,68	11,58	1,50	88,78	0,19	11,22
B6	17,09	2,63	15,36	2,15	81,90	0,48	18,10
B7	25,45	2,71	10,65	2,66	98,23	0,05	1,77
B8	37,10	10,08	27,18	8,15	80,81	1,94	19,19
B9	18,96	8,70	45,85	8,15	93,71	0,55	6,29
B10	16,42	4,92	29,93	3,87	78,68	1,05	21,32
B11	34,78	10,69	30,74	8,66	81,02	2,03	18,98
B12	38,55	8,04	20,84	6,84	85,18	1,19	14,82
BM	18,46	1,28	6,91	0,65	50,78	0,63	49,22
Genel Toplam	<b>277,84</b>	<b>59,00</b>	<b>21,23</b>	<b>49,36</b>	<b>83,66</b>	<b>9,64</b>	<b>16,34</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Büyükçekmece plajı yaz dönemi ağırlık analizleri incelendiğinde, toplam atık miktarı 277,84 gr olarak hesaplanmıştır. Bu atığın, % 21,23’ünün plastik atık olduğu belirlenmiştir. Plastik atığın % 83,66’sı makroplastik iken, % 16,34’ü mesoplastik olarak saptanmıştır. Atık kompozisyonu değerlendirildiğinde, yaz dönemi içerisinde özellikle makroplastik miktarının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 4.16).

Tablo 4.17: Büyükçekmece plajı sonbahar dönemi ağırlık analizi

Büyükçekmece	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
B1	5,49	2,41	43,93	0,15	6,01	2,27	93,99
B2	10,81	1,39	12,87	0,55	39,40	0,84	60,60
B3	10,08	4,36	43,27	3,07	70,41	1,29	29,59
B4	8,94	2,77	30,97	1,23	44,58	1,53	55,42
B5	17,21	3,58	20,77	1,83	51,17	1,75	48,83
B6	16,04	5,63	35,12	5,18	91,97	0,45	8,03
B7	14,60	7,65	52,42	7,06	92,24	0,59	7,76
B8	14,04	5,05	35,93	4,35	86,30	0,69	13,70
B9	10,06	3,60	35,74	2,48	68,83	1,12	31,17
B10	15,90	4,62	29,08	3,90	84,39	0,72	15,61
B11	8,40	1,14	13,54	1,06	93,32	0,08	6,68
B12	21,15	3,81	18,03	2,69	70,55	1,12	29,45
BM	17,10	1,65	9,63	1,46	88,46	0,19	11,54
Genel Toplam	<b>169,81</b>	<b>47,65</b>	<b>28,06</b>	<b>35,01</b>	<b>73,47</b>	<b>12,65</b>	<b>26,53</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Büyükçekmece plajı sonbahar dönemi ağırlık analizleri incelendiğinde, toplam atık miktarı 169,81 gr olarak belirlenmiştir. Bu atığın, % 28,06'sı plastik atık olduğu saptanmıştır. Plastik atığın % 73,47'si makroplastik iken, % 26,53'ü mesoplastik olarak hesaplanmıştır. Atık içeriği değerlendirildiğinde, sonbahar dönemi içerisinde makroplastik miktarının 3/4 üne yakın olduğu görülmüştür (Tablo 4.17).

Tablo 4.18: Büyükçekmece plajı kış dönemi ağırlık analizi

Büyükçekmece	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
B1	5,18	2,55	49,19	1,88	73,61	0,67	26,39
B2	0,81	0,81	100,00	0,41	50,62	0,40	49,38
B3	6,21	5,99	96,44	5,44	90,85	0,55	9,15
B4	3,73	2,75	73,87	2,59	94,08	0,16	5,92
B5	4,08	3,54	86,73	2,68	75,74	0,86	24,26
B6	4,11	3,54	86,03	3,17	89,51	0,37	10,49
B7	2,54	1,48	58,34	1,40	94,26	0,09	5,74
B8	1,05	0,48	45,84	—	—	0,48	100,00
B9	0,50	0,41	82,24	0,30	72,09	0,12	27,91
B10	0,91	0,07	7,26	—	—	0,07	100,00
B11	6,62	6,47	97,66	6,47	100,00	—	—
B12	—	—	—	—	—	—	—
BM	3,00	2,86	95,10	2,16	75,46	0,70	24,54
Genel Toplam	<b>38,73</b>	<b>30,93</b>	<b>79,86</b>	<b>26,47</b>	<b>85,58</b>	<b>4,46</b>	<b>14,42</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Büyükçekmece plajı kış dönemi ağırlık analizleri gözlemlendiğinde, toplam atık miktarı 38,73 gr olarak bulunmuştur. Atığın % 79,86'sı plastik atıklar olarak belirlenmiştir. Plastik atığın % 14,42'si mesoplastik iken, % 85,58'i makroplastik olduğu saptanmıştır. Atık içeriği değerlendirildiğinde, kış dönemini makroplastik miktarının hâkim olduğu görülmüştür (Tablo 4.18). Ayrıca bu dönemde B2 noktası 2 metre içeri alınmıştır. Noktanın bulunduğu yerin yakınındaki dere noktanın üzerinden geçmesinden dolayı kaydırılmıştır.

Tablo 4.19: Büyükçekmece plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizi

Büyükçekmece	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
B1	0,93	0,68	72,74	0,60	89,48	0,07	10,52
B2	1,31	1,20	91,01	1,20	100,00	—	—
B3	6,12	6,12	100,00	5,84	95,45	0,28	4,55
B4	11,80	9,20	77,99	8,67	94,27	0,53	5,73
B5	3,50	2,71	77,44	2,09	77,29	0,62	22,71
B6	6,24	5,85	93,61	5,59	95,59	0,26	4,41
B7	0,15	0,09	61,04	0,02	24,47	0,07	75,53
B8	8,81	4,80	54,54	2,35	48,91	2,45	51,09
B9	—	—	—	—	—	—	—
B10	1,00	0,38	37,71	—	—	0,38	100,00
B11	4,93	4,20	85,18	3,88	92,29	0,32	7,71
B12	—	—	—	—	—	—	—
BM	3,99	2,00	50,18	1,94	97,00	0,06	3,00
Genel Toplam	<b>48,77</b>	<b>37,21</b>	<b>76,29</b>	<b>32,18</b>	<b>86,48</b>	<b>5,04</b>	<b>13,52</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Büyükçekmece plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizleri değerlendirildiğinde, toplam atık miktarı 48,77 gr olarak hesaplanmıştır. Bu atığın, 3/4'ü plastik atık olarak saptanmıştır. Plastik atık içerisinde % 86,48'i makroplastik atık olmasının yanında, % 13,52'si mesoplastik atık olarak kabul edilmiştir. Atık türü bakımından değerlendirildiğinde, ilkbahar döneminde makroplastik oldukça fazla olduğunu belirlenmiştir (Tablo 4.19).

Genel olarak Büyükçekmece Plajını yorumlamak gerekirse; yaz dönemi en yüksek plastik yoğunluğuna sahip istasyonun B11 istasyonu, en düşük plastik yoğunluğuna sahip istasyonun ise B2 istasyonu olduğu görülmektedir (Tablo 4.16). Buna ilaveten, kış döneminde en çok plastik yoğunluğu B11 istasyonunda bulunmuştur. Tam tersine, sonbahar döneminde plastik yoğunluğu açısından B11 istasyonunda plastik atıklara rastlanmamıştır. Kış ve sonbahar dönemlerinde B12 istasyonunda hiç plastik atık çıkmaması da dikkati çekmektedir.

#### 4.3.3. Plastik Atıkların Boyut Analizi

İstasyon alanına ait örnekler, makro ve mesoplastik atık olarak gruplandırılarak ölçülmüş ve veriler Tablo 4.20 da sunulmuştur.

Tablo 4.20: Büyükçekmece plajı mevsimsel boyut analizleri

Noktalar	Yaz		Sonbahar		Kış		İlkbahar	
	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)
B1	3,90	0,80	3,85	0,78	4,30	0,97	3,72	1,29
B2	4,30	1,56	4,45	1,39	10,75	1,65	10,01	—
B3	13,36	0,50	4,75	1,10	6,20	0,90	6,19	0,79
B4	3,67	0,56	5,90	0,81	8,40	0,90	5,79	1,11
B5	4,00	1,23	10,50	1,72	9,50	0,98	7,29	1,41
B6	5,52	1,22	8,00	1,10	4,40	1,65	5,68	1,48
B7	6,52	0,50	6,24	0,84	3,10	0,73	3,53	1,79
B8	5,06	1,22	9,79	0,74	—	1,00	5,41	1,76
B9	7,74	1,05	6,68	1,34	7,00	0,83	—	—
B10	5,26	1,43	4,91	1,35	0,00	0,40	—	0,95
B11	6,66	1,47	3,62	1,00	9,45	—	5,42	0,75
B12	8,65	1,28	4,26	2,00	—	—	—	—
BM	6,65	1,14	7,00	0,77	5,80	1,50	6,09	0,84
Ortalama	<b>6,25</b>	<b>1,07</b>	<b>6,15</b>	<b>1,15</b>	<b>6,26</b>	<b>1,05</b>	<b>5,91</b>	<b>1,22</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Büyükçekmece Plajında yaz dönemi en uzun makroplastik boyutuna sahip istasyon; B3 istasyonu ve en kısa ise B4 istasyonudur. Aynı dönemde mesoplastik ölçümlerinde en yüksek değer B11 istasyonu; en düşük değer ise B3 ve B7 istasyonuna aittir.

Sonbahar döneminde ise değerler yaz dönemine kıyasla birbirine yakın değerler görülmüştür. En yüksek değer 10,50 cm ile B5 istasyonunda ölçülmüştür. B1 istasyonu ise en düşük değeri almıştır. Mesoplastik boyutlarında ise; B12 istasyonu ve B1 istasyonu en yüksek ve en düşük değerlere sahiptir.

Kış dönemi sonuçları yaz ve sonbahar dönemine göre daha düşük bir mevsimdir. Örnekleme dönemi boyunca ölçülen en yüksek değer olan 10,75 cm ile B2 istasyonu ön plana çıkmaktadır.

En düşük makroplastik ölçümü yapılan istasyon ise B7 istasyonudur. Aynı dönemde en uzun mesoplastik boyutuna sahip istasyon ise; 1,65 cm ile B6 istasyonu ve en kısa mesoplastik boyutuna sahip 0,40 cm ile B10 istasyonudur.

İlkbahar dönemi en büyük makroplastik boyutuna sahip istasyon; 10,01 cm ile B2 istasyonu ve en küçük makroplastik boyutuna sahip istasyon; 3,53 cm ile B7 istasyonudur. Aynı dönemde en uzun mesoplastik boyutuna sahip istasyon ise; 1,79 cm ile B7 istasyonu ve en kısa mesoplastik boyutuna sahip 0,75 cm ile B11 istasyonudur (Tablo 4.20).

#### 4.4. FLORYA PLAJI ANALİZ SONUÇLARI

Plaja ait istasyonların belirlendiği harita Şekil 4.6 da görülmektedir. Örnekleme için ait sıcaklıklar 11-29° C arasında kaydedilmiştir. Bu istasyonda mevsimlere ait veriler tablolarla sunulmuştur.



Şekil 4.6: Florya plajı istasyonları

#### 4.4.1 Toplanan Atıkların Birim Alandaki Sayısal Analizi

Büyükçekmece plajında toplanan atıkların istasyon bazında metrekare başına düşen makro ve mesoplastik atıklarına ait sayısal değerlendirme tablo 4.21 de gösterilmektedir.

Tablo 4.21: Florya plaj istasyonlarının metrekare başına düşen atık miktarı

Noktalar	YAZ				SONBAHAR				KIŞ				İLKBAHAR			
	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>	Makro A	Makro/m <sup>2</sup>	Mezo A	Meso/m <sup>2</sup>
FM	12	3,00	6	1,50	—	0,00	23	5,75	12	3,00	3	0,75	6	1,50	2	0,50
F1	3	0,75	4	1,00	2	0,50	9	2,25	—	0,00	4	1,00	2	0,50	3	0,75
F2	4	1,00	3	0,75	6	1,50	3	0,75	—	0,00	5	1,25	7	1,75	9	2,25
F3	9	2,25	6	1,50	5	1,25	21	5,25	8	2,00	13	3,25	13	3,25	10	2,50
F4	2	0,50	—	0,00	2	0,50	9	2,25	3	0,75	8	2,00	6	1,50	1	0,25
F5	6	1,50	3	0,75	12	3,00	20	5,00	7	1,75	18	4,50	3	0,75	2	0,50
F6	4	1,00	9	2,25	14	3,50	—	0,00	9	2,25	6	1,50	7	1,75	5	1,25
F7	4	1,00	7	1,75	1	0,25	12	3,00	5	1,25	—	0,00	10	2,50	7	1,75
F8	4	1,00	2	0,50	21	5,25	3	0,75	8	2,00	—	0,00	—	0,00	—	0,00
F9	14	3,50	4	1,00	4	1,00	16	4,00	8	2,00	12	3,00	5	1,25	4	1,00
F10	4	1,00	5	1,25	1	0,25	14	3,50	25	6,25	20	5,00	39	9,75	33	8,25
F11	7	1,75	12	3,00	3	0,75	32	8,00	2	0,50	11	2,75	—	0,00	—	0,00
F12	4	1,00	15	3,75	—	0,00	23	5,75	4	1,00	15	3,75	5	1,25	9	2,25
F13	4	1,00	24	6,00	2	0,50	27	6,75	1	0,25	16	4,00	—	0,00	—	0,00
F14	4	1,00	12	3,00	2	0,50	18	4,50	3	0,75	16	4,00	5	1,25	18	4,50
F15	3	0,75	—	0,00	1	0,25	15	3,75	1	0,25	1	0,25	4	1,00	2	0,50
F16	4	1,00	23	5,75	1	0,25	14	3,50	6	1,50	24	6,00	8	2,00	18	4,50
Toplam	92	23,00	135	33,75	77	19,25	259	64,75	102	25,50	172	43,00	120	30,00	123	30,75

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Florya plajının metrekare başına düşen atık adetlerini mevsimsel incelendiğinde, metrekare başına makroplastik adedi en çok ilkbahar mevsiminde, en az sonbahar mevsiminde rastlanırken, metrekare başına mesoplastik adet ise en fazla sonbahar mevsiminde ve en az ilkbahar mevsiminde kaydedilmiştir (Tablo 4.21).

#### 4.4.2. Toplanan Atıkların Tür ve Ağırlık Analizi

İstasyon alanına ait örnekler, makro ve mesoplastik atık olarak gruplandırılarak Tablo 4.22, 4.23, 4.24 ve 4.25 de gösterilmektedir.



Tablo 4.22: Florya plajı yaz dönemi ağırlık analizi

Florya	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
F1	23,65	2,38	10,07	2,04	85,56	0,34	14,44
F2	21,80	6,12	28,07	5,48	89,54	0,64	10,46
F3	40,68	6,31	15,50	5,69	90,28	0,61	9,72
F4	34,56	0,05	0,14	0,05	100,00	—	—
F5	7,23	3,37	46,63	3,04	90,09	0,33	9,91
F6	24,68	3,52	14,24	2,79	79,23	0,73	20,77
F7	24,02	3,56	14,80	2,75	77,24	0,81	22,76
F8	29,83	2,24	7,52	1,68	74,69	0,57	25,31
F9	52,50	14,93	28,44	13,87	92,86	1,07	7,14
F10	22,90	3,72	16,23	2,97	79,92	0,75	20,08
F11	24,18	6,85	28,34	4,87	71,05	1,98	28,95
F12	16,42	2,82	17,16	1,09	38,73	1,73	61,27
F13	18,13	2,76	15,20	1,35	48,91	1,41	51,09
F14	26,63	7,42	27,85	6,25	84,29	1,17	15,71
F15	12,06	1,09	9,06	—	—	1,09	100,00
F16	21,37	2,60	12,16	—	—	2,60	100,00
FM	25,56	9,67	37,82	9,30	96,19	0,37	3,81
Genel Toplam	<b>426,20</b>	<b>79,39</b>	<b>18,62</b>	<b>63,20</b>	<b>79,60</b>	<b>16,19</b>	<b>20,40</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Florya plajı yaz dönemi ağırlık analizleri incelendiğinde, toplam atık miktarı 426,20 gr olarak hesaplanmıştır. Bu atığın, % 18,62'si plastik atık olduğu saptanmıştır. Plastik atığın % 79,60'ı makroplastik iken, % 20,40'ı mesoplastik olarak belirlenmiştir. Atık kompozisyonu değerlendirildiğinde, yaz dönemi içerisinde özellikle makroplastik miktarının oldukça fazla olduğu bulunmuştur (Tablo 4.22).

Tablo 4.23: Florya plajı sonbahar dönemi ağırlık analizi

Florya	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
F1	2,08	0,48	23,10	0,07	15,42	0,41	84,58
F2	16,32	14,47	88,66	14,29	98,76	0,18	1,24
F3	13,13	6,98	53,16	5,20	74,50	1,78	25,50
F4	7,33	2,98	40,65	2,61	87,58	0,37	12,42
F5	22,87	20,71	90,56	17,04	82,28	3,67	17,72
F6	2,24	0,98	43,75	—	—	0,98	100,00
F7	3,36	0,58	17,11	0,19	33,22	0,38	66,78
F8	5,63	1,35	23,89	—	—	1,35	100,00
F9	9,70	5,62	57,92	4,36	77,58	1,26	22,42
F10	4,17	1,83	43,88	0,98	53,44	0,85	46,56
F11	8,31	5,26	63,30	2,84	53,94	2,42	46,06
F12	2,93	1,14	38,98	—	—	1,14	100,00
F13	4,93	2,09	42,39	0,18	8,76	1,91	91,24
F14	2,61	2,56	98,20	1,51	58,98	1,05	41,02
F15	2,65	2,09	78,87	1,25	60,00	0,84	40,00
F16	2,44	1,00	40,98	0,18	17,60	0,82	82,40
FM	4,20	1,95	46,43	—	—	1,95	100,00
Genel Toplam	<b>114,90</b>	<b>72,06</b>	<b>62,71</b>	<b>50,70</b>	<b>70,35</b>	<b>21,36</b>	<b>29,65</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Florya plajı sonbahar dönemi ağırlık analizleri incelendiğinde, toplam atık miktarı 114,90 gr olarak belirlenmiştir. Bu atığın, % 62,71'i plastik atık olduğu saptanmıştır. Plastik atığın % 70,35'i makroplastik iken, % 29,65'i mesoplastik olarak hesaplanmıştır. Atık içeriği

değerlendirildiğinde, sonbahar dönemi içerisinde makroplastik miktarının yarısından daha fazla olduğu görülmüştür. (Tablo 4.23).

Tablo 4.24: Florya plajı kış dönemi ağırlık analizi

Florya	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
F1	1,13	0,06	5,04	—	—	0,06	100,00
F2	0,03	0,03	100,00	—	—	0,03	100,00
F3	19,33	13,07	67,63	8,82	67,47	4,25	32,53
F4	2,35	1,68	71,36	1,52	90,64	0,16	9,36
F5	8,72	8,72	100,00	6,26	71,88	2,45	28,12
F6	3,81	2,19	57,60	1,92	87,55	0,27	12,45
F7	3,87	3,87	100,00	3,87	100,00	—	—
F8	1,19	0,08	6,71	0,08	100,00	—	—
F9	3,06	2,93	96,01	2,75	93,83	0,18	6,17
F10	1,65	1,13	68,88	0,37	32,66	0,76	67,34
F11	14,91	14,57	97,68	11,79	80,91	2,78	19,09
F12	2,59	1,62	62,62	0,64	39,57	0,98	60,43
F13	11,63	9,78	84,11	7,43	75,98	2,35	24,02
F14	4,79	4,48	93,47	3,17	70,75	1,31	29,25
F15	1,48	0,65	44,15	0,37	56,66	0,28	43,34
F16	15,08	14,69	97,41	9,33	63,53	5,36	36,47
FM	10,21	9,17	89,79	7,00	76,37	2,17	23,63
Genel Toplam	<b>105,80</b>	<b>88,71</b>	<b>83,84</b>	<b>65,32</b>	<b>73,63</b>	<b>23,39</b>	<b>26,37</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Florya plajı kış dönemi ağırlık analizleri gözlemlendiğinde, toplam atık miktarı 105,80 gr olarak bulunmuştur. Atığın % 83,84'ü plastik atıklar olarak belirlenmiştir. Plastik atığın % 26,37'si mesoplastik iken, % 73,63'ü makroplastik olduğu saptanmıştır. Atık içeriği değerlendirildiğinde, kış dönemini makroplastik miktarının hâkim olduğu görülmüştür (Tablo 4.24).

Tablo 4.25: Florya plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizi

Florya	Toplam Atık (gr)	Plastik (gr)	Plastik (%)	Makroplastik (gr)	Makroplastik (%)	Mesoplastik (gr)	Mesoplastik (%)
F1	0,57	0,57	100,00	0,29	50,26	0,28	49,74
F2	6,34	3,55	55,98	3,19	89,88	0,36	10,12
F3	10,62	9,38	88,25	8,25	87,96	1,13	12,04
F4	5,05	1,19	23,47	1,12	94,52	0,06	5,48
F5	5,05	4,12	81,44	3,85	93,54	0,27	6,46
F6	1,95	1,51	77,71	1,08	71,38	0,43	28,62
F7	11,71	8,43	71,99	6,77	80,32	1,66	19,68
F8	—	—	—	—	—	—	—
F9	10,64	4,86	45,64	4,32	88,94	0,54	11,06
F10	22,98	22,98	100,00	16,71	72,71	6,27	27,29
F11	—	—	—	—	—	—	—
F12	8,68	8,27	95,32	7,09	85,69	1,18	14,31
F13	—	—	—	—	—	—	—
F14	9,65	9,65	100,00	8,23	85,31	1,42	14,69
F15	2,58	2,00	77,43	1,61	80,25	0,40	19,75
F16	7,44	6,62	89,04	5,13	77,51	1,49	22,49
FM	3,64	3,03	83,26	1,98	65,22	1,06	34,78
Genel Toplam	<b>106,91</b>	<b>86,16</b>	<b>80,59</b>	<b>69,61</b>	<b>80,79</b>	<b>16,54</b>	<b>19,21</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Florya plajı ilkbahar dönemi ağırlık analizleri değerlendirildiğinde, toplam atık miktarı 106,41 gr olarak hesaplanmıştır. Bu atığın, 4/5'i plastik atık olarak saptanmıştır. Plastik atık içerisinde % 80,79'u makroplastik atık olmasının yanında, % 19,21'i mesoplastik atık olarak kabul edilmiştir. Atık türü bakımından değerlendirildiğinde, ilkbahar döneminde makroplastik oldukça fazla olduğunu belirlenmiştir (Tablo 4.25).

Genel olarak Florya Plajını yorumlamak gerekirse; yaz dönemi en çok plastik yoğunluğuna sahip istasyonun F9 istasyonu, en az plastik yoğunluğuna sahip istasyonun ise F15 istasyonu olduğu görülmektedir (Tablo 4.22). Buna ilaveten, diğer tüm dönemlerde plastik yoğunluğu farklı istasyonlarda yoğunlaştığı görülmüştür.

#### 4.4.3. Plastik Atıkların Boyut Analizi

İstasyon alanına ait örnekler, makro ve mesoplastik atık olarak gruplandırılarak ölçülmüş ve veriler Tablo 4.26 te sunulmuştur.

Tablo 4.26: Florya plajı mevsimsel boyut analizleri

Noktalar	Yaz		Sonbahar		Kış		İlkbahar	
	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)	Makro (cm)	Meso (cm)
F1	6,40	1,45	8,30	0,84	—	0,70	2,91	1,31
F2	5,65	1,67	4,15	1,63	—	0,50	5,92	0,67
F3	5,45	1,37	4,76	0,81	4,06	1,63	6,78	1,31
F4	7,25	—	3,20	0,87	3,35	2,20	4,20	2,41
F5	4,81	1,40	5,07	1,25	4,40	1,26	8,11	1,29
F6	5,00	1,32	—	1,04	8,30	1,15	3,90	1,98
F7	6,60	1,22	7,20	0,72	5,07	—	6,81	1,20
F8	11,37	1,45	—	0,89	—	0,95	—	—
F9	4,51	1,60	4,13	0,86	4,16	0,60	5,91	1,58
F10	5,80	1,24	3,00	0,69	9,30	1,00	5,31	1,27
F11	5,08	1,44	5,37	0,84	5,10	1,40	—	—
F12	6,27	1,28	—	0,66	4,30	1,23	3,35	1,20
F13	3,52	1,32	4,55	1,08	5,64	1,40	—	—
F14	11,62	1,01	4,20	1,14	4,50	1,40	3,78	0,96
F15	—	1,44	3,20	0,79	3,05	1,30	5,07	0,67
F16	6,82	1,19	6,80	0,92	4,85	1,20	5,00	0,70
FM	8,13	1,58	—	1,11	5,06	1,10	10,41	2,08
Ortalama	<b>6,52</b>	<b>1,37</b>	<b>4,92</b>	<b>0,95</b>	<b>5,08</b>	<b>1,19</b>	<b>5,53</b>	<b>1,33</b>

(—): Bu istasyonda atık yoktur.

Florya Plajında yaz dönemi en uzun makroplastik boyutuna sahip istasyon F14 ve en kısa değer alan ise F13 istasyonudur. Mesoplastik için F2 ve F14 istasyonlarıdır. Makroplastik atıkların en yüksek olduğu istasyonda mesoplastik atığın en düşük değer alması dikkat çekicidir.

Sonbahar döneminde ise değerler yaz döneminin yarısı kadar azalmıştır. En yüksek değer 8,30 cm ile F1 istasyonunda ölçülmüştür. F10 istasyonu ise en düşük değeri almıştır. Mesoplastik boyutlarında ise; F2 istasyonu ve F7 istasyonu en yüksek ve en düşük değerlere sahiptir.

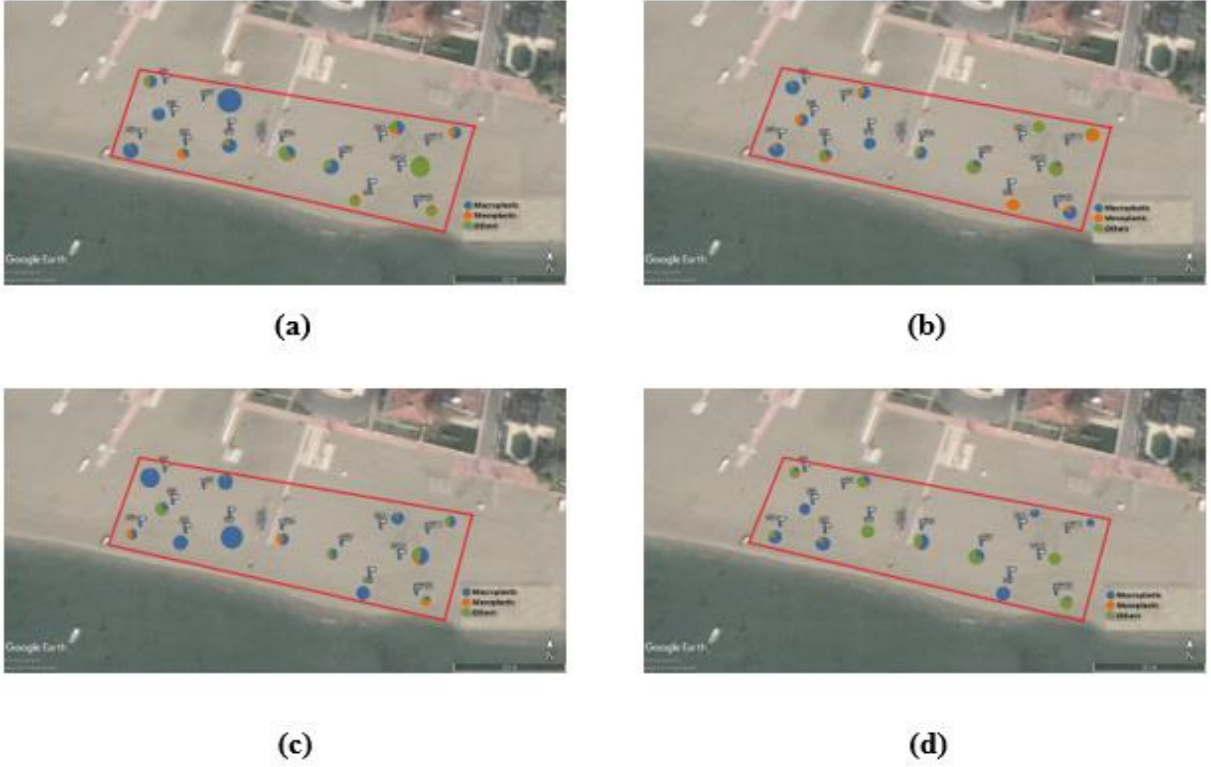
Kış dönemi sonuçları, yaz ve sonbahar dönemi değerleri arasında oluşmuştur. Örnekleme dönemi boyunca ölçülen en yüksek değer olan 9,30 cm ile F10 istasyonu ön plana çıkmaktadır. En düşük makroplastik ölçümü yapılan istasyon ise F15 istasyonudur. Aynı dönemde en büyük mesoplastik boyutuna sahip istasyon ise; 1,63 cm ile F3 istasyonu ve en küçük mesoplastik boyutuna sahip 0,50 cm ile F2 istasyonudur.

Sonbahar - kış - ilkbahar döneminde sırasıyla; F1, F10, FM en yüksek değerleri, F10, F15, F1 ise en düşük değerleri almıştır. Mesoplastik için bu sıralama; F2> F4> F4 en yüksek değerler için iken F12>F2> F2 = F15 istasyonlarıdır (Tablo 4.26).

#### **4.5. MAKRO-MESOPLASTİK VERİLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS) İLE GÖRSELLEŞTİRİLMESİ**

Tezin özgün değeri; multidisipliner bir çalışma olması, nicel ve nitel özellikleriyle ele alınabilmesi, alanda İHA ve CBS kullanımı, plastik atıkların yorumlanabilmesi ve kullanıcıya sunulmasını bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemi kullanılmasıdır. İstanbul kıyılarında makro ve mesoplastik verilerinin kolayca anlaşılabilir olması adına, elde edilen sonuçlar CBS ile görselleştirilmiş ve Şekil 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10'da sunulmuştur. Mavi renk makro plastik, turuncu mesoplastik ve yeşil diğer atıklar olmak üzere tüm sonuçlar pasta dilim grafiklerle gösterilmiştir. Şekil içlerinde yer alan grafiklerin boyutları, her bir istasyon için atık miktarını göstermektedir.

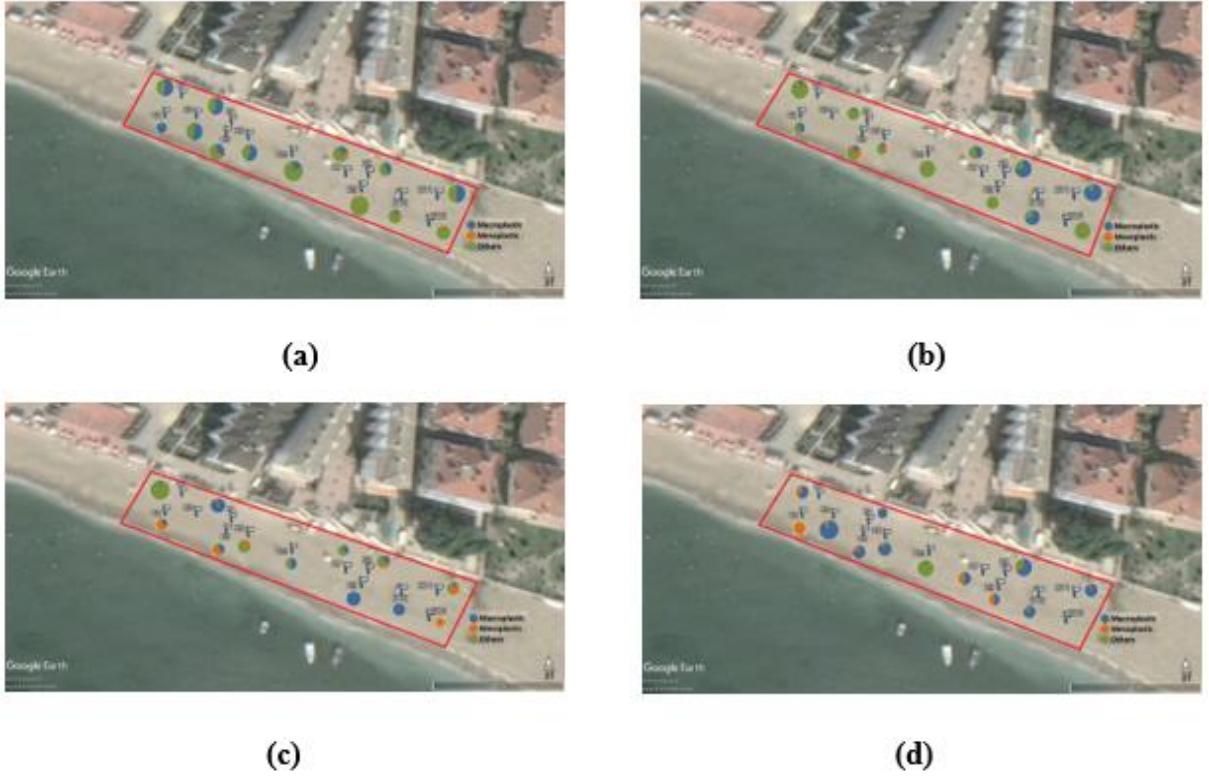
Selimpaşa plajının mevsimsel farklılıkları incelendiğinde, yaz mevsiminden kış mevsimine doğru makroplastığın önce azalış daha sonra artmış olduğu görülmektedir. Bunun bir sebebi örnekleme esnasında plajın yaza hazırlanması için kış mevsiminde, plaj üzerinde ışıklandırma tadilatının yapılmıştır. Bu esnada tadilatta kullanılan diğer atıkları ortama yayılmıştır. Şekil 4.7 görüldüğü gibi A ile C karşılaştırıldığında makroplastiklerin her iki dönemde de batı kısmında kümeleştiği fark edilebilmektedir. Yaz mevsimde S4 ve S5 tamamı makroplastik içermektedir ama fazlalık bakımından S4'te daha çok plastik atık birikmiştir. Sonbahar mevsiminde ise S8 istasyonunda plastik atık bulunmazken, S9 istasyonunda mesoplastik atıklar yoğunlaşmaktadır.



• : 3.93 gr plastik atık olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.7: Selimpaşa plajı yaz (a), sonbahar (b), kış (c) ve ilkbahar (d) sonuçları

Kumburgaz plajının mevsimlere bağlı olarak değişimi incelendiğinde; yaz mevsiminde makroplastik atıkların ölçüm alanının batı kısmındaki istasyonlarda yoğunlaştığı göze çarpmaktadır. Mevsim geçişlerinde makroplastığın parçalanarak mesoplastiğe geçmesini kış mevsimine rastlamaktadır. Plajın her mevsimde açık olması plaj atığı bakımından dezavantajdır. Bu alanın otoban yoluna yakın olması ve plaj kısmının dar olması; atıkların daha çok birikme eğiliminde olduğunu göstermektedir (Şekil 4.8). A ve B’de kıyısaldaki diğer atıklarla sıklıkla karşılaşılıyor olması, insan baskısının çok fazla olduğunu göstermektedir. Öte yandan A,B ve D de sağ üst köşedeki makroplastığın yoğunluğu, kıyısalla bağlantısı olan bir otel işletmesinin yanında olması ve sürüklenerek yanından geçen derenin etkilemiş olduğunun göstergesidir.



• : 3.93 gr plastik atık olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.8: Kumburgaz plajı yaz (a), sonbahar (b), kış (c) ve ilkbahar (d) sonuçlar

Büyükçekmece plajı mevsim verilerine göre insan baskısının çok etkilediği her mevsimde görülmüştür. Plajın kışında kafe olarak kullanılması plajın atık yoğunluğu bakımından çok farklı çeşide yer verilmiştir. Makroplastik miktarı sonbahardan kış mevsimine geçişinde oldukça artmıştır. Bunun doğa olayları ile taşınmış olması ileri sürülmüştür. İlkbahar da makroplastik atıklar arazinin batı kısmında toplanmasına neden olan durum, yakınından geçen derenin kış mevsiminde yükselmesiyle kaynaklanmaktadır (Şekil 4.9). A ile B görüldüğü gibi

insan baskısının fazla olmasından diğer atıkların yoğunlaştığını göstergesidir. Kış ve ilkbahar geçişinde makroplastik atıkların taşınımının arttığı görülmektedir.



(a)



(b)



(c)

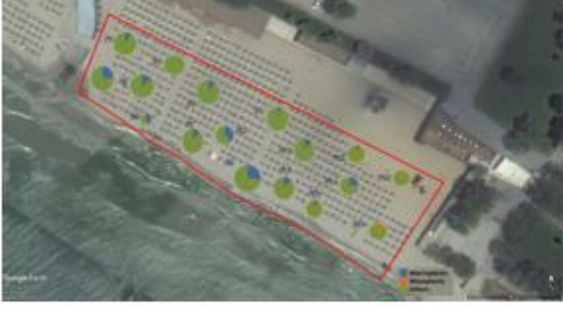


(d)

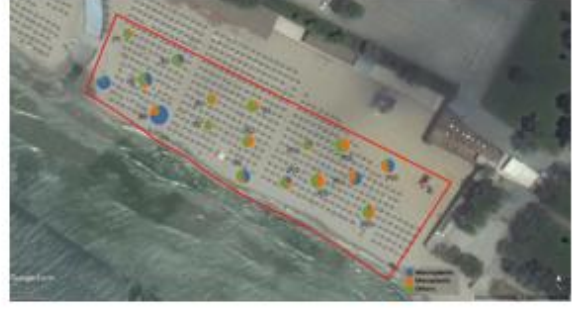
• : 3.93 gr plastik atık olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.9: Büyükçekmece plajı yaz (a), sonbahar (b), kış (c) ve ilkbahar (d) sonuçları

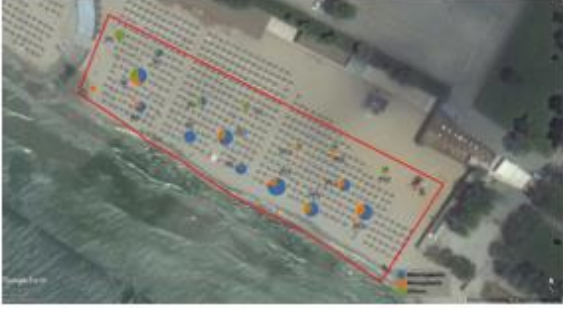
Florya plajında denize yakın alanlarla, yol kenarına yakın kısımda farklılıklar belirgin değilken, özellikle makroplastiklerin alanın doğu hattında kümeleştiği dikkati çekmektedir. Mesoplastiklerin sonbahar döneminde baskın oluşunu farklı parametrelerle yorumlamak mümkündür (Şekil 4.10). Plajın yaz mevsiminde oldukça yoğun kullanıldığı diğer atıkların çok fazla olmasında meydana gelmektedir. Yaz mevsiminden sonra plajın kapatılıp temizlendiği düşünüldüğünde, makroplastiklerin sonbahar ve kışta artmasını, doğa olaylarıyla sürüklendiği söylenebilir.



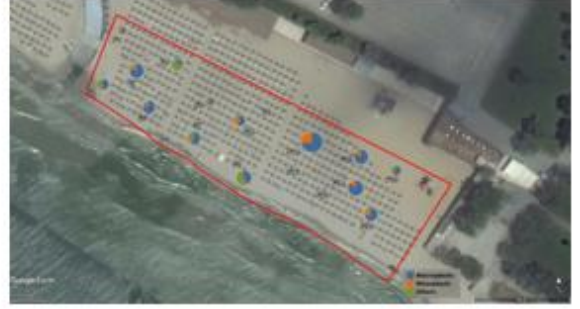
(a)



(b)



(c)



(d)

• : 3.93 gr plastik atık olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.10: Florya plajı yaz (a), sonbahar (b), kış (c) ve ilkbahar (d) sonuçları



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada, hem makro ve hem de mesoplastiklerin kıyısal alana ulaşma yolları, seçilen alanlarda makro ve mesoplastiklerin sınıflandırılması, boyutlandırılması, tespit yöntemleri ile belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle çalışma İstanbul'un en sık kullanılan plajlardan olan Selimpaşa, Kumburgaz, Büyükçekmece ve Florya plajlarında yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar ile İstanbul kıyılarında makro ve meso plastiklerin olası tehditlerine dair öneriler sunulmuştur.

Plastiklerin değişen yaşam koşullarına bağlı olarak gündelik hayatta sıkça kullanımı ve beraberinde getirdiği çevresel sorunlar, son günlerde birçok ülkede araştırmalara konu olmaktadır (URL 16). Hem tatlı su ve hem de denizel alanlara ulaşan makroplastiklerin yarattığı sorunlarla ilgili çalışmalara bakıldığında, küresel nehir sisteminden her yıl okyanuslara 1,15 ila 2,41 milyon ton plastik aktığını tahmin edilmektedir (Lebraton ve diğ., 2017). Özellikle plastikleri oluşturan farklı polimer bileşiklerin, sucul alanlarda yarattığı fizyolojik ve toksikolojik etkiler Lund Üniversitesi'nde çalışılmıştır. Sucul ekosistem de yer alan plastik nanopartiküllerin önce planktonik organizmalar tarafından besin maddesi olarak alınmakta olduğu gözlemlenmiş ve bu plastik nanopartiküllerin, planktonik organizmalarla besin zincirine giriş yapmasıyla besin zincirinin üst kısmında yer alan insanlardaki davranış bozuklukları arasındaki ilişki araştırılmıştır (Mattson ve diğ., 2017). Plastik nanopartiküllerinin dışında makro plastiklerin canlılar üzerindeki olumsuz etkileri gözlemlenebilmektedir.

Makro canlıların plastiklerden etkilendiklerine ait basında çıkan haberler, gün geçtikçe plastik kullanımına direnç geliştirmektedir. Halkı bilgilendirmek üzere sunulan çalışmalarda planktonik formlardan trofik seviyenin en üst basamağına kadar tüm deniz canlılarının plastik tükettikleri belgelenmiştir. Bunun nedeni plastiğin deniz canlılarına sadece yiyecek gibi gözükmesinden değil, kokmasından da kaynaklanıyor olabileceği söylenmiştir. Plastiğin üzerindeki sümüksü canlı tabaka, yiyecek gibi kokmasına ve tat vermesine yol açan kimyasallar salgıladığı ve plastikten yayılan özellikle bir kimyasal madde, dimetil sülfid (DMS) aralarında balıkların da bulunduğu hayvanları kendisine çekmekte olduğu gözlemlenmiştir (URL 17). Bilim insanları deniz kuşlarının sindirim sistemindeki plastik durumunu yıllardır takip etmiştir. 1960'da midesinde plastik bulunan kuş oranı yüzde 5'ten daha azken, 1980'e gelindiğinde yüzde 80'e yükselmiştir. Wilcox en rahatsız edici bulgunun, plastik üretimindeki artış oranıyla

kuşların sindirim sistemine girmesindeki artış oranı arasındaki ilişki olduğu söylenmiştir. (URL 18). Başka bir haberde ise; Tayland yetkilileri yaptığı açıklamada, Tayland'daki bebek deniz memelisinin plastik tükettikten kısa bir süre sonra, şok geçirerek öldüğü söylenmiştir. (URL 19).

Plastiklerin kıyısız alanda ve özellikle plajlarda rastlanıyor oluşu istenmeyen durumdur. CMC tarafından yapılan sınıflandırma, bu tez çalışmasında da uygulanmıştır. Örnekleme istasyonları içinde Selimpaşa plajında (plastik kapaklar, plastik pipetler, plastik içecek şişeleri, plastik parçaları, kâğıt parçaları, cam parçaları ve metal içecek kutuları) daha yoğun rastlanırken, sigara izmaritleri ve plastik içecek şişeleri nadiren bulunmuştur. Örnekleme istasyonları içinde Kumburgaz plajında ise plastik parçaları, strafor, plastik gıda poşetleri, plastik pipetler, daha yoğun rastlanırken, sigara izmaritleri ve plastik kapaklar nadiren bulunmuştur. Örnekleme istasyonları içinde Büyükçekmece plajında sigara izmaritleri, plastik gıda poşetleri, plastik pipetler, cam içecek kutuları, cam parçaları, kâğıt parçaları, plastik kapaklar, strafor bardaklar çok yoğun rastlanırken, metal içecek kutuları nadiren bulunmuştur. Örnekleme istasyonları içinde Florya plajında ise sigara izmaritleri, kâğıt parçaları, plastik parçaları, strafor, cam parçaları, plastik gıda torbaları, plastik kapaklar, metal içecek kutuları, plastik pipetler, cam içecek kutuları, plastik içecek şişeleri, strafor bardaklar olarak en sık rastlanan 12 öğeye de yoğun olarak rastlanmıştır.

Kıyı şeridinde atık birikimine neden olan faktörler arasında ayırım yapmak oldukça zordur. Örnekleme zamanına bağlı olarak (örneğin, bir fırtınadan hemen önce veya sonra) hesaplanan net birikim oranı muhtemelen değişmektedir. Williams ve Tudor, (2001) tarafından gerçekleştirilen bir atık markalama çalışması sert rüzgarın ardından kıyı şeridinde “eski” atıkların yeniden ortaya çıkabileceğini göstermiştir (Lippiatt ve diğ., 2013). Bu doğrultuda, sonbahar döneminde kıyıya taşınan plastiklerin kışın iklimsel etkenlerle taşınmaya devam ettikleri ve denize ulaştıkları düşünülebilir. İlkbahar döneminin gelmesiyle birlikte plajların kullanılan alanlarında bulunan istasyonlardaki plastik yoğunluğu tekrar artmaktadır (Şekil 4.7, 4.8, 4.9, 4.10).

Büyükçekmece plajının kış döneminde B2 noktasının yeri 2 metre içeri kaymaktadır. Bunun sebebi, noktanın yakınında geçen derenin gerçek koordinatın üzerinden geçmesidir (Şekil 4.9). Williams ve diğ. (2003) tarafından, hâkim su akıntılarının yanında gel-gitlerden direkt olarak etkilenebildiği ifade edilmektedir. Bu sayede gel-gitler plastik atıkların mekansal ya da

zamansal toplanma değişiklikleri meydana getirebilir (Moreira ve diğ., 2015; Carson ve diğ., 2013).

İstasyon farkı gözetilmeksizin, tüm istasyonlarda özellikle yaz aylarında diğer atık türlerinin baskın olduğu CBS ile görselleştirilen haritalarda belirgindir. Sonbahar döneminde ise; bu yoğunluğu mesoplastiklerin devraldığı görülmektedir. Plastik atıklar iklim koşullarından etkilenerek, atmosferik gradyanların neden olduğu zorlama, jeostrofik rüzgarlar, basınç ve güneş radyasyonu, stratosferik sıcaklık ve Coriolis etkisi ile parçalanmaktadır (Kubota., 1994; Martinez ve diğ. 2009).

Mevsimsel farklılık gözetmeksizin plastik atıkların % 82'si makroplastik, % 18'i mesoplastik olarak görülmüştür. Mevsim olarak değerlendirdiğimizde, makroplastik atıklar en yüksek yaz mevsiminde toplanırken, en düşük sonbahar mevsiminde görülmüştür. Mesoplastik atıklar ise en yoğun sonbahar mevsiminde, en düşük olarak da yaz mevsiminde öne çıkmaktadır. Yazdan sonbahara geçerken makroplastığın azalıp, mesoplastığın arttığı görülmektedir (Tablo 4.1). Buda parçalanmaların devam ettiğini belirtmektedir.

Ancak Türkiye'de kıyısız alan kullanımı ile ilgili olarak geçerli olan yönetmeliklerde plastik kullanımı kısıtlaması ile ilgili ayrıcalık henüz uygulanmamaktadır. Almanya'da 2016'da kişi başına yıllık 45 poşet kullanılırken ücretli poşet uygulamasıyla bu rakam 2017'de 29'a düştü. İngiltere'de ücretli poşet uygulamasına geçilmeden önce yılda kişi başına 140 olan plastik poşet tüketimi, geçen yılsonunda 19 adede geriledi. Yunanistan'da da uygulamanın yürürlüğe girdiği 2018'de bir önceki yıla göre poşet kullanımında yüzde 85 düşüş gerçekleşti. Türkiye'de ortalama 440 olan kişi başına düşen yıllık plastik poşet kullanımının 2019 sonunda 90'a, 2025'te ise 40'a düşürülmesi hedeflenmektedir (URL 20). Florya plajı sadece yaz mevsiminde kullanılıyor olup, yaz sonunda temizlenip kullanıma kapatılıyorken Selimpaşa, Kumburgaz ve Büyükçekmece plajı dört mevsim kullanıma açıktır. Fakat mevsim şartlarına bağlı olarak kış aylarında Büyükçekmece plajın da insan baskısı olmasının yanında; Selimpaşa ve Kumburgaz plajları nispeten insan baskısından uzak kalmaktadır. Yaz mevsiminden sonbahar mevsimine geçildiğinde, insan yoğunluğunun azalmasıyla özellikle toplam atık miktarının azaldığı ve bununla beraber plastik miktarının da azaldığı görülmektedir. Kış mevsiminde atık miktarının tekrar artmasını, doğa olayların (sel, rüzgâr, kar) taşınması olarak göstermektedir. Rech ve diğ., (2014) ve Corcoran ve diğ., (2015), nehirler tarafından taşınan makroplastik ve mikroplastik atık yüklerinin, nehir kıyılarında da biriktirildiğini göstererek, nehirlerin antropojenik atıklar

için hem biriktirici hem de erozyonel bölgeler olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Malezya’da yapılmış bir çalışmada da, nemli aylarda plajdaki insanların ve sahil hayvanlarının düşük sayıda olması kıyılardaki yüksek plastik miktarını da açıklayabilir. Denizden gelen plastik döküntüleri insanlar veya hayvanlar tarafından alındığından ötürü, plastik atık miktarının artmasına neden olabileceği düşünülmüştür (Watts ve diğ., 2014). Bu bağlamda sonbahar döneminde iklimsel etkenlerle plastik atık yoğunluğu her dört plaj için de kıyıda artmaktadır (Şekil 4.10).

Son yıllarda, birçok araştırma, kara yüzey örnekleme tekniklerini kullanarak (çoğunlukla plajlarda) plastik atıkların bolluğunu ve mekansal dağılımını tanımlamıştır (Cheung ve diğ., 2016; Fok ve diğ., 2017; Ivar do Sul ve diğ., 2013; Lee ve diğ., 2015; Widmer and Hennemann, 2010; Zhao ve diğ., 2018). İstasyon bazında mevsimler dönemler incelendiğinde; Selimpaşa plajının yaz döneminde plastik yoğunluğunun az olduğu noktalara bakıldığında, bu istasyonların alanın yoğun kullanılan bölgelerinde yer aldığı dikkat çekmektedir (Şekil 4.7). Bunun nedeni plajlarda yapılan temizlik ve mevsimsel kullanım sonucu istasyonlardaki diğer atıkların baskınlığı gösterilebilir. Sonbaharda insan baskısının artmasından diğer atıkların artmasına da neden olur.

Kumburgaz plajı mevsimsel olarak incelendiğinde; yaz döneminde antropojenik baskılardan dolayı atık miktarının arttığı ama plastik miktarının ise değişmediği görülmektedir (Şekil 4.8). Kumburgaz plajının en büyük dezavantajı, yerleşim yerine çok yakın olmasının yanı sıra, kumsalın dış baskısından dolayı birçok atıklara maruz kalmaktadır. Buna ek olarak, plajın otobana yakın olmasından dolayı, alanın araçların yaptığı hava sirkülasyonundan etkilenmesine neden olmaktadır. Uzun bir ayrışma süresinden sonra, su ve hava koşulları arasında bir yüzey oksidasyon farkı izlenmiştir. Sudaki tabakada gözlenen en düşük oksidasyon, su moleküllerinin ışık emmesi nedeniyle daha az önemli olan ışığa maruz kalma ile açıklanabilir. Bu, zaten doğal ortamda yıpranmış polimerler için tarif edilir (Andrady., 1990; Brandon ve diğ., 2016). İlkbaharda makroplastiklerin artmasının nedeni olarak ise; yaz sezonuna hazırlık aşamasına geçildiği şeklinde ifade edilebilir.

Büyükçekmece plajında ise; atık yoğunluğu alana dengeli dağılmış, fakat diğer atıkların baskınlığı sonbaharda da devam etmiştir (Şekil 4.9). Bunun nedeninin rüzgâr gibi mevsimsel etkenlerin yanı sıra, alanın kullanımına bağlı olarak yapılan temizlik olduğu da düşünülmektedir. Ancak plastikler diğer atıklara oranla daha kalıcı ve uçucu olmasından

kaynaklı, kış mevsiminde özellikle sahile yakın yerlerde makro ve mesoplastik yoğunluğu gözlenmektedir.

Florya plajında atık yoğunluğunun yaz mevsiminde ve özellikle alanın plaj girişi tarafında fazla olduğu görülmekle birlikte, ilkbahara doğru azalmakta ve bir dengeye kavuşmaktadır (Şekil 4.10). Mevsimsel değişim değerlendirilecek olunursa, yazın ağırlıkta olan diğer atıklar ilkbahara doğru yerini makro ve mesoplastiklere bırakmıştır.

İstasyonlardan toplanan makroplastiklerin boyutları (Şekil 4.1) kapsamında değerlendirme yapıldığında; sonbahar mevsiminde Selimpaşa, Kumburgaz ve Florya plajlarında ciddi bir düşüş yaşanmakla birlikte, Büyükçekmece plajında bir düşüş görülmemektedir. Kış mevsiminde Selimpaşa ve Kumburgaz plajlarında artış görülmesine rağmen, Büyükçekmece Plajında tekrar bir düşüş yaşanmıştır. Bunun nedeni, her dört alana da yaz sonundan itibaren plastik girişi devam etmesine karşın Florya plajında herhangi bir temizlik yapılmaması, Büyükçekmece plajında ise ilkbaharda tekrar temizliğe başlanması gösterilebilir.

İstasyonlardan toplanan mesoplastik boyutları (Şekil 4.2) yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için her dört plajda da çok büyük farklılık göstermemesine rağmen, ilkbaharda Kumburgaz plajında hızla artmaktadır. Bunun nedeni olarak ise; plastik atıkların sürekli olarak parçalanmaya devam etmesi olarak gösterilebilir.

Elde edilen bulgular ile kesin bir sonuca ulaşılabilmesi için çalışmanın mevsimsel değil, aylık bir izleme programı ile yürütülmesi ve alanın İHA ile takibi yapılması gerekmektedir. Yapılan takibin yalnızca plajlarda değil, denizle bağlantısı olan su kaynaklarının kıyısal alanlarında da devam ettirilmesi elzemdir. Plastiklerin sucül ekosisteme etkisinin daha iyi anlaşılması için çalışmaya makro ve mesoplastiklerin yanı sıra mikroplastikler de dâhil edilmelidir. Ayrıca, plastik atıkların sahiller başta olmak üzere kontrolü sağlanmalı, kaynağında azaltılmalı, ayrı toplanmalı ve geri dönüşümü sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Andrady, A., 1990, Andrady Weathering of polyethylene (LDPE) and enhanced photodegradable polyethylene in the marine environment. *J. Appl. Polym. Sci.*, 39, (2), 363-370.
- Barnes, D. K., 2002, Biodiversity: invasions by marine life on plastic debris. *In Nature*, 416(6883), 808- 809.
- Brandon, J., Goldstein, M., Mark, D., Ohman, 2016, Long-term aging and degradation of microplastic particles: comparing in situ oceanic and experimental weathering patterns. *Mar. Pollut. Bull.*, 110, (1), 299-308.
- Bravo, M., Gallardo, L.A., Luna-Jorquera, G., Núñez, P., Vásquez, N., Thiel, M., 2009, Anthropogenic Debris On Beaches In The SE Pacific (Chile): Results From A National Survey Supported By Volunteers, *Marine Pollution Bulletin*, 58, (11), 1718-1726.
- Carson, H.S., Lamson, M.R., Nakashima, D., Toloumu, D., Hafner, J., Maximenko, N., McDermid, K.J., 2013, Tracking the sources and sinks of local marine debris in Hawai'i. *Mar. Environ. Res.* 84, 76–83.
- Cheung, P.K., Cheung, L.T.O., Fok, L., 2016, Seasonal variation in the abundance of marine plastic debris in the estuary of a subtropical macro-scale drainage basin in South China. *Sci. Total Environ.*, 562, 658-665.
- Corcoran, P. L., Norris, T., Ceccanese, T., Walzak, M.J., Helm, P. A., Marvin, C.H., 2015, Hidden plastics of Lake Ontario, Canada and their potential preservation in the sediment record *Environ. Pollut.*, 204, 17-25.
- Desforges, J.P.W., Galbraith, M., Dangerfield, N., Ross, P.S., 2014. Widespread distribution of microplastics in subsurface seawater in the NE Pacific Ocean, *Mar. Pollut. Bull.* 79, 94e99.
- Faure F., Saini C., Gael P., Galgani F., Alencastro L. F., Hagmann P., 2015, An evaluation of surface micro- and mesoplastic pollution in pelagic ecosystems of the Western Mediterranean Sea *Environmental Science and Pollution Research* 22, (16), 12190-12197
- Fok, L., Cheung, P. K., Tang, G., Li, W. C., 2017, Size distribution of stranded small plastic debris on the coast of Guangdong, South China. *Environ. Pollut.*, 220, 407-412.
- GESAMP, 2016. In: Kershaw, P.J., Rochman, C.M. (Eds.), Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment. vol. 93. IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*, London, p. 220.

- Gündoğdu S., Çevik C., 2017, Micro- and mesoplastics in Northeast Levantine coast of Turkey: The preliminary results from surface samples, *Marine Pollution Bulletin* 118, (1-2), 341-347.
- International Coastal Cleanup 2017 Report, Ocean Conservancy
- International Coastal Cleanup 2018 Report, Ocean Conservancy
- Ivar do Sul, J.A., Costa, M.F., Barletta, M., Cysneiros, F.J.A., 2013, Pelagic microplastics around an archipelago of the Equatorial Atlantic. *Mar. Pollut. Bull.*, 75, 305-309.
- Ivar do Sul, J. A., & Costa, M. F. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment, *Environmental Pollution*, 185, 352-364. DOI:10.1016/j.envpol.2013.10.036
- Kubota, M., 1994. A mechanism for the accumulation of floating marine debris north of Hawaii. *J. Phys. Oceanogr.* 24 (5), 1059–1064.
- Laist, D.W., 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: *Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), Marine Debris—Sources, Impacts and Solutions. Springer-Verlag, New York, 99–139*
- Lee, J., Lee, J.S., Jang, Y.C., Hong, S.Y., Shim, W.J., Song, Y.K., Hong, S.H., Jang, M., Han, G.M., Kang, D., Hong, S., 2015, Arch. Environ. Contam. Toxicol., 69, 288-298.
- Lebraton, C.M., Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., Reisser, J., 2017, River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications*. 8, 15611.
- Lehtiniemi, M., Hartikainen, S., Nakki P., Engström-Öts, J., Koistinen, A., Setälä, O., 2018, Size matters more than shape: Ingestion of primary and secondary microplastics by small predators, 17, e00097 <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2018.e00097>
- Lippiatt, S., Opfer, S., and Arthur, C. 2013. Marine Debris Monitoring and Assessment. *NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46*.
- Martinez, E., Maamaatuaiahutapu, K., Taillandier, V. Floating marine debris surface drift: Convergence and accumulation toward the South Pacific subtropical gyre. *Mar. Pollut. Bull.* 2009, 58 (9), 1347–1355.
- Martins, J., Sobral, P. (2011). Plastic marine debris on the Portuguese coastline: a matter of size, *Mar. Pollut. Bull.*, 62, 2649–2653.
- Mattsson, K., Johnson, E. V., Malmendal, A., Linse, S., Hansson, L. A., Cedervall, T., 2017, Brain damage and behavioural disorders in fish induced by plastic nanoparticles delivered through the food chain. *Scientific Reports*, 7, 11452.
- Moreira, F.T., Prantoni, A.L., Martini, B., de Abreu, M.A., Stoiev, S.B., Turra, A., 2015. Smallscale temporal and spatial variability in the abundance of plastic pellets on sandy

beaches: methodological considerations for estimating the input of microplastics. *Mar. Pollut. Bull.* 102 (1), 114–121.

Mudgal, S., Lyons, L., Bain, J. et al. (2011) Plastic Waste in the Environment – Revised Final Report for Euro Commission DG Environment. *Bio Intelligence Service*.

Noik, V. J., & Tuah, P.M. (2015). A first survey on the abundance of plastics fragments and particles on two sandy beaches in Kuching, Sarawak, Malaysia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 78, 012035. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/78/1/012035>.

Plastics Europe 2010 Plastics the Facts 2010. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2009. PlasticsEurope, European Plastics Converters, European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations & European Plastics Recyclers.

Rech, S., Macaya- Caquilpan, V., Pantoja, J. F., Rivadeneira, M.M., Jofre Madariaga, D., Thiel, M., 2014, Rivers as a source of marine litter--a study from the SE Pacific. *Mar. Pollut. Bull.*, 82 (1–2), 66-75.

Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., ... & Ochi, D. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), 2027-2045.

Thompson, R. C., Swan, S. H., Moore, C. J. & vomSaal, F. S. 2009, *Our plastic age*. *Phil. Trans. R. Soc. B* 364, 1973–1976. (doi:10.1098/rstb.2009.0054)

TUMNEPA 2018 Faaliyet Raporları

Watts, A. J. R., Lewis, C., Goodhead, R. M., Beckett, S. J., Moger, J., Tyler, C. R., and Galloway, T. S., 2014, Uptake and retention of microplastics by the Shore Crab *Carcinus maenas*, *Environ. Sc. Technol.* 48 8823 – 30

Williams, A.T., Tudor, D.T., Randerson, P., 2003, Beach litter sourcing in the Bristol Channel and Wales, U.K. *Water Air Soil Pollut.* 143 (1), 387–408.

Winder, W.M., Hennemann, M.C., 2010, Marine debris in the Island of Santa Catarina, South Brazil: spatial patterns, composition, and biological aspects. *J. Coast Res.*, 26, 993-1000.

Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S., 2013, The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ. Pollut.* 178, 483e492.

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. *Sci. Total Environ.*, 640-641, 637-645.



**Tekdüzen Kaynak Bulucu Listesi URL (Uniform Resource Locator)**

URL1:<https://www.labpoint.net/plastik-kirliligi/> [Ziyaret Tarihi: 20 Temmuz 2019]

URL2:<http://tudav.org/calismalar/kirlilik/denizel-copler/buyuk-tehlike-plastik-copler/> [Ziyaret Tarihi: 20 Temmuz 2019]

URL3:<http://www.dw.com/tr/bali-sahillerinde-%C3%A7%C3%B6p-alarm%C4%B1-verildi/a-41964903> [Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2018]

URL4:<http://www.tudav.org/index.php/tr/denizel-coepler/175-bueyuek-tehlike-plastik-coepler> [Ziyaret Tarihi : 10 Kasım 2018]

URL5:<https://www.pagev.org/denizler-icin-en-buyuk-tehlike-plastik-degil-cehalet> [Ziyaret Tarihi: 03 Temmuz 2019]

URL6:<https://www.pagev.org/okyanuslarda-sifir-plastik-atik-icin-gucbirliigi-avrupa-denizlerindeki-temizlige-turkiye-onculuk-edec> [Ziyaret Tarihi: 03 Temmuz 2019]

URL7:<https://www.pagev.org/upload/files/Hammadde%20Yeni%20Tebli%C4%9F%20Bilg.%203/Plastik%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202018%20Mayis.pdf> [Ziyaret Tarihi: 20 Ağustos 2018]

URL8:<http://www.dtoizmir.org.tr/dosyalar/duyurular/2016/Ersin%20%C3%87eviker.deniz%20%C3%A7evresi%20koruma%20DTO.pdf> [Ziyaret Tarihi: 15 Ocak 2018]

URL9:<https://www.nextnature.net/2009/10/plastic-birds/> [Ziyaret Tarihi: 18 Şubat 2018]

URL10:<https://plasticides.wordpress.com/tag/microplastics/> [Ziyaret Tarihi: 21 Haziran 2018]

URL11:<https://www.yesilist.com/saniyede-47-kilogram-plastik-deniz-ve-okyanuslara-nehirler-ile-tasiniyor/> [Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2019]

URL12:<https://www.yesilist.com/saniyede-47-kilogram-plastik-deniz-ve-okyanuslara-nehirler-ile-tasiniyor/webp-net-resizeimage-19-2/> [Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2019]

URL13:<https://www.yesilist.com/saniyede-47-kilogram-plastik-deniz-ve-okyanuslara-nehirler-ile-tasiniyor/webp-net-resizeimage-17-3/> [Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2019]

URL14:<https://turmepa.org.tr/hakkimizda/faaliyet-raporlari> [Ziyaret Tarihi: 15 Mayıs 2019]

URL15:<http://www.who.edu/science/B/people/kamaral/plasticsarticle.html> [Ziyaret Tarihi: 27 Aralık 2018]

URL16:<http://cevreonline.com/plastiklerin-kullanimi-ve-tehlikeleri/> [Ziyaret Tarihi: 28 Haziran 2019]

URL17:<https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-45507225> [Ziyaret Tarihi: 19 Temmuz 2019]

URL18:<http://nationalgeographic.com.tr/makale/dunyadaki-deniz-kuslarinin-neredeysse-tumu-plastik-yiyor/2581> [Ziyaret Tarihi: 20 Temmuz 2019]

URL19:<https://www.washingtonpost.com/science/2019/08/17/this-baby-sea-mammal-captured-peoples-hearts-she-just-died-eating-plastic/?noredirect=on> [Ziyaret Tarihi: 28 Temmuz 2019]

URL20:<https://www.birgun.net/haber/dunyada-plastik-poset-kullanimi-nasil-242811> [Ziyaret Tarihi: 28 Ocak 2019]



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Tayfun Pehlivan
Doğum Yeri	İstanbul
Doğum Tarihi	30.04.1989
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	0554 714 45 50
E-Posta Adresi	tayfun.pehlivan89@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Çevre Mühendisliği Bölümü
Mezuniyet Yılı	2013-2014

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Tezli Yüksek Lisans Programı

Makale ve Bildiriler	
M. Cumbul Altay, T. Pehlivan, N. Sivri, "Using fourier transform IR (FT-IR) spectroscopy to analyze waste polymers from university campus", 4th Eurasian Conference on Civil and Environmental Engineering (ECOCEE'19), 17-18 June 2019, İstanbul (sözlü sunum).	