



DENİZ STRATEJİSİ ÇERÇEVE DİREKTİFİ KAPSAMINDA
SİNOP SARIKUM LAGÜNÜ DENİZ ÇÖPLERİNİN DURUMU:
BİR ÖRNEK ÇALIŞMA
AYŞAH ÖZTEKİN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DENİZ STRATEJİSİ ÇERÇEVE DİREKTİFİ KAPSAMINDA
SİNOP SARIKUM LAGÜNÜ DENİZ ÇÖPLERİNİN DURUMU:
BİR ÖRNEK ÇALIŞMA

AYŞAH ÖZTEKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ TEMEL BİLİMLER ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. LEVENT BAT

SİNOP – 2016

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

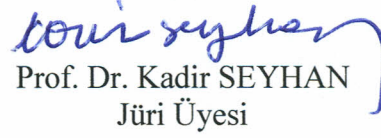
Arş. Gör. Aysah ÖZTEKİN, tarafından hazırlanan “Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi Kapsamında Sinop Sarıkum Lagünü Deniz Çöplerinin Durumu: Bir Örnek Çalışma” başlıklı bu çalışma, 29.07.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Levent BAT
Jüri Başkanı

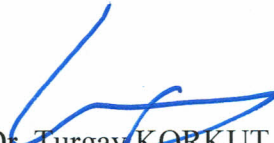


Prof. Dr. Murat SEZGIN
Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadir SEYHAN
Jüri Üyesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.



Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü

**DENİZ STRATEJİSİ ÇERÇEVE DİREKTİFİ KAPSAMINDA SİNOP
SARIKUM LAGÜNÜ DENİZ ÇÖPLERİNİN DURUMU:
BİR ÖRNEK ÇALIŞMA**

ÖZET

AB tarafından 2008 yılında yayınlanan Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) (DŞÇD), 2020 yılına kadar Üye Devletlerin “İyi Çevre Durumu” (İÇD) sağlamaları veya sürdürmeleri için gerekli önlemleri içermektedir. DŞÇD’de belirlenen on bir niteleyici ‘tanımlayıcı’ doğrultusunda deniz bölgesi veya alt bölgesi düzeyinde İÇD belirlenmektedir ve bulunan 11 tanımlayıcıdan Tanımlayıcı 10 deniz katı atıkları ile ilgilidir.

Karadeniz’in sayılı sulak alanlarından birisi olan Sarıkum Lagünü 1987 yılında Tabiatı Koruma Alanı, lagün çevresi ise 1991 yılında Doğal Sit alanı olarak ilan edilmiştir. Lagün ve çevresi, hem komşu ülkelerden deniz akıntılarıyla hem de Sinop bölgesinde hakim rüzgarların etkisiyle bölgenin coğrafi konumundan dolayı ciddi bir katı atık birikimine maruz kalmaktadır.

AB DŞÇD Deniz Çöpü Alt Teknik Grubu tarafından yayınlanan Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlenmesi için Kılavuz’da önerilen yöntemler bölgeye uyarlanarak kullanılmıştır. Bu kapsamda çalışma ile Sinop Sarıkum Lagünü’nde makro deniz çöpleri için sahil ve deniz tabanındaki çöplerin istasyonlar arası ve zamana bağlı olarak değişimleri, miktarları, dağılımları, kompozisyonları ve orijinleri belirlenmiştir. Mikroplastikler için ise sahil, deniz tabanı ve deniz suyunda istasyonlar arası ve zamana bağlı olarak değişimleri, miktarları belirlenmiş ve olası kaynakları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bölge canlılarının denizel çöplerden etkilenip etkilenmediğini belirlemek için çerçevesiz trol ile deniz tabanı çöplerinin belirlenmesi amacıyla yapılan taramalar sırasında ağa yakalanan balıklardan yararlanılmıştır.

Sinop Sarıkum Lagünü için Avrupa Birliği tarafından yayınlanan DŞÇD kapsamında Tanımlayıcı 10 açısından bölgenin mevcut durumunun belirlenmiştir. Bölgenin yoğun miktarda çöp ile kontamine olduğu çalışma sonuçlarıyla belirlenmiş olup araştırma bölgesinde rastlanılan canlılarda herhangi bir çöp kalıntısına rastlanmamıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler, daha sonra yapılacak olan benzer çalışmalara ışık tutma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Deniz çöpleri, DŞÇD, Tanımlayıcı 10, Mikroplastik, Sarıkum Lagünü

STATUS OF SINOP SARIKUM LAGOON MARINE LITTER UNDER THE SCOPE OF MARINE STRATEGY FRAMEWORK DIRECTIVE: A CASE STUDY

ABSTRACT

Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC) (MSFD), published by European Union (EU) in 2008, including necessary measures to provide or maintain "Good Environmental Status" (GES) for the Member States up to 2020. In Directive 2008/56/EC, GES is determined for marine regions and sub-regions according to 11 qualitative 'descriptors' and among them, Descriptor 10 is related to the marine litter.

Sarikum Lagoon which is one of the significant wetlands of the Black Sea was announced as Nature Reserve Area in 1987 and lagoon surroundings were declared as Natural Protected Area in 1991. Lagoon and its surroundings due to the geographical location are exposed to a significant accumulation of solid waste both with the sea currents from neighboring countries and the influence of the prevailing winds in Sinop.

Methods, proposed by Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas that was published by EU MSFD Technical Subgroup on Marine Litter were used by adapting to the region. In this context, at the end of this study, quantity, distribution, composition, origin and station and time-dependent changes of macro marine litter in beach and sea bed were determined in according to the marine litter title within Descriptor 10. Between the stations and the time-dependent changes and quantity of microplastics were determined and potential resources of microplastics were estimated in beach, sea bed and sea surface. Fish which were captured during the beam trawl surveys done for seabed litter were investigated to determine whether the regional living organisms were affected by the marine litter.

The current situation of the region under the Descriptor 10 was determined within the scope of MSFD published by EU for Sinop Sarikum Lagoon. It was determined that the study area was contaminated with a large amount of litter and there was no litter in encountered regional living organisms in study area. The data obtained from results of this study will shed light on later similar studies.

Keywords: Marine litter, MSFD, Descriptor 10, Microplastic, Sarikum Lagoon

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca çalışma konumun belirlenmesinden konum ile ilgili eğitimime kadar desteğinin esirgemeyen ve yoluma ışık tutan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Levent BAT'a sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca her zaman desteğiyle yanımda olduğunu bildiğim Dr. Olgaç GÜVEN'e, çalışmamın projelendirilmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Oylum GÖKKURT BAKİ'ye, çalışmamın gerek arazi gerekse laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Yüksek Lisans Öğrencisi Mehmet BAHTİYAR, Arş. Gör. Murat KERİM, Arş. Gör. Ferhat BÜYÜKDEVECİ, Arş. Gör. Uğur ÖZSANDIKÇI, Arş. Gör. Serpil YAVUZ KESKİN ve Peyzaj Mimarı Cansu ÖZTEKİN'e, tezimin yazım aşamasında desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Alper SİNAN'a, Arş. Gör. Ayşe PARLAK AKYÜZ, Arş. Gör. Dilara KAYA ÖZTÜRK, Arş. Gör. Pınar YILDIZ, Arş. Gör. Arzu ÇAM ve Harita Mühendisi Faruk Burak PALABIYIK'a teşekkür ederim. Ayrıca deniz örneklemeleri sırasında yardımlarını esirgemeyen Yahya DEMİRTAŞ ve İsmail KARAGÜLLE'ye teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yanımda olan eşim Biyolog Hasan Can ÖZTEKİN'e gösterdiği sabır ve destek için ve her zaman yanımda olduklarını bildiğim aileme sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması TUBİTAK 115Y002 numaralı ve 'Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi Kapsamında Sinop Sarıkum Lagünü Deniz Çöplerinin Durumu: Bir Örnek Çalışma' başlıklı proje tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
2.1. Deniz Çöpleri Hakkında Genel Bilgiler	4
2.1.1. Karadeniz’de Deniz Çöpleri	7
2.1.2. Sahil Çöpleri Konusunda Yapılan Çalışmalar	11
2.1.3. Deniz Tabanı Çöpleri Konusunda Yapılan Çalışmalar	14
2.1.4. Yüzen Çöpler Konusunda Yapılan Çalışmalar	17
2.2. Deniz Çöplerinin Canlılarda Bulunuşu Konusunda Yapılan Çalışmalar	19
2.3. Mikroplastikler Hakkında Genel Bilgiler	22
2.3.1. Mikroplastikler Konusunda Yapılan Çalışmalar	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM	31
3.1. Araştırma Bölgesinin Tanımı	33
3.2. Deniz Çöplerinin İzlenmesi	35
3.2.1. Sahil Çöpleri	35
3.2.2. Deniz Tabanı Çöpleri	38
3.2.3. Yüzen Çöpler	41
3.3. Bölgede Rastlanan Deniz Kuşu ve Balıklar	42
3.4. Mikroplastikler	44
3.4.1. Mikroplastik Sahil Örneklemeleri	45
3.4.2. Mikroplastik Deniz Suyu Örneklemeleri	48
3.4.3. Mikroplastik Deniz Tabanı Örneklemeleri	52
3.4.4. Kütleli Örneklemelerde Laboratuvarda Mikroplastiklerin Ayrımı	54
3.4.5. Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) ile Mikroplastiklerin	56

Polimer Tiplerinin Belirlenmesi	
4. BULGULAR	57
4.1. Deniz Çöpleri	58
4.1.1. Sahil Çöpleri	58
4.1.2. Deniz Tabanı Çöpleri	69
4.1.3. Yüzen Çöpler	70
4.2. Bölgede Rastlanan Deniz Kuşu ve Balıklar	71
4.3. Mikroplastikler	75
4.3.1. Sahil Sedimanındaki Mikroplastikler	75
4.2.2. Deniz Tabanındaki Mikroplastikler	87
4.3.3. Deniz Suyundaki Mikroplastikler	91
4.3.4. Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) ile Mikroplastiklerin Polimer Tiplerinin Belirlenmesi	100
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	101
6. KAYNAKLAR	120
EKLER	130
EK 1: FTIR Analiz Sonuçları	130
ÖZGEÇMİŞ	155

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AB (EC)	Avrupa Birliği (European Commission)
ATR	Attenuated Total Reflectance – Azaltılmış Toplam Yansıma
BSC	Karadeniz Komisyonu (Black Sea Commission)
EC DG ENV	Avrupa Birliği Çevre Genel Müdürlüğü (European Commission Environment Directorate General)
DSÇD (MSFD)	Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (Marine Strategy Framework Directive)
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
FTIR	Fourier Transform İnfrared Spectroscopy
HCB	Hexaklorobenzen
IFREMER	Fransız Deniz Araştırma Enstitüsü (French Research Institute for Exploitation of the Sea)
IOC-UNESCO	Hükümetlerarası Oşinografik Komisyon (Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO)
IMO	Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization)
IR	Infrared
LBS	Karadeniz Deniz Ortamının Kara Kökenli Kirlenmelere Karşı Korunması Protokolü (The Protocol Concerning Pollution from Land-Based Sources and Activities)
MARPOL	Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)
MP	Milli Parklar
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
PCB	Poliklorlu bifenil
TKA	Tabiat Koruma Alanı
TSG-ML	Deniz Çöpi Teknik Alt Grubu (Technical Subgroup on Marine Litter)
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme)
WG GES	İyi Çevre Durumu Çalışma Grubu (Good Environmental Status Working Group)

ŞEKİLLER ve ÇİZELGELER LİSTESİ

ÇİZELGELER LİSTESİ	Sayfa No
Çizelge 1.1. Niteliksel İÇD tanımlayıcıları	1
Çizelge 2.1. Deniz çöpü kaynakları (NOAA, 2008)	4
Çizelge 3.1. Sahil çöpleri örnekleme istasyonları	36
Çizelge 3.2. Deniz tabanı örnekleme istasyonları koordinatları	38
Çizelge 3.3. Deniz Suyu Mikroplastik Örnekleme Koordinatları	50
Çizelge 3.4. Mikroplastik deniz tabanı örnekleme istasyonları	52
Çizelge 4.1. Birim alandaki deniz çöpü miktarları	59
Çizelge 4.2. Deniz çöplerinin materyal tiplerine göre sınıflandırılması	61
Çizelge 4.3. Deniz çöplerinin kullanım alanlarına göre sınıflandırılması	63
Çizelge 4.4. Küçük parçalı çöplerin mevsimsel ve genel ortalama miktarı	67
Çizelge 4.5. Ağa yakalanan balıkların tür, boy, ağırlık ve sindirim kanalı ağırlığı verileri	72
Çizelge 4.6. Ağa yakalanan balıkların sindirim kanalında rastlanan canlıların grupları	73
Çizelge 4.7. 1-5 mm arasındaki mikroplastiklerin mevsimler ve istasyonlar arasındaki organik madde, plastik ağırlığı ve incelenen sediman verileri	76
Çizelge 4.8. 1' mm den küçük mikroplastiklerin ortalama miktarı	83
Çizelge 4.9. Deniz tabanındaki ortalama mikroplastik miktarı	87
Çizelge 4.10. İstasyonlar ve mevsimlere bağlı ortalama mikroplastik ve taranan alan miktarı	92
Çizelge 4.11. Deniz suyundaki mevsimsel ve istasyonlar arası mikro çöp miktarları	96
Çizelge 5.1. Karadeniz ve Akdeniz kıyılarında deniz çöpü miktarları	82
Çizelge 5.2. Ülkemiz ve Karadeniz'de deniz tabındaki çöpler hakkında yapılan çalışmalar	86
Çizelge 5.3. Su yüzeyindeki mikropartikül miktarları	92

ŞEKİLLER LİSTESİ	Sayfa No
Şekil 3.1. Araştırma Bölgesi-Sinop Sarıkum Lagünü	33
Şekil 3.2. Araştırma Bölgesi-Sinop Sarıkum Lagünü Sahili	34
Şekil 3. 3. Örnekleme çalışmalarının şematik hali	35
Şekil 3.4. Sahil çöpleri araştırma istasyonları	36
Şekil 3.5. Örneklerin ayrıştırılması	37
Şekil 3.6. Deniz tabanı çöpleri örnekleme bölgeleri	38
Şekil 3.7. Çerçevesiz trol örnekleme çalışmaları	39
Şekil 3.8. Örnekleme bölgesine giderken karşılaşılan yüzen çöpler	41
Şekil 3.9. Örnekleme bölgesinde karşılaşılan deniz kuşu	42
Şekil 3.10. Çerçevesiz trol operasyonu sırasında ağa yakalanan balıklar (Sol: Sonbahar örnekleme – Sağ: Yaz örnekleme)	43
Şekil 3.11. Ağa yakalanan balıkların incelenmesi	43
Şekil 3.12. Örnekleme bölgesinde yakalanan balıkların mikroskop altında incelenmesi	43
Şekil 3.13. Mikroplastik sahil sedimanı örneklemelemelerinin şematik hali	45
Şekil 3.14. 1-5 mm mikroplastik örnekleme	46
Şekil 3.15. 1-5 mm arasındaki mikroplastik örneklerinin ayrıştırılması	47
Şekil 3.16. 1 mm'den küçük mikroplastiklerin mikroskop altında incelenmesi	48
Şekil 3.17. Su yüzeyi (—) ve Su kolonu (●) mikroplastik örnekleme istasyonları	48
Şekil 3.18. Su yüzeyi mikroplastik örneklemelemlerinde kullanılan Nöston plankton kepçesi	49
Şekil 3.19. Su kolonu örneklemelemlerinde kullanılan plankton kepçesi	50

Şekil 3.20. Su yüzeyi ve su kolonu örneklerinden çıkan mikroplastiklerin mikroskop altında incelenmesi	51
Şekil 3.21. Deniz tabanı örnekleme istasyonları	52
Şekil 3.22. Mikroplastik deniz tabanı örnekleme	53
Şekil 3.23. Yoğunluk ayırıştırma düzeneği	54
Şekil 4.1. Araştırma istasyonlarından toplanan deniz çöpleri	58
Şekil 4.2. Mevsimsel olarak birim alandaki ortalama deniz çöpi miktarları	59
Şekil 4.3. İstasyonlar arası deniz çöpi miktarındaki değişiklikler	60
Şekil 4.4. Deniz çöplerinin materyal tiplerine göre sınıflandırılmasında mevsimsel değişiklikler	61
Şekil 4.5. Deniz çöplerinin sınıflandırılması	62
Şekil 4.6. Deniz çöplerinin kullanım alanlarına göre sınıflandırılması	64
Şekil 4.7. Kullanım tiplerine göre sınıflandırılan deniz çöplerinin ortalama miktarındaki mevsimsel değişiklikler	65
Şekil 4.8. Çalışma sırasında rastlanan yabancı orjinli çöpler	66
Şekil 4.9. Küçük parçalı çöplerin materyallerine göre sınıflandırılması	68
Şekil 4.10. Deniz tabanı çöpleri	69
Şekil 4.11. Sahil sedimanındaki mikroplastikler	75
Şekil 4.12. Mevsimsel olarak istasyon arası ortalama organik madde ve plastik ağırlıkları arasındaki ilişki	77
Şekil 4.13. Mevsimler ve istasyonlar arası birim ağırlıktaki ortalama mikroplastik miktarı	78
Şekil 4.14. Mevsimler ve istasyonlar arası birim hacimdeki ortalama mikroplastik miktarı	78
Şekil 4.15. 1-5 mm arasındaki mikroplastiklerin mevsimler ve istasyonlar arası ortalama miktarı	79
Şekil 4.16. Plastik tiplerinin ortalama miktarları	80

Şekil 4.17. Mevsimler arası renk grupları arası farklılıklar	82
Şekil 4.18. 1 mm'den küçük mikroplastikler (a ve b; polistiren, c ve d; sert plastik, e; fiber, f; diğer)	83
Şekil 4.19. Mevsimler ve istasyonlar arası birim ağırlıktaki mikroplastik miktarı	84
Şekil 4.20. 1mm'den küçük mikroplastiklerin tiplerine göre sınıflandırılması	84
Şekil 4.21. 1 mm'den küçük mikroplastiklerin renk gruplarına göre sınıflandırılması	85
Şekil 4.22. 1 mm'den küçük mikroplastiklerin boy gruplarına göre sınıflandırılması	86
Şekil 4.23. Deniz tabanındaki mikroplastikler (a ve b; sert plastik, c; fiber)	87
Şekil 4.24. Deniz tabanındaki mikroplastiklerin miktarındaki mevsimsel değişiklikler	88
Şekil 4.25. Deniz tabındaki mikroplastiklerin miktarındaki derinliğe bağlı değişiklikler	89
Şekil 4.26. Deniz tabanı sedimanındaki mikroplastiklerin tiplerine göre gruplandırılması	89
Şekil 4.27. Deniz tabanındaki mikroplastiklerin renklerine göre gruplandırılması	90
Şekil 4.28. Deniz tabındaki mikroplastiklerin boy gruplarına göre sınıflandırılması	90
Şekil 4.29. Deniz yüzeyindeki mikroçöpler (a; fiber, b ve c; naylon, d; halat parçası, d; zift, e; tekne boya kalıntıları)	91
Şekil 4.30. Mikroplastik miktarının mevsimsel olarak değerlendirilmesi	93
Şekil 4.31. Deniz yüzeyindeki mikroplastik miktarının derinliğe bağlı değişimi	93
Şekil 4.32. Deniz yüzeyindeki mikro çöplerin tiplerine göre sınıflandırılması	94
Şekil 4.33. İstasyonlar ve mevsimler arasındaki organik madde miktarı ve mikroplastik miktarı arasındaki ilişki	95
Şekil 4.34. Su kolonundaki mikroçöpler (a; fiber, bve c; tekne boya parçaları)	97
Şekil 4.35. Deniz yüzeyindeki mikroplastik miktarının derinliğe bağlı değişimi	97
Şekil 4.36. Mikroplastik miktarının mevsimsel olarak değerlendirilmesi	98

Şekil 4.37. Deniz yüzeyindeki mikro çöplerin tiplerine göre sınıflandırılması	98
Şekil 4.38. İstasyonlar ve mevsimler arasındaki organik madde miktarı ve mikroplastik miktarı arasındaki ilişki	99



1. GİRİŞ

Deniz çöpleri kıyısal veya deniz ortamında boşaltılmış, atılmış veya bırakılmış herhangi kalıcı, üretilmiş veya işlenmiş katı materyaller olup, birçok deniz kökenli ve kara kökenli kaynaktan orijin alır. Geniş bir spektrumda çevresel, ekonomik, güvenlik, sağlık ve kültürel etkilere neden olan deniz çöpleri başlıca plastikler, tahtalar, metaller, cam, lastik, giysi, kâğıt, vb. materyallerden oluşmaktadır (UNEP 2005; Galgani vd., 2010).

AB tarafından 2008 yılında yayınlanan Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) (DSÇD) üye devletlerin en geç 2020 yılına kadar ‘İyi Çevre Durumu’ sağlamaları veya sürdürmeleri için gerekli önlemleri almaları için bir çerçeve oluşturmaktadır. Madde 3(5)’te ‘İyi Çevre Durumu’ şöyle tanımlanmaktadır: “Deniz sularının kendi iç koşullarında temiz, sağlıklı ve verimli ve ekolojik açıdan çeşitli ve dinamik okyanuslar ve denizler sağladığı ve deniz çevresi kullanımının sürdürülebilir bir düzeyde olduğu ve böylece mevcut ve gelecek nesillerin kullanımı ve etkinlikleri için potansiyelini koruduğu çevre durumudur”.

DSÇD uygulamasında yapılması gereken çalışmanın temel yönlerinden biri, DSÇD’nin EK-1’inde verilen 11 niteliksel İyi Çevre Durumu tanımlayıcıları (Çizelge 1.1) için ölçütler ve metodolojik standartlar geliştirmektir (Galgani vd., 2010; Galgani vd., 2013). Bulanan 11 tanımlayıcıdan Tanımlayıcı 10 deniz çöpleri ile ilgilidir.

Çizelge 1.1. Niteliksel İÇD tanımlayıcıları

T 1	Biyoçeşitlilik
T 2	Yabancı türler
T 3	Balıkçılık
T 4	Besin zincirleri
T 5	Ötrofikasyon
T 6	Deniz tabanı bütünlüğü
T 7	Hidrografik şartlar
T 8	Kirleticiler
T 9	Deniz ürünlerindeki kirleticiler
T 10	Deniz katı atıkları
T 11	Enerji ve gürültü girişi

Tanımlayıcı 10. Denizel katı atıklarının (çöplerinin) özellikleri ve miktarları kıyısal ve denizel çevreye zarar vermez (2010/477/EU).

Tanımlayıcı 10.1 Denizel ve kıyısal çevrede çöplerin özellikleri

- Sahile atılan ve/veya sahillerde biriken çöp miktarında kompozisyonu, dağılımı ve mümkünse kaynak analizlerini içeren eğilimler (10.1.1)
- Su kolonunda (yüzeyde yüzen dahil) ve deniz tabanında (dibinde) biriken çöp miktarında kompozisyonu, dağılımı ve mümkünse kaynak analizlerini içeren eğilimler (10.1.2)
- Mikro-partiküllerin (özellikle mikro-plastiklerin) miktarında, dağılımında ve mümkünse kompozisyonundaki eğilimler (10.1.3)

Tanımlayıcı 10.2 Su altı yaşamında çöplerin etkileri

- Deniz canlıları tarafından mideye alınan çöp miktarında (örneğin mide analizleri) ve kompozisyonundaki eğilimler (10.2.1)

Deniz çöpleri tüm dünya okyanuslarında sadece yoğun nüfuslu bölgelerde değil aynı zamanda açık kaynaktan ve insan etkileşiminden çok uzaktaki bölgelere kadar her yerde bulunmaktadır (UNEP, 2009). Deniz çöpleri tüm dünya okyanuslarında ekvatorlardan kutuplara kadar her yerde yüzer halde bulunabildiği gibi batıp yıllar boyunca deniz tabanında ya da kumlu ve kaba çakıllı kumsallarda gömülü olarak bulunabilir.

Dünya okyanuslarında var olan deniz çöplerinin büyük çoğunluğunu plastik çöpler oluşturmaktadır. Plastik çöplerin denizlerde mekanik erozyon ve kimyasal aşınma ile bozuntu oluşturması ciddi çevresel problemlere yol açmaktadır (Corcoran vd., 2009). Bu ürünlerin çok yavaş bozunması ve sürekli artan miktarda çöpün aşamalı fakat dünya kıyıları ve okyanuslarımızdaki miktarının etkileyici bir artışına neden olmaktadır (Laist, 1987). Kumsallarda birikmesini takiben plastik materyaller UV ışınlarına ve rüzgar, akıntı, dalga ve gel-git olayı tarafından kontrol edilen fiziksel sürece maruz kalırlar (Corcoran vd., 2009). Mikrometreden metreye geniş bir boyut çeşitliliğinde denizel ortama girerler (Hidalgo-Ruz vd., 2012) ve çapı 5mm den az

olduğunda mikroplastik olarak adlandırılan daha küçük parçalara ayrılırlar (Andrady, 2003; Thompson vd., 2004; Cole vd., 2011'den alınmıştır).

DSÇD'nin 10. tanımlayıcısında mikroçöpler; "Mikroçöplerin (özellikle mikroplastiklerin) miktarında, dağılımında ve mümkünse kompozisyonundaki eğilimler" şeklinde dikkate alınmıştır. Mikroçöpler diğer çöp tiplerine benzer materyalden oluşur; boyut spektrumunun sonundaki çok küçük çöp parçacıklarıdır. Mikroçöpler denizel çöplerin yaygın materyal tipleri olan cam, metal, plastik ve kâğıt çöplerinden oluşmaktadır. Tanımlayıcı 10'da mikroplastikler doğadaki mikroçöplerin en önemli bileşeni olarak tanımlanmaktadır.

Mikroplastik parçacıklar; mikroskobik boyutta üretilmiş plastikler ve plastik ürünlerin üretimi için öncü olarak kullanılan endüstriyel peletler olarak (birincil kaynak) ya da büyük plastik ürünlerin bozunmasından kaynaklanan parçacıklar ya da liflerden (ikincil kaynak) oluşur. Plastiklerin bozunma süreci çok yavaştır ve böylece mikroplastikler denizel ortamda çok uzun süre potansiyel olarak kalırlar (Hidalgo-Ruz vd., 2012). Kanalizasyon arıtma tesislerinden deşarj ve kentsel çevre ve yollardan yağmur suyu ile de mikroplastik parçacıklar denizel ortama girer (Magnusson, 2013).

Araştırma bölgesi olarak seçilen Sarıkum, Karadeniz'deki koruma altında bulunan sayılı sulak alanlardan biridir. 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'na göre Sarıkum Gölü, çevresinde deniz, kıyı, orman, göl ve sulak alan olması nedeniyle önemli bir ekosistem olarak dikkat çekmiştir. Bu nedenle, Orman Bakanlığı'nca 30.07.1987 tarihinde 'Tabiatı Koruma Alanı' olarak, Lagünün çevresi ise 1991 yılında 'Doğal Sit Alanı' olarak ilan edilmiş ve bölgede her türlü avcılık yasaklanmıştır. Bölgedeki hakim rüzgarlar ve akıntılar yolu ile çalışma alanı olarak seçilen Lagün sahili ciddi derecede atık birikimine maruz kalmaktadır. Yıllardır var olan ve sahilde depolanmış olarak bulunan katı atıkların yanı sıra bölgeye rüzgar ve akıntılarla sürekli taşınmaya devam eden katı atıklar bölgeyi hem ekolojik hem de ekonomik yönden zarara uğratmaktadır.

Bu çalışma ile Sinop Sarıkum Lagünü için Avrupa Birliği tarafından yayınlanan DSÇD kapsamında Tanımlayıcı 10 açısından bölgenin mevcut durumunun belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda makro deniz çöpleri için sahil ve deniz tabanındaki çöpler, mikroplastikler için sahil, deniz tabanı ve deniz suyundaki mikroplastikler ve bölge canlılarının denizel çöplerden etkilenip etkilenmediğini incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Deniz Çöpleri Hakkında Genel Bilgiler

İnsanlar ve insan aktiviteleri kasıtlı veya kazara birçok deniz çöpünün kaynağıdır. Deniz çöpleri karada oluşan (kara kökenli kaynaklar) ve denizel ortamda oluşan (deniz kökenli kaynaklar) iki kaynaktan orijin alır (Çizelge 2).

Çizelge 2.1. Deniz çöpu kaynakları (NOAA, 2008)

Kara Kökenli Deniz Çöpu Kaynakları	Deniz Kökenli Deniz Çöpu Kaynakları
Kentsel Boşaltımlar	Ticaret gemileri, Feribotlar ve Yolcu gemileri
Çöp ve atık taşınması (Su ya da kara yoluyla)	Balıkçı gemileri
Yağmur suyu deşarjı	Devlet gemileri
Endüstri ve üretim	Özel gemiler
Yanlış atık yönetiminden kıyısız ve iç bölgelerden kaynaklanan atık ve çöp	Açık deniz petrol ve gaz platformları ve sondaj kuleleri
Doğal olaylar	Doğal olaylar

Deniz ya da okyanus kökenli deniz çöpu kaynaklarının çoğunluğu ticari gemilerden, feribotlardan ve yolcu gemilerinden, balıkçı gemilerinden, askeri filolar ve araştırma gemileri, gezi tekneleri, açık deniz petrol ve gaz platformları, sondaj kuyuları ve yetiştiricilik tesislerinden gelir. Kara kökenli deniz çöpu kaynakları sahiller, iskeleler, limanlar, marinalar, rıhtım ve nehir kenarlarını içeren kıyı ve iç kaynaklı bölgelerden orijin alır. Deniz çöplerinin dağılımı ve depolanması okyanus akıntıları, gelgit döngüleri, rüzgar ve deniz tabanı topografyasını içeren bölgesel ölçekli topografya tarafından oldukça etkilenir (UNEP, 2009).

Deniz çöplerinin oluşturduğu çevresel tehditler, bağlanma ve tüketim doğal hayat için deniz çöplerinin neden olduğu doğrudan zararın başlıca biçimleridir, diğer tehditler ise deniz tabanında boğulma ve mekanik aşınmayla bentik komünitelerde bozulmayı içerir. Deniz çöpu parçaları okyanuslar arasında istilacı türleri de taşıyabilir. Ayrıca balıkçılığa, balıkçılık teknelerine ve ağlarına zarar verir, enerji santralleri ve deniz suyu arıtma tesislerini engelleyerek ve soğutma suyu girişlerine zarar verir,

sahillerin kirlenmesi (temizleme ve uzaklaştırma işlemleri gerekmesi, halk sağlığı nedeniyle plajların kapanması), ticari liman ve marinaların kirlenmesi de (temizleme ve kaldırma işlemleriyle sonuçlanan) deniz çöplerinin verdiği ekonomik zarara atfedilebilir. Deniz çöpleri aynı zamanda dalgıçların batık çöplerle karşılaşmasıyla oluşan kazaların yanı sıra medikal atık içeren sular ve sahillerdeki medikal çöpler (fiziksel yaralanma, hastalıklar) yoluyla da insan sağlığına zarar verir. Deniz çöpleri sahillerde oluşturduğu görsel ve estetik sorunlarda turizmi olumsuz yönde etkileyen problemlerdendir (UNEP 2009).

Her yıl okyanuslara giren toplam deniz çöpu miktarının dünya genelinde yaklaşık 6,4 milyon ton olduğu, her gün yaklaşık 8 milyon adet deniz çöpünün okyanus ve denizlere girdiği ve okyanus yüzeyinin her kilometrekaresinde 13.000 adet plastik çöpün yüzdüğü tahmin edilmektedir (UNEP, 2005)

Deniz çöpleri tüm dünya okyanuslarını etkileyen her yana yayılmış bir kirlilik problemi haline gelmiştir. Plastik ve sentetik materyaller deniz çöplerinin en yaygın tipidir ve deniz ortamının plastik çöplerle kirlenme derecesi oldukça yüksektir (Allosp vd., 2006).

Plastik ve diğer sentetik materyallerin kullanımı oldukça hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu materyallerin kullanım alanlarının geliştirilip, uygulanıp ve daha çok insana ulaşabilir olmasıyla birlikte deniz çevresine giren plastik çöplerin miktarında artış gözlenmiştir (Laist, 1987). Bu artış son 50 yıldaki üretim seviyesiyle aynı miktarda olmuştur. Fakat 20. yüzyılın son 20 yılındaki depolanma oranını hızlandırmış ve plastikler şuanda dünya etrafındaki kumsallar ve okyanus sularının en yaygın kirleticileri olmuşlardır.

Plastik çöpler bugün deniz organizmaları üzerinde de önemli zararlı etkiye sahiptir. Albatros, Martı, Yelkovan kuşu ve Fırtına kuşlarının yem sanmaları sonucu yüzen plastikleri tükettiğinden bu türlerin birçok bireyinin etkilendiği, hatta tüm deniz kuşu türlerinin %44'ünün plastik tükettiği ve tüm dünya etrafında 267 deniz organizması türünün plastik çöplerden etkilendiği bilinmektedir (Derraik, 2002). Plastik deniz çöplerinin sesil organizmalar tarafından kolonizasyonu yabancı türlerin okyanus ortamında taşınmasını sağlayarak deniz biyolojik çeşitliliğini tehdit edebilir. Plastik çöplerin deniz tabanında toplanması da denizel ekosistemler için potansiyel bir

tehlikedir. Bu çöplerin birikimi sedimanı örten su ile gözeneklerdeki su arasındaki gaz alışverişini engelleyerek bentik canlıların rahatsız olmasına ve boğulmasına neden olur (Moore, 2008).

Dünya okyanuslarında var olan plastik çöpler, denizlerde mekanik erozyon ve kimyasal aşınmayla bozunma çok az olduğundan ciddi çevresel sorunlara neden olmaktadır (Corcoran vd., 2009). Bu ürünlerin çok yavaş bozunması ve sürekli artan miktarda çöpün aşamalı fakat dünya kıyıları ve okyanuslarımızdaki miktarının etkileyici bir artışına sebep olmaktadır (Laist, 1987). Kumsallarda birikmesini takiben plastik materyaller UV ışınlarına ve rüzgar, akıntı, dalga ve gel-git olayı tarafından kontrol edilen fiziksel sürece maruz kalırlar (Corcoran vd., 2009) ve mikrometreden metreye geniş bir boyut çeşitliliğinde denizel ortama girer (Hidalgo-Ruz vd., 2012) ve çapı 5mm den az olduğunda mikroplastik olarak adlandırılan daha küçük parçalara ayrılırlar (Andrady, 2003 ve Thompson vd., 2004; Cole vd., 2011'den alınmıştır).

Yapılan çalışmalarda sahiller, deniz tabanı ve deniz suyunda plastik mikroçöplerin bulunuşu rapor edilirken (Mathalon ve Hill 2014; Cauwenberge vd. 2013; Collignon vd. 2012; Eriksen vd., 2013) ayrıca zooplanktonik organizmalardan omurgasız canlılara, balıklara, deniz kuşları ve deniz memelilerine kadar birçok denizel türde de plastik mikroçöplerin bulunuşu bildirilmiştir (Boerger vd., 2010; Lusher vd., 2013; Codina-Garcia vd., 2013; Di-Beneditto ve Ramos, 2014). Plastik mikroçöplerin besin ağının tabanındaki süzerek beslenenler tarafından tüketildiği (Cole vd., 2013) ve trofik düzeyde aktarımının olduğu (Setälä vd., 2014; Farrel ve Nelson, 2013) yapılan deneysel çalışmalarda bildirilmiştir. Plastiklerin hidrofobik kirleticileri absorbe ettiği bilindiğinden bozunmaya uğramış plastik taneciklerin ve parçacıkların sindirimi toksisite endişesini artırır. Üretim sırasında plastiklere eklenenlerin yanında plastiklerin doğadan absorbe ettiği bileşiklerde geniş bir araştırma gerektiren karmaşık sorunlardır (Moore, 2008).

Çeşitli programlar ve organizasyonlar (IMO, UNEP, IOC-UNESCO, FAO) ve son zamanlarda AB DSÇD (Tanımlayıcı 10) deniz çöplerini çevresel, ekonomik, insan sağlığı ve güvenliği ve estetik açıdan küresel bir tehdit konusu olarak kabul etmektedir (Moncheva vd., 2014).

2.1.1. Karadeniz’de Deniz öpleri

Dünyadaki sayılı iç denizlerden biri olan Karadeniz, dar bir boğazla yine kendisi gibi bir iç deniz olan Marmara Denizi’ne, oradan da Ege Denizi’ne ve Kerç boğazı ile Azak denizine açılmaktadır. Bu nedenle doğal dolaşımı çok az olduğundan kendi kendini temizleme yeteneği sınırlı kalmaktadır. Karadeniz’e dökülen Türkiye kıyılarından Sakarya, Kızılırmak, Yeşilirmak, batıdan Tuna, kuzeyden Dinyeper ve Dinyester nehirleri beraberinde milyonlarca ton organik maddeyi ve diğer atıkları havzaya taşımaktadırlar. Karadeniz özellikle son yıllarda kontrolsüz balık avcılığı ve gemi taşımacılığı, mineral işletmeleri, toksik atıkların dökülmesi, kıyı şehirlerinin evsel atıklarının boşaltılması ve nehirler yoluyla gelen kirleticilerle hızla kirlenmektedir.

Karadeniz havzasının toplam nüfusu 160-170 milyonun üzerindedir ve tüm bu insanların günlük aktiviteleri bir şekilde Karadeniz’i etkilemektedir ve büyük olasılıkla katı atık probleminden kaynaklanan deniz çöpünün neredeyse tümüne neden olmaktadır (BSC, 2007). Karadeniz’deki gemi trafiği, yapılan yasadışı ve kontrolsüz balık avcılığı, denize takılan, yırtılan, kopan veya genel olarak kaybedilen av araçları da deniz çöpu probleminin bir diğer nedenidir.

Deniz çöpu problemi Karadeniz bölgesindeki halk sağlığı, çevrenin korunması ve gelişimin sürdürülebilirliği gibi başlıca sorunlarla yakından ilgilidir ve nüfus, yaban hayatı, abiyotik doğa ve ekonominin bazı kolları üzerinde olumsuz etkilidir (BSC, 2007).

Karadeniz’e kıyısında bulunan tüm ülkeler Karadeniz’in kirliliğe karşı korunmasına yönelik (deniz çöpu sorununun azaltılması ve yönetimiyle ilgili) birçok protokol ve anlaşma imzalamışlardır. Bunlar; a) Karadeniz’in Kirliliğe karşı korunması sözleşmesi (Bükreş Sözleşmesi), b) Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi (MARPOL 73/78), c) Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Taşınımına ve Bertarafına İlişkin Basel Sözleşmesi d) Karadeniz Deniz Ortamının Kara Kökenli Kirlenmelere Karşı Korunması (LBS) Protokolü ve e) Karadeniz Deniz Ortamının Olağanüstü Durumlarda Petrol ve Diğer Zararlı Maddelerin Kirlenmesiyle Mücadele İşbirliğine Ait Protokol antlaşmalarıdır. Ancak Karadeniz’e kıyısı olan tüm ülkelerde bu soruna yönelik yönetim stratejileri ve düzenlemeler yeterli derecede geliştirilememiştir.

Karadeniz’de deniz çöpleri üzerine tam bir rapor Karadeniz Komisyonu (BSC) tarafından yayınlanmış ve soruna dikkat çekilmiştir (Topçu vd., 2013). Konu hakkında ülkemiz ve komşu ülkelerin Karadeniz kıyılarında yapılan bilimsel çalışmalar oldukça yetersizdir ve yapılan yayınlar son 5 yılda hız kazanmıştır. Yapılan çalışmalar, çalışmanın yapıldığı bölgeye göre kategorize edildiğinde; (i) sahil çöpleri konusunda yapılmış çalışmalar, (ii) yüzen çöpler konusunda yapılmış çalışmalar ve (iii) deniz tabanı çöpleri konusunda yapılmış çalışmalar şeklinde ayrılmaktadır ve yapılan çalışmalarda metodolojiler değişkenlik göstermektedir ve nispeten deniz tabanındaki çöpler hakkında yapılan çalışmalar daha fazladır.

Sahil çöpleri hakkında ülkemiz Batı, Doğu ve Güneydoğu Karadeniz sahillerinde yapılan çalışmaların sonuçları bölgede denizel kaynaklı katı atıkların oldukça fazla bulunduğunu ve plastik çöplerin en yüksek yüzdeye sahip çöp tipi olduğunu göstermektedir. Yapılan sınıflandırmalarda başlıca çöp tiplerini tanımlanamayan küçük plastik parçaların ve içecek kaynaklı atıkların oluşturduğu gözlenmiştir. Topçu ve Öztürk (2010) tarafından Batı Karadeniz’de yapılan çalışmada toplanan çöplerinin birçoğunun kara kökenli kaynaklardan orijin aldığı bildirilmiş olmasına rağmen tümünün çevre bölgeden orijin almadığını okunabilir çöplerin neredeyse yarısının yabancı olduğu bildirilmiştir. Çalışmada rastlanan yabancı orijinli çöplerin iki ana kaynaktan orijin aldığı, bunların kıyısal akıntılarla komşu ülkelerden gelen karasal çöplerden ve Karadeniz’deki uluslararası gemi trafiğinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Terzi ve Seyhan (2013) tarafından yapılan ve Doğu Karadeniz sahillerindeki deniz çöplerinin incelendiği çalışmada balıkçılık sezonunda (1 Eylül- 15 Nisan) yüksek oranda balıkçılar tarafından kullanılan köpük kutulara rastlanmıştır bu durumun bu kutuların uygunsuz şekilde elden çıkarılmasından kaynaklandığı ve hafif oldukları için akıntılar ve rüzgarlar vasıtasıyla bir bölgeden diğerine kolayca taşınabildiği sonucuna varılmıştır. Yapılan iki çalışmada da Sonbahar mevsiminde yüksek olarak bulunan çöp yoğunluklarının iklim olaylarına bağlı olduğunu düşünülmektedir.

Yüzen çöplerin durumu hakkında erişilebilen iki çalışma bulunmaktadır. İlk çalışma 2002 ve 2003 yılları arasında Kerç Boğazı’nda (Ukrayna tarafı) deniz memelilerinin araştırıldığı bir çalışma kapsamında gemiden yapılan gözlemlerde Ukrayna sınırları içerisinde su yüzeyindeki plastik çöplerin miktarları tespit edilmiştir (Birkun ve Krivokhizhin, 2005). Diğer çalışmada ise Suaria vd. (2015) Romanya

sularındaki yüzen çöplerin durumunu araştırmışlardır. Her iki çalışmada da en yüksek materyal tipi plastik olarak bulunmuştur.

Karadeniz’de deniz tabanı çöpleri konusunda yapılan tüm çalışmalarda plastik en yüksek orana sahip çöp tipi olarak bulunmuştur. İstanbul kıyılarında yapılan bir çalışmada dalgıçlar kullanılarak temizleme işlemi yapılmış ve çıkan çöpler kategorize edilmiştir (STH, 2005; BSC, 2007). Yapılan diğer çalışmaların tümünde trol kullanılarak belirli derinliklerdeki çöp yoğunlukları incelenmiştir (Topçu ve Öztürk, 2010; Anton vd., 2013; Terzi ve Seyhan, 2013; Ioakeimidis vd., 2014).

Topçu ve Öztürk (2010) tarafından Batı Karadeniz’de deniz tabanı çöplerinin araştırıldığı çalışmada sonuçlar çöp yoğunluğunun Akdeniz’den daha yüksek olduğunu göstermiştir. Aynı çalışmada okunabilir durumda olan etiketlerin büyük çoğunluğunun yabancı orijinli olduğu bildirilirken, Romanya kıyılarında deniz tabanı çöplerinin araştırıldığı bir başka çalışmada bulunan terk edilmiş balık ağlarının birçoğunun yasadışı avcılık yapan Türk, Bulgar ve Romen balık avcılarının ait olduğu bildirilmiştir (Anton vd., 2013).

Akdeniz ve Karadeniz’de seçilen istasyonlarda (Saronikos, Patras ve Echinades Körfezleri (Yunanistan); Limassol Körfezi (Güney Kıbrıs); Köstence Koyu (Romanya)] yapılan ve deniz tabanındaki çöplerinin miktar ve kompozisyonunun araştırıldığı bir çalışmada çalışmada, DSÇD İÇD TSG-ML (2013) tarafından yayınlanan kılavuzda önerilen yöntemler kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar yine kılavuzda önerilen yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir. Aynı çalışmada elde edilen sonuçlarda da yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi en yüksek yüzdeye sahip çöp tipi plastik olarak bulunmuştur. Mevcut çalışma bölgede yapılan en güncel yayınlardan biri olup kirlilik durumunu göz önüne sermektedir. Ayrıca verilerin değerlendirilmesinde ve toplanmasında DSÇD Deniz çöpü teknik alt grubu (TSG-ML) tarafından geliştirilmiş kılavuzdaki önerilen yöntemler kullanılmıştır (Ioakeimidis vd., 2014).

Avrupa Birliği Çevre Genel Müdürlüğü (EC DG ENV) tarafından desteklenen “MSFD Guiding Improvements in the Black Sea Integrated Monitoring System (MISIS) (Karadeniz Bütünleşik İzleme Sisteminde DSÇD Rehberliğinde İyileştirmeler)” başlıklı proje kapsamında Temmuz 2013 tarihinde deniz ortak çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, DSÇD’nde belirtildiği şekilde su kolonu ve deniz tabanı habitatları, sediman

ve biyotada kirleticiler, ötrofikasyon ve deniz katı atıklarına yönelik incelemeler yapılmıştır. Bu raporun deniz çöpleri bölümündeki amaç, Karadeniz kıyısal ve sahanlık alanlarında deniz tabanı çöplerinin pilot nicel bir değerlendirmesidir ve ROV'un (Remote Operational Vehicle) uygulanabilirliği test edilmiştir. Kuzeybatı Karadeniz'de (Romanya, Bulgaristan ve Türkiye) 3 kesitte 6 poligonda yürütülen bu pilot çalışmada araştırmada deniz tabanı çöplerinin izlenmesinde ve büyük ölçekli değerlendirmede Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlemesi Kılavuz (2013) için uygun metodoloji kullanılmıştır. Deniz çöpleri alkarna kullanılarak toplanmış ve buna ek olarak kıyısal bölgede (~ 40 m) ROV'un deniz çöplerini ölçmek amacıyla kullanımını test edilmiştir (Moncheva vd., 2016).

Bölgede deniz çöplerinin canlılar üzerindeki etkileri hakkında özel bir araştırma yapılmamış olmasında rağmen hayalet avcılığın deniz memelileri üzerindeki ciddi zararlı etkiye sahip olduğunu birkaç kaynaktan bildirilirken, balıkçılıktaki ekonomik kayıp ve çevresel zarardan bahsedilmemiştir. Örneğin, 1991 yılında Ukrayna kıyılarında yürütülen bir çalışmada; 194 ölü yunus ve musur (*Phocoena phocoena*), 18424 kalkan (*Psetta maeotica*), 143 mersin balığı (*Acipenser* spp.), 401 mahmuzlu camgöz (*Squalus acanthias*) ve 1359 vatoz (*Raja clavata* ve *Dasyatis pastinaca*) dip galsama ağlarına dolanmış olarak bulunmuştur (Birkun, 2002; Moncheva vd., 2014'den alınmıştır). 2002 yılında yapılmış bir başka çalışmada Romanya Münasır Ekonomik Bölgede terkedilmiş yasadışı galsama ve fanyalı ağlara yakalanmış 35 Musur (*P. phocoena*) rapor edilmiştir (Radu vd., 2003; Moncheva vd., 2014'den alınmıştır).

Mikroplastiklerin doğada bulunuşları ve dağılımları hakkında yapılan çalışmalar Karadeniz bölgesi için oldukça yenidir. Karadeniz bölgesindeki mikroplastik yoğunluğu hakkında yeni yayınlanan bir çalışmada Doğu Karadeniz bölgesinde su yüzeyinde yoğun miktarda mikroplastik bulunduğu bildirilmiştir (Aytan vd., 2016). Bu çalışma dışında henüz bölgede yayınlanmış herhangi bir çalışma bulunmayıp konu hakkında yapılan araştırmaların hız kazandığı bu dönemde bölgedeki mikroplastik kirliliğinin belirlenmesi amacıyla daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.1.2. Sahil Çöpleri Konusunda Yapılan Çalışmalar

Türkiye kıyılarında kıyısal çöpler konusunda yapılan çalışma sayısı oldukça kısıtlı olup denizel çöplerin oluşturduğu tehdit hakkında yeterince bilgi bulunmamaktadır. Sahil çöpleri çeşitli yaralanmalar ve kazalar ile sağlık açısından oluşturduğu tehdit dışında turizm üzerinde de olumsuz anlamda etkiye sahiptir. Kıyısal çöplerin olumsuz etkilerinden kaçınmak ya da azaltmak için çöp kaynaklarının tanımlanması kaçınılmazdır (Aydın vd., 2016). Bölgesel anlamda ise sahil çöpleri konusunda yapılan çalışmaların sayısı oldukça azdır ve oluşturduğu tehdit ve neden olduğu olumsuz etkiler göz önüne alındığında araştırılması gereken önemli konular arasında yer aldığı göz ardı edilemez. Türkiye kıyılarında ve Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalara öncelik verilerek konu hakkında yapılan çalışmalardan bazılarında bu bölümde yer verilmiştir.

Erüz vd. (2010), çalışmalarında Doğu Karadeniz’de Sürmene ve Of kıyılarındaki plaj ve kayalıklarda karasal kökenli katı atıkların nitel ve nicel durumunu irdelenmişlerdir. Çalışma sonucunda, kentlerin resmi kayıtlarına göre Trabzon merkezde günlük çöp üretiminin 1.115 kg/kişi olduğu, Sürmene de 0.73 kg/kişi ve Of’ta ise 0.79 kg/kişi olduğu belirlenmiş bu orana göre kıyıya taşınabilecek çöp miktarı, günlük olarak sürmene de 368 kg, Of’ta 712 kg olarak tespit edilmiştir. Kıyılarda çöplerin alansal dağılımı irdelendiğinde ise Sürmene kıyılarında tespit edilen toplam çöp miktarı 1.373 kg, Of kıyılarında ise 1.086 kg olarak bulunmuştur. Üretilen çöplerin türevlerinin oransal ağırlık dağılımı; plastik %49, tekstil %28, metal %12, straforlar %5, cam %5 ve kâğıt %1 olarak bulunmuştur.

Topçu vd. (2013), batı Karadeniz kıyılarında kumlu sahillerdeki deniz çöplerinin miktar ve orijinlerini belirledikleri çalışmalarında 10 sahilde 4 farklı mevsimde topladıkları çöpleri, tip, kullanım şekli ve orijinlerine göre kategorilere ayırmışlardır. Çöp yoğunluğunu 0.085-5.058 adet/m² olarak bulunmuş, çöplerin başlıca tanımlanamayan küçük plastik parçalardan (2-7 cm) ve içecek kaynaklı işe ve şişe kapaklarından oluştuğunu bildirmişlerdir. Etiketli çöplerin neredeyse yarısının yabancı orijinli olduğu, %23’ü Karadeniz bölgesinde olmak üzere 25 farklı ülkeye ait olduğunu bildirilmiştir.

Erüz ve Özşeker (2013), Güneydoğu Karadeniz’de sahil çöplerinin kompozisyonunun araştırıldığı çalışmada kıyusal bölgeye bırakılmış katı atıkların dağılımı; plastik %56, tekstil %23, metal %14 ve cam %7 olarak bulunmuştur (Erüz, 2014’den alınmıştır).

Güneroğlu (2010), tarafından Güneydoğu Karadeniz kıyısındaki 15 nehrin çöp yükü tahmin etmeye çalışılmış ve örneklenen deniz çöplerinin kompozisyon, dağılım, çöp tipi ve oransal toplam yük belirlemiştir. Plastik materyal en yüksek orana sahip çöp tipi olarak bulunmuştur. Yomra Nehri en yüksek plastik çöp (nehirin konumu ve nehir kıyısındaki endüstriyel kuruluşlardan kaynaklanan) oranına sahip nehir olarak bulunurken Çağlayan Nehri en yüksek tekstil çöpü (çay yetiştiriciliği ile ünlü olan bölgede kullanılan çay taşıma çantalarından kaynaklanan) oranına sahip nehir olarak bulunmuştur.

Terzi ve Seyhan (2013), Doğu Karadeniz’de sahil çöplerinin kompozisyon ve yoğunluğunun araştırdıkları çalışmalarında toplam 3233 parça ve 70.49 kg çöp toplamışlardır. Çöp dağılımı 0.05-0.55 parça/m² ve 0.001-0.015 kg/m² olarak bulunmuştur. En çok plastik çöpe rastlanmış (%71.58) bunu naylon (%16.29), kağıt (%3.76) ve metal (%3.44) izlemiştir.

Poeta vd. (2014), çalışmalarında merkez İtalya kıyı kumullarında 2012 ilkbaharında (Nisan-Mayıs) 153 adet 2 x 2 m boyutlarında rastgele geçilmiş parsellerde deniz çöplerinin konumsal dağılımını incelemişlerdir. İncelenen parsellerin % 52.3’nde (80/153) en az bir parça çöpe rastlanmıştır. Çöp bulunan parsellerin %86’sında (69/80) plastik (%45’i (36/80) polistren), %12’si cam (10/80) ve %16’sında (13/80) diğer çöp materyallerinden bulunmuştur.

Gago vd. (2014), İtalya’nın kuzeybatısında Galiçya kıyısındaki sahil çöplerinin bolluk, tip ve orijinlerini belirledikleri çalışmalarında, 3 sahilde (A Lanzada, Baldaio ve O Rostro) 2001-2010 yılları arasında mevsimsel olarak yaptıkları örneklemelelerde, 100 m ve 1 km’lik şeritlerde toplam 79 örnekleme yapmışlardır. A Lanzada, Baldaio ve O Rostro sahilleri için sırasıyla 100 m’lik şeritlerde toplam 37862 adet, 1 km’lik şeritlerde toplam 7845 adet çöp toplanmıştır. 100 m’lik sahil şeridinde yıllık ortalama çöp değeri 1016±633, 88±31 ve 332±183, 1 km’lik şeritlerde yıllık ortalama çöp değeri 163±87, 42±31 ve 81±38 bulunmuştur. Sahil çöplerinde bulunan en yaygın çöp tipi ortalama

yüzdesi A Lanzada, Baldaio ve O Rostro sahilleri için sırasıyla % 63, % 38 ve % 83 plastik olarak bulunmuştur. Sahil çöplerinin ana kaynağının A Lanzada, Baldaio ve O Rostro için sırasıyla ortalama yüzde değeri % 23, % 14 ve % 38 ile balıkçılık ve yetiştiricilik sektörü olduğu sonucuna varılmıştır.

Laglbauer vd. (2014) Slovenya kıyılarında seçtikleri turizm etkisi altında olan ve olmayan 6 sahilde makroçöp ve sahil sedimanındaki mikroplastiklerin nitelik ve miktarını karşılaştırdıkları çalışmalarında turizmin makroçöp ve mikroplastik miktarında etkisinin pek görünmediği sonucuna varmışlardır. Makroçöplerin %64'nden daha fazlası plastik olarak bulunmuştur, kağıt (%19) ikinci baskın grup olarak bulunmuş ve bunu cam ve seramik (%11), metal (%2) ve kauçuk (%1) izlemiştir. Medyan makroçöp yoğunluğu 1.25 parça/m² olarak bulunmuştur.

Lopes da Silva vd. (2015) Brezilya kıyılarında (Itaipu ve Itacoatiara sahilleri) yürüttükleri çalışmalarında topladıkları çöp parçalarının büyük oranda yiyecek ve içecek tüketimi kaynaklı olduklarını ve sahili kullananların bu kirliliğe büyük oranda katkı sağladıklarını bildirmişlerdir. Karşılaşılan çöplerin büyük oranda plastik olduğunu ve çöplerin büyük miktarda bölgenin turizm ayları ve bol yağış aldığı aylar olan Ocak, Şubat ve Mart aylarında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Aydın vd. (2016) çalışmalarında Çukurova havzasındaki sahil çöplerinin kıyısız bölgelerdeki çöplerin bolluk ve kaynaklarını incelemişlerdir. Çalışmalarında DSÇD Deniz çöpü Teknik alt grubu tarafından hazırlanan kılavuzdan yararlanmışlardır. Çalışma sonucunda ortalama deniz çöpü yoğunluğunu $0,92 \pm 0,36$ parça/m² olarak bulmuşlar ve materyal tipine göre yapılan sınıflandırmada dominant olarak plastik %80'in üzerinde bulunmuştur.

2.1.3. Deniz Tabanı Çöpleri Konusunda Yapılan Çalışmalar

Denizel ortama giren çöpler yüzer halde bulunabildiği gibi batıp yıllar boyunca deniz tabanında gömülü halde de bulunabilirler. Deniz tabanında gömülü halde bulunan çöpler deniz tabanında sediman ile su arasındaki gaz alışverişini engelleyip bentik komünitelerin boğulmasına yol açabildiği gibi denizel canlıların onlara dolanarak boğulmasına ya da deniz tabanından beslenen canlılar tarafında besin sanılarak tüketimi sonucunda denizel canlılara zarar verebilirler. Türkiye kıyılarında ve Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalara öncelik verilerek konu hakkında yapılan çalışmalardan bazılarına bu bölümde yer verilmiştir.

Yılmaz vd. (2002) Temmuz 1999-Haziran 2000 tarihleri arasında İskenderun Körfezi'nin güneydoğu kıyılarında trol çekimi yapılarak kaynaklarına göre plastik materyal birikimi araştırmışlardır. 0-50 m derinlik aralığında plastik materyalin aylık dağılımı tanımlanmış ve toplam kütle alan tarama metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışma süresince toplam 15583 gr ve 510 adet plastik materyal toplanmış, en düşük Nisan ayında (247 gr-11 adet) ve en yüksek Temmuz ayında (2519 gr-110 adet) tespit edilmiştir. Ortalama olarak plastik materyal miktarı 1299 gram olarak bulunmuştur.

Sualtı Temizlik ve Bilinçlendirme Hareketi Derneği tarafından 2005 yılında yapılan ve İstanbul il sınırları içerisinde gerçekleştirilen, deniz çöpleri sorununa dikkat çekmek için yapılan bir seri dalış operasyonunda çöplerin birçoğunun cam, plastik ve metalden oluştuğu (%77) kaydedilmiştir (STH, 2005; BSC, 2007).

Topçu ve Öztürk (2010) Türkiye batı Karadeniz deniz tabanındaki katı atık materyallerin miktar ve kompozisyonlarını inceledikleri çalışmalarında Ekim 2007 ve Şubat-Nisan 2008 yıllarında 25-100 m arasında değişen derinliklerden çöp parçaları toplamışlardır. Deniz çöprü konsantrasyonunu Akdeniz den daha yüksek olduğunu ve başlıca plastikten oluştuğunu ve okunabilir olan 8 etiketin altısının yabancı menşeli olduğunu bulmuşlardır.

Terzi ve Seyhan (2013) Orta Karadeniz deniz tabanı Samsun sahanlık alanında dip trolü kullanılarak deniz tabanı çöplerinin kompozisyon ve yoğunluğunun araştırıldığı çalışma sonucunda çöp miktarı 2.3-116.89 kg/km² ve 121-366 parça/km² olarak bulunmuştur. En yaygın çöp tipi naylon (%65.67) ve plastik (%19.40) olarak bulunmuş bunları kağıt (%4.48) ve metal (%4.48) izlemiştir.

Güven vd. (2013) Antalya Körfezinin (Doğu Akdeniz) bentik çöp birikimini inceledikleri çalışmalarında geleneksel bir dip trolü ile 200 ile 800 m arasındaki derinliklerde deniz tabanında bulunan büyük boyutlu deniz kirleticilerin materyal, bolluk ve dağılımlarını incelemiştir. Toplamı 220 kg olan 920 parça kirletici toplanmış ve çöpün yoğunluk miktarları tüm alan içerisinde 18.5-2.186 kg/km² ve 115-2762.0 parça/km² arasında bulmuşlardır. Adet olarak elde edilen toplam çöpün plastik, metal, cam ve diğer grupların yüzdesel olarak dağılımları sırasıyla, %81.1, %2.2, %3.9 ve %12.8 bulunmuş, adet olarak plastik en yoğun malzeme grubunu oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Anton vd. (2013) tarafından Romanya'da yapılan deniz tabanı çöplerinin miktar ve kompozisyonunun incelendiği çalışmada yapılan 69 trol operasyonunun %40'ında çöpe rastlanmıştır. Toplam çöp miktarı 554.53 kg bulunmuş, trol operasyonlarının %58'inde plastik çöplere rastlanmıştır. Plastik çöplerin gemi ve teknelerden ve büyük oranda Tuna Nehrinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Ioakeimidis vd. (2014) tarafından Akdeniz ve Karadeniz'de seçilen istasyonlarda (Saronikos, Patras ve Echinades Körfezleri (Yunanistan); Limassol Körfezi (Güney Kıbrıs); Köstence Koyu (Romanya)] yapılan ve deniz tabanındaki çöplerinin miktar ve kompozisyonunun araştırıldığı bu çalışmada, çöp yoğunluğu 24 parça/km² ile 1211 parça/km² arasında bulunmuştur. %45.2 ve %95 arasında oranlar ile plastik en baskın materyal tipi olarak bulunmuş metal ve cam/seramik materyaller maksimum %21.9- %22.4 oranına erişmiştir. Çöplerin boy sınıfları \geq %50 oranında orta boy sınıflarında (10 x 10 cm, 20 x 20 cm) bulunmuştur.

Moncheva vd. (2016), MİSİS projesinin Karadeniz seferinde kuzeybatı Karadeniz'de 3 bölgede (Romanya, Bulgaristan ve Türkiye) yaptıkları pilot çalışmada toplamda yaklaşık olarak 0.02 km²'lik alanda deniz çöpü miktarını ortalama 6359±2015 parça/km² bulmuşlardır. En sık rastlanan materyal grubu yaklaşık %68 olarak plastik bulunmuştur. Çalışma sonucunda genelde kıyısal bölgelerde kıta sahanlığından daha fazla çöp bulunduğu (Bulgaristan hariç) ve bunun yanı sıra 3 araştırma bölgesinde de balıkçılık ve turizmle ilişkili aktivitelerin zamansal, özellikle mevsimsel, varyasyonlarla deniz tabanındaki çöplerde büyük oranda katkısı olduğu bildirilmiştir. Bulgaristan'da kıta sahanlığında yüksek oranda çöp bulunmasının sebebinin ise bu özel bölgedeki yoğun balıkçılık ve gemi trafiği ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışma

sonucunda elde edilen veriler ışığında eksiklikler bildirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Koutsodendris vd. (2008) Yunanistan'ın dört farklı körfezinde (Patras, Corinth, Echinades ve Lakonikos) dip trolü kullanarak bentik deniz çöplerinin tip, bolluk, dağılım ve kaynaklarını araştırdıkları çalışmalarında ortalama dağılımı 72-437 parça/km², ağırlığı 6.7-47.4 kg/km² olarak bulmuşlardır. Kullanım tipi ve materyal tipine göre kategorize ettikleri çöp parçalarında en baskın çöp tipi plastik (%56) olarak bulunmuş ve bunu metal (%17) ve cam (%11) izlemiştir. İçecek ambalajları (%32) en yaygın kullanım kategorisi olarak bulunmuş bunu genel ambalajlar (%28) ve besin ambalajları (%21) izlemiştir. Üç baskın çöp kaynağı tanımlanmış ve kara kökenli kaynaklar (%69) çoğunluğu oluştururken bunu gemi kaynaklı (%26) ve balıkçılık kaynaklı (%5) çöpler izlemiştir.

Neves vd. (2015) Portekiz kıyılarındaki bentik deniz çöplerini inceledikleri 14 trol operasyonu gerçekleştirmiş ve kaydedilen deniz çöplerinin %76'sının plastik olduğunu ve bu çöplerin %38.6'sının balıkçılık kaynaklı aktivitelerden orijin aldığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda balıkçılara iyi çevre uygulamaları için farkındalık oluşturulmasının deniz çöplerinin azaltılmasına katkı sağlayacağını vurgulamışlardır.

Papadapoulou vd. (2015) Ege denizinin güneyinde dört balıkçılık sahasında toplam 82 çekim gerçekleştirmiş ve bunların sadece dördünde çöpe rastlamamışlardır. Tüm çekimler sonucunda plastik (>%67) en dominant materyal tipi olarak bulunmuştur ve bunu giysi/tekstil ve metal izlemiştir. Dört balıkçılık sahasında da balıkçılık, yiyecek ve sigara kaynaklı çöplere rastlanmıştır.

2.1.4. Yüzen Çöpler Konusunda Yapılan Çalışmalar

Yüzer halde bulunan çöplerin deniz ve okyanuslarda bulunuşu yıllar önce Venrick vd. (1972), tarafından rapor edilmiştir. Deniz yüzeyindeki çöpler balıklardan deniz memelilerine ve deniz kuşlarına kadar birçok denizel canlı açısından tehdit oluşturmaktadır. Çöplere dolanıp bağlanma ve besin sanarak tüketilme yüzen çöplerin denizel canlılar açısından oluşturduğu tehdidin başlıca biçimleridir. Yüzen çöpler aynı zamanda istilacı türlerin taşınmasını da sağlayabilir. Ayrıca yüzen çöplerin çoğunluğunu plastikler oluşturmaktadır ve deniz yüzeyindeki mikroplastiklerin kaynağı olarak düşünülmektedir.

Karadeniz bölgesinde yüzen çöpler konusunda yapılan araştırma sayısı sahil çöpleri ve deniz tabanı çöplerine oranla oldukça azdır ve Karadeniz bölgesinde bölgesel ve ulusal kapsamda yeterince izlenmemiş ve değerlendirilmemiştir. Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalara öncelik verilerek konu hakkında yapılan çalışmalardan bazılarına bu bölümde yer verilmiştir.

Birkun ve Krivokhizhin (2005) Ukrayna sularında gemiden gözleme dayalı olarak yaptıkları çalışmalarında toplam 591 parça çöp kaydetmişlerdir. Yüzen plastik çöplerin yoğunluğunu 6.57 parça/km² toplam yüzen çöp miktarını ise 158620 parça olarak tahmin etmişlerdir. Çalışmada karşılaşılan materyallerin %5.25'ini plastik şişelerin oluşturduğunu bildirmişleridir.

Suaria vd. (2015), Romanya sularında gemiden gözleme dayalı olarak yüzen çöp kirliliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda çöp yoğunluğunu ortalama 30.9±7.4 parça/km² olarak bulmuşlardır. Çalışmada en yoğun materyal tipi plastik olarak bulunmuştur. Deniz çöpü konusunda daha geniş kapsamda çalışmalar yapılması gerekliliğinden ve veri eksikliğinden ve deniz çöpü problemi için bölgesel çözümler geliştirmenin gerekliliğinden bahsetmişlerdir.

Sa vd. (2016) Portekiz sularındaki yüzen çöplerin yoğunluğunu araştırdıkları çalışmalarında gemiden gözlem ile yüzen makroçöplerin dağılımı ve kompozisyonunu incelemişlerdir. Çalışmada çöp yoğunluğu 2.98 parça/km² olarak bulunmuş ve karşılaşılan çöplerin büyük çoğunluğunu tanımlanamayan plastik parçaların oluşturduğu bunu strafor parçaları, terkedilmiş balıkçılık atıkları, kağıt atıkları ve ahşap parçalar

izlemiştir. Yüzen makroçöplerin büyük çoğunluğunun yerel kaynaklardan orijin aldığını bildirmişlerdir.

Bergmann vd. (2016) Arktik'te Barents Denizi ve Farm Boğazındaki yüzen çöpleri araştırdıkları çalışmalarında 23 helikopterden ve 8 gemiden gözlem yöntemi kullanmışlardır. Çalışmalarında çöp miktarını ortalama 0.001 ± 0.005 adet/km bulmuşlar ve Farm Boğazındaki miktarı 0.006 adet/km, Barents Denizindeki miktarı ise 0.004 adet/km olarak bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada helikopterden gözlem ile gemiden gözleme oranla daha fazla çöp kaydettiklerini bildirmişler ve sonuçlarının Antartika'daki çöp miktarına oranla daha yüksek olduğu bildirmişlerdir.

Yüzen çöpler konusunda yapılan araştırmalarda bu kirlilik tipinin sadece denizlerde değil göl ve akarsularda da var olduğu yapılan çalışmalar ile bildirimiştir (Gasperi vd., 2014-Siene Nehri; Mason vd., 2016-Michigan Gölü).

2.2. Deniz Çöplerinin Canlılarda Bulunuşu Konusunda Yapılan Çalışmalar

Plastik çöpler deniz biyotası üzerinde önemli zararlı etkiye sahiptir (Moore, 2008). Tüm dünya etrafında tüm deniz kaplumbağası türlerinin %86'sı, tüm deniz kuşu türlerinin %44'ü, tüm deniz memelisi türlerinin %46'sını içeren 267 deniz organizması türünün plastik çöplerden etkilendiği bilinmektedir (Laist, 1997; Derraik, 2002).

Denizlere atılan plastik şişe, poşet, olta ve diğer ürünler parçalanma sonucu küçük parçalara ayrılarak aşınır ya da denizel ortama direkt olarak giren plastik hammaddesi olarak kullanılan peletler biyofilmde birikebilir, batabilir ve sediman ile karışabilir, bu plastik parçacıklar kuşlar, deniz kaplumbağaları, deniz memelileri, balıklar ve bentik omurgasızlar gibi çeşitli canlılar tarafından besin sanılarak tüketilmektedir.

Çeşitli deniz canlıları ve kuşlarının onlara dolanarak ya da avları sanıp yemeleri sonucu yaralanması veya ölümüne neden olduğu bilinmektedir (Allosp vd., 2006). Mideye alınan çöp sindirim sistemini tıkayabilir, mide duvarına zarar verebilir, besin alımını azaltabilir (Laist, 1987). Plastik deniz çöplerinin sesil organizmalar tarafından kolonizasyonu yabancı türlerin okyanus ortamında taşınmasını sağlayarak deniz biyoçeşitliliğini tehdit edebilir. Plastik çöplerin deniz tabanında toplanması da denizel ekosistemler için potansiyel bir tehlikedir. Bu çöplerin birikimi sedimanı örten su ile gözeneklerdeki su arasındaki gaz alışverişini inhibe eder ve bentik canlıların rahatsız olmasına ve boğulmasına neden olur (Moore, 2008).

Plastiklerin tüketimi sunucunda;

- Sindirim sisteminin ve gıdanın bağırsak içinde sonraki geçişinin tıkanması,
- Mide enzim salgılamasına blokaj,
- Beslenme dürtüsünü azaltma,
- Steroid hormon düzeyini düşürme,
- Yumurtlamayı geciktirme ve
- Üremede başarısızlık gibi fizyolojik etkiler oluşabilir (Azzarello ve Van-Vleet, 1987).

Ayrıca denizel ortamdaki plastik çöpler iki tip toksik kontaminant içerebilir: (i) plastiklerin hidrofobik yüzeyleri kimyasallar ile birleşme eğiliminde olduğundan

çevreleyen sudan hidrofobik kimyasalları absorbe eder ve (ii) plastiklerin bileşen molekülleri katkı maddeleri, monomerler ve oligomerlerdir (Teuten, 2009). Burada ele alınan birçok kontaminantın biyolojik sonuçları bilinmemekle birlikte örneğin bazı ftalat plastikleştiricilerin (ftalik asit esterleridir ve genellikle esnekliklerini artırmak için plastiklere eklenir) testosteron üretimini azaltan etki yaparken (Foster 2006; Teuten, 2009'den alınmıştır) plastiğin yapısal monomeribifenol A (BPA) ve alkalifenol katkı maddeleri östrojenik etkiler ortaya çıkarabildiği bilinmektedir (Sonnenschein ve Soto, 1998; Teuten, 2009'den alınmıştır).

Codina-Garcia vd. (2013) Akdeniz deniz kuşlarındaki plastik çöpleri inceledikleri çalışmalarında, 9 türe ait 171 kuşun midesindeki plastik birikimini incelemişlerdir. İncelenen kuşların %66'sının plastikten etkilendiğinin ve ortalama ağırlığın 2.26 mg, uzunluğun ise 3.5 mm olduğunu bulmuşlardır.

Carman vd. (2014) Güney batı Akdeniz de 62 adet *Chelona mydas* türüne ait juvenil deniz kaplumbağası incelenmiş ve incelen bireylerin %90'ında antropojenik çöplere rastlanmıştır. Birey başına ortalama 13 adet plastik parçası bulunmuş ve birey başına çöp ağırlığı <5g bulunmuştur. Sıra dışı bir vaka olarak bir bireyde çoğunu sert plastik parçaların oluşturduğu toplam 519 parça çöpe rastlanmıştır.

Boerger vd. (2010) Kuzey Pasifik Merkez Döngü de 5 mesopelajik ve 1 epipelajik planktivor balığın midelerindeki plastik miktarını incelemişlerdir, yapılan çalışmada incelenen 670 balığın %35'nin plastik tükettiği ve balık başına ortalama 2.1 adet plastik bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Lusher vd. (2013) Manş denizinde 5 pelajik ve 5 demersal olmak üzere 10 balık türü üzerinde yapılan çalışmada, incelenen 504 balıktan %36.5'nin sindirim kanalında plastiğe rastlanmıştır. Plastik bulunan 184 balığın ortalama balık başına plastik sayısı 1.90 ± 0.10 bulunmuştur. Pelajik ve demersal balıklar arasında plastik tüketimi açısından istatistiki bir fark bulunamamıştır.

Anastasopoulou vd. (2013) İyon denizi (Doğu Akdeniz) dip balıklarının plastik çöp tüketimini inceledikleri çalışmalarında, Yunanistan Kefalonya Adasında 300-850 m arasında değişen derinliklerde yaptıkları deniz tabanı araştırmalarında yakaladıkları 26 farklı türe ait (9 Elasmobranchii ve 17 teleost) 1504 bireyin sindirim kanallarını incelemişlerdir. İncelenen balıklardan 28 bireyde (%1.9) çöp tüketimine rastlamışlardır.

İncelenen 862 Elasmobranch bireyin 27'sinde (*Pteroplatytrygon violacea*, *Galeus melastomus*, *Squalus blainville*, *Etmopterus spinax*), incelenen 640 teleost bireyin ise sadece 1 tanesinde (*Pagellus bogaraveo*) çöp tüketimine rastlanmıştır. İncelenen balıklarda toplam 37 parça çöp tanımlanmış olup çöp miktarının 1 ile 6 arasında değiştiği (ortalama 1.37 ± 0.2) ve en yüksek *P. violacea* bireyinde bulunduğu bildirilmiştir. Rastlanılan çöplerin başlıca plastikten oluştuğu (%86.5) ve bunu metal ve ahşap çöplerin izlediği, plastik çöplerin büyük çoğunluğunu sert plastik parçaların (%56) oluşturduğunu ve bunu plastik poşet parçalarının (%22), balık ağlarının (%19) ve tekstil plastik liflerinin (%3) izlediği bildirilmiştir.

Possatto vd. (2011), Kuzeydoğu Brezilya'da Goiana Nehir ağzında deniz kedi balıklarının plastik çöp tüketimini araştırdıkları çalışmalarında üç önemli kedi balığı türünü [*Cathorops spixii* (N = 60), *Cathorops agassizii* (N = 60) and *Sciades herzbergii* (N = 62)] incelemiştir. Çalışma sonucunda üç türe ait bireylerde de plastik tüketimine rastlamışlardır, tüm ontogenetik safhalarda (juvenil, sub-adult, adult) plastik bulunduğu rapor edilmiştir. *C. spixii* türlerine ait bireylerin %18'inde, *C. agassizii* türüne ait bireylerin %33'ünde ve *S. herzbergii* türüne ait bireylerin %18'inde plastiğe rastlanmıştır. Tüketilen plastik çöplerin büyük oranda balıkçıların kullandığı halatların parçalarından oluştuğu bildirilmiştir.

Sanchez vd. (2014) Fransa'da 11 farklı nehirde yakaladıkları *Gobio gobio* türüne ait bireylerin sindirim kanalında mikroplastik bulunuşunu rapor ettikleri çalışmalarında inceledikleri 186 bireyin %12'sinde mikroplastik bulunduğunu bildirmişlerdir.

Battaglia vd. (2015) Akdeniz'de *Trachinotus ovatus* türünün besin kanalında plastik bulunduğunu rapor etmişlerdir. 16.5-28 cm arasında boylarda örneklenen balıkların sindirim kanallarında plastik varlığı araştırılmış ve mide içeriğinde yüksek oranda (%0-%24.3) plastik varlığı bildirilmiştir. Araştırılan türün küçük balık marketlerinde ticari öneme sahip olduğu, plastiklerin besin ağındaki ve insan tüketiminde etkilerinin incelenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

2.3. Mikroplastikler Hakkında Genel Bilgiler

Son 50 yıldır plastik kullanımı aşırı biçimde artışına paralel olarak denizel ortama giren plastik çöplerde de artış olmuştur. Deniz ve marinalardaki çöplerinin % 60-80 oranında plastiklerden oluştuğu ve bunların çoğunun çok küçük mikroplastikler olduğu bilinmektedir. Plastik; karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), azot (N) ve diğer organik ya da inorganik elementlerin oluşturduğu monomer adı verilen; basit yapıdaki molekülü gruplardaki bağın koparılarak polimer adı verilen uzun ve zincirli bir yapıya dönüştürülmesi ile elde edilen malzemelere verilen isimdir. Elde edilmesi belli bir sıcaklık ve basınç altında, katalizör kullanılarak monomerlerin reaksiyona sokulması ile olur. Plastik ilk üretildiğinde toz, reçine veya granül hâlde olabilir. Genelde plastikler petrol rafinerilerinde kullanılan ham petrolün işlenmesi sonucu arta kalan malzemelerden elde edilir. Yapılan araştırmalara göre yeryüzündeki petrolün sadece %4'lük bir kısmı plastik üretimi için kullanılmaktadır.

Yaygın olarak kullanılan plastik türleri aşağıda verilmiştir:

Polietilen (PE): PE en çok tüketilen plastik türüdür. Plastik şişelerin, örtülerin, filmlerin ve ambalaj malzemesinin büyük bir çoğunluğu bu plastikten yapılır. Borular ve tesisat bağlantı parçaları için nem geçirmezlik ve hava geçirmezlik amacıyla kullanılan bir malzemedir.

Polipropilen (PP): Kimyasal özellikleri PE'ye benzer ancak yüksek sıcaklıklarda çeşitli kimyasal maddelerden etkilenmemesi kullanım alanlarının genişlemesine yol açmıştır. Sigara ambalajı gibi ambalaj malzemesi olarak kullanılmasının yanısıra sterilize edilebilen sağlık malzemesi, boru, profil, ince levha, balık ağı, halat, çuval ve çeşitli ev eşyası gibi ürünlerin yapımında da kullanılmaktadır.

Polivinilklorür (PVC): PVC inşaat sektöründe, kablo sanayiinde, ev eşyalarında, oyuncak ve ambalaj sanayiinde, otomobil ve elektrik sanayiinde cazip renkleriyle oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Döşeme ve duvar kaplamalarında karo ve rulo halinde su geçirmez bir örtü olarak kullanışlıdır.

Polistiren (PS): Bu termoplastik su ve kimyasal maddelere direnci iyi olan saydam bir katıdır. Bu özellikleri ile PS kağıt, tahta ve metallerin yerine geçebilmektedir. PS film ve levha yapımı, ambalaj malzemesi, kağıt kaplaması, köpüklü

izolasyon levhaları yapımı, buzdolabı ve çamaşır makinası parçaları, oyuncak ve ev eşyası yapımı gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle maddenin genişmiş hali yalıtım plakaları olarak duvar ve çatı kaplamalarında kullanılır.

Polietilen Tereftalat (PET): Kimyasal maddelere ve çözücülere karşı mukavimdir. Bu özellikleri dolayısıyla elyaf ve meşrubat şişesi yapımında kullanılır.

Poliamid (PA, Naylon): Naylonlar kendiliğinde kaygan ve dayanıklı olduklarından palanga ve kapı makaraları için kullanılırdılar. Elyaf olarak ve çeşitli mühendislik uygulamalarında kullanılır.

Poli Akrionitril-Buadien-Stiren (ABS): Hem kauçuk, hem de plastik özelliklere sahip oldukça sert malzemelerdir. İnşaat malzemesi ve otomobillerde yaygın olarak kullanılır.

Silikonlar: Silikonlar çok yaygın kullanılmaktadır. Önemli ürünler olarak su geçirmez silikon, yanmayı geciktirici çözeltiler, silikon reçineli boyalar, kalıp yağları, silikon elastomer dolgular sayılabilir.

Poliüretanlar: Katı, dayanıklı bir boya yüzeyi veya esnek bir mastik sağlar ve ayrıca esnek ve rijit olan hafif madde elde etmek için köpük hale getirilebilir.

Elastomerler (Sentetik Kauçuklar): Sentetik kauçuklar özel elastik özelliklerinden dolayı elastomerler olarak bilinen esnek ürünler sınıfına genellikle dahil edilebilirler. Tutkalların, yapıştırıcıların ve boyaların içerikleri yönünden elastomerlerin özel önemleri vardır.

Dünya okyanuslarında var olan plastik çöpler, denizlerde mekanik erozyon ve kimyasal aşınmayla bozunma çok az olduğundan ciddi çevresel sorunlara neden olmaktadır (Corcoran vd., 2009). Bu ürünlerin çok yavaş bozunması ve sürekli artan miktarda çöpün aşamalı fakat dünya kıyıları ve okyanuslarımızdaki miktarının etkileyici bir artışına sebep olmaktadır (Laist, 1987). Kumsallarda birikmesini takiben plastik materyaller UV ışınlarına ve rüzgar, akıntı, dalga ve gel-git olayı tarafından kontrol edilen fiziksel sürece maruz kalırlar (Corcoran vd., 2009) ve mikroplastik olarak adlandırılan daha küçük parçalara (<5 mm) ayrılırlar (Moore, 2008; Vişne ve Bat, 2015).

Mikroplastik parçacıklar; mikroskobik boyutta üretilmiş plastikler ve plastik ürünlerin üretimi için öncü olarak kullanılan endüstriyel peletler olarak (birincil kaynak) ya da büyük plastik ürünlerin bozunmasından kaynaklanan parçacıklar ya da liflerden (ikincil kaynak) oluşur (Hidalgo-Ruz vd., 2012).

Browne vd. (2011) tarafından evsel çamaşır makinelerinin atık sularından alınan örneklerde yapılan deneyler tek bir giysiden her yıkamada 1900'ün üzerinde plastik lifin ortaya çıkabildiğini göstermiştir. Denizel ortamda bulunan mikroplastik plastik liflerin büyük bir oranda giysilerin yıkanması sonucu atık sulardan kaynaklanabileceği önerilmektedir. Nüfusun artması ve daha çok sentetik tekstil ürününün kullanılması ile ekosistemin mikroplastiklerle daha fazla kirlenmeside olasıdır. Mikroplastiklerin bir diğer kaynağı da kişisel bakım ürünleridir (Fendall ve Sewell, 2009). Bunlar; yüz temizleme ve peeling jelleri, şampuan ve sabunlar ve diş macunu gibi kozmetik ürünlerinde kullanılan mikrobuncuklardan oluşabilir. Kişisel bakım ürünlerinden orijin alan mikroplastikler genellikle kanalizasyon sistemiyle alıcı ortama girer.

DSÇD TSG ML tarafından hazırlanan kılavuzda, mikroplastiklerin polimer tiplerinin belirlenmesi amacıyla örnek gruplarından belirli miktarlarda örneğin FTIR [Fourier Transform Infrared (Kızılötesi) Spektroskopisi] ile doğrulanması gerekliliğinden bahsedilmektedir.

FTIR analizi araştırma kapsamında mikroplastiklerin polimer tiplerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu analiz hem doğada karşılaşılan plastiklerin doğrulanmasında amacıyla hem de emin olunamayan parçacıkların materyal tiplerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

2.3.1. Mikroplastikler Konusunda Yapılan Çalışmalar

Mikroplastikler ilk kez Carpenter ve Simith (1972) tarafından Saragossa denizinde su yüzeyinde rapor edilmiştir. Daha sonra Carpenter vd. (1972) tarafından mikroplastiklerin balıklar tarafından tüketildiği bildirilmiştir. Bu araştırmalardan sonra bilim adamlarının ilgisini çeken plastik kirliliği, son yıllarda hız kazanarak incelenmeye başlamıştır. Türkiye denizlerinde de konu üzerinde araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Ayrıca konu hakkında ülkemize kıyısı olan denizlerde ve okyanuslarda yapılan çalışmalarda mikroplastik kirliliği ve oluşturduğu tehlike büyük oranda gözler önüne serilmektedir. Çalışmanın bu kısmında yapılan çalışmalardan bazıları ışığında mikroplastiklerin bulunuşu irdelenmiştir.

Ivar do Sul ve Costa (2014), 100 üzerinde çalışmayı inceleyerek inceledikleri çalışmaları odaklandıkları noktaya göre gruplandırmışlardır. Bu gruplandırma;

- Plankton örneklerinde mikroplastik bulunuşu,
- Kumlu ve çamurlu sedimanlarda mikroplastik bulunuşu,
- Mikroplastiklerin kimyasal kirleticilerle etkileşimi,
- Mikroplastiklerin omurgalı ve omurgasızlar tarafından tüketimi şeklinde sıralanabilir.

Hem ülkemiz hem de Karadeniz’de mikroplastik kirliliğine dair ilk rapor Aytan vd., (2016) tarafından yayınlanmış olup çalışmada Doğu Karadeniz’de su yüzeyindeki mikroplastik bulunuşu rapor edilmiştir. Aytan vd. (2016) bulduğu sonuçlardan (1.2×10^3 ve 0.6×10^3 adet/m³) Karadeniz bölgesindeki mikroplastik kirliliğinin oldukça yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

Mathalon ve Hill (2014) Kanada Nova Scotia’nın doğu kıyılarında bir halka açık ve iki koruma altındaki sahilin intertidal zon sedimanındaki mikroplastik plastik lif miktarını belirledikleri çalışmalarında, 10 g sedimanda 20 ile 80 arasında plastik life rastlamışlardır ve açık sahilde alçak gelgit seviyesi ve yüksek gelgit seviyesindeki mikroplastik plastik lif miktarını koruma altındaki sahillerden daha fazla bulmuşlardır. Ayrıca koruma altındaki sahillerden aldıkları poliketlerin fekal atıklarında, bölgede yaşayan mavi midyeler (*Mytilus edulis*) ve kültür ortamından satın aldıkları midyelerinde mikroplastik içeriğini araştırmışlardır. Yetiştiricilik tesisinden alınan

midyeler ve doğadan alınan midyeler arasında yapılan çalışmada mikroplastik plastik lif miktarı yetiştiricilik tesisinden alınan midyelerde daha yüksek çıkmıştır.

Laglbauer vd. (2014) Slovenya kıyılarında seçtikleri turizm etkisi altında olan ve olmayan 6 sahilde makroçöp ve sahil sedimanındaki mikroplastiklerin nitelik ve miktarını karşılaştırdıkları çalışmalarında turizmin makroçöp ve mikroplastik miktarında etkisinin pek görünmediği sonucuna varmışlardır. Çalışmada bir sahilin infra zonu hariç tüm örneklerde mikroplastik plastik life rastlanmıştır ve mikroplastik plastik lif infra zonundan toplanan örneklerde toplam mikroplastik konsantrasyonunun %96'sını, sahilden toplanan örneklerin ise %75'ini oluşturmaktadır. Sahil örneklerinden mikroplastik parçalar ikinci baskın grup (%21) olmuştur ve infra zon ve sahil örneklerinde eşit oranda plastik filmlere (%4) rastlanmıştır. Mikroplastiklerin çoğunluğunun (%74) 1 mm'den büyük olduğu sonucuna varmışlardır ve medyan mikroplastik yoğunluğu infralittoralde (155.6 parçacık/kg) sahilden (133.3 parçacık/kg) daha yüksek bulunmuştur.

Lee vd. (2013) Güney Kore'de Mayıs-Eylül 2012 tarihleri arasında Nakdong Nehir ağızı yakınındaki 6 sahilin plastik çöplerini inceledikleri çalışmada 3 boyut sınıfına ayırdıkları plastik çöpleri (1-5 mm mikroplastik, 5-25 mm mesoplastik, >25 mm makroplastik) bolluk ve boy sınıflarını incelemiştir. Tüm boy sınıfı kategorilerinde bolluk sırasıyla Mayıs (yağmur sezonundan önce) ve Eylül (yağmur sezonundan sonra) aylarında mikroplastik için 8205 ve 27.606 partikül/m², mesoplastik için 238 ve 237 partikül/m² ve makroplastik için 0.97 ve 1.03 partikül/m² olarak bulunmuştur. Plastik köpük mikroplastik ve mesoplastik için dominant kategori olmuştur.

Fok ve Cehung (2015) Hong Kong kıyısında 25 sahilden topladıkları makro (>5 mm) ve mikro plastikleri (0.315-5 mm) inceledikleri çalışmalarında, rastlanılan plastiklerin %90'ndan fazlasını mikroplastiklerin oluşturduğunu bildirmişlerdir. Karşılaşılan mikroplastiklerin büyük oranda polistrenden %92 oluştuğunu ve bunu %5 oranla parça plastiklerin ve %3 oranla peletlerin oluşturduğunu kaydetmişlerdir. Ortalama mikroplastik bolluğunu 5595 parça/m² olarak bulmuşlardır ve bu değer uluslararası ortalamaların üstünde olduğunu bildirmişlerdir.

Hidalgo-Ruz ve Thiel (2013) Şili kıyılarında 6 sahilde ve Easter Adasında yaptıkları okul çocuklarından destek alınarak yapılan sivil bilim projesi ile bölgedeki plastik çöp miktarını incelemişler ve 1 mm'den büyük küçük plastik parçaların ortalama miktarını Şili'de 27 parça/m² olarak bulurken bu değer Easter Adasında 800'ün üzerinde bulunmuştur. Küçük plastik parçaların kıyıdaki bu bolluğunun kentsel merkezler ve bunların ekonomik aktiviteleriyle ilişkilendirilirken Easter Adasındaki yüksek yoğunluğun plastiklerin taşınmasından kaynaklı olduğu sonucuna varmışlardır.

Cluines-Ross vd. (2016) Yeni Zelanda kıyılarındaki mikroplastik kirliliğini inceledikleri çalışmalarında sahil sedimanındaki ortalama mikroplastik miktarını 21.2±16.5 olarak bulmuşlardır. Çalışmada mikroplastik yoğunluğunun 0–45.4 adet/kg arasında değiştiğini ve çoğunlukla polistiren parçalardan oluştuğunu bildirmişlerdir.

Cauwenberge vd. (2013) çalışmalarında derinliği 1176 ile 4844 m arasında değişen Atlantik Okyanusu ve Akdeniz'de seçilen 4 bölgeden 11 sediman örneğini incelemişler ve derin deniz sedimanındaki mikroplastik miktarını belirlemişlerdir. Çalışmada her defasında 25 cm²'lik bölge incelenmiş ve incelenen bölgelerde her 25 cm²'lik alanda ortalama 1 adet mikroplastığe rastlamışlardır. İncelenen plastiklerin boyutlarının 75-161 µm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Claessens vd. (2011) Belçika kıyılarının deniz tabanı sedimanlarındaki mikroplastiklerin oluşum ve dağılımını inceledikleri çalışmalarında farklı bölgelerdeki (kıyusal limanlar, sahiller ve sublittoral bölgeler) sedimanları incelenmişlerdir. 3 farklı liman ağzı, 3 farklı açık deniz ve 3 farklı sahilden sediman örneği alınmış ve tüm sediman örneklerinde mikroplastik bulunmuştur. Dört farklı tipte mikroplastığe rastlanılırken bunlar arasında en çok mikroplastik plastik liflere rastlanmış (%59) ve bunu granüller (%25) izlemiştir. Ortalama mikroplastik konsantrasyonu en yüksek liman örneklerinde 166.7 ± 92.1 parçacık/kg kuru sediman olarak bulunurken, açık deniz örneklerinde 97.2 ± 18.6 parçacık/kg kuru sediman ve sahil örneklerinde 92.8 ± 37.2 parçacık/kg kuru sediman olarak bulunmuştur. En yüksek mikroplastik konsantrasyonu 390 parçacık/kg kuru sediman ile limanlarda bulunmuştur ve bu değer benzer çalışma alanlarında yapılan diğer çalışmalarda rapor edilen maksimum konsantrasyondan 15-50 kat fazla olduğu rapor edilmiştir.

Vianello vd. (2013) Akdeniz Bölgesinde Venice Lagününde seçilen doğal koşullar ve antropojenik etki (Tatlısu etkisinde olan karaya doğru, deniz girişinin yakınında olan denize doğru ve yetiştiricilik tesisi, endüstri ve şehir merkezi etkisinde olan) altında olan 10 sığ bölgeden sediman örnekleri toplamış ve 1 mm ve daha küçük boyutlardaki mikroplastiklerin tanımlanması, dağılımı ve bolluğunu incelemişlerdir. Toplam bolluğun 2175-672 mikroplastik/kg arasında değiştiğini ve yüksek konsantrasyonları genelde karaya doğru olan bölgelerde olduğu sonucuna varmışlardır. On polimer tipi tanımlanmış ve en bol olanı polietilen (%82) olarak bulunmuştur. En sık rastlanan boy grupları 30-500 µm arasında bulunmuştur.

Lattin vd. (2004) Kaliforniya kıyılarındaki çalışmalarında su yüzeyinden, orta sudan ve tabandan aldıkları deniz suyu örneklerindeki nöstonik mikroplastik ve zooplankton bolluğunu incelemişlerdir. Çöp yoğunluğunun en yüksek tabandan alınan örneklerde olduğunu ve çöp yoğunluğunu fırtına sonrasında arttığını bildirmişlerdir.

Collignon vd. (2012) kuzey batı Akdeniz de yaz dönemindeki zooplankton ve mikroplastik bolluğunu inceledikleri çalışmalarında 40 istasyonun %90'ında farklı kompozisyonlarda (filament, polistren, ince plastik filmler) mikroplastığe (0.3-5 mm) rastlamışlar ve ortalama mikroplastik miktarı 0.116 partikül/m² olarak bulmuşlardır. Toplam kuru ağırlığı 7.9 g olan toplamda 4371 adet mikroplastik parçacık toplamışlardır. Nöstonik plastik parçacık konsantrasyonu güçlü fırtınalardan sonra 5 kat daha fazla bulunmuştur.

Eriksen vd. (2013) ABD Laurentian Büyük Göllerinde nöstonik mikroplastik miktarını belirlemek için 21 istasyondan örnekler almış ve ortalama yaklaşık 43,000 mikroplastik parçacık/km² olarak bulmuşlardır.

Collignon vd. (2014) Calvi Körfezinde (Akdeniz-Korsika) Ağustos 2011 ve Ağustos 2012 tarihleri arasında nöstonik mikro ve meso plastiklerin yıllık değişimlerini inceledikleri çalışmalarında plastik parçacıkları üç boy grubuna ayırmışlardır (0.2-2 mm küçük mikroplastikler, 2-5 mm büyük mikroplastikler, 5-10 mm mesoplastikler). 38 örnekleme için %78'nde farklı kompozisyonlarda (filament, polistren, ince plastik filmler) plastik parçacıklara rastlamışlardır. Ortalama konsantrasyonu 6.2 partikül/100m² olarak bulmuşlardır. En yüksek bolluğu (69 partikül/ 100 m²) açık deniz düşük rüzgar dönemlerinde gözlemlemişlerdir.

Andrea de Lucia vd. (2014) batı Sardinya kıyısında (İç batı Akdeniz) nöstonik mikroplastik miktarı ve dağılımını inceledikleri çalışmalarında Manta trol örnekleme tekniğini kullanarak Sardinya Denizinde mikroplastik parçacık bolluğu ve dağılımı ve nöstonik habitattaki organoklor ve ftalatlar arasındaki ilişkiyi belirlemişlerdir. Ortalama plastik miktarını 0.15 parça/m³ olarak bulmuşlar, kirletici seviyesi ise mekânsal ve zamansal olarak oldukça fazla değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Her istasyonda HCB en düşük konsantrasyona sahip kirletici olurken, PCB'ler en yüksek seviyeyi göstermiştir.

Frias vd. (2014) Portekiz kıyılarında zooplankton örneklerinde mikroplastikleri inceledikleri çalışmalarında örnekleme noktaları olan ortalama mikroplastik miktarını Averio, Lisboa, Costa Vincentina ve Algarve için sırasıyla 0.002±0.001, 0.033±0.021, 0.036±0.027 ve 0.014±0.012 adet/m³ olarak bulmuşlardır.

Isobe vd. (2015) Japonya çevresindeki batı Asya denizlerindeki pelajik mikro ve mezoplastik konsantrasyonunu nöston ağ kullanarak inceledikleri çalışmalarında toplam partikül miktarını 1,720,000 parça/km² olarak bulmuşlardır ve bu sonucun Kuzey Pasifik okyanusundan 16, dünya okyanuslarından ise 27 kat fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Gorokhova (2015) Baltık denizinde yürüttüğü çalışmada pelajik mikroplastik bolluğunu kıyı ve açık deniz, derinlik ve mevsime bağlı olarak değerlendirmiştir. Mikroplastik bolluğu yaz aylarında kıyı-açık deniz arasında önemli bir fark bulunmazken, kış aylarında açık denizde artış gözlenmiştir. Mikroplastik bolluğu ≈100-1000 parçacık/m² olarak bulunmuştur.

Gago vd. (2015) Kuzeydoğu İspanya kıyılarındaki plastik parçacık bulunuşu ve dağılımını inceledikleri çalışmada 333 µm'lik manta trol ile alınan toplam 41 nöstonik örnek de (2013'de 21 örnek, 2014'de 20 örnek) toplam 1463 plastik mikroçöp ve 208 mezopartiküle rastlanmıştır. Ortalama konsantrasyon 2013 ve 2014 için sırasıyla 0.034±0.032 ve 0.176±0.278 plastik mikroçöp/m² ve 0.005±0.005 ve 0.028±0.043 plastik mikroçöp/m² olarak bulunmuştur. Araştırmacılar plastik parçacıkların tanımlanmasında sonuçların bölgesel olarak karşılaştırılması ve Deniz Strateji Çerçeve direktifinin uygulanmasına bütünlük sağlaması için protokollerin uyumunun acilen gerekliliğini vurgulamışlardır.

Chae vd. (2015) mikroplastiklerin deniz çevresinde geniş dağılımından dolayı artan bir endişenin olduğunu, çeşitli deniz organizmaları tarafından tüketildiğini ve toksik kimyasalların kaynağı ve transferinde taşıyıcı rollerinden bahsetmişlerdir. Yaptıkları çalışmada Kore'nin güney kıyısında kıyıya yakın ve kıyıdan uzak 12 istasyonda yüzey suyu ve yüzey filmindeki mikroplastikleri incelemişlerdir. Büyük gemilerin seyir rotaları olan her iki örneklem bölgesinde de gemi boya parçalarının karşılaşılan mikroplastiklerin çoğunluğunu oluşturduklarını bildirmişlerdir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çeşitli programlar ve organizasyonlar [Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Hükümetlerarası Oşinografik Komisyon (IOC-UNESCO), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)] ve son zamanlarda AB DSÇD (Tanımlayıcı 10) deniz çöplerini çevresel, ekonomik, insan sağlığı ve güvenliği açısından ve estetik yönden küresel bir tehdit konusu olarak kabul etmektedir (Moncheva vd., 2014).

Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) (DSÇD), AB denizlerinde Üye Devletlerin İyi Çevre Durumunu sağlamaları veya sürdürmeleri için gerekli önlemleri almalarında bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu süreçte asıl adım deniz sularının durumunu düzenli olarak değerlendirebilecek izleme programlarının kurulmasıdır. 2010 yılında deniz sularında iyi çevre durumu üzeri kriter ve metodolojik standartlar üzerine komisyon kararı (Commission Decision 2010/477/EU) takiben AB Deniz Yöneticileri, Çevre Genel Müdürlüğünden Tanımlayıcı 10 Deniz Çöplerinin daha da gelişmesi için İyi Çevre Durumu (WG GES) Çalışma Grubu altında bir Teknik alt grup (TSG) kurulmasını talep etmişlerdir. Fransız Deniz Araştırma Enstitüsü (IFREMER), Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi ve Alman Çevre Ajansı başkanlığındaki TSG-ML, Çevre Genel Müdürlüğü (EC DG ENV) tarafından yönetilmektedir. Grup, üye devlet delegeleri ile ilgili kuruluşlardan davetli uzmanlardan oluşmaktadır (Galgani vd., 2013b).

2011 yılından bu yana TSG-ML "Deniz Çöpleri - DSÇD Gereksinimleri Uygulanması İçin Teknik Öneriler" raporu ile farklı çevresel bölgelerde deniz çöplerinin izlenmesi mevcut seçenek ve araçlar ve Avrupa'da var olan izleme programları yada çalışmalardan elde edilen verilerin derlenmesi ile tavsiye sağlamaya odaklanmıştır (Galgani vd., 2013).

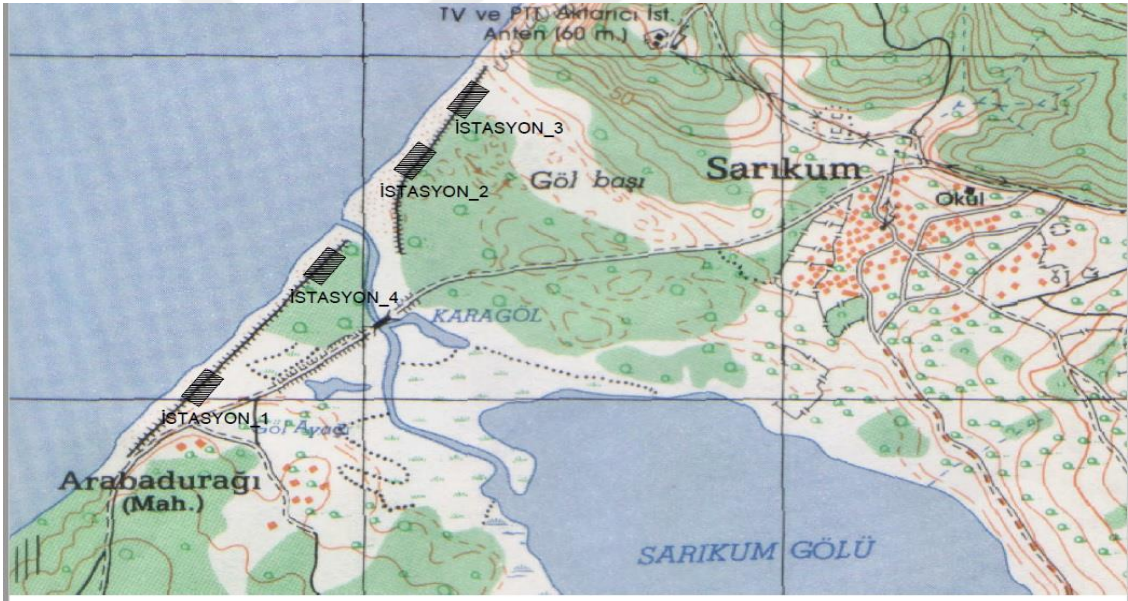
2011 yılında yayınlanan raporda deniz çöpleri açısından İÇD değerlendirilmesi için yaklaşımların özeti, belirtilen bölgeler için yapılan örneklemeler, avantajları ve dezavantajları Çizelge 2'de verilmiştir (Galgani vd., 2013).

2013 yılında Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi İyi Çevre Grubu Tarafından yayınlanan Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlenmesi için Kılavuz TSG-ML'nin 2012-2013 yılları arasındaki çalışmalarının çıktısı olan final raporudur. Bu kılavuzun amacı üye devletlere deniz çöpleri konusunda DSCD Tanımlayıcı 10'nun izlenmesine başlangıç vermek için gereken bilgi ve önerileri içermektedir. Deniz çöplerinin toplanması, rapor edilmesi ve verilerin değerlendirilmesi için;

- Genel yaklaşım ve stratejiler, sahillerde depolanmış çöplerin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.1.1*),
- Su yüzeyindeki çöplerin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.1.2*),
- Deniz tabanında bulunan çöplerin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.1.2*),
- Denizel organizmalar tarafından mideye alınan çöpler ve çöplerin biyota üzerindeki diğer etkilerinin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.2.1*),
- Biyota ve deniz çevresinde bulunan mikroçöplerin izlenmesi (*Tanımlayıcı 10.1.3*) konusunda kılavuz oluşturmaktadır (Galgani vd., 2013).

3.1. Araştırma Bölgesinin Tanımı

Sarıkum, Karadeniz'deki koruma altında bulunan sayılı sulak alanlardan biridir. 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'na göre Sarıkum Gölü, çevresinde deniz, kıyı, orman, göl ve sulak alan olması nedeniyle önemli bir ekosistem olarak dikkat çekmiştir. Bu nedenle, Orman Bakanlığı'nın 30.07.1987 tarih ve OGM.MP.1.TKA.III.19 sayılı olurları ile 'Tabiatı Koruma Alanı' ilan edilmiştir. Lagünün çevresi ise 1991 yılında Doğal Sit Alanı ilan edilmiş ve bölgede her türlü avcılık yasaklanmıştır (Şekil 3.1). Sarıkum lagün gölü, Orta Karadeniz Bölgesi'nde Sinop Yarımadası'nın batı sahilinde bulunmaktadır. Sinop şehir merkezinin 21 km batısında, 42° 00' 00"- 42° 02' 42" K ile 34° 54' 46"- 34° 58' 22" D enlemleri arasında yer almaktadır. Sarıkum rüzgar etkisinin fazla olduğu bir bölgedir. Kumların rüzgarlarla kolay taşınabilir olması, eskiden bir körfez olan Sarıkum Gölü'nün denizden koparak göle dönüşmesine sebep olmuştur (Yılmaz 2005).



Şekil 3.1. Araştırma Bölgesi-Sinop Sarıkum Lagünü

Körfeze akan derelerin önünün karayel rüzgarlarının taşıdığı kıyı kumullarıyla kapanması sonucu oluşmuş bir set (lagün) gölü olan Sarıkum Gölü, 25-30 metre uzunluğunda bir boğazla denize bağlanmaktadır. Suların fazla olduğu kış aylarında plajın üzerinden geçerek denize ulaşan göl suları, yaz aylarında ise bu bağlantıyı kumların altından sağlamaktadır.

Lagün ve çevresi, hem komşu ülkelerden deniz akıntılarıyla gelen hem de göl çevresinde yapılan tarım, aşırı ve bilinçsiz avcılık faaliyetleri gibi faaliyetlerden dolayı ciddi bir katı atık birikimine maruz kalmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Araştırma Bölgesi-Sinop Sarıkum Lagünü Sahili

Avrupa Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi Deniz Çözü Alt Teknik Grubu tarafından yayınlanan Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlenmesi için Kılavuz da önerilen yöntemler bölgeye uyarlanarak kullanılmıştır. Bir yıl süren çalışmada yapılan örnekleme mevsimlik olarak planlanmıştır. Bölgenin hava koşulları göz önüne alınarak önerilen zamanlara uygun şekilde örnekleme tarihleri belirlenmiştir.

Örnekleme mevsimsel olarak;

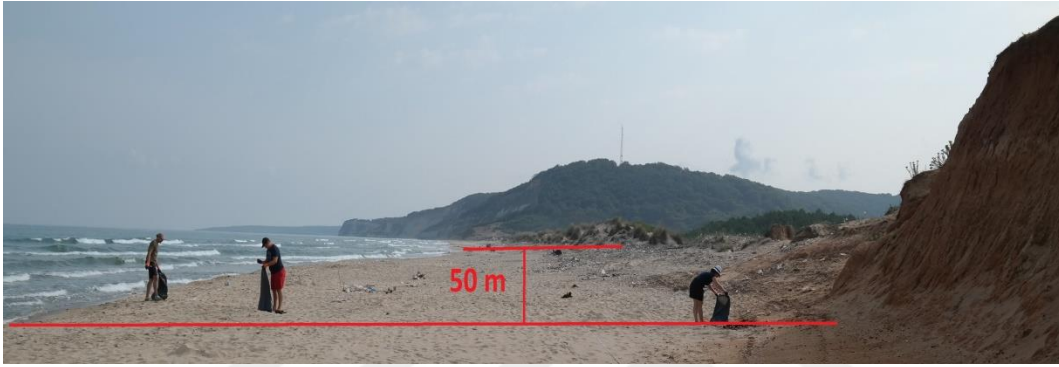
- Kış: 2016-Şubat,
- İlkbahar: 2015-Mayıs,
- Yaz: 2015 Ağustos,
- Sonbahar: 2015 Ekim'de gerçekleştirilmiştir.

Her mevsim 2 gün ve toplamda 8 gün süren arazi çalışmalarının; bir günü makro ve mikro sahil çöplerinin örnekleme için Sarıkum sahilinde, bir günü deniz tabanı çöpleri için çerçevesiz trol örnekleme ve su yüzeyi, su kolonu ve deniz tabanındaki mikroçöplerin örnekleme için plankton kepçesi ve grab ile örnek alımları, Sarıkum deniz bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları süresince araç kiralanan deniz örneklemeinde ise Akliman mevkiinden kiralanan Yahya DEMİRTAŞ'a ait Zıpkın isimli balıkçı teknesi kullanılmıştır.

3.2. Deniz Çöplerinin İzlenmesi

3.2.1. Sahil Çöpleri

Kıyı şeridinde her m²'deki deniz çöpu sayısını belirlemek amaçlanmıştır. İstasyonlar arası ve zamana bağlı olarak miktarları karşılaştırılmış ayrıca olası kaynak (Kara kökenli-Deniz kökenli), materyal tipi (plastik, kâğıt, cam vs.) ve menşei belirlenmiştir. 2 gün süren örnekleme çalışmalarının 1 günü sahil çöpu örneklemesine ayrılmıştır.



Şekil 3.3. Örnekleme çalışmalarının şematik hali

Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İncelenmesi İçin Kılavuzda; az ya da orta çöplü sahillerde, 100 m'de en az 2 kısım incelenmesi, çok sayıda çöplü sahillerde, 50 m'de en az 2 kısım incelenmesi önerilmektedir. Yapılan ön çalışmada çalışılacak bölgenin çok yoğun çöp içerdiği görüldüğünden dolayı 50 m'lik örnekleme alanları seçilmesi uygun bulunmuştur. Bölge sahili 4 istasyona bölünerek 50 m'lik alanlarda çalışmalar yapılmıştır (Şekil 3.3). Bu kapsamda örnekleme istasyonları seçilirken Lagünün deniz ile birleştiği nokta merkez olarak belirlenmiş ve 1. ve 4. istasyonlar birleşim noktasının sol yanında 2. ve 3. istasyonlar birleşim noktasının sağ yanında konumlanmıştır (Şekil 3.4) (Çizelge 3.1).



Şekil 3.4. Sahil çöpleri araştırma istasyonları

Çizelge 3.1. Sahil çöpleri örnekleme istasyonları

İstasyon	Bölge	Koordinat
1. İstasyon	Baş	Üst 42° 1' 13.96' N 34° 54' 11.10'' E
		Alt 42° 1' 14.47'' N 34° 54' 10.80'' E
	Son	Üst 42° 1' 15.05'' N 34° 54' 12.86'' E
		Alt 42° 1' 15.25'' N 34° 54' 12.79'' E
2. İstasyon	Baş	Üst 42° 1' 35.13'' N 34° 54' 33.75'' E
		Alt 42° 1' 35.76' N 34° 54' 32.76'' E
	Son	Üst 42° 1' 36.72'' N 34° 54' 34.66'' E
		Alt 42° 1' 36.96'' N 34° 54' 34.49'' E
3. İstasyon	Baş	Üst 42° 1' 41.50' N 34° 54' 40.13'' E
		Alt 42° 1' 41.77'' N 34° 54' 39.31'' E
	Son	Üst 42° 1' 42.53'' N 34° 54' 41.08'' E
		Alt 42° 1' 41.50'' N 34° 54' 40.90'' E
4. İstasyon	Baş	Üst 42° 1' 26.92' N 34° 54' 25.67'' E
		Alt 42° 1' 26.99'' N 34° 54' 25.66'' E
	Son	Üst 42° 1' 27.42'' N 34° 54' 27.74'' E
		Alt 42° 1' 29.15'' N 34° 54' 26.01'' E

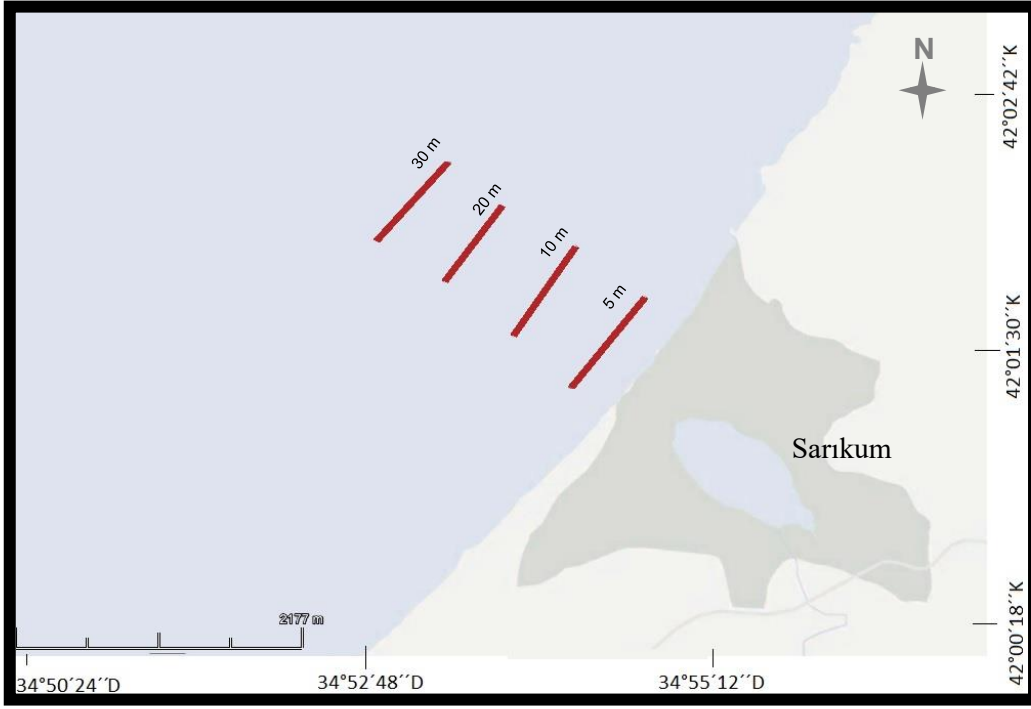
Denizin başladığı bölgeden vejetasyonun başladığı bölgeye kadar 50 m uzunluğundaki bölgelerde bulunan tüm çöpler toplanmış, sigara izmariti ve büyük plastiklerin kırılması sonucunda oluşmuş küçük parçalı çöpler için ise 50 m'lik alanlar içinde 5 m uzunluğunda alt örneklem alanları belirlenerek bu bölgelerdeki küçük çöpler toplanmıştır (Ek 1; Şekil 4). Toplanan örnekler doğada çözünebilir çöp torbalarına konup Sinop Üniversitesi'ne ait traktör ile Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne getirilmiştir. Getirilen örnekler tek tek ayrılarak sayılmış, ağırlıkları alınmış, etiketleri okunabilir durumda olan çöplerin orijinleri belirlenmiş ve kaynakları tahmin edilmeye çalışılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Örneklerin ayrıştırılması

3.2.2. Deniz Tabanı Çöpleri

Deniz tabanında her km² deki deniz çöpu miktarını belirlemek amaçlanmıştır. İstasyonlar arası ve zamana bağı miktarı karşılaştırılmış ayrıca materyal tipi ve dağılımı da incelenmiştir. 2 gün süren örnekleme çalışmalarının 1 günü deniz tabanı çöpu örneklemesine ayrılmıştır. Araştırma bölgesinde istasyonlar seçilirken lagünün deniz ile birleştiğı nokta merkez olarak alınmış ve istasyonlar derinliğe bağı olarak 4 farklı derinlikte (5 m, 10 m, 20 m ve 30 m) seçilmiştir (Çizelge 3.2;Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Deniz tabanı çöpleri örnekleme bölgeleri

Çizelge 3.2. Deniz tabanı örnekleme istasyonları koordinatları

İstasyon	Koordinatlar
1. İstasyon (5 m):	42° 1' 48.14" N / 34° 54' 32.42" E 42° 1' 22.48" N / 34° 54' 4.28 E
2. İstasyon (10 m):	42° 1' 37.14" N / 34° 53' 43.37" E 42° 1' 58.28" N / 34° 54' 18.50" E
3. İstasyon (20 m):	42° 1' 52.49" N / 34° 53' 17.23" E 42° 2' 16.14" N / 34° 53' 38.52" E
4. İstasyon (30 m):	42° 2' 5.47" N / 34° 52' 51.61" E 42° 2' 5.46" N / 34° 53' 31.50" E

Çalışmada bölgenin en yakınında bulunan Akliman mevkiinden kiralanan Zıpkın isimli balıkçı teknesi ile araştırma bölgesine gidilmiştir. Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Bilimsel Araştırma Gemileri bünyesinde bulunan 2 m ağız uzunluğuna ve 20 cm ağız genişliğine, 2 m torba uzunluğu ve 20 mm torba göz açıklığına sahip çerçeveli trol kullanılarak örneklemeler yapılmıştır (Şekil 3.7). 5 m ile 30 m arasındaki derinliklerde belirlenen istasyonlarda 15 dk. süre ile 4 çekim yapılmıştır. Toplanan örnekler doğada çözünebilir çöp torbalarına konup Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine getirilmiştir. Getirilen örnekler tek tek ayrılarak boyları ölçülmüş ve ağırlıkları alınmış ve materyal tipi kaydedilmiştir. Karşılaşılan çöpler DSCD teknik alt grubu tarafından önerilen boy sınıflarına göre <5x5 cm, <10x10 cm, <20x20 cm, <50x50 cm, <100x100 cm ve >100x100 cm gruplandırılmıştır. Deniz tabanındaki çöplerin ağırlıkları uzun süre deniz tabanında kalmaları ve sedimanla kontaminasyonu nedeniyle oldukça değişkendir. Bu nedenle sınıflandırmada boy grupları da kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Çerçeveli trol örnekleme çalışmaları

km² deki miktarı belirlemek için Pauly (1984) tarafından önerilen taranan alan yöntemi kullanılmıştır.

$$A = t \cdot v \cdot h \cdot q^2$$

$$b = C_w/a$$

A: Her çekimde taranan alan(km²),

b: Birim alandaki katı atık miktarı (adet/km²)

v: Trol çekim hızı (km saat⁻¹),

C_w: Atık sayısı

h: Mantar yaka uzunluğu (km),

a: Her çekimde taranan alan (km²)

t: Çekim süresi (saat)

q²: Yakalanabilirlik katsayısı (1)

3.2.3. Yüzen Çöpler

Yüzen çöplerin balıklara, deniz memelilerine, sürüngenlere ve kuşlara oluşturduğu doğrudan tehlike göz önüne alındığında araştırılması gereken önemli bir konu olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca denizel makroçöpler, mikroçöplerin öncüsü olarak kabul edilebilir. Bir bölgede yüzer durumdaki çöplerin varlığı ve dağılımı rüzgar, akıntı, dalga vd. gibi bazen yönü ve hızı günlük olarak dahi değişen parametrelere göre farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle bu bölümde sadece bilgi toplamak ve bölgenin durumu hakkında görüşe sahip olmak amaçlanmıştır. Bölgede proje kapsamında yapılan deniz çalışmalarında, **rastlandığı zamanlarda** su yüzeyinde yüzen çöpler hakkında da bilgi toplanmıştır. Bu kapsamda fazladan iş gücüne gerek duymadan yapılan arazi çalışmaları sırasında yüzen çöplere rastlandığında görsel sayım ve fotoğraflamaya başvurularak yüzen çöpler hakkında bilgi toplanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Örnekleme bölgesine giderken karşılaşılan yüzen çöpler

Denizel çöp objelerinin alt boyut aralığı (tespit limiti) ve üst boyut aralığı (tespit olasılığı) tespit edilecek boyutlandırma; 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm vs. şeklinde yapılmıştır. Objenin boyutu, şekli, rengi ve tanımı yapılmış, kaynak ilişkileri konusunda bilgi verilmeye çalışılmıştır.

3.3. Bölgede Rastlanan Deniz Kuşu ve Balıklar

Bölge canlılarının deniz çöplerinden etkilenip etkilenmediğini, etkilenen canlılarda birey başına ortalama çöp miktar ve ağırlığının yanı sıra materyal tipinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalarda bölgede ölü olarak bulunmuş canlılardan ve çerçeveli trol ile deniz tabanı taraması sırasında ağa yakalanan canlılardan faydalanılmıştır. Bölgede sadece bir kez Sonbahar örnekleme sırasında ölü deniz kuşuna rastlanmış ve bozunma büyük oranda gerçekleştiğinden dolayı bulunduğu bölgede görsel inceleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Örnekleme bölgesinde karşılaşılan deniz kuşu

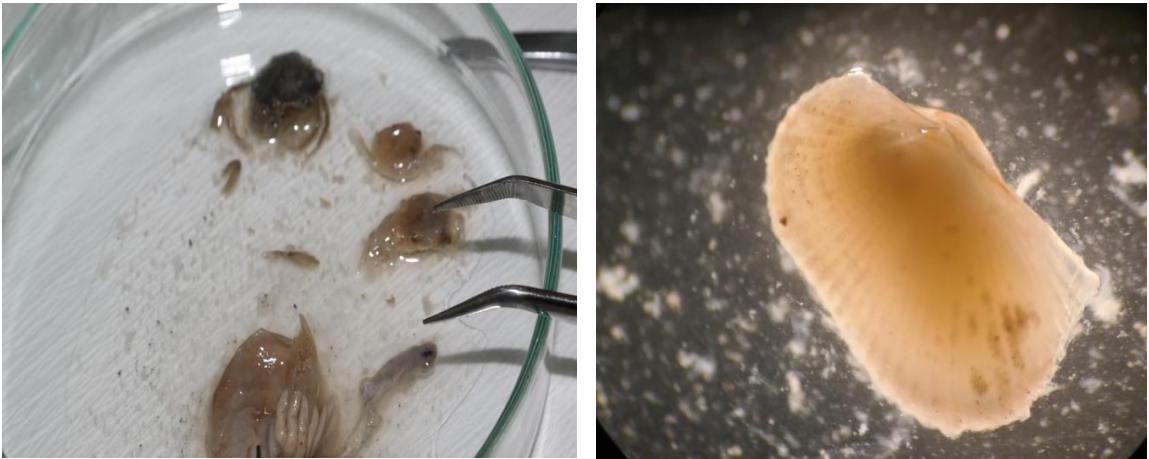
Deniz tabanındaki deniz çöplerinin incelenmesi için yapılan çerçeveli trol operasyonları sırasında ağa yakalanan balıklar (*Solea solea*, *Mesogobius bathriocephalus*, *Neogobius melanostomus*, *Gobius niger*, *Trachurus trachurus*, *Mullus barbatus*, *Scorpena porcus*, *Uranoscopus scaber*, *Trachinus draco*, *Belone belone*) Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Laboratuvarı'na getirilmiş küçük boyda yakalanan balıklar ise doğaya geri bırakılmıştır (Şekil 3.10). Örneklenen balıkların boy, ağırlık, cinsiyet vs. gibi metrik, biyolojik özelliklerini içeren veriler kaydedildikten sonra denizel çöpe bağlı deformasyon olup olmadığı incelenmiş, sindirim sistemleri çıkarılıp %96'lık alkol ile sabitlenmiş ve daha sonra tüm sindirim sistemi mikroskop altında incelenmiştir (Şekil 3.11). Mikroskop altında yapılan incelemelerde sindirim sistemi içerisinde bulunan besinlerden tanımlanabilir durumda olanlar kaydedilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.10. Çerçeveli trol operasyonu sırasında ağa yakalanan balıklar (Sol: Sonbahar örneklemesi – Sağ: Yaz örneklemesi)



Şekil 3.11. Ağa yakalanan balıkların incelenmesi



Şekil 3.12. Örnekleme bölgesinde yakalanan balıkların mikroskop altında incelenmesi

3.4. Mikroplastikler

Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlenmesi için Kılavuz (2013) da, tüm 4 bölüm içinde (deniz yüzeyi, su kolonu, sediman ve biyota) 20 µm'den 5 mm'ye kadar olan boyutlardaki mikroplastığın tanımlanması ve görünüşlerine göre ayrılması önerilmiştir. Mikroplastiklerin görünüşlerine göre sınıflandırılması;

- Boyut; 100 µm'lik aralıklarla sınıflandırma
- Şekil; Sert plastik, pelet, plastik lif, naylon, kauçuk, polistren, diğer
- Renk; Mavi, Beyaz, Kristal, Şeffaf, Sarı, Gri, Kırmızı, Kahverengi, Yeşil, Siyah, Mor

Farklı deniz çevrelerinde (deniz yüzeyi, su yüzeyi, sediman ve biyota) mikroplastik örnekleme için çeşitli metotlar kullanılır. Örnekleme seçici, toplu ya da hacmi azaltmak için ön işlem yapılması şeklindedir.

Seçici örnekleme; çıplak gözle tanımlanabilen maddelerin çevreden direk olarak çıkarılması şeklinde olur ve genelde sediman yüzeyinde kullanılır. 1-5 mm büyüklüğündeki partiküller kolayca tanımlanabilir fakat daha küçük mikroplastikler diğer çöplerle karıştığında ya da ayırt edici şekle sahip olmadığında gözden kaçırma riski oldukça yüksektir. Bu yüzden daha küçük mikroplastiklerin (<1 mm) örnekleme ve tanımlama işlemi toplu örnekleme şeklinde yapılır; (su ya da sediman) örnekleme süreci sırasında örneğin tüm hacmini azaltmaksızın toplanması olarak adlandırılır. Konsantrasyon biriminin bildirilmesini (örnek kütlelerine dayalı olarak) ve özellikle mikroplastikler sediman tarafından kaplandığı için görsel olarak kolayca ayırt edilemiyorsa daha hızlı örnekleme için yardımcıdır. Birçok çalışmada bu adımların bir kombinasyonu kullanıldıktan sonra mikroçöpleri doğal partiküllerden ayırmak için bir arındırma adımı gerekebilir (H₂O₂ ile organik maddenin parçalanması) ve mikroskop altında mikroplastiklerin fiziksel özelliklerine göre ayrımı ile devam edilir.

Dört mevsim boyunca her mevsim 2 gün süren örnekleme çalışmalarının 1 günü sahil sedimanı mikroplastik örnekleme ve 1 günü deniz tabanı, su yüzeyi ve su kolonu mikroplastik örnekleme için ayrılmıştır. Araştırma bölgesinde sahilde istasyonlar seçilirken lagünün deniz ile birleştiği nokta merkez olarak alınmış ve makroçöp

örnekleme istasyonları ile eşdeğer olarak seçilmiştir. Sarıkum deniz bölgesindeki araştırma istasyonları ise derinliğe bağlı olarak seçilmiştir.

Örnekleme mevsimsel olarak;

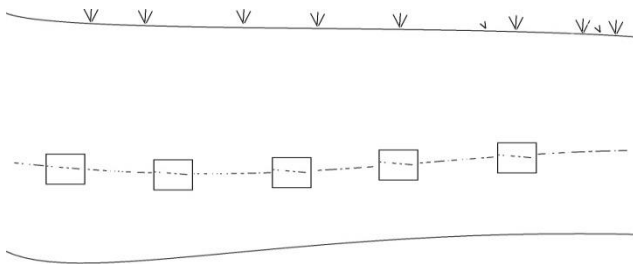
- Kış: 2016-Şubat,
- İlkbahar: 2015-Mayıs,
- Yaz: 2015 Ağustos,
- Sonbahar: 2015 Ekim'de gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. Mikroplastik Sahil Örnekleme

Kıyı şeridinde her cm^3 deki mikroplastik sayısını belirlemek amaçlanmıştır. Bölge ve zamana bağlı olarak bolluğu kıyaslanmıştır.

WG-GES Avrupa Denizlerindeki Deniz Çöplerinin İzlenmesi için Kılavuz (2013) da, kumlu sahillerde (sediman çapı 0,1-0,0125 mm) kıyı çizgisinin başından itibaren izlenmesi önerilmektedir. Kumsallar ve subtidal habitatlar dinamik sistemler olduğundan sürekli ve mevsimsel erozyon görülür bu nedenle mikroplastikler bu periyotlarda sedimanda gömülerek birikebilirler. Örneklemede sediman yüzeyinden 5 cm derine kadar olması ve kıyı çizgisinde 5 tekerrür yapılması ve tekerrürlerin en az 5 m aralıklarla yapılması önerilmektedir. Örneklemede kontaminasyonu önlemek için plastik kullanımından kaçınılmış, metal ya da cam malzemeler kullanılmıştır.

Araştırma bölgesinde istasyonlar seçilirken lagünün deniz ile birleştiği nokta merkez olarak alınarak istasyonlar makroçöp istasyonları ile eşdeğer olarak seçilmiştir (Şekil 5). Sahil sedimanından örnekleme, belirlenen 4 istasyonda her istasyon için 5 tekerrür yapılmış olup örnekleme 2 aşamada yürütülmüştür (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Mikroplastik sahil sedimanı örnekleme şematik hali

1-5 mm Boyut Aralığındaki Mikroplastikler;

50cm x 50cm boyutunda 5 cm uzunluğunda ayakları olan metal malzeme kullanılarak hazırlanmış kuadrat kullanılmıştır. 25 litrelik kovalar içerisinde alınan sediman örneği Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine getirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. 1-5 mm mikroplastik örnekleme

Gramdaki çöp miktarını belirlemek için incelenen sedimanın miktarı kaydedilmiştir. Alınan sediman örneği 5 mm ve 1 mm göz açıklıklarında iki metal elekten geçirilmiş ve 1 mm elek üzerinde kalan plastikler ve organik maddeler her istasyon için ve her tekerrür için ayrı ayrı kilitli plastik torbalara konmuştur. Plastik torbalara alınan örnekler 2 gün süresince kurutma kağıtları üzerinde oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.15a). Kuruyan örneklerden plastikler organik maddeden ayrılmış, renk ve şekillerine göre kategorize edilmiş, sayılmış, ağırlıkları kaydedilmiş ve boyları IMAGEJ programı kullanılarak kâğıt üzerine çizilen referans noktalarından faydalanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.15b).



Şekil 3.15. 1-5 mm arasındaki mikroplastik örneklerinin ayrıştırılması

20 µm- 1mm Boyut Aralığındaki Mikroplastikler;

Kıyı çizgisi üzerine diz çöküp sıra halinde omuz genişliğinde kavis çizilerek metal kaşıkla 500 ml sediman örneği cam kavanozlar içerisine toplanmıştır. Gramdaki çöp miktarını belirlemek için ayrıştırılan miktar ve ml'deki miktar için standart olarak 250 ml sediman örneği kullanılmıştır. Kütle halinde toplanan örneklerden laboratuvarında yoğunluk farkından ayrıştırma yapılmıştır.

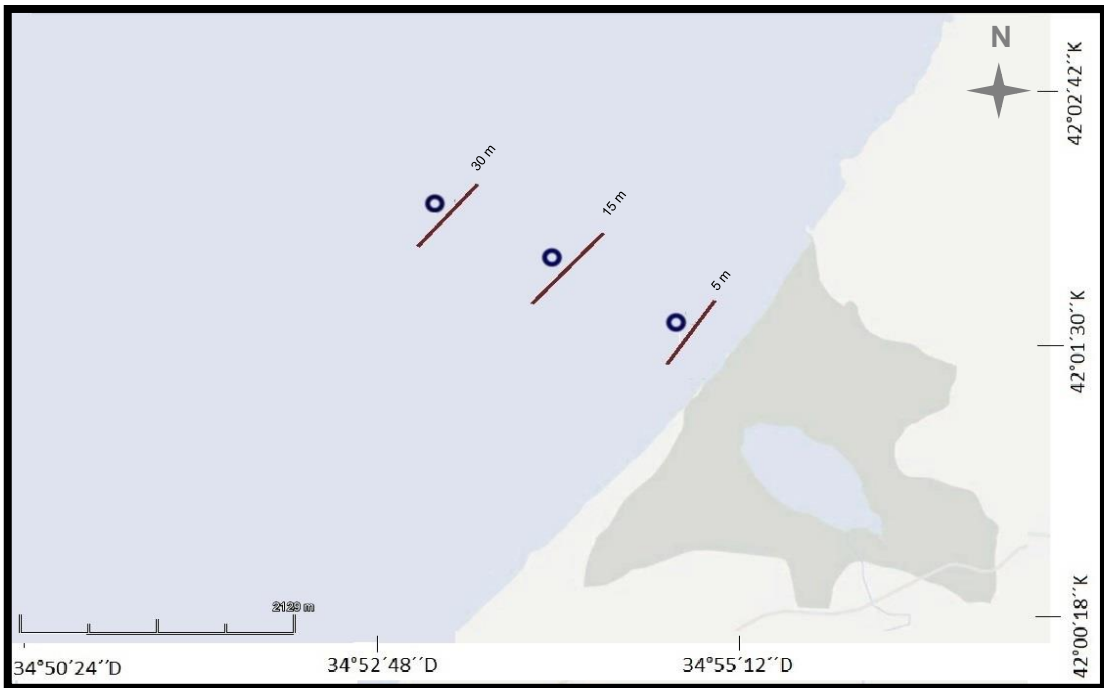
Sonraki işlem basamağı olan laboratuvarında yoğunlukla ayrıştırma işlemi (Bknz: 3.4.4. Kütleli Örneklemelerde Laboratuvarında Mikroplastiklerin Ayrımı) için fakülte'deki Temel Bilimler Laboratuvarı kullanılmış yoğunlukla ayrıştırılıp vakum pompa vasıtasıyla filtre kâğıtlarına süzülen plastikler mikroskop altında renk, şekil ve boyutlarını içeren fiziksel özelliklerine göre ayrılmış (Şekil 3.16) ve hem gram hem de ml'deki çöp miktarı belirlenmiştir.



Şekil 3.16. 1 mm'den küçük mikroplastiklerin mikroskop altında incelenmesi

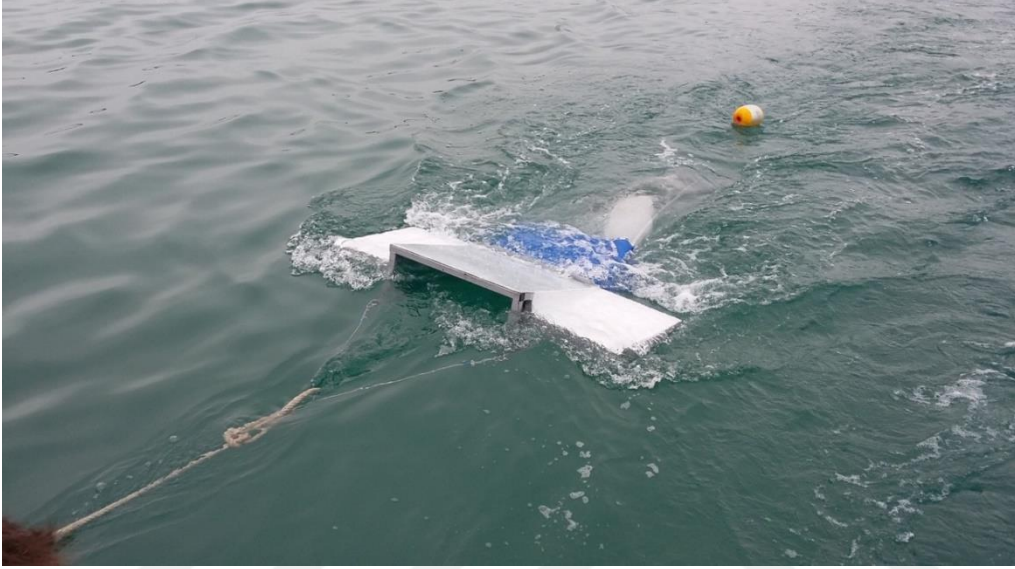
3.4.2. Mikroplastik Deniz Suyu Örneklemeleri

Deniz suyundaki mikroplastik sayısını belirlemek amaçlanmıştır. İstasyonlar ve zaman arasındaki bolluk kıyaslanmıştır. Araştırma bölgesinde istasyonlar seçilirken lagünün deniz ile birleştiği nokta merkez olarak alınmış ve istasyonlar 3 farklı derinlikten (5m, 15 m ve 30 m) (Çizelge 3.3) kıydan açığa doğru seçilmiştir (Şekil 3.17).



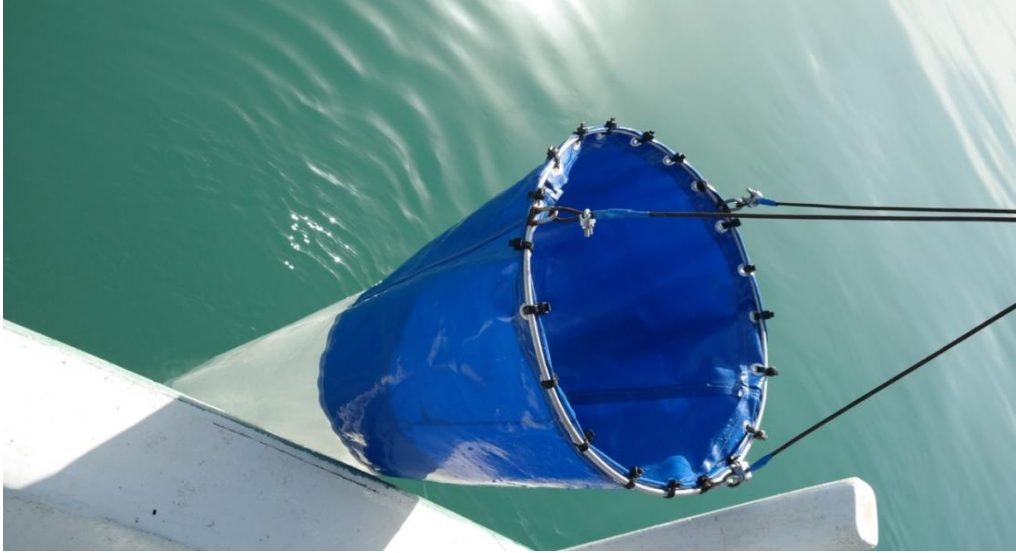
Şekil 3.17. Su yüzeyi (→) ve Su kolonu (●) mikroplastik örnekleme istasyonları

Çalışmanın sürdüğü 1 yıl boyunca her mevsim su yüzeyindeki örneklemelemlerde bölgeden kiralanan olan Zıpkın isimli balıkçı teknesi ile belirlenen 3 farklı istasyonda Sinop ili sanayisinde yaptırılan 60 cm X 20 cm dikdörtgen ağız açıklığı ve 2,5 m ağ uzunluğuna, yüzdürücülere ve 300 µm göz açıklığında ağa sahip, yüzey örneklemelemlerinde kullanılan Nöston tipi plankton kepçesi kullanılmıştır (Şekil 3.18). Örnekler yatay çekim yapılarak alınmıştır.



Şekil 3.18. Su yüzeyi mikroplastik örneklemelemlerinde kullanılan Nöston plankton kepçesi

Su kolonundaki mikroplastik bolluğunu belirlemek için ise yine 3 farklı istasyonda Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde bulunan 45 cm ağız çapındaki plankton kepçesine 300 µm göz açıklığına ve 2,5 m ağ uzunluğuna plankton ağı diktirilmiştir (Şekil 3.19). Belirlenen 3 farklı derinlikten (5m, 15 m ve 30 m) (Çizelge 3.3) dikey çekimler yapılarak su kolonundaki mikroplastik miktarı belirlenmiştir.

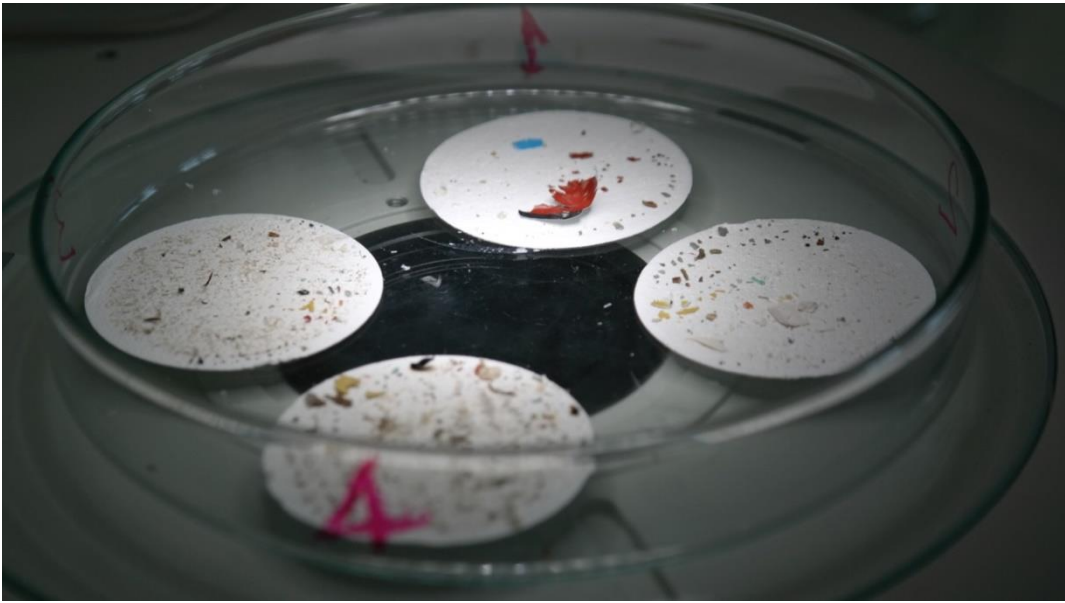


Şekil 3.19. Su kolonu örneklemelerinde kullanılan plankton kepçesi

Çizelge 3.3. Deniz Suyu Mikroplastik Örneklemeye Koordinatları

Su Yüzeyi Örneklemeye İstasyonları Koordinatları	1. İstasyon (5m) : 42° 1' 47.86" N / 34° 54' 32.42" E 42° 1' 29.25" N / 34° 54' 15.60" E
	2. İstasyon (15 m) : 42° 2' 7.41" N / 34° 53' 52.47" E 42° 1' 46.64" N / 34° 53' 26.59" E
	3. İstasyon (30 m) : 42° 2' 5.46" N / 34° 52' 52.26" E 42° 2' 21.10" N / 34° 53' 6.34" E
Su Kolonu Örneklemeye İstasyonları Koordinatları	1. İstasyon (5 m) : 42° 1' 48.14" N / 34° 54' 32.42" E
	2. İstasyon(15 m) : 42° 2' 1.88" N / 34° 53' 46.82" E
	3. İstasyon (30 m) : 42° 2' 4.58" N / 34° 52' 53.26" E

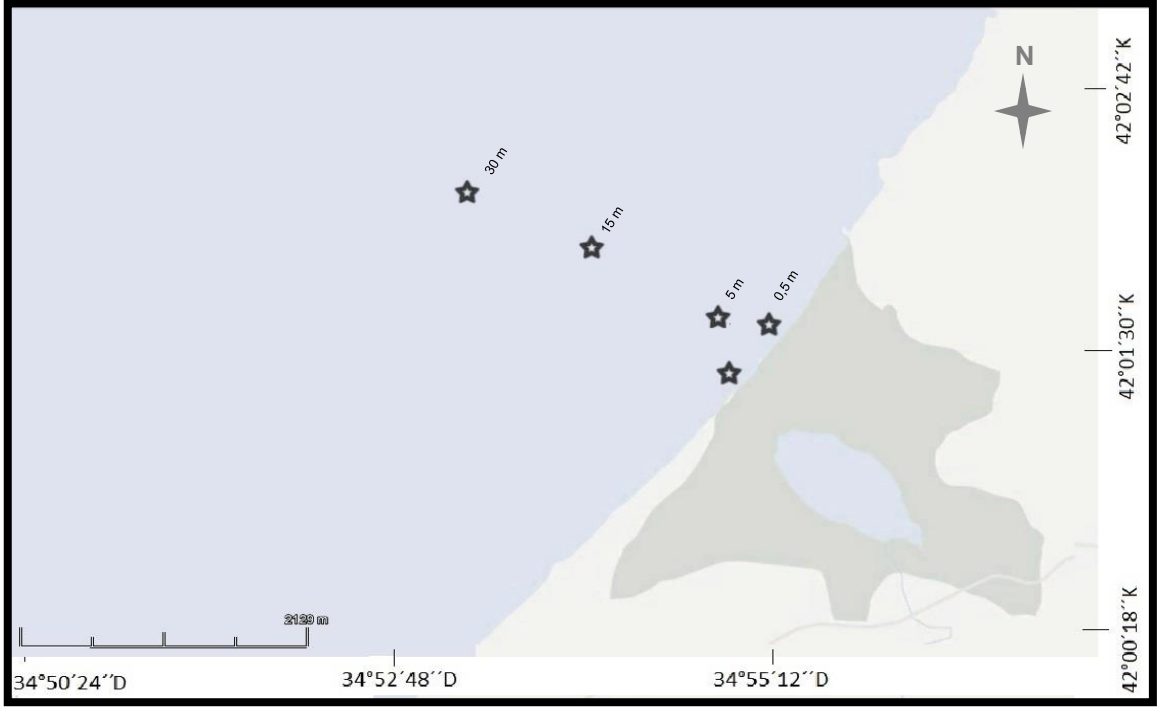
Toplanan örnekler 5 mm'lik elekten geçirilecek %2,5'lik formaldehit içerisinde 2 litre hacme sahip cam amber şişelerde Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne getirilmiştir. Örnekler ayırma hunisi içerisine yerleştirilip yoğunluk farkından dolayı mikroplastiklerin organik madde ve planktondan ayrılması sağlanmış tabanda biriken organik madde alınıp mikroskop altında incelenmiş sonrasında ise kurutulup kuru ağırlığı alınmıştır. Su yüzeyinde kalan plastikler süzme düzeneğinde süzülerek ve fitre kâğıdı üzerinde kalan parçacıklar mikroskop altında incelenmiştir (Şekil 3.20). Bulunan plastikler mikroskop altında fiziksel özelliklerine göre ayrılmış ve miktarları belirlenmiştir.



Şekil 3.20. Su yüzeyi ve su kolonu örneklerinden çıkan mikroplastiklerin mikroskop altında incelenmesi

3.4.3. Mikroplastik Deniz Tabanı Örneklemeleri

Deniz tabanında mililitre ve gram sedimanda mikroplastik miktarını belirlemek amaçlanmıştır. İstasyonlar arası ve zamana bağlı bolluk karşılaştırılmıştır. Araştırma bölgesinde istasyonlar seçilirken Sarıkum Lagünü'nün deniz ile birleştiği nokta merkez olarak alınmış ve istasyonlar 4 farklı derinlikten (0,5 m-sol, 0,5 m-sağ, 5m, 15 m ve 30 m) kıyıdan açığa doğru seçilmiştir (Çizelge 3.4;Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Deniz tabanı örnekleme istasyonları

Çizelge 3.4. Mikroplastik deniz tabanı örnekleme istasyonları

İstasyon	Koordinatlar
1. İstasyon (0.5 m sol):	42° 1' 29.48" N / 34° 54' 26.04" E
2. İstasyon (0.5 m sağ):	42° 1' 36.28" N / 34° 54' 32.60" E
3. İstasyon (5m):	42° 1' 48.14" N / 34° 54' 32.42" E
4. İstasyon (15 m):	42° 2' 1.88" N / 34° 53' 46.82" E
5. İstasyon (30 m):	42° 2' 4.58" N / 34° 52' 53.26" E

Bir yıl boyunca her mevsim sıg b6lgeler için yaklaşık 50 cm derinlikten sediman core kullanılarak 2 ayrı istasyondan (Lagünün deniz ile birleştiği noktanın sağ ve sol yanında), derin b6lgeler için ise Van Veen Grab 3 ayrı derinlikteki (5 m, 15 m ve 30 m) 3 farklı istasyondan sediman 6rneği alınmıştır (şekil 3.22).



şekil 3.22. Mikroplastik deniz tabanı 6rneklemeleeri

Sediman 6rnekleeri (~1000 ml) 1 litrelik cam kavanozlara konup sonraki işlem basamağı olan laboratuvarıda yoğunlukla ayırıştırma işlemi için (Bknz: 3.4.4. Kütlesel 6rneklemeleerde Laboratuvarıda Mikroplastiklerin Ayırımı) fakülteledeki Temel Bilimler Laboratuvarına getirilmiştir. Yoğunlukla ayırıştırılıp süzölen plastikler mikroskop altında renk, şekil ve boyutlarını içeren fiziksel 6zelliklerine göre ayırılıp miktarları belirlenmiştir.

3.4.4. Kütlesel Örneklerde Laboratuvarda Mikroplastiklerin Ayrımı

Kütlesel olarak toplanan örneklerde laboratuvarda yoğunluk farkından ayırma işlemi uygulanmıştır. Plastiklerin yoğunlukları 0.8-1.4 g/cm³ arasında değiştiğinden dolayı doymuş NaCl çözeltisi (en az 1.2 g/cm³) hazırlanıp örnekler yoğunluk farkından sedimandan ayrılmıştır. Ucuz olması, kolay elde edilebilir oluşu ve toksik olmayışı nedeniyle bugüne kadar en çok bu yöntem kullanılmıştır ve birçok polimer için iyi bir ayırıcıdır.

Kütlesel örneklemede; bilinen hacimlerdeki sediman (250 ml) doymuş NaCl çözeltisi ile karıştırılmış ve Imhof vd. (2012) önerdiği ayırıştırma düzeneğine benzer Sinop ili sanayisinde yaptırılan ayırıştırma düzeneği (Şekil 3.23) ile yoğunluk farkından mikroplastiklerin sedimandan ayrılması sağlanmıştır. Düzenek teslim alındıktan sonra öncelikle ön çalışmalar yapılmış ve cihazda kullanılacak suyun yoğunluğu, karıştırma ve bekleme süreleri tespit edilmiştir. Ön çalışmalarda belirli miktardaki sediman örneğine karıştırılan belirli renk ve belirli sayıdaki mikroplastik parçalar ile farklı yoğunluk ve farklı sürelerde yapılan çalışmalarda maksimum verim sağlanana kadar denemeler yapılmış ve sonuçta 1.8 g/cm³ tuz yoğunluğu ve 1 saat bekleme süresi ile ayırıştırma işlemi gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.



Şekil 3.23. Yoğunluk ayırıştırma düzeneği

Düzenegin tabanına konan 250 ml sediman örneği önce 1 mm göz açıklığındaki metal elekten geçirilmiş ve tuzlu su girişi sağlanarak sedimanın tuzlu su ile temasını sağlamak için karıştırılmıştır. Daha sonra 1 saat beklenerek sedimanın çökmesi beklenmiştir. Bir saat sonunda cihazın konik kısmı ve gözetleme camının bağlı olduğu bölüm vidalar vasıtasıyla tabana sabitlenmiş ve tuzlu su girişine devam edilerek suyun konik kısımdan gözetleme camına yükselmesi sağlanmıştır. Su gözetleme camında yükseldiğinde bu bölümün vanalar yolu ile düzenekten bağlantısı kesilmiş ve gözetleme camı içerisindeki su süzme düzeneginde süzölüp cam elyaf fitre kağıdı üzerinde kalan partiküller mikroskop altında incelenmiştir.



3.4.5. Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) ile Mikroplastiklerin Polimer Tiplerinin Belirlenmesi

Kızılötesi (IR) absorpsiyon spektroskopisi bir tür titreşim spektroskopisidir; IR ışınları molekülün titreşim hareketleri tarafından soğurulmaktadır. Matematiksel Fourier dönüşümü spektroskopisinde ışın şiddeti, zamanın bir fonksiyonu olarak alınır. Her dalga boyunu ayrı ayrı tarama gerekmeksizin hızlı ve yüksek çözünürlükte spektrumlar elde edilebilir.

FTIR-ATR (Attenuated Total Reflectance): Absorpsiyon bantlarının dalga boyunda azalma meydana getirilerek daha az emekle ve örnek kalınlığından bağımsız olarak soğurganlığı çok fazla olabilen farklı maddelerin spektrum analizlerine olanak sağlar. ATR tekniğinin temelinde ışının numune tarafında soğrulup yansıtılması (geçirgenlik metodu) yerine ışının örnekten saçılımı ölçülür. ATR Tekniği polimer, köpük, tekstil, boya, sır gibi kaplama maddelerin analizlerinde oldukça etkindir.

FTIR spektrofotometresi, araştırma kapsamında sahilden toplanan 1-5 mm boyut sınıfı arasındaki mikroplastiklerden seçilen sık rastlanan ve emin olunamayan bazı plastik partiküllerin polimer tiplerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu amaçla TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Kimyasal Teknoloji Enstitüsünde Perkin Elmer Spectrum One marka model FTIR spektrofotometresi ile seçilen mikroplastik örneklerinde FTIR spektrum çekimi ve FTIR spektrum inceleme ve değerlendirme analizleri yaptırılmıştır.

1-5 mm arasındaki örneklerden seçilen örneklerden; 1. Numune peletler, 2. Numune polistiren olarak değerlendirilen beyaz köpük parçalar, 3. Numune polistiren olarak değerlendirilen beyaz köpük parçalar, 4. Numune poliüretan olarak değerlendirilen plastik parçalar, 5. Numune strafor tabakların parçaları, 6. Numune sert plastik siyah parçalar, 7. Numune sert plastik beyaz parçalar, 8. Numune sert plastik şeffaf parçalar, 9. Numune sert plastik şeffaf-opak parçalar, 10. Numune sert plastik mavi parçalar, 11. Numune şeffaf peletler olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmada, AB tarafından yayınlanan Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi kapsamında, Tanımlayıcı 10'da belirtilen sahil, deniz tabanı, su yüzeyi ve biyota açısından Sinop Sarıkum Lagünü'nde; Sahil ve deniz tabanındaki çöplerin miktarı, kompozisyonu ve orijinin belirlenmesi, Deniz çöplerinin bölgenin denizel canlıları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, Deniz çöplerinin boy spektrumunun en altında yer alan (<5 mm) mikroçöplerin miktarı ve kompozisyonun belirlenmesi ve olası kaynakların tahmini, İstasyonlar arası ve zamana bağlı olarak deniz çöpü ve mikroplastik miktarı değişimlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışma Mayıs 2015 ve Şubat 2016 tarihleri arasında bir yıl boyunca mevsimsel olarak yürütülmüştür. Araştırma bölgesi olarak seçilen ve doğa koruma alanı olan Sarıkum Lagünü sahilinde deniz çöpü miktarı makroçöpler için sahil, deniz tabanı ve su yüzeyinde, mikroçöpler için ise sahil, deniz tabanı ve deniz suyunda (su yüzeyi ve su kolonu) incelemeler yapılmış ve deniz çöplerinin bölge denizel canlılarının üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla toplam 7 ayrı bölümde araştırma yapılmıştır. Çalışmanın bu kısımda elde edilen veriler farklı bölgeler için farklı başlıklar altında değerlendirilmiştir.

4.1. Deniz Çöpleri

4.1.1. Sahil Çöpleri

Sinop Sarıkum sahilinde dört mevsim boyunca dört farklı istasyonda makroçöplerin bolluk, materyal tipi, kullanım alanları ve kaynaklarının belirlendiği çalışmanın sonuçları bölgenin büyük kirlilik yükü altında olduğunu göstermektedir. Mayıs 2015 – Şubat 2016 tarihleri arasında yapılan arazi çalışmaları sırasında toplam 20132 adet ve 451.933 kg çöp toplanmıştır (Şekil 4.1). Toplanan deniz çöpi miktarı ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış için sırasıyla 7076, 4368, 4042 ve 4646 adet tespit edilmiştir. Bu değerler 1. İstasyon, 2. İstasyon, 3. İstasyon ve 4. İstasyona göre ise sırasıyla 4011, 7044, 3160 ve 5917 adet olarak bulunmuştur.



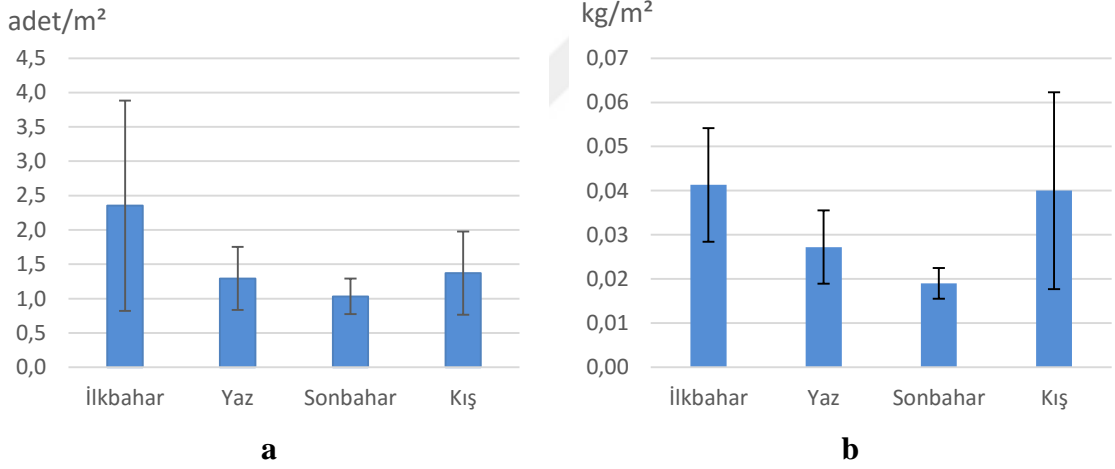
Şekil 4.1. Araştırma istasyonlarından toplanan deniz çöpleri

Çalışma sonucunda her mevsim aynı istasyonlardan örnek alınmış ve deniz suyu seviyesindeki değişikliklere bağlı olarak her mevsim koordinatlar ve istasyon genişlikleri kaydedilmiştir. İstasyonların genişlikleri mevsimler arasında değişikliklere uğramış bu nedenle her mevsim içi taranan alan tekrar hesaplanarak ortalama m^2 'ye düşen çöp miktarı hesaplanmıştır. İstasyonların genişlikleri İlkbahardan başlayarak Yaz ve Sonbahar mevsiminde artışa uğramış ve kış mevsiminde tekrar düşmeye başlamıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda bölgedeki birim alandaki deniz çöpi sayısının ortalama olarak 1.512 ± 0.580 adet/ m^2 olduğu bulunmuştur. Mevsimsel olarak yapılan değerlendirmelerde sonuçlar ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için sırasıyla 2.352, 1.512, 1.033 ve 1.370 adet/ m^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1; Şekil 4.2a).

Birim alandaki deniz çöp ağırlığı ise $0.032 \pm 0.011 \text{ kg/m}^2$ olarak bulunmuştur. Mevsimsel olarak yapılan değerlendirmelerde sonuçlar ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimleri için sırasıyla 0.041, 0.027, 0.019 ve 0.040 kg/m^2 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1; Şekil 4.2b).

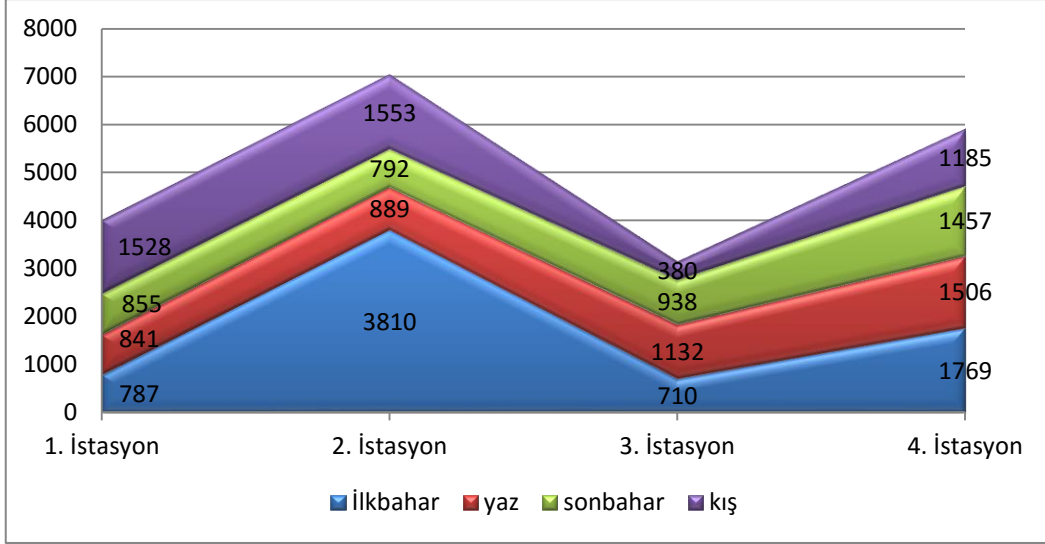
Çizelge 4.1. Birim alandaki deniz çöpü miktarları

Mevsim	adet/m ²	kg/m ²	Taranan Alan
İlkbahar	2.352	0.0413	724.25
Yaz	1.294	0.0272	881.2
Sonbahar	1.033	0.0190	1512
Kış	1.370	0.0400	777.75
Ortalama ($\pm Ss$)	1.512\pm0.578	0.0319\pm0.0107	973.8\pm364.66



Şekil 4.2. Mevsimsel olarak birim alandaki ortalama deniz çöpü miktarları

İstasyon bazında yapılan değerlendirmelerde en yoğun istasyon 2. İstasyon olarak bulunmuş ve bunu sırasıyla 4. İstasyon, 1. İstasyon ve 3. İstasyon izlemiştir (Şekil 4.3). 2. ve 4. İstasyonlar Sarıkum Lagünü'nün deniz ile birleştiği noktanın sağ ve sol yanlarında konumlanmış olup 1. ve 3. İstasyonlara oranla daha geniştir. Bununla beraber rüzgâr ve dalgalara karşı daha açık konumdadır. Bu durum 2. ve 4. İstasyonların arka bölgelerinde çöplerin daha fazla depolanmasına zemin hazırlayarak en yoğun çöp miktarının birikmesine neden olmuştur.



Şekil 4.3. İstasyonlar arası deniz çöpu miktarındaki değişiklikler

Deniz çöplerinin materyal tiplerine göre yapılan sınıflandırmasında arazi çalışmaları sırasında rastlanan çöpler plastik, giysi/tekstil, cam/seramik, metal, kauçuk, kağıt, ahşap ve tanımlanamayan materyal olmak üzere 8 gruba ayrılmıştır.

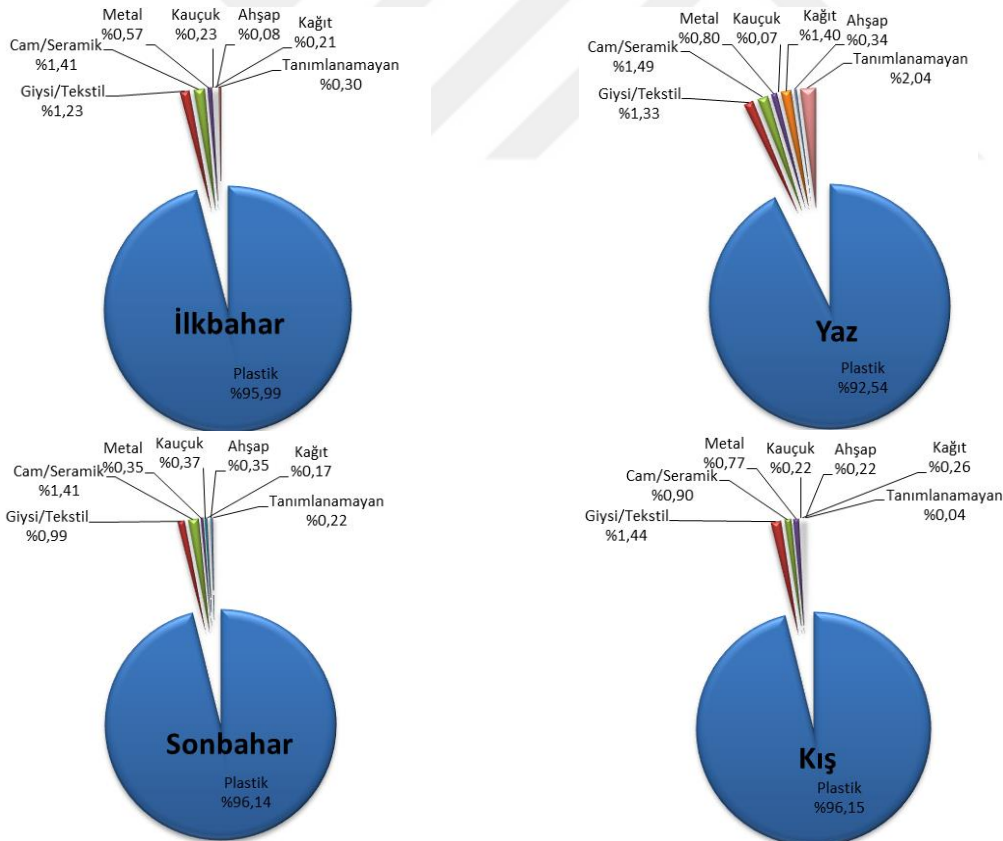
Rastlanılan en yaygın materyal tipi plastik (%94.85) olarak bulunmuştur ve plastik çöplerin büyük çoğunluğunu içecek şişe ve kapakları, tanımlanamayan plastik parçacıklar ve naylon parçalar oluşturmaktadır. Cam/seramik materyale sahip atıklar ortalama %1.42 oran ile ikinci sıradadır ve genel olarak içecek şişeleri, cam kavanozlar ve cam ilaç şişelerinden oluşmaktadır. Giysi/tekstil ürünlerinin materyal tipleri arasında oranı %1.29 olarak bulunmuştur ve rastlanan giysi ve tekstil ürünleri büyük oranda ayakkabı ve terlik parçalarından oluştuğu tespit edilmiştir. Materyal tipine göre yapılan sınıflandırmada sırasıyla diğer materyal tiplerinin bulunuş oranları; materyali tanımlanamayan (%0.70), metal (%0.69), kağıt (%0.55), kauçuk (%0.26) ve ahşap (%0.23) olmuştur (Şekil 4.4).

Birim alana düşen plastik miktarı birim alandaki deniz çöpu miktarıyla orantılı olarak en yüksek ilkbahar mevsiminde gözlenmiştir. Birim alandaki en düşük plastik miktarı ise yaz mevsiminde gözlenmiştir. Bu durumun yaz döneminde sahil kullanımına bağılı olarak diğer materyal tiplerindeki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.2).

Çalışma sonucundan elde edilen verilerden yapılan testlerde mevsimsel ve istasyonlar arasında istatistiki açıdan fark bulunamamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.2. Deniz çöplerinin materyal tiplerine göre sınıflandırılması

Materyal Tipi	MEVSİM							
	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
	%	adet/m ²	%	adet/m ²	%	adet/m ²	%	adet/m ²
Plastik	94.61	2.576±0.819	91.96	1.146±0.819	96.25	0.643±0.819	96.57	1.436±0.819
Giyisi/Tekstil	1.56	0.033±0.011	1.36	0.016±0.011	0.95	0.007±0.011	1.30	0.022±0.011
Cam/Seramik	2.14	0.038±0.013	1.49	0.018±0.013	1.29	0.009±0.013	0.78	0.013±0.013
Metal	0.92	0.015±0.005	0.82	0.010±0.005	0.36	0.002±0.005	0.64	0.012±0.005
Kauçuk	0.24	0.006±0.002	0.09	0.001±0.002	0.42	0.002±0.002	0.28	0.003±0.002
Kağıt	0.31	0.006±0.007	1.55	0.017±0.007	0.15	0.001±0.007	0.21	0.004±0.007
Ahşap	0.03	0.002±0.001	0.34	0.004±0.001	0.35	0.002±0.001	0.19	0.003±0.001
Tanımlanamayan	0.14	0.008±0.011	2.39	0.025±0.011	0.22	0.001±0.011	0.03	0.001±0.011



Şekil 4.4. Deniz çöplerinin materyal tiplerine göre sınıflandırılmasında mevsimsel değişiklikler

Deniz çöplerinin kullanım alanlarına göre sınıflandırılmasında Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çalışma sonucunda karşılaşılan çöpler karışık ambalaj atıkları, yapı materyalleri (inşaat atıkları), evsel kaynaklı atıklar, balıkçılık atıkları, endüstriyel atıklar, tıbbi atıklar, kişisel kullanım ürünleri, rekreasyonel atıklar, sigara kaynaklı atıklar, avcılık kaynaklı atıklar, madencilik kaynaklı atıklar, tarımsal üretim kaynaklı atıklar ve kaynağı tanımlanamayan atıklar olmak üzere 13 gruba ayrılmıştır (Şekil 4.5).

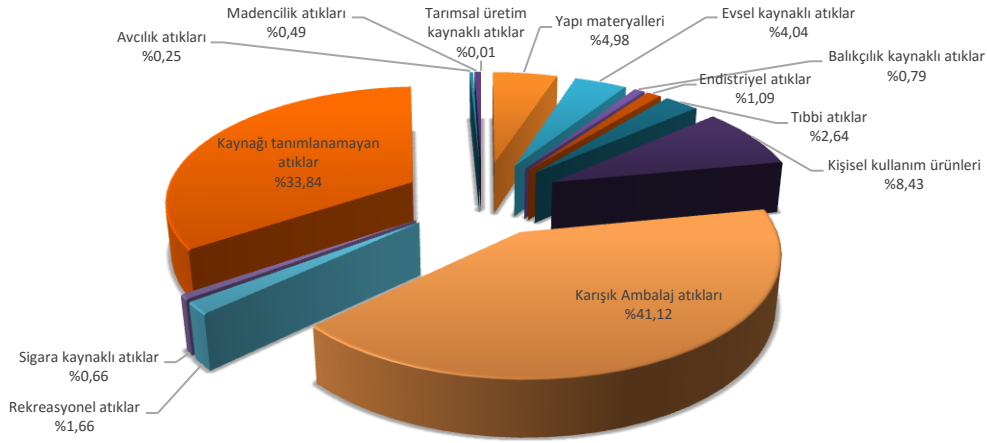
Kullanım tiplerine göre yapılan sınıflandırmada oransal dağılımı Şekil 4.6'de gösterilmiştir. Çalışma sonucunda karışık ambalaj atıkları %41.12 ve kaynağı tanımlanamayan atıklar %33.84 oranla en yüksek yüzdeye sahip kullanım alan grupları olarak bulunmuştur. Karışık ambalaj atıkları grubu büyük oranda içecek kaynaklı atıklardan oluşmaktadır. Kaynağı tanımlanamayan atıkları ise büyük oranda büyük parçaların kırılması sonucu tanımlanamayan küçük plastik parçalar oluşturmuştur. Bu grupları sırasıyla kişisel kullanım ürünleri (%8.43), yapı materyalleri (%4.98), evsel kaynaklı atıklar (%4.04), tıbbi atıklar (%2.64), rekreasyonel atıklar (%1.66), endüstriyel atıklar (%1.09), balıkçılık kaynaklı atıklar (%0.79), sigara kaynaklı atıklar (%0.66), madencilik atıkları (%0.49), avcılık kaynaklı atıklar (%0.25) ve tarımsal üretim kaynaklı atıklar (%0.01) izlemektedir.



Şekil 4.5. Deniz çöplerinin sınıflandırılması

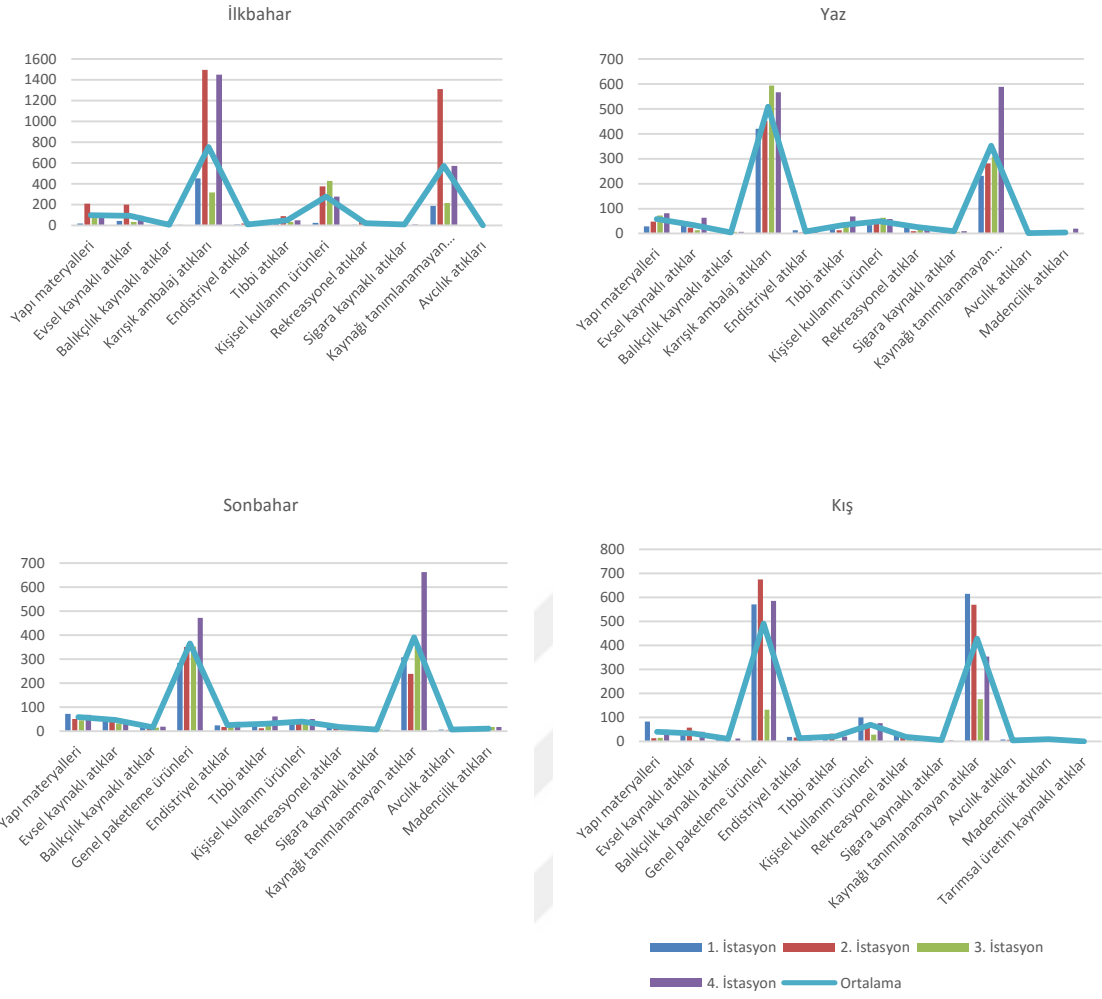
Çizelge 4.3. Deniz çöplerinin kullanım alanlarına göre sınıflandırılması

Kullanım alanı	Açıklamalar
Karışık ambalaj atıkları	İçecek şişe ve kapları ve onların kapakları, gıda maddesi ambalajları, besin kutuları, poşet ve çantalar, naylon parçalar, ambalaj malzemeleri gibi paketleme amacıyla kullanılan materyaller
Yapı materyalleri	Boru parçaları, izolasyonda kullanılan köpükler, toz maskeleri gibi inşaat sektöründe kullanıma sahip olan materyaller
Evsel kaynaklı atıklar	Kaşık, çatal vs., ampul, döşeme süngeri, mandal, gibi evsel kullanıma bağlı alıcı ortama atım olarak girmiş materyaller
Balıkçılık atıkları	Şamandıra, ağ, misina, halat kurşun gibi balıkçılıkta kullanılan materyaller
Endüstriyel atıklar	Makine ve motor yağ şişe ve kapakları gibi endüstriyel üretimde kullanılan materyaller
Tıbbi atıklar	Enjektör, serum şişesi, ilaç şişe ve kutuları, enjeksiyon şişeleri gibi medikal atıklar
Kişisel kullanım ürünleri	Kozmetik ürünler, toka-tarak vb. kişisel bakım ürünleri, giysi ve ayakkabı gibi materyaller ve çocuk bezi, diş fırçası, traş bıçağı gibi sıhhi amaçlar kullanılan materyaller
Rekreasyonel atıklar	Sahil kullanımına bağlı atıklar, oyuncak vb., materyaller
Sigara kaynaklı atıklar	Sigara izmariti, çakmak, sigara paketi vb., materyaller
Avcılık kaynaklı atıklar	Avcılıkta kullanılan tüfek fişegi ve onların tıpaları vb., materyaller
Madencilik kaynaklı atıklar	Madencilikte kullanılan ve patlayıcıları ateşlemek amacıyla kullanılan ateşleyici çubuklar
Kaynağı tanımlanamayan atıklar	Genellikle büyük plastik parçaların aşınımına ve kırılmasına bağlı olarak kaynak tahmini yapılamayan plastik parçalar



Şekil 4.6. Deniz çöplerinin kullanım alanlarına göre sınıflandırılması

Deniz çöplerinin kullanım alanlarına göre sınıflandırılmasında mevsimsel olarak görülen değişiklikler Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Çalışma sonuçları mevsimsel olarak irdelendiğinde tüm mevsimlerde de en yoğun karşılaşılan çöp tipi karışık ambalaj atıkları ve kaynağı tanımlanamayan atıklar olmuştur. Karışık ambalaj atıklarını büyük oranda içecek şişeleri ve kapaklarından oluşurken, kaynağı tanımlanamayan atıkların neredeyse tümünü ise büyük plastik parçaların zamanla aşınıp parçalanmasıyla oluşan küçük plastik parçacıklar oluşturmuştur. Tıbbi atıklar, yapı materyalleri, evsel kaynaklı atıklar ve kişisel kullanım ürünlerine en yüksek ilkbahar mevsiminde en düşük yaz mevsiminde rastlanmıştır. Genel paketleme ürünleri en yüksek yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Yine yaz mevsiminde hızlı tüketim ürünleri arasında besin ambalajları ve içecek şişe ve kapaklarında artış gözlenmiştir. Bu durumun turistik faaliyetlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.7. Kullanım tiplerine göre sınıflandırılan deniz çöplerinin ortalama miktarındaki mevsimsel değişiklikler

Çalışma sonucunda incelenen çöplerde okunabilir durumda olan etiketlerden yapılan incelemelerde 25 farklı ülkeye ait yabancı orijinli çöplere rastlanmıştır (Şekil 4.8). Yabancı orijinli çöplerin tüm çöpler içerisindeki oranı %2.29 olarak bulunmuştur. Yabancı orijinli çöpler içerisinde yapılan incelemelerde tüm yabancı orijinli çöplerin %57.45'inin Karadeniz'e kıyısı olan komşu ülkelerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Komşu ülkelerden orijin alan çöplerin deniz akıntılarıyla Sarıkum sahiline geldiği diğer ülkelerden orijin alan çöplerin ise gemicilik trafiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sahilde bulunan yabancı orijinli çöplerin büyük çoğunluğunu içecek şişe ve kapakları ile gıda maddesi ambalajları oluşturmaktadır.



Şekil 4.8. Çalışma sırasında rastlanan yabancı orjinli çöpler

Alt Örneklem Sonuçları;

Bölgede yoğun miktarda bulunan küçük parçalı çöplerin miktar ve kompozisyonu, örnekleme istasyonları içerisinde daha küçük alanlarda alt örnekleme alanları oluşturularak araştırılmıştır. Bu kapsamda her istasyonun başlangıç noktasından itibaren 5 m genişliğinde seçilen (Örnekleme alanının 1/10'u) alt örnekleme alanlarında küçük plastik parçalar, strafor parçaları, poliüretan ve polistiren köpük parçaları ve sigara izmaritleri gibi küçük parçalı çöpler toplanarak seçilen iki boy sınıfına göre ayrılmış ortalama miktar ve birim alandaki miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Küçük parçalı çöplerin mevsimsel ve genel ortalama miktarı

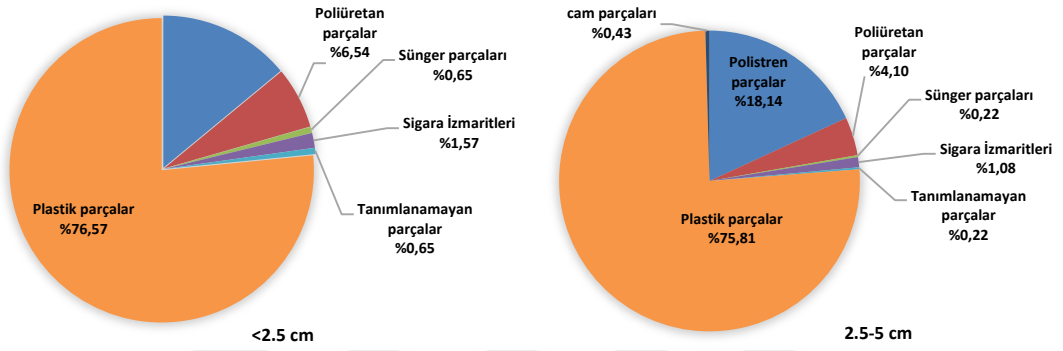
Mevsimler (Ortalama \pm Ss)	<2.5 cm		2.5-5 cm	
	Adet	g	Adet	g
İlkbahar	120.500 \pm 60.069	47.000 \pm 27.185	30.896 \pm 21.826	33.998 \pm 25.542
Yaz	38.250 \pm 24.391	30.000 \pm 13.441	26.057 \pm 14.425	10.876 \pm 7.815
Sonbahar	48.000 \pm 20.704	25.750 \pm 3.304	21.646 \pm 10.674	11.641 \pm 6.801
Kış	37.000 \pm 39.268	27.250 \pm 26.550	18.547 \pm 16.800	13.303 \pm 13.350
Ortalama \pm Ss	60.938 \pm 40.012	32.500 \pm 9.826	24.286 \pm 11.817	17.454 \pm 11.075

Çalışma sonucunda ortalama küçük parçalı çöp miktarı 2.5 cm'den küçük parçalı çöpler için ortalama 60.938 \pm 40.012 adet olarak, 2.5 cm ile 5 cm arasındaki çöpler için ise 24.286 \pm 11.817 adet olarak bulunmuştur. Çalışma sonuçları mevsimsel olarak ortalama miktar açısından değerlendirildiğinde; hem 2.5 cm'den küçük hem de 2.5 cm ile 5 cm arasındaki plastik parçalar açısından en yüksek çöp miktarına sahip mevsim ilkbahar, en düşük çöp miktarına sahip mevsim ise kış olarak bulunmuştur.

Çalışma sonuçları birim alandaki çöp miktarı açısından değerlendirildiğinde ise birim alandaki küçük parçalı çöp miktarı ortalama 0.577 \pm 0.381 adet/m² olarak bulunmuştur. 2.5 cm'den küçük parçalı çöpleri için birim alandaki en yüksek küçük parçalı çöp miktarı en yüksek ilkbahar mevsiminde rastlanmıştır ve bunu sırasıyla Sonbahar, Kış ve Yaz mevsimleri izlemiştir (Çizelge 4.5). 2.5 cm'den büyük parçalı çöplerde ise birim alandaki parçalı çöp miktarının mevsimsel değerlendirilmesinde bulunmuş miktarları sırasıyla İlkbahar, Kış, Sonbahar ve Yaz şeklindedir.

Küçük parçalı çöpler için yapılan alt örneklemelede karşılaşılan çöplerin materyal tipine göre sınıflandırılması Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Çalışma sonucunda karşılaşılan materyal tiplerinin büyük çoğunluğunu plastik oluşturmuştur. Plastik dışında cam parçaları ve tanımlanamayan çöp parçalarına rastlanmıştır. Plastik materyaller genel olarak kaynağı tanımlanamayan ve dalga, rüzgâr, güneş vb. fiziksel sürece maruz kalan plastik ürünlerin zamana bağlı aşınım ve kırılmasından kaynaklanan plastik parçalardan. İzolasyon ve paketlemede kullanılan polistiren köpükler, yalıtım ve

dolgu malzemesi olarak kullanılan poliüretan köpükler yer almaktadır. Sigara izmaritlerine kaynağı tanımlanamayan plastik parçalara oranla az miktarda her iki boy grubunda da rastlanırken cam parçalarına sadece 2.5-5 cm boy aralığında ve sadece yaz mevsiminde rastlanmıştır. Bu durumun sahilin yaz mevsimindeki kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tanımlanamayan parçaları ise sahil sedimanı 1-5 mm, sahil sedimanı <1 mm ve deniz tabanı sedimanı örneklerinde de rastlanan ve bu örneklerde diğer grubu içerisinde değerlendirilen materyali ve kullanımı tahmin edilemeyen parçalar oluşturmaktadır.



Şekil 4.9. Küçük parçalı çöplerin materyallerine göre sınıflandırılması

4.1.2. Deniz Tabanı Çöpleri

Dört mevsim boyunca 4 farklı derinlikte (5 m, 10 m, 20 m ve 30 m) toplam 16 çerçeveli trol operasyonu gerçekleştirilmiştir. Taranan alanın hesabı Pauly (1984)'nin önerdiği yöntemle göre yapılmış ve gerçekleştirilen operasyonlar sırasında toplam 0.2761 km² alan taranmıştır. Yapılan taramalar sırasında sadece 8 parça plastik çöpe rastlanmıştır (Şekil 4.10). Bunun 6'sına ilkbahar örnekleme sırasında 2'sine ise sonbahar örnekleme sırasında rastlanmıştır.

Yapılan taramalar sonucunda bölgedeki deniz tabanındaki çöp miktarı 30.97 adet/km² olarak bulunmuştur. Deniz tabanı çöpü miktarı İlkbahar mevsiminde 98.78 adet/km², Sonbahar mevsiminde ise 25.08 adet/km² olarak bulunmuştur. Rastlanılan çöpler <5x5 cm, <10x10 cm, <20x20 cm, <50x50 cm, <100x100 cm ve >100x10mm cm olarak 6 boy grubuna ayrılmıştır. Çalışma sonucunda rastlanan boy grupları <5x5 cm'den 1 adet, <10x10 cm'den 2 adet, <20x20 cm'den 2 adet, <50x50 cm'den 1 adet ve <100x100 cm'den 2 adet olarak bulunmuştur. Rastlanılan çöplerin 6'sını naylon ipler. 1'ini tanımlanamayan plastik parçalar ve 1'ini tanımlanamayan poşet ve naylonlar grubundan plastik materyaller oluşturmuştur. Sonuç olarak rastlanılan tüm çöplerin materyal tipi açısından değerlendirilmesinde tek tip materyal olarak plastik bulunmuş ve plastiğin Sarıkum sahilindeki çöpler arasındaki oranı %100 olmuştur.



Şekil 4.10. Deniz tabanı çöpleri

Bölge sahilinde yoğun miktarda çöpe rastlanırken deniz tabanında çöpe rastlanmamış oluşu bölgenin hakim rüzgar ve akıntılardan büyük oranda etkilediğinden, rüzgar ve akıntılar vasıtasıyla denizel atıkların sahile depolamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.3. Yüzen Çöpler

Dört mevsim boyunca her mevsim bir gün süren deniz örnekleme çalışmaları sırasında yaklaşık olarak toplamda 96 deniz mili yol kat edilmiştir. Örnekleme alanına ulaşana kadar geçen süre içerisinde gemiden gözlem ile rastlanılan yüzen çöpler kaydedilmiş ve görsel veriler alınmıştır. Bu işlem sadece gidiş sırasında gerçekleştirilmiş tüm gün süren örnekleme çalışmaları sonrasında dönüş yolunda havanın kararması nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle sadece gidiş yolu sırasında gözlenen yüzen çöplerin kaydı tutulmuştur. Dört mevsim boyunca sadece gidiş yolu sırasında toplamda 49 deniz mili yol kat edilmiş ve yapılan gözlemler sırasında deniz yüzeyinde toplam 23 adet çöp kaydedilmiştir.

Çalışma boyunca kaydedilen çöplerin 10 adetini alışveriş poşetleri, 8 adetini tanımlanamayan naylonlar 4 adetini plastik şişeler ve 2 adetini karton bardaklar oluşturmuştur. Yapılan çalışma sırasında rastlanılan çöplerin 6 adetine ilkbahar mevsimi, 4 adetine Yaz mevsimi, 10 adetine Sonbahar mevsimi ve 3 adetine ise Kış mevsimi sırasında rastlanmıştır. Çalışma sonucunda rastlanan 23 adet çöpün materyal tipi açısından sınıflandırılmasında %91.30'unu plastiklerin %8.7 sini kağıtların oluşturduğu gözlenmiştir. Rastlanılan çöplerin boy gruplarına göre (5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-50 cm vs.) göre sınıflandırılmasında elde edilen sonuçlardan, 5-10 cm arasındaki boy grubunda 2 adet, 10-20 cm arasında 3 adet, 20-30 cm boy grubunda ise 7 adet, 30-50 cm boy grubunda 9 adet ve >50 cm boy grubunda ise 2 adet olarak saptanmıştır.

4.2. Bölgede Rastlanan Deniz Kuşu ve Balıklar

Çalışmanın bölge canlılarının deniz çöplerinden etkilenip etkilenmediğini, etkilenen canlılarda birey başına ortalama çöp miktar ve ağırlığının yanı sıra materyal tipinin belirlenmesinin amaçlandığı bu kısımda yapılan çalışmalarda bölgede ölü olarak bulunmuş canlılardan ve çerçevesi trol ile deniz tabanı taraması sırasında ağa yakalan balıklardan faydalanılmıştır.

Bölgede sadece bir kez Sonbahar örnekleme sırasında ölü deniz kuşuna rastlanmış ve bozunma büyük oranda gerçekleştiğinden dolayı bulunduğu bölgede görsel inceleme gerçekleştirilmiştir. İnceleme sonucunda herhangi bir çöpe rastlanmamıştır.

Deniz tabanı örnekleme sırasında dört mevsim boyunca 4 farklı derinlikte (5 m, 10 m, 20 m ve 30 m) toplam 16 çerçevesi trol operasyonu gerçekleştirilmiş ve yapılan taramalar sırasında ağa yakalanan balıklardan incelenebilir boyutta olanlardan toplam 68 adet balık yakalanmış ve bunların 54 tanesi sindirim kanallarında çöp bulunup bulunmadığının araştırılması amacıyla incelenmiştir. Sindirim kanalı zarar gören 14 adet balık ise incelenememiştir. İncelenen balıklar tür tespiti yapılmış ve *Solea solea*, *Mesogobius bathriocephalus*, *Neogobius melanostomus*, *Gobius niger*, *Trachurus trachurus*, *Mullus barbatus*, *Scorpena porcus*, *Uranoscopus scaber*, *Trachinus draco* ve *Belone belone* türlerine ait balıklara rastlanmıştır. Alınan balıklar laboratuvarında tür, boy, ağırlık, eşey ve sindirim kanalı ağırlığı gibi fiziksel veriler alındıktan sonra balıkların sindirim kanalları %96'lık etil alkolde sabitlenmiş ve mikroskop altında incelenmiştir (Çizelge 4.5). Yapılan incelemeler sırasında herhangi bir çöp materyaline rastlanmamıştır.

Yapılan incelemeler sırasında incelenen balıkların sindirim kanallarında bulunan besinlerden anlaşılır durumda olanların kaydı tutulmuştur (Çizelge 4.6). Aynı zamanda incelenen balıklarda sindirim kanalında Nemetoda grubuna ait parazitlere rastlanmıştır.

Çizelge 4.5. Ağa yakalanan balıkların tür, boy, ağırlık ve sindirim kanalı ağırlığı verileri

Mevsim	İstasyon	Tür	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Sindirim Kanalı Ağırlığı (g)	Eşey	
1	İlkbahar	5 m	<i>Trachinus draco</i>	14.1	23.42	0.8323	-
2	İlkbahar	10 m	<i>Solea solea</i>	16.4	48.77	2.6038	D
3	İlkbahar	10 m	<i>Solea solea</i>	14.4	27.07	1.5922	D
4	İlkbahar	10 m	<i>Solea solea</i>	14.3	21.75	1.508	-
5	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	9.7	12.55	0.1415	D
6	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	10.8	16.58	0.4439	D
7	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	10	11.01	0.0881	D
8	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7.1	3.51	0.0364	D
9	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	6.3	2.59	-	-
10	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	6.5	2.37	-	-
11	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	8.4	7.28	0.1712	E
12	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	6.6	3.10	1.0156	D
13	İlkbahar	10 m	<i>Coryphoblennius galerita</i>	5.4	1.40	-	-
14	İlkbahar	10 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.3	1.35	-	-
15	İlkbahar	20 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	9.1	9.39	0.1452	D
16	İlkbahar	20 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	6	2.45	0.0397	D
17	İlkbahar	20 m	<i>Uranoscopus scaber</i>	11.3	25.58	0.9383	D
18	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	8.1	6.37	0.566	D
19	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	9.1	8.57	0.1731	E
20	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7.4	5.07	0.4007	D
21	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	8.1	6.36	-	-
22	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	8.7	6.50	0.102	E
23	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	10.2	13.43	0.93	D
24	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	10.8	14.97	0.3891	E
25	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	8.5	9.04	0.1501	E
26	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7.6	4.50	0.1306	-
27	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7.8	6.42	0.0846	-
28	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7	3.31	-	D
29	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7.8	4.52	0.0158	-
30	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7.3	3.91	0.0399	-
31	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7.1	3.60	0.0117	-
32	İlkbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	7.2	3.47	0.0204	-
33	İlkbahar	30 m	<i>Uranoscopus scaber</i>	9.8	13.72	1.0199	-
34	Yaz	5 m	<i>Solea solea</i>	15.1	31.40	1.2006	D
35	Yaz	5 m	<i>Solea solea</i>	11.3	13.13	0.4754	D
36	Yaz	5 m	<i>Solea solea</i>	18.9	67.57	4.8603	D
37	Yaz	5 m	<i>Solea solea</i>	11	13.62	0.9375	D
38	Yaz	20 m	<i>Solea solea</i>	15.5	31.74	0.751	-
39	Yaz	20 m	<i>Neogobius bathriocephalus</i>	9.2	3.52	0.2838	-
40	Yaz	20 m	<i>Mesogobius bathriocephalus</i>	6.7	2.63	-	-
41	Yaz	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.6	1.50	-	-
42	Yaz	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.8	2.11	0.1318	-
43	Yaz	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.7	1.67	0.1008	E
44	Yaz	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	4.9	1.13	-	-
45	Yaz	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	4.8	0.94	0.1018	-
46	Sonbahar	5 m	<i>Solea solea</i>	8.1	4.47	0.1685	-
47	Sonbahar	5 m	<i>Mesogobius bathriocephalus</i>	6.9	2.41	0.2089	-
48	Sonbahar	5 m	<i>Mesogobius bathriocephalus</i>	5.9	1.84	0.1409	-
49	Sonbahar	5 m	<i>Mesogobius bathriocephalus</i>	5.6	1.56	0.2163	-
50	Sonbahar	5 m	<i>Belone belone</i>	7	0.85	-	-
51	Sonbahar	20 m	<i>Uranoscopus scaber</i>	12.6	29.96	1.1218	-
52	Sonbahar	20 m	<i>Mullus barbatus</i>	8	5.18	0.4144	-
53	Sonbahar	20 m	<i>Trachurus trachurus</i>	8.9	5.94	0.1268	-
54	Sonbahar	20 m	<i>Gobius niger</i>	9.1	7.56	0.2206	-
55	Sonbahar	20 m	<i>Gobius niger</i>	8.6	6.76	0.1972	-
56	Sonbahar	20 m	<i>Gobius niger</i>	7.8	5.12	0.4103	-
57	Sonbahar	20 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	6.5	2.66	0.0903	-
58	Sonbahar	20 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	6.1	2.02	0.0725	-
59	Sonbahar	30 m	<i>Scorpena porcus</i>	9	12.86	1.6103	-
60	Sonbahar	30 m	<i>Scorpena porcus</i>	9.4	15.30	0.9452	-
61	Sonbahar	30 m	<i>Coryphoblennius galerita</i>	8.1	4.69	0.3725	-
62	Sonbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	6.3	2.00	0.072	-
63	Sonbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	6.2	2.29	0.1296	-
64	Sonbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.9	1.87	-	-
65	Sonbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.9	1.78	0.0807	-
66	Sonbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.5	1.39	-	-
67	Sonbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.2	1.30	0.0409	-
68	Sonbahar	30 m	<i>Neogobius melanostomus</i>	5.2	1.27	0.0916	-

Çizelge 4.6. Ağa yakalanan balıkların sindirim kanalında rastlanan canlıların grupları

Mevsim	Tür	Sindirilmiş besin	Bivalve	Mollusca	Crustacea	Balık larvası	Foraminifera	Hydrozoa
İlkbahar	<i>Trachinus draco</i>	x						
İlkbahar	<i>Solea solea</i>	x	x2		x1 tam			
İlkbahar	<i>Solea solea</i>	x	x1		x2 ekstremit			
İlkbahar	<i>Solea solea</i>	x			x2 ekstremit			
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x			x 1 ekstremit			
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x2 tam					
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x1 tam					
İlkbahar	<i>Uranoscopus scaber</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x			x 1 ekstremit			
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x				x1 tam		
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x			x5 ekstremit			
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x		x1 tam	x1 ekstremit			
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x			x1 ekstremit			
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x						
İlkbahar	<i>Uranoscopus scaber</i>	x						
Yaz	<i>Solea solea</i>	x	x2 tam					
Yaz	<i>Solea solea</i>	x	x2 tam		x15 ekstremit			
Yaz	<i>Solea solea</i>	x			x2 tam			

						x1 ekstremité	
Yaz	<i>Solea solea</i>	x					
Yaz	<i>Solea solea</i>	x					
Yaz	<i>Mesogobius bathriocephalus</i>		x7 tam x131 kabuk				
Yaz	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x1 tam				
Yaz	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x2 tam	x1 tam			
Yaz	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x1 tam				
Sonbahar	<i>Solea solea</i>	x			x4 ekstremité		x1
Sonbahar	<i>Mesogobius bathriocephalus</i>	x	x25 tam x 5 kabuk				
Sonbahar	<i>Mesogobius bathriocephalus</i>	x	x23 tam				
Sonbahar	<i>Mesogobius bathriocephalus</i>	x	x47 tam				
Sonbahar	<i>Uranoscopus scaber</i>	x					
Sonbahar	<i>Mullus barbatus</i>	x	x13 tam	x 2 tam	x102 tam x12 ekstremité	x37 tam	
Sonbahar	<i>Trachurus trachurus</i>	x					
Sonbahar	<i>Gobius niger</i>	x		x1			
Sonbahar	<i>Gobius niger</i>	x	x5 tam	x2			
Sonbahar	<i>Gobius niger</i>	x		x2 (balanuslu)			
Sonbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x					
Sonbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x1 ekstremité				
Sonbahar	<i>Scopena porcus</i>	x			x3tam		
Sonbahar	<i>Scopena porcus</i>	x	x1				x2
Sonbahar	<i>Coryphoblennius galerita</i>	x					x1
Sonbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x3		x3 ekstremité		x2
Sonbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x1				
Sonbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x6	x1	x1 tam x2 ekstremité	x1	
Sonbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x2		x4 ekstremité		x1
Sonbahar	<i>Neogobius melanostomus</i>	x	x6	x1	x4 ekstremité		

4.3. Mikroplastikler

4.3.1. Sahil Sedimanındaki Mikroplastikler

Çalışmanın sahil sedimanında mikroplastik bolluğunun irdelendiği bu kısımda dört mevsim boyunca kıyı çizgisinden 4 farklı istasyondan 5 tekerrür yapılarak toplam 1-5 mm arasındaki mikroplastikler için 50x50 cm kare kullanılarak alınan 100 farklı sediman örneği, 1 mm'den küçük mikroplastikler için ise metal kaşıkla alınan 250 ml'lik 100 farklı sediman örneği incelenmiştir. Alınan örneklerden yapılan incelemelerde sonuçlar 1-5 mm için ve <1 mm için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

1-5 mm arasındaki mikroplastikler için alınan sediman örneği 5 ve 1 mm göz açıklığındaki eleklerden geçirilmiş ve 1 mm göz açıklığındaki elek üzerinde kalan plastik materyalleri değerlendirilmiştir (Şekil 4.11). Alınan sediman örneklerinin miktarı, 1 mm elek üzerinde kalan organik madde miktarı ve 1 mm göz açıklığında elek üzerinde kalan plastik miktarları Çizelge 4.7'de verilmiştir.



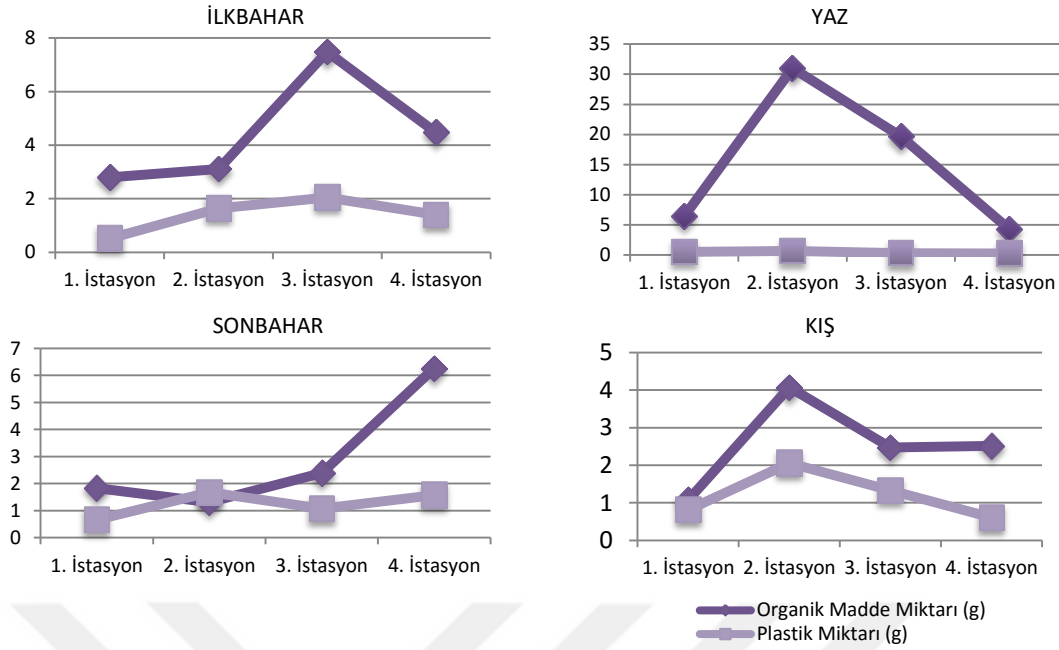
Şekil 4.11. Sahil sedimanındaki mikroplastikler

Çalışma sırasında toplam 1072.116 kg sahil sedimanı elenmiş. yapılan elemeler sonucunda 1 mm'lik elek üzerinde toplam 79.585 g organik madde ve toplam ve 12339 adet plastik bulunmuştur.

Çizelge 4.7. 1-5 mm arasındaki mikroplastiklerin mevsimler ve istasyonlar arasındaki organik madde, plastik ağırlığı ve incelenen sediman verileri

Mevsim	İstasyon	Ortalama Organik Madde Miktarı (g)	Ortalama Plastik Miktarı (g)	Ortalama Toplam Sediman Miktarı(g)
İlkbahar	1. İstasyon	2.796±1.516	0.512±0.213	15582.4±1943.6
İlkbahar	2. İstasyon	3.115±3.196	1.641±0.798	14302.6±710.3
İlkbahar	3. İstasyon	7.491±5.965	2.051±1.220	15082.6±538.3
İlkbahar	4. İstasyon	4.467±1.777	1.402±0.340	14989.2±831.8
Yaz	1. İstasyon	8.410±2.886	0.491±0.112	14220.2±887.8
Yaz	2. İstasyon	7.942±17.970	0.643±0.518	14208.2±777.2
Yaz	3. İstasyon	2.723±15.179	0.264±0.161	15900.8±555.7
Yaz	4. İstasyon	3.957±1.581	0.236±0.327	14784.4±1175.6
Sonbahar	1. İstasyon	1.837±0.874	0.657±0.255	12454±532.7
Sonbahar	2. İstasyon	1.316±0.485	1.679±0.388	12945.4±917.1
Sonbahar	3. İstasyon	2.391±1.719	1.076±0.366	13703.8±668.7
Sonbahar	4. İstasyon	6.256±8.056	1.575±1.076	12353.4±919.3
Kış	1. İstasyon	1.072±0.498	0.811±0.440	13976.6±928.0
Kış	2. İstasyon	4.080±3.454	2.055±1.589	14765.6±1488.2
Kış	3. İstasyon	2.471±1.611	1.334±0.988	15486.2±862.2
Kış	4. İstasyon	2.516±1.073	0.611±0.416	14657±805.7

Mevsimsel olarak istasyon arası ortalama organik madde ve plastik ağırlıkları arasındaki ilişki Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Mevsimsel olarak en yüksek plastik ağırlığı ilkbahar mevsiminde ortalama 1.402 ± 0.651 g olarak, en düşük ise yaz mevsiminde 0.409 ± 0.193 g olarak bulunmuştur. Organik madde miktarına en yüksek ortalama 15.351 ± 12.465 g olarak yaz mevsiminde, en düşük ise 2.535 ± 1.229 g olarak kış mevsiminde rastlanmıştır. Sonuçlardan yaz mevsiminin plastik ağırlığı bakımından en düşük ortalama değerine sahipken organik madde miktarı açısından en yüksek ortalama miktarına sahip olduğu görülmektedir. Bu durum örnekleme alanı olan kıyı çizgisinde yoğun miktarda ölüp karaya vurmuş deniz kabuklarına rastlanmasıyla açıklanmaktadır.

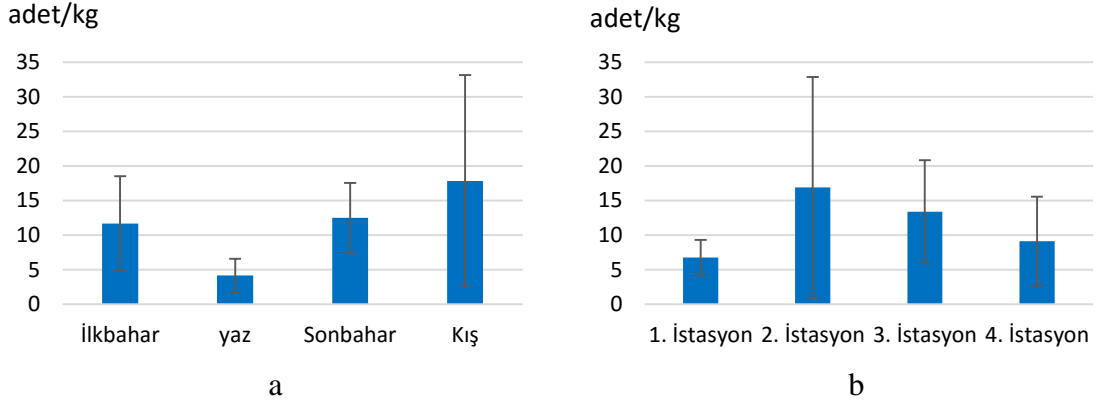


Şekil 4.12. Mevsimsel olarak istasyon arası ortalama organik madde ve plastik ağırlıkları arasındaki ilişki

En yüksek plastik miktarına ortalama 264.20 ± 227.66 adet olarak kış mevsiminde, en düşük ise ortalama 61.20 ± 33.44 adet olarak yaz mevsiminde rastlanmıştır. Bu durum mevsimsel olarak rüzgar ve akıntı durumundaki değişiklikler ve bölgenin mikroplastik bolluğunda büyük etkisi olan polistiren parçaların kaynağı olarak düşünülen balıkçılık aktivitelerinin yaz mevsiminde yapılmamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Birim miktardaki mikroplastik bolluğu hesaplanırken alınan sediman örneğinin hem kapladığı hacimsel alan hem de toplanan sediman örneğinin ağırlığı kaydedilmiş ve iki açıdan da birim hacimde ve birim ağırlıktaki mikroplastik miktarı irdelenmiştir. Bu kapsamda ağırlıksal olarak yapılan değerlendirmelerde ortalama plastik miktarı 11.545 ± 5.619 adet/kg olarak bulunmuştur. Sonuçlar mevsimsel olarak irdelendiğinde plastik miktarı en yoğun kış mevsiminde ortalama 17.821 ± 15.315 adet/kg olarak, en düşük yaz mevsiminde ortalama 4.170 ± 2.400 adet/kg olarak bulunmuştur (Şekil 4.13a). Bu durum mevsimsel olarak rüzgar ve akıntı durumundaki değişiklikler ve bölgenin mikroplastik bolluğunda büyük etkisi olan polistiren parçaların kaynağı olarak düşünülen balıkçılık aktivitelerinin yaz mevsiminde yapılmamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Sonuçlar istasyonlar arasında değerlendirildiğinde

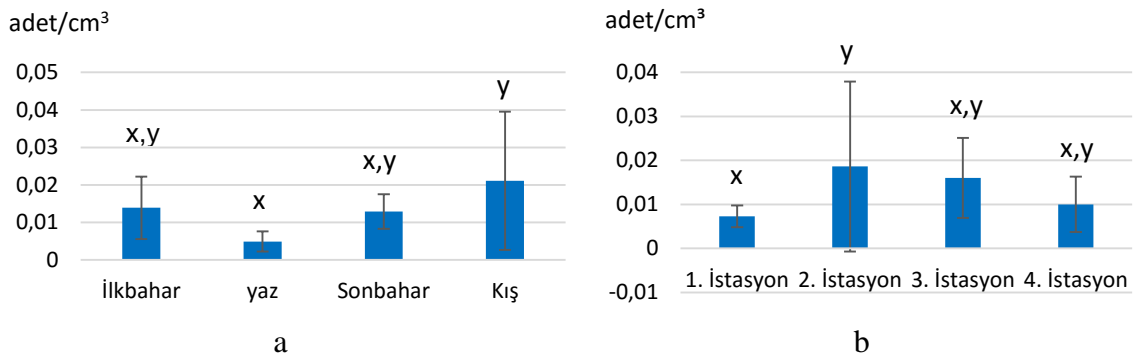
mikroplastik miktarı en yoğun 2. İstasyonda ortalama 16.905 ± 15.946 adet/kg olarak, en düşük ise 1. İstasyonda 6.760 ± 2.562 adet/kg olarak bulunmuştur (Şekil 4.13b).



Şekil 4.13. Mevsimler ve istasyonlar arası birim ağırlıktaki ortalama mikroplastik miktarı

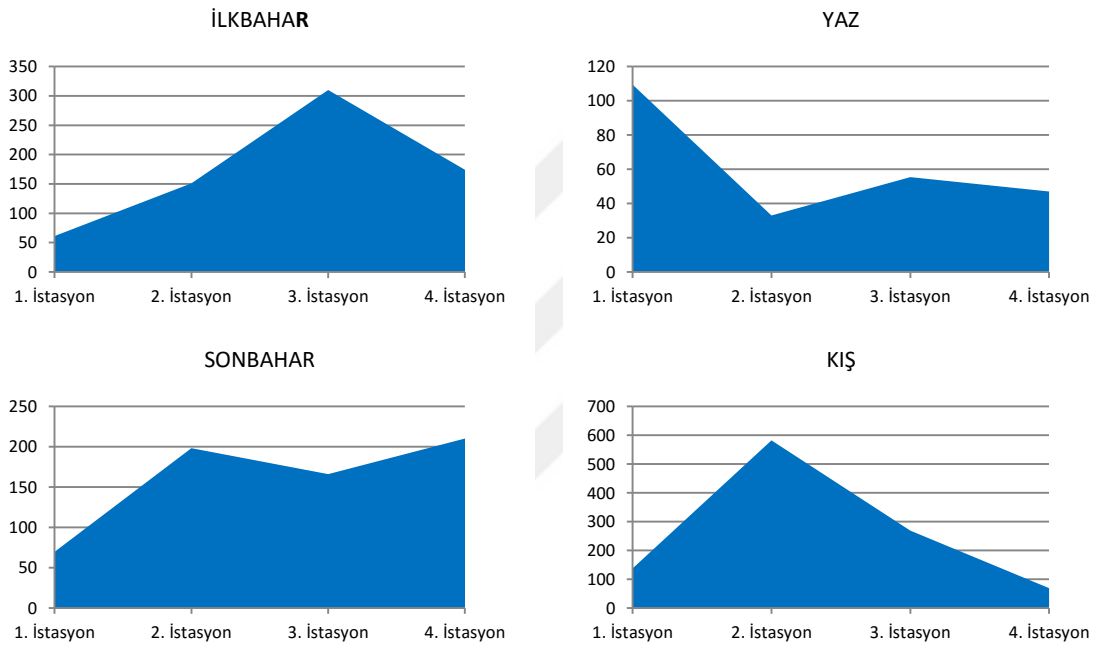
Hacimsel olarak yapılan değerlendirmelerde ortalama plastik miktarı 0.013 ± 0.007 olarak bulunmuştur. Sonuçlar mevsimsel olarak irdelendiğinde plastik miktarı en yoğun kış mevsiminde ortalama 0.021 ± 0.018 adet/cm³ olarak kış mevsiminde, en düşük 0.005 ± 0.003 adet/cm³ olarak yaz mevsiminde bulunmuştur (Şekil 4.14a). Sonuçlar mevsimsel olarak irdelendiğinde plastik miktarı en yoğun kış mevsiminde ortalama 0.021 ± 0.007 adet/cm³ olarak, en düşük yaz mevsiminde ortalama 0.005 ± 0.003 adet/cm³ olarak bulunmuştur (Şekil 4.14b). Sonuçlar istasyonlar arasında değerlendirildiğinde mikroplastik miktarı en yoğun 2. İstasyonda ortalama 0.019 ± 0.019 adet/cm³ olarak, en düşük ise 1. İstasyonda 0.007 ± 0.003 adet/cm³ olarak bulunmuştur (Şekil 4.5.1.3).

Sonuçlar m²'deki miktar olarak da hesaplanmış olup m²'deki mikroplastik miktarı ortalama 659.22 ± 552.99 adet olarak bulunmuştur.



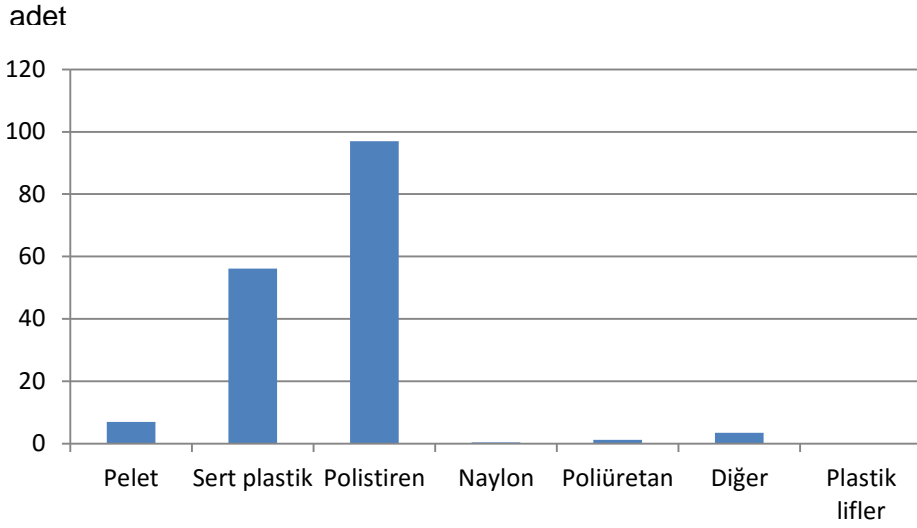
Şekil 4.14. Mevsimler ve istasyonlar arası birim hacimdeki ortalama mikroplastik miktarı arasındaki farklılıklar ($p < 0.05$)

Mevsimsel olarak istasyonlar arasındaki ortalama mikroplastik miktarlarındaki değişimler irdelendiğinde ilkbahar mevsiminde en yüksek mikroplastik miktarı 3. İstasyonda, yaz mevsiminde en yüksek mikroplastik miktarı 1. İstasyonda, sonbahar mevsiminde en yüksek mikroplastik miktarı 4. İstasyonda ve kış mevsiminde en yüksek mikroplastik miktarı 2. İstasyonda bulunmuştur. Çalışma sonucundan elde edilen verilerden yapılan testlerde mevsimler arasındaki karşılaştırmada Yaz ve Kış mevsimleri arasında fark bulunurken ($p<0.01$) istasyonlar arasındaki karşılaştırmada 1. ve 2. İstasyonlar arasında istatistiki açıdan fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. 1-5 mm arasındaki mikroplastiklerin mevsimler ve istasyonlar arası ortalama miktarı

Çalışma sonucunda elde edilen plastikler tiplerine göre (Pelet, Sert plastik, Polistiren Köpük, Poliüretan, Naylon, Plastik lifler ve Diğerleri) 7 gruba ayrılmıştır. Yapılan sınıflandırmada en çok polistiren köpüğe (%58.717) rastlanmış ve bu grubu sırasıyla sert plastik parçalar (%33.994), pelet (%4.206), diğer (%2.086), poliüretan köpük (%0.724), naylon (%0.265) izlemiş en az miktarda plastik liflere (%0.008) rastlanmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Plastik tiplerinin ortalama miktarları

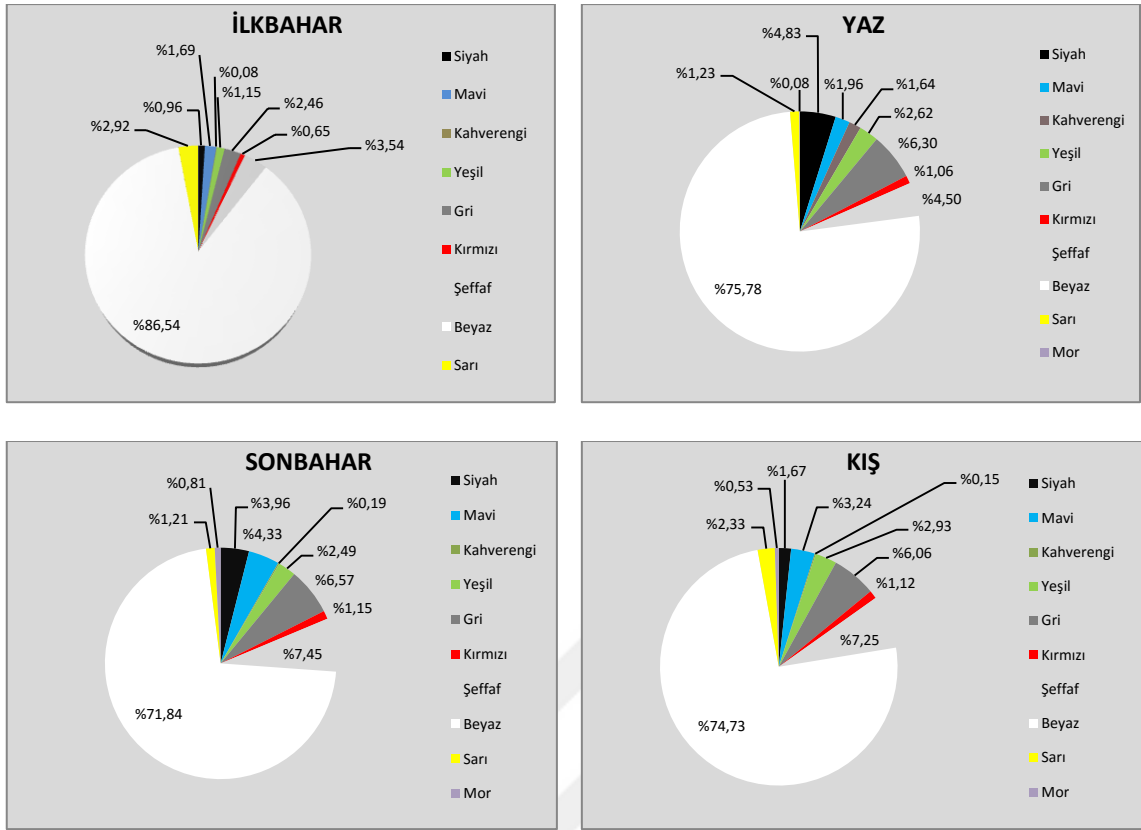
Mikroplastik tiplerinin sınıflandırılmasında alınan sonuçlar mevsimsel olarak değerlendirildiğinde polistiren köpük tüm mevsimlerde en yüksek orana sahip plastik tipi olarak bulunmuş ve en yüksek Kış mevsiminde rastlanmıştır. Polistiren köpük parçaları izolasyondan paketlemeye birçok alanda kullanıma sahip bir materyal tipleridir ve Sarıkum sahilinde bulunan plastik parçaların büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bölgede bulunan bu kirleticinin en yüksek miktarda gözleendiği mevsim Kış mevsimi olmuş ve bunu İlkbahar ve Sonbahar mevsimleri izlemiştir. Bu durumun Sinop'un balıkçılık noktalarında biri olan araştırma bölgesinde balıkçılıkta kullanılan ve kontrolsüzce alıcı ortama bırakılan balık kutularından kaynaklandığı ve bir başka kaynağının ise yapı materyali olarak izolasyonda kullanılan polistiren köpükler olduğu düşünülmektedir.

En çok rastlanan ikinci grup olan sert plastik parçalara en yüksek Kış mevsiminde rastlanmıştır ve bunu Sonbahar mevsimi izlemiştir. Bu grubu oluşturan plastik tipleri büyük plastik materyallerin zamana bağlı olarak rüzgâr, dalga ve güneşin oluşturduğu fiziksel parçalanma sürecine girmiş parçalarında oluşmaktadır. Bu plastik tiplerinin en yüksek kış mevsiminde bulunmasının kötü hava şartlarına bağlı olduğu düşünülmektedir.

En sık rastlanan 3. materyal grubu olan peletler en çok İlkbahar mevsiminde gözlenmiştir. Peletler plastik üretiminde hammadde olarak kullanılan plastik parçalarıdır ve denizel ortama genellikle nakliye sırasında kazara karışırlar. Bölgede var olan peletlerin gemicilik trafiğinden kaynaklı olarak akıntılar vasıtasıyla Sarıkum sahiline taşındığı düşünülmektedir.

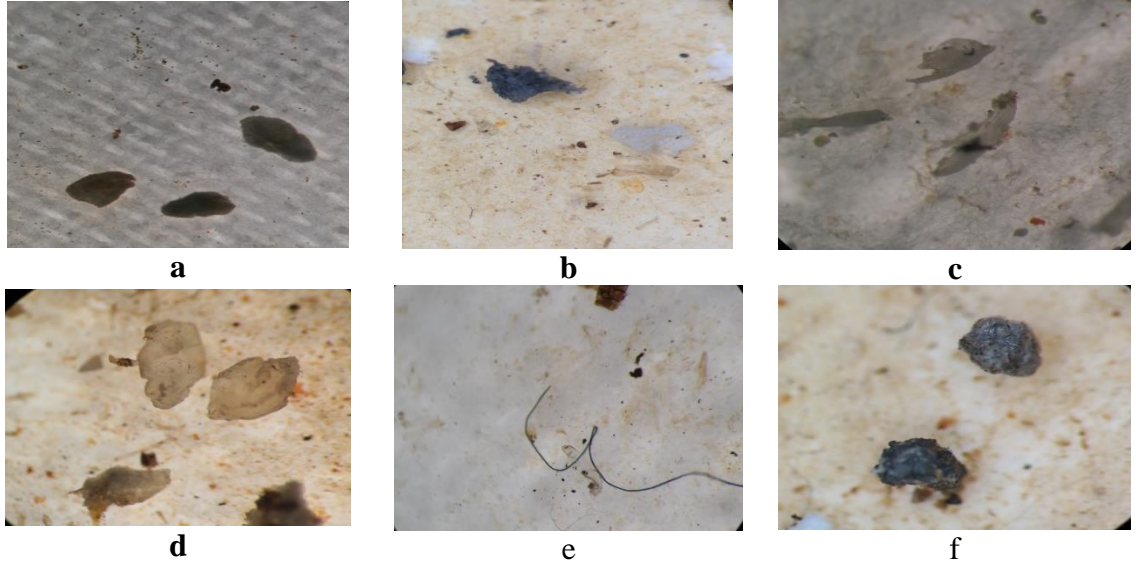
Elde edilen veriler sonucunda diğer plastik tipleri olan poliüretan köpük, naylon ve plastik lifler gruplarına nispeten daha az rastlanmış olsa da oluşturdukları tehlike göz ardı edilemez. Sahillerde bulunan poliüretan köpük parçaları genellikle izolasyon ve dolgu materyali olarak kullanılan poliüretan köpükleri kontrolsüzce alıcı ortama bırakılması sonucu kaldıkları fiziksel sürece bağlı olarak küçük parçalara ayrılmasından kaynaklanmaktadır. Naylon grubundaki plastik parçalar genellikle paketleme ürünleri naylonlar ve plastik poşetlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Plastik olmayan materyallerin oluşturduğu diğer gruba bölgede bulunan ve materyali tahmin edilemeyen parçacıklar ve zift kalıntıları dahil edilmiş ve bu grup en yüksek Sonbahar mevsiminde bulunmuştur bunun nedeni sonbahar mevsiminde büyük oranda zift kalıntılarına rastlanmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Yapılan çalışma sonucunda Sarıkum sahilinden toplanan plastik parçacıklar renklerine göre kategorize edilmiş ve Siyah, Mavi, Kahverengi, Yeşil, Gri, Kırmızı, Şeffaf, Beyaz, Sarı ve Mor olmak üzere 10 farklı renge göre gruplandırılmıştır (Şekil 4.17). Yapılan gruplandırmada en çok rastlanan renk grubu beyaz olmuştur. Bölgede bol miktarda bulunan polistiren köpükler ve sert plastik parçalar beyaz renge sahiptir bu nedenle beyaz rengin tüm renk grupları arasındaki oranı oldukça yüksek çıkmıştır. Renk grupları arasında en çok rastlanan ikinci renk grubu şeffaf olmuştur. Bu durum plastik tipleri arasında yüksek miktarda bulunan sert plastik parçaların beyaz renkten sonra büyük oranda şeffaf renge sahip olmasından kaynaklandığı görülmektedir.



Şekil 4.17. Mevsimler arası renk grupları arası farklılıklar

1 mm'den küçük mikroplastiklerin örnekleme için dört mevsim boyunca 4 farklı istasyondan her istasyon için 5 tekerrür yapılarak toplam 100 adet sahil sedimanı örneği alınmıştır. Alınan sahil sedimanlarından belirli ağırlık ve hacimdeki örnekler yoğunluk ayırıştırma düzeneğinde plastiklerin hazırlanan tuzlu su solüsyonu vasıtasıyla yoğunluk farkından kumdan ayrıştırılması sağlandıktan sonra filtre kağıtlarına süzülerek mikroskop altında incelenmiştir (Şekil 4.18). İncelenen filtre kâğıtlarında rastlanılan mikroplastik parçaları tiplerine (Pelet, Sert plastik, Polistiren Köpük, Poliüretan, Naylon, Plastik lifler ve Diğerleri) ve renklerine (Siyah, Mavi, Kahverengi, Yeşil, Gri, Kırmızı, Şeffaf, Beyaz, Sarı ve Mor) göre ayrılmış ve 100 µm aralıklarla boy gruplarına (20-100 µm, 101-200µm, 201-300 µm, 301-400 µm, 401-500 µm, 501-600 µm, 601-700 µm, 701-800 µm, 801-900 µm, 901-1000 µm) göre sınıflandırılmıştır.



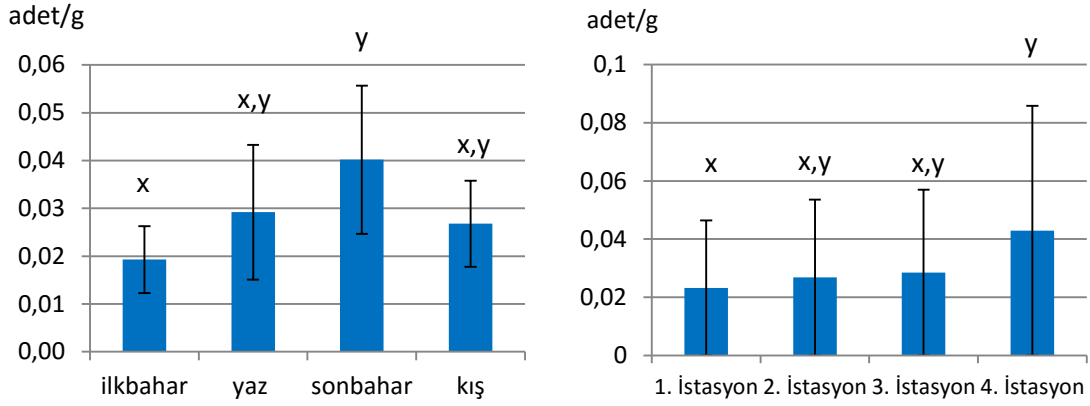
Şekil 4.18. 1 mm'den küçük mikroplastikler (a ve b; polistiren, c ve d; sert plastik, e; plastik lif, f; diğer)

Yapılan çalışma sonucunda incelenen 100 sediman örneği içerisinde toplam 579 adet 1mm'den küçük mikroplastığe rastlanmıştır. 1 mm'den küçük mikroplastiklerin miktarı hem hacimsel hem de ağırlık açısından hesaplanmış ve ortalama 0.029 ± 0.009 adet/g ve 0.036 ± 0.011 adet/ml olarak bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. 1 mm den küçük mikroplastiklerin ortalama miktarı

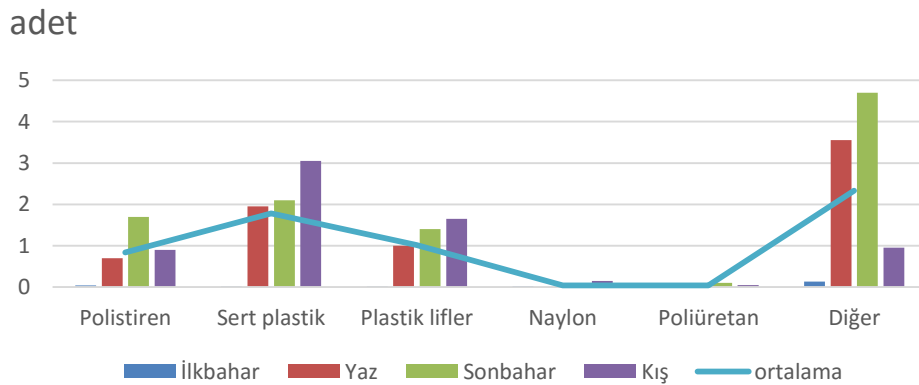
Mevsim	adet/g	adet/ml
İlkbahar	0.019 ± 0.007	0.024
Yaz	0.029 ± 0.014	0.037
Sonbahar	0.040 ± 0.016	0.050
Kış	0.027 ± 0.010	0.034
Ortalama ($\pm Ss$)	0.029 ± 0.009	0.036 ± 0.011

Sonuçlar mevsimsel olarak irdelendiğinde plastik miktarı en yoğun Sonbahar mevsiminde ortalama 0.040 ± 0.016 adet/g olarak en düşük İlkbahar mevsiminde ortalama 0.019 ± 0.007 adet/g olarak bulunmuştur. Çalışma sonucundan elde edilen verilerden yapılan testlerde mevsimler arasındaki karşılaştırmada İlkbahar ve Sonbahar mevsimleri arasında fark bulunurken ($p < 0.05$) istasyonlar arasındaki karşılaştırmada 1. ve 4. İstasyonlar arasında istatistikî açıdan fark bulunmuştur ($p < 0.01$) (Şekil 4.19).



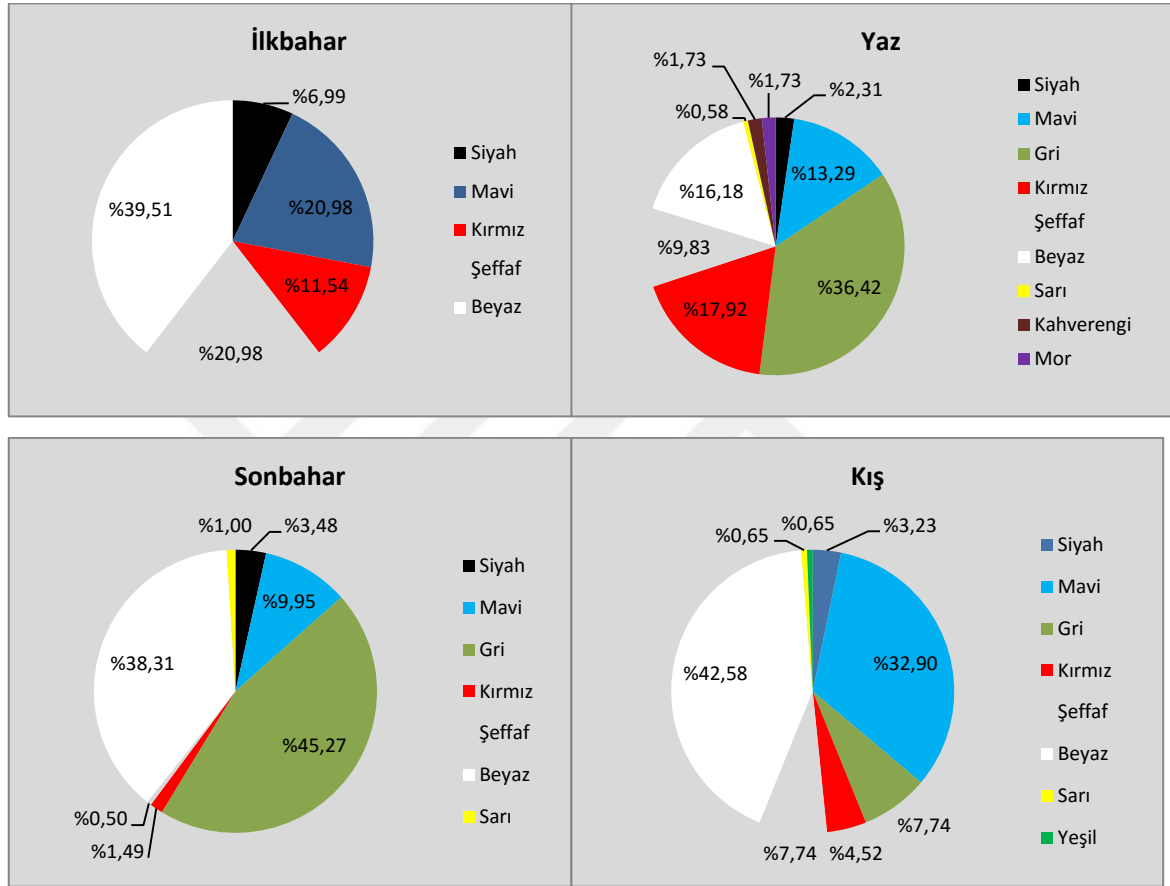
Şekil 4.19. Mevsimler ($p<0.05$) ve istasyonlar ($p<0.01$) arası birim ağırlıktaki mikroplastik miktarları arasındaki farklılıklar

Çalışma sonucunda elde edilen plastikler tiplerine göre (pelet, sert plastik, polistiren köpük, poliüretan, naylon, plastik lifler ve diğerleri) 7 gruba ayrılmıştır. Yapılan sınıflandırmada en çok ortalama %38.58 olarak diğer grubuna rastlanmıştır (Şekil 4.20). Bu durum yaz ve sonbahar mevsimlerinde sıkça 1-5 mm arasındaki mikroplastiklerde de rastlanan metalik renkte ve materyali tahmin edilemeyen parçacıklardan kaynaklanmaktadır. En sık rastlanan ikinci grup sert plastik parçalar (%29.47) olmuştur ve bu grubun kaynağı büyük plastik parçaların zamana ve güneş ve dalgaların oluşturduğu fiziksel sürece bağlı olarak aşınmasında kaynaklanmaktadır. Yapılan gruptandırmada en sık rastlanan üçüncü grup plastik lifler (%16.89) olmuştur ve bu grubu sırasıyla polistiren köpükler (%13.74), naylon (%0.66) ve poliüretan köpükler (%0.66) izlemiştir.



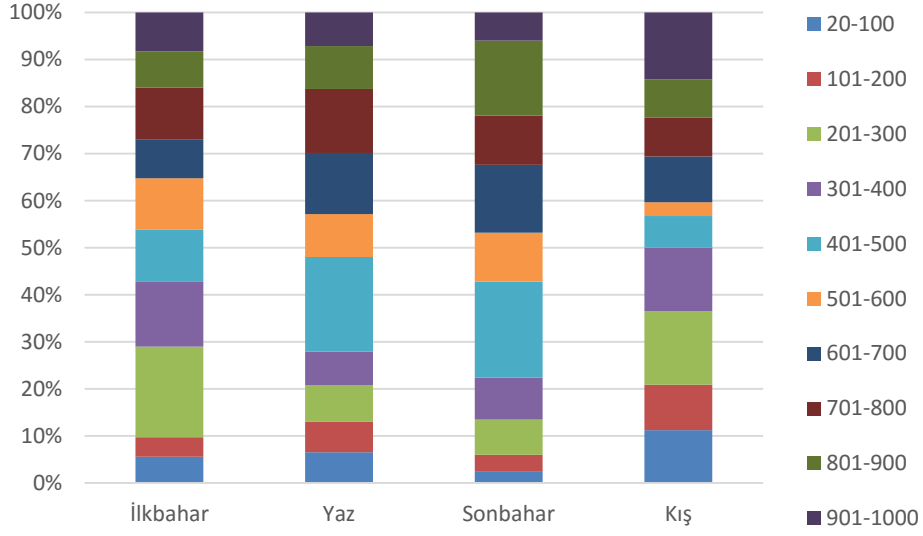
Şekil 4.20. 1mm'den küçük mikroplastiklerin tiplerine göre sınıflandırılması

Yapılan çalışma sonucunda farklı renk gruplarına göre gruplandırılan mikroplastiklerden en çok rastlanan renk grubu beyaz olmuştur (Şekil 4.21). Bu durum sert plastik parçalar ve polistiren köpüklerin genellikle beyaz renge sahip olmasından kaynaklıdır. En çok rastlanan ikinci renk grubu gri olmuştur ve bu durumun diğer grubunda bulunan ve materyalinin ne olduğu tahmin edilemeyen parçacıkların metalik gri renge sahip olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.21. 1 mm'den küçük mikroplastiklerin renk gruplarına göre sınıflandırılması

Çalışma sonucunda boy gruplarına göre sınıflandırılan mikroplastikler Şekil 4.22’da gösterilmiştir. En sık rastlanan boy grubu 400-500 µm olarak bulunmuştur ve bu grubu 600-700 µm arasındaki mikroplastikler izlemiştir.

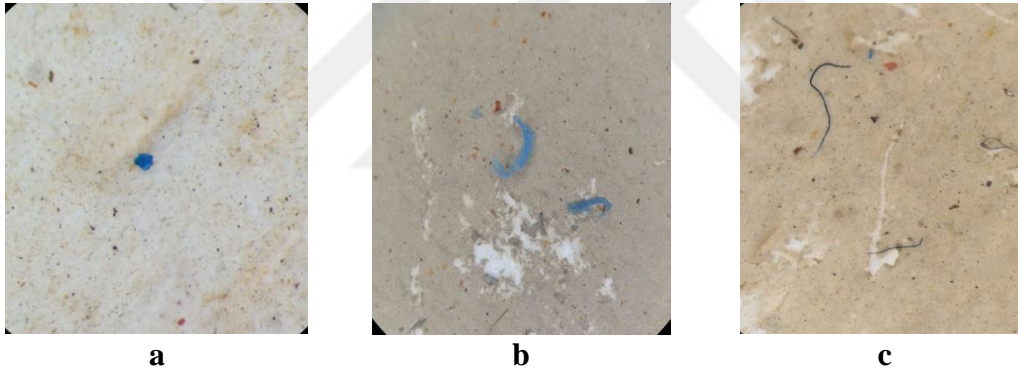


Şekil 4.22. 1 mm’den küçük mikroplastiklerin boy gruplarına göre sınıflandırılması

4.3.2. Deniz Tabanındaki Mikroplastikler

Dört mevsim boyunca derinliğe bağlı olarak seçilen 5 farklı istasyondan (0.5 m, 0.5 m, 5 m, 15 m ve 30 m) deniz tabanından sediman örneği alınmıştır. Alınan örnekler metal kapaklı cam kavanozlarda muhafaza edilmiş daha sonra ise yoğunluk ayırıştırma düzeneği kullanılarak sediman örneğinden plastik parçacıkların yoğunluk farkından ayrılması sağlanmış ve mikroskop altında incelenmiştir (Şekil 4.23). Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler mikroplastiklerin deniz tabanında da kirletici olarak bulunduğunu göstermektedir.

Deniz tabındaki mikroplastik bolluğu değerlendirilirken alınan sediman örneği miktarı sabit tutulmuş (250 ml) ve her örneğin ağırlık verisi de kaydedilerek hem ml'de hem de g'da ki miktarlar hesaplanmıştır (Çizelge 4.9). Yapılan hesaplamalar sonucunda deniz tabanındaki mikroplastik bolluğu ortalama 0.037 ± 0.011 adet/ml olarak bulunmuştur.

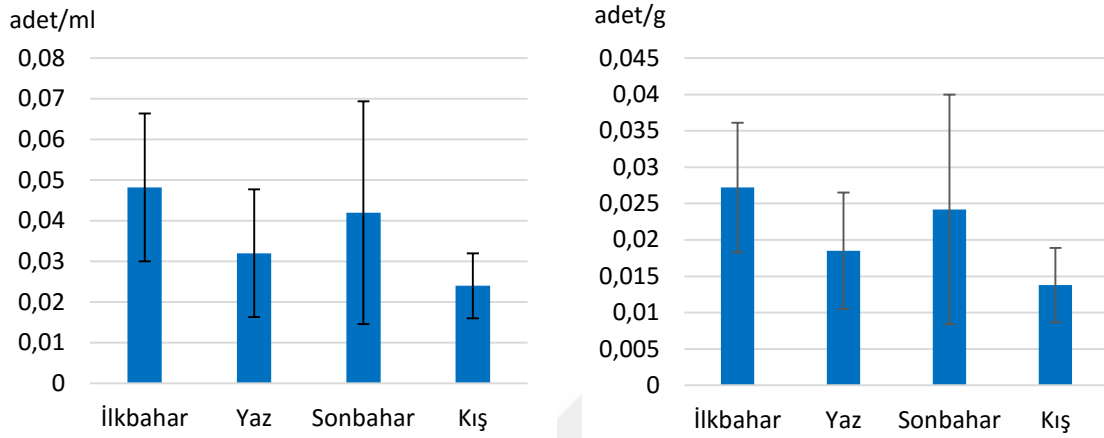


Şekil 4.23. Deniz tabanındaki mikroplastikler (a ve b; sert plastik, c; plastik lif)

Çizelge 4.9. Deniz tabanındaki ortalama mikroplastik miktarı

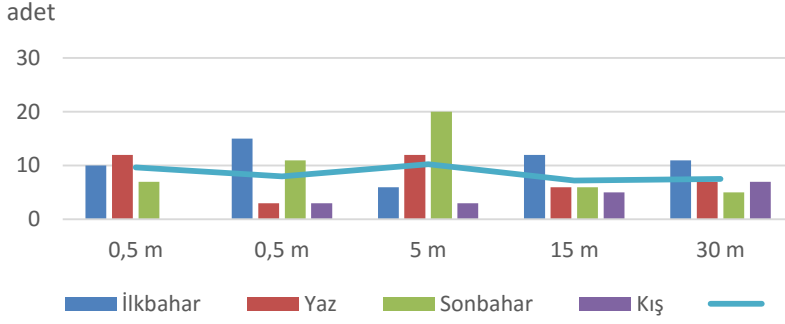
Mevsim	adet/ml	adet/g
İlkbahar	0.048	0.027
Yaz	0.032	0.019
Sonbahar	0.042	0.024
Kış	0.024	0.014
Ortalama $\pm Ss$	0.037 ± 0.011	0.021 ± 0.006

Yapılan incelemeler mevsimsel olarak değerlendirildiğinde en yüksek ortalama mikroplastik miktarına İlkbahar mevsiminde 0.048 ± 0.018 adet/ml en düşük ise Kış mevsiminde 0.024 ± 0.008 adet/ml olarak rastlanmıştır (Şekil 4.24).



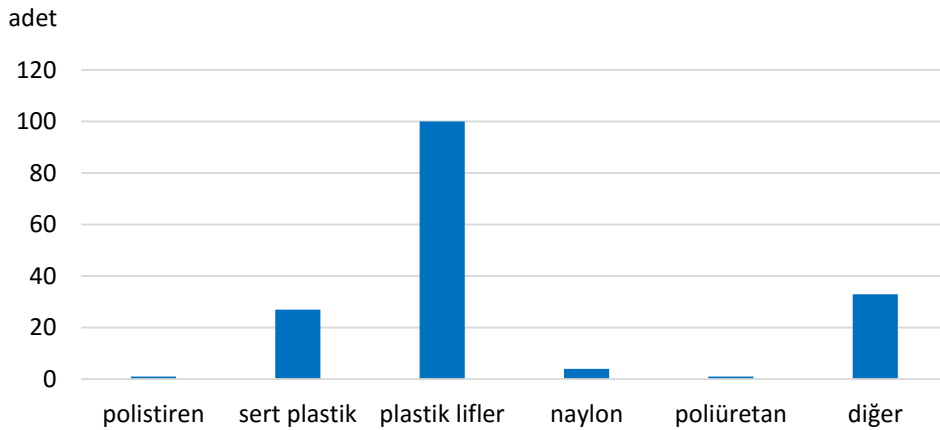
Şekil 4.24. Deniz tabanındaki mikroplastiklerin miktarındaki mevsimsel değişiklikler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler istasyonlar arasındaki farklılıklar açısından değerlendirildiğinde mevsimsel olarak ortalama mikroplastik miktarı en çok 5 m derinliğindeki istasyonda ortalama 10.25 adet olarak bulunmuştur. Sonuçlar derinliğe bağlı olarak irdelendiğinde 15 m ve 30 m derinliklerdeki istasyonların ortalama miktarları sırasıyla 7.25 ve 7.5 adet olarak oldukça yakın bulunmuştur. Bununla beraber 0.5 m derinlikten seçilen istasyonun nehir ağzının sol tarafında ortalama 9.67 adet ve sağ tarafında ise ortalama 8 adet olarak bulunmuştur. İstasyonlar bazında mevsimsel ortalama alındığında derinliğe bağlı olarak mililitredeki ortalama mikroplastik miktarı 0.5 m-sol, 0.5 m-sağ, 5 m, 15 m ve 30 m için sırasıyla 0.042 ± 0.012 , 0.036 ± 0.030 , 0.046 ± 0.025 , 0.029 ± 0.013 ve 0.030 ± 0.010 adet/ml olarak bulunmuştur (Şekil 4.25). Çalışma sonucundan elde edilen verilerden yapılan testlerde mevsimsel ve istasyonlar arasında istatistiki açıdan fark bulunamamıştır ($p > 0.05$).



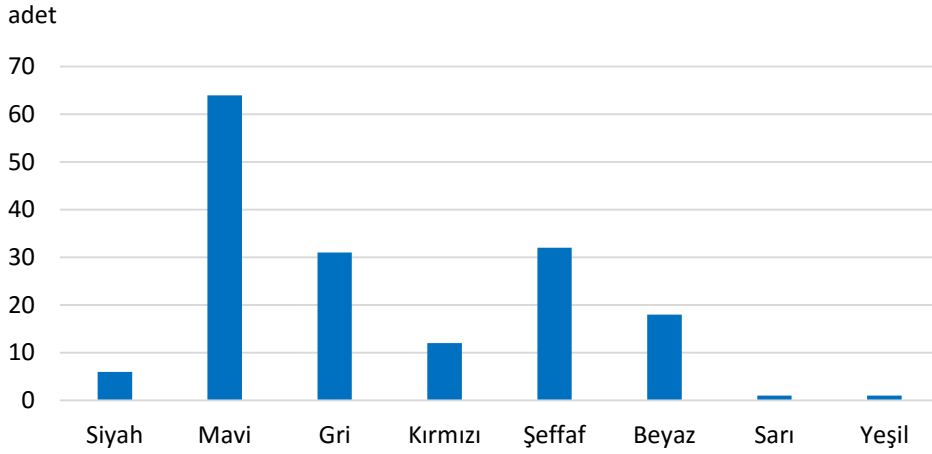
Şekil 4.25. Deniz tabındaki mikroplastiklerin miktarındaki derinliğe bağlı değişiklikler

Sahil sedimanındaki mikroplastiklerin değerlendirilmesinde yararlanılan yöntemler. Deniz tabanındaki mikroplastiklerin değerlendirilmesinde de kullanılmış ve rastlanan mikroplastikler tiplerine göre, renklerine göre ve boylarına göre sınıflandırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırmaların sonuçları irdelendiğinde, plastik tiplerine göre yapılan gruptandırmada en yoğun rastlanan plastik grubu plastik lifler olmuştur (%60.24) ve bunu diğer grubu altında yer alan materyali tanımlanamayan parçacıklar (%19.88), sert plastik parçacıklar (%16.27), naylon (%2.41), poliüretan (%0.60) ve polistiren (%0.60) parçacıklar izlemiştir (Şekil 4.26). En sık rastlanan plastik tipi olarak bulunan ve plastik lifler olarak adlandırılan plastik lifler giysilerden halatlara birçok lif yapılı materyalden denizel ortama taşınmış olabilir. Sarıkum Lagünü sahil sedimanında bol miktarda polistiren parçalara rastlanırken deniz tabanı sedimanında en az rastlanan grubu oluşturmasının nedeni polistiren parçacıkların düşük yoğunluğa sahip olduğundan yüzmeye özelliği nedeniyle yüzeyde kalıp direk sahile taşınmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.



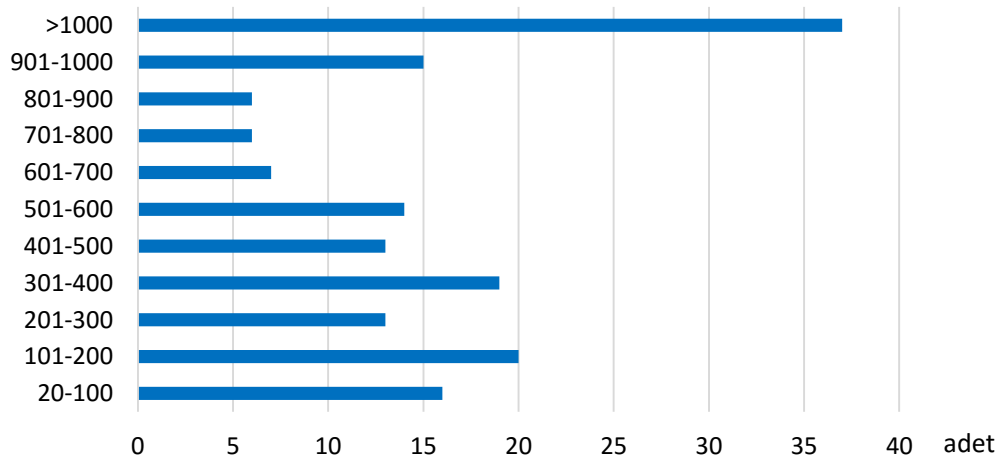
Şekil 4.26. Deniz tabanı sedimanındaki mikroplastiklerin tiplerine göre gruplandırılması

Deniz tabanındaki mikroplastikler renklerine göre gruplandırıldığında en sık karşılaşılan renk grubu mavi (%38.79) olmuş bunu şeffaf (%19.39), gri (%18.79) ve beyaz (%10.91) renkler izlemiştir. Bu renklerin yoğun olarak bulunuşu en sık rastlanan plastik tipi grubunu oluşturan plastik liflerin ve sert plastik parçaların renklerinin yoğun olarak mavi, gri ve şeffaf renklerden oluşmasından kaynaklanmaktadır. En az rastlanan renk grupları ise sarı ve yeşil olmuştur (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Deniz tabanındaki mikroplastiklerin renklerine göre gruplandırılması

Deniz tabanındaki mikroplastiklerin boy gruplarına göre sınıflandırılması sonucu elde edilen veriler en sık rastlanan boy grubunun 1 mm'den büyük mikroplastikler olduğunu göstermemiştir. Bu grubu 100-200 µm ve 300-400 µm boy grubundaki mikroplastikler izlemiştir (Şekil 4.28).

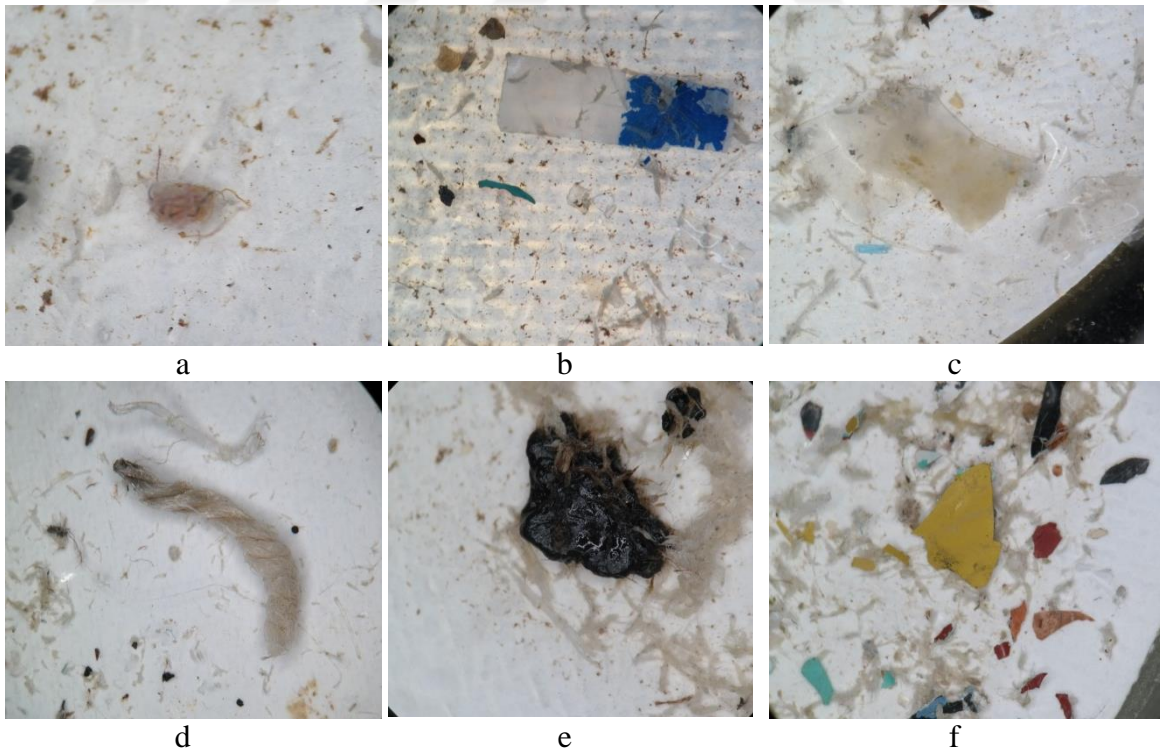


Şekil 4.28. Deniz tabındaki mikroplastiklerin boy gruplarına göre sınıflandırılması

4.3.3. Deniz Suyundaki Mikroplastikler

Deniz suyundaki mikroplastik bolluğunun araştırıldığı bu bölümde sonuçlar deniz yüzeyinde ve su kolonunda olmak üzere iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda 5 m, 15 m ve 30 m derinliklerden iki farklı plankton ağı kullanılarak su kolonundaki mikroplastikler için dikey çekimler, su yüzeyindeki mikroplastikler için ise yatay çekimler yapılarak 4 farklı mevsimde ve 3 farklı derinlikte mikroplastik yoğunluğu incelenmiştir.

Su yüzeyindeki mikroplastiklerin incelenmesi; Deniz yüzeyinde yapılan çekimlerde yaptırılan Nöston plankton kepçesi ile su yüzeyinde 3 farklı derinlikte örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda tüm mevsimler ve tüm istasyonların dahilinde toplam 2314 adet mikroçöp parçasına rastlanmıştır (Şekil 4.29). Çalışmada belirlenen istasyonlarda belirli koordinatlar arasında sabit hız ve sabit sürede yapılan çekimlerde taranan alan hesaplanmış ve rastlanan mikroplastiklerin taranan alandaki miktarları hesaplanmıştır (Çizelge 4.10). Yapılan incelemeler sonucunda çalışma sonuçları istasyonlar ve mevsimler arasında ortalama mikroplastik miktarı 0.656 ± 0.553 adet/m² olarak bulunmuştur.

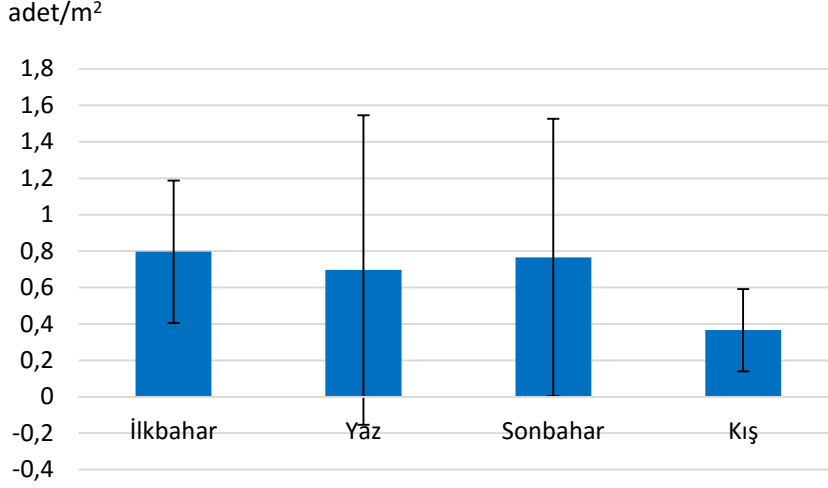


Şekil 4.29. Deniz yüzeyindeki mikroçöpler (a; plastik lif, b ve c; naylon, d; halat parçası, d; zift, e; tekne boya kalıntıları)

Çizelge 4.10. İstasyonlar ve mevsimlere bağlı ortalama mikroplastik ve taranan alan miktarı

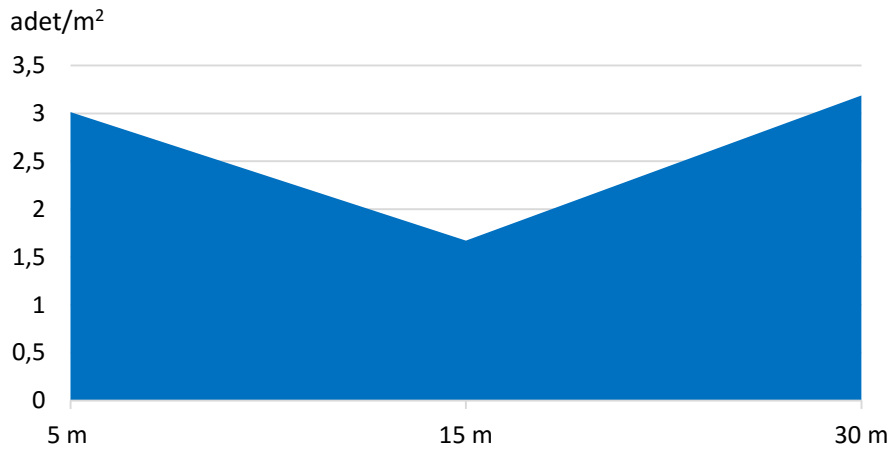
Mevsim	İstasyon	Taranan Alan (m ²)	Miktar (adet/m ²)	Taranan alan (m ³)	Miktar (adet/m ³)	Kuru ağırlık (g)
İlkbahar	5 m	405.30	0.545	81.06	2.726	1.003
İlkbahar	15 m	300.99	0.598	60.20	2.990	0.396
İlkbahar	30 m	354.30	1.248	70.86	6.238	1.384
Yaz	5 m	399.94	1.667	79.99	0.738	0.147
Yaz	15 m	534.32	0.333	106.86	1.666	1.535
Yaz	30 m	392.25	0.089	78.45	0.446	0.136
Sonbahar	5 m	415.99	0.176	83.20	0.877	0.090
Sonbahar	15 m	342.34	0.497	68.47	2.483	0.175
Sonbahar	30 m	368.91	1.624	73.78	8.119	0.310
Kış	5 m	188.32	0.627	37.66	3.133	0.330
Kış	15 m	381.95	0.244	76.39	1.217	0.160
Kış	30 m	641.66	0.228	128.33	1.377	0.370
Ortalama± Ss		393.86±	0.656±	78.77±	2.667±	0.503±
		111.87	0.553	22.37	2.325	0.509

Yapılan çalışma mevsimlere bağlı olarak irdelendiğinde mikroplastik bolluğu açısından en yoğun mevsim ortalama 0.797 adet/m² olarak İlkbahar mevsimi, en düşük mevsim ortalama 0.366 adet/m² olarak Kış mevsimi olmuştur (Şekil 4.30). İlkbahar ve Sonbahar mevsiminde yüksek miktarda mikroplastik bulunmasının sebebi su yüzeyinde rastlanan mikroplastik parçacıkların büyük kısmının tekne boyası parçalarından kaynaklanmasıdır. Çalışma yapılan bölge Sinop bölgesinin balıkçılık noktalarından biridir ve Sonbahar aylarında yoğun balıkçılık faaliyetleri nedeniyle bölgede yüksek miktarda balıkçı teknelerine rastlanmaktadır. Bu kapsamda balıkçı tekneleri ve diğer gemilerden denizel ortama karışan tekne boyaları deniz yüzeyinde yoğun miktarda bulunmaktadır. Buna bağlı olarak balıkçılığın yoğun olduğu mevsimlerdeki mikroplastik miktarı daha yüksek çıkmıştır.



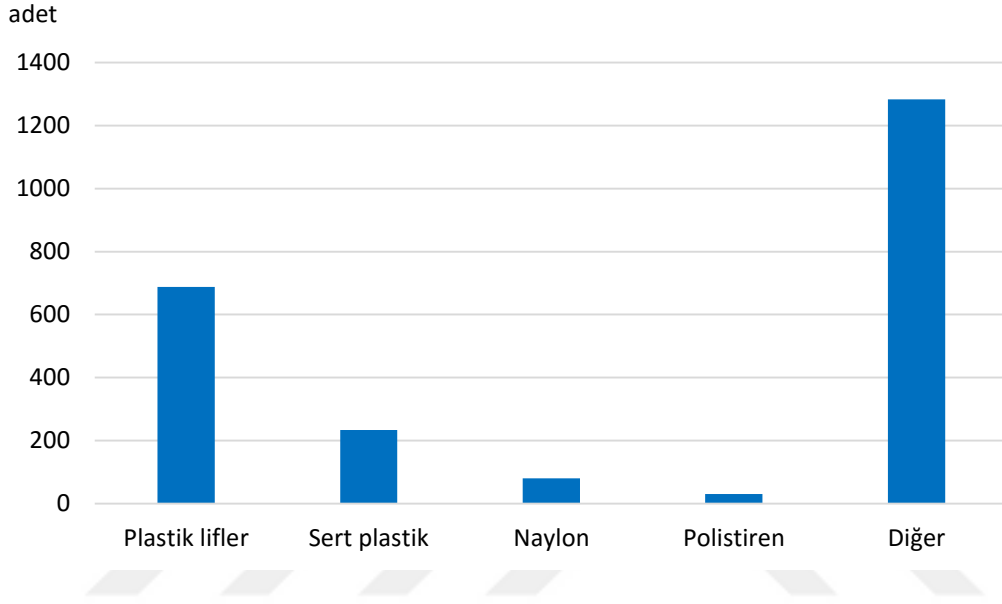
Şekil 4.30. Deniz yüzeyindeki mikroplastik miktarının mevsimsel olarak değerlendirilmesi

Çalışma sonuçları istasyonlar arası yani derinliğe bağlı olarak değerlendirildiğinde; tüm mevsimlerin ortalaması 30 m derinlikteki sahilden en uzak istasyonun mikroplastik miktarı açısından en yüksek değere sahip istasyon olduğunu, 5 m derinlikteki istasyonun en yüksek ikinci istasyon olduğunu ve 15 m derinlikteki istasyonun ise mikroplastik miktarı açısından en düşük değere sahip istasyon olduğunu göstermektedir (Şekil 4.31). Çalışma sonucundan elde edilen verilerden yapılan testlerde mevsimsel ve istasyonlar arasında istatistiki açıdan fark bulunamamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.31. Deniz yüzeyindeki mikroçöp miktarının derinliğe bağlı değişimi

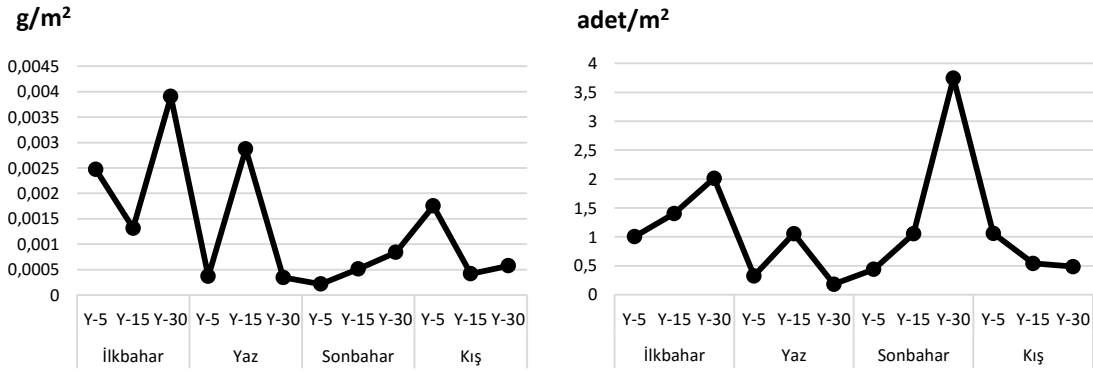
Çalışma sonucunda deniz yüzeyinden alınan örneklerde rastlanan mikroçöpler tiplerine göre 5 gruba (Plastik lifler, Sert plastik, Naylon, Polistiren ve diğer) ayrılmıştır. Rastlanan çöplerin tiplerine göre sınıflandırılmasında en yüksek miktara sahip çöp tipi diğer grubu içinde yer alan materyaller (%55.45) olmuş, bu grubu sırasıyla plastik lifler (%29.73), sert plastikler (%10.07), naylon parçaları (%3.46) ve polistiren parçacıklar (%1.30) izlemiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Deniz yüzeyindeki mikroçöplerin tiplerine göre sınıflandırılması

Diğer grubunun bulunan çöp tipleri içinde en yüksek miktara sahip oluşunun nedeni yoğun miktarda rastlanan tekne boyalarının bu gruba dahil edilmesinden kaynaklanmaktadır. Tüm mevsimler ve tüm istasyonlardaki diğer grupları içesinde tekne boyaları diğer grubunun %92.28'ini oluşturmaktadır. Geriye kalan %7.72'lik kısımda ise cam parçaları, zift kalıntıları ve tanımlanamayan materyaller yer almaktadır. Boya miktarının bu denli yüksek oluşu ve özellikle birim alanındaki miktarları değerlendirildiğinde bu grup en yüksek değerlere balıkçılık dönemlerinde eriştiği gözlenmiştir. Deniz yüzeyinde ikinci en sık rastlanan materyal grubu plastik lifler olmuşlardır. Sentetik plastik lifler halatlardan giysilere birçok alanda kullanıma sahiplerdir ve bu nedenle denizel ortamda yoğun miktarda çeşitli faaliyetler yoluyla karışabilmektedir. Evsel atık sulardan denizcilik faaliyetlerine kadar birçok kaynak bu materyallerin denizel ortama girişine sebep olmuş olabilir. Deniz yüzeyinde bulunuş bakımından üçüncü sırada yer alan sert plastik parçalar genel olarak büyük plastik parçaların aşınmasına bağlı olarak denizel ortamda bulunmakta ve örneklem

bölgelerinde de yoğun miktarda rastlanmaktadır. Naylon parçaları Sarıkum sahil ve deniz tabanında çok az miktarda bulunmuşken deniz yüzeyinde nispeten daha yüksek oranda bulunmuştur. Bu durum naylon parçacıkların yoğunluğunun düşük oluşu nedeniyle yüzme özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneklem bölgesinde az miktarda bulunan polistiren parçalara en çok Sonbahar mevsiminde rastlanmıştır. Bu durum balıkçılıkta kullanılan polistiren kaynaklı köpük kutuların bilinçsizce alıcı ortama bırakılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.33. İstasyonlar ve mevsimler arasındaki organik madde miktarı (a) ve mikroplastik miktarı (b) arasındaki ilişki

Yapılan incelemeler sonucunda birim alandaki mikroplastik miktarı ile organik madde miktarı arasındaki ilişki Şekil 4.33'de gösterilmiştir. Diğer mevsimlere oranla birim alandaki organik madde miktarı en yüksek ilkbahar mevsiminde rastlanmış ve bunun yaz mevsimi izlemiştir. İlkbahar mevsiminde rastlanan bu artış bölgede yoğun miktarda balık larvalarına, böcek larvalarına ve polenler e rastlanmasından kaynaklanırken yaz mevsiminde organik madde miktarında 15 m derinlikten yapılan örneklemede büyük bir artış gözlenmiş bunun nedeni de o dönemde rastlanan Pontelid copepodlarda görülen büyük bir artışa bağlı olarak gerçekleşmiştir.

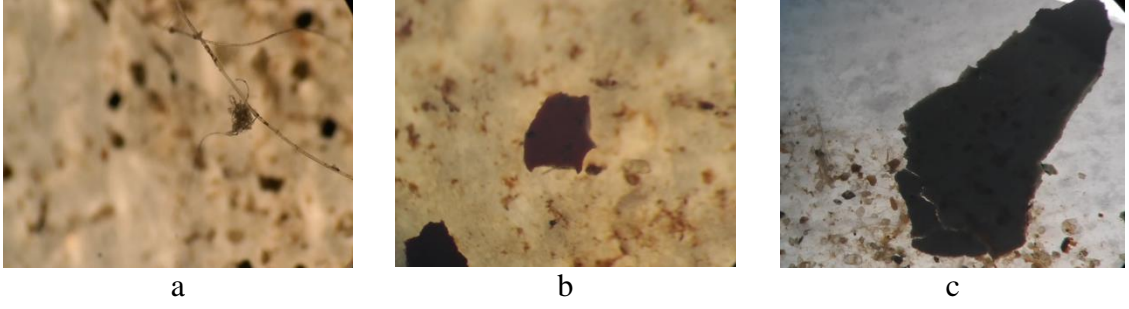
Su kolonundaki mikroplastiklerin incelenmesi;

Deniz suyundaki mikroçöplerin incelenmesinde ikinci aşama 3 farklı derinlikten seçilen istasyonlardan plankton kepçesi ile su kolonundan dikey çekim yapılarak mikroçöplerin izlendiği kısım olmuştur. Çalışmanın bu kısmında derinliğe bağlı olarak seçilen 4 farklı istasyonda 4 farklı mevsimde örneklemeler gerçekleştirilmiş ve birim hacimdeki mikroçöp bolluğu incelenmiştir. Bu kapsamda **Çizelge 4.11**. Deniz suyundaki mevsimsel ve istasyoörnekleme bölgelerinde toplam taranan 7.948 m³ hacimde 687 adet mikroçöpe rastlanmıştır (Şekil 4.34). Birim hacimdeki miktar hesaplandığında ise ortalama mikroçöp bolluğu 24.4750±26.1525 adet/m³ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11).

İstasyonlar arası mikroçöp miktarları

Mevsim	İstasyon	Miktar (adet/m ³)	Kuru ağırlık (g)	Taranan Hacim (m ³)
İlkbahar	5 m	84.2767	0.178	0.795
İlkbahar	15 m	54.1107	0.140	2.384
İlkbahar	30 m	7.7584	0.020	7.948
Yaz	5 m	37.7358	0.044	0.795
Yaz	15 m	5.8725	0.024	2.384
Yaz	30 m	5.8713	0.081	7.948
Sonbahar	5 m	28.9308	0.130	0.795
Sonbahar	15 m	7.1309	0.130	2.384
Sonbahar	30 m	2.3066	0.020	7.948
Kış	5 m	50.3145	0.110	0.795
Kış	15 m	16.7785	0.080	2.384
Kış	30 m	4.6136	0.070	7.948
Ortalama± Ss		25.4750±26.1525	0.086±0.053	

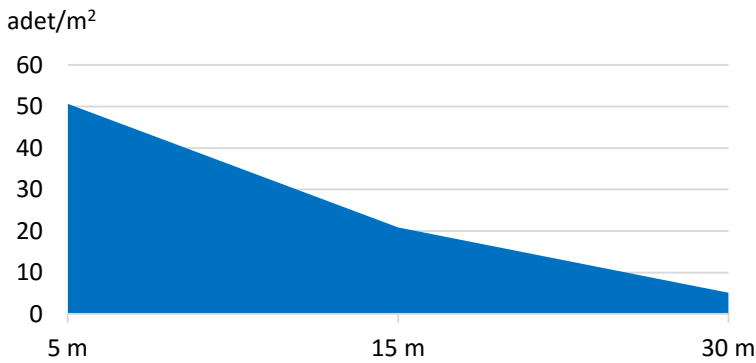
Mevsimsel ve istasyonlar arası olarak yapılan değerlendirmelerde çalışma sonuçları mevsimsel olarak irdelendiğinde en yoğun mikroçöp bulunan mevsim İlkbahar mevsimi olmuş ve bunu kış mevsimi izlemiştir. İstasyonlar arası mikroçöp miktarı incelendiğinde ise en yoğun mikroçöp miktarına sahile en yakın olan 5 m derinlikteki istasyonda rastlanmıştır.



Şekil 4.34. Su kolonundaki mikroçöppler (a; plastik lif, bve c; tekne boya parçaları)

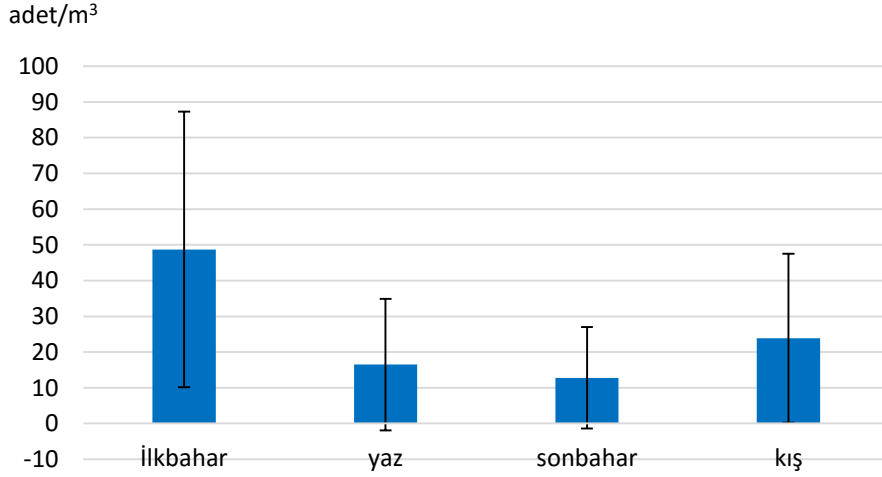
Birim hacimdeki ortalama mikroçöp miktarının istasyonlar arasındaki değişimi incelendiğinde miktarda sahilden açığa doğru bir düşüş gözlenmiştir. En yoğun mikroçöp bolluğu 5 m derinlikteki kıyıya en yakın istasyonda 50.315 ± 24.283 adet/m³ olarak bulunmuş ve bunu sırasıyla 15 m ve 30 m derinlikteki istasyonlar 20.973 ± 22.623 adet/m³ ve 5.138 ± 2.287 adet/m³ olarak izlemiştir. Bu kapsamda mikroçöp yoğunluğunun kıyıdan uzaklaştıkça su kolonunda azaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.35).

Çalışma sonucunda özellikle derinliğe bağlı olarak yapılan incelemelerde standart sapmanın ortalamadan yüksek olduğu durumlar ortaya çıkmış olup bu durum su kolonundaki mikroçöplerin derinlikler arasındaki dağılımının düzensiz oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma sonucundan elde edilen verilerden yapılan testlerde istasyonlar arasında istatistiki açıdan fark bulunamamış olup ($p > 0.05$) mevsimsel anlamda yapılan değerlendirmede ise İlkbahar ve Sonbahar mevsimleri arasında fark bulunmuştur ($p > 0.05$).



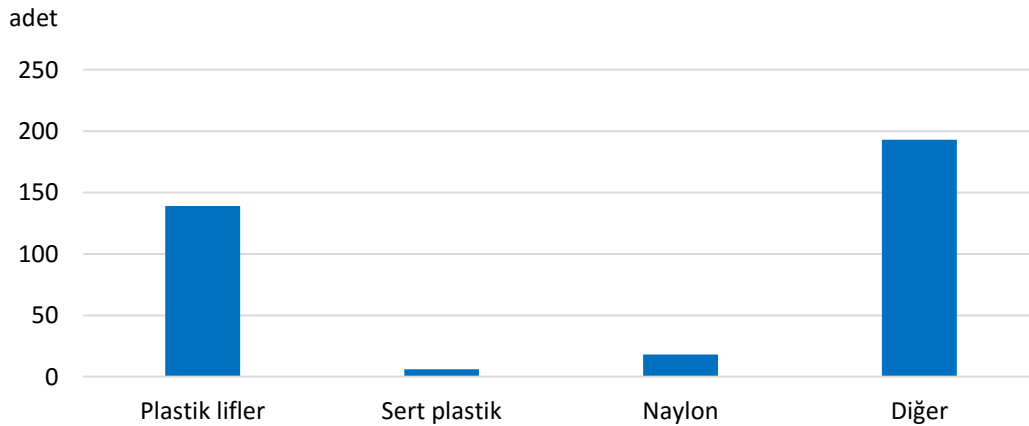
Şekil 4.35. Su kolonundaki mikroçöp miktarının derinliğe bağlı değişimi

Yapılan çalışma mevsimlere bağı olarak irdelendiğinde mikroplastik bolluğu açısından en yoğun mevsim ortalama 48.7153 ± 38.5434 adet/m³ olarak İlkbahar mevsimi en düşük 12.7894 ± 14.1854 adet/m³ Sonbahar mevsiminde bulunmuştur (Şekil 4.36).



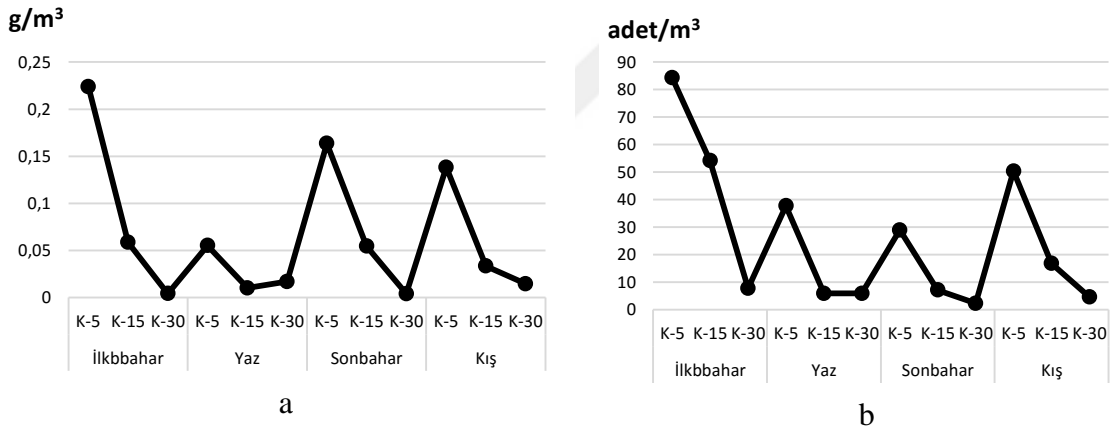
Şekil 4.36. Su kolonundaki mikroçöp miktarının mevsimsel olarak değerlendirilmesi

Çalışma sonucunda su kolonundan alınan örneklerde rastlanan mikroçöpler tiplerine göre 4 gruba (Plastik lifler, Sert plastik, Naylon ve diğer) ayrılmıştır. Rastlanan çöplerin tiplerine göre sınıflandırılmasında en yüksek miktara sahip çöp tipi diğer grubu içinde yer alan materyaller (%54.21) olmuş, bu grubu sırasıyla plastik lifler (%39.04), sert plastikler (%5.08) ve naylon parçaları (%1.69) izlemiştir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Su kolonundaki mikroçöplerin tiplerine göre sınıflandırılması

Diğer grubunun bulunan çöp tipleri içinde en yüksek paydaya sahip oluşunun nedeni su yüzeyinde de olduğu gibi yoğun miktarda rastlanan tekne boyalarının bu gruba dahil edilmesinden kaynaklanmaktadır. Tüm mevsimler ve tüm istasyonlardaki diğer grupları içerisinde tekne boyaları diğer grubunun %94.78'ini oluşturmaktadır. Geriye kalan %5.12'lik kısımda ise cam parçaları, metalik renkte sahil ve deniz tabanı örneklerinde de yoğun miktarda bulunan ve materyali tanımlanamayan parçalar ile tanımlanamayan materyaller yer almaktadır. Su kolonunda deniz yüzeyinde de olduğu gibi ikinci en sık rastlanan materyal grubu plastik liflerler olmuşlardır. Su kolonunda bulunuş bakımından üçüncü sırada yer alan sert plastik parçalar son sırada ise naylon parçaları olmuştur. Materyal tipi bakımından yapılan sıralamada su kolonundan elde edilen sonuçlar su yüzeyinde büyük oranda benzerlik göstermiştir. Fakat su yüzeyinde rastlanan polistiren parçalara hiçbir su kolonu örneğinde rastlanmamıştır bu durumda polistirenlerin düşük yoğunluklarından kaynaklı olarak su yüzeyinden direk sahil sedimanına taşınımından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.38. İstasyonlar ve mevsimler arasındaki organik madde miktarı (a) ve mikroplastik miktarı (b) arasındaki ilişki

Yapılan incelemeler sonucunda birim alandaki mikroplastik miktarı ile organik madde miktarı arasındaki ilişki Şekil 4.38'de gösterilmiştir. Diğer mevsimlere oranla birim alandaki organik madde miktarı en yüksek ilkbahar mevsiminde 5 metre derinlikteki istasyonda en az ise yaz mevsiminde rastlanmıştır. Genel olarak organik madde miktarı ile mikroplastik miktarı arasındaki dalgalanmanın ilişkili olduğu gözlenmiştir.

4.4.4. Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) ile Mikroplastiklerin Polimer Tiplerinin Belirlenmesi

FTIR spektrofotometresi, araştırma kapsamında sahilden toplanan 1-5 mm boyut sınıfı arasındaki mikroplastiklerden seçilen sık rastlanan ve emin olunamayan bazı plastik partiküllerin polimer tiplerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu amaçla TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Kimyasal Teknoloji Enstitüsünde Perkin Elmer Spectrum One marka model FTIR spektrofotometresi ile seçilen mikroplastik örneklerinde FTIR spektrum çekimi ve FTIR spektrum inceleme ve değerlendirme analizleri yaptırılmıştır.

Analiz sonuçları Ek'de verilmiş olup 1-5 mm arasındaki örneklerden seçilen numunelerin analiz sonuçları aşağıdaki gibidir;

1. Numune peletler; polipropile ve polietilen karışımı esaslı,
2. Numune polistiren olarak değerlendirilen beyaz köpük parçalar; polistiren esaslı,
3. Numune polistiren olarak değerlendirilen beyaz köpük parçalar; polistiren esaslı,
4. Numune poliüretan olarak değerlendirilen plastik parçalar; poliüretan esaslı,
5. Numune strafor tabakların parçaları; polistiren esaslı,
6. Numune sert plastik siyah parçalar; polietilen esaslı,
7. Numune sert plastik beyaz parçalar; propilen-etilen esaslı,
8. Numune sert plastik şeffaf parçalar; polipropilen ve parafinik hidrokarbon vaks esaslı,
9. Numune sert plastik şeffaf-opak parçalar; propilen-etilen esaslı,
10. Numune sert plastik mavi parçalar; polietilen vaks esaslı,
11. Numune şeffaf peletler; polipropilen esaslı olarak belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma Mayıs 2015 ve Şubat 2016 tarihleri arasında bir yıl boyunca mevsimsel olarak yürütülmüştür. Araştırma bölgesi olarak seçilen ve doğa koruma alanı olan Sarıkum Lagünü sahilinde denizel çöp miktarı araştırılmış ve sonuçlar farklı bölgeler ve farklı boyutlar için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Büyük boyutlu çöpler için sahil, deniz tabanı ve su yüzeyinde, mikroçöpler için ise sahil, deniz tabanı, deniz suyu (su yüzeyi ve su kolonu) ve bölge denizel canlıları çöplerin etkilerinin belirlenmesi amacıyla toplam 7 ayrı bölümde araştırma yapılmıştır.

Çalışma boyunca Sarıkum Lagünü sahilindeki deniz çöpu miktarı (adet/m² ve kg/m²), rastlanan çöplerin materyal tipleri (plastik, cam/seramik, metal vs.), kullanım alanları (hızlı tüketim ürünleri, medikal ve sıhhi atıklar, balıkçılık atıkları vs.) araştırılmış, mevsimsel ve istasyonlar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Sahilde yürütülen çalışma sırasında yüksek miktarda deniz çöpuüne rastlanmış olup bölgenin deniz çöpu bakımında önemli miktarda kirlilik yüküne sahip olduğu görülmüştür.

Deniz tabanındaki çöplerin araştırıldığı kısımda ise derinliğe bağılı olarak seçilen 4 farklı istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilen toplam 16 çerçevesel trol operasyonu sırasında deniz tabanında denizel çöp varlığı, birim alana düşen deniz çöpu miktarı (adet/m² ve adet/km²), boy sınıfları (<20x20, <100x100 vs.), materyal tipleri ve kullanım alanları araştırılmış, mevsimsel ve istasyon arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda araştırma bölgesinin deniz tabanında oldukça az miktarda deniz çöpuüne rastlanmış olup bu durumun bölgede var olan hakim rüzgar ve akıntılarının deniz çöplerini genel olarak sahile taşıyıp sahilde depoladığını bu nedenle bölge sahilinde yoğun miktarda çöp bulunurken deniz tabanında az miktarda rastlandığı sonucuna varılmıştır.

Bölge denizel canlılarının deniz çöplerinden etkilenip etkilenmediğini bulmak amacıyla bölgede rastlanması durumunda ölü deniz kuşları ve deniz memelilerinden yararlanmak ve çerçevesel trol operasyonları sırasında ağa yakalanan balıklardan yararlanmak amaçlamıştır. Bu amaçla canlıların etkileniş durumunu belirlemek amacıyla özel bir avcılık yapılmamış olup rastlanan canlılardan faydalanılmıştır. Bu kapsamda çalışma sırasında bölgede sadece 1 kez ölü halde bir martıya rastlanmış bozunmanın büyük oranda gerçekleşmesinden kaynaklı olarak canlının sindirim

kanalının olduğu bölge araştırma bölgesinde incelenmiş ve herhangi bir çöp kalıntısına rastlanmamıştır. Çerçevesi trol operasyonları sırasında ağa yakalanan balıklardan alınan örneklerde sindirim kanalında mikroçöp varlığı araştırılmış ve incelenen balıklarda herhangi bir çöp kalıntısına rastlanmamıştır. Çalışmanın bu kısmında herhangi bir çöp parçasına rastlanmamış oluşu bölge denizel canlılarının deniz çöpu kirliliğinden etkilenmediğı sonucunu doğursa da yapılan çalışma çok küçük bir alanı kapsadığı ve hedef tür üzerinde çalışılmadığı ve rastlanan canlılar incelendiğı ve bölgede sabit olarak yaşayan canlıları (midye vs.) kapsamadığından bu sonuca varılamayacağı gerçeğı ortaya çıkmıştır.

Bölgenin mikroçöp açısından kirlilik durumu 4 farklı bölgede incelenmiştir. İlk kısım olan sahil sedimanında mikroçöp varlığı iki aşamada incelenmiştir. Dört mevsim boyunca 4 farklı istasyonda yürütölen çalışma 5 tekerrürlü olarak yürütölmüştür. İki boyut sınıfına ayrılan mikroçöpler 1-5 mm boy aralığı için kuadrat vasıtasıyla alınmış, miktarları kaydedilmiş, birim alan, hacim ve ağırlıktaki miktarları belirlenmiş, plastik tiplerine (pelet, sert plastik, polistren köpük, poliüretan köpük vs.) göre ve renklerine göre ayrılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler bölgede mikroplastik kirliliğinin yoğun miktarda bulunduğunu göstermektedir. 1 mm'den küçük mikroçöpler için ise örneklem istasyonları 1-5 mm örneklem alanlarıyla aynı olup kıyı çizgisi üzerinden belirli miktarda sediman örneğı cam kavanozlar içerisine alınmıştır. Plastiklerin yoğunluk farkından sedimandan ayrılmasını sağlamak amacıyla belirli yoğunlukta hazırlanan tuzlu su çözeltisi kullanılarak Imhof vd. (2013)'nin önerdiği yöntemle benzer olarak tarafımızca bölge sanayisinde yaptırılan yoğunluk ayırıştırma düzeneğinden faydalanılmıştır. Çalışmanın bu kısmında da mikroplastiklere rastlanmış olup bölgede mikroçöp kirliliğı ilk kez gözler önüne serilmiştir.

Bölgenin mikroçöp kirliliğinin izlenmesinde ikinci kısım deniz tabanındaki mikroçöp varlığının incelenmesi olmuştur. Bu kapsamda bölgede 4 ayrı derinlikte seçilen 5 örnekleme bölgesinde mikroçöplerin birim hacim ve birim ağırlıktaki miktarları belirlenmiş, plastik tiplerine (pelet, sert plastik, polistren köpük, poliüretan köpük vs.) göre ve renklerine göre ayrılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler deniz tabanında da mikroplastik varlığını göstermektedir. Sahil sedimanındaki miktara oranla düşük oluşu ise plastiklerin yoğunluklarının düşük oluşu nedeniyle deniz yüzeyinden direk sahile taşınmasıyla açıklanabilir.

Sarıkum Lagünü kıyısında yürütülen ve mikroçöplerin araştırıldığı 3. ve 4. kısımlar su yüzeyi ve su kolonunda derinliğe bağlı olarak seçilen 3 farklı istasyonda 4 mevsim boyunca su kolonu ve su yüzeyi için iki farklı tipte plankton ağı kullanılarak gerçekleştirilen arazi çalışmalarında mikroçöp bulunuşu, mikroçöplerin birim hacim ve birim alandaki miktarları belirlenmiş, plastik tiplerine (pelet, sert plastik, polistren köpük, diğer vs.) göre ve renklerine göre ayrılmıştır. Bu kapsamda su yüzeyinde ve su kolonunda mikroçöp varlığı tespit edilmiş olup bolluğun derinliğe bağlı değişimi ve mevsimsel değişimi irdelenmiştir. Hem su yüzeyinde hem de su kolonunda yapılan incelemelerde en yoğun kirletici tekne boyaları olmuştur. Bu durum deniz suyundaki mikroçöp kirleticilerinin büyük oranda denizcilik faaliyetlerinden kaynaklandığını göstermektedir.

Sarıkum sahilinde yürütülen çalışma sonucunda sahildeki ortalama deniz çöpü miktarı ülkemiz denizlerinde yapılan diğer çalışmalara (Topçu vd., 2013; Terzi ve Seyhan 2013; Aydın vd., 2016) oranla daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 5.1). Çalışma sonuçları Karadeniz bölgesinde yapılan diğer çalışmalar ile kıyaslandığında Terzi ve Seyhan (2013) Doğu ve Orta Karadeniz kıyılarında yaptıkları mevsimsel çalışmalarda Sinop merkezden ve Gerze ilçesinden mevsimsel olarak örnekler almış ve Sinop bölgesindeki çöp yoğunluğunu merkezde 0.05 ± 0.01 adet/m², Gerze’de ise 0.08 ± 0.03 adet/m² olarak bulmuşlardır. Bu kapsamda Sarıkum sahilinde rastlanan çöp miktarı Terzi ve Seyhan (2013)’ın sonuçlarına oranla yirmi üç kat fazla bulunmuştur. Sarıkum sahilindeki birim alandaki deniz çöp ağırlığı ortalama 0.0319 kg/m² olarak bulunurken Terzi ve Seyhan (2013) Orta ve Doğu Karadeniz’de bu değeri $0.003-0.015$ kg/m² olarak bulmuşlardır. Birim alandaki deniz çöpü ağırlığı açısından da bölgenin Karadeniz’deki diğer sahillere oranla dahi yüksek atık miktarına sahip olduğunu göstermektedir. Bu durumun Sarıkum sahilinin konumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Sarıkum sahili Karadeniz’in hakim rüzgar ve akıntılara karşı açık konumdadır ve denizel çöplerin depolanması açısından oldukça uygun bir hat oluşturmaktadır.

Çizelge 5.1. Karadeniz ve Akdeniz kıyılarında deniz çöpu miktarları

Bölge	Yoğunluk (adet/m ²)	Yoğunluk (adet/g)	Kaynak
Orta Karadeniz Sinop	1.51±0.58	31.90±10.70	Mevcut çalışma
Batı Karadeniz İstanbul	0.88±0.95	-	Topçu vd., 2013
Orta ve Doğu Karadeniz Sinop, Samsun, Rize, Trabzon	0.17±0.13	3.25	Terzi ve Seyhan 2013
Akdeniz Çukurova havzası	0.92±0.36	7.43±2.68	Aydın vd., 2016

Çalışma sonucunda denizel çöpler materyal tiplerine göre sınıflandırıldığında plastik yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi (Erüz ve Özşeker 2013; Topçu vd., 2013; Aydın vd., 2016) en yüksek yüzdeye sahip materyal tipi olarak bulunmuştur. Dünya denizlerinde yapılan çalışmalarda plastik materyaller en yüksek yüzdeye sahip materyal tipleri olarak bulunmaktadır. Plastiklerin kullanım alanlarının ve erişebilirliğinin artışına bağlı olarak denizel ortama giren plastik çöp miktarında da artışlar gözlenmiştir. Plastiklerin doğada kaybolma süreleri uzun yıllar sürmektedir ve kullanımda artışa bağlı olarak oluşan atıkların doğada kaybolma süreleri göz önüne alındığında plastiklerin denizel ortamlardaki varlığı artan miktarlarla devam etmektedir. Çalışma sonucunda Sarıkum sahilindeki plastik materyal yüzdesi ortalama %94.25 olarak bulunmuştur. Erüz ve Özşeker (2013) Güneydoğu Karadeniz’de plastik yoğunluğunu %56, Topçu vd. (2013) Batı Karadeniz’de %91.10, Terzi ve Seyhan (2013) %71.58, Aydın vd. (2016) %70.30 olarak bulmuşlardır. Çöplerin materyal tipleri açısından değerlendirilmesinde ülkemiz denizleri ve diğer denizlerde olduğu gibi en yüksek çıkan materyal grubu olan plastikler olmuştur. Plastiklerin Sarıkum sahilinin tüm materyal tipleri arasındaki oransal dağılımı incelendiğinde, ülkemizde sahil çöpleri konusunda yapılan diğer çalışmalara oranla daha yüksek paydaya sahip olduğunu göstermektedir. Sarıkum sahilindeki plastiklerin birim alandaki miktarı ortalama 1.450±0,819 adet/m² olarak bulunurken Aydın vd. (2016) birim alandaki plastik bolluğunu Çukurova havzasında yaptıkları çalışmalarında 0.647±0.194 adet/m² olarak bulmuşlardır. Sonuçlar karşılaştırıldığında Sarıkum sahilinin birim alandaki plastik miktarı açısından Çukurova havzasında bulunan sahillere oranla en az 2 kat fazla olduğu görülmüştür.

Sarıkum sahilinde karşılaşılan diğer materyal tiplerine ait (kağıt, cam/seramik, giysi/tekstil, metal) çöplerin yüzdesi toplam %5.75 olarak bulunmuş ve sonuçların Batı Karadeniz kıyısında Topçu vd., (2013)'ün yaptığı çalışma sonuçları(%8.9) ile benzerlik gösterdiği gözlenmiştir.

Çalışma alanında rastlanan çöpler kullanım amaçlarına göre kategorize edilmiş ve oransal dağılımları incelendiğinde en çok rastlanan kullanım alanı karışık ambalaj atıkları olmuştur ve bu ürünler genellikle kullanıldıktan sonra bilinçsizce alıcı ortama bırakılan ürünlerdir. Bu grup içerisine giren çöpler genel olarak içecek şişe ve kapakları, besin ambalajları ve besin kapları olmuştur. İkinci en sık rastlanan ürün grubu kullanım alanı tanımlanamayan atıklar olmuş ve bu grubu genel olarak büyük plastikleri parçalanması sonucu oluşan küçük plastik parçalar oluşturmuştur. Tüm bu ürünler Sarıkum sahiline dalga ve akıntılar yoluyla taşınmıştır. Çalışmada kullanılan gruplandırma Aydın vd. (2016) yaptıkları çalışmada kullanılan gruplar ile benzerlik göstermektedir ve Çukurova havzasında yapılan bu çalışmada kullanım alanları arasında en sık rastlanan gruplar genel olarak Hızlı tüketim ürünleri (besin ambalaj ve içecek kapları vs.), Kaynağı tanımlanamayan ürünler ve Sigara kaynaklı ürünler olmuştur. Sarıkum sahilinde yapılan çalışmadan farklı olarak yoğun miktarda rastlanan sigara kaynaklı atıklar çalışılan sahiller ve çevre sahillerin yoğun olarak turizm amacıyla kullanılırken Sarıkum sahili ve çevresinin turizm amacıyla kullanım alanının çok kısıtlı ve sadece yerel turistler tarafından kullanılıyor oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bölgede bulunan tıbbi atıkları enjektörler, serum iğneleri, enjeksiyon tüpleri, ilaç şişeleri oluştururken, kişisel kullanım ürünleri kaynaklı atıkların büyük kısmını tekstil ürünleri, kozmetik ürünleri ve bebek bezleri gibi atıklar oluşturmuştur. Bölgede yaz mevsiminde turizm sezonunda bölge halkı tarafından kullanılan 1. İstasyonda bebek bezi miktarında artış gözlenmiştir.

Bölgede yoğun miktarda bulunan ve inşaat sektöründe kullanılan yapı materyalleri grubundaki ürünlerin Sinop ili eski çöplüğünün son zamanlarda harfiyat döküm alanı olarak kullanılmakta oluşu ve buna bağlı olarak atıkların Sarıkum sahilinin konumuna bağlı olarak akıntı ve dalgalarla taşınıyor olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Evsel atıklar grubuna dahil edilen çöpler arasında buzdolabı parçalarından koltuk parçalarına kadar birçok ürüne rastlanmıştır. Bölgede rastlanan turizm kaynaklı atıkları genel olarak oyuncaklar ve balon parçaları oluşturmuştur. Karşılaşılan balon parçaları son yıllarda yoğun miktarda sahillerde satılan ve Helyum

gazıyla uçma özelliği kazanan oyuncaklardır ve deniz ortamının yeni kirleticileri arasına girmiştir. Bölgede diğer kullanım alanlarına oranla balıkçılık atıklarının yüzdesi düşük bulunmuştur. Bölgede madencilik kaynaklı atıklara rastlanmış olup bu atıkların tümünü madencilikte kullanılan ve ateşleyici çubuk olarak adlandırılan atıklar oluşturmuştur. Bu atıkların Sinop ilinde bulunan taş ocağından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bölgede az da olsa rastlanan avcılık kaynaklı atıklar ise kara avcılarının kullandığı tüfek fişekleri ve onların tıparları olmuştur.

Bölgenin yerleşim alanlarına olan uzaklığı göz önüne alındığında karşılaşılan bu atıkların kontrolsüzce alıcı ortam olarak denize bırakılması ve bunun sonucunda çalışma sahasında taşınmasından kaynaklanmaktadır. Karşılaşılan bu ürünler büyük oranda kara kökenli atıklardır ve kilometrelerce taşınarak bölge sahilinde ulaşmıştır.

Çalışma sırasında bölgede 23 farklı ülkeye ait çöpe rastlanmış olup tüm çöpler içerisindeki yüzdesi %2.29 olarak bulunmuştur. Rastlanan çöplerin büyük oranda Karadeniz komşu olan ülkelere ait oluşu bu çöplerin akıntılar vasıtasıyla bölge sahiline taşındığını göstermektedir. Bölge sahilinin rüzgar ve dalgalara açık oluşu taşınımı arttırmıştır. Karadeniz’de Topçu vd. (2013)’nin yapmış olduğu çalışmada İstanbul’daki yabancı orijinli çöplerin %23’ünü komşu ülkelere gelen çöpler oluştururken Sarıkum sahilinde ki çöplerin %57’sini komşu ülkelere gelen çöpler oluşturmuştur. Topçu vd. (2013) çalışma sonucunda Karadeniz’deki yabancı orijinli çöplerin iki kaynaktan orijin alabileceğini bunlarında birinin kıyısız akıntılarla sürüklenen çöpler olduğunu diğerinin ise uluslararası gemicilik trafiği olduğunu bildirmişlerdir. Bu kapsamda İstanbul Boğazı gemicilik trafiğinin en yoğun olduğu bölge olup bölgede daha yüksek oranda farklı ülkelere ait çöpler bulunması olasıdır. Sarıkum sahilindeki yabancı orijinli çöplerin akıntılardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak Sarıkum sahilinde yapılan çalışma sonuçlarında rastlanan çöpler büyük oranda kara kökenli kaynaklarda orijin almış fakat bölge sahiline denizel akıntı ve rüzgarlarla taşınmıştır. Bölge yakınlarında kirlilik kaynağı herhangi bir yerleşim bulunmayıp bölgeye taşınan çöpler büyük oranda katı atık yönetimindeki eksiklikler nedeniyle alıcı ortama karışan atıkların bölge sahiline taşınmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Bölgede yapılan ön gözlemlerde sahilde bol miktarda küçük parçalı çöplere rastlanmış olup bu sorun örneklemeler sırasında alt örneklem alanları oluşturularak bölgenin küçük parçalı çöp yoğunluğunun araştırılmasıyla çözülmüştür. Bu kapsamda çalışma sonuçları büyük çöplerden mikroçöplere ve deniz suyundan deniz tabanına kadar bölgenin zamana bağlı olarak aşınıp kırılan plastik çöplerin tehlikesi altında olduğunu göstermektedir. Plastik çöplerin doğadaki kaybolma süreleri ve plastiklerin hayatımıza girişi düşünüldüğünde bu kirlilik kaynağının kontrolsüzce denizel ortama girişinin daha uzun yıllar artarak devam edeceği gerçeğini karşımıza çıkarmaktadır. Bunun dışında plastiklerin yapısında var olan ve doğadan absorbe ettikleri zararlı bileşiklerde oluşturdukları tehlikenin bir başka yüzüdür.

Denizel ortamda bulunan çöplerin büyük çoğunluğu yüzer haldeyken bir kısmı da batıp yıllarca deniz tabanında kalabilir. Çalışmanın deniz tabanı çöplerinin araştırıldığı kısmında yapılan çerçeveli trol operasyonlarında elde edilen sonuçlar Sinop Sarıkum bölgesindeki deniz tabındaki çöplerin miktarı 29.15 ± 66.02 adet/km² olarak bulunmuştur. Deniz tabanında çöpler sadece İlkbahar ve Yaz mevsiminde bulunurken Sonbahar ve Kış mevsiminde herhangi bir katı atığa rastlanmamıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler diğer ülkemizde ve Karadeniz’de yapılan diğer çalışmalara oranla (Topçu ve Öztürk 2010; Güven vd., 2013; Terzi ve Seyhan 2013; Anton vd., 2013; Ioakeimidis vd., 2014) bölgede deniz tabanında daha az miktarda deniz çöprü olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Ülkemiz ve Karadeniz’de deniz tabındaki çöpler hakkında yapılan çalışmalar

Bölge	adet/km ²	kg/km ²	Kaynak
Orta Karadeniz Sinop	29.15±66.02	0.047	Mevcut çalışma
Orta Karadeniz Samsun	222.6±105.11	34.31±41.93	Terzi ve Seyhan 2013
Batı Karadeniz İstanbul	541	0.30-218	Topçu ve Öztürk 2010
Karadeniz Romanya-Köstence	291±237	-	Ioakedimis vd., 2014
Karadeniz Romanya, Bulgaristan, Türkiye	6359±2015	-	Moncheva vd., 2016
Akdeniz İskenderun	-	16	Yılmaz vd., 2002
Akdeniz Antalya	215-2762	18-2186	Güven vd., 2013

Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalarda km^2 'deki katı atık miktarı Sinop Sarıkum bölgesinde elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında sonuçların mevcut çalışmadan oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Terzi ve Seyhan 2013, Samsun kıta sahanlığında yaptıkları trol operasyonlarında deniz tabanındaki çöp miktarını incelemişler ve sonuçları mevcut çalışmadan neredeyse 10 kat fazla bulmuşlardır. Karadeniz bölgesindeki bir başka çalışmada ise İstanbul'da deniz tabanındaki deniz çöprü miktarı incelenmiş ve sonuçlar Sarıkum bölgesindeki sonuçlara oranla oldukça yüksek bulunmuştur (Topçu ve Öztürk 2010). Ülkemizde yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında ise yine Sarıkum bölgesindeki sonuçlar oldukça düşük çıkmıştır (Güven vd., 2013). Ülkemiz ve Karadeniz'de yapılan tüm diğer çalışmalar Sarıkum bölgesinde deniz tabanındaki deniz çöprü kirliliğinden oldukça yüksek miktarlarda çöpe rastlanmıştır. Bu durum hem Sinop hem de Sarıkum bölgesinin deniz tabanında kirlilik oluşturabilecek olan yoğun nüfus ve gemicilik trafiği kirlilik kaynaklarından nispeten az etkilenmektedir. Sinop nüfusu diğer çalışma yapılan bölgelere oranla daha düşüktür ve kirlilik oluşturabilecek sanayi vs. gelişmemiştir. Gemicilik açısından ise bölge geçiş rotası olsa da liman aktif şekilde taşımacılık noktası değildir. Fakat deniz tabanında katı atık bulunmayışının asıl nedeni ise bölgeyi etkileyen hakim rüzgarlar ve akıntıların oldukça güçlü oluşuna bağlı olarak atıkların deniz tabanında uzun süre kalmayıp sahilde depolanması ya da atıkların deniz yüzeyinden direk sahile depolanması nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Deniz tabanında çalışma yapılan diğer bölgelere oranla oldukça az miktarda deniz çöprüne rastlanırken, bölge sahilinde yapılan diğer çalışmalara oranla daha yüksek miktarda deniz çöprüne rastlanmıştır.

Çalışma sırasında rastlanan çöplerin büyük çoğunluğunu naylon ip parçaları oluşturmuştur. Bu naylon iplerin genellikle balıkçılıkta kullanılan halat parçalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Romanya'da deniz tabanındaki kirleticilerin araştırıldığı bir çalışmada (Anton vd., 2013) rastlanan balıkçılık kaynaklı çöplerin bazılarının Türkiye ve Bulgaristan'daki balıkçılık faaliyetlerinden kaynaklı olduğunu bildirilmiştir.

Bölgede yapılan çalışmada karşılaşılan çöplerin boy sınıflarına göre ayrılmasında sonuçlar en yüksek boy grubunun $<10 \times 10$ cm ve $<20 \times 20$ cm ve $<100 \times 100$ cm olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda boy gruplarına göre yapılan sınıflandırma Köstence'de yapılan ve deniz tabanı çöplerinin araştırıldığı çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Ioakeimidis vd., 2104). Aynı çalışmada en

yüksek boy grubunu orta boy sınıfında (<10x10 cm ve <20x20 cm) yer alan çöplerin oluşturduğu bildirilmiştir.

Sarıkum bölgesi deniz tabanında karşılaşılan tüm çöpleri plastik materyal (%100) oluşturmuştur. Bölge sahilinde de yapılan incelemeler diğer çalışmalara oranla plastik materyali en yüksek olduğu çalışmalardan biridir. Bu kapsamda bölgedeki en yüksek kirletici tipi hem sahil hem de deniz tabanında plastik materyaldir. Plastik materyallerin bozunma süreleri göz önüne alındığında ekosistemdeki varlıklarının uzun yıllar boyunca devam ettireceğinden bölgede daha uzun yıllar boyunca kirletici olarak bulunacakları göz ardı edilemeyecek bir gerçektir.

Denizel ortamda yüzer halde bulunan makroçöplerin durumu ve dağılımı akıntı, rüzgar ve dalga gibi fiziksel parametrelerden oldukça etkilenmektedir. Çalışma alanı bölgenin hakim rüzgar ve akıntılara açık bir konumdadır. Dört mevsim boyunca çalışmanın deniz örneklemeleri için araştırma bölgesine gidiş yolunda gözlenen yüzen çöplerin miktar ve materyallerinin kaydedildiği kısımda yüzen çöplerin yoğun miktarda plastiklerden (%91.3) oluştuğu gözlenmiştir. Suaria vd. (2015)'nin Romanya sularındaki yüzen çöpleri araştırdığı çalışmada karşılaşılan en yoğun materyal Sarıkum bölgesinde olduğu gibi plastik (%89.1) olmuştur. Aynı çalışmada karşılaşılan çöpleri büyük plastik poşet ve ambalaj atıklarının oluşturulduğu bildirilmiştir bu durum Sarıkum bölgesinde de benzer şekildedir. Sarıkum bölgesinde çalışma sırasında kaydedilen çöplerin büyük yoğunluğunu plastik poşet ve naylonların oluşturduğu gözlenmiştir. Kerç boğazındaki yüzen çöplerin ise %5.25'ini plastik şişelerin oluşturduğu bildirilmiştir (Birkun ve Krivokhizhin, 2005). Sarıkum bölgesinde ise plastik şişelerin oransal miktarı %17.39 olarak bulunmuştur.

Denizde yüzer halde bulunan çöplerin dağılımı oldukça değişkendir ve hızı ve yönü günlük olarak değişen rüzgar ve dalgalardan oldukça etkilenir ve bu parametrelere bağlı olarak dağılımı değişiklik gösterebilir. Bu nedenle yüzen çöplerin durumunun incelendiği çalışmalar bölgesel anlamda bir bölgenin yüzen çöp dağılımı çalışılırken daha sık aralıklarla, bölge hava koşullarına bağlı olarak ve hakim rüzgar ve dalgaların durumu göz önüne alınarak daha kapsamlı gözlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda yüzen çöpler kısmında yapılan değerlendirme sadece yüzen çöplerin bölgede varlıklarının bildirilmesi açısından önem taşımaktadır.

Çalışmanın bölge denizel canlıların deniz çöplerinden etkilenip etkilenmediğinin araştırıldığı kısmında incelenen canlılarda herhangi bir çöp parçasıyla karşılaşılmaamıştır. Yapılan incelemeler genel olarak rastlanan canlılar üzerinde gerçekleştirilmiş olup hedef tür saptanmamıştır. Bölgenin sesil canlıları üzerinde de herhangi bir inceleme yapılmamış oluşu tam olarak bölge canlılarının denizel çöplerden etkilenmiyor kanısının oluşmasını sağlamamaktadır. Bu nedenle bölge canlıları üzerinde denizel çöplerin etkilerinin araştırılmasına yönelik daha geniş kapsamlı ve bölgeyi tam anlamıyla temsil edecek canlı grupları seçilerek çalışılması gerekmektedir. Bu konu bölge için daha ileri araştırmalar gerektiren bir konudur ve bu nedenle sonuçlar bölgenin bu açıdan durumunu ortaya koymamaktadır.

Çalışmanın mikroçöp kirliliğinin irdelendiği ikinci kısmında bölge sahilinin yoğun miktarda mikroçöp kirliliğine maruz kaldığı çalışma sonuçlarıyla kanıtlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerden yola çıkarak Karadeniz bölgesinde karşılaştırma yapılacak herhangi bir çalışma bulunmayışı nedeniyle farklı deniz ve okyanuslarda yapılan çalışmalarla kıyaslanmıştır.

Çalışma sonucunda 1-5 mm arasındaki mikroplastik miktarı 11.6 ± 5.6 adet/kg, 1 mm'den küçük mikroplastik miktarı ise 29 ± 8.5 adet/kg olarak bulunmuştur. Yeni Zelanda kıyısındaki mikroplastik miktarının incelendiği çalışma (Clunies-Ross vd., 2016- 21.2 ± 16.5 adet/kg) ile kıyaslandığında Sarıkum bölgesindeki mikroçöp miktarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Hidalgo-Ruz ve Thiel (2013) Şili kıyılarındaki 6 sahilin 1 mm'den büyük mikroplastik miktarını ortalama 27 adet/ m^2 olarak bildirirken Easter Adasındaki miktarı 800 adet/ m^2 olarak bildirmişlerdir. Aynı boy aralığındaki mikroplastikler Zurcher (2009) tarafında Hong Kong'da ise ortalama 284 adet/ m^2 olarak bulunmuştur. Sarıkum sahilindeki 1-5 mm arasındaki mikroplastik bolluğu ise 659.2 adet/ m^2 olarak bulunmuştur. Güney Kore'deki 1-5 mm arasındaki mikroplastik varlığı Mayıs ayında 8205 adet/ m^2 Eylül ayında ise 27606 adet/ m^2 olarak bildirilmiştir (Lee vd., 2013). Bu sonuçlar Sarıkum sahilin Şili sahilinden yaklaşık 24 kat fazla mikroplastik bulunurken sonuçların Easter adasından daha düşük olduğu, Hong Kong ile kıyaslandığında ise mikroplastik miktarının Sarıkum sahilinde 2 kattan fazla mikroplastik bulunduğu görülmektedir. Güney Kore'deki sonuçlar ise Sarıkum sahilinden oldukça yüksek çıkmıştır.

Sarıkum sahilinin plastik tipleri arasındaki en yoğun kirletici tipleri polistiren parçalar olup bu oran 1-5 mm arasındaki mikroplastiklerde %58.7 olarak bulunurken 1 mm'den küçük plastik parçalarda bu oran %13.7 olarak bulunmuştur. Fok ve Cehung, (2015) Hong Kong kıyısında bu plastik tipinin oransal dağılımını %92 bulurken aynı çalışmada diğer plastik tipleri olan plastik parçaları %5, peletleri % 3 oranında bulmuşlardır. Bu sonuçlar Sarıkum sahilinde ise 1-5 mm için plastik parçalar %33.9, peletler %4.2 oranında, 1 mm'den küçük mikroplastikler için ise plastik parça oranı %29.47 olarak bulunmuştur.

Kanada'da 10 g sedimanda 20 ile 80 arasında plastik lif bulunurken (Mathalon ve Hill, 2014) Sarıkum bölgesinde bu değer 1-5 mm arasındaki mikroplastiklerde oldukça düşük miktarda bulunmuştur. Araştırma bölgesinde 10 gramda 1 mm'den küçük mikroplastik miktarı 0.06 adet olarak bulunmuştur. 1-5 mm arasında plastik lif bulunmayışının nedeni plastik liflerin 1 mm göz açıklığındaki elek altına geçmesine bağlanabilirken 1 mm'den küçük mikroplastikler de bu durum plastik lif kaynaklarının asıl kaynakları olan atıksu deşarj noktalarına ve yerleşim alanlarına uzaklığa bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar en sık rastlanan plastik tipinin polistiren parçalar (FTIR-Spektrum çekimi ile doğrulanmıştır) olduğunu göstermiştir. Polistiren parçalar paketlenmeden yalıtıma birçok alanda kullanıma sahip bir materyal oluşu denizel ortama atık olarak girişini arttırmaktadır. Bölgede sık rastlanan polistiren parçalar yoğun olarak kullanılan köpük kutular ve izolasyon malzemelerinden orijin almaktadır. Köpük kutular muhafaza ve taşıma kabı olarak bölgede balıkçılar tarafından yoğun miktarda kullanılmaktadır ve polistiren parçalara özellikle balıkçılık sezonunun yoğun olarak yapıldığı mevsimlerde yüksek miktarda rastlanmıştır. Bu kirletici tipinin yoğun miktarda bulunuşu denizel ortama bu kutuların kontrolsüz bir şekilde bırakılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sahil sedimanındaki mikroplastiklerin en yoğun rastlanan ikinci tipini sert plastik parçalar oluşturmaktadır. Bu parçalar denizel ortama giren büyük plastiklerin rüzgar, dalga güneş ışığı vs. gibi fiziksel sürece maruz kalması ve parçalanmasının sonucudur. FTIR spektrum çekimlerinde sert plastik parçalardan gönderilen örneklerde bu parçaların polimer tiplerinin polipropilen ve polietilen olduğu görülmüştür. Polipropilen sigara ambalajı gibi ambalaj malzemesi olarak kullanılmasının yanı sıra

sterilize edilebilen sağlık malzemesi, boru, profil, ince levha, balık ağı, halat, çuval ve çeşitli ev eşyası gibi ürünlerin yapımında da kullanılmaktadır. Polietilen ise en çok tüketilen plastik türüdür. Plastik şişelerin, örtülerin, filmlerin ve ambalaj malzemesinin büyük bir çoğunluğu bu plastikten yapılır. Çalışma bölgesinin büyük oranda kirleticileri olan bu polimer tipleri plastik şişelerden çeşitli ambalaj atıklarına deniz ortamında var olan büyük plastik parçaların parçalanması sonucunda denizel ortamda varlıklarını devam ettirmelerinin bir ürünüdür.

Sahil sedimanında var olan plastik tiplerinden olan poliüretan köpükler (FTIR-Spektrum ekimi ile doğrulanmıştır) yalıtım ve dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bölge sahilinde hem makro hem de mikroçöp bulguları poliüretan köpüklerin bölgenin kirleticilerinden biri olduğunu göstermektedir. Makroplerin kullanım açısından değerlendirilmesinde yapı materyalleri grubu altında değerlendirilen bu materyal grubunun parçalanması sonucunda mikro düzeydeki poliüretan parçaların kaynaklarının oluşturmaktadır.

Var olan bir diğer mikroplastik tipi olan plastik lifler sentetik giysilerden halat ve ip parçalarına birçok lifli plastik ürünün denizel ortama girişinden kaynaklanmaktadır. Bölgede rastlanan plastik liflerin kaynağının balıkçılıkta kullanılan halat vb. materyallerden, kanalizasyon ve atık sularla denizel ortama karışan giysi liflerine kadar birçok alandan kaynaklandığı düşünülebilir. Plastik liflerin yoğunluğunun düşük oluşuna bağlı olarak, bu kirletici tipinin kilometrelerce sürüklenerek atıksu deşarj noktalarından örnekleme bölgesine ulaşmış olabileceği gibi bölgede yrtlen balıkçılık faaliyetleri sırasında kullanılan halat, ağ ve misina gibi plastik materyallerden de orijin almış olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın deniz tabanındaki mikroçöp miktarının araştırıldığı kısmında Sarıkum bölgesi deniz tabanındaki ortalama mikroçöp miktarı ortalama 0.0366 ± 0.0107 adet/ml ve 0.0209 ± 0.0060 adet/g olarak bulunmuştur. Çalışma sonuçlarını diğer çalışmalarla kıyaslanması açısından kg'daki mikroçöp miktarı 20.9 ± 6.0 adet/kg olarak hesaplanıp bu birim üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Claessens vd., (2011) Belçika kıyılarındaki mikroçöp miktarını inceledikleri çalışmalarında mikroçöp miktarını liman, açık deniz ve sahil için sırasıyla 166.7 ± 92.1 parçacık/kg kuru sediman, 97.2 ± 18.6 parçacık/kg kuru sediman ve 92.8 ± 37.2 parçacık/kg kuru sediman olarak bulmuşlardır. Çalışma sonuçları liman bölgesinde yoğun miktarda mikroçöp miktarı bulunduğunu

gösterirken Sarıkum bölgesinden daha yüksek miktarda parçacık bulunduğu gözlenmiştir.

Akdeniz Bölgesinde Venice Lagünü'nde yapılan bir başka çalışmada 1 mm den küçük boyutlardaki mikroçöp miktarının toplam 2175-672 mikroçöp/kg arasında değiştiği saptanmış olup (Vianello vd., 2013), Sarıkum bölgesinde bu değer 15.2 mikroçöp/kg olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan bölge deniz tabanının mikroçöp kirliliğini açısından lagünden daha temiz olduğu görülmektedir. Bu durum Venice lagünü ile karşılaştırıldığında bölgenin yerleşim alanlarından uzaklığına bağlı olarak etkilenme durumunun azlığıyla açıklanabileceği gibi plastik partiküllerin deniz suyunun yoğunluğundan daha düşük oluşuna bağlı olarak deniz suyunda daha yoğun miktarda bulunuşuyla ilişkilendirilebilir. En sık rastlanan boy grupları Lagünde 30-500 µm arasında bulunmuş olup Sarıkum bölgesinde en sık rastlanan boy grubu 1 mm'den büyük parçalar olurken bunu 1mm ile 500 µm arasındaki boy grubu izlemiş ve 500 µm'den küçük parçalar en az rastlanan grup olmuştur.

Vianello vd. (2013)'nin Belçika kıyılarında deniz tabanındaki mikroçöplerin plastik tiplerine göre gruplandırılmasında plastik lifler en yüksek rastlanan grup olmuştur (%59) bu oran Sarıkum bölgesiyle (%60.24) oldukça benzerdir bir diğer grup olan plastik parçalar ise aynı bölgede %25 oranında bulunurken Sarıkum bölgesinde bu grup %19.88 olarak bulunmuştur. Deniz tabanı mikroçöplerinin incelendiği bu kısımda Sarıkum bölgesinde rastlanan çöplerin oransal dağılımını Belçika kıyılarında yapılan bu çalışma ile oldukça benzer olduğu görülmektedir.

Bölge deniz tabanında mikroçöp varlığı elde edilen sonuçlarla kanıtlanmış olup araştırma bölgesinin bu kısmında mikroçöplerin oluşturduğu tehlike göz ardı edilemez. Deniz tabanından beslenen canlılar tarafından bu çöplerin besin sanılarak tüketimiyle mikroçöpler bölge canlıları üzerinde oluşturduğu tehdidin yanı sıra plastiklerin yapısında bulunan ve plastiklere üretim sırasında eklenen katlı maddelerinden kaynaklanan toksisite durumu da deniz tabanında mikroçöplerin neden olabileceği olumsuz etkiler olarak ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 5.3. Su yüzeyindeki mikroçöp miktarları

Bölge	adet/m ²	adet/m ³	adet/km ²	Kaynak
Karadeniz Türkiye	0.656± 0.553	2.6674±2.3248	656,000	Mevcut çalışma
Karadeniz Türkiye	-	1.2x10 ³ ±1.1x10 ³ 0.6x10 ³ ±0.55x10 ³	-	Aytan vd., 2016
Akdeniz İspanya	0.034±0.032 0.176±0.278	-	-	Gago vd., 2015
Akdeniz	0.116	-	-	Collignon vd., 2012
Güney Pasifik	-	-	26,898	Eriksen vd., 2013
Doğu Asya Japonya	-	-	1,720,000	Isobe vd., 2013

Araştırma bölgesinde deniz suyunda mikroçöp bulunuşunun araştırıldığı kısımda su yüzeyinde ve su kolonunda mikroçöplerin varlığı kaydedilmiş olup diğer çalışmalara oranla (Lattin vd., 2004; Frias vd., 2014; Lucia vd., 2014) yoğun miktarda bulunuşu gözlenmiştir (Çizelge 4.3). Kuzeydoğu İspanya’da su yüzeyindeki mikroçöplerin ortalama miktarı 2013 ve 2014 yıllarında sırasıyla 0.034±0.032 ve 0.176±0.278 plastik mikroçöp/m² olarak bulunurken (Gago vd., 2015) Sarıkum bölgesinde ise ortalama mikroçöp miktarı 0.656± 0.553 adet/m² olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar araştırma bölgesinde su yüzeyindeki mikroçöp kirliliğinin yaklaşık 4 kat daha yüksek olduğunu göstermektedir. Kuzey batı Akdeniz’deki mikroçöp yoğunluğu ortalama 0.116 mikroçöp/m² olarak bildirilmiş olup (Collignon vd., 2012) bu değerin Sarıkum bölgesinde ise 6 katından daha fazla olduğu görülmektedir.

Sarıkum bölgesindeki ortalama mikroplastik miktarı (656,000 parça/km²) Güney Pasifikten (Eriksen vd., 2013- 26,898 parça/km²) yaklaşık 24 kat fazla bulunmuştur.

Isobe vd. (2013) Japonya sularındaki mikroplastik miktarını 1,720,000 parça/km² olarak bulmuşlardır çalışma sonuçları km² açısından değerlendirildiğinde Sarıkum bölgesindeki km² deki mikroçöp miktarı 656,000 adettir ve Japonya sularındaki mikroçöp kirliliğiyle bölge kıyaslandığında Sarıkum bölgesindeki mikroçöp miktarının daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Karadeniz’de deniz yüzeyindeki mikroplastik miktarının araştırıldığı ilk çalışma Aytan vd. (2016) tarafından yayınlanmış olup çalışmada Kasım ve Şubat aylarında

yapılan örnekleme sonucunda su yüzeyindeki mikroçöp miktarı Kasım ve Şubat ayları için sırasıyla ortalama $1.2 \times 10^3 (\pm 1.1 \times 10^3)$ ve $0.6 \times 10^3 (\pm 0.55 \times 10^3)$ adet/m³ olarak bulunmuştur. Bu durum Doğu Karadeniz’de çalışma yapılan bölgelerdeki mikroçöp yoğunluğunun Sarıkum bölgesinden (2.6674 ± 2.3248 adet/ m³) çok daha yüksek olduğunu göstermektedir. Çalışmada aylar arasında yapılan kıyaslamada kıyısal bölgelerdeki mikroçöp yoğunluğu benzer bulunurken açık denizdeki mikroçöp yoğunluğu Sonbaharda yüksek çıkmıştır. Sarıkum bölgesinde Sonbahar örnekleme Kasım ayında ve Kış örnekleme Şubat ayında gerçekleştirilmiştir. Bu aylar arasında mikroçöp miktarları kıyaslandığında Doğu Karadeniz’de Aytan vd. (2016)’nin bulunduğu gibi Kasım ayın mikroçöp miktarı Şubat ayınla oranla daha yüksek çıkmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerden mikroçöp tiplerinin gruplandırılması sonucunda en yüksek orana sahip grup diğerleri olmuştur. Bu grubun fazla oluşunun nedeni tekne boya parçalarının bu grup içerisinde yer almasından kaynaklanmaktadır benzer şekilde deniz yüzeyinde yüksek oranda tekne boyaları Chae vd. (2015) tarafından Güney Kore sularında rapor edilirken Aytan vd. (2016) tarafından Doğu Karadeniz’de bu durumdan bahsedilmemiştir.

Sarıkum bölgesinde deniz yüzeyinde var olan mikroçöplerin %29.73’ünü plastik lifler oluşturmuştur bu durum Doğu Karadeniz’de %49.4 olarak bulunmuş olup (Aytan vd., 2016) Sarıkum lagününde plastik liflerin tüm mikroçöpler içerisindeki oranı Doğu Karadeniz’e oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Aynı çalışmada plastik parçacıkların oranı %20 olarak bulunurken Sarıkum bölgesinde ise bu oran %10.07 olarak bulunmuştur. Bunların dışında Sarıkum bölgesinde yüzer halde polistiren ve naylon parçalara da rastlanmıştır.

Deniz suyundaki mikroçöplerin araştırıldığı diğer bölüm olan su kolonunda da mikroçöp varlığı çalışma sonuçlarıyla kanıtlanmış olup bu bölgede de su yüzeyinde olduğu en yoğun kirletici tipi tekne boyalarının artıkları olup bunları aynı şekilde plastik lifler, sert plastikler ve naylon parçaları izlemiştir. Bu bölgede polistiren parçalara rastlanmamış olup bu durum polistiren köpük parçaların yüzme özelliğinden dolayı suyun yüzeyinde bulunmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Su kolonunda yapılan örneklemelelerde açıktan kıyıya doğru mikroçöp miktarında bir artış gözlenmiştir. Bu durum kıyısal bölgelerin dalga ve rüzgar etkisiyle karışımı ve su yüzeyinde bulunan

mikroçöplerin bu karışıma bağlı olarak su yüzeyinden kolona inmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Su kolonu ve su yüzeyinde rastlanan mikroçöplerin büyük çoğunluğunu tekne ve gemilerden kaynaklı boya artıklarının oluşturduğu gözlenmiştir. Araştırma sahası Sinop bölgesi balıkçılık faaliyetlerinin yoğun olduğu balıkçılık noktalarından biridir. Bölgede var olan farklı renklerde boya kalıntıları deniz suyunun büyük oranda kirleticileri olmuşlardır. Buradan yola çıkarak denizel ortamda yüzer halde bulunan mikroçöplerin büyük oranda deniz kökenli kaynaklardan orijin aldığı gözlenmektedir.

Lattin vd. (2004) su kolonu ve su yüzeyindeki mikroçöplerin fırtına öncesinde ve fırtına sonrasındaki durumunu inceledikleri çalışmalarında su kolonu, su yüzeyin ve tabandaki mikroçöp miktarının fırtına öncesi ve sonrasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu kapsam da yapılan örneklemelemlerde su kolonunda ve su yüzeyindeki mikroçöplerin miktarındaki ve dağılımındaki mevsimsel farklılıkların değişkenliği bölgedeki hava koşullarına bağlanabilir. Su yüzeyi ve su kolonundaki mikroçöplerin miktarı ve dağılımının incelenmesinde mevsimsel olarak yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak araştırma bölgesinde su yüzeyi ve su kolonunda mikroçöp varlığı bildirilmiş olmaktadır. Fakat çalışmanın bu bölümünde elde edilen sonuçlar bölgedeki kirlilik durumunu göz önüne serse de mikroçöplerin dağılımının incelenmesinde daha sık aralıklarla ve bölgenin hava koşulları göz önüne alınarak örneklem noktalarının seçilip örnekleme zamanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Deniz suyundaki mikroçöplerin bölgenin hava koşulları, akıntı durumu ve dalgalar gibi fiziksel parametrelerden etkilenme durumu göz önüne alındığında örnekleme zamanlamalarının ve sıklıklarının önemi gözler önüne serilmektedir.

Özellikle sonbahar mevsiminde yoğun miktarda hem deniz yüzeyinde hem de sahil sedimanında zift kalıntılarına rastlanmıştır. Bölgede bulunan bu kalıntıların denizcilikten kaynaklı petrol ürünleri olduğu ve denizel ortama gemicilik ve balıkçılık faaliyetleri sonucunda karıştığı düşünülmektedir. Bu kirlilik tipinin en yüksek miktarda Sonbahar mevsiminde bulunuşu ise balıkçılık faaliyetlerinin en fazla Eylül, Ekim ve Kasım aylarında oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Renklere göre yapılan sınıflandırmalarda ise en yoğun rastlanan renk grubu beyaz olmuştur. Bu renk grubu polistiren parçalardan sert plastik parçalara en sık

rastlanan mikroplastiklerin rengini oluşturmaktadır. Bu nedenle en yoğun beyaz renk grubu bulunmuştur.

Mikroplastiklerin araştırıldığı kısımda diğer kategorisi içerisinde değerlendirilen metalik gri renkte ve materyali tanımlanamayan parçalar sahil sedimanından deniz yüzeyine ve deniz tabanına kadar incelenen tüm bölgelerde bulunmuştur.

Bölgede mikroçöplerin varlığının araştırılması sonucunda elde edilen veriler Karadeniz bölgesi için öncü olma niteliğinde olup elde edilen sonuçlar mikroçöplerin sahilden, deniz tabanına ve deniz suyuna kadar, araştırma bölgesinde seçilen her istasyonda ve araştırma yapılan her mevsimde bu kirletici tipine rastlanmıştır. Bölgede deniz tabanında ve sahil sedimanında konu hakkında henüz herhangi bir çalışma yapılmamış olup deniz suyundaki mikroçöp varlığı ise henüz yayınlanmış bir çalışma ile Doğu Karadeniz’de bildirilmiştir (Aytan vd., 2016).

Mikroplastiklerin oluşturduğu çevresel tehdit göz önüne alındığında araştırma bölgesinin büyük risk altında olduğu göz ardı edilemeyen bir gerçektir. Denizel ortamdaki mikroplastikler iki kaynaktan orijin almaktadır ve bunların birincisi plastik üretiminde hammadde olarak kullanılan ve pelet olarak adlandırılan parçalar oluşturmaktadır. Araştırma bölgesinde var olan hammadde mikroplastik miktarı ikincil kaynak olan plastiklerin parçalanma ürünlerine oranla oldukça az miktarda bulunmuştur. Bu durum bölgenin yoğun miktarda plastiklerin parçalanma ürünleri ile kirlendiğini göstermektedir. Peletlerin az miktarda bulunuşu ise bölgenin sanayi ve taşıma noktalarına olan uzaklığıyla açıklanabilir.

Denizel ortamda bulunana mikroçöplerin büyük oranda denizel kaynaklardan orijin aldığı gözlenmektedir. En yoğun mikroçöp tipi olarak bulunan tekne boyaları denizel ortamda yeni bir kirletici grubunun ortaya çıktığını göstermektedir. Çalışma sırasında rastlanan katmanlaşmış haldeki tekne boyalarının özellikle süzerek beslenen canlılar üzerinde tehdit oluşturma durumu göz önüne alınması ve daha fazla araştırmalar gerektiren bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Mikroçöplerin değerlendirilmesinde son basamak olan FTIR spektroskopisi ile spektrum çekimi mikroçöpler için bir doğrulama adımı olup yapılan çalışmalarda polimer tiplerinin belirlenmesinde önemlidir. Mikroçöplerin doğada var olan lif vb. yapılar ile karışma olasılığı çok yüksektir ve bu doğrulama adımı özellikle 1 mm boy

sınıfının altındaki mikroçöpler için gereklidir. Yapılan çalışmaların bu analiz ile doğrulanması araştırma bulgularının güvenilirliği açısından önem arz etmektedir. Araştırma sırasında 1-5 mm arasındaki mikroplastiklerin analize gönderilme sebebi analizin yapılabilmesi için gerekli örnek miktarının 1 mm'nin altındaki mikroplastikler tarafından karşılanamamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle analiz için 1-5 mm boy sınıfındaki mikroplastiklerden en sık rastlanan parçaların doğrulanması amacıyla seçilen plastik parçalar analize gönderilmiştir.

Çalışma sırasında karşılaşılan en büyük sorun kullanılan metodoloji ve verilerin değerlendirilmesinde kullanılan farklı yöntemlerdir. Bu nedenle bir bölgedeki kirletici yoğunluğu belirlenirken birden fazla alanda değerlendirmeler yapılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Çalışma sırasında Deniz Strateji Çerçeve Direktifi Deniz Çöpü Teknik Alt Grubu tarafından yayınlanan kılavuzda yer alan yöntemler kullanılmış olup bulguların bu yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalar ile kıyaslanması kolaylık sağlamıştır.

Sonuç olarak deniz çöpleri tüm dünya okyanuslarını etkileyen her yana yayılmış bir kirlilik problemi olarak ortaya çıkmaktadır. Sadece yoğun nüfuslu bölgelerde değil aynı zamanda açık kaynaktan ve insan etkileşiminden çok uzaktaki bölgelere kadar her yerde rastlanmaktadır (UNEP, 2009). Yapılan çalışmanın yanı sıra Karadeniz bölgesinde yapılan diğer çalışmalarda da (Topçu vd., 2013; Iokeamidis vd., 2014; Terzi ve Seyhan, 2013) görülen kirlilik durumu deniz çöplerinin sadece okyanuslarda değil aynı zamanda kapalı denizlerde de büyük bir sorun olduğunu göstermektedir.

Bölgede rastlanan yabancı orijinli çöpler Karadeniz'in akıntı sistemi göz önüne alındığında çöplerin taşınma durumunu ve önemini göz önüne sermektedir. Ayrıca denizel çöplerin canlılar üzerindeki etkileri dünya denizlerinde yapılan çeşitli çalışmalarda bildirilirken bölgede bu konuya yönelik olarak yapılmış çalışmaların yetersizliği de göz önüne alınmalı ve deniz çöplerinin canlılar üzerindeki etkilerini incelemeye yönelik araştırmalar yapılmalıdır.

Yapılan çalışmada materyal tipine göre yapılan sınıflandırmalar plastik çöplerin en yüksek yüzdeye sahip çöp tipi olduğunu göstermektedir. Plastiklerin doğada kaybolma süreleri göz önüne alındığında uzun yıllar boyunca ekosistemdeki varlıkları göz ardı edilemez ayrıca plastiklerin parçalanması sonucu oluşan ya da direkt olarak

sucul ortama giren plastik mikroçöplerin varlığı da araştırılması gereken önemli konular arasında yer almaktadır. Plastik mikroçöplerin besin ağının tabanındaki süzerek beslenenler tarafından tüketildiği bilinmektedir (Boerger vd., 2010; Lusher vd., 2013; Anastasopoulou vd., 2013), üretim sırasında plastiklere eklenenlerin yanı sıra plastiklerin doğadan absorbe ettiği bileşiklerin potansiyel tehlikesi önemli bir risk oluşturmaktadır ve bu plastik parçacıkların sindirimi toksisite tehlikesini de ortaya çıkarmaktadır. Bu parçacıklar besin zinciri üzerinde büyük bir risk oluşturması nedeniyle deniz türleri için tehdit oluşturmaktadır.

Küresel ve bölgesel stratejilerin eksikliği, mevcut uluslararası, bölgesel ve ulusal programların uygulanmasındaki eksiklikler ve yönetmelik ve standartların eksikliği deniz çöpu sorununun devamının başlıca nedenlerindedir (UNEP, 2011).

Kıyusal bölgelerdeki atıkların coğrafi kökeni hakkında bilgi sahip olmak ve böylece çöp kirliliğini azaltmayı amaçlayan eylemlerin uygulanması için düzenli çöp araştırmaları yapmak, yerel hava koşulları ve kıyıların jeomorfolojileri ile ilgili sonuçları analiz etmenin önemi bildirilmiştir. İzleme için mevcut olan farklı ama uyumlu yöntemlerin kıyı şeridi veya deniz alanlarındaki hakim akımların türü gibi bölgesel farklılıkların dikkate alınarak uyarlanmaya ve uyumlaştırmaya ihtiyaç vardır (Galgani vd., 2013).

Sonuç olarak dünya ve ülkemiz denizlerinde yapılan çalışmalarda elde edilen verilerde deniz çöplerinin yoğun miktarda bulunuşu ve Karadeniz’de yapılan çalışmaların yetersizliği göz önüne alındığında konunun daha kapsamlı ve ortak metodoloji kullanılarak araştırmalar yapılması gerekliliğini gözler önüne sermektedir. Yapılan çalışmaların hız kazandığı bu dönemlerde deniz çöplerinin incelenmesine yönelik olarak kullanılan metodolojilerin çeşitlilik göstermesi çöplerin toplanması, miktarı, sınıflandırılması, veri analizi ve deniz çöplerinin değerlendirilmesinde olumsuzluklara yol açabilmektedir. DSÇD Deniz çöpu teknik alt grubu (TSG-ML) tarafından oluşturulmuş kılavuzdaki önerilen yöntemlerin kullanımı deniz çöplerinin değerlendirilmesi için uyumlu bir araç olarak bildirilebilir fakat önerilen yöntemleri içeren daha geniş bölgesel ve ulusal izleme ve değerlendirme programlarının uygulanması bölgesel ve ulusal yasal ve idari araçların geliştirilmesi gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Allsopp, M., Walters, A., Santillo, D., Johnston, P. 2006. Plastic Debris in the World's Oceans. 44 syf.
- Anastasopoulou vd. Anastasopoulou, A., Mytilineou, C., Smith, C.J., Papadopoulou, K.N. 2013. Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Deep-Sea Research I* 74 (2013) 11–13.
- Andrea de Lucia, G., Caliani, I., Marra, S., Camedda, A., Coppa, S., Alcaro, L., Campani, T., Giannetti, M., Coppola, D., Cicero, A.M., Panti, C., Bainsi, M., Guerranti, C., Marsili, L., Massaro, G., Fossi, M.C., Matiddi, M., Amount and distribution of neustonic micro-plastic off the Western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea), *Marine Environmental Research* (2014), doi: 10.1016/j.marenvres.2014.03.017.
- Anton, E., Radu, G., Ţiganov, G., Cristea, M., Nenciu, M. 2013. The Situation Of Marine Litter Collected During Demersal Surveys in 2012 in the Romanian Black Sea Area. *Cercetări Marine* 43:350-357.
- Aydın, C., Güven, O., Salihoğlu, B., Kıdeyş, A.E. 2016. The Influence of Land Use on Coastal Litter: An Approach to Identify Abundance and Sources in the Coastal Area of Cilician Basin, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 16:29 -39.
- Aytan, Ü., Valente, A., Senturk, Y., Usta, R., Esensoy Sahin, F. B., Mazlum, R. E., Agirbas, E. 2016. First evaluation of neustonic microplastics in Black Sea waters. *Marine Environmental Research* 119 (2016) 22-30.
- Battaglia, P. , Pedà, C., Musolino, S., Esposito, V., Andaloro, F., Romeo, T. 2015. Diet and first documented data on plastic ingestion of *Trachinotus ovatus* L. 1758 (Pisces: Carangidae) from the Strait of Messina (central Mediterranean Sea), *Italian Journal of Zoology*, DOI: 10.1080/11250003.2015.1114157.
- Bergman, M., Sandhop, N., Schewe, I., D'Hert, D. 2016. Observations of floating anthropogenic litter in the Barents Sea and Fram Strait, Arctic. *Polar Biology*. 39:3(2016) 553–560.

- Birkun A., Jr., Krivokhizhin S. 2006. Estimated levels of marine litter pollution in the Ukrainian Black Sea and coastal environment. P.33-34 in: Black Sea Ecosystem 2005 and Beyond (Abstracts of the 1st Biannual Sci. Conf. BSC, Istanbul, Turkey, 8-10 May 2006). Istanbul, 220 pp.
- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E. L., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R. C. 2011. Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.*, 45, 9175–9179.
- Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S.L., Moore C. J. 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin* 60:2275–2278.
- BSC, 2007. Marine litter in the Black Sea Region: A review of the problem. Black Sea Commission Publications 2007-1, Istanbul, Türkiye, 148 syf.
- Carman, V. C., Acha, E.M., Maxwell, S. M., Albareda, D., Campagna, C., Mianzan, H. 2014. Young green turtles, *Chelonia mydas*, exposed to plastic in a frontal area of the SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 78:56–62.
- Carpenter, E.J., Smith Jr., K.L., 1972. Plastics on the Sargasso Sea surface. *Science* 175, 1240–1241.
- Carpenter, E.J., Anderson, S.J., Harvey, G.R., Miklas, H.P., Peck, B.B., 1972. Polystyrene spherules in coastal water. *Science* 178, 749–750.
- Cauwenberghe, L. V., Vanreusel, A., Mees, J., Janssen, C.R. 2013. Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution* 182:495-499.
- Chae, D.H., Kim, I.S., S.-K. Kim, Song, Y.K., Shim, W.J. 2015. Abundance and Distribution Characteristics of Microplastics in Surface Seawaters of the Incheon/Kyeonggi Coastal Region. *Arch Environ Contam Toxicol* DOI 10.1007/s00244-015-0173-4.
- Clunies-Ross, P.J., Smith, G.P., Gordon, K.C., Gaw, S. 2016. Synthetic shorelines in New Zealand? Quantification and characterisation of microplastic pollution on

- Canterbury's coastlines, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, DOI: 10.1080/00288330.2015.1132747.
- Codina-García, M., Militão, T., Moreno, J., González-Solís, J. 2013. Plastic debris in Mediterranean seabirds. *Marine Pollution Bulletin*, 77:220–226.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T. S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review *Marine Pollution Bulletin* 62:2588–2597.
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R.M., Moger, J., Galloway, T., 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environ. Science & Technology* 47, 6646– 6655.
- Collignon, A., Hecq, J.H., Glagani, F., Voisin P., Collard, F., Goffart. A. 2012. Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 64:861–864.
- Collignon, A., Hecq, J.H., Galgani, F., Collard, F., Goffart, A. 2014. Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean–Corsica) *Marine Pollution Bulletin* 79 (2014) 293–298.
- Corcoran, P.L., Biesinger, M.C., Meriem, G. 2009. Plastics and beaches: A degrading relationship. *Marine Pollution Bulletin* 58:80–84.
- Derraik, J. G. B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin* 44. 842–852.
- Di Benedetto, A.P.M., Ramos, R.M.A. 2014. Marine Debris Ingestion by Coastal Dolphins: What Drives Differences between Sympatric Species? *Marine Pollution Bulletin*. 83(1): 298–301.
- Eriksen, M., Mason S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H., Amato, S. 2013. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin* 77:177–182.

- Düzgüneş, E., Öztürk, B., Zengin, M. (Eds.). Turkish Fisheries in the Black Sea. Published by Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication number: 40, Istanbul, Türkiye. 548 syf.
- Erüz, C., Liman, Y., Çakır, B., Özşeker, K. 2010. Doğu Karadeniz Kıyılarında Katı Atık Kirliliği. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi 27 Nisan-1 Mayıs 2010, Trabzon. (Ed., L. Balas).
- Erüz, C. 2014. Ecological and Healty Problem of the Black Sea: Litter Pollution.
- Farrell, P., Nelson, K. 2013. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). Environmental Pollution, 177:1-3.
- Fok,L., Cheung P.K. 2015. Hong Kong at the Pearl River Estuary: A hotspot of microplastic pollution Marine Pollution Bulletin 99 (2015) 112–118.
- Frias, J.P.G.L., Otero, V., Sobral, P. 2014. Evidence of microplastics in samples of zooplankton from Portuguese coastal waters. Marine Environmental Research 95 (2014) 89-95.
- Codina-García, M., Militão, T., Moreno, J., González-Solís, J. 2013. Plastic debris in Mediterranean seabirds. Marine Pollution Bulletin 77 (2013) 220–226.
- Gago, J., Lahuerta, F., Antelo, P. (2014) Characteristics (abundance, type and origin) of beach litter on the Galician coast (NW Spain) from 2001 to 2010. Scientia Marina 78(1)
- Gago, J., Henry, M., Galgani, F. 2015. First observation on neustonic plastics in waters off NW Spain (spring 2013 and 2014) Marine Environmental Research 111 (2015) 27-33.
- Gasperia, J., Drisa, R., Bonina, T., Rocherb, V., Tassin, B. 2014. Assessment of floating plastic debris in surface water along the Seine River. Environmental Pollution. 195(2014) 163–166.
- Galgani, F., Fleet,D., van Franeker, J., Katsavenakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., et al. 2010. Marine Strategy Framework Directive Task Group 10 Report Marine litter, JRC Scientific and Technical Report,

ICES/JRC/IFREMER Joint Report (No. 31210–2009/ 2010), Ed. by N. Zampoukas. 57 syf.

Galgani F., Hanke G., Werner S., De Vrees L. 2013. Marine litter within the European Marine Strategy Framework Directive. ICES Journal of Marine Science 70(6):1055–1064.

GESAMP Reports & Studies No. 82 - final: pre-publication copy 2010. Proceedings of the GESAMP International Workshop on microplastic particles as a vector in transporting persistent, bioaccumulating and toxic substances in the oceans. 28-30th June 2010, UNESCO-IOC, Paris. 69 syf.

Gorokhova, E. 2015. Screening for microplastic particles in plankton samples: How to integrate marine litter assessment into existing monitoring programs? Marine Pollution Bulletin 99 (2015) 271–275.

Güneroğlu, A. 2010. Marine litter transportation and composition in the Coastal Southern Black Sea Region. Scientific Research and Essays Vol. 5(3):296-303.

Güven, O., Gülyavuz, H., Deval, M. C. 2013 Benthic Debris Accumulation in Bathyal Grounds in the Antalya Bay, Eastern Mediterranean. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 13: 43-49.

Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., Thiel, M. 2012. Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. Environ. Sci. Technol. 46:3060–3075.

Hidalgo-Ruz, V., Thiel, M. 2013. Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): A study supported by a citizen science project. Marine Environmental Research 87-88 (2013) 12-18.

Ioakeimidis, C., Zeri, C., Kaberi, H., Galatchi, M., Antoniadis, K., Streftaris N., Galgani F., Papathanassiou E., Papatheodorou, G. 2014. A comparative study of marine litter on the seafloor of coastal areas in the Eastern Mediterranean and Black Seas. Marine Pollution Bulletin 99 (2015) 271–275.

- Isoke, A., Uchida, K., Tokai, T., Iwasaki, S. 2015 East Asian seas: A hot spot of pelagic microplastics. *Marine Pollution Bulletin* 101 (2015) 618–623.
- Ivar do Sul, J. A., Costa, M. F., Barletta, M., Cysneiros, F. J. A. 2013. Pelagic microplastics around an archipelago of the Equatorial Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 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 (2014) 352-364.
- Imhof, H.K., Schmid, J., Niessner, R., Ivleva, N.P., Laforsch, C., 2012. A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of aquatic environments. *Limnol. Oceanogr. Methods* 10, 524-537.
- Kuo, F. J., Huang, H. W. 2014. Strategy for mitigation of marine debris: Analysis of sources and composition of marine debris in northern Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*, 83:70–78.
- Koutsodendris, A.,G., Papatheodorou, O., Kougiourouki, M.,Georgiadis. 2008. Benthic marine litter in four Gulfs in Greece, Eastern Mediterranean; abundance, composition and source identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77 (2008) 501-512.
- Laglbauer, B.J.L., Franco-Santos, R.M., Andreu-Cazenave, M., Brunelli, L., Papadatou, M., Palatinus, A., Grego, M., Deprez, T. 2014. Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Marine Pollution Bulletin* 89 (2014) 356–366.
- Laist, D.W. 1987. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment *Marine Pollution Bulletin*, 18 syf. 319–326.
- Hong, S., Lee, J., Kang, D., Choi, H.W., Ko, S.H. 2013. Relationships among them abundances of plastic debris in different size classes on beaches in South Korea. *Marine Pollution Bulletin* 77:349–354.
- Lusher, A.L., McHugh, M., Thompson, R.C. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin* 67:94–99.

- Mason, S.A., Kammin, L., Eriksen, M., Aleid, G., Wilson, S., Box, C., Williamson, N., Riley, A. 2016. Pelagic plastic pollution within the surface waters of Lake Michigan, USA. *Journal of Great Lakes Research*. (Baskıda)
- Mathalon, A., Hill, P. 2014. Microplastic plastik lifs in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. *Marine Pollution Bulletin: Marine Pollution Bulletin* 81 (2014) 69–79.
- Moncheva, S., Stefanova, K., Krastev, A., Apostolov A. Bat, L., Sezgin, M., Sahin, F., Timofte, F. 2016. Marine Litter Quantification in the Black Sea: A Pilot Assessment. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. DOI: 10.4194/1303-2712-v16_1_22
- Moore, C.J., 2008. Synthetic polymers in the marine environment: A rapidly increasing, long-term threat. *Environmental Research* 108.131–139.
- MSFD Technical Subgroup on Marine Litter 2013. *Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 128 s.
- National Oceanographic and Atmosphere Administration. *Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris*, NOAA, Silver Spring, 2008.
- Neves, D., Sobral, P., Pereira, T. 2015. Marine litter in bottom trawls off the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin* 99 (2015) 301–304.
- Nuelle, M.T., Dekiff, J. H., Remy, D., Fries, E. 2014. A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments. *Environmental Pollution* 184: 161-169.
- Official Journal of the European Union. 25.06.2008. DIRECTIVES DIRECTIVE 2008/56/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of

marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). L 164: 19-40.

Official Journal of the European Union. 2.9.2010. COMMISSION DECISION of 1 September 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters. 2010/477/EU, L 232: 14-24.

Özdilek, H. G., Yalçın-Özdilek, Ş., Ozaner, F. S., Sönmez, B. 2006. Impact Of Accumulated Beach Litter On *Chelonia Mydas* L. 1758 (Green Turtle) Hatchlings Of The Samandağ Coast, Hatay, Turkey Fresenius Environmental Bulletin 15(2).

Poeta, G., Battisti, C., Acosta, A.T.R. 2014. Marine litter in Mediterranean sandy littorals: Spatial distribution patterns along central Italy coastal dunes. Marine Pollution Bulletin 89 (2014) 168–173.

Papadopoulou, K-N., Anastasopoulou, A., Mytilineou, Ch., Smith, C.J., Stamouli, C. 2015. Seabed marine litter, comparison of 4 Aegean trawling grounds. 11th Panhellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, Mytilene, Lesvos island, Greece.

Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculator. ICLARM Studies and Reviews, 8. Manila, Philippines, 325 p.

Sá, S., Bastos-Santos, J., Araújo, H., Ferreirai, M., Duro, V., Alves, F., Panta-Ferreira, B., Nicolau, L., Eira, C., Vingada, J. 2016. Spatial distribution of floating marine debris in offshore continental Portuguese waters. Marine Pollution Bulletin 104 (2016) 269–278.

Sanchez, W., Bender, C., Porcher J.M. 2014. Wild gudgeons (*Gobio gobio*) from French rivers are contaminated by microplastics: Preliminary study and first evidence. Environmental Research 128(2014)98–100.

Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V., Lehtiniemi M. 2014. Ingestion and Transfer of Microplastics in the Planktonic Food Web. Environmental Pollution 185, 77-83.

- Lopes da Silva, M., Vieira de Araújo, F., b, Castro, R. O., Sales, A. S. 2015. Spatial–temporal analysis of marine debris on beaches of Niterói, RJ, Brazil: Itaipu and Itacoatiara Marine Pollution Bulletin 92 (2015) 233–236.
- Suaria, G., Melinte-Dobrinescu, M.C., Ion, G., Aliani, S., First observations on the abundance and composition of floating debris in the North-Western Black Sea, *Marine Environmental Research* (2015), doi: 10.1016/j.marenvres.2015.03.011.
- Terzi, Y., Seyhan K. 2013. Seasonal changes in the marine litter in the Eastern Black Sea Region of Turkey. The First International Fisheries Symposium in Northern Cyprus, 24-27 Mart 2013.
- Terzi, Y., Seyhan K. 2013. Seasonal changes in the marine litter in the Eastern Black Sea Region of Turkey. INOC-IIUM- International Conferance on Oceanography and Sustainabe Marine Production: “A Challenge of Managing Marine Resources under Climate Change, ICOSMaP”, Kuantan- Malaysia, 28-30 Ekim 2013.
- Teuten EL, Saquing JM, Knappe DR, Barlaz MA, Jonsson S, Björn A, Rowland SJ, Thompson RC, Galloway TS, Yamashita R, Ochi D, Watanuki Y, Moore C, Viet PH, Tana TS, Prudente M, Boonyatumanond R, Zakaria MP, Akkhavong K, Ogata Y, Hirai H, Iwasa S, Mizukawa K, Hagino Y, Imamura A, Saha M, Takada H. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2009 Jul 27;364(1526):2027-45. doi: 10.1098/rstb.2008.0284.
- Topçu, E. N., Öztürk, B., 2010. Abundance and composition of solid waste materials on the western part of the Turkish Black Sea seabed. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 13(3):301–306.
- Topçu, E. N., Tonay, A. M., Dede, A., Öztürk, A. A., Öztürk, B. 2013. Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast. *Marine Environmental Research* 85:21-28.
- UNEP 2005. *Marine Litter, An Analytical Overview*. United Nations Environment Programme, Nairobi.

- UNEP, 2009. Marine Litter: A Global Challenge. Nairobi: UNEP. 232 syf.
- UNEP, 2011. Assessment of the Status of Marine Litter in the Mediterranean. Athens, 2011.
- Venrick, E.L., Backman, T.W., Bartram, W.C., Platt, C.J., Thornhill, M.S., Yates, R.E. 1972. Man-made Objects on the Surface of the Central North Pacific Ocean. NATURE, Vol. 241. 271.
- Vişne, A., Bat, L. 2015. Deniz Çöplerinin Değerlendirilmesi Üzerine Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi ve Karadeniz'deki Mevcut Durum (Evaluation of Marine Litter on the Marine Strategy Framework Directive and Current Status in the Black Sea). Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research 1(3): 104-115.
- Yılmaz, C. 2005. Sarıkum Gölü (Sinop) Ekosistemi. O.M.Ü. Fen Edeb. Fak., Türkiye Kuvanter Sempozyumu 219-223 s.

EKLER

EK 1: FTIR ANALİZ SONUÇLARI



TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ
KİMYASAL TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

P.K.21, 41470 GEBZE – KOCAELİ
T 0 262 677 20 00 F 0 262 643 04 70
<http://mam.tubitak.gov.tr>

ANALİZ RAPORU

(Endüstriyel Teknik Destek Hizmeti)

Rapor no : 68110102-125.05 606-3031
Rapor tarihi : 9.5.2016
Talep eden : T.C. SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Su Ürünleri Temel Bilimler Bölüm Başkanlığı
Adres : Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölüm
Başkanlığı, 57000 SİNOP
Konusu : FTIR Spektrum Çekimi

Bu raporda yer alan sonuçlar, sadece incelenen numunelere aittir.

Onaylayan

Pınar AYDIN

Kimyasal Teknoloji Enstitüsü
Endüstriyel Hizmetler Sorumlusu



Bu rapor ve sonuçları talepte bulunan kuruluş ve müşterilerince ticaret ve reklam amaçları ile kullanılamaz. Rapor tamamen veya kısmen çoğaltılamaz/yayınlanamaz. Rapor (*) işaretli analizler akredite edilmiştir. İmzasız analiz raporları geçersizdir.

Bu rapor 3 sayfa olup, 2 asıl (1 asıl müşteriye, 1 asıl Enstitü arşivine) olarak hazırlanmıştır.

Sayfa 1/3





Rapor no	: 68110102-125.05- 606-3031		
Talep eden	: T.C. SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI Su Ürünleri Temel Bilimler Bölüm Başkanlığı		
Talep edenin adresi	: Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölüm Başkanlığı, 57000 SINOP		
Örnek	: Katı	Son kullanım tarihi	: -
Örnek sayısı	: 11	Enstitü örnek kayıt no	: 16G/300/01-11
Örneğin getiriliş şekli	: Kargo	Kabul tarihi ve saati	: 31/03/2016
Kabul anındaki durumu	: Ependorf içerisinde	Analiz tarihi	: 06/05/2016
Şahit numune bilgileri	: () Müşteriye iade () Şahit numune mevcut (x) Şahit numune alınmamıştır		
Sonuçlar			
<p>T.C. Su Ürünleri Fakültesi Dekanlığı Su Ürünleri Temel Bilimler Bölüm Başkanlığı (Prof. Dr. Levent BAT)' nın 29/03/2016 tarih, 39489600-604.99-47 sayılı ve "FTIR Spektroskopisi ile Plastik Örneği Analizleri" konulu başvuru yazıları 1999 MAM evrak kayıt numarası ile kayda alınmıştır. Söz konusu yazılarında, TÜBİTAK tarafından desteklenen 115Y002 nolu "Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi Kapsamında Sinop Sarıkum Lagünü Deniz Çöplerinin Durumu: Bir Örnek Çalışma" başlıklı proje kapsamında proje örneklerinden seçilen 11 adet plastik örneğin polimer tiplerinin belirlenmesi amacıyla gönderilen 11 adet numunede istenen polimerik madde cinsinin belirleme çalışması laboratuvarlarımızda Perkin Elmer Spectrum One marka model FTIR (Fourier Transform Infrared) Spektrofotometresi ile gerçekleştirilmiştir. Söz konusu numuneler tek bir bileşenden oluşmamakla birlikte, numunelere ait FTIR spektrumlarının cihaz kütüphanesi ile karşılaştırılması sonucunda numunelerin büyük oranda içerdiği polimerik malzeme cinsi belirlenmiş olup tespit edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir:</p>			
Açıklamalar: FTIR: Fourier Transform Infrared			
Sorumlu İmzalar:			
			
Sicil No: 53593		Sicil No: 53692	
<small>Bu rapor ve sonuçları talepte bulunan kuruluş ve müşterilerince ticaret ve reklam amaçları ile kullanılamaz. Rapor tamamen veya kısmen çoğaltılamaz/yayınlanamaz. Rapor (*) işaretli analizler akredite edilmiştir. İmzasız analiz raporları geçersizdir.</small>			
<small>Bu rapor 3 sayfa olup, 2 asıl (1 asıl müşteriye, 1 asıl Enstitü arşivine) olarak hazırlanmıştır.</small>			<small>Sayfa 2/3</small>

Rapor no : 68110102-125.05- 606-3031

- 1) no' lu numune; polipropilen ve poli(etilen-ko-propilen-ko-dien) karışımı esaslı,
- 2) no' lu numune; polistiren esaslı,
- 3) no' lu numune; polistiren esaslı,
- 4) no' lu numune; poliüretan esaslı* (Karşılaştırılmalı spektrumu eklenmemiştir. Numunenin çözünürlük probleminden dolayı film haline getilememiştir.)
- 5) no' lu numune; polistiren esaslı,
- 6) no' lu numune; polietilen esaslı,
- 7) no' lu numune; propilen-etilen kopolimer esaslı,
- 8) no' lu numune; polipropilen ve parafinik hidrokarbonvaks karışımı esaslı,
- 9) no' lu numune; propilen-etilen kopolimer esaslı,
- 10) no' lu numune; okside edilmiş polietilen vaks esaslı,
- 11) no' lu numune; polipropilen esaslı,

Bilgilerinize sunulur.

Ek: 11 adet FTIR Spektrumu ve 11 adet karşılaştırmalı FTIR Spektrumu

* 3412, 1703 ve 1601 cm^{-1} 'de ki titreşimlerin poliüretan yapısındaki N-H ve C=O gruplarına ait olduğu düşünülmektedir.

Açıklamalar:



Sicil No: 53593

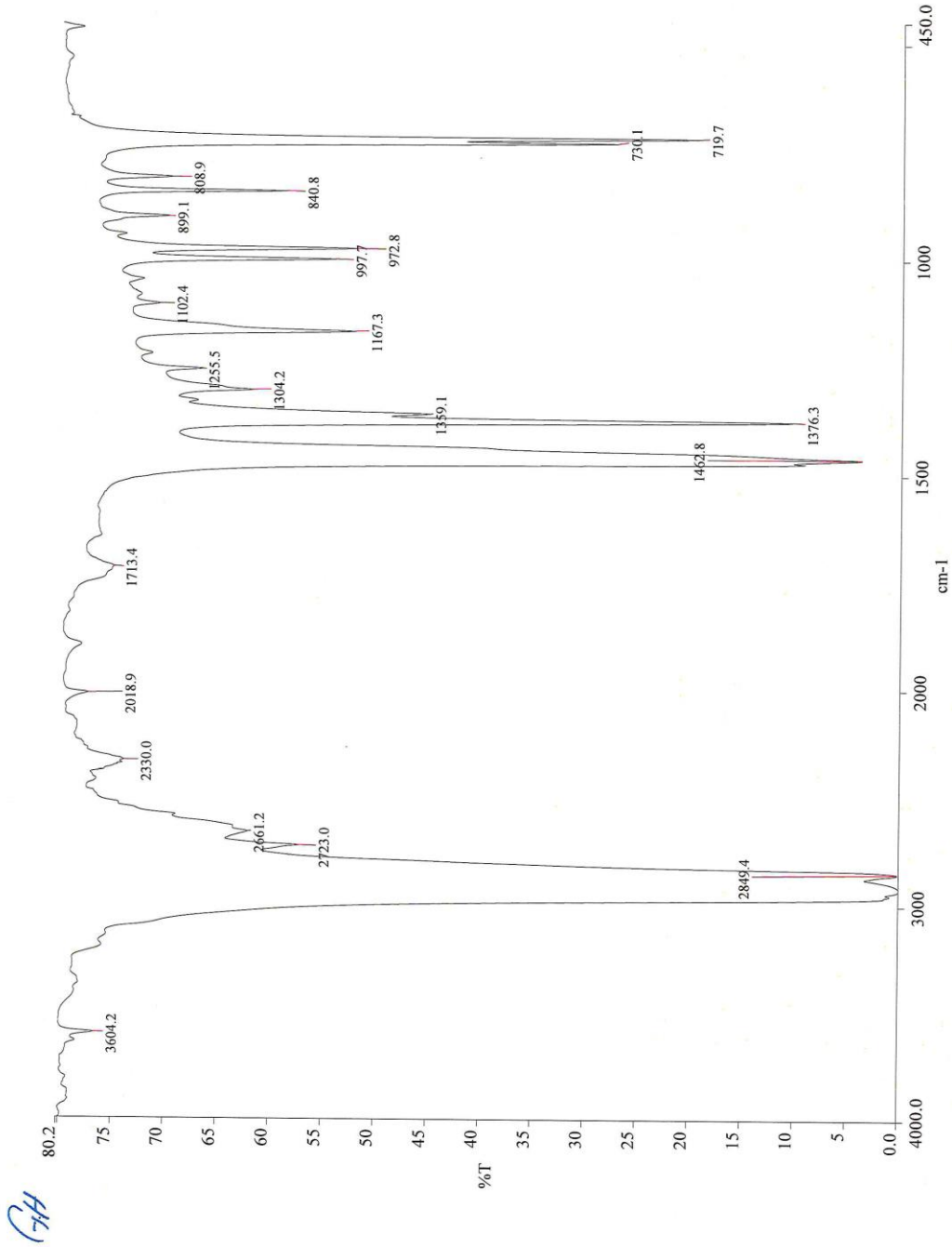


Sicil No: 53692

Bu rapor ve sonuçları talepte bulunan kuruluş ve müşterilerince ticaret ve reklam amaçları ile kullanılamaz. Rapor tamamen veya kısmen çoğaltılamaz/yayınlanamaz. Raporlarda (*) işaretli analizler akredite edilmiştir. İmzasız analiz raporları geçersizdir.

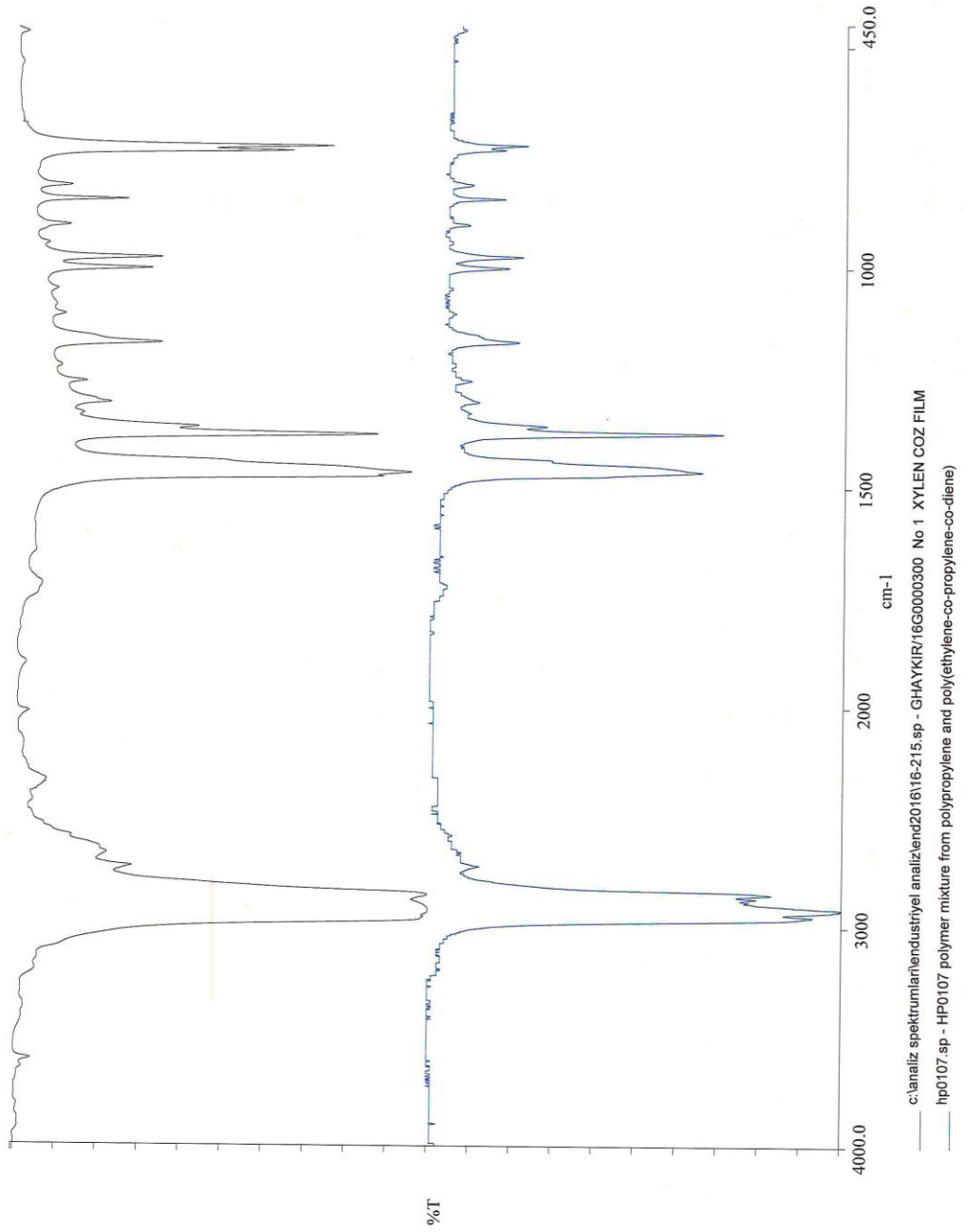
Bu rapor 3 sayfa olup, 2 asıl (1 asıl müşteriye, 1 asıl Enstitü arşivine) olarak hazırlanmıştır.

Sayfa 3/3

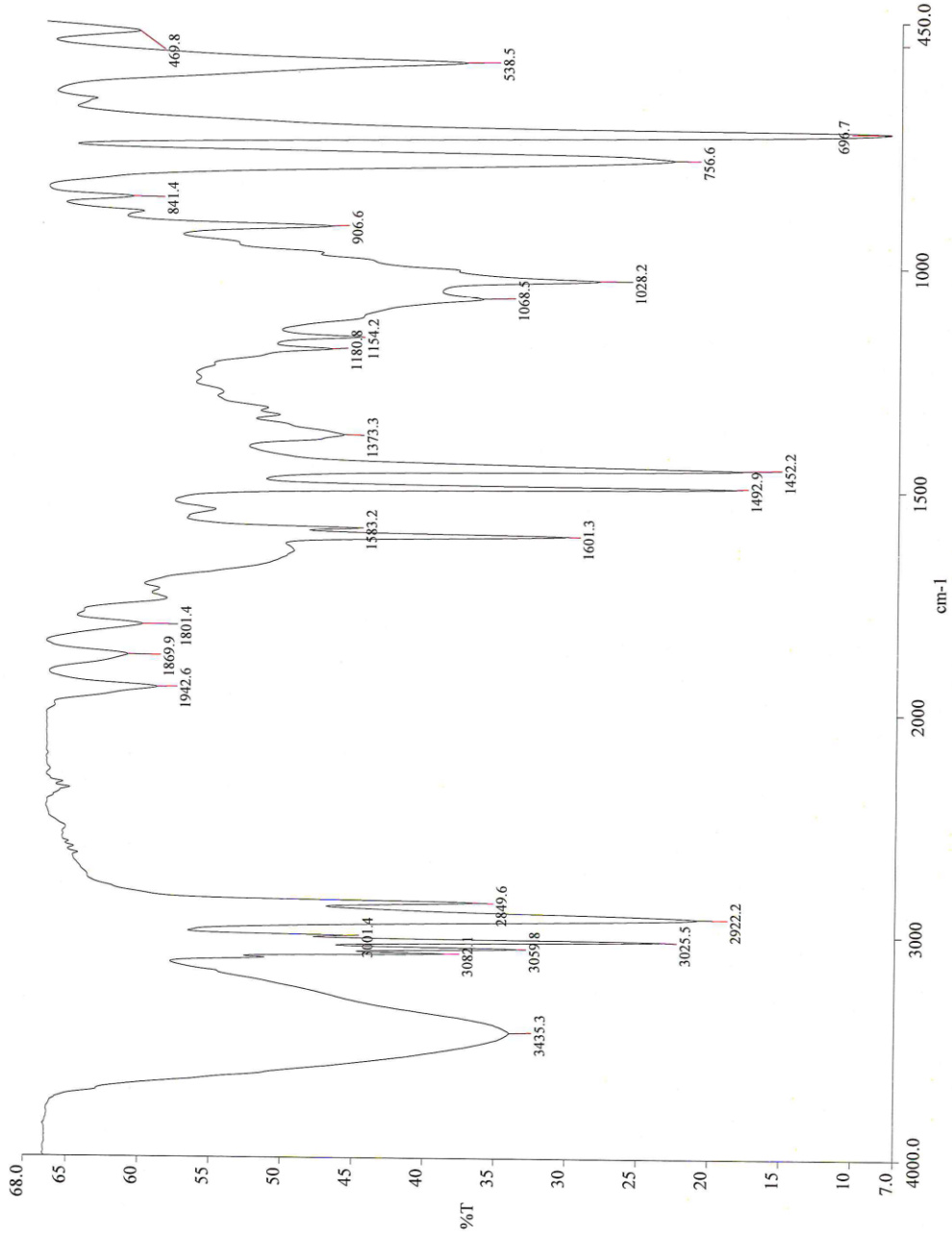


c:\analiz spektrumlar\endustriyel analiz\end2016\16-215.sp - GHAYKIR\16G0000300 No 1 XYLEN COZ FILM

Git

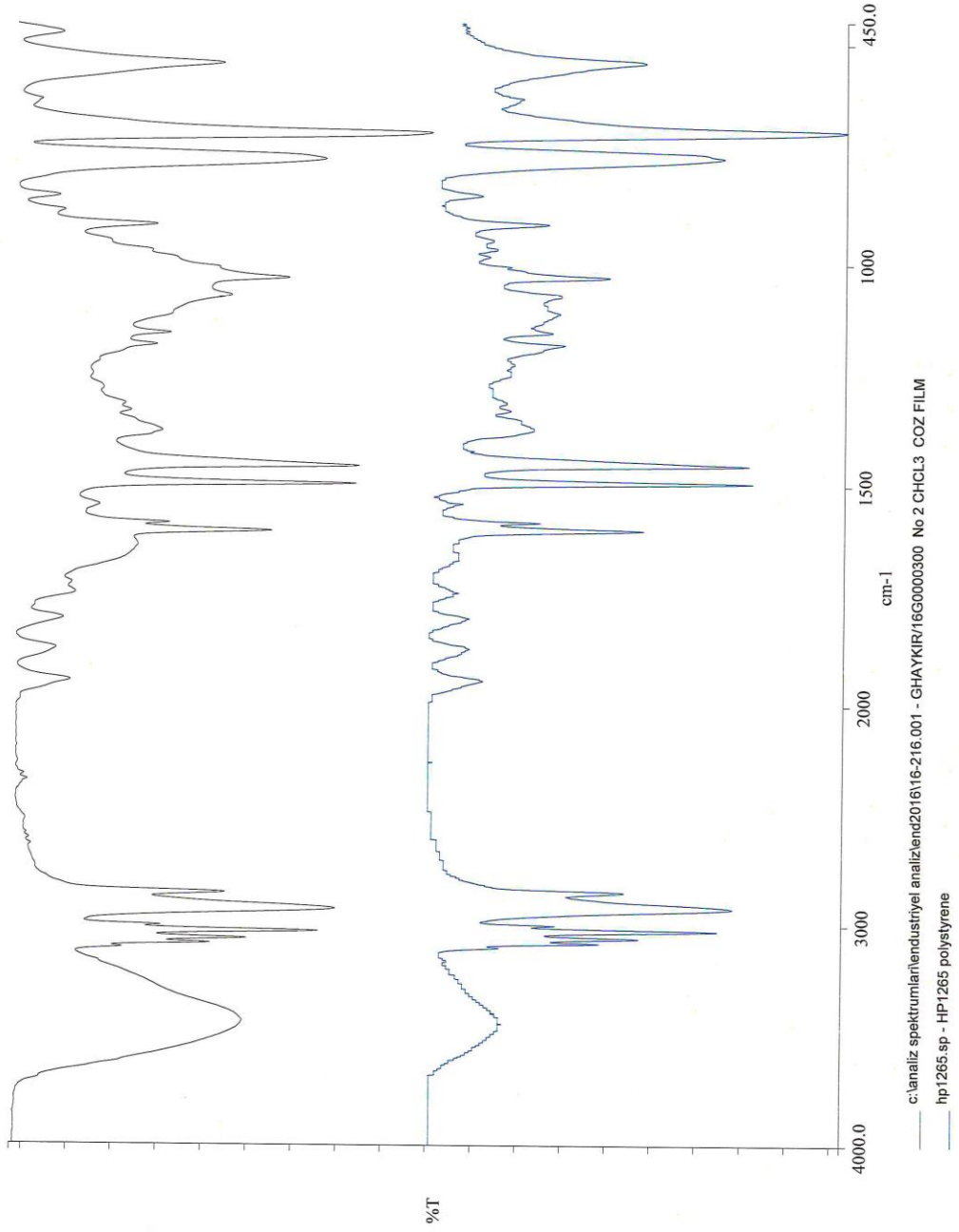


574

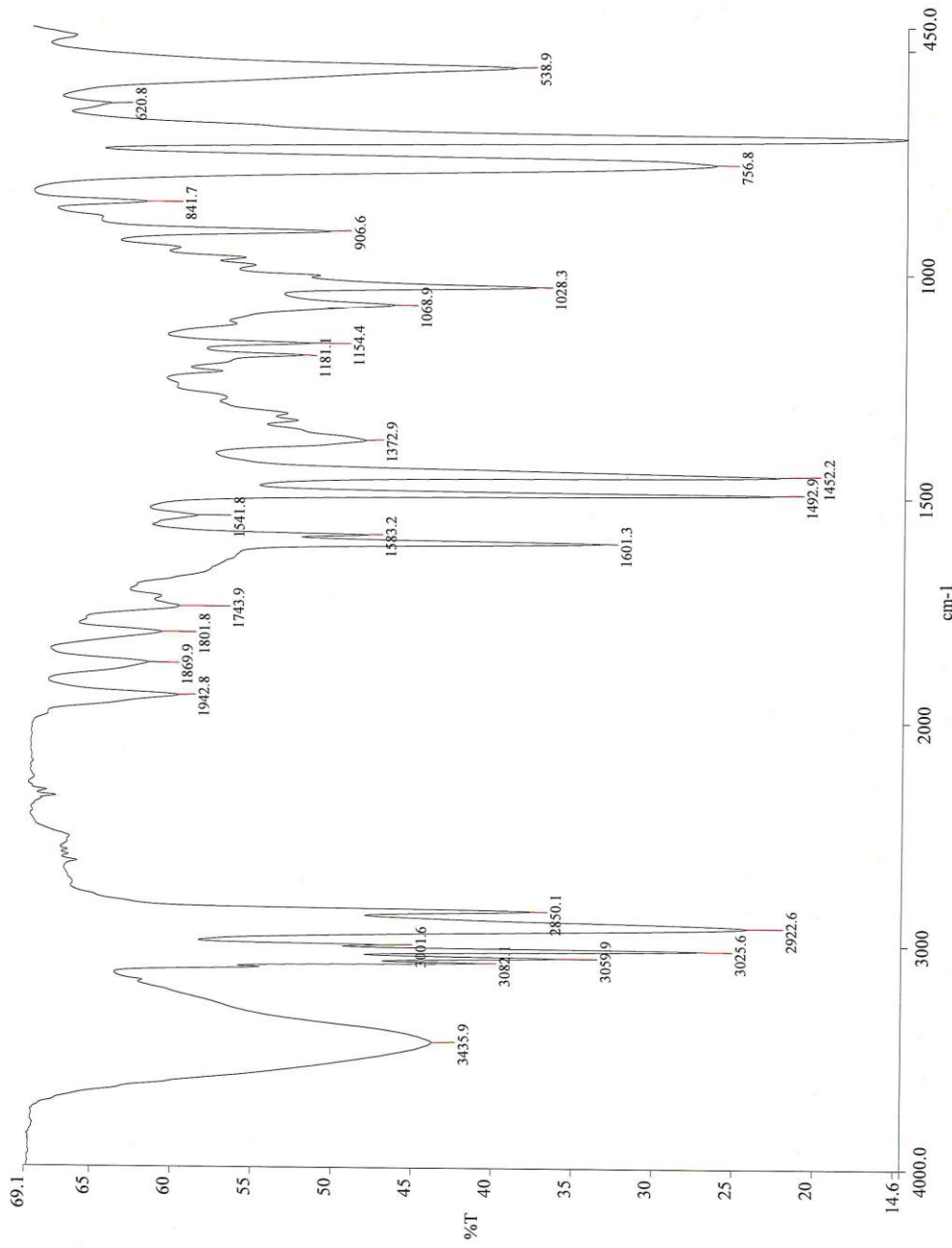


c:\analiz spektrumlanendustriyel analizlend2016\16-2\16.001 - GHAYKIR\16G0000300 No 2 CHCL3 COZ FILM

577

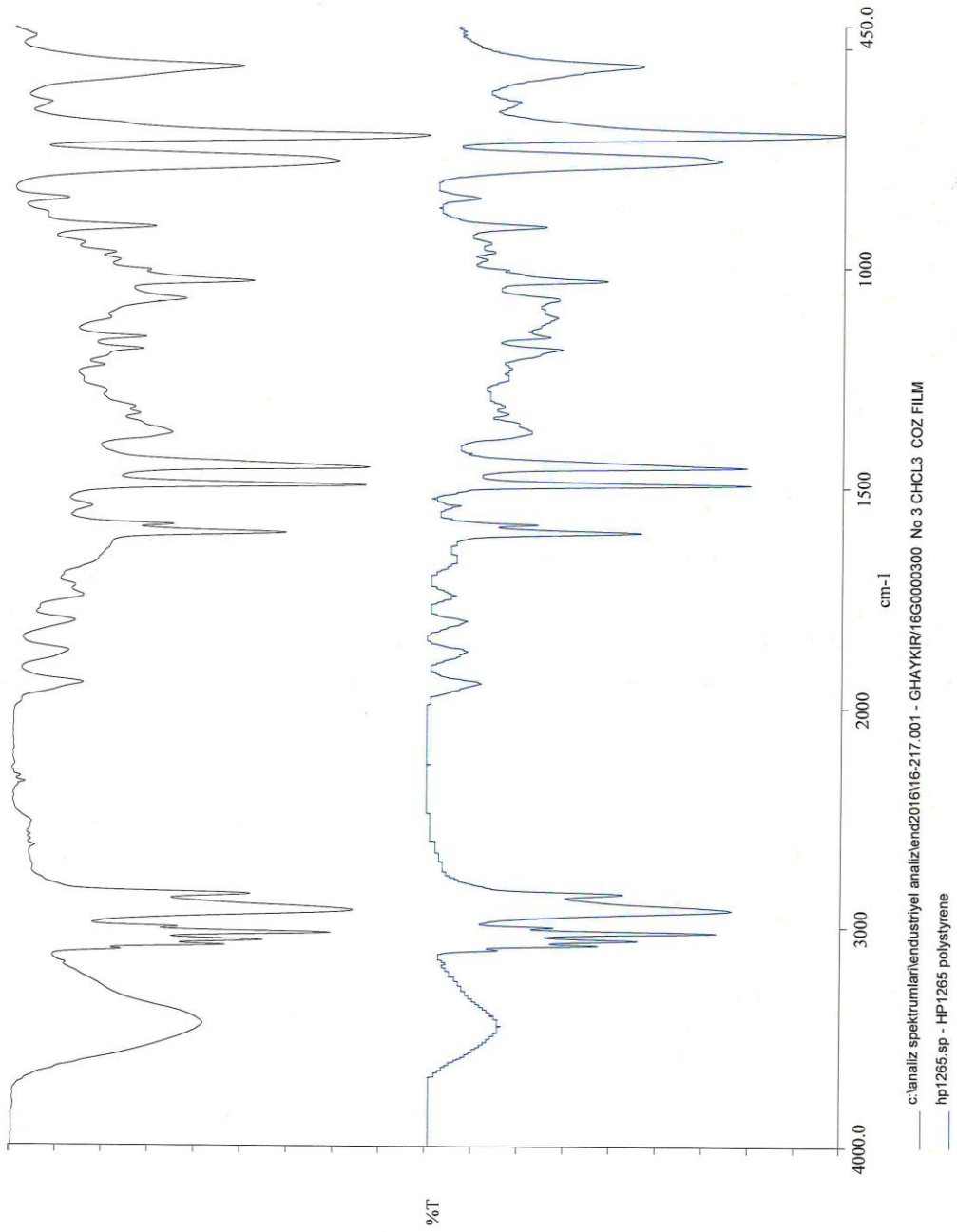


67#

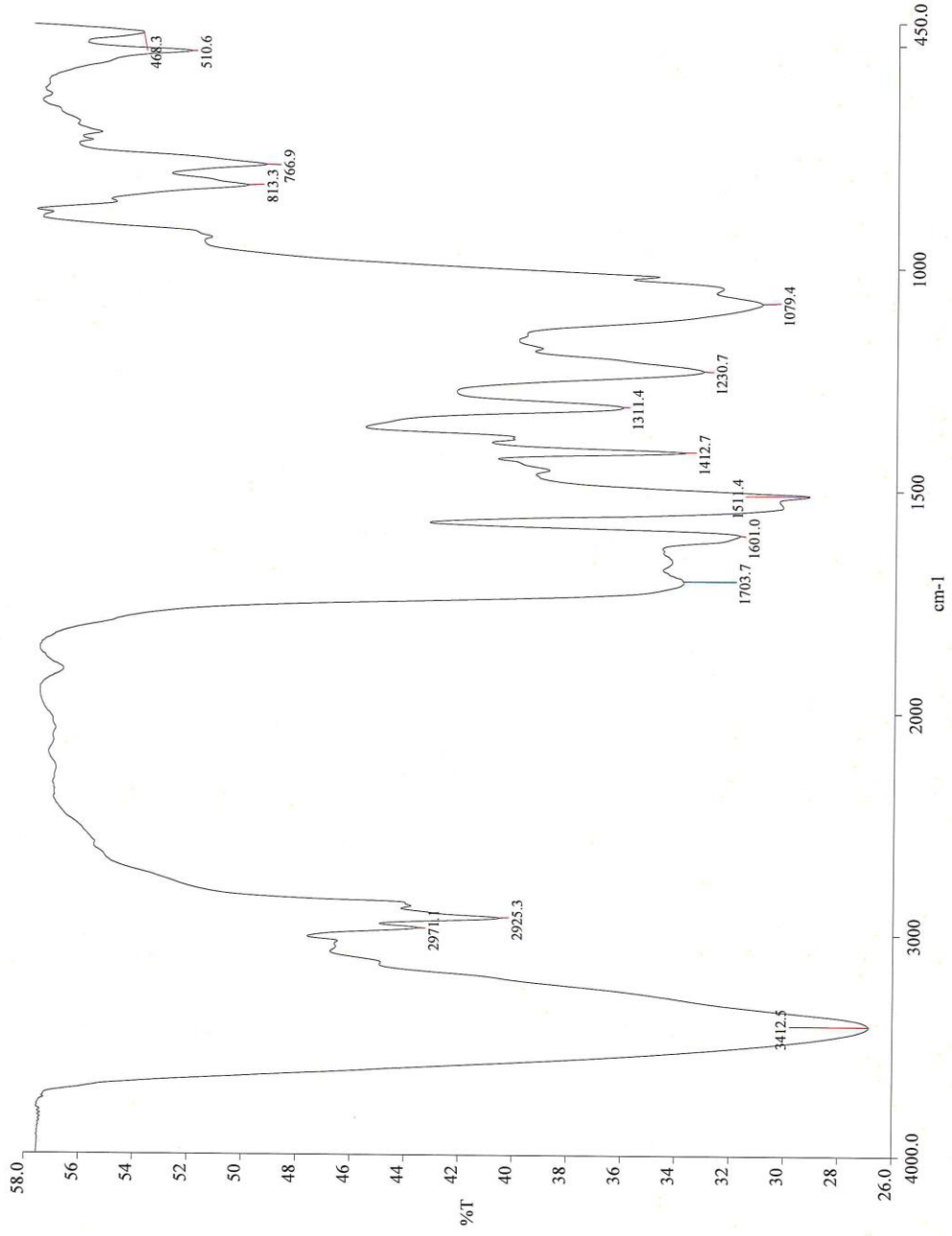


c:\analiz spektrum\industriyel analiz\end2016\16-217.001 - GHAYKIR\16G0000300 No 3 CHCL3 COZ FILM

577

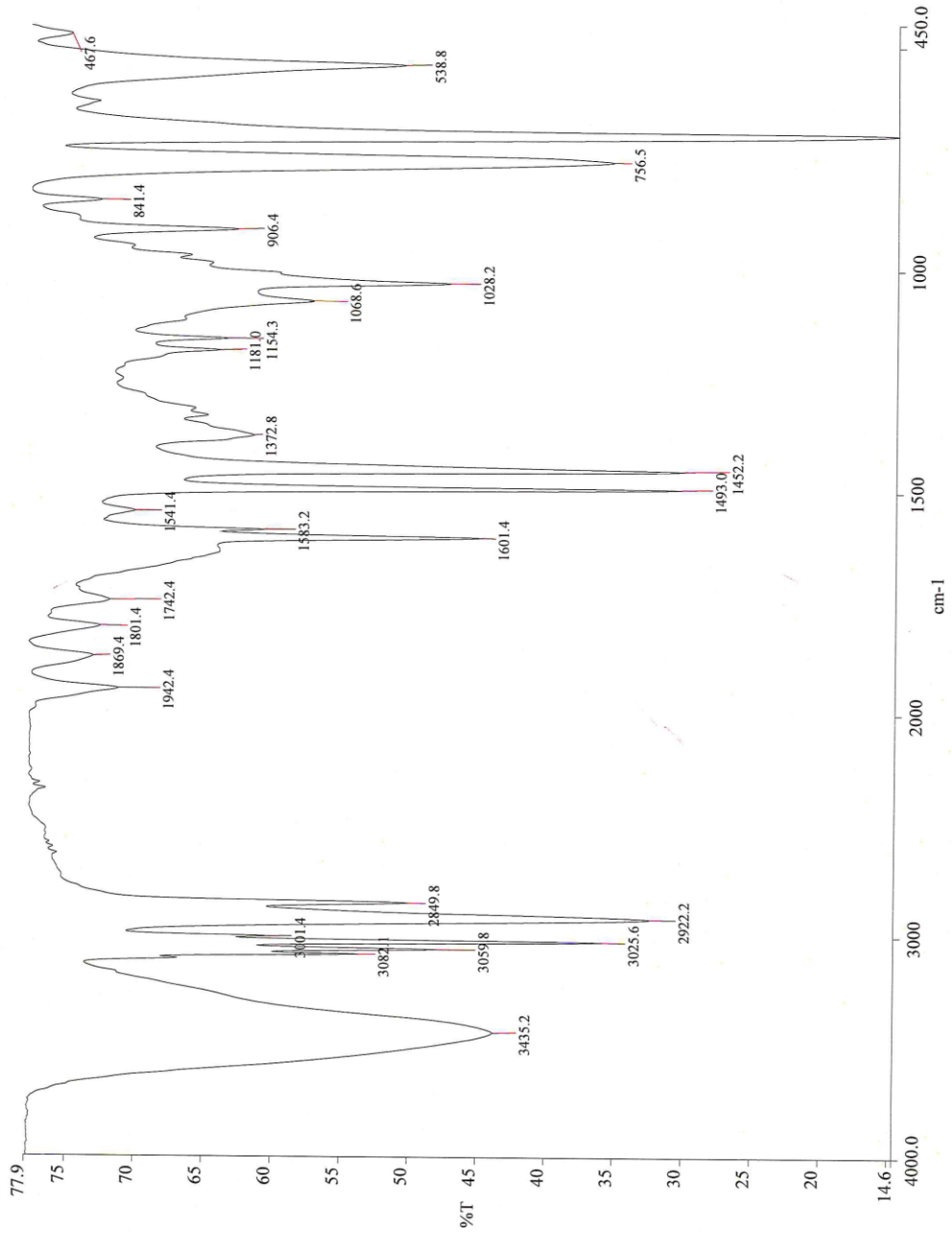


77



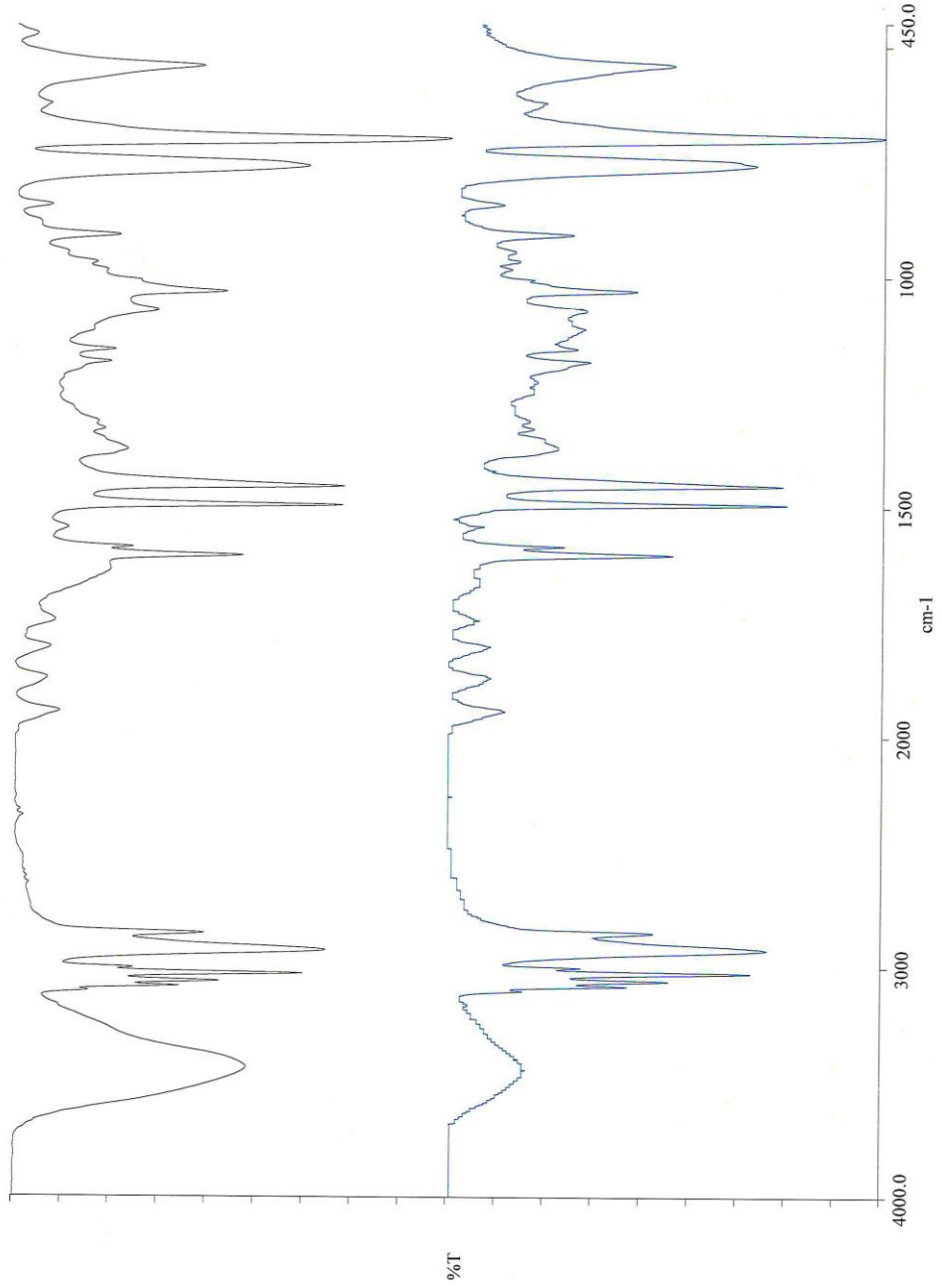
c:\analiz spektrumlan\endustriyel analiz\end2016\16-218-1.sp - GHAYKIR\16G0000300 4 Nolu num direct KBr

77#

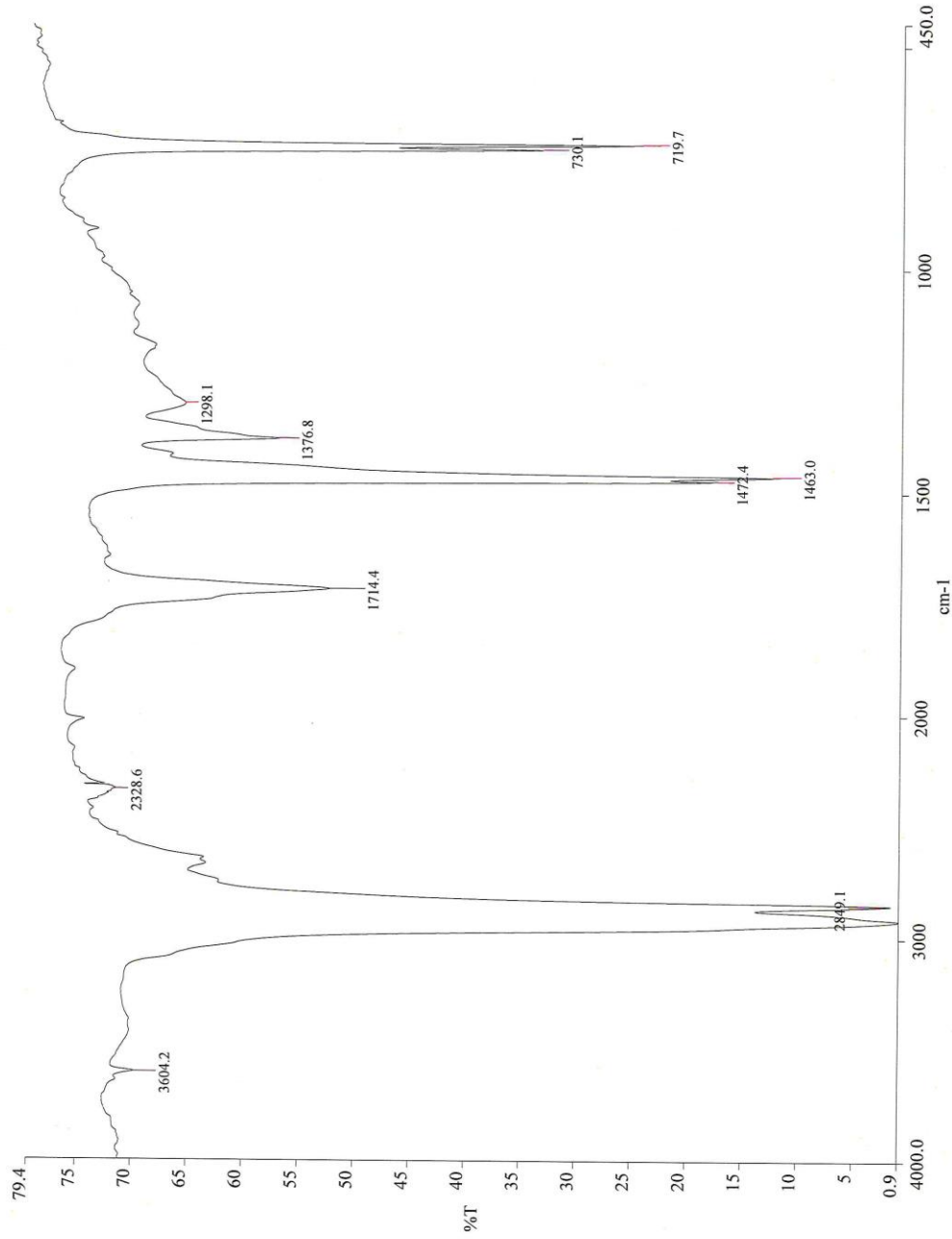


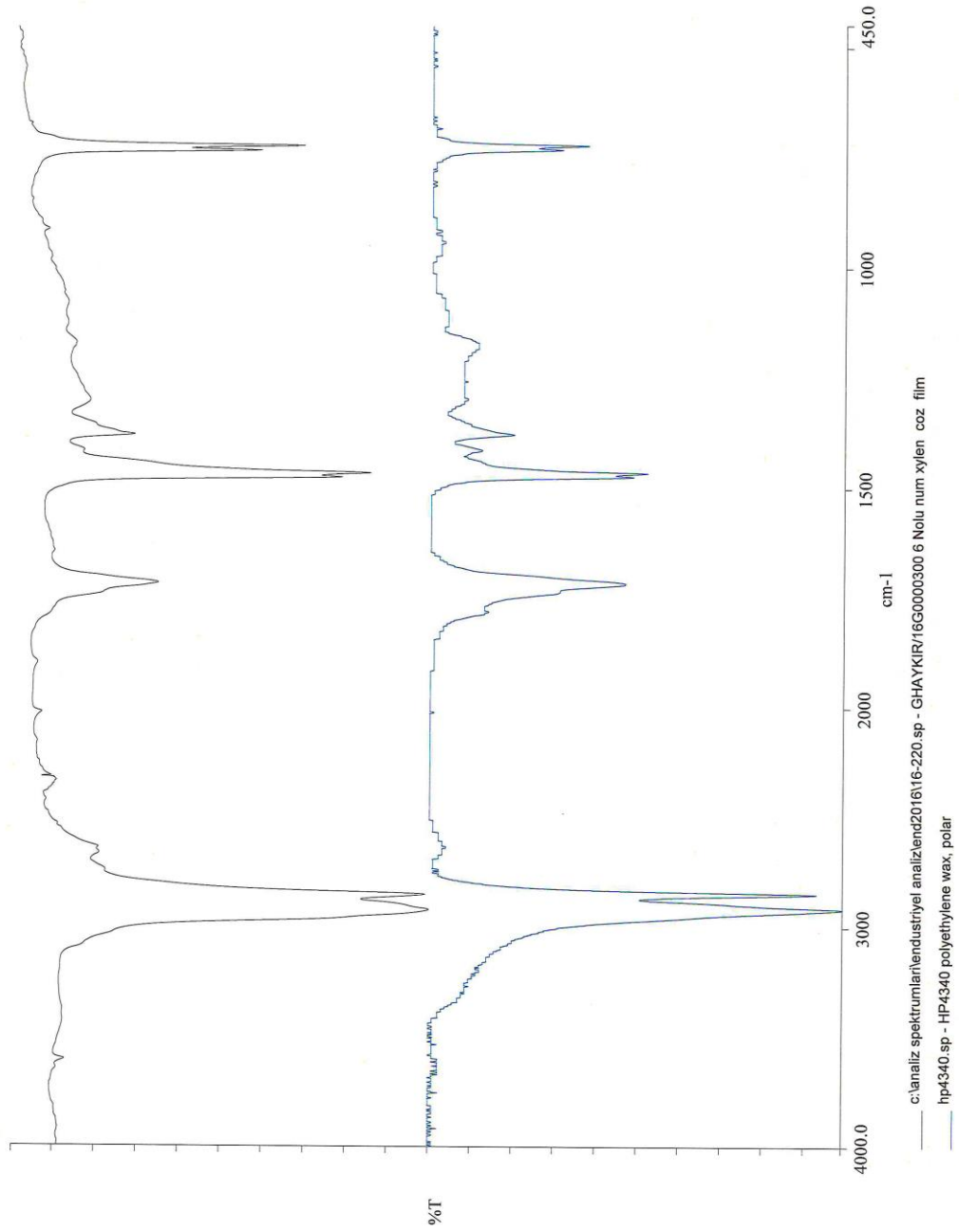
c:\analiz spektrumlanendustriyel analizend2016\16-219-1.sp - GHAYKIR\16G0000300.5 Nolu num. CHCL3 coz KBr

11

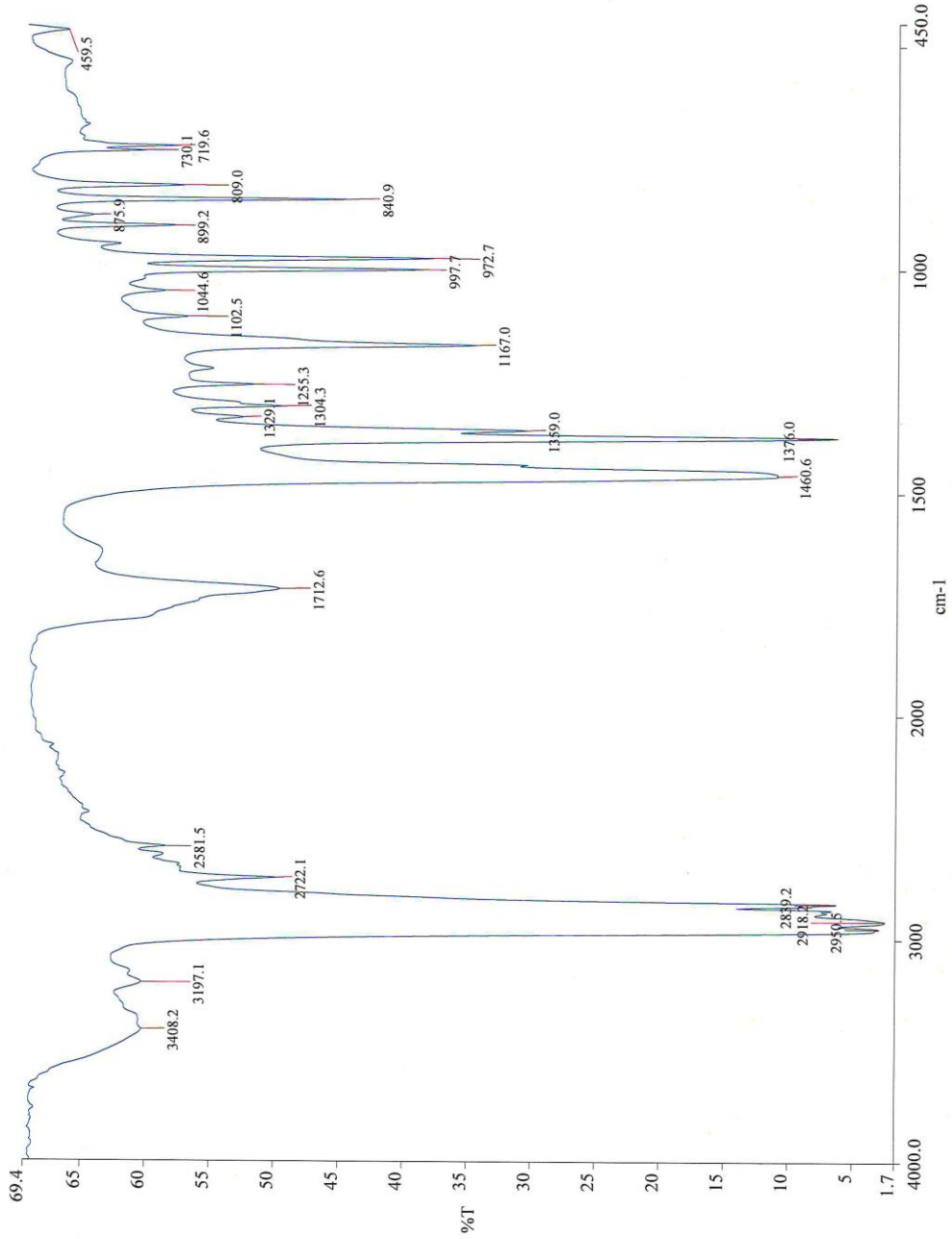


c:\analiz spektrumianendustriyel analizlend2016\16-219-1.sp - GHAYKIR\16G0000300.5 Nolu num CHCL3 coz KBr
hp1265.sp - HP1265 polystyrene

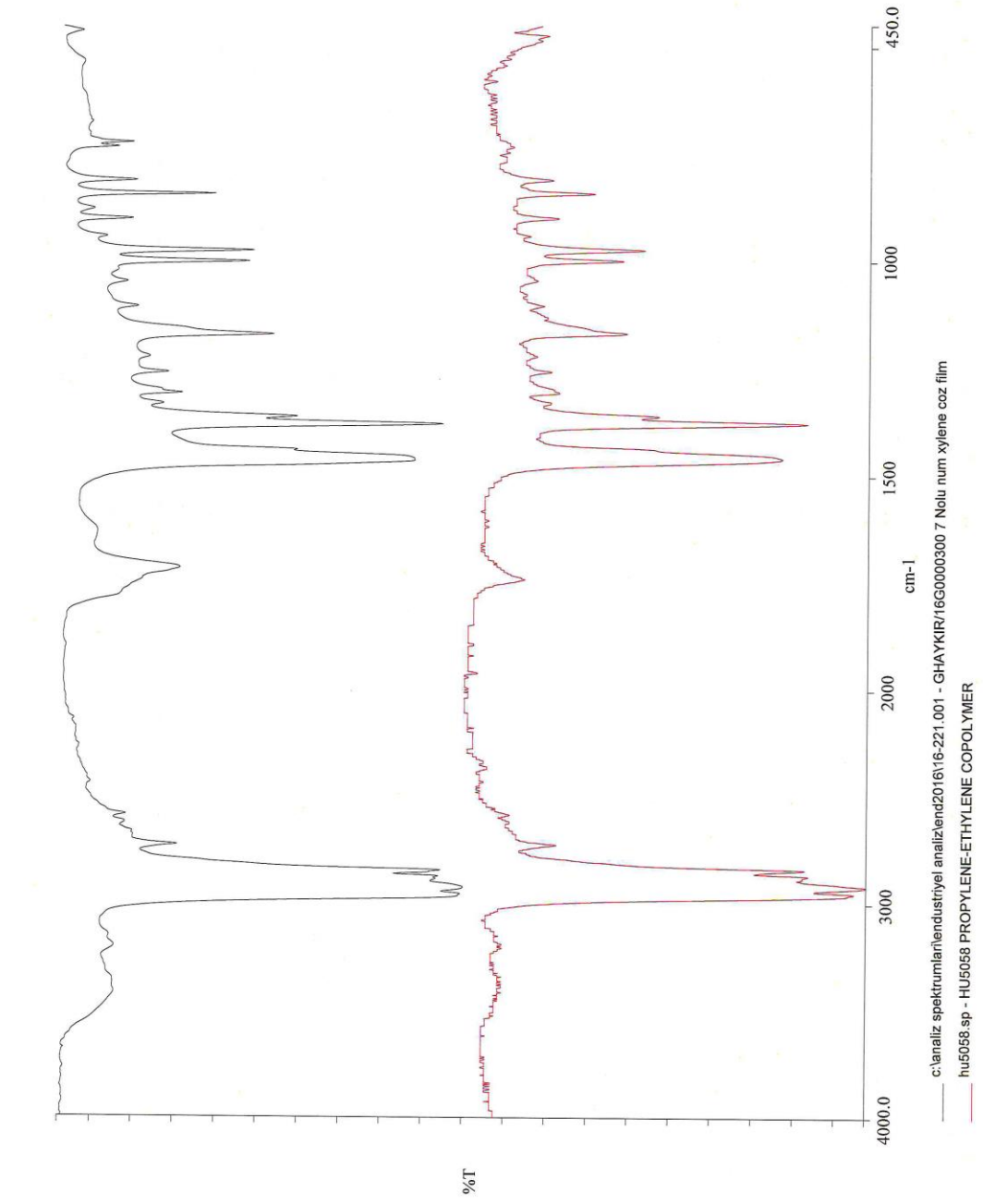


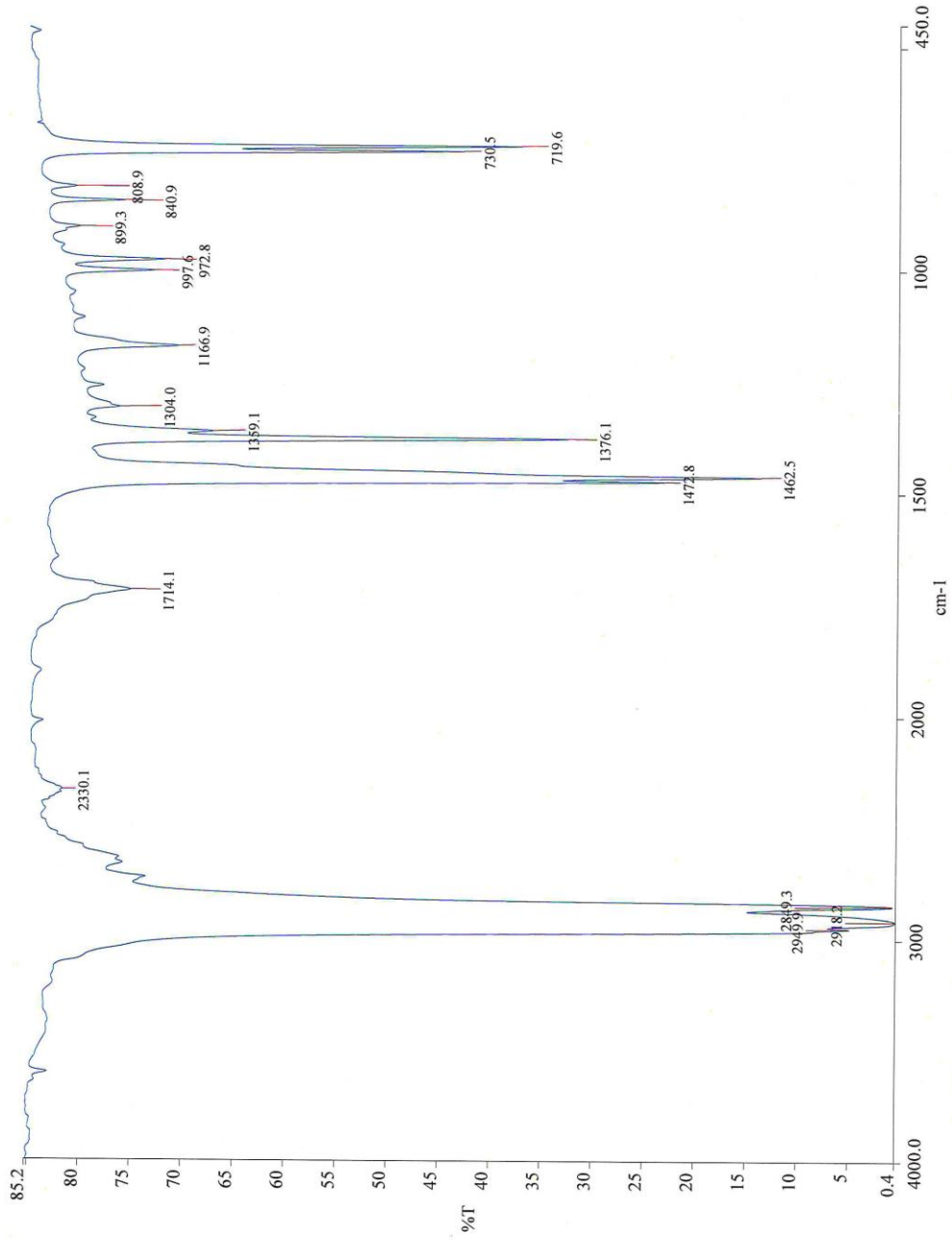


77X



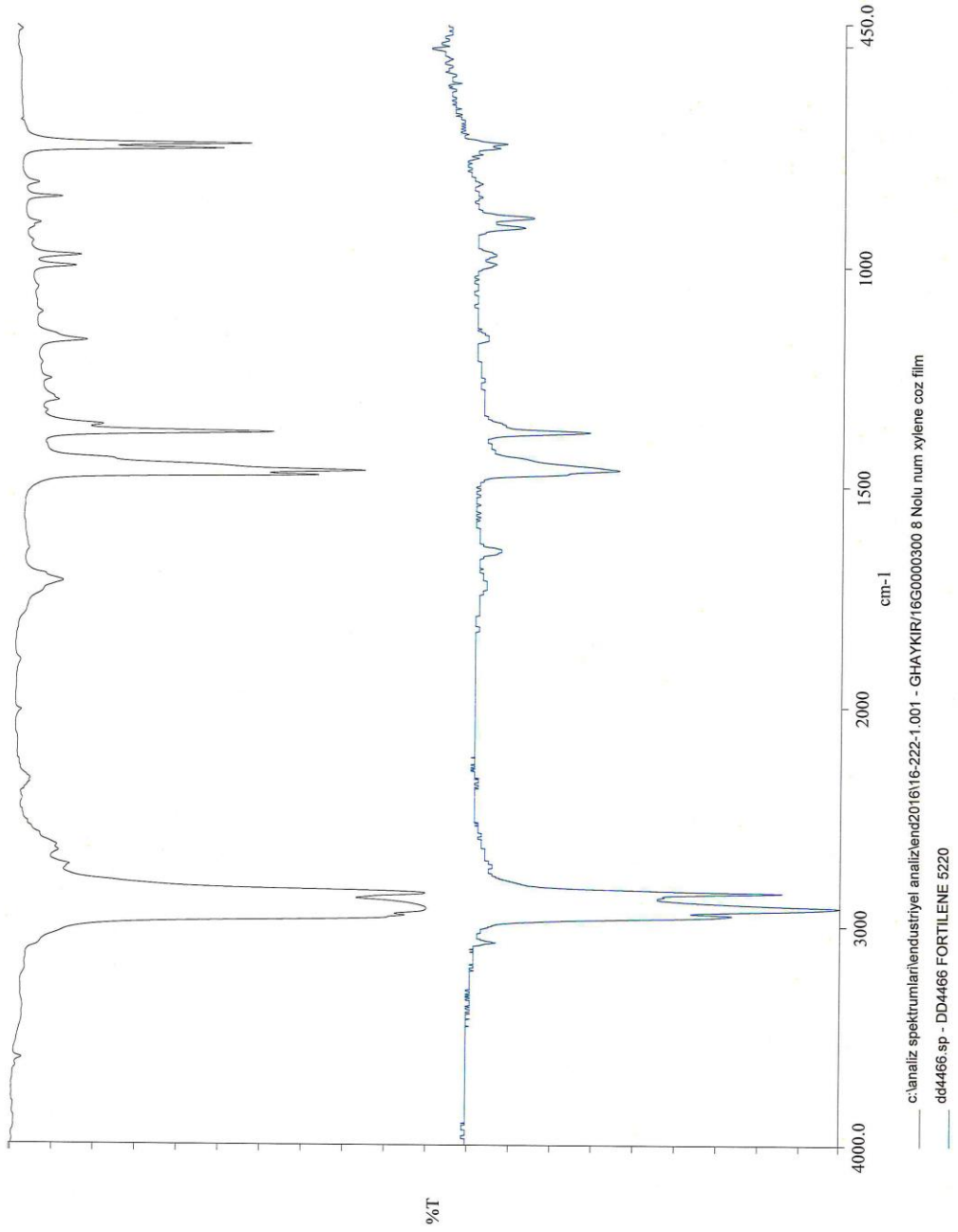
c:\analiz spektrumlan\endustriyel analizlend2016\16-221.001 - GHAYKIR\16G0000300 7 Nolu num xylene coz film

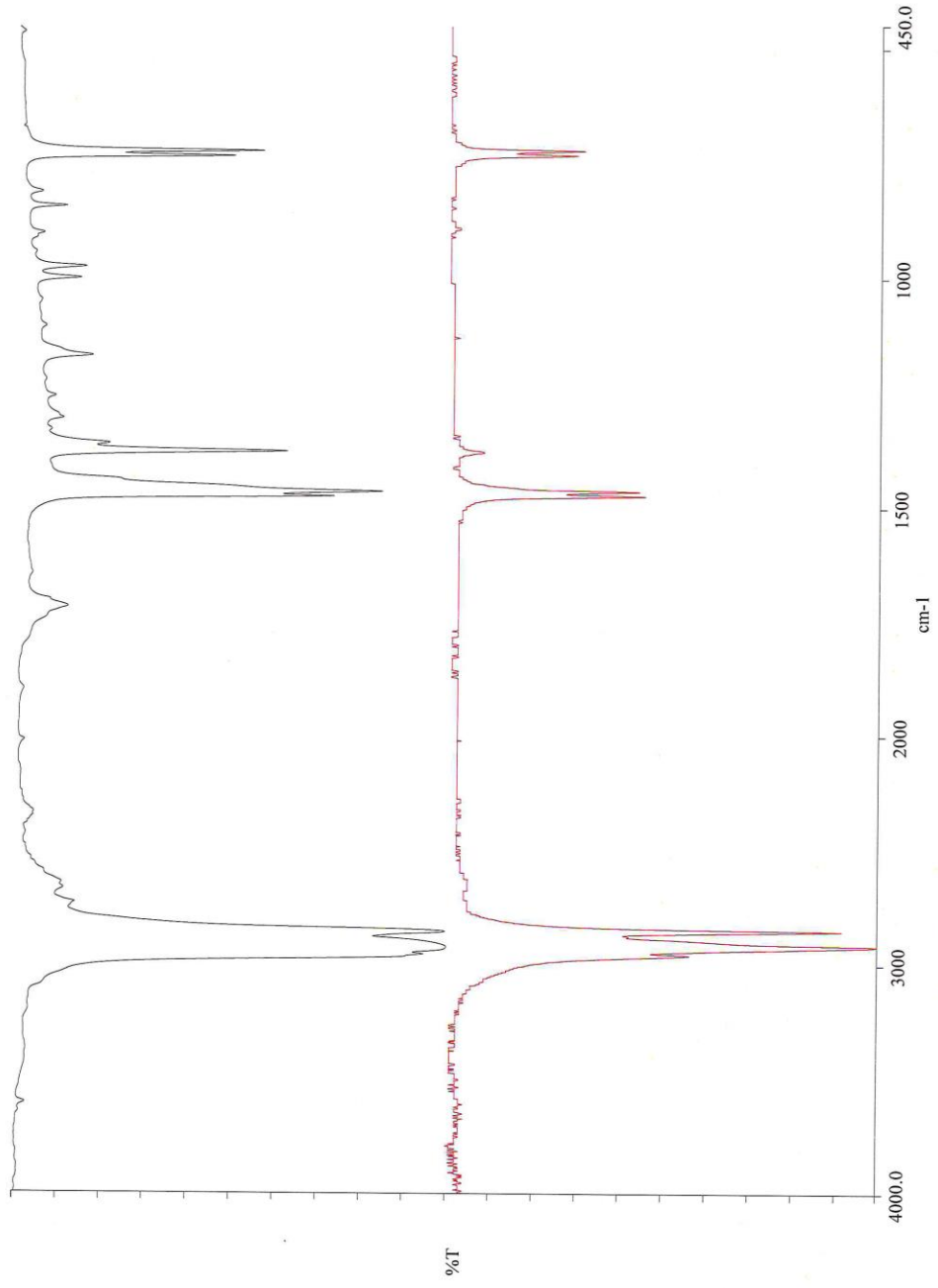




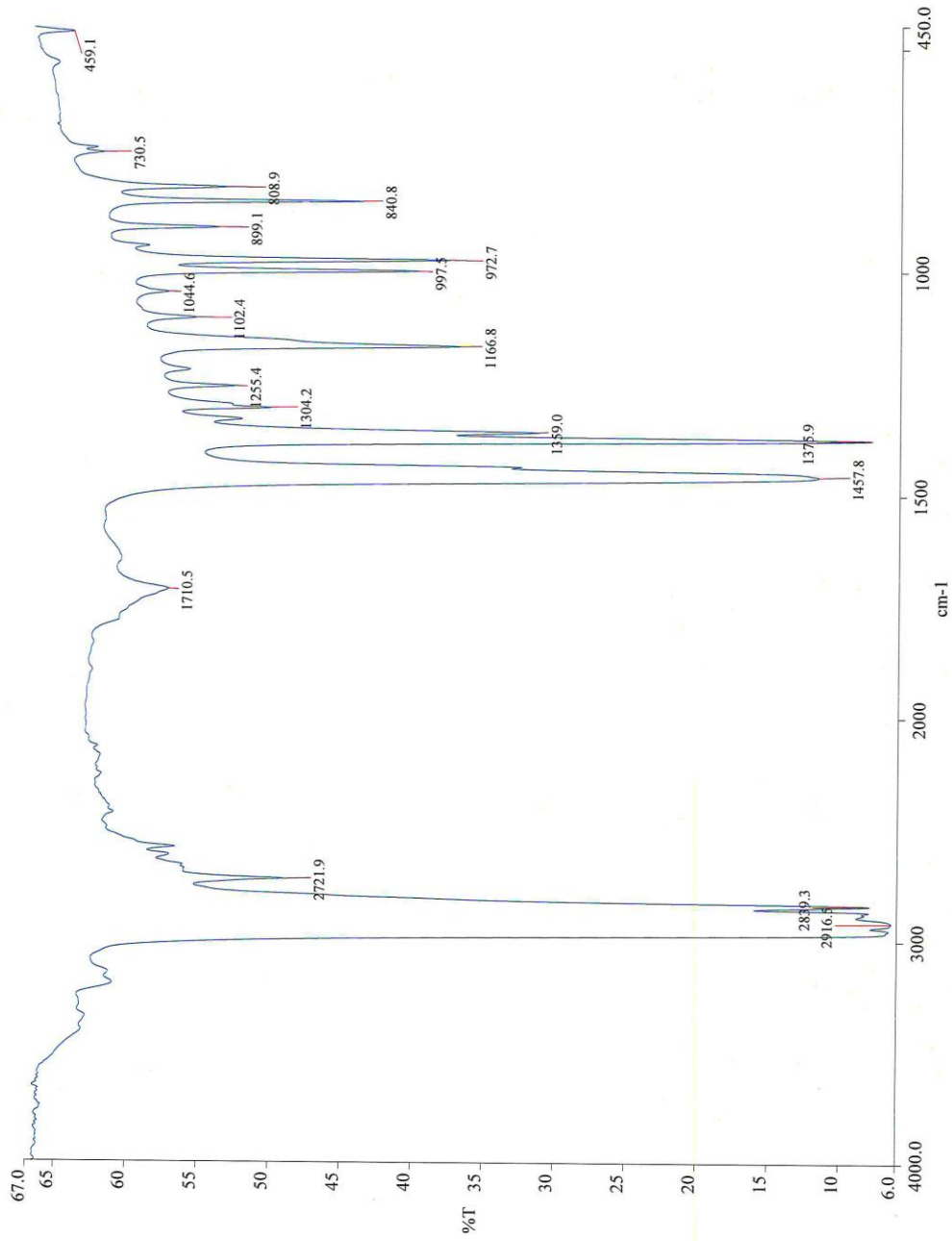
c:\analiz spektrumlanendustriyel analizend2016\16-222-1.001 - GHAYKIR\16G0000300 8 Nolu num xylene coz filin

674



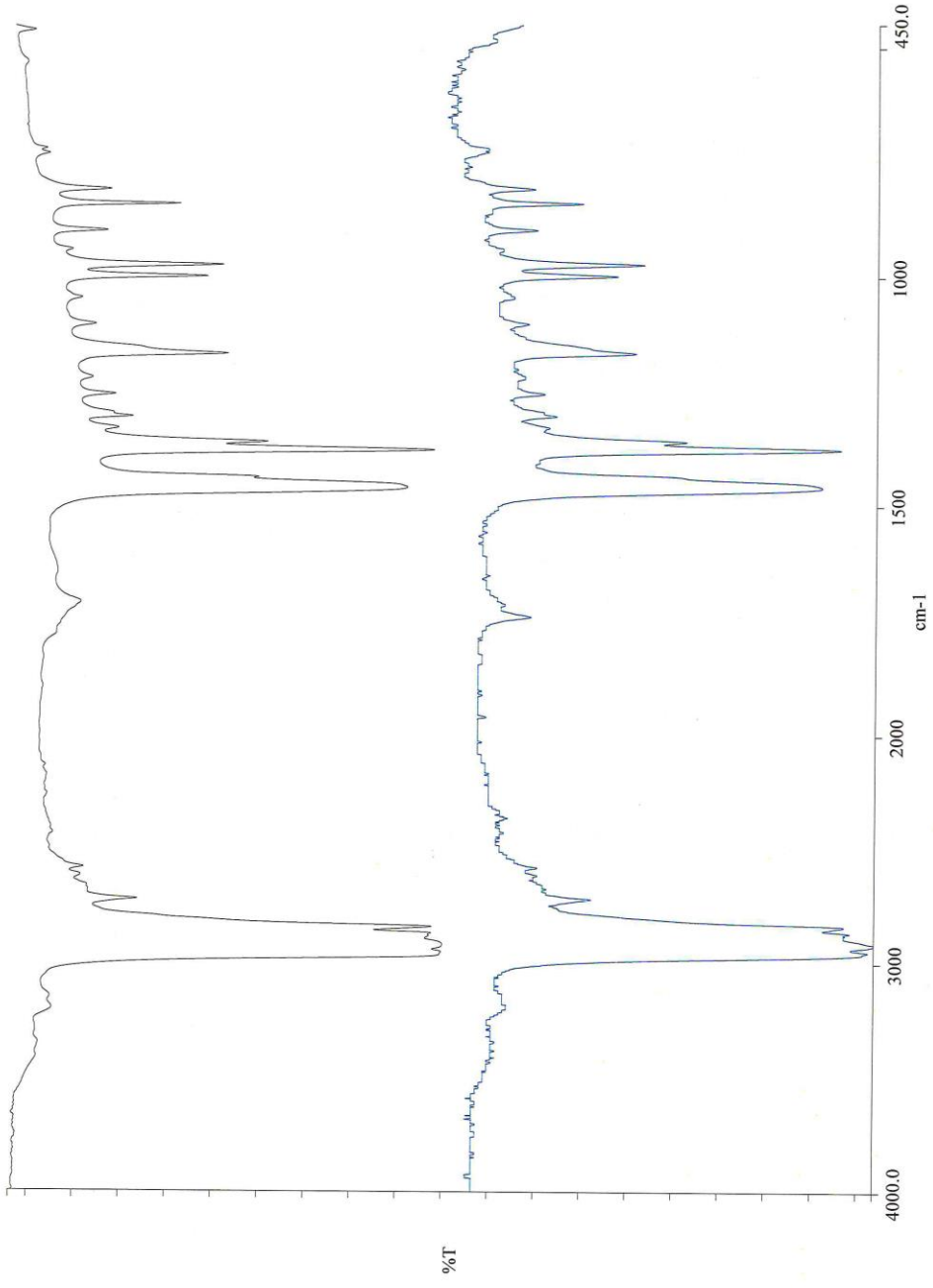


c:\analiz spektrumlanendustriyel analizlend2016\16-222-1.001 - GHAYKIR\16G0000300 8 Nolu num xylene coz film
hp4338.sp - HP4338 paraffinic hydrocarbon wax, non-polar, modified

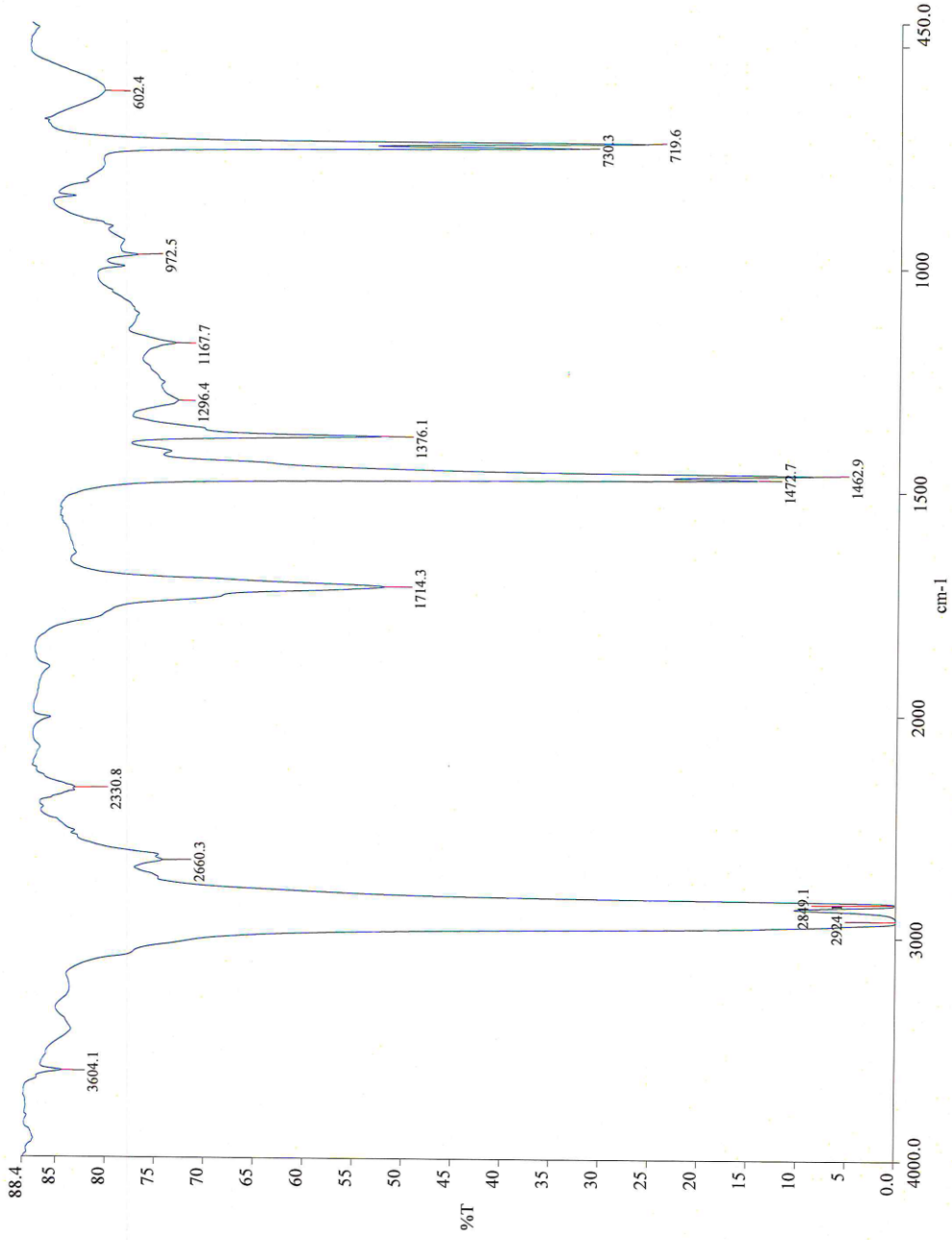


c:\analiz spektrumlanendustriyel analizend2016\16-223.001 - GHAYKIR\16G0000300 9 Nolu num xylene coz film

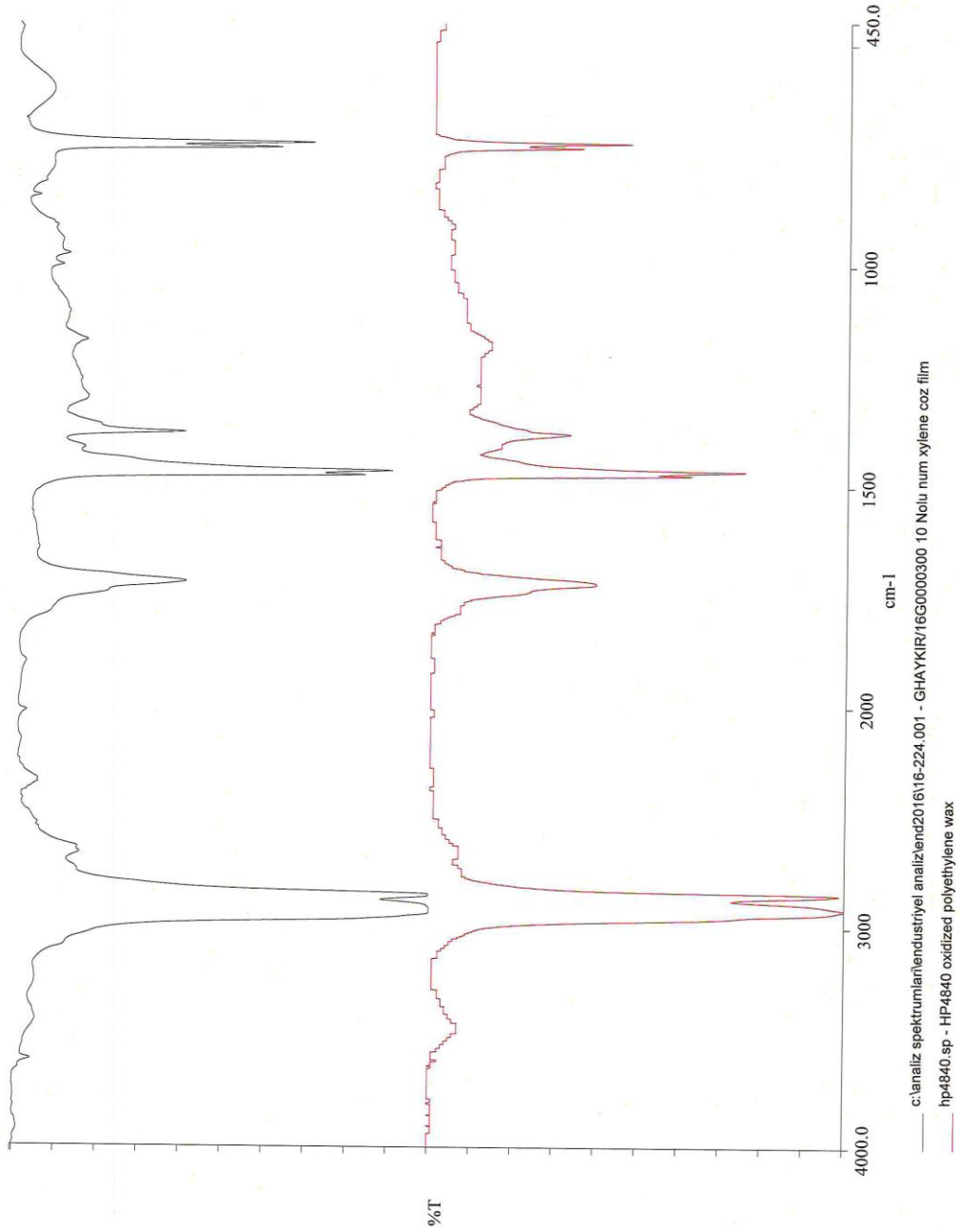
11



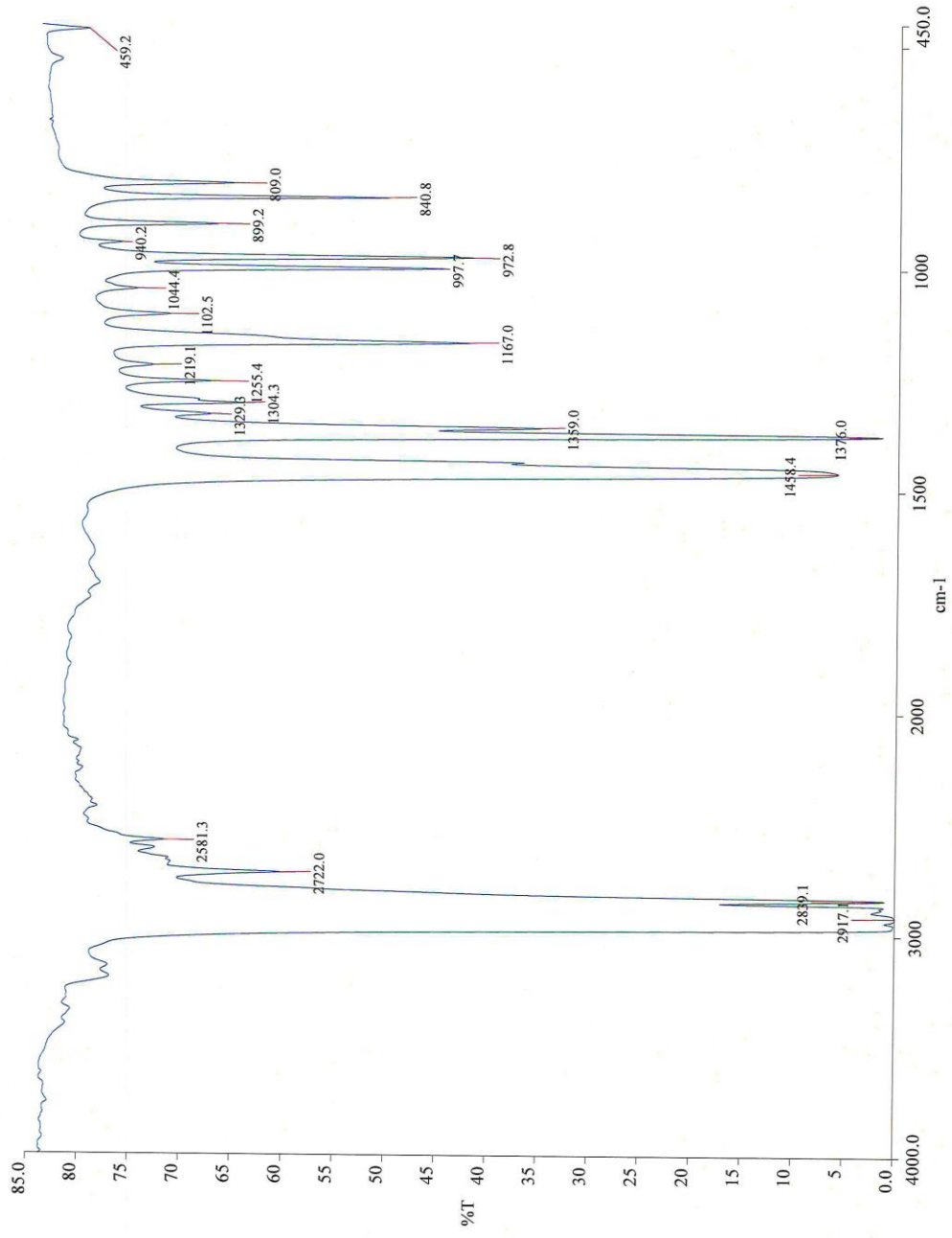
c:\analiz spektrumlar\endustriyel analiz\end2016\16-223.001 - GHAYKIR\16G00000300 9 Nolu num xylene coz film
hu5059.sp - HU5059 PROPYLENE-ETHYLENE COPOLYMER



111.

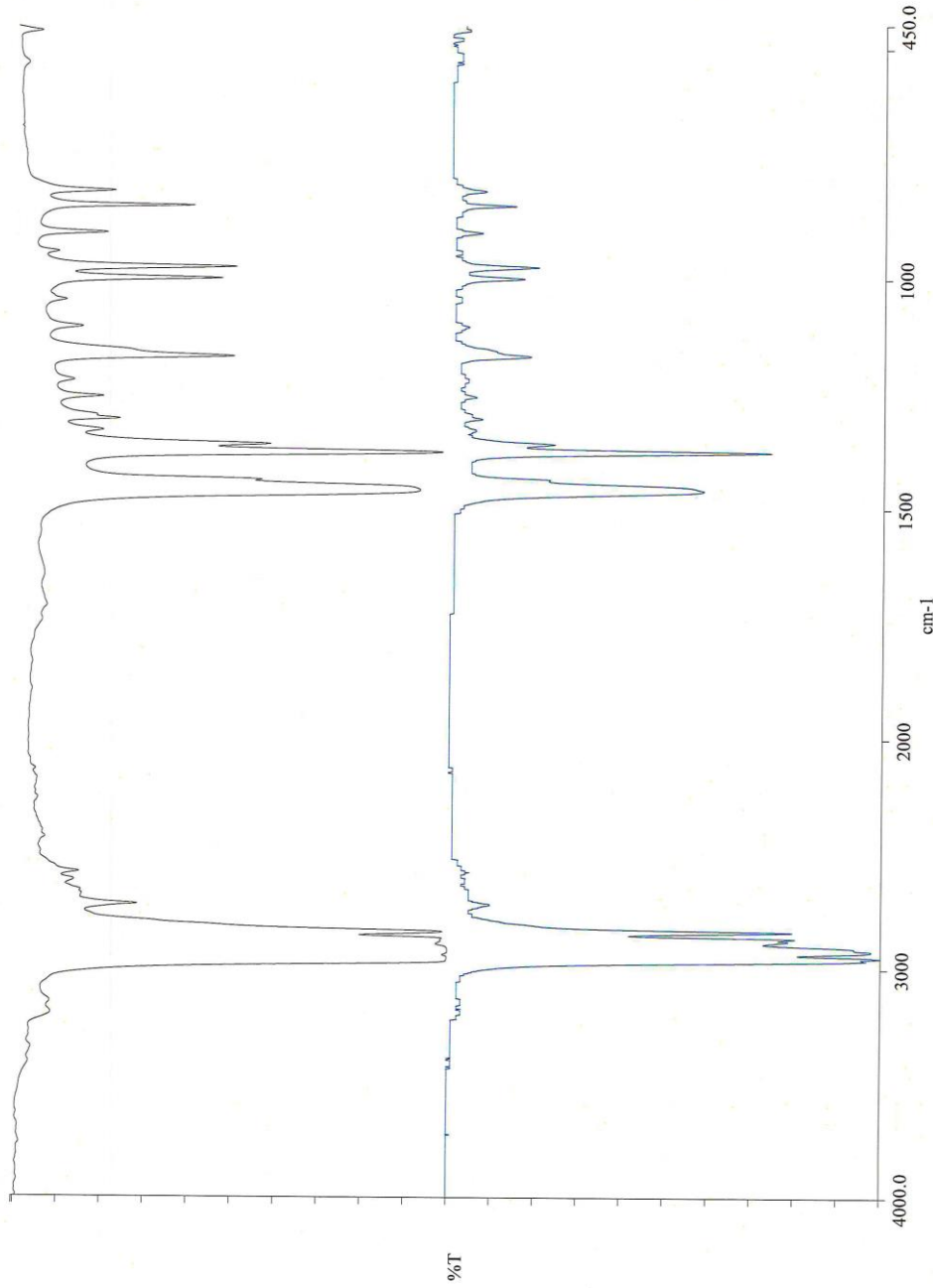


CH



c:\analiz spektrumleri\endustriyel analiz\end2016\16-225.001 - GHAYAKIR\16G0000300 11 Nolu num xylene coz film

674



— c:\analiz spektrumlan\endustriyel analiz\end2016\16-225.001 - GHAYKIR\16G0000300 11 Nolu num xylyene coz film
— hp0062.sp - HP0062 isotactic polypropylene

ÖZGEÇMİŞ

Ayşah Öztekin, 1990 yılında Bandırma’da doğdu. İlköğretimi Erdek 18 Eylül İlköğretim Okulu’nda, lise öğrenimini Erdek Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi’nde tamamladı. 2007 yılında girdiği Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi’nden 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılında Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’nde Araştırma Görevlisi olmuş ve 2013 yılında Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başlamıştır. Halen Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.

y