

**T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**DENİZLERDE BÜTÜNLEŞİK KİRLİLİK İZLEME
PROGRAMI**

2014-2022 YILI

EGE DENİZİ ÖZET RAPORU



**T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**



Bu çalışma Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı yayımıdır.

Bu raporun her türlü basım ve dağıtım hakkı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğüne aittir. Rapor izinsiz olarak çoğaltılamaz ve dağıtılamaz.

ANKARA – 2026

Eser Adı : Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2022 Ege Denizi Özet Raporu

ISBN : 978-625-8679-53-3

Kaynak Gösterme : ÇŞİDB, TÜBİTAK-MAM (2026). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2022 Ege Denizi Özet Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.

Adres : Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı – Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Mustafa Kemal Mah. Eskişehir Devlet Yolu (Dumlupınar Bulvarı) 9.km
No: 278 Çankaya/ANKARA

Tel : 0 312 410 10 00

Faks : 0 312 419 21 92

web : www.csb.gov.tr/gm/ced

Baskı : TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli

Baskı No : 5208703

Kapak Fotoğraflar : Dr. Alper EVCEN (Üst)
Dr. Alper EVCEN (Alt Sol- Tür ismi: *Chromis chromis*)
Erdal KARA (Alt Sağ)



**T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**

ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Laboratuvar Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı
Mustafa Kemal Mahallesi Eskişehir Devlet Yolu
(Dumlupınar Bulvarı) 9.km No: 278 Çankaya/ANKARA
www.csb.gov.tr



DENİZLERDE BÜTÜNLEŞİK KİRLİLİK İZLEME PROGRAMI 2014-2022

EGE DENİZİ ÖZET RAPORU

KOORDİNATÖR

*T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü*

Fatih EKMEKÇİ, Genel Müdür
Yahya KESİMAL, Genel Müdür Yardımcısı

PROJE YÜRÜTÜCÜLERİ

*T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü*

Soner OLGUN, Daire Başkanı
İbrahim Fatih ERKAL, Şube Müdürü
Hacer SELAMOĞLU ÇAĞLAYAN, Uzman
Ebru OLGUN EKER, Uzman
Sevil ÖKSÜZ, Uzman
Betül KESKİN ÇATAL, Uzman

*TÜBİTAK- Marmara Araştırma Merkezi BYİB
Deniz Araştırmaları ve Teknolojileri Araştırma Grubu*

Dr. Hakan ATABAY, Proje Yürütücüsü
Doç. Dr. İbrahim TAN, Proje Yürütücü Yardımcısı
Dr. Sabri MUTLU, Proje Yürütücü Yardımcısı
Aslı DÖNERTAŞ, Proje Yürütücü Yardımcısı

RAPORU HAZIRLAYANLAR

*TÜBİTAK- Marmara Araştırma Merkezi BYİİB
Deniz Araştırmaları ve Teknolojileri Araştırma Grubu*

Doç. Dr. S. Çolpan POLAT BEKEN

Dr. Hakan ATABAY

Doç. Dr. İbrahim TAN

Dr. Sabri MUTLU

Dr. Leyla TOLUN

Dr. Alper EVCEN

Dr. Ertuğrul ASLAN

Gökhan KAMAN

Aslı DÖNERTAŞ

Onur AKYOL

Dr. Cihangir AYDÖNER

Dr. Ömer Faruk ÇİFTBUDAK

Dr. Fatma BAYRAM

Ersan KUZYAKA

Dr. Gülsima Dilek USLUER

Doç. Dr. Oltan CANLI

Doç. Dr. Barış GÜZEL

Erdal KARA

Bora DENİZMEN

Hayati ÇALIK

Furkan DURMAZ

Nihal KÖSE

Aleyna Çağla ÇEBİ

Ege Üniversitesi – Su Ürünleri Fakültesi

Prof. Dr. Melih Ertan ÇINAR

Prof. Dr. Bilal ÖZTÜRK

Doç. Dr. Fatma SABANCI

Prof. Dr. Kerem BAKIR

Prof. Dr. Alper DOĞAN

Doç. Dr. Fevzi KIRKIM

Dr. Neslihan TÜRKÇÜ

Dr. Deniz ERDOĞAN

Celal Bayar Üniversitesi – Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

Prof. Dr. Ergun TAŞKIN

Doç. Dr. MİNARECİ

Prof. Dr. Ersin MİNARECİ

Dr. Murat ÇAKIR

Furkan BİLGİÇ

Çukurova Üniversitesi- Su Ürünleri Fakültesi

Doç. Dr. Tuba TERBİYİK KURT

RAPORU HAZIRLAYANLAR

İstanbul Üniversitesi-Su Bilimleri Fakültesi

Prof. Dr. Saadet KARAKULAK

Dr. Öğr. Üyesi Taner YILDIZ

Dr. Uğur UZER

Dokuz Eylül Üniversitesi-Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Prof. Dr. Şükrü BEŞİKTEPE

Prof.Dr. Erdem SAYIN

Prof. Dr. Şermin AÇIK ÇINAR

Dr. Canan ERONAT

Dr. Erdal TOKAT

Dr. Öğr. Üyesi Barış AKÇALI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Prof. Dr. Ülgen AYTAN

TENMAK/NÜKEN

Dr. Funda BARLAS ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

TABLO DİZİNİ	iii
ŞEKİL DİZİNİ	v
KISALTMA VE TANIMLAR.....	ix
1 GİRİŞ	13
2 YASAL ÇERÇEVE	17
3 EGE DENİZİ BÜTÜNLEŞİK DENİZ İZLEME VE DEĞERLENDİRME SONUÇLARI	19
3.1 Su Kolonu Fiziksel Özellikleri	21
3.1.1 Kuzey Ege Zaman Serileri:	22
3.1.2 İzmir Körfezi Zaman Serileri:	25
3.1.3 Güney Ege (Girit) Denizi Zaman Serileri:	27
3.2 Ötrofikasyon.....	29
3.2.1 Besin Elementleri	31
3.2.2 Çözünmüş Oksijen	32
3.2.3 Klorofil-a	33
3.2.4 Işık Geçirgenliği (Seki Disk Derinliği)	34
3.2.5 Ege Denizi Ötrofikasyon Parametrelerinin Yönelim Analizi	35
3.2.6 TRIX.....	37
3.3 Su Kolonu Habitatları	38
3.3.1 Fitoplankton	38
3.3.2 Zooplankton	43
3.4 Deniz Tabanı Habitatları	53
3.4.1 Makro Flora.....	53
3.4.2 Posidonia oceanica izleme istasyonlarının kurulumu ve izleme çalışmaları	61
3.4.3 Makrozoobentos	63
3.4.4 Alsancak Limanı Yabancı/Yayılmacı Tür Çalışması	71
3.4.5 Alibostan Koyu Bentik Habitat Haritalandırılması	74
3.4.6 Trol Çalışması ile Balık ve Omurgasız Biyoçeşitliliği.....	78
3.5 Kirleticiler	88
3.5.1 Sedimanda Kirleticiler.....	89
3.5.2 Biyotada Kirleticiler	98
3.5.3 Radyoaktivite Düzeyleri.....	102
3.6 Deniz Çöpleri.....	108
3.6.1 Mikroplastik	108
3.6.2 Sahilde Çöpler	115
3.6.3 Deniz Tabanı Çöpleri	117
3.7 Kıyı Su Yönetim Birimlerinin Baskı ve Ekolojik Kalite Durum Değerlendirmesi	120
3.7.1 Baskıların Değerlendirilmesi.....	120
3.7.2 SÇD Biyolojik Kalite ve Ötrofikasyon Göstergelerine Göre Ekolojik Kalite Değerlendirmesi	121
3.7.3 Kimyasal Kirlenme Durumunun Değerlendirilmesi	124
KAYNAKLAR.....	127

TABLO DİZİNİ

Tablo 3.1 Ege Denizi Kirlilik İzleme bileşenleri ve istasyon sayıları.....	20
Tablo 3.2. Besin tuzları girdilerinin haliçlerde ve kıyı sularında su kalitesiyle ilişkili olarak etkileri.....	29
Tablo 3.3. 2014-2022 Ege Denizi'nde tespit edilen toksik ve zararlı tür sayısı ve bolluk oranları (%)	43
Tablo 3.4 Toplam zooplankton grup/tür sayısı ile takson sayılarının yıllar arası değişimi.	45
Tablo 3.5. 2014-2022 izleme döneminde saptanan makro flora takson sayıları.....	54
Tablo 3.6. 2014-2022 izleme döneminde makro flora çalışma istasyonlarının “Ekolojik kalite İndeksi: EEI” ile yapılan kalite sınıflandırması (te: test edilmedi)	54
Tablo 3.7. Kara Ada-Çeşme istasyonu (EPS01) P. oceanica izleme istasyonu yıllara göre ortalama ölçüm değerleri ve ekolojik durum sınıfı	62
Tablo 3.8 Ildır istasyonu (EPS02) P. oceanica izleme istasyonu yıllara göre ortalama ölçüm değerleri ve ekolojik durum sınıfı	62
Tablo 3.9. Kuzey Ege Denizi'nde dip trol ağlarıyla yapılan çalışmalarda hesaplanan demersal balık türlerin biyokütle değerleri (kg/km ²).....	86
Tablo 3.10. Kuzey Ege Denizi'nde dip trol ağlarıyla yapılan çalışmalarda hesaplanan makro omurgasız türlerin biyokütle değerleri (kg/km ²).....	87
Tablo 3.11. Saros Körfezi'nde dip trol ağlarıyla yapılan çalışmalarda hesaplanan demersal türlerin ortalama biyokütle değerleri (kg/km ²).....	87
Tablo 3.12. Değerlendirmede dikkate alınan kirleticiler.....	89
Tablo 3.13. Ege Denizi sedimanlarının minimum, maksimum ve ortalama PAH konsantrasyonları ile ekosistem açısından etki sınır değerleri ile karşılaştırılması (ERL,ERM)	92
Tablo 3.14 Balık filetosunda ölçülen parametrelerin ortalama değerlerinin Türk Gıda Kodeksi (TGK) değerleriyle karşılaştırılması	99
Tablo 3.15. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2020, 2021 ve 2022 dönemlerinde yüzey sularında mikroplastik konsantrasyonu (adet.m ⁻³).....	110
Tablo 3.16. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2015-2022 dönemleri arasında yüzey sularında mikroplastik konsantrasyonu (adet.m ⁻³).....	111
Tablo 3.17. Ulusal İzleme Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2020, 2021 ve 2022 dönemlerinde su kolonunda mikroplastik konsantrasyonu (adet.m ⁻³)	112
Tablo 3.18. Ulusal İzleme Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2015-2022 dönemleri arasında su kolonunda mikroplastik konsantrasyonu (adet.m ⁻³)	112
Tablo 3.19. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2020, 2021 ve 2022 dönemlerinde sedimanda mikroplastik konsantrasyonu (adet.l ⁻¹).....	113
Tablo 3.20. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2015-2022 dönemleri arasında sedimanda mikroplastik konsantrasyonu (adet.l ⁻¹).....	114
Tablo 3.21. Sedimanda metal ve organik kirletici bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması	126

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Özet Raporda denizlerin betimsel olarak bağlantılı ekosistem bileşenlerine ve baskılara genel bir bakış	15
Şekil 3.1 Ege Denizi için tanımlanan 24 Su Yönetim Biriminde (SYB) 2014-2019 döneminde örnekleme ve ölçüm yapılan istasyon noktaları ve 3 Deniz Değerlendirme Birimi (DDB) adları ve kapsadığı alanın sınırları	19
Şekil 3.2 Zaman serilerinin oluşturulduğu bölgeler: Kuzey Ege, İzmir Körfezi ve Güney Ege	22
Şekil 3.3 Kuzey Ege sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk Zaman-Derinlik eşdeğer eğrileri	23
Şekil 3.4 İzmir Körfezi sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk Zaman-Derinlik eşdeğer eğrileri	25
Şekil 3.5 Güney Ege (Grit Denizi) Bölgesi sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk Zaman-Derinlik eşdeğer eğrileri	28
Şekil 3.6. NO ₂ +NO ₃ -N (NO _x) konsantrasyonlarının SYB ve DDB’lerdeki 2014-2022 örnekleme dönemi yüzey suları (0-10 m ortalama) dağılımları	31
Şekil 3.7. Toplam Fosfor (TP) konsantrasyonlarının SYB ve DDB’lerdeki 2014-2019 örnekleme dönemi yüzey sularındaki (0-10 m ortalama) değişimleri	32
Şekil 3.8. İzleme istasyonlarındaki 2014-2022 yılı dip oksijen dağılımı	33
Şekil 3.9. Klorofil-a konsantrasyonlarının SYB ve DDB’lerdeki 2014-2022 örnekleme dönemi yüzey suları (0-10 m ortalama) dağılımları	33
Şekil 3.10. Seki diski derinliğinin SYB ve DDB’lerdeki 2014-2022 örnekleme dönemi değişimleri	34
Şekil 3.11. Yönelim analiz yöntemi	35
Şekil 3.12 2014-2022 yıllarına ait 0-10 m yönelim analizleri	36
Şekil 3.13. 2014-2022 örnekleme dönemlerindeki yüzey suyu TRIX değerlerinin SYB ortalama değerleri	37
Şekil 3.14. Ege Denizi’nde fitoplankton örneklemesinin yapıldığı istasyonlar	38
Şekil 3.15. 2014-2022 yaz ve kış dönemlerinde istasyonlardaki tür sayısı dağılımı	39
Şekil 3.16. 2014-2022 yaz ve kış dönemlerinde istasyonlardaki bolluk değerleri	40
Şekil 3.17. 2014-2022 yılları arasında fitoplanktona ait sistematik grupların dağılım yüzdeleri	41
Şekil 3.18. 2014-2022 yılları arasında istasyonlardaki Shannon-Wiener çeşitlilik indeks değişimi	42
Şekil 3.19. Zooplankton örnekleme istasyonları	43
Şekil 3.20. Toplam zooplankton bolluğunun Kış (a) ve Yaz (b) mevsimlerinde örnekleme istasyonlarındaki yıllar arası değişimler	44
Şekil 3.21. 2017-2022 izleme dönemlerinde zooplankton gruplarının yüzde oranları	46
Şekil 3.22. Yaz mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı	47
Şekil 3.23. Kış mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı	48
Şekil 3.24. 2017- 2019 izleme dönemlerinde tür sayısı, Shannon çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indekslerinin alansal dağılımı	51
Şekil 3.25. Yaz mevsimi 2017- 2022 izleme dönemlerinde tür sayısı, Shannon çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indekslerinin alansal dağılımı	52
Şekil 3.26. Ege Denizi makroflora istasyonları	53
Şekil 3.27. Ege Denizi istasyonlarının 2021 yılı ESG I ve ESG II gruplarının takson sayıları	54
Şekil 3.28. 2021 yılı Ege denizi istasyonlarının ESG I ve ESG II türlerinin ortalama örtü değerleri (%) ile EEI-c değerleri	56
Şekil 3.29. Ege Denizi makro flora istasyonları 2014-2022 ESG I ve ESG II % örtü değişimleri	57

Şekil 3.30. Hassas kahverengi alg <i>Cystoseira crinita</i> (Dalyan-Geyikli)	59
Şekil 3.31. Toleranslı yeşil alg <i>Ulva compressa</i> (Dalyan-Geyikli)	59
Şekil 3.32. Deniz çayırları <i>Posedonia oceanica</i> ve <i>Cymodocea nodosa</i> fasiyesleri (Edremit Körfezi)	59
Şekil 3.33 Ege Denizi istasyonlarının MA-LUSI ve EEI-c değerlerinin ilişkisi.....	60
Şekil 3.34. Ege Denizi deniz çayırı <i>Posidonia oceanica</i> izleme istasyonları	61
Şekil 3.35. Ildır Körfezi izleme istasyonunda balisaj ve fotoğraf işaretleyicilerinin konumu.	62
Şekil 3.36. Çeşme-Kara Ada izleme istasyonunda balisaj ve fotoğraf işaretleyicilerinin konumu.....	62
Şekil 3.37. Ege Denizi’nde 2021 yılında yumuşak substrat makrozoobentik örneklemelerin yapıldığı istasyonlar	63
Şekil 3.38. Ege Denizi ’nde 2014-2021 yılları arasında tespit edilen makrozoobentik tür ve birey sayısı.....	63
Şekil 3.39. Ege Denizi ’nde 2015-2021 yılları arasında tespit edilen en baskın türler ve baskınlık değerleri (%).	64
Şekil 3.40. Ege Denizi’nde 2014-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen toplam tür sayıları	64
Şekil 3.41. Ege Denizi’ndeki istasyonlarda tespit edilen ekolojik grupların yıllara göre değişimleri.	65
Şekil 3.42. Ege Denizi’nde 2015-2021 yıllarında istasyonlarında tespit edilen ekolojik grupların yüzde oranları	65
Şekil 3.43. Ortalama TUBI değerlerinde göre Ege Denizi istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları.	66
Şekil 3.44. Ege Denizi ’nde 2015-2021 yılları arasında istasyonlarda tespit edilen yabancı türlere ait tür ve birey sayısı.	66
Şekil 3.45. Ege Denizi ’nde 2015-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen baskın yabancı türler	67
Şekil 3.46. Ege Denizi’nde yıllara bağlı olarak istasyonlarında tespit edilen yabancı tür ve birey sayısının toplam tür ve birey sayısına oranları.....	67
Şekil 3.47. ALEX değerlerinde göre Ege Denizi istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları	68
Şekil 3.48.Ege Denizi’nde seçilen sert substratum ve liman ortamı istasyonları.....	68
Şekil 3.49.Ege Denizi’nde sert substratum istasyonlarındaki baskın türler.	69
Şekil 3.50. Ege Denizi sert substratum istasyonlardaki ortalama tür ve birey sayıları ile + Standart Hatası (SH).....	69
Şekil 3.51. Ege Denizi sert substratum istasyonlarında ekolojik grupların ortalama yüzdeleri.	70
Şekil 3.52. Ortalama TUBI değerlerine göre Ege Denizi sert substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları	70
Şekil 3.53. Ortalama ALEX değerlerine göre Ege Denizi sert substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları.	71
Şekil 3.54. Ortalama TUBI değerlerine göre Alsancak Limanı yumuşak substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları.....	72
Şekil 3.55. Ortalama ALEX değerlerine göre Alsancak Limanı yumuşak substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları.....	72
Şekil 3.56. Alsancak Limanı EAL02 örnekleme noktası, <i>Polysiphonia morrowi</i>	73
Şekil 3.57. Ege Denizi’nde bentik habitat haritalandırma çalışmasının yapıldığı Alibostan Koyu	74
Şekil 3.58. Alibostan koyunun batimetrik haritası	75

Şekil 3.59. Alibostan Koyu'nun multibeam (solda) iskandil ve yandan taramalı sonar (sağda) görüntülerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş mozaik haritaları	75
Şekil 3.60. Alibostan Koyu'ndan yumuşak substrat habitatları	76
Şekil 3.61. Alibostan Koyu'ndan sert substrat habitatları	77
Şekil 3.62. Alibostan Koyu'nda ana habitatların dağılımı.	77
Şekil 3.63. Ege Denizi dip trol ve algarna ile deniz tabanı biyoçeşitliliği ve katı atıkları çalışma bölgeleri	78
Şekil 3.64. Av kompozisyonunda yer alan taksonomik grupların sayısal ve ağırlıksal dağılımı (2021)	78
Şekil 3.65. Av kompozisyonunda yer alan türlerin görünme sıklığı.....	80
Şekil 3.66. 2019 ve 2021 yıllarına ait istasyonlara göre demersal balık bolluk (adet/km ²) ve biyokütle değerleri (kg/km ²)	81
Şekil 3.67. İstasyonlara göre toplam demersal balık bolluk değerleri (adet/km ²)	82
Şekil 3.68. İstasyonlara göre toplam demersal balık biyokütle değerleri (kg/km ²)	82
Şekil 3.69. 2019 ve 2021 yıllarına ait istasyonlara göre makrozoobentik türlerin bolluk (adet/km ²) ve biyokütle değerleri (kg/km ²).....	83
Şekil 3.70. İstasyonlara göre toplam makrozoobentik türlerin bolluk değerleri (adet/km ²)	84
Şekil 3.71. İstasyonlara göre toplam makrozoobentik türlerin biyokütle değerleri (kg/km ²) ..	84
Şekil 3.72. 2016, 2019 ve 2021 yıllarında araştırma istasyonlarında tespit edilen tür sayısı ..	85
Şekil 3.73. 2016, 2019 ve 2021 yıllarında araştırma istasyonlarında tespit edilen tür zenginliği indeksi	85
Şekil 3.74. 2019 ve 2021 yıllarında araştırma istasyonlarda tespit edilen tür çeşitliliği.....	86
Şekil 3.75. Ege Denizi sediman istasyon haritası (2021)	90
Şekil 3.76. Ege Denizi sediman örneklerinin tane boyu dağılımı haritası (2021).....	90
Şekil 3.77. Ege Denizi yüzey sedimanlarında organik karbon yüzdeleri.....	91
Şekil 3.78. Ege Denizi sedimanlarında PAH kaynaklarını gösteren PAH'ların izomerik oranlarının çapraz çizimleri.....	92
Şekil 3.79. Ege Denizi sediman örneklerinin 2-3-4-5-6 halkalı PAH'ların mekânsal dağılımı (LMW:2-3 halkalı; HMW:4-5-6 halkalı)	93
Şekil 3.80. Ege Denizi sediman istasyonlarında organik kirlenici (Toplam PAH, Toplam DDT ve türevleri ile Toplam PCB) bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması ...	93
Şekil 3.81. Ege Denizi sedimanlarında DDT ve türevlerinin % dağılımı	94
Şekil 3.82. Karadeniz sedimanlarında HCH bileşenlerinin % dağılımı	94
Şekil 3.83. Ege Denizi yüzey sedimanlarında DDT ve türevlerinin oran ilişkisi	95
Şekil 3.84. Ege Denizi sediman yönelim istasyonlarında metallerin yıllara göre değişimi (2014-2021).....	96
Şekil 3.85. Ege Denizi sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2021)	97
Şekil 3.86. Ege Denizi sediman istasyonlarında metal bulgularının ZF değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2021)	97
Şekil 3.87. Ege Denizi biyota örnekleme istasyonları.....	98
Şekil 3.88. Deniz suyunda doğal radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), a, b, c Uranyum, d. Radyum	105
Şekil 3.89. Deniz suyunda antropojenik ve kozmojenik radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), e. Sezyum, f. Stronsiyum ve g. Tritiyum	105
Şekil 3.90. Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), h. Potasyum, i.Radyum, j.Toryum ve k. Sezyum.....	107
Şekil 3.91. Ege Denizi mikroplastik örnekleme istasyonları	109
Şekil 3.92. Ege Denizi'nde yüzey sularında rastlanılan mikroplastik tiplerinden bazıları	110
Şekil 3.93. Ege Denizi su kolonunda rastlanılan mikroplastik tiplerinden bazıları	112

Şekil 3.94. Ege Denizi sedimanlarında rastlanılan mikroplastik tiplerinden bazıları	114
Şekil 3.95. Madra çayının döküldüğü alanda bulunan plajda sahilde çöp çalışması örnekleme alanı (2019)	115
Şekil 3.96. Karaburun Tuzla Plajı'nda sahilde çöp çalışması örnekleme alanı (2020-2022)	115
Şekil 3.97. 2020-2022 periyodunda Tuzla Plajının Temiz Kıyı İndeks karşılaştırması.....	116
Şekil 3.98. Tuzla Plajı (Karaburun) 2020-2022 yılları arasında plaj çöprü izleme çalışmalarının karşılaştırılması (a.adet, b. ağırlık).....	117
Şekil 3.99. İstasyonlara göre çıkan çöp sınıfları	118
Şekil 3.100. Katı atık gruplarının miktar ve ağırlık olarak yüzde dağılımı	118
Şekil 3.101. 2019 ve 2021 yıllarına ait istasyonlara göre katı atık miktarı (adet/km ²)ve katı atık ağırlığı (kg/km ²)	119
Şekil 3.102.Ege Denizi LUSIVaı Haritası	120
Şekil 3.103. Ege Denizi kıyı su kütleleri 2014 – 2021 yılı ekolojik kalite değeriendirmeı..	123
Şekil 3.104.Ege Denizi sediman istasyonlarında kirleticilerin % dağılımları (2014-2021)...	125

KISALTMA VE TANIMLAR

Kısaltmalar

AB: Avrupa Birliği

Al: Alüminyum

ANT: Antrasen

BDS: Bölgesel Deniz Sözleşmeleri (Akdeniz, Karadeniz, Baltık gibi) Sözleşmeleri (Barselona, Bükreş, Helsinki gibi) (Regional Seas Conventions: RSC)

BKE: Biyolojik Kalite Elemanı

BSIMAP: Karadeniz Bütünleşik İzleme ve Değerlendirme Programı (Black Sea Integrated Monitoring and Assessment Programme)

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi

Cd: Kadmiyum

Chl-a : Klorofil-a

CI: Common Indicator (IMAP Ortak göstergeleri

ÇIN (DIN): Çözülmüş anorganik azot (Dissolved Inorganic Nitrogen: Nitrat+Nitrit+Amonyak-N toplamı)

CIS: Ortak Uygulama Stratejisi (WFD-Common Implementation Strategy)

Cr: Krom

CTD: Conductivity, Temperature, Depth (İletkenlik, Sıcaklık, Derinlik)

Cu: Bakır

ÇIN: Çözülmüş Anorganik Azot (DIN: Dissolved Inorganic Nitrogen)

ÇKS: Çevre Kalite Standartları (EQS: Environmental Quality Objectives)

ÇO: Çözülmüş Oksijen

ÇŞİDB: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

DEN-İZ: Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı

DDA/DDB: Deniz Değerlendirme Alanı (Birimi)

DeKoS: Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi

DISSP: Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Projesi

DSÇD: Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) (MSFD: Marine Strategy Framework Directive)

EEl: Ekolojik Değerlendirme İndeksi (Ecological Evaluation Index)

EKO: Ekolojik Kalite Oranı (WFD- Ecological Quality Ratio: EQR)

EMT: Doğu Akdeniz Taşınımı (Eastern Mediterranean Transient)

ERL : Düşük Etki Aralığı (Effects Ranges Low)

ERM: Orta Etki Sınır değeri (Effects Range Median)

ESG I / ESG II: Ekolojik Durum Grup I/II (Ecological State Group I / Group II)

FLTH: Floranten

H': Shannon-Weiner (tür çeşitlilik) İndeksi

HEAT: HELCOM Eutrophication Assesment Tool (Ötrofikasyon Değerlendirme Aracı)

Hg: Civa

IMAP: Bütünleşik İzleme ve Değerlendirme Programı (Integrated Monitoring and Assessment Programme of UNEP/MAP for the Mediterranean)

İÇD: İyi Çevresel Durum (GES: Good Environmental Status)

J': Pileu düzenlilik İndeksi

ka: Kuru ağırlık
KAAY: Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
KAAYT: Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği
KOK: Kalıcı Organik Kirleticiler
m-AMBI: Çok değişkenli AZTI Deniz Biyolojik İndeksi (Multivariate AZTI Marine Biotic Index)
MAM-ÇTÜE: Marmara Araştırma Merkezi-Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü
MaQI : Makrofit kalite indeksi (Macrophyte Quality Index)
MEDPOL: Akdeniz Kirlilik İzlenmesi Programı (UNEP/MAP MEDPOL)
Mn: Mangan
NH₄-N: Amonyum Azotu
NO₃+NO₂-N: Nitrat+Nitrit azotu
ösa: Ölçüm sınırlarının altında (< LOD)
PAHs: Çok halkalı aromatik hidrokarbonlar
Pb: Kurşun
PCBs: Poliklorlu bifeniller
PYR: Piren
PHE: Fenantren
PO₄-P: Orto-fosfat
S: Tuzluluk (Salinity)
SBE: Sea Birds Electronics (Üretici ve pazarlayan firma adı)
SÇD: Su Çerçeve Direktifi (WFD: Water Framework Directive)
SDD: Seki Disk Derinliği
SHOD: Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi
Si: Reaktif Silikat
SST: Deniz suyu sıcaklığı (Sea Surface Temperature)
SYB: Su Yönetim Birimi (kıyı suları için SÇD kapsamında tanımlanan su yönetim birimleri)
T: Sıcaklık
TN: Toplam Azot (Total Nitrogen)
TP: Toplam Fosfor (Total Phosphorus)
TPH: Toplam Petrol Hidrokarbonları
TRIX: Denizler için trofik indeks
UNEP/MAP: *Birleşmiş Milletler Çevre Programı/Akdeniz Eylem Planı* (United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan)
ya: Yaş ağırlık
ZF: Zenginleşme Faktörü

Tanımlar

Deniz suları: Bir ülkenin kendisini çevreleyen denizlerde hak iddia edebileceği suların en dış sınırı içinde kalan suları, kıyı suları ile birlikte (SÇD’de belirtilen), bunların deniz tabanı ve altını (DSÇD’de belirtilen) tanımlar.

Deniz Değerlendirme Birimleri (DDB): Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008) kapsamında belirtilen deniz alt değerlendirme alanlarının oluşturulabileceği bilgisi çerçevesinde, DeKoS¹ projesinde baskıların ve ekolojik/hidrografik unsurların dikkate alınması ile uzman görüşleri çerçevesinde oluşturulan deniz birimleridir. Bu birimler kıyı sularının uzantısı olarak tanımlanır, değerlendirmelerde ise çoğunlukla kıyı suları dışında kalan istasyonlar dikkate alınır. Ege Denizi’nde kuzeyden güneye doğru 3 alt birim belirlenmiş ve bunlar DİSSP projesi ile kısmi olarak yenilenmiştir.

Ekolojik durum: Sucul ekosistemlerin yapı ve fonksiyonlarındaki kaliteyi ifade eder. Su Çerçeve Direktifi’ne göre kıyı suları için 3 biyolojik kalite elemanı (fitoplankton, bentoz, makro alg) ile diğer destekleyici parametrelerin (besin elementleri; toplam fosfor, oksitlenmiş inorganik azot (nitrat+nitrit), Seki Disk Derinliği) ortak değerlendirmesi yapılarak ortaya konulur ve 5 kalite sınıfı olarak değerlendirilir.

Ekolojik Kalite Oranı: Farklı tipteki su kütlelerinin biyolojik kalitesinin ölçülmesi ve biyolojik kalite unsurlarının referans koşullar ile karşılaştırılarak tanımlanması için kullanılan orandır. 0-1 değerleri arasında değişmesi beklenir.

Geçiş Suyu: Nehir ağzları civarındaki, kıyı sularına yakın olup aynı zamanda tatlı su akıntılarından önemli ölçüde etkilenmeleri sonucunda kısmen tuzlu olma özelliğine sahip yüzeysel su kütleleridir.

İyi Çevresel Durum: Deniz sularının, ekolojik olarak zengin, dinamik, kullanım açısından sağlıklı, temiz ve devamlılığa sahip ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayacak şekilde sürdürülebilirliğinin garanti edilebildiği çevresel durumu temsil eder.

Kıyı Suyu: Türkiye kıyılarının en dış uç noktalarından çizilen düz hat esas alınarak deniz tarafına doğru 1 deniz mili (1852 m) mesafeye uzanan suları ve bunların deniz tabanı ve altını ifade eder.

Kıyı Su Kütlesi (Su Yönetim Birimi): Yüzey sularının önemli özelliklerle –fiziksel, hidromorfolojik, ekolojik ve baskıların analizi ile- ayrıştırılmış bir yüzey suyu bölümünü tanımlar. Su Çerçeve Direktifi kapsamında ele alınan en küçük yönetim birimleridir. (Su Yönetim Birimleri olarak da adlandırılması uygundur).

Referans koşullar: Her bir su kütlesi tipolojisi için tahrip edilmemiş durumu ve ekolojik kalite oranı ölçeğinde çok iyi durumu yansıtan koşulları ifade eder.

Sınıf Sınır Değerleri: Her bir su kütlesi tipoloji için yapılan ekolojik durum sınıflandırmasında yer alan, “çok iyi”, “iyi”, “orta”, “zayıf” ve “kötü” sınıfları arasındaki eşik değerlerinin nicel ifadesidir.

TRIX İndeksi: Trofik İndeks (TRIX) kıyı yüzey sularının trofik durumunun (ötrofikasyon) sınıflandırılmasında kullanılan bir skaladır.

¹ DEKOS projesi (TÜBİTAK-MAM, ÇŞB-ÇYGM; 2014) kapsamında belirlenmiştir. Bunun için öncelikle deniz yetki alanlarımız tanımlanmış daha sonra tüm denizlerimiz farklı ekosistem özellikleri, baskılar ve oşinografik özellikler göz önüne alınarak alt bölgelere ayrılmıştır. Her bir alt bölge için farklı derinlik aralıklarının (<30, 30-200, >200m) dikkate alınması da önerilmiştir.

1 GİRİŞ

Dünya yüzeyinin %70'den fazlasının su ile kaplı olması nedeniyle okyanuslar ve denizler yeryüzündeki yaşam için vazgeçilmezdir. Okyanus ve deniz ekosistemleri biyolojik çeşitlilik, genetik kaynak, gıda, biyoyakıt olmak üzere doğal kaynak sağlamakla birlikte deniz çayırları ve deniz bitkileri ormanlarıyla aynı zamanda büyük bir karbon yutağı olarak işlev görürler. Ancak antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan denizel ekosistemler üzerindeki gittikçe artan baskı ve iklim değişikliğinin etkileri; bu ekosistemlerin sürdürülebilir kullanımı ve korunmasına yönelik uluslararası ve ulusal düzeylerde girişimleri ortaya çıkarmış, sözleşmeleri doğurmuş ve bölgesel ve küresel işbirlikleri ile denizlerin ve okyanusların korunmasını gerekli kılmıştır.

Ülkemiz bölgesel bazda Karadeniz ve kıyıların çevresel sorunları ve bunlara çözümler oluşturan “Karadeniz’in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi”ne (Bükreş Sözleşmesi) ve Akdeniz’in korunmasına yönelik olarak “Akdeniz’in Deniz Ortamı ve Kıyı Bölgesinin Korunması Sözleşmesi”ne (Barselona Sözleşmesi) taraftır. Ayrıca, iç denizimiz olan Marmara Denizi ve Boğazlar Sistemi için 2021 yılında “Marmara Koruma Eylem Planı” oluşturulmuş ve 4 Kasım 2021 tarihli ve 4758 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile “Marmara Denizi ve Adalar” Özel Çevre Koruma Bölgesi statüsüne kavuşmuştur.

Bilimsel yöntemle oluşturulan güvenilir ve süreklilik arz eden veriye dayalı, deniz ve kıyıların izlenmesi çalışmaları; söz konusu koruma ve çevre kalitesinin iyileştirilmesi önlemlerinin deniz ekosistemlerine etkilerinin takibi ve oluşturulan eylem planı ve politikaların değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Gerek taraf olduğumuz Bölgesel Deniz Sözleşmeleri gerekse ulusal mevzuatımız ile oluşturulan koruma ve kirliliğin

önlenmesi politikalarının takibi ve denizlerin kalite durumlarının ortaya konulması amacı, izleme programlarının oluşumunu sağlamıştır.

Ülkemizdeki deniz izleme çalışmaları 1990’lı yıllarla birlikte söz konusu sözleşmeler doğrultusunda münferit çeşitli programlar ve projeler kapsamında başlamıştır. 2011 yılında ise tüm denizlerimizde ortak olarak uygulanabilecek bir izleme stratejisi ve altlığı SINHA Projesi (2008-2011) (TÜBİTAK-MAM&ÇŞİDB, 2011) ile geliştirilmiş ve “Denizlerimizde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı” (DEN-İZ Programı) olarak adlandırılarak uygulamaya konulmuştur. 2012 yılında çevresel izleme faaliyetleri Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü bünyesinde toplanmıştır. Bu tarihten itibaren ise izlemeler bütüncül, düzenli, sürekli ve kesintisiz hale getirilmiş; 2014 yılından itibaren de izleme programı, 3’er yıllık periyotlar halinde yürütülen bir programa dönüştürülmüş ve izleme bileşen ve parametreleri, değerlendirme araçları geliştirilmiştir. ÇŞİDB ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK-MAM koordinasyonunda gerçekleştirilen, Ulusal Deniz İzleme Programı DEN-İZ ile tüm denizlerimizde meydana gelen kirlilik ulusal mevzuatımız, Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri ve AB direktifleri çerçevesinde izlenmektedir. Program ile deniz ve kıyı yönetimi ile su ve toprak yönetimi stratejilerine, doğa koruma çalışmalarına, atık yönetimi politikalarına, kıyı planlamaları ve iklim değişikliği uyum faaliyetlerine bilimsel veri ve değerlendirmeler sağlanmaktadır. Aynı zamanda deniz kirliliğine ilişkin alınan tedbir ve önlemlerin etkinliğinin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bununla birlikte DEN-İZ Programında yer alan "Biyolojik Çeşitlilik" çalışmaları ile

bulunan yeni türler uluslararası literatürde yerini almakta ve ülkemiz biyolojik çeşitliliğine katkı sağlanmaktadır. DEN-İZ Programı'nda; Bölgesel Deniz Sözleşmelerinde yer alan izleme bileşenleri parametreleri ve Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSÇD) kapsamında izlenmesi gerekli parametrelerin birçoğu tüm denizlerimizde pilot ölçekli izlemeler veya daha sık yoğunluklu izlemeler şeklinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Değerlendirmeler ise; Su Çerçeve Direktifi (SÇD) ve DSÇD'ye göre belirlenen kıyı su kütleleri ve denizel alanlarda gerçekleştirilmektedir (ÇŞİDB&TÜBİTAK-MAM, 2015-2016). Aynı zamanda deniz izlemelerinde örnekleme, analiz ve değerlendirme metodolojilerinin standardizasyonunun sağlanması amacıyla ÇŞİDB ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK-MAM koordinasyonunda gerçekleştirilen "Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Projesi" (DISSP Projesi 2015-2016) ile 12 temada Deniz İzleme Kılavuzu² hazırlanarak yayınlanmış ve kılavuzlarda denizlerimize yönelik izleme dönemleri ve sıklıkları tanımlanmıştır.

Bakanlığımızın yürütücülüğünü yaptığı Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme (DEN-İZ) Programı, ekosistem temelli yaklaşım esas alınmak suretiyle düzenli olarak TÜBİTAK-MAM koordinasyonunda; ülkemizdeki birçok üniversitenin deniz bilimleri ve su ürünleri enstitü/fakültelerinin bilim insanları, kamu kurum/kuruluşlarının uzmanlarının işbirliği ve katkılarıyla on yılı aşkın süredir başarılı bir şekilde yürütülmektedir. DEN-İZ Programının üçer yılı kapsayan ilk üç dönemi 2014-2022'de yılları arasında başarı ile tamamlanmıştır. Her izleme döneminde olduğu gibi programa ulusal ve uluslararası ihtiyaçlar doğrultusunda yeni

izleme stratejileri eklenmekte, Mavi Kalkınma Yaklaşımı da benimsenerek iklim değişikliğine uyum politikalarına da katkı verecek şekilde geliştirilmektedir.

Bakanlığımızca, DEN-İZ Programı kapsamında üretilen veriler, bilgiler ve değerlendirilmelerin yaygınlaştırılması ve sonuçların paylaşılmasına yönelik olarak; sempozyumların düzenlenmesi, yayınların oluşturulması, rapor ve bültenlerin yayınlanması gibi birçok farklı araç kullanılmaktadır. Düzenli ve her üç yıllık dönemler sonunda yayınlanmakta olan Özet Rapor'lar da bu araçlardan birisidir. Özet raporlarla; denizlerimizdeki mevcut durumunun ortaya konulması, denizlerin sürdürülebilir kullanımı ve korunması politikalarında karar vericilere yol göstermek; geçmiş dönemlerle karşılaştırmalar yapılarak eğilim (trend) analizlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

Bakanlığımızca Ege Denizi ilk özet rapor "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016 Ege Denizi Özet Raporu" (ISBN: 978-605-5294-69-4) adıyla 2017 yılında yayınlanmıştır. İkinci döneme ait "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2019 Ege Denizi Özet Raporu" (ISBN: 978-625-7076-22-7) 2021 yılında yayınlanmıştır.

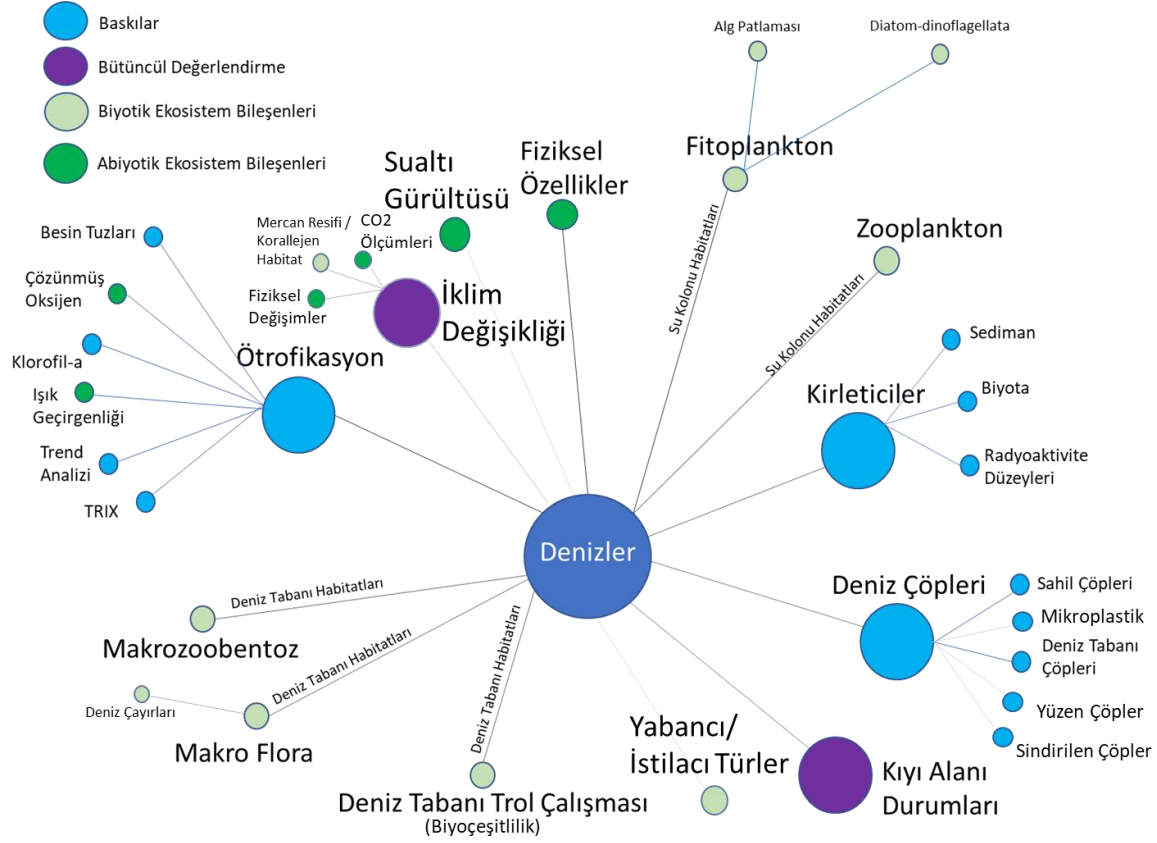
"Ege Denizi Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2022 Özet Raporu" başlıklı bu üçüncü raporun ana amacı Ege Denizi deniz, kıyılarındaki ve ekosistemindeki kirlilik ve kalite durumunun belirlenmesidir.

Bu rapor kapsamında Ege Denizi için 2014-2022 dönemini içeren 9 yıllık özet bir değerlendirme yapılmıştır. Raporun ikinci bölümünde yükümlülüklerimiz ve komşu denizlerimizde uygulanmakta olan bütüncül deniz yönetimi yaklaşımı çerçevesindeki ihtiyaçlarla olan ilişkisi tartışılmaktadır. Raporun üçüncü bölümünde ise izleme çalışmalarının sonuçları hidrografik koşullar, ötrofikasyon, deniz çöpleri, deniz tabanı

² ÇŞİDB ve TÜBİTAK-MAM işbirliği ile yürütülen "Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Faz II Projesi" (2024-2025) ile mevcut kılavuzların güncellenmesi ve yeni kılavuzların oluşturulması çalışmaları başlamıştır.

habitatları, kirleticiler gibi izleme bileşeni bazlı olarak değerlendirilmektedir. İzleme parametrelerinde yıllara göre trendler oluşturulmakta, kıyı su yönetim birimleri

üzerindeki baskılar değerlendirilmekte, ekolojik ve kimyasal kalite sınıflandırmaları belirtilmektedir.



Şekil 1.1. Özet Raporda denizlerin betimsel olarak bağlantılı ekosistem bileşenlerine ve baskılara genel bir bakış

2 YASAL ÇERÇEVE

Ülkemizin taraf olduğu Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri ve Protokollerinin yükümlülükleri ile AB Su Çerçeve Direktifi (SÇD, 2000) ve Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSÇD, 2008) kapsamında ortak kriter ve yöntemler ile kıyı ve deniz sularımızın izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Türkiye'nin her iki bölgesel sözleşmeye taraf olması ile izleme strateji ve uygulamalarının uyumlu olmasından dolayı ülkemizin sorumlu kuruluşları tarafından ilgili çalışmalar yapılmakta ve stratejiler geliştirilmektedir.

Ülkemizdeki izleme faaliyetleri, yukarıda belirtilen amaç ve kapsam doğrultusunda, özellikle kıyı sularında yer alan ve insan aktivitelerinden yoğun olarak etkilenmiş alanlarda 2000'lerin başlarından itibaren düzenli olarak organize edilmekte ve sonuçlar Odak Noktalıkları aracılığıyla Karadeniz, Akdeniz ve Ege Denizi için Bölgesel Deniz Sözleşmeleri (BDS) Sekreteriyalarına raporlanmaktadır. Özellikle ekosistem yaklaşımı yönetim temeline dayalı DSÇD ve bu yaklaşımı temel alan BDS'leri bölgesel izleme faaliyetlerini yeni yaklaşımlar ile tekrar düzenlemektedirler. Buna paralel olarak ülkemizde de özellikle etkilenmiş kıyı sularının ötesinde kalan açık deniz suları ve farklı çevresel unsurları da içine alan izleme programları aşamalı olarak organize edilmekte olup bu programlar, ulusal mevzuat ihtiyaçlarına da cevap verecek nitelikte planlanmaktadır. Her iki yasal aracın en önemli bileşenlerinden birisi "izleme ve değerlendirme" dir. Yasal düzenlemelerde "iyi ekolojik/çevresel durum" hedefleri tanımlanır ve önlemler programlarının uygulanması ile bu hedeflere ulaşıp ulaşılamadığı izlenir. Son dönemde bu yönetim yaklaşımı Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri programlarına da yansıtılmış olup UNEP/MAP kapsamında Akdeniz için "ekolojik hedefler" (UNEP/MAP 2013) tanımlanmış ve bu

hedefler için takip edilmesi gereken ortak göstergeler Akdeniz için belirlenmiştir. Bu çalışmaları tamamlayan izleme programı da üye ülkelerce onaylanarak uygulamaya alınmıştır (UNEP/MAP 2016). Ayrıca, benzer prensiplerle hazırlanan yeni Karadeniz Bütünleşik İzleme ve Değerlendirme Programı (BSIMAP) 2017-2022 yıllarını kapsayacak şekilde güncellenmiş olup, 13 Ekim 2016 tarihinde onaylanmıştır.

İç denizimiz olan Marmara Denizi ve Boğazlar Sistemine yönelik olarak müsilaj ile mücadele için 2021 yılında "Marmara Koruma Eylem Planı" oluşturulmuştur. Eylem Planı kapsamında Marmara Denizi Havzası'nı iyi çevresel duruma ulaştırmak için politika ve stratejileri belirlemek ve uygulamak amacıyla "Marmara Denizi Bütünleşik Stratejik Planı" (2021-2024) yayınlanmıştır. Eylem Planı çerçevesinde 4 Kasım 2021 tarihli ve 4758 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile "Marmara Denizi ve Adalar" Özel Çevre Koruma Bölgesi statüsüne kavuşmuştur.

DEN-İZ Programı yukarıda bahsedilen ana yasal çerçeve ve ulusal mevzuatımızda yer alan izleme bileşenleri ve kriterleri temel alınarak, her bir denizimize yönelik olarak; ilgili denizin kendi dinamikleri de dikkate alınarak dizayn edilmektedir.

Tablo 3.1 Ege Denizi Kirlilik İzleme bileşenleri ve istasyon sayıları (Y: Yaz, K:Kış, İ:İlkbahar) (*T: DSÇD tanımlayıcılarıdır)

İzleme Bileşenleri	2014	2015		2016		2017	2018		2019		2020		2021		2022	
	Y	K	Y	K	Y	Y	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y	K	Y
Su kolonu (T5, T7)*	65	64	68	75	80	80	80	88	93	93	93	93	96	96	96	96
Fitoplankton (T1)	22	19	21	19	23	23	23	23	26	26	27	26	26	26	26	26
Zooplankton (T1)	0	0	0	0	0	14	14	14	18	18	18	14	14	14	14	14
Makrozoobentos (yumuşak substratum)(T1, T6)	15	0	15	0	15	16	0	15	0	17	0	0	0	17	0	0
Makrozoobentos (sert substratum) (T1, T6)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Makro flora (T1, T6)	9	0	13	0	13	13	0	14	0	20	0	0	0	21	0	0
Deniz çayırıları pilot çalışması (T1,T6)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2
Mikroplastik-su, sediman (T10)	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
Kirleticiler-Sediman (T8)	10	0	10	0	24	0	0	26	0	41	0	0	0	30	0	0
Kirleticiler-Biyota (T9)	5	0	5	0	6	0	0	0	0	11	0	0	0	10	0	0
Radyoaktivite (T8)	0	0	7	0	7	7	0	7	0	7	0	5	0	5	0	5
Deniz tabanı balık ve katı atıkları (T1, T3, T10)	0	0	0	0	18	0	0	0	0	22	0	0	0	18	0	0
Sahilde çöp çalışması	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1

Programdaki izleme bileşenleri; ötrofikasyon (T5³: baskılar-durum-etki), kirleticiler (T8/T9), deniz çöpleri (T10), biyoçeşitlilik: su kolonu habitatları (T1) ve biyoçeşitlilik: deniz tabanı habitatları (T1/T6: makrozoobentos, makro flora ve balık) olarak gruplandırılmıştır. Su kolonu fiziksel özellikleri de T1, T5 ve T7'yi destekler nitelikte izlemeler dahilinde değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1'de Ege Bölgesinde 2014-2022 izleme dönemlerinde her bileşen altında yapılan çalışmaların içerikleri, örnekleme matrisi (su, sediman, biyota) ile her dönemdeki istasyon sayıları yer almaktadır.

³ Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) altında; denizlerde iyi çevresel duruma ulaşmak için 11 adet tanımlayıcı (T) tanımlanmıştır. Her bir tanımlayıcı altında o tanımlayıcının takibine yönelik olarak çeşitli göstegeler yer almaktadır.

3.1 Su Kolonu Fiziksel Özellikleri

Ege Denizi ve Doğu Akdeniz birbirleriyle aktif bir şekilde, kısa ve uzun yıllar arası etkileşen denizlerdir. Ege Denizi ve Doğu Akdeniz arasındaki bu etkileşim aynı zamanda tüm Akdeniz, Marmara Denizi ve hatta Karadeniz'i ilgilendirmektedir.

Kuzey Ege Denizi, dünyada en yoğun su kütlelerinin oluştuğu bölgelerden bir tanesidir. Önceleri, Doğu Akdeniz Dip Suyunu, (EMDW) Adriyatik Denizi Dip Suyu oluşturmuyordu. 80'li yılların sonu ve 90'lı yılların başlarında bu durum değişti (Roether ve diğ., 2007; Incarbona ve diğ., 2016). Ege Denizi Dip Suyu Doğu Akdeniz Dip Suyunu oluşturmaya başladı. Bu olay Doğu Akdeniz Taşınımı (EMT - Eastern Mediterranean Transient) olarak tanımlandı. Burada oluşan su kütleleri Akdeniz'in derinliklerine çökmekte ve Akdeniz ana akıntı sisteminin sürücü kuvvetlerinden birisi olmaktadır. Öte yandan Ege Denizi'ndeki su kütlesi oluşumları Marmara Denizi'ne giden suların özelliklerini de kontrol etmektedir. Bu nedenle Ege Denizi'nin fiziksel oşinografisinin anlaşılması sadece Ege Denizi'ndeki süreçleri anlamamıza değil diğer denizlerimizdeki süreçleri de anlayabilmemize yardımcı olacaktır.

Ege Denizi sularının fiziksel özelliklerinin zaman ve mekân içerisindeki değişimini görebilmek için Ege Denizi'nde, DEU Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü tarafından R/V K. Piri Reis araştırma gemisi ile toplanan veriler, yürütülen diğer projelerden toplanan veriler ve Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında R/V TÜBİTAK MARMARA araştırma gemisiyle toplanan verilerle birleştirilerek noktasal veya kesit boyunca zamana ve mekana bağlı ilişkiler araştırılmıştır. Böylece EMT ne zaman başlamış ne zaman pik noktasına gelmiş ve ne zaman sönümlenmiş olduğu kendisini oluşturan koşulları ile birlikte açıklanmaya çalışılmıştır. Bu koşullar arasında iklimsel değişimlerin denizel süreçleri ne kadar

etkiledikleri araştırılmıştır. Bunu başarmak için meteorolojik veriler (yağış, buharlaşma, rüzgâr şiddeti, hava sıcaklığı, deniz yüzey sıcaklıkları, deniz yüzeyi yüksekliği, atmosfer basıncı) geniş bir zaman aralığında incelenmiştir. Uzaktan algılama verileri SST, aylık ve mevsimsel bazda ele alınarak bize oluşan siklonik ve anti-siklonik döngülerin zaman içerisindeki dağılımları, büyüklükleri ve oluştukları yerde kararlı olup olmadıkları konusunda bu raporda bilgiler vermektedir.

Bu çalışmada 3 bölge ve 5 dönem üzerinde durulmuştur (Şekil 3.2).

1.Bölge- Kuzey Ege Denizi: Ege Denizi'nin en yoğun sularının oluştuğu Kuzey Ege Denizi, İklim deniz ilişkisini bize açıkça gösterecek fiziksel süreçleri içerdiği için, bu çalışmadaki en önemli bölgedir.

2.Bölge- İzmir Körfezi: Büyük ölçekteki fiziksel olayların koy ve körfezlerde de hissedilip hissedilmediğini görebilmek önemlidir. İzmir Körfezi'nde oşinografi çalışmaları 1990 yılından bu yana düzenli bir şekilde yapılmakta olup, zaman serisi analizleri ile bu fiziksel olayların araştırılması bu entegre çalışmaya çok büyük bir katkı koymaktadır.

3.Bölge- Güney Ege Denizi: Ege Denizi ve Akdeniz arasındaki su değişiminin en fazla olduğu bölgelerden bir tanesi olması dolayısıyla Güney Ege Denizi önem arz etmektedir.

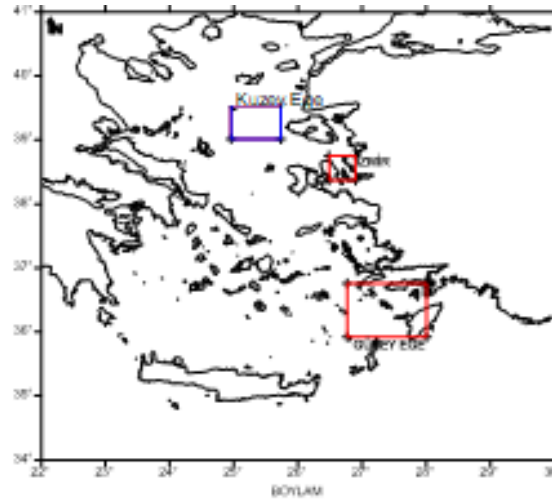
Bu üç ana bölgenin yanı sıra dikkat edilmesi gereken beş önemli dönem vardır;

- **1993** dönemi, EMT'nin pik yapıtı dönemdir.
- **2000** dönemi, EMT'nin etkisini iyice kaybettiği dönemdir.
- **2007-2009** yılları arasına rastlayan dönem, EMT-Benzeri olayın oluştuğu dönemdir.

- **2012** dönemi beklenmedik bir şekilde İyon Denizi üst su sirkülasyonunun, siklonik yapıdan antisiklonik yapıya dönüşerek Akdeniz ara tabaka suyunun doğrudan Ege Denizi'ne girmesini sağlaması anlamına geldiği için seçilmiştir. Ege'ye giren Akdeniz sularının tuzluluk içerikleri olağan değerlerinden daha düşüktür.
- **Son** dönem ise (2014-2022) Ege Denizi'nin mevcut durumunun ortaya

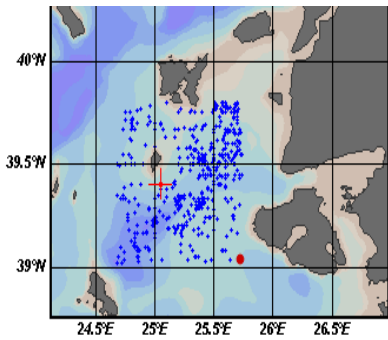
konmasıdır. İzmir Körfezi'nde izopiknal seviyeleri su kolonunda yüzeye yakın derinliklere kadar yükselmiştir.

Bu analizlerde yoğunluk, sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin derinlik boyunca profilleri 1980'li yıllardan günümüze kadar Zaman-Derinlik grafikleri (Hovmoller diyagramı) şeklinde aşağıda gösterilmiştir.

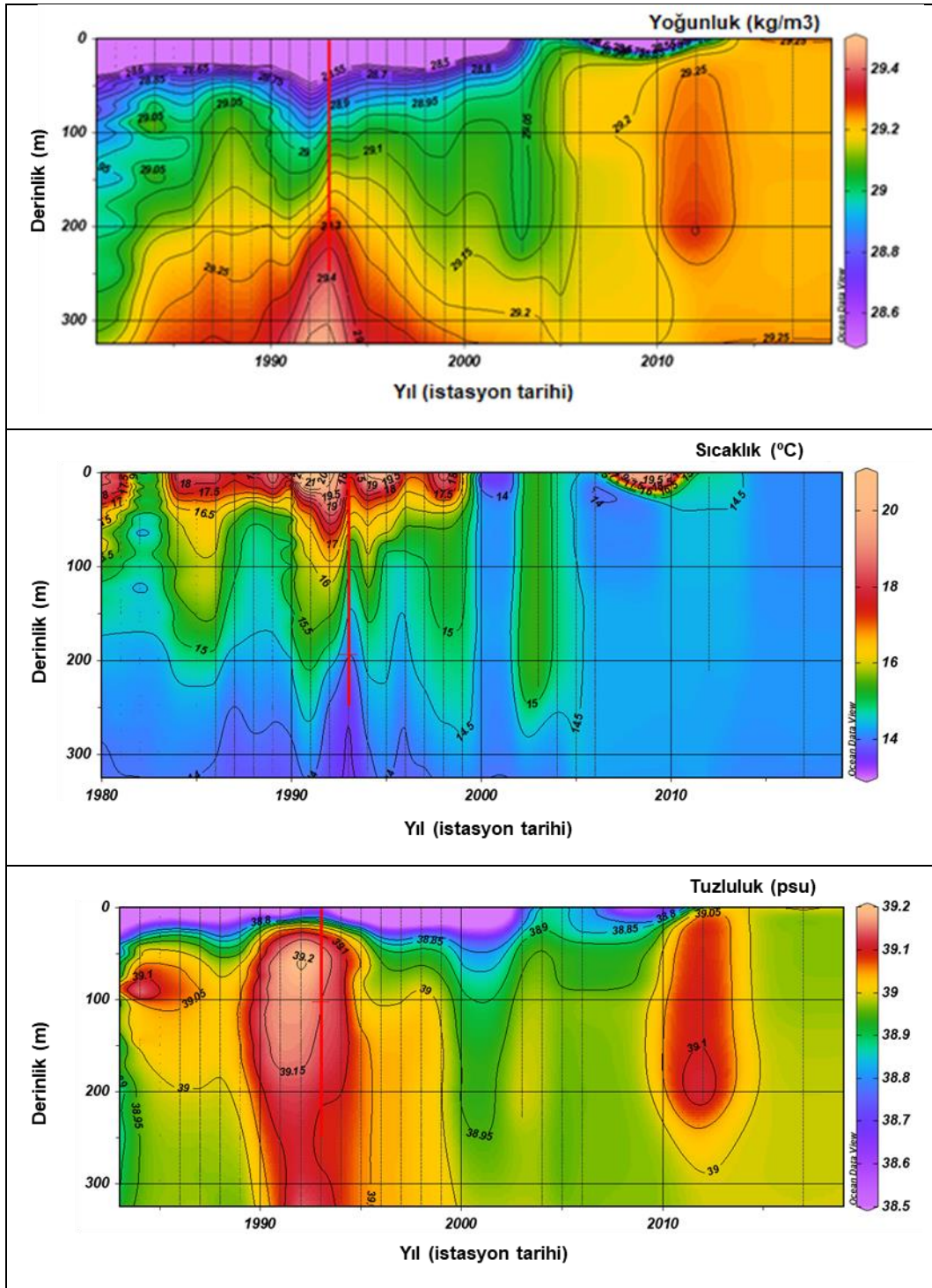


Şekil 3.2 Zaman serilerinin oluşturulduğu bölgeler: Kuzey Ege, İzmir Körfezi ve Güney Ege

3.1.1 Kuzey Ege Zaman Serileri:



Son dönem de Kuzey Ege Denizi'nde ölçüm alınamamış ve bu bölge elde olan eski verilerden yararlanarak analiz edilmiştir. Kuzey Ege Denizi'nde 1980-2017 tarihleri arasında yoğunluk sıcaklık, ve tuzluluk değerlerinin zaman serisi analizi yapılmıştır Oluşturulan zaman serisi Şekil 3.3'de verilmiştir. Bu veriler WOD, PERSEUS, MEDAR/MEDATLAS ve Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü tarafından toplanmış verilerin hepsini içermektedir (Sayın ve Beşiktepe, 2010; Sayın ve diğ, 2011).



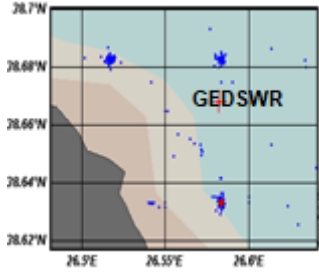
Şekil 3.3 Kuzey Ege sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk Zaman-Derinlik eşdeğer eğrileri

Yoğunluk değerleri su kolonunun dibine yakın derinliklerinde çok fazla değişmediği için, yoğunluk seviyelerinin değişimi aratabakadan daha iyi gözlenmektedir. Bu yüzden grafikler çizilirken derinlik aralıkları ona göre ayarlanmıştır. Yoğunlukların yükselmesi özellikle 1993 döneminde çok belirgindir. Yoğunluklardaki bu artış, sıcaklıkların düşmesi ve tuzlulukların artması ile de ilgilidir. 1993 yılında (EMT dönemi) hava sıcaklığındaki aşırı azalma sadece Ege Bölgesi'nde değil daha büyük ölçekte, bilinen indekslerle de saptanmış Karadeniz'i de içine alan, iklimsel bir olaydır. EMT döneminde siklonik hareketliliğin bulunduğu bu bölgede, aşırı soğuma dip su konveksiyon sürecini tetiklemiş ve siklonik döngünün de yardımıyla yoğun suların yüzeye yakın yerlere kadar yükselmesine neden olmuştur.

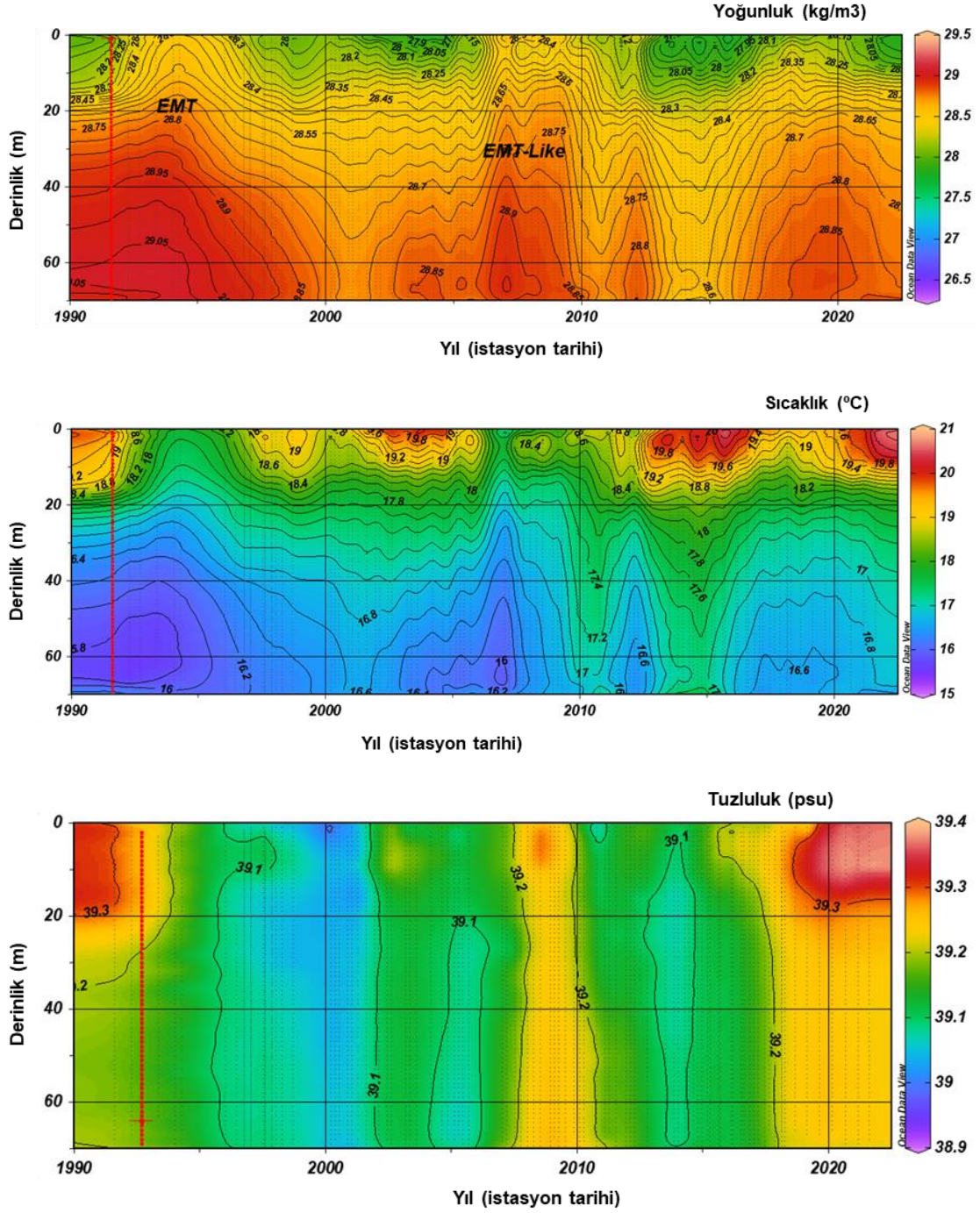
Tuzluluklardan da anlaşıldığı üzere yoğunlukların bu denli artışı, sadece soğuma yüzünden değil 39.2 psu'dan yüksek tuzluluğu olan LSW (Levantine Surface Water) ve 39.1 psu civarında tuzluluğu olan LIW (Levantine Intermediate Water) su kütlelerinin o bölgede bulunmuş olması nedeniyledir. Bu su kütlelerinin var olmaları, EMT olayının oluşması için bir önkoşul niteliğindedir. 1996 yılında yoğunluk değerlerinde yükselmeler görünmesine karşın yoğunluk seviyeleri gittikçe düşmüş ve 2000 yılında göreceli soğuk ve az tuzlu bir su kütleline

yerini bırakmıştır. Bu nedenle 2000 dönemi, 1993 yılında olan EMT olayının etkisini kaybettiği bir dönem olarak düşünülmektedir. 2000 yılından sonra yoğunluk seviyeleri tekrar yükselme eğilimi göstermiş ve 2007 yılında 29.2 kg/m³ yoğunluk seviyesi yüzeye çok yakın derinliklerde görülmüştür. Aynı dönemde su kolonunda sıcaklıkların düşük olması dikkat çekicidir. Ancak tuzluluklar EMT döneminde olduğu gibi yüksek seyretmemiştir, bu nedenle 2007 döneminde yoğunluk artışının soğuma sonucu olduğu anlaşılmıştır. Yapılan çalışmalar (Sayın ve Beşiktepe, 2010; Sayın ve diğ., 2011) göstermişti ki, bu dönemde Ege Denizi'nden Akdeniz'e büyük bir su girişi olmuş ancak bu su girişi dipten sualtı eşiklerinin üzerinden değil su kolonunun orta tabakalarından akmıştır (EMT-Benzeri Olay). Bu olaya benzer olay 2017 SHOD verilerinde de görülmüş. Bu dönem bölgede tuzlu Akdeniz suları bulunmamaktadır. Yoğunluklardaki artışın nedeni ise su sıcaklığındaki düşüşler nedeniyledir. EMT olayı olmamakla birlikte bu dönem tekrar Ege Denizi'nin aktif olduğu ve İyon Denizi yüzey sirkülasyonunun anti-siklonik olması anlamına gelmektedir. Bu sürecin kısa (reversal) veya uzun (decadal) sürüp sürmediğini İzmir Körfezi 2018 yılı kış dönemi verilerinden anlayabileceğimiz şekliyle ortaya çıkmaktadır.

3.1.2 İzmir Körfezi Zaman Serileri:



Özellikle İzmir Dış Körfezi'nde Karaburun açıklarındaki üç istasyona yoğunlaşmış verilerden hazırlanan zaman serileri Akdeniz yüzey sularının Körfez'e ne zaman girdiklerini göstermesi bakımından önemlidir. İzmir Körfezi'nde de bu tuzlu suların bulunması yüksek yoğunlukların oluşmasında önkoşul oluşturmaktadır.



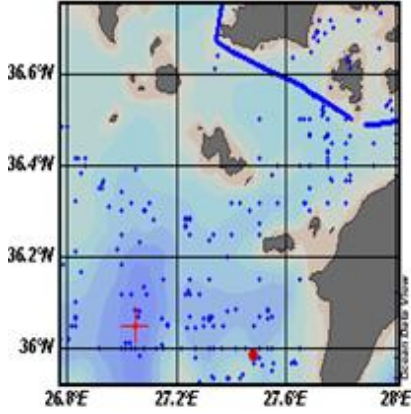
Şekil 3.4 İzmir Körfezi sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk Zaman-Derinlik eşdeğer eğrileri

İzmir Körfezi'nde 1993 döneminde yoğunluklar göreceli olarak yüksektir ve su kolonunda 28.8 kg/m^3 'lik izopiknal seviyesi 30 metrelerde görülür (Şekil 3.4). 28.8 kg/m^3 izopiknal seviyesi 1993 yılından sonra alçalarak 2000 yılı döneminde 50 metrelere kadar iner ve daha sonra yükselerek 2007-2009 döneminde 20 metrelere yaklaşır. Daha sonra düşen bu yoğunluk seviyesi 2012 döneminde tekrar 30-40 metrelere kadar yükselmiştir. 2000 döneminde su kolonunda soğuk su bulunmasına karşın yoğunlukların düşük seviyede kalmasının nedeni, tuzluluk bakımında zengin bir suyun olmamasıdır. 2007 dönemi şekil bakımından 2000 dönemiyle benzerlik gösterirken, su kolonunun soğuması 2000 yılına kıyasla daha etkindir. 2008 ve 2009 dönemlerinde ise Akdeniz tuzlu sularının Körfez'e büyük miktarlarda girdikleri tahmin edilebilir. Orta Ege ve Körfez zaman serilerinden ortaya çıkan EMT ve EMT-Benzeri olaylar tuzluluk değerlerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Tuzlu suların bulunmadığı durumlarda, sadece soğuma nedeni ile oluşan yoğunluk seviyeleri sınırlı kalmaktadır. 2012 döneminde oldukça yüksek yoğunluk seviyeleri bulunmasına karşın, 2007-2009 dönemiyle karşılaştırıldıklarında daha düşüktürler. Böyle olmasının nedeni Akdeniz tuzlu sularının Körfez'e girecek kadar Ege Denizi'nde kuzeye doğru ilerleyememeleri veya giren Akdeniz sularının tuzluluklarının Körfez tuzluluklarından çok farklı değerlerde olmamalarındandır. 2017 yılında Şekil 3.4'den de anlaşılacağı üzere Körfez'deki izopiknal seviyeleri tekrar yükselmeye başlamıştır. Seviyeler 2007-2009 seviyeleri ile kıyaslanabilir. 2007-

2009 dan farkı tuzluluk değerleri yüksek olmasa da 2017 yılında sıcaklıklar çok düşüktür. Bu yoğunlukların yüksek olmasına neden olmaktadır. 2017 Kış isopiknal seviyeleri EMT-Benzeri olayın habercisidir. Rodos Döngüsünün merkezinde yoğun Girit suyunun bulunması bunu doğrulamaktadır. Bu aynı zamanda İyon Denizi yüzey jeostrofik sirkülasyonunun siklonik fazdan anti-siklonik faza geçmesi anlamına gelmektedir. 2017 dönemindeki bu gelişmenin uzun (decadal) soluklu olduğu bir sonraki 2018 kışında alınan verilerden anlaşılmaktadır (Şekil 3.4). Bu dönemde tuzlu Akdeniz sularının bulunmadığıdır. 2017 kış dönemi kadar olmamakla birlikte soğuk suların Körfez'de bulunması EMT-Benzeri dönemlerine benzer yoğun suların bölgede oluştuğunu göstermektedir.

İzleme programında son dönemde toplanan veriler göstermiştir ki İzmir Körfezi'nin en iç kısmında tazelenme süreleri uzamış ve bu nedenle de yaz mevsiminde oksijeni tükenmiş su kütleleri oluşmuştur. Bu olumsuz durum kış mevsiminde konvektif su hareketleri ile ortadan kalmasına rağmen her yaz döneminde bir önceki döneme oranla kötüleşerek gerçekleşmiştir. Keza iç körfezde toplu balık ölümlerinin gerçekleşmesi muhtemeldir. Benzer bir kötüleşme durumunun ise artan insan baskısı nedeniyle Ege Denizi diğer körfezlerinde de görülmesi muhtemeldir. Bu nedenle her bir körfez özelinde mevsimlik özümseme kapasitesi belirlenmeli ve bu kapasiteye göre önlem alınmalıdır.

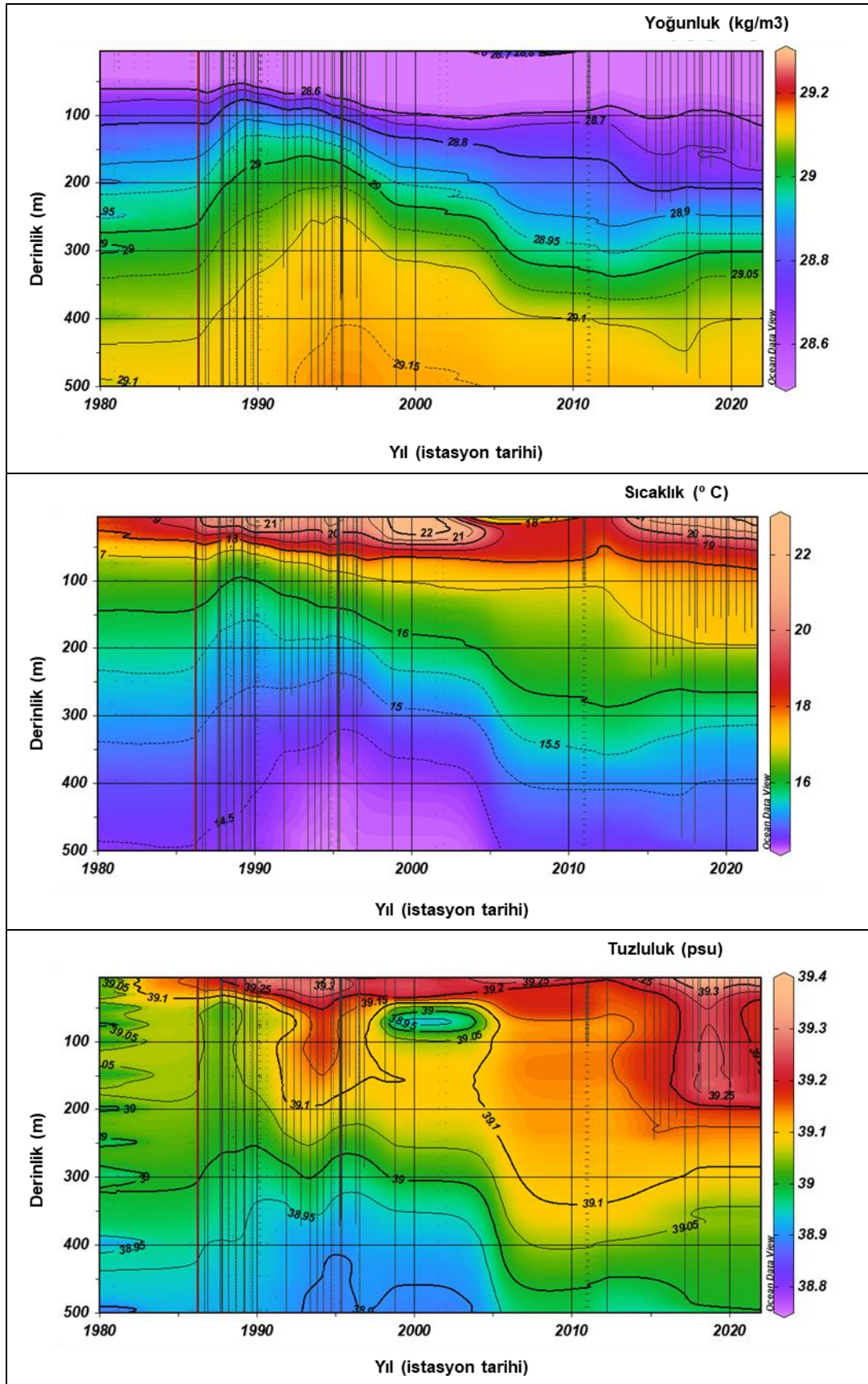
3.1.3 Güney Ege (Girit) Denizi Zaman Serileri:



Güney Ege verileri diğer bölgelere ait veriler gibi yıllar bazında birbirini takip eden ölçümleri içermemektedir. 2001 yılından 2010 yılına kadar büyük bir zaman aralığında veri boşluğu vardır (Şekil 3.5). 1985 yılından 2001 yılına kadarki döneme bakıldığında, 1993 yılında oluşan yoğun suyun 2000’li yıllara doğru etkisini kaybettiği ve 1993 yılında 150 metrelerde görünen 29.0 izopiknal seviyesinin 2000 sonrasında 250 metrelere kadar düştüğü görülmektedir. 1993 döneminde Ege Denize giren su kütleleri, tuzluluk zaman serilerinden görülebilir. Buradaki 39.1 psu tuzluluk seviyelerinin 200 metre civarında görülmesi istisnai bir durumdur ve bunun anlamı LSW ve LIW’in Güney Ege Denizi’ni 200 metre altındaki derinliklere kadar doldurmuş olması demektir. Bu EMT dönemine ait bilinen bir durumdur. LSW ve LIW su kütleleri Ege Denizi’ne girerken Ege Denizi yoğun suları siller

üzerinden Akdeniz’e doğru akarlar. Zaman serileri Ege Denizi’nden giden bu suların soğuk olduklarını ve yüzeyden Ege Denizi’ne giren suların ise sıcak ve tuzlu olduklarını bariz bir şekilde göstermektedir. Güney Ege kış 2017 ve 2018 verilerinden EMT zamanında görülen yüzeydeki bu tuzlu sulara benzer suların daha yoğun bir şekilde (39.3 psu) 200 metreye kadar su kolonunun üst tabakalarında bulunduğu gözlenmektedir. Bu şu demektir: Ege Denizi’nin yoğun su oluşturmaları bakımından olması gereken tuzlu sular Akdeniz’den yoğun bir şekilde Ege Denizi’ne girmiştir. Zaman serisinde 2017 ve 2018 dönemleri ile EMT zamanı 1993 dönemi kıyaslandığında yoğunluk seviyelerinin bir hayli düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni su kolonunda 200 metreye kadar su sıcaklıklarının fazla olmasıdır.

2019 – 2022 aralığında herhangi bir olağan dışı durum görülmemiştir. Akdeniz’in yüzey suları Rodos adasının kuzey ve güneyinde Ege Denizi’ne doğru giriş yaparken, derin suda su kütleleri farklılaşmıştır. Ege Denizi’nin ortasında oluşan yoğun su kütleleri Gökova Körfezi’ni doldurduktan sonra Akdeniz’e yönelmektedir. Bu olağan devinim yakın dönemde de devam etmiştir.



Şekil 3.5 Güney Ege (Grit Denizi) Bölgesi sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk Zaman-Derinlik eşdeğer eğrileri

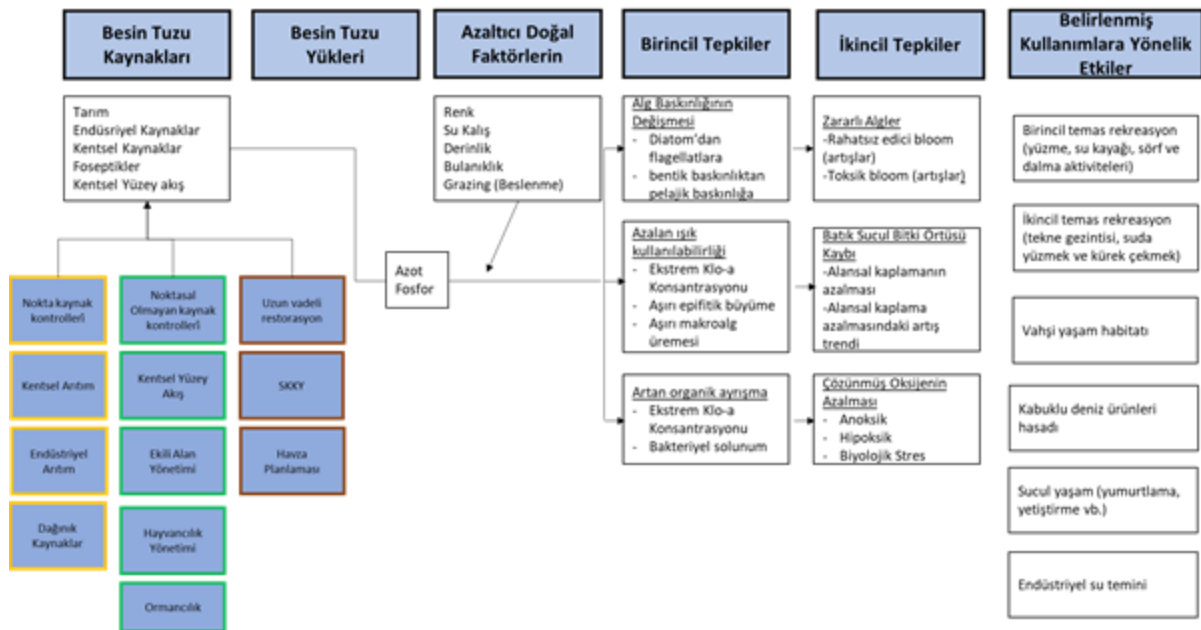
3.2 Ötrofikasyon

Ötrofikasyon, büyük miktarda enerji ve maddenin kara ve deniz arasında aktarıldığı etkileşim alanları olan kıyı bölgelerinde artar (Elliff ve Kikuchi, 2025). Kıyı bölgeleri aynı zamanda sağlama (örneğin gıda sağlama), destekleme (örneğin atık işleme) ve kültürel (örneğin rekreasyon ve turizm) ekosistem hizmetleri sağlar ve insan nüfusunun büyük bir kısmı tarafından iskan edilir (Neumann et. al., 2015). Her bir kıyı bölgesi, kıyı şehirleri ve endüstrilerinden gelen doğrudan besin maddesi yayılımlarına ek olarak, tüm havza alanından besin maddesi yüklerini alır. Kıyı bölgeleri ayrıca kirlilik, aşırı avlanma ve iklim değişikliği gibi diğer doğrudan ve dolaylı insan baskılarından da etkilenebilir (Malone ve Newton, 2020).

Su kaynaklarına ve su havzalarına giren besin tuzları potansiyel ekonomik

kayıplara ve kullanım etkilerine yol açabileceği yolları Tablo 3.2’de verilmiştir (Weaver, 2010). Söz konusu besin tuzlarının körfez ve kıyı sularına olan etkisi ticari ve eğlence amaçlı balıkçılık, turizm, su ürünleri yetiştiriciliği, yüzmeye, tür çeşitliliği, organizma durumu, ekosistem işlevi ve fidanlık alanları gibi alanlarda insan sağlığı ve su yaşamı üzerindeki etkilerle ilişkilendiren kavramsal bir diyagram sunulmuştur. Besin zenginleşmesi alg baskınlığı değişikliklerine, ışık geçirgenliğinin azalmasına ve organik ayrışmanın artmasına giden yolu göstermektedir. Bu birincil tepkiler daha sonra zararlı alglerin varlığı, batık sucul bitki örtüsünün kaybı ve düşük çözünmüş oksijen seviyelerini içeren ikincil tepkilerle sonuçlarını da göstermektedir (Weaver, 2010).

Tablo 3.2. Besin tuzları girdilerinin haliçlerde ve kıyı sularında su kalitesiyle ilişkili olarak etkileri



Ötrofikasyonun kıyı ekosistemlerine en çarpıcı olumsuz etkileri; su berraklığının azalması, birincil üretimdeki artış, su bitkilerinin tür dağılımında belirgin azalma, organizmalar arasındaki dengenin bozulması, dip sularda oksijen azalması (hipoksi), N/P/Si oranlarında değişim ve

sonuçta besin ağında belirgin değişiklikler gibi birçok olumsuz etkinin kısa sürede gözlenmesidir (Conley ve diğ., 2007; Ferreria ve diğ., 2010).

Sucul ortamda ötrofikasyon değerlendirmeleri, baskı-durum-etki

süreçlerinin sistematik izlenmesi ile yapılır. Baskılar, insan faaliyeti kaynaklı besin maddeleri ile organik maddenin karasal kaynaklardan nehirler, havzalar ve noktasal deşarjlar yolu ile denize taşınımı, atmosfer yolu (yağışlar) ile girdiler olarak değerlendirilir. Ötrofikasyon değerlendirilmesinde durum ve etki göstergeleri olarak DSÇD ve IMAP'ta belirtilenlerden deniz suyundaki besin maddesi derişimi artışı ve oranlarının değişimidir. İnsan kaynaklı besin iyonları girdilerinin doğrudan etkileri ise plankton biyo-kütle ve organik madde artışı, ışık geçirgenliğinin azalması, baskın plankton türlerin dağılımındaki değişimlerdir. Aşırı organik madde üretimi sonucu alt tabakaya çökelen organik maddenin parçalanarak dip sularda oksijen eksikliği yaratır; taban flora ve faunasında belirgin ekolojik bozulmalar gözlenir. Bu durum, özellikle üst tabaka su kolonunda kalıcı tabakalaşmanın olduğu yarı kapalı körfez ve denizlerde (Marmara Denizi, Karadeniz gibi) ötrofikasyonun en belirgin dolaylı etkisi olarak tanımlanır.

Ege Denizi, Akdeniz'in en oligotrofik bölgelerinden biridir. Genel olarak nitrojen ve fosfor seviyeleri düşük olmasına rağmen bazı bölgelerde besin konsantrasyonları yüksektir. Özellikle körfezlerde, aşırı kentleşme, sanayileşme, tarımsal faaliyetler ve turizmin yoğun olduğu bölgelerde organik ve anorganik besin tuzlarının zenginleşmesi, pelajik üretkenliği arttırmakta ve özellikle fosforun belirleyici rolünü ön plana

çıkartmaktadır. Yüzeyde N-P oranı genellikle 19:1'in (Kucuksezgin ve diğ., 2019) üzerinde olup, dip sularda bu oran 24-27 gibi yüksek olarak hesaplanmıştır (Pavlidou ve Kontoyiannis, 2004).

Ege Denizi kıyılarında artan turizm, endüstriyel faaliyetler ve atık sular kıyı suyu kalitesini önemli ölçüde etkilemiştir. Ege Denizi'nin kıyı yapısı çok sayıda kapalı ve yarı kapalı koydan oluştuğu için koylarda daha yüksek su tutma süreleri bu bozulmayı hızlandırmaktadır. Kuzey Ege'de yayılı kirlilik hakim iken, Orta Ege'de endüstriyel baskılar ve nüfus yoğunluğu daha fazladır. Turizmden kaynaklanan en büyük sorun ise, nüfus dalgalanması nedeniyle atık su arıtma tesislerinin performanslarının etkilenmesidir. Ege Denizi izleme programı verilerine göre, İzmir, Güllük ve Aliğa körfezleri besin tuzları ve klorofil-a açısından yüksek değerler sergilemektedir. Benzer durum besin tuzlarının girişinin yüksek olduğu nehir ağızları için de geçerlidir.

Oligotrofik özellikteki sularda ise, besin elementleri girdilerinin çok düşük olması plankton bolluğu ve organik madde derişiminin düşük seviyelerde kalmasını sağlar ve ışık geçirgenliği özellikle kurak yaz dönemlerinde 30-35 m seviyesine kadar ulaşır.

Değerlendirmelerde kullanılan ötrofikasyon göstergeleri:

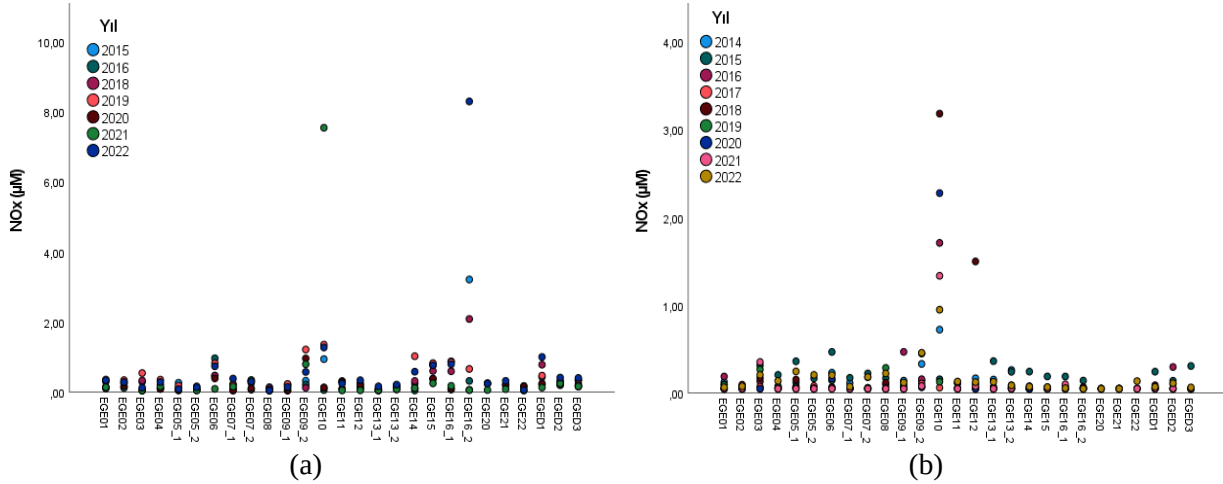
- Su kolonunda önemli/kilit besin elementlerinin (N, P, Si) konsantrasyonları (IMAP/EO5 & MSFD/D5C1*) ve oranlarındaki değişimler
- Su kolonunda klorofil-a konsantrasyonu (IMAP/EO5 & MSFD/D5C2*)
- Türlerde ve topluluklarda farklılaşmalar örn. değişen diatom-dinoflagellat oranı, bentik-pelajik oranları, insan aktivitelerinin neden olduğu zararlı/toksik alg patlamaları (MSFD/D5C3*)
- Askıda alg artışına bağlı su şeffaflığı (MSFD/D5C4*)
- Su kolonu dip alanındaki çözünmüş oksijenin varlığı (MSFD/D5C5*)
- Fırsatçı makroalglerin bolluğu/yaygınlığı ve makrofitlerin durumu (MSFD/D5C6*, D5C7*)

* Bkz. EU 2017/848 ve DÇS Projesi (ÇŞB) İÇD hedef ve göstergeleri

3.2.1 Besin Elementleri

Ege Denizi 2014-2022 izleme çalışmaları sırasında, yüzey NO_x ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) konsantrasyonları SYB’lerde 0,05-8,28 μM aralığında, SYB’ler dışında kalan DDB’lerde ise kıyılarına göre daha az salınım göstererek 0,05-1,0 μM aralığında değişmiştir (Şekil 3.6). Kış mevsiminin yağışlı ve yaz mevsiminin kurak olması

karasal girdileri değiştirmektedir. Bu durum NO_x mevsimsel değerlerinin mevsimsel olarak değişime sebep olmaktadır. Yüksek konsantrasyonlar genellikle Büyük Menderes, İzmir İç Körfezi, Çanakkale Boğazı çıkışı ve Meriç Nehri’nin etkisinde bulunan SYB’lerde görülmüştür.

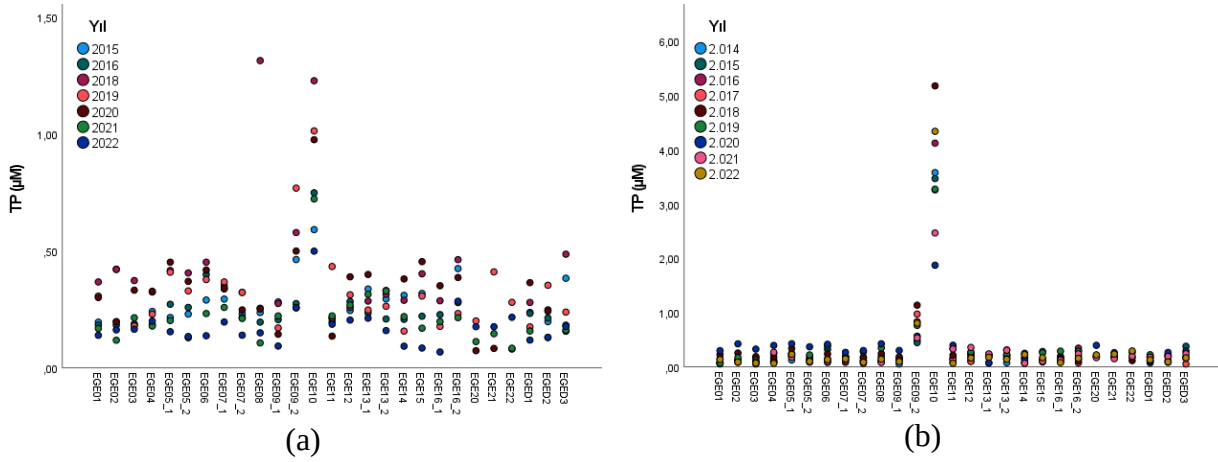


Şekil 3.6. $\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$ (NO_x) konsantrasyonlarının SYB ve DDB’lerdeki 2014-2022 örnekleme dönemi yüzey suları (0-10 m ortalama) dağılımları kış dönemi (a), yaz dönemi (b)

Toplam fosfor (TP) konsantrasyonları 2014-2022 örnekleme dönemi içerisinde SYB’lerde 0,06-5,16 μM , DDB’lerde ise 0,06-0,49 μM arasında değişmiştir (Şekil 3.7). Kış dönemi konsantrasyonlarının yaz dönemlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi kışın artan yağışlarla denize taşınan karasal yükün daha fazla olması olarak açıklanabilir.

İzmir İç Körfezi (EGE10), Ege Denizi’nin en kirli su yönetim birimlerinden bir tanesidir. Söz konusu yönetim birimi üzerinde kara kökenli kirlleticiler yüksektir. Nüfus, endüstri, arıtma tesisleri çıkış suları, dereler aracılığıyla taşınan

kirleticiler ve liman faaliyetleri kaynaklı yüksek besin tuzu değerleri tespit edilmiştir. İzmir İç Körfez düşük görünürlük (1,00 – 4,00 m), yüksek nitratlı bileşikler (0,06 – 7,53 μM) ve amonyak (0,04 – 22,33 μM) olarak karakterize edilmektedir. Küçüksezgin (2011, 2019)’in İzmir Körfezi’nde yaptığı çalışmada, NO_x konsantrasyonları Dış Körfez’de 0,12-1,8 μM , İç-Orta Körfez’de ise 0,12-27,0 μM aralığında bulunmuş olup, izleme çalışmalarında bulunan değerlerle uyumluluk göstermektedir.



Şekil 3.7. Toplam Fosfor (TP) konsantrasyonlarının SYB ve DDB'lerdeki 2014-2019 örnekleme dönemi yüzey sularındaki (0-10 m ortalama) değişimleri kış dönemi (a), yaz dönemi (b)

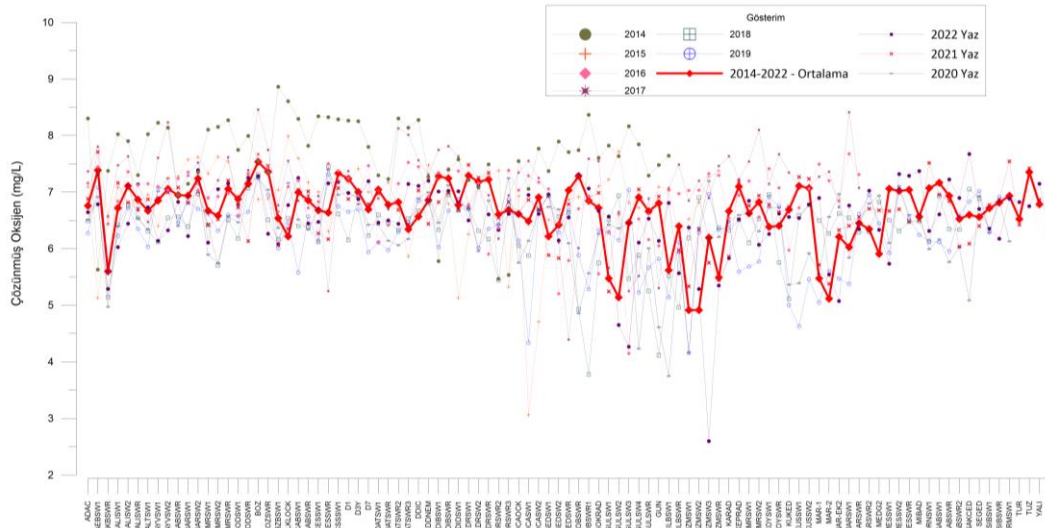
3.2.2 Çözünmüş Oksijen

Oksijen azalması, ışığın ulaşmadığı veya az ulaştığı dip sularında biriken organik maddenin mikrobiyel aktiviteler sonucu oksijen tüketimi ile oluşur. Su kolonunda artan sıcaklıkla birlikte artan bu biyolojik aktiviteler tüm su kolonunu etkileyebilir. Ortamda azalan oksijen ve ışık geçirgenliği gibi deniz canlılarını direkt etkileyen faktörler, ortamdaki canlı topluluklarını (Omurgasız bentik organizmalar, su bitkileri, balıklar) tehdit eden unsurlardır. Bu tip oksijen eksikliklerinin, özellikle su değişiminin kısıtlı (akıntı hızının az) ve derinliğin az olduğu koy ve körfezlerde gerçekleştiği bilinmektedir ve önlem alınması gerekmektedir. Aksi takdirde, oksijen düşüşlerinin etki alanı zamanla artarak daha fazla deniz canlısının ortamdan yok olmasına sebep olacaktır.

Ege Denizi'nde kıyı ve açık yüzey sularında ölçülen çözünmüş oksijen değerleri kış döneminde 6,61-9,88 mg/L, yaz döneminde ise ÇO 3,23-8,34 mg/L aralığında değişmiş olup ortalama değeri 6,58 mg/L 'dir. SYB ve DDB'ler arasında yüzey çözünmüş oksijeninin yüzde doygunluk değerleri mevsimsel ve coğrafik olarak belirgin bir farklılık göstermemiştir (Şekil 3.8).

Söz konusu ÇO değerleri, ötrofikasyon açısından risk teşkil etmediğini vurgulamakla birlikte, özellikle besin maddeleri ve klorofil üretimi açısından riskli SYB'lerin ve riskli körfezlerin dip oksijen dağılımlarının ve bunların zamansal değişimlerinin dikkatle izlenmesi önerilmektedir.

İzmir Körfezi ve Güllük Körfezi'nde derinliği görece yüksek istasyonların dip sularında 2014-2022 yaz dönemleri boyunca ÇO seviyelerinde düşme gözlemlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. İzleme istasyonlarındaki 2014-2022 yılı dip oksijen dağılımı kış dönemi (a), yaz dönemi (b)

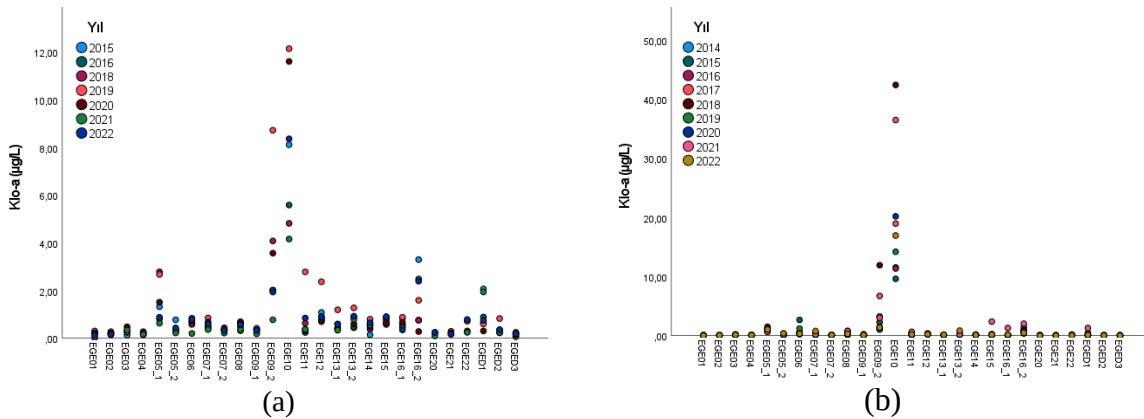
3.2.3 Klorofil-a

Fitoplankton biyokütle göstergesi olan klorofil-a konsantrasyonları, 2014-2022 arası SYB’lerde $0,01-42,38 \mu\text{gL}^{-1}$ aralığında, açık deniz istasyonlarında daha az salınım ile $0,04-1,31 \mu\text{gL}^{-1}$ aralığında tespit edilmiştir (Şekil 3.9).

Kış aylarında Kuzey Ege’de görece yüksek değerlerin Marmara Denizi kaynaklı olduğu düşünülmektedir. İzmir İç ve Orta Körfezi’nde ($4,16-42,38 \mu\text{gL}^{-1}$) yüksek değerler dikkat çekmektedir. İzmir İç Körfezi’deki yüksek klorofil-a değerleri ortamda yüksek biyolojik aktivite (oksijen üretim-tüketim) olduğunu göstermekte ve

su kolonu oksijen değerlerinde önemli etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.

Küçüksezgin ve diğ., (2005) yaptığı çalışmada klorofil-a değerlerini İzmir İç-Orta Körfez’de $0,46-10 \mu\text{gL}^{-1}$, Dış Körfez’de ise $0,09-0,59 \mu\text{gL}^{-1}$ aralığında bulmuştur. Diğer bir çalışma ise MEDPOL Faz IV (2009) tarafından Saros ve Güllük körfezlerinde yapılmış, Haziran ayı klorofil-a değerlerinin $0,2-1,9 \mu\text{gL}^{-1}$ aralığında değiştiği belirtilmiştir. İzmir İç Körfezi genel olarak yüksek klorofil-a değerlerine ($>10 \mu\text{gL}^{-1}$) sahiptir.

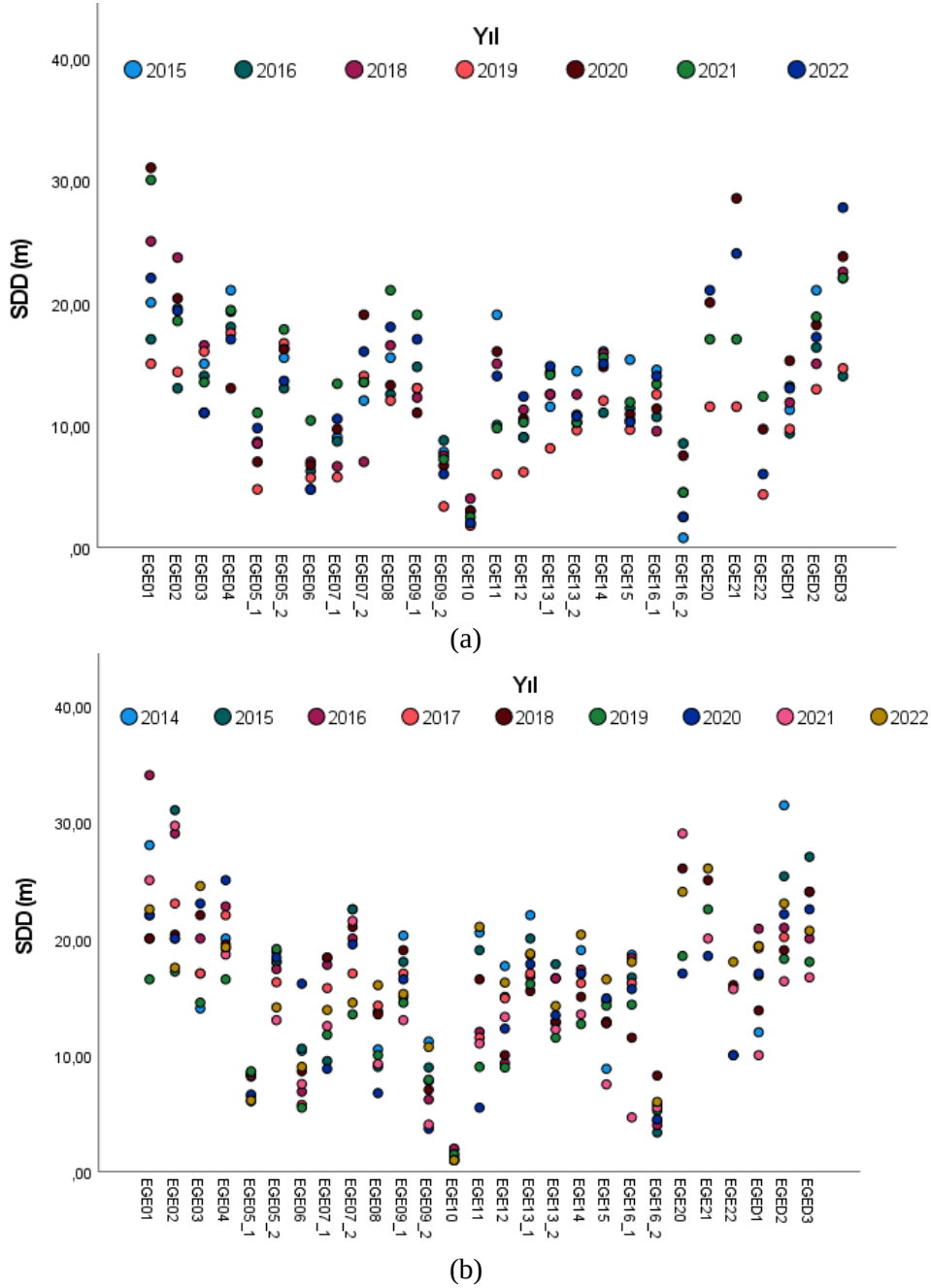


Şekil 3.9. Klorofil-a konsantrasyonlarının SYB ve DDB’lerdeki 2014-2022 örneklemesi dönemi yüzey suları (0-10 m ortalama) dağılımları kış dönemi (a), yaz dönemi (b)

3.2.4 Işık Geçirgenliği (Seki Disk Derinliği)

Seki disk derinliği 2014-2022 izleme dönemleri arasında SYB’lerde 1,0-34,0 m arası, açık denizlerde ise 9,0-32,0 m arası değişmiştir (Şekil 3.10). En yüksek Seki Disk derinlikleri genellikle yaz dönemlerinde ölçülmüştür. Tüm örnekleme dönemlerinde Güney Ege’den İzmir İç Körfeze doğru Seki Disk derinliğinin azaldığı ve Kuzey Ege’de ise ortalama

değerlerde olduğu görülmektedir. En düşük derinliklere (<5,0m) koy ve körfez içlerinde rastlanılmaktadır. Özellikle İzmir İç Körfez’de 1,0m’lik Seki Disk derinliği dikkat çekicidir. SDD’nin genel olarak yaz aylarında daha fazla olduğu söylenebilir, bunun sebebi yaz aylarının kurak geçmesi ile nehirlerden taşınımın azalması olarak açıklanabilir.



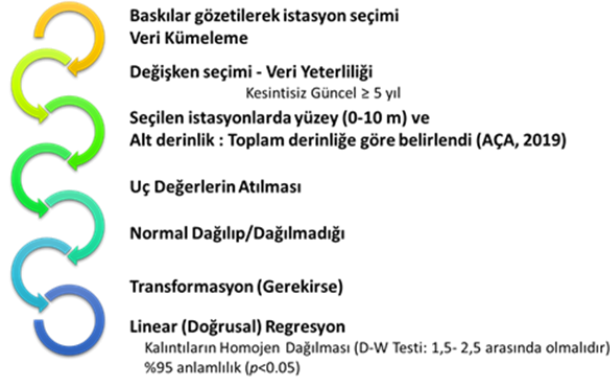
Şekil 3.10. Seki disk derinliğinin SYB ve DDB’lerdeki 2014-2022 örnekleme dönemi değişimleri kış dönemi (a), yaz dönemi (b)

3.2.5 Ege Denizi Ötrofikasyon Parametrelerinin Yönelim Analizi

Yönelim analizleri ve veri kümelendirmesi HELCOM ve OSPAR (HELCOM, 2014; OSPAR, 2013) kılavuzları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Yönelim çalışmalarında veri kümelemesi, baskıların göz önünde bulundurulması ve kesintisiz güncel veri olması analizin güvenilirliği açısından önemlidir. Çalışma, SYB ve İzmir Körfezi'nin, İç, Orta ve Dış Körfez

doğrultusundaki (IZMSW1, IZMSW2, IZMSWR, GEDSW2 ve GEDSWR) istasyonlarında, 2014-2022 arası ölçülen ötrofikasyon parametrelerinde (orto-fosfat; PO₄, Nitrit+Nitrat azotu; NO_x, Silikat; Si Klorofil-a; Klorofil-a ve dip çözünmüş oksijen) gerçekleştirilmiştir. Yönelim analizinde izlenen yöntem Şekil 3.11'de özetlenmiştir.



Şekil 3.11. Yönelim analiz yöntemi

Çalışma sonucunda;

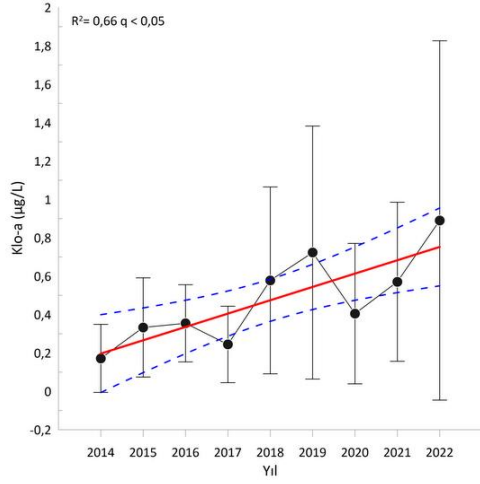
Datça bölgesinde (EGE02) nitrat (tüm veri) ve silikat (yaz dönemi) konsantrasyonlarında az da olsa artan bir yönelim tespit edilmiştir. Kuzey Ege bölgesinde fosfat değerlerin de bir artış söz konusudur. Diğer SYB ve DDB'lerde tüm dönemlerde NO_x , Si ve PO₄-P değişkenlerinde anlamlı bir yönelim tespit edilememiştir. Ege Denizi oligotrofik bir yapıya sahiptir, bu durum oluşan PO₄-P'nin hızlı tüketilmesine sebep olmaktadır. Bu durum PO₄-P değerlerinde genel olarak yönelim tespit edilememesinin sebepleri arasında sayılabilir (Şekil 3.12).

Ege Deniz'indeki akıntı dinamiklerinden dolayı silikat hızla açık denize doğru taşınmaktadır. Bu durum aşırı silikat girişi olan yerler ve körfezler haricinde silikat eğilimini tespit etmeyi zorlaştırmaktadır. Ayrıca, yaz döneminde yağışların az olmasından dolayı Si değerlerinde bir eğilim tespit edilememesi olası sebebidir.

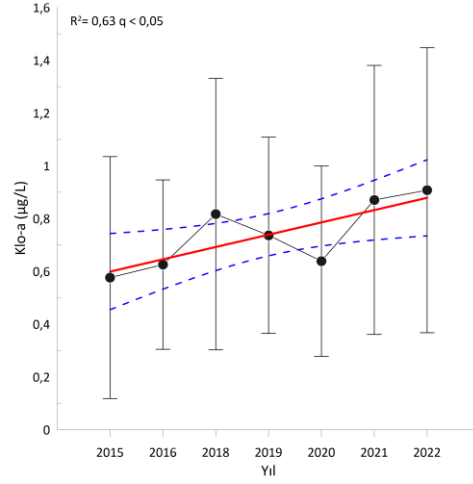
Turizm kaynaklı yaz nüfusunun yüksek olduğu Edremit Körfezi ve Ayvalık ilçesi kıyılarında EGE13_2 ve EGE14 SYB'lerinde tüm veri klorofil değerlerinde artan bir eğilim tespit edilmiştir. Çanakkale Boğazından gelen üretken Karadeniz suyuna maruz kalan kuzey bölgedeki EGE15 (Kuzey Ege- Çanakkale Boğazı) SYB'sinde de klorofil-a değerlerinde artan bir eğilim tespit edilmiştir (Şekil 3.12).

Baskının yüksek olduğu kıyı ve körfez ekosistemlerinde (İzmir, Güllük Körfezi) ötrofikasyon parametrelerinde yönelim tespit edilememiştir.

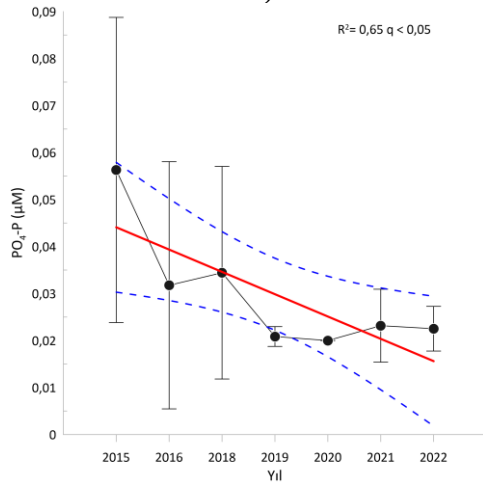
Yönelim analizi kapsamında çalışan değişkenlerin standart sapmaları yüksektir. Bu da örneklem dönemi içerisindeki salınımların yüksek olduğunu göstermekte olup, bu durum Ege Denizi'nin hızlı değişen dinamiğini yansıtmaktadır.



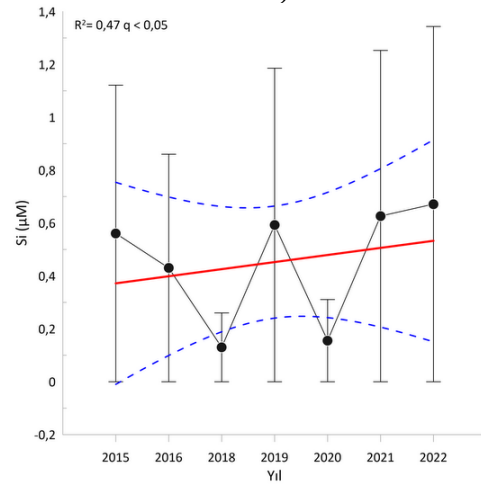
(a) EGE13_2 (Edremit Körfezi)– Tüm Veri (Kış ve Yaz)



(b) EGE15 (Kuzey Ege-Çanakkale Boğazı- Kış dönemi)



(c) EGED1 (Kuzey Ege)– Kış Dönemi



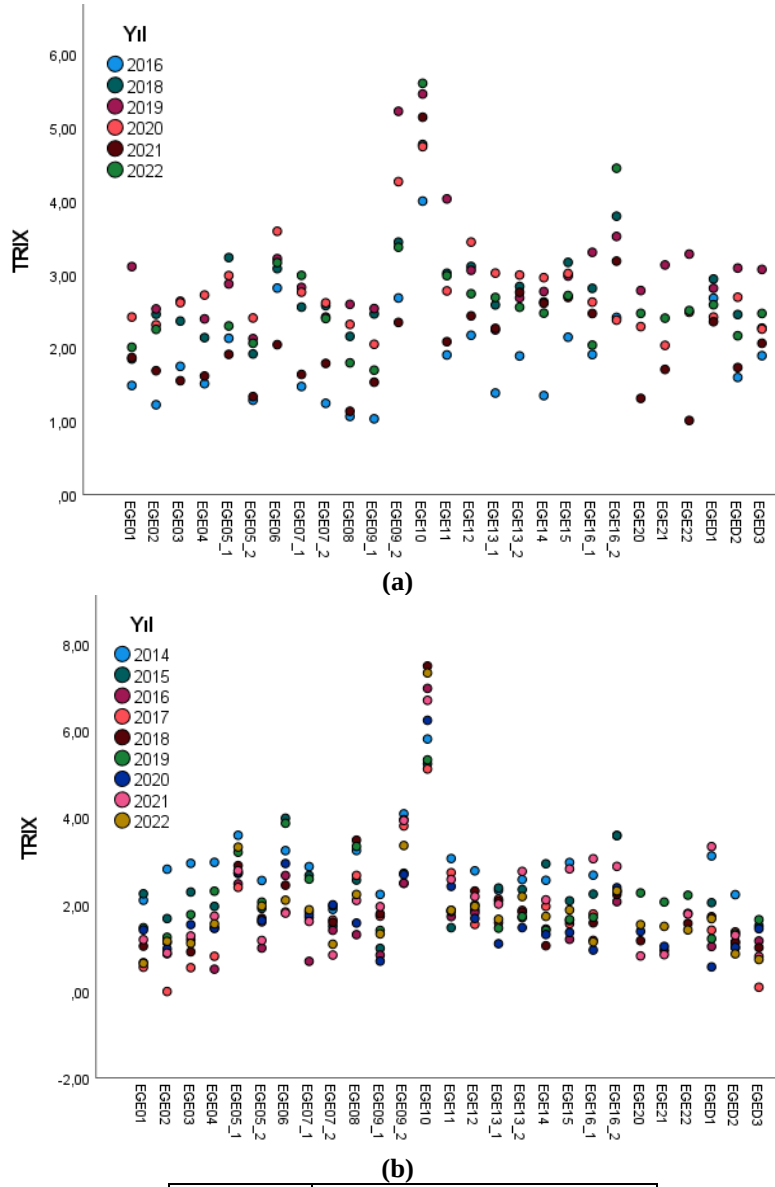
(d) EGE02 (Datça) – Yaz Dönemi

Şekil 3.12 2014-2022 yıllarına ait 0-10 m yönelim analizleri (hata barları yıllık ort+-std.sapma değerlerini gösterir)

3.2.6 TRIX

Trofik durum göstergesi, (besin tuzları, klorofil ve oksijen doygunluk yüzdesi ile hesaplanan) TRIX indeksi değerleri, her yıl kış ve yaz mevsimleri olarak değerlendirilmiştir (Şekil 18). Buna göre, Ege Denizi'nde genel olarak İzmir iç körfez etkisindeki SYB10 hariç “Ötrofikasyon riski yok: $TRIX < 4$ ” sınıfına

girmiştir. Özellikle kış döneminde nehir etkisinde olan SYB'ler Gediz Nehri ve İzmir orta körfez etkisindeki su yönetim birimi (EGE09_2) ve Meriç nehri etkisindeki su yönetim biriminde (EGE16_2) “Ötrofikasyon riski var: $TRIX > 4$ ” olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.13).



TRIX Değeri	Trofik durum
<4	Ötrofikasyon riski yok
4-5	Ötrofikasyon riski az
4-6	Ötrofikasyon riski var
>6	Ötrofikasyon riski yüksek

Şekil 3.13. 2014-2022 örnekleme dönemlerindeki yüzey suyu TRIX değerlerinin SYB ortalama değerleri kış dönemi (a), yaz dönemi (b)

3.3 Su Kolonu Habitatları

Su kolonu habitatları biyotik ve abiyotik bileşenlerden oluşur. Biyotik bileşenler daha çok suyun hareketi ile hareket etme özelliğine sahip ve alt trofik seviye bileşenleri olan fitoplankton ve zooplanktondur. Ayrıca, balık yumurta/larvaları da bu sınıfta yer alır. Diğer yandan, su kolonu boyunca besin maddelerinin tüketimi ve ışığın kullanımı ile başlayan ototrof üretim, organik maddenin oluşmasını sağlar ve ölüm sonrası bu madde bakteriler tarafından parçalanarak sisteme anorganik bileşenler olarak iade edilir. Su kolonu habitatları üst trofik seviyelerinde, pelajik balıklar ve

kafadanbacaklılar yer alır. Su kolonunda oluşan besin zincirine su kuşları ile deniz memeli ve reptilleri de dahildir. DSÇD T1 (biyolojik çeşitlilik), T2 (yabancı türler) ve T4 (besin ağı)'ü destekleyen izleme bileşenidir.

DEN-İZ (2014-2016) kapsamında su kolonu habitatları izlemelerine sadece fitoplankton ve abiyotik bileşenler (deniz suyu fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ışık geçirgenliği) dahil edilmiş iken, 2017 yılından itibaren zooplankton çalışmaları da izleme kapsamına alınmıştır.

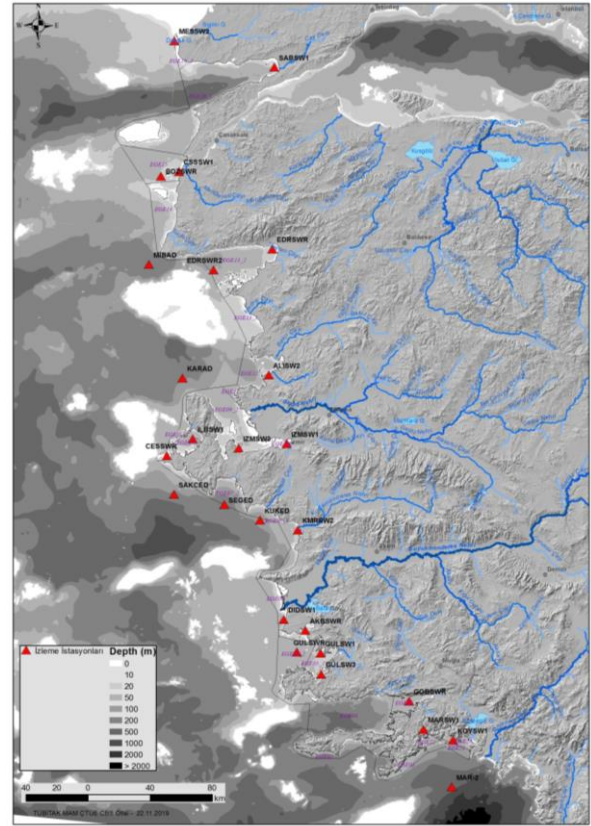
3.3.1 Fitoplankton

Fitoplankton Tür Sayısı Değişimi

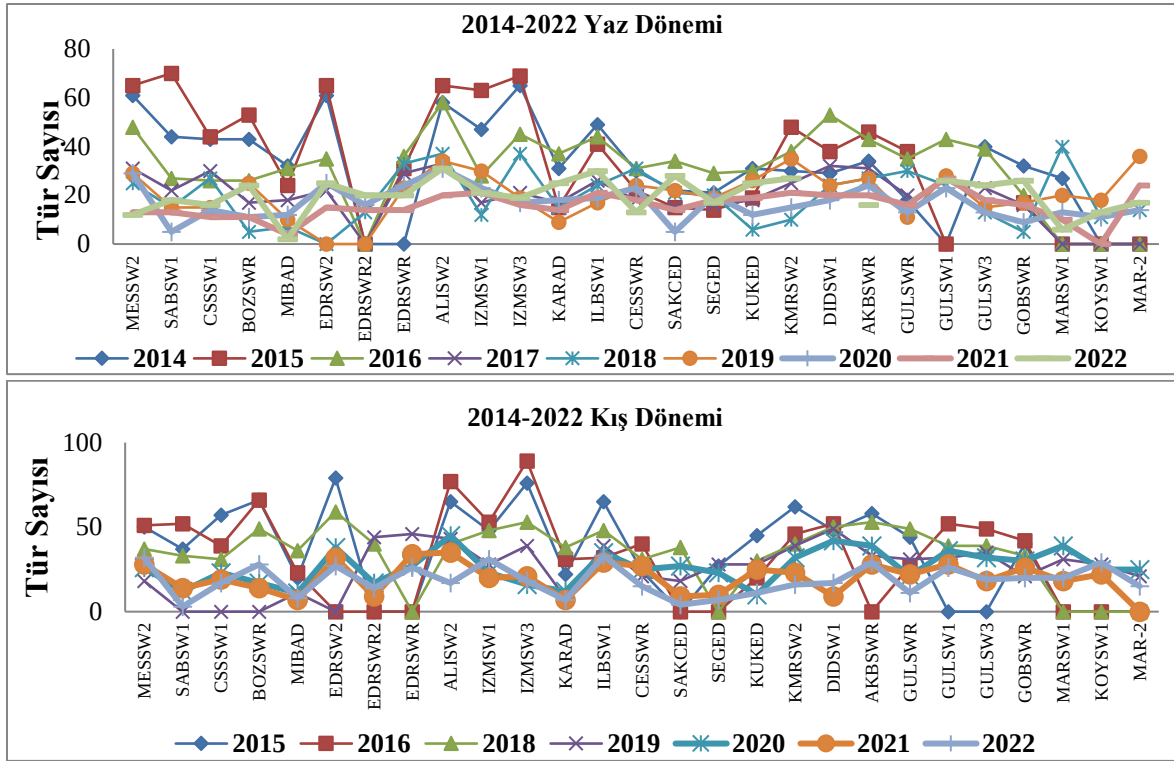
2014-2022 yılları arasında Ege Denizi'nde yaz ve kış dönemleri boyunca toplam 27 istasyonda kalitatif ve kantitatif fitoplankton örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.14).

2014-2022 yaz dönemi boyunca yüzey suyunda, en yüksek tür sayısı 70 tür ile 2015 yılında Saros Körfezi'nde yer alan SABSW1 istasyonunda, en düşük tür sayısı 2 tür ile 2022 yılında Kuzey Ege' de yer alan MİBAD açık deniz istasyonunda saptanmıştır. Kış yüzey suyu örneklemelemlerindeki en yüksek tür sayısı 89 tür ile 2016 yılında İzmir Dış Körfez' de yer alan İZMSW3 istasyonunda, en düşük tür sayısı 3 tür ile 2022 yılında Saros Körfezi' nde yer alan SABSW1 istasyonunda gözlenmiştir. Tüm örnekleme periyodu boyunca fitoplankton tür kompozisyonunda, diatom ve dinoflagellatların baskın olduğu ve bu sistematik gruplara ait tür ve birey sayısının toplam tür ve birey sayısının büyük bir kısmını oluşturduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda tür kompozisyonuna bazı yeni türlerin dahil olduğu belirlenmiş, özellikle Tripos genusuna ait bu yeni türler nadir olarak

gözlenmiştir. Ege Denizi'nde belirlenen istasyonlardaki tür sayısı Şekil 3.15'de verilmiştir.



Şekil 3.14. Ege Denizi'nde fitoplankton örnekleme istasyonları



Şekil 3.15. 2014-2022 yaz ve kış dönemlerinde istasyonlardaki tür sayısı dağılımı (soldan sağa: kuzeyden güneye)

Fitoplankton Bolluk Değişimi

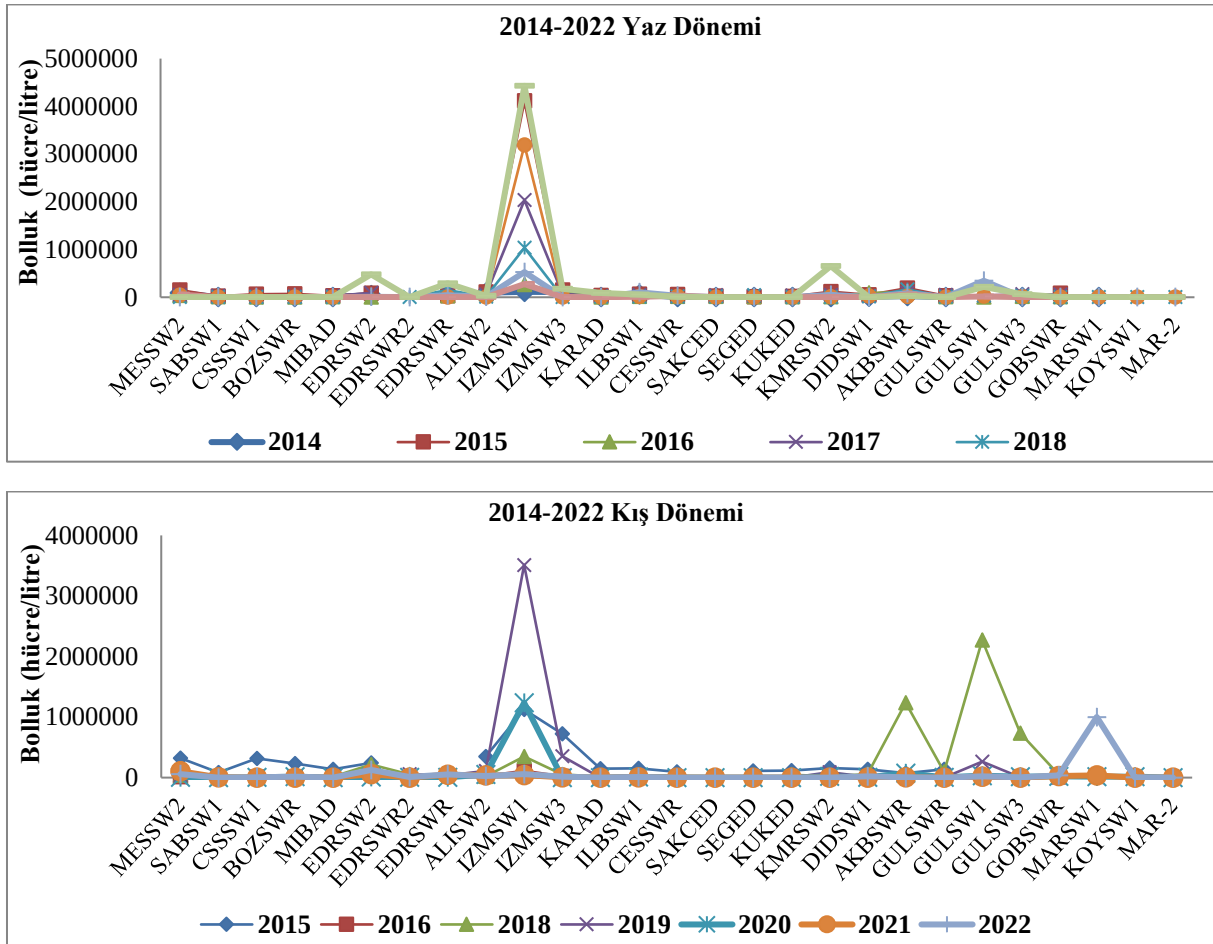
Son zamanlarda, artan deniz suyu sıcaklıkları ile kıyısız ötrofikasyondan dolayı fitoplankton tür kompozisyonunda ve zararlı alg üreme sıklığında değişiklikler gözlenmektedir. 2014-2022 örnekleme dönemi boyunca toplam en yüksek hücre yoğunluğu 2022 yaz döneminde 4.43×10^6 hücre/litre birey sayısı ile İzmir iç Körfezi'nde yer alan İZMSW1 istasyonunda gözlenmiştir. Aynı istasyonun 2015 yılında 4.11×10^6 hücre/litre birey sayısına, 2017 yılında 2.03×10^6 hücre/litre birey sayısına ve 2019 yılında 3.19×10^6 hücre/litre birey sayısına ulaştığı saptanmıştır. Aynı dönem içerisinde en düşük hücre yoğunluğu 50 hücre/litre birey sayısı ile 2021 yılında MIBAD istasyonunda gözlenmiş, bunu 70 hücre/litre birey sayısı ile 2018 yılında MIBAD ve 96 hücre/litre birey sayısı ile 2021 yılında SABSW1 istasyonu izlemiştir. Kış döneminde ise toplam en yüksek hücre yoğunluğu 3.51×10^6 hücre/litre birey sayısı ile 2019 yılında İZMSW1 istasyonunda saptanmıştır. Bunu daha sonra 2.27×10^6 hücre/litre birey sayısı

ile 2018 yılında Güllük Körfezi'nde yer alan GULSW1 istasyonu, 1.24×10^6 hücre/litre birey sayısı ile 2020 yılında İZMSW1 istasyonu ve 1×10^6 hücre/litre birey sayısı ile 2022 yılında Marmaris Körfezi'nde yer alan MARSW1 istasyonu takip etmiştir. En düşük tür sayısı 54 hücre/litre birey sayısı ile 2021 yılında ve 65 hücre/litre birey sayısı ile 2020 yılında Kuzey Ege'de yer alan MIBAD açık deniz istasyonunda saptanmıştır.

2014-2022 örnekleme dönemi boyunca en yüksek hücre yoğunluklarının gözlemlendiği istasyon her iki dönemde de her zaman İzmir İç Körfezi'nin de yer alan İZMSW1 istasyonu olmuştur. Bu istasyona yaz döneminde Edremit Körfezi'nde yer alan EDRSW2, Küçük Menderes'te yer alan KMRSW2 ve Güllük Körfezi'nde yer alan GULSW1 istasyonları eşlik ederken, kış döneminde İzmir orta körfez'de yer alan İZMSW3, Akbük Körfezi'de yer alan AKBSWR, Güllük körfezi'de yer alan GULSW1 ve Marmaris Körfezi'nde yer

alan MARSW1 istasyonlarının eşlik ettiği görülmektedir. İzmir İç Körfezi'nde yüksek hücre yoğunlukları tüm örnekleme dönemleri boyunca saptanmakla beraber, ekosistem veya insan sağlığı üzerine bilimsel olarak kanıtlanmış bir zarar söz konusu değildir, ancak aşırı üremelerin gözlemlendiği bir istasyon olması nedeni ile takip edilmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmaktadır. Bunun dışında Marmaris Körfezi'nde yer alan MARSW1 istasyonu,

2022 kış döneminde yüksek birey sayısına ulaştığı gözlemlenmiştir. Ancak geçmiş örnekleme dönemleri ile karşılaştırıldığında saptanan yüksek hücre yoğunluğu akut bir durum olarak değerlendirilmiş ve bu yoğunluğa 2022 yılında Marmaris' te yaşanan büyük orman yangını ve söndürme çalışmalarının neden olduğu düşünülmüştür. Ege Denizi'nde belirlenen istasyonlardaki toplam bolluk değerleri Şekil 3.16'da verilmiştir.

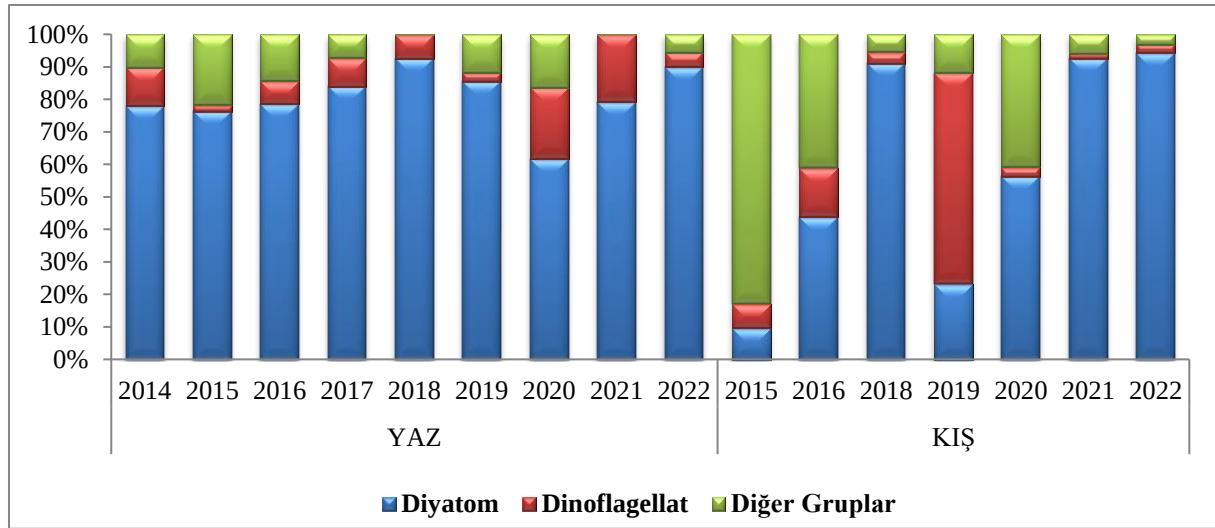


Şekil 3.16. 2014-2022 yaz ve kış dönemlerinde istasyonlardaki bolluk değerleri (hücre/litre) (soldan sağa: kuzeyden güneye)

Fitoplankton Gruplarının Baskınlık ve Dağılım Yüzdeleri

2014-2022 örnekleme dönemi boyunca her iki dönemde de genel olarak diyatome baskınlığı söz konusudur. Örnekleme dönemi boyunca fitoplanktona ait sistematik gruplarının dağılım yüzdeleri Şekil 22’de gösterilmektedir. Sadece 2015 kış döneminde özellikle Prymnesiophyceae, 2019 kış döneminde ise dinoflagellatların diyatomları baskıladıkları gözlenmiştir. Özellikle dinoflagellat hücre yoğunluğu İzmir Körfezi’nde bulunan İZMSW1 ve

İZMSW3 istasyonlarından kaynaklandığı saptanmıştır. Diyatomların özellikle gelişimleri için besleyici elementlerin daha yüksek düzeyde olduğu kıyı ve körfez gibi alanda yüksek birey sayısı ile temsil edildikleri birçok çalışmada rapor edilmektedir. Program kapsamındaki istasyonların da büyük çoğunluğunun bu alanlarda bulunması diyatomların diğer gruplara göre baskın olmasını açıklamaktadır.



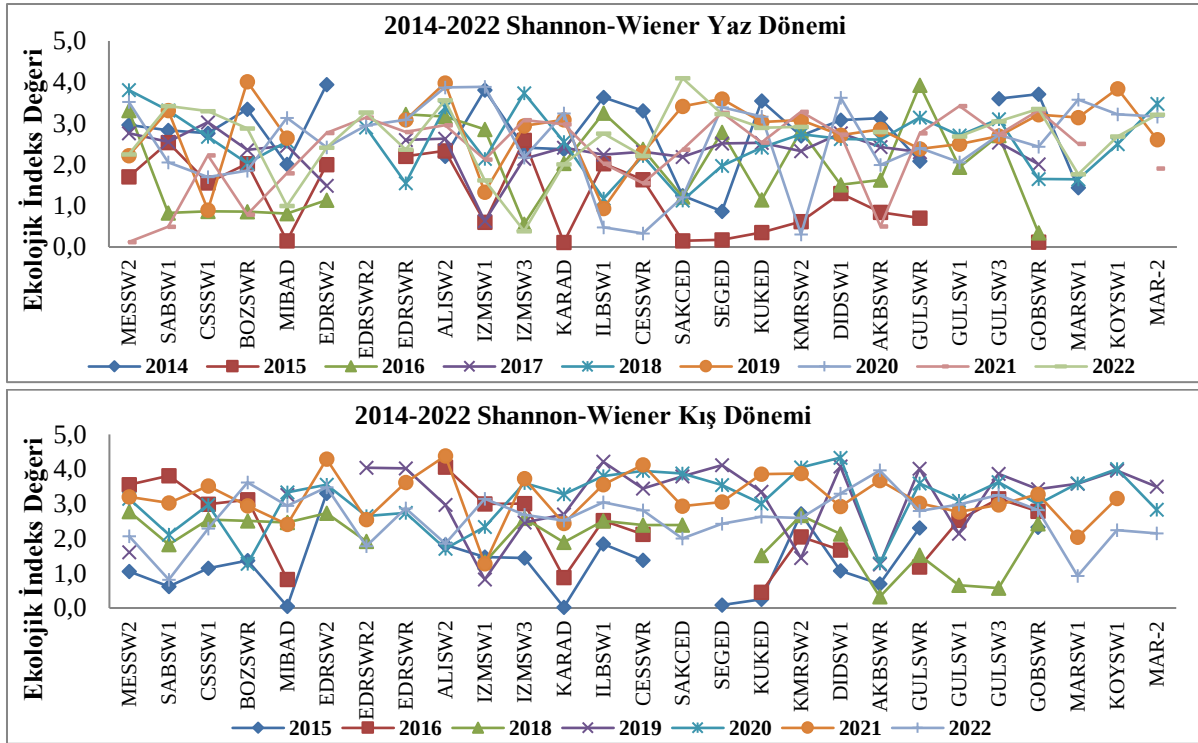
Şekil 3.17. 2014-2022 yılları arasında fitoplanktona ait sistematik grupların dağılım yüzdeleri

Fitoplankton Tür Çeşitliliği Değişimi

Fitoplankton komünite yapısını belirlemek için kantitatif veriler kullanılarak ekolojik kalite indeks değeri saptanmış ve Shannon çeşitlilik (H') indeks değerleri Şekil 3.18’de verilmiştir.

Yaz döneminde Shannon çeşitlilik (H') indeks değeri 0,11-4,10 arasında değişmekte, en düşük indeks değeri 2015 yılında 15 tür ile KARAD açık deniz istasyonunda, en yüksek indeks 2022 yılında 28 tür ile SAKÇED açık deniz istasyonunda saptanmıştır. Kış döneminde Shannon çeşitlilik (H') indeks değeri 0,02-4,38 arasında değişmekte, en düşük indeks değeri 2015 yılında 22 tür ile KARAD istasyonunda, en yüksek indeks 2021

yılında 45 tür ile ALISW2 istasyonunda saptanmıştır. Tür çeşitliliği sadece tür zenginliği ile ilişkili olmayıp aynı zamanda ortamda bir ya da birkaç türün aşırı üremesi sonucu heterojen bir dağılımın oluşması da tür çeşitliliğinin düşmesine neden olmaktadır.



Şekil 3.18. 2014-2022 yılları arasında istasyonlardaki Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi değişimi

Toksik ve Zararlı Türlerin Varlığı

2014-2022 Döneminde tespit edilen dinoflagellat ve diyatom gruplarına ait toksik ve zararlı tür sayısı ve bu grupların yüzde bolluk oranları Tablo 3.3’de verilmiştir. Dinoflagellatlarda en düşük zararlı tür sayısı 7 tür ile 2018 yılında yaz ve kış döneminde saptanırken, en yüksek zararlı tür sayısı 21 tür ile 2015 yaz döneminde gözlenmiştir. Diyatomlarda en düşük zararlı tür sayısı 2 tür ile 2014 yaz döneminde, en yüksek tür sayısı 13 tür ile 2022 kış döneminde saptanmıştır. Bolluk açısından incelendiğinde dinoflagellatlar 0,01-27 arasında değişim göstermekte, en yüksek bolluk değeri 2015 kış döneminde gözlenmiştir. Diyatom açısından bolluk değerleri 5-45,96 arasında değişim göstermekte ve en yüksek bolluk değeri 2020 kış döneminde saptanmıştır. Toksik tür açısından dinoflagellatlar daha zengin tür çeşitliliğine sahipken, zararlı tür açısından diyatomlar daha yüksek birey sayısı ile temsil edilmektedir. Araştırma dönemi boyunca *Dinophysis acuminata*,

Dinophysis acuta, *Dinophysis fortii*, *Dinophysis sacculus*, *Prorocentrum lima* ve *Lingulodinium polyedra* türleri toksik alg kapsamında değerlendirilirken, *Cerataulina pelagica*, *Chaetoceros tetrastichon*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros socialis*, *Cylindrotheca closterium*, *Guinardia delicatula*, *Guinardia flaccida*, *Leptocylindrus minimus*, *Prorocentrum cordatum*, *Prorocentrum triestinum*, *Prorocentrum micans*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Pseudo-nitzschia multiseries*, *Pseudo-nitzschia seriata* ve *Skeletonema costatum* türleri zararlı alg kapsamında yüksek hücre konsantrasyonlarına ulaşan türlerdir (10^4 hücre/litre). Özellikle 2020 kış döneminde zararlı alg kapsamında yer alan diyatom türlerinin birey sayısı toplam birey sayısının neredeyse yarısını oluşturmuştur (% 46).

Tablo 3.3. 2014-2022 Ege Denizi'nde tespit edilen toksik ve zararlı tür sayısı ve bolluk oranları (%)

Yaz	Tür Sayısı		Bolluk (%)	
	Dinoflagellat	Diyatom	Dinoflagellat	Diyatom
2014	15	2	20	6
2015	21	3	32	26
2016	12	3	14	5
2017	10	11	1,52	13,42
2018	7	5	0,01	16,47
2019	11	11	0,03	6,51
2020	9	11	9,89	13,75
2021	11	7	7,02	11,85
2022	11	10	0,03	17,51
Kış	Tür Sayısı		Bolluk (%)	
	Dinoflagellat	Diyatom	Dinoflagellat	Diyatom
2015	16	3	27	18
2016	18	3	25	10
2018	7	3	0,38	1,73
2019	8	11	0,04	9,45
2020	8	11	1,90	45,96
2021	8	8	0,04	29,74
2022	9	13	0,20	11,32

3.3.2. Zooplankton

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2017-2022 yıllarında toplam 15 istasyonda örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.19). Zooplankton örnekleri 200 µm ağ göz açıklığına sahip WP-2 zooplankton kepçesi ile derinliğin 200 m'den düşük olduğu istasyonlarda dip derinliğinin 3 m yukarısından yüzeye, derinliğin 200 m'nin üstünde olduğu istasyonlarda ise 200 m'den yüzeye çekilerek alınmıştır. Su kolonunda tabakalaşmanın gözlemlendiği periyotlarda ve istasyonlarda ise yüzey karışım tabakası ve alt tabaka olarak ayrı örnekleme yapılmıştır. Fakat mevcut raporda veriler tüm su kolonu boyunca birlikte değerlendirilmiştir. Şubat-Mart periyotları geç kış-erken ilkbahar, Ağustos-Eylül periyotları ise geç yaz-erken sonbahar temsil etmektedir. Bununla birlikte, bu periyotlar kısaca kış ve yaz periyotları olarak adlandırılmıştır.

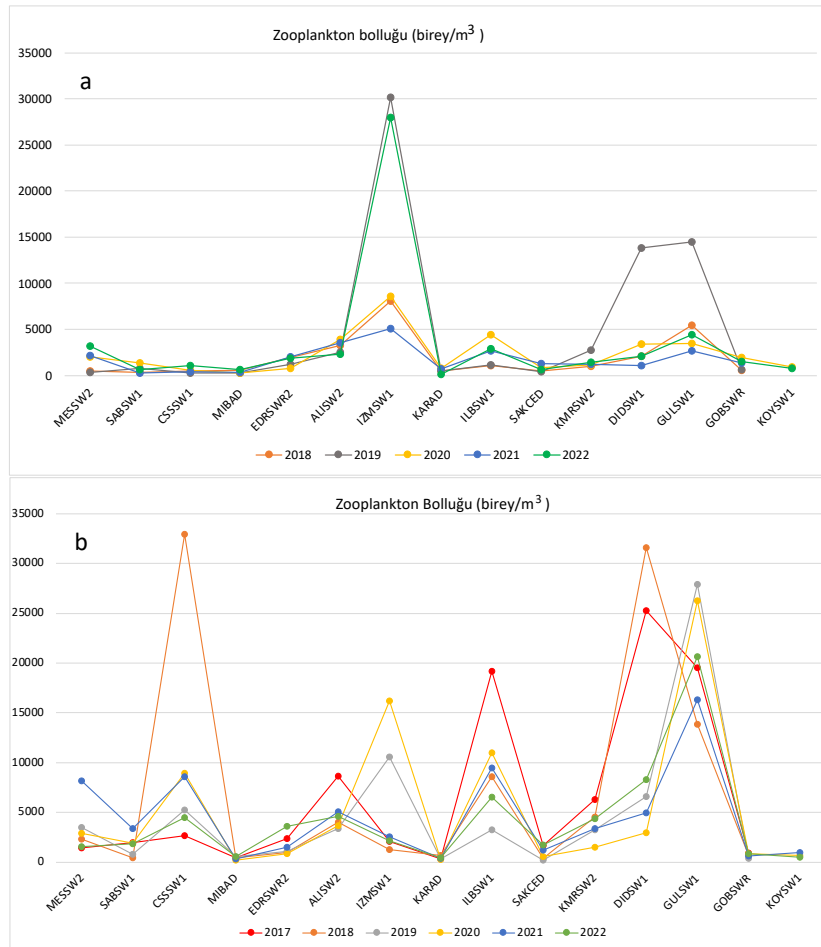


Şekil 3.19. Zooplankton örnekleme istasyonları

Zooplankton bolluğu

Basen geneli ortalama zooplankton bolluğu en düşük 2021 yılı kışın (1636 ± 1243 birey/ m^3), en yüksek ise 2018 yılı yazın (6907 ± 10595 birey/ m^3) gözlenmiştir. Her iki mevsimde de zooplankton bolluğu bölgesel ve zamansal değişkenlik göstermiştir. Genel itibarıyla zooplankton bolluğunun istasyonlardaki yıllar arası dalgalanmaları kışın daha azdır. Baskıların etkisinin arttığı IZMSW1, ILBSW1, DIDSW1 ve GULSW1 kodlu istasyonlardaki yıllar arası fark artmıştır. Yazın ise örnekleme istasyonlardaki zooplankton bolluğunun yıllar arası dalgalanmaları fazladır. Zooplankton bolluğundaki zamansal değişkenlik yazın karasal baskıların yoğun olduğu İzmir iç Körfez, Ildır Körfezi, Didim kıyıları ile Güllük Körfezi'nde ve Marmara Denizi'nden gelen yüzey akıntısından etkisindeki CSSSW1 kodlu istasyonda

oldukça değişkendir (Şekil 3.20). Bu değişkenlik yaz mevsiminde genellikle DIDSW1, GULSW1 ve ILBSW1 gibi balık çiftliklerinin etkilediği ve organik kirliliğin yüksek olduğu alanlarda *Penilia avirostris*'in aşırı artışından kaynaklanmıştır (Şekil 3.20). Ayrıca şiddetli rüzgarların ve Çanakkale Boğazı'ndan gelen akıntıların da etkisiyle *Paracalanus parvus* 2018 yılı yaz mevsiminde CSSSW1 kodlu istasyonda zooplankton bolluğunda aşırı artışa neden olmuştur (Şekil 3.20). İzmir iç Körfez'de ise 2017-2018, 2021, 2022 yılları yaz mevsiminde zooplankton bolluğu düşük iken, 2019 ve 2020 yıllarında yüksek değerdedir. Kış mevsiminde tüm yıllarda İzmir iç körfez, Ildır Körfezi, Didim kıyıları ve Güllük Körfezi haricinde hemen hemen benzer bolluk dağılımı gözlenmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Toplam zooplankton bolluğunun Kış (a) ve Yaz (b) mevsimlerinde örnekleme istasyonlarındaki yıllar arası değişimler

Zooplankton grup/tür kompozisyonu

2017-2022 yılları arasında Ege Denizi kıyısız sularımızda zooplankton ana gruplarının sayısı 25 ile 29 arasında değişmiştir (Tablo 3.4). Tüm örnekleme periyotlarında dağılımları alansal olarak değişmekle birlikte, genel itibarıyla Copepoda, Cladocera ve Appendicularia en baskın gruplardır (Şekil 3.21). Yaz mevsiminde Cladocera baskın grup iken, kış mevsiminde 2019 yılı haricinde Copepoda en baskın gruptur. 2019 yılında *Noctiluca scintillans* aşırı artmış ve baskın olarak gözlenmiştir (Şekil 3.21).

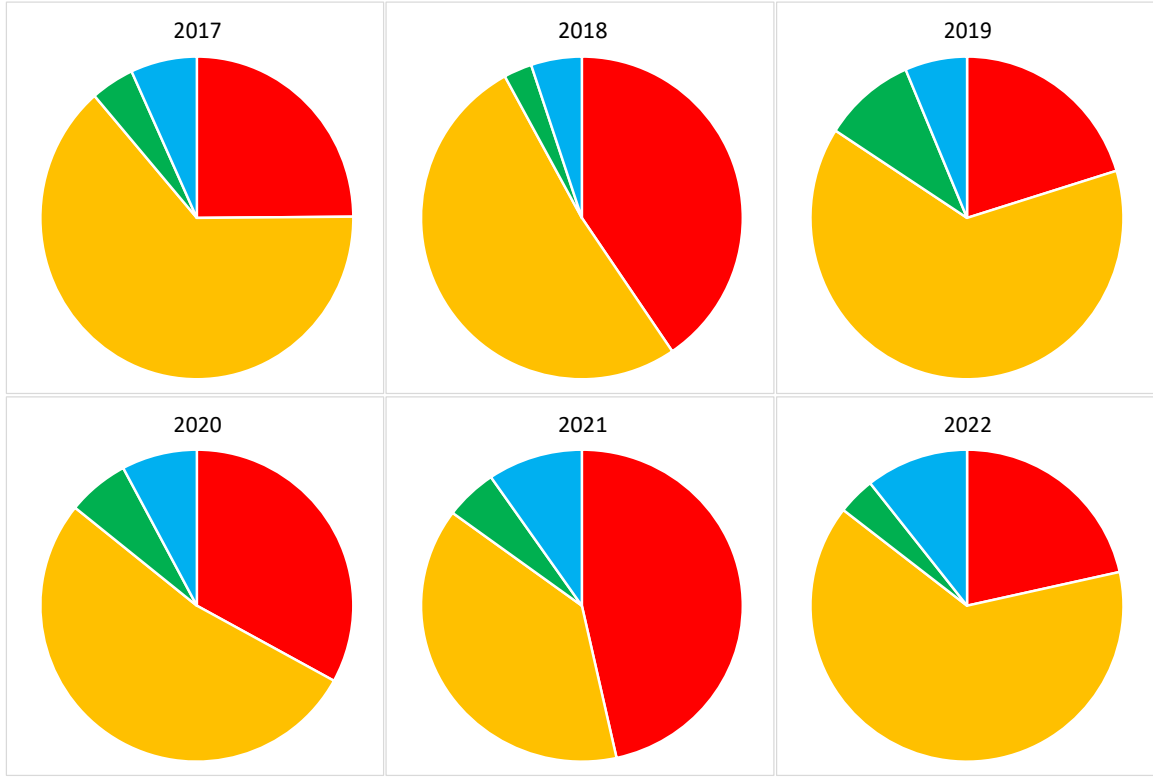
Chaetognatha 2018, 2019 ve 2020 yıllarında baskın gruplar arasında yer almıştır. Yaz periyotlarında zooplankton gruplarının katılımı açısından basenin güneyi ile kuzeyi belirgin bir şekilde ayrılmaktadır (Şekil 3.22). Genel itibarıyla organik kirlilik yükünün fazla olduğu balık çiftliklerine ve nehir ağzına yakın alanlarda *P. avirostris*'teki aşırı artış nedeniyle Cladocera'nın baskın grup olduğu görülmektedir. Bahsi geçen zooplankton bolluk pikleri özellikle Güllük Körfezi, Didim kıyıları ve Ildır Körfezi'nde oldukça belirgindir (Şekil 3.22). İzmir iç Körfezi'nin ise ekolojik kalite bakımından çalışma alanındaki en zayıf alan olduğu bilinmekle birlikte, yaz periyodunda östarin (haliç) karakterli Copepoda türlerin (*Oithona nana*, *Oithona davisae*, *Paracartia grani* gibi) oransal olarak fazla

olması nedeniyle Copepoda baskın olarak gözlenmiştir (Şekil 3.22). Akdeniz karakteristiğine yakın özellikteki en güneydeki alanlar ile derinliğin fazla olduğu ozeanik alanlarda da Copepoda baskın gruptur. 2018 yılı yaz periyodunda Çanakale Boğazı girişi büyük ölçüde Marmara Denizi'nden gelen yüzey akıntısı etkisindedir ve bu bölgede *P. parvus* türü yüksek bolluğa sahip kümelenme oluşturmuştur (Şekil 3.22). Kış mevsiminde ise çoğu örnekleme alanında Copepoda'nın baskın olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.23). Appendicularia'nın oransal katılımı güneydeki alanlarda ve ILBSW1 kodlu istasyonlarda artmıştır (Şekil 3.23). 2019 yılı kış periyodunda karasal baskıların yoğun olduğu güneydeki Güllük Körfezi ile Didim kıyıları ve orta bölgelerde yer alan İzmir iç körfez ile Aliğa kıyılarındaki *Noctiluca scintillans*'ın aşırı artışı ve komünite içindeki oransal baskınlığı göze çarpmaktadır (Şekil 3.23). 2022 yılında da basenin en kuzeyindeki MESSW2 kodlu istasyonda *N. scintillans* artışı dikkati çekmiştir. 2018 yılı kış mevsiminde ise basenin güneyinde Appendicularia'nın komüniteye katılımı artmıştır. İzmir iç körfezde ise *P. polyphemoides*'in artışından kaynaklı Cladocera oranında artış gözlenmiştir (Şekil 3.23).

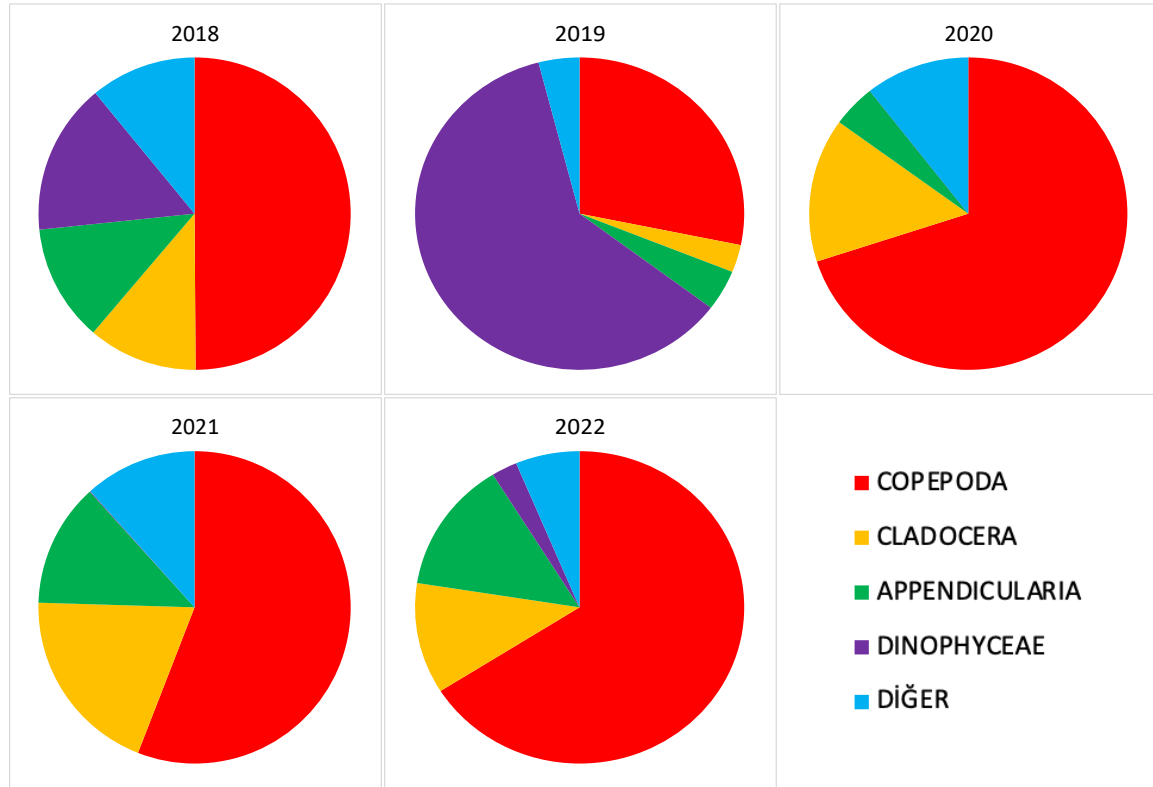
Tablo 3.4 Toplam zooplankton grup/tür sayısı ile takson sayılarının yıllar arası değişimi.

Ege Denizi	Yaz							Kış			
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
Zooplankton grup sayısı	25	26	27	30	28	29	27	25	29	25	25
Copopoda tür sayısı	110	96	93	106	98	100	99	98	104	108	97
Cladocera tür sayısı	6	5	6	6	5	6	5	5	6	5	6
Chaetognatha tür sayısı	7	8	7	8	7	6	8	10	8	9	9
Toplam tür sayısı	123	109	106	120	110	112	112	113	118	122	112
Toplam takson sayısı	148	135	133	150	138	141	139	138	147	147	137

YAZ



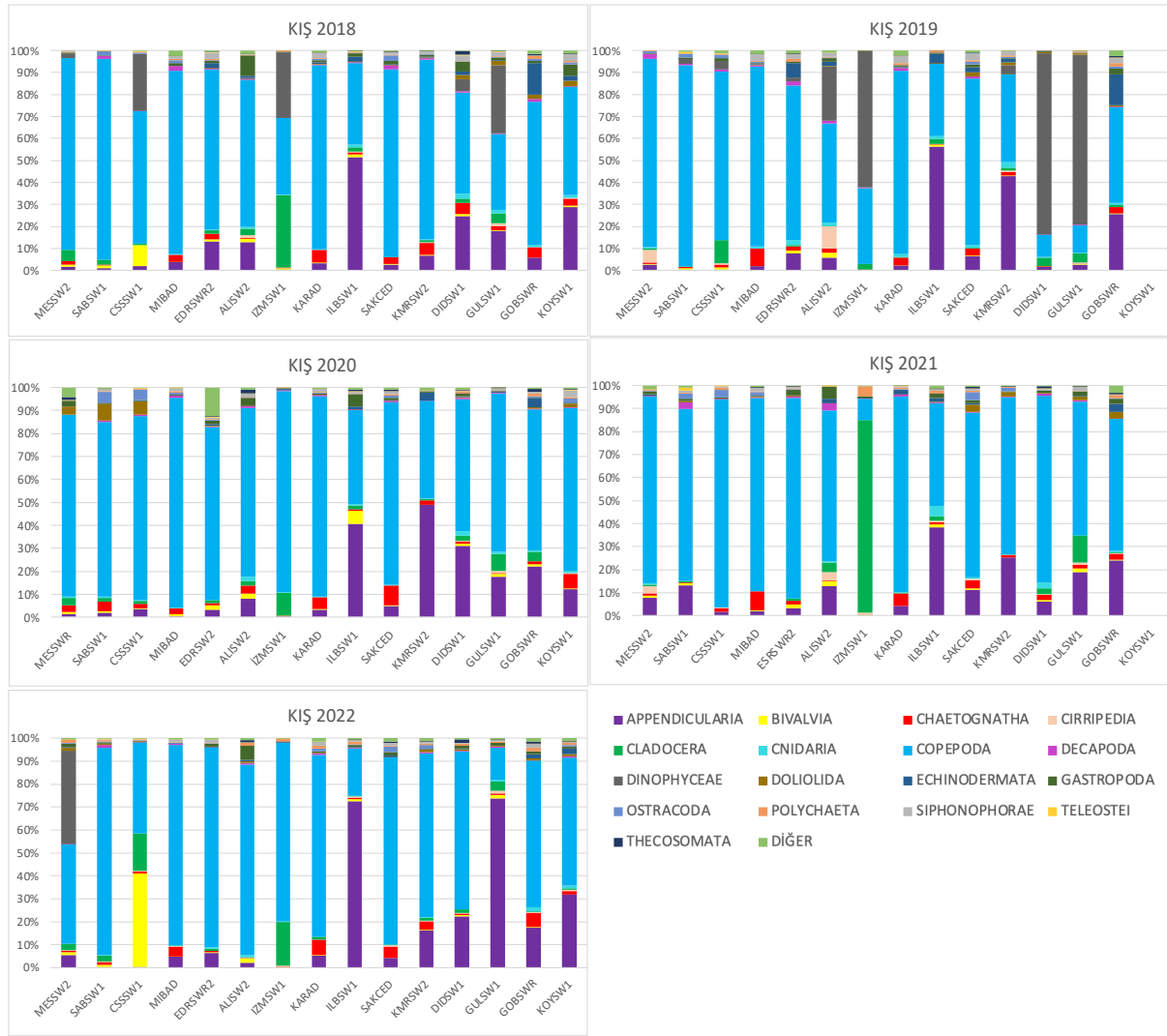
KIŞ



Şekil 3.21. 2017-2022 izleme dönemlerinde zooplankton gruplarının yüzde oranları



Şekil 3.22.Yaz mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı



Şekil 3.23. Kış mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı

Tür sayıları ve ekolojik indeksler

Kış mevsimi komünitelerinde 2018'den bu yana benzer türler gözlenirken, tür baskınlıklarında kısmi farklılaşmalar gözlenmiştir. Kış mevsiminde *Paracalanus parvus* grup, *Acartia clausi*, *Podon intermedius*, *Peopis polyphemoides*, *Farranula rostrata* türleri 2018'den bu yana baskın türler arasında yer almıştır. *Centropages typicus* 2019 yılı haricinde tüm yıllarda bolluk bakımından önemli düzeyde katılım sağlamıştır. *Clausocalanus paululus* türü ise 2018, 2019 ve 2021 yıllarında bolluk bakımından en yüksek katkı sağlayan türler arasındadır. *Oncaea waldemari* ve *Oithona nana* 2019 yılından bu yana komünitede hakim türler arasındadır. *Oncaea scottodicarloi* ve *Oithona plumifera* türleride 2020 yılından

itibaren baskın türler arasındadır. 2019-2021 yılları arasında ise *Pseudoevadne tergestina* baskınlığını korumuştur. Bunların dışında 2018 yılında *Penilia avirostris*, 2019 yılında *Euterpina acutifrons*, 2020 yılında *Paracalanus nanus*, *Oithona davisae*, *Oncaea media*, *Ctenocalanus vanus*, 2021 yılında *E. acutifrons*, *P. nanus*, *O. longispina*, 2022 yılında *Evadne nordmanni*, *Centropages ponticus*, *Temora stylifera*, *Clausocalanus jobei*, *P. avirostris*, *C. vanus* türleri baskın türler arasındadır.

Yaz mevsiminde de kış mevsiminde olduğu gibi komünitede benzer türler gözlenmesine karşın baskınlık durumları kısmen değişkenlik göstermiştir. *P.*

avirostris, *E. spinifera*, *P. tergestina*, *P. parvus* grup ve *F. rostrata* tüm yıllarda baskın türledendir. *Centropages ponticus* 2018 yılı haricindeki yıllarda baskın türler arasında iken, *Clausocalanus furcatus* 2018 yılında bu yana komünitede baskın türlerdendir. *Pleopis schmackeri* ise 2018 ve 2019, *Oithona plumifera* 2019, 2021 ve 2022 yıllarında ortalama bolluk bakımından önemli katkı sağlamıştır. *Oithona davisae* türü ise 2019-2021 yılları arasında bolluk bakımından baskın türler arasındadır. *T. stylifera* ve *O. longispina* 2017, 2021 ve 2022 yıllarında komünitede hakim türlerdendir. *Centropages typicus* ve *C. jobei* türü 2017 ve 2022 yıllarında baskın türler arasında yerini almıştır. *C. jobei* aynı zamanda 2021 yılında da baskın türler arasındadır. Bununla birlikte *Oncaea media* 2019 ve 2022 yıllarında *E. acutifrons*, *Flacciasagitta enflata*, *Ditrichocorycaeus brehmi* türleri sadece 2017 yılında, *P. polyphemoides*, *Pleopis schmackeri*, *P. intermedius*, *Calocalanus* sp. 2, *Onychocorycaeus giesbrechti* türleri sadece 2019 yılında baskındır. *O. waldemari* 2020 yılından bu yana komünitede baskın türler arasındadır. *Parasagitta setosa*, *C. pavoninus*, *P. nanus* türleri sadece 2020 yılında, *O. scottodicarloi*, *M. clausi* ve *A. clausi* türleri 2021 ve 2022 yıllarında, *O. media* ve *M. minima* sadece 2021 yılında komünitede hakim türlerdendir.

Tür sayısında örnekleme periyotları bakımından belirgin farklılıklar gözlenmemiş olup, biyoçeşitliliğin korunduğu dikkati çekmiştir. En yüksek tür sayısı 2017 yılı ağustos ayında gözlenmiş olup, toplam 123 tür tespit edilmiştir (110 Copepoda, 6 Cladocera ve 7 Chaetognatha). En düşük tür sayısı ise toplam 106 tür (93 Copepoda, 6 Cladocera, 7 Chaetognatha) ile eylül 2019 periyodunda gözlenmiştir (Tablo 3.4). Diğer periyotlarda bu değerler arasında dalgalanmıştır (Tablo 3.3).

Her iki mevsimde de tür sayısının alansal değişimi kısmen benzer dağılım

sergilemiştir. Tür sayısı derinliğin düşük olduğu kıyıya yakın olan istasyonlarda göreceli olarak düşük olmakla birlikte, ötrofik koşulların gözlendiği İzmir iç Körfez’de genellikle en düşük değerdedir (Şekil 3.24; Şekil 3.25). Derinliğin fazla olduğu istasyonlarda ise mesopelajik ve oseanik türlerin katılımının artması ile yüksek tür sayıları gözlenmiştir (Şekil 3.24; Şekil 3.25). Kış mevsiminde Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeks değeri İZMSW1 kodlu istasyonda tüm yıllarda belirgin bir düşüş sergilemiştir (Şekil 3.24). Basenin geri kalanında Shannon-Wiener İndeks değerleri açısından belirgin düşüşler gözlenmemiştir. Sadece 2020 yılında Güllük Körfezi’nde düşük değer dikkati çekmiştir. Pielou İndeks değerlerinin dağılımı Shannon Wiener İndeks değerlerinin dağılımıyla hemen hemen benzerdir (Şekil 3.24). Yaz mevsiminde ekolojik indeks değerlerinin yıllar arası dalgalanmaları oldukça belirgindir (Şekil 3.25). Bu dalgalanmalar baskıların etkisinin ekosistemin durağanlığına olan etkisini açıkça göstermektedir. Basenin güneyindeki özellikle akuakültür aktivitelerinin yoğun olduğu bölgelere yakın istasyonlarda değerlerde keskin düşüşler dikkati çekmiştir (Şekil 3.25). Pielou indeks değerleri sıcaklık tabakalaşmasının etkisiyle yaz periyotlarında balık çiftliklerine yakın olan alanlar ile nehir deşarjlarının etkilediği alanlarda özellikle *P. avirostris*’in aşırı artışı ile Shannon indeks değerlerine benzer olarak keskin bir şekilde düşmüştür (Şekil 3.25).

Çeşitlilik kararlılık hipotezine göre ekolojik sistemlerin verimliliği, karmaşıklığa olan tepkileri ve enerjinin verimli kullanımı tür sayısı arttıkça artmaktadır. Ayrıca tür sayısı ekolojik işleyişin adeta sigortasıdır ve sistemlerin kararlılığını sağlar. Bu bağlamda tür çeşitliliği bir ekolojik sistemin sağlığını değerlendirmek için kullanılabilecek en iyi araçlardan biridir. Farklı bölgelerde farklı karasal girdilere maruz kalan Ege Denizi kıyısız ekosisteminde özellikle tarımsal

faaliyetler, turizm aktiviteleri, kafes balıkçılığı, deniz trafiği, nehir girdileri, endüstriyel faaliyetler gibi antropojenik faaliyetlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. 2017-2022 yılların Akdeniz'den etkilenen basenin güneyindeki GOBSWR ve KOYSW1 ile açık deniz istasyonları olan MIBAD, KARAD ve SAKCED kodlu istasyonlar genel olarak zengin biyoçeşitliliğe sahip olmuştur. Yaz mevsiminde özellikle

aquakültür faaliyetlerinin yapıldığı ILBSW1, DIDSW1 ve GULSW1 kodlu istasyonlarda, su sirkülasyonunun oldukça düşük olduğu ve nehir etkilerinin yanı sıra kentsel atıklardan da büyük ölçüde etkilenen İzmir iç Körfezi (İZMSW1) ve nehir girdilerinin etkisindeki KMRSW2 kodlu istasyonlar genellikle düşük çeşitlilik karakteri sergilemiştir.

Yabancı türler

2017- 2022 yılları arasında *Oithona davisae*, *Ditrichocorycaeus minimus indicus*, *Pleopis schmackeri*, *Parvocalanus crassirostris*, *Paracartia grani*, *Pontellina plumata*, *Subeucalanus crassus*, *Acrocalanus gibber*, *Calanopia elliptica*, *Centropages furcatus*, *Labidocera pavo* olmak üzere 11 yabancı tür gözlenmiştir. Yabancı türlerin komüniteye katılımı

İZMSW1 kodlu istasyonda en yüksek düzeydedir. Özellikle yaz mevsiminde bazı yıllarda komünite baskındır. Yaz mevsiminde basenin güney alanlarında yabancı türlerin katılımı artmakla birlikte, çok yüksek bolluk düzeylerine ulaşmamıştır.



Şekil 3.24. 2017- 2019 izleme dönemlerinde tür sayısı, Shannon çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indekslerinin alansal dağılımı



Şekil 3.25. Yaz mevsimi 2017- 2022 izleme dönemlerinde tür sayısı, Shannon çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indekslerinin alansal dağılımı

3.4 Deniz Tabanı Habitatlari

Bu izleme bileşeninde makro flora, deniz çayırları, makrozoobentos ve demersal balık türleri dikkate alınan canlı grupları olup, deniz tabanının fiziksel ve kimyasal

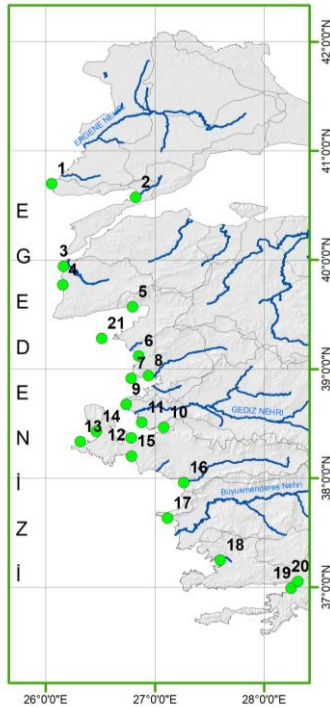
3.4.1 Makro Flora

Ege Denizi kıyılarında üçüncü üç yıllık (2020-2022) izleme çalışmalarında makro flora kıyısal bölgede 2021-yaz döneminde toplam 19 alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.26, Tablo 3.6).

Makroflora tür çeşitliliği yıllara göre değerlendirildiğinde; 2014 yılında 112 takson (tür ve türaltı seviyede), 2015 yılında 122 takson, 2016 yılında 127 takson, 2017 yılında 133 takson, 2018 yılında 127 takson, 2019 yılında 132 takson ve 2021 yılında ise 146 takson tespit edilmiştir. Bunların farklı sınıf/filum ve yıllara göre değişimleri

yapısı ile biyotik ve abiyotik habitatların incelenmesi ve izlenmesi istenir. DSÇD T1, T6 ile direkt, T2, T3 ve T4 ile de dolaylı olarak ilişkilidir.

Tablo 3.5’de verilmiştir. Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) ile yapılan değerlendirme için makrofitler öncelikle ESG I (hassas türler) ve ESG II (fırsatçı türler) olmak üzere Ekolojik Durum Gruplarına ayrılmış ve oluşturdıkları % örtü değerleriyle (Orfanidis vd., 2011) EEI-c değeri bulunmuştur. Çalışma istasyonlarının 2021 yılındaki ESG I ve ESG II takson sayısı dağılımları Şekil 3.27’de sunulmuştur. Sonrasında da SÇD’ye yönelik Ekolojik Kalite Oranı EEI_{EQR} bulunmuş ve Ekolojik Durum Sınıfları (EDS) tespit edilmiştir (Tablo 3.6).



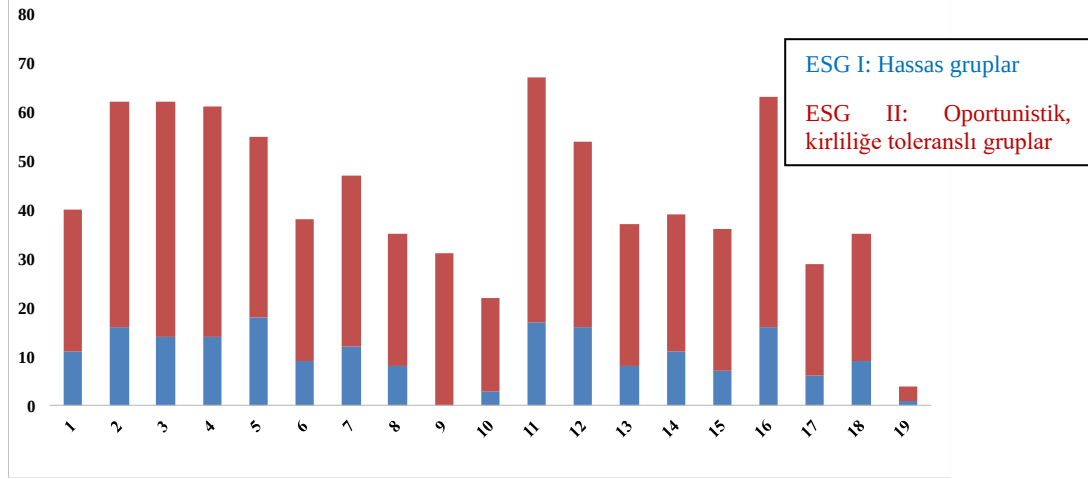
Şekil 3.26. Ege Denizi makroflora istasyonları

(1:Enez, 2:Saros K., 3: Yeniköy (Çanakkale, 4:Dalyan-Geyikli, 5:Edremit K.(Altınoluk), 6:Dikili, 7:Yenişakran, 8:Çandarlı, 9:İzmir İç K., 10:Gediz Çevresi, 11: Urla, 12: Ildır K., 13:Sığacık, 14: Küçük Menderes, 15:Doğanbey, 16: Güllük, 17: Gökova K.-Kapalı, 18: Akyaka, 19: Ayvalık-Tuzla)

İstasyonlarda Ekolojik Değerlendirme İndeksi - (EEI) ile ortamın ekolojik durumunun belirlenebilmesi için 0-3 m derinlik aralığından doğrudan elle ya da maske-şnorkel ile serbest dalış yapılarak 20x20 cm’lik kuadrat ile 3 tekrarlı makroflora örneklemeleri yapılmış, tür dağılımları ve % örtü durumu saptanmıştır. Gerekli durumlarda kıyıdan açığa doğru (20-30 m) habitatlar gözlemlenmiş ve yayılımları raporlanmıştır.

Tablo 3.5. 2014-2022 izleme döneminde saptanan makro flora takson sayıları

Sınıf/Filum	Ege Denizi						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021
Phaeophyceae	29	33	35	37	29	31	32
Rhodophyta	54	55	57	60	60	63	74
Chlorophyta	25	30	30	32	33	33	35
Spermatophyta	4	4	5	4	5	5	5
Toplam Takson Sayısı	112	122	127	133	127	132	146


Şekil 3.27. Ege Denizi istasyonlarının 2021 yılı ESG I ve ESG II gruplarının takson sayıları

(1:Enez, 2:Saros K., 3: Yeniköy (Çanakkale, 4:Dalyan-Geyikli, 5:Edremit K.(Altınoluk), 6:Dikili, 7:Yenişakran, 8:Çandarlı, 9:İzmir İç K., 10:Gediz Çevresi, 11: Urla, 12: Ildır K., 13:Sığacık, 14: Küçük Menderes, 15:Doğanbey, 16: Güllük, 17: Gökova K.-Kapalı, 18: Akyaka, 19: Ayvalık-Tuzla)

Tablo 3.6. 2014-2022 izleme döneminde makro flora çalışma istasyonlarının “Ekolojik kalite İndeksi: EEI” ile yapılan kalite sınıflandırması (te: test edilmedi)

İstasyon	2014 EEI-c		2015 EEI-c		2016 EEI-c		2017 EEI-c		2018 EEI-c		2019 EEI-c		2021 EEI-c	
	EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS
Saros K.	0,92	Çİ	1	Çİ	1	Çİ	1	Çİ	1	Çİ	0,88	Çİ	0,75	Çİ
Yeniköy	0,87	Çİ	0,91	Çİ	0,89	Çİ	0,88	Çİ	te	te	0,82	Çİ	0,76	Çİ
Ayvalık	te	te	0,87	Çİ	0,88	Çİ	0,87	Çİ	te	te	te	te	te	te
Yenişakran	te	te	0,80	Çİ	0,86	Çİ	0,80	Çİ	0,86	Çİ	0,82	Çİ	0,68	İ
İzmir K.	0,01	K	0,07	Z	0,04	Z	0	K	0,03	K	0,05	Z	0,02	K
Urla	te	te	0,74	İ	0,89	Çİ	0,86	Çİ	0,85	Çİ	0,79	Çİ	0,78	Çİ
Ildır K.	0,73	İ	0,74	İ	0,80	Çİ	0,84	Çİ	0,86	Çİ	0,78	Çİ	0,76	Çİ
Küçük Menderes	0,51	İ	0,58	İ	0,63	İ	0,63	İ	0,63	İ	0,53	İ	0,50	İ
Didim	0,85	Çİ	0,84	Çİ	0,89	Çİ	0,84	Çİ	te	te	te	te	te	te
Güllük	te	te	0,73	İYİ	0,74	İYİ	0,72	İYİ	0,79	Çİ	0,77	Çİ	0,68	İYİ
Bodrum	0,80	Çİ	0,82	Çİ	0,84	Çİ	0,86	Çİ	te	te	te	te	te	te
Akyaka (Gökova K.)	te	te	0,61	İ	0,63	İ	0,52	İ	0,65	İ	0,7	İ	0,66	İ
Datça	0,86	Çİ	0,85	Çİ	0,88	Çİ	0,89	Çİ	te	te	te	te	te	te
Dikili	0,65	İ	te	te	te	te	te	te	0,93	Çİ	0,82	Çİ	0,77	Çİ
Enez	te	te	te	te	te	te	te	te	0,78	Çİ	0,70	İ	0,61	İ
Dalyan-Geyikli	te	te	te	te	te	te	te	te	0,87	Çİ	0,93	Çİ	0,80	Çİ
Çandarlı	te	te	te	te	te	te	te	te	0,72	İ	0,76	Çİ	0,67	İ
Gediz Çevresi	te	te	te	te	te	te	te	te	0,38	O	0,31	O	0,49	İ
Sığacık	te	te	te	te	te	te	te	te	0,84	Çİ	0,80	Çİ	0,67	İ
Doğanbey	te	te	te	te	te	te	te	te	0,56	İ	0,64	İ	0,55	İ
Gökova K.-Kapalı	te	te	te	te	te	te	te	te	0,70	İ	0,66	İ	0,74	İ
Edremit K.(Altınoluk)	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	1	Çİ	0,87	Çİ
Ayvalık-Tuzla	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	0,63	İ

Genel değerlendirmede, 2014 yılı izleme çalışmasında Ege Denizi'nde 9 istasyondan makrofloraya (makroalg ve angiosperm) ait örneklemelerin EEI-c ile yapılan değerlendirmesi sonucunda Saros Körfezi, Yeniköy, Didim, Bodrum ve Datça istasyonları “çok iyi”, Dikili, Ildır ve Küçük Menderes “iyi”, İzmir Körfezi istasyonu ise “kötü” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. 2015 yılında Saros Körfezi, Yeniköy, Ayvalık, Çandarlı, Didim, Bodrum ve Datça istasyonları “çok iyi”, Urla, Ildır, Küçük Menderes, Güllük, Akyaka “iyi”, İzmir Körfezi istasyonu ise “kötü/zayıf” bir ekolojik durum sınıfında oldukları tespit edilmiştir. İzmir İç Körfezi istasyonunda karasal baskının azaltılarak zaman içerisinde üst kalite sınıflarına çıkarılması için gerekli önlemlerin alınmasının önemi vurgulanmıştır. 2016 yılında Saros Körfezi, Yeniköy, Ayvalık, Çandarlı, Urla, Ildır Körfezi, Didim, Bodrum ve Datça istasyonları “çok iyi”, Küçük Menderes, Güllük ve Akyaka “iyi”, İzmir İç Körfezi istasyonu ise “kötü” bir ekolojik durum sınıfında oldukları tespit edilmiştir.

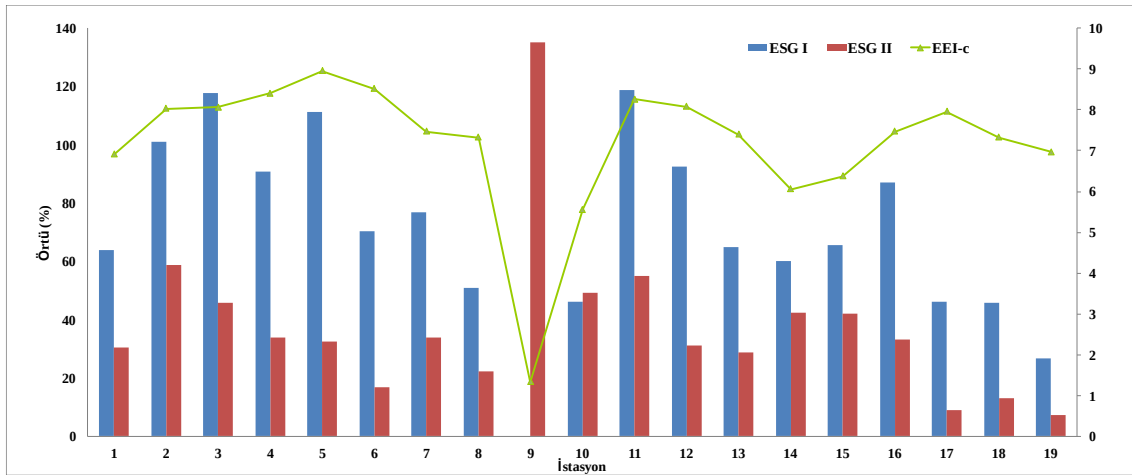
2017 yılı izleme çalışmasında da EEI-c biyotik indeksi için yapılan değerlendirmeler sonucunda Saros Körfezi, Yeniköy, Ayvalık, Çandarlı, Urla, Ildır Körfezi, Didim, Bodrum ve Datça istasyonları “çok iyi”, Küçük Menderes, Güllük ve Akyaka “iyi”, İzmir Körfezi istasyonu ise “kötü” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. 2018 yılında Enez, Saros Körfezi, Dalyan-Geyikli, Dikili, Yenişakran, Urla, Ildır Körfezi, Sığacık ve Güllük istasyonları “çok iyi”, Çandarlı, Küçük Menderes, Doğanbey, ve Gökova Körfezi-Kapalı Mevkii ve Akyaka “iyi”, Gediz Çevresi (Homa Dalyanı) “orta”, İzmir Körfezi istasyonu ise “kötü” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. 2019 yılında, ESG I örtü yüzdesi en fazla Edremit Körfezi (Altınoluk) ve Saros Körfezi istasyonlarında (>% 110) belirlenirken, Yeniköy, Yenişakran, Urla,

Ildır Körfezi, Dikili ve Dalyan-Geyikli istasyonlarında %80-90 arasında değişmiştir. Diğer istasyonlarda ise ESG I örtü yüzdesi genelde %30-70 arasında tespit edilmiştir. İzmir İç Körfez istasyonunda ise 2019 yılında ESG I grubuna ait rastlanılmamıştır. ESG II örtü yüzdesi son üç yıllık dönemde de (2017-2019) en fazla sırasıyla İzmir İç Körfez (ESG II örtüş % 54.04) ile Gediz Çevresi (Homa Dalyanı) (ESG II örtüş % 33,86) istasyonlarında bulunmuştur. 2019 yılı izleme çalışmasında Saros Körfezi, Yeniköy (Çanakkale), Dalyan-Geyikli, Edremit Körfezi (Altınoluk), Dikili, Çandarlı, Yenişakran, Urla, Ildır Körfezi, Sığacık ve Güllük istasyonları “çok iyi”, Enez, Küçük Menderes, Doğanbey, ve Gökova Körfezi-Kapalı Mevkii ve Akyaka “İYİ”, Gediz Çevresi (Homa Dalyanı) “orta”, İzmir Körfezi istasyonu ise “zayıf” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. 2018 ve 2019 yıllarında Foça ve Çeşme’de gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiş olup Çeşme’de hassas makroalg türlerine ek olarak *Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa* ve Foça’da ise *P. oceanica* fasiyesleri gözlenmiştir. Bu iki istasyonun iyi/çok iyi ekolojik durum sınıfında olabileceği değerlendirilmiştir.

2021 yılında, ESG I örtü yüzdesi (Orfanidis vd., 2011; DİSSP, 2017) en fazla Edremit Körfezi (Altınoluk), Saros Körfezi Yeniköy, Urla istasyonlarında (>% 100) belirlenirken, Ildır Körfezi, Dikili, Yeni Şakran, Güllük ve Dalyan-Geyikli istasyonlarında %70-90 arasında değişmiştir. Diğer istasyonlarda ise ESG I örtü yüzdesi genelde %26-70 arasında tespit edilmiştir. İzmir İç Körfez istasyonunda ise 2021 yılında ESG I grubuna ait türe rastlanılmamıştır. ESG II örtü yüzdesi son üç yıllık dönemde de (2020-2021) en fazla sırasıyla İzmir İç Körfez (ESG II örtüş % 135.08) ile Saros Körfezi (ESG II örtüş % 58,75) istasyonlarında bulunmuştur (Şekil 3.28, Şekil 3.29). 2021 yılı izleme çalışmasında

19 istasyonda EEIeqr ile yapılan değerlendirme sonucunda EDMA02 (Saros Körfezi), EDMA03 (Yeniköy, Çanakkale), EDMA04 (Dalyan-Geyikli), EDMA05 (Edremit K., Altınoluk), EDMA06 (Dikili), EDMA11 (Gediz Çevresi, Homa Dalyanı), EDMA12 (Urla), EDMA14 (İldır Körfezi) istasyonları “çok iyi”, EDMA01 (Enez), EDMA07 (Yenişakran), EDMA08 (Çandarlı), EDMA16 (Küçük Menderes), EDMA15 (Sığacık) ve EDMA18 (Güllük), EDMA17 (Doğanbey), EDMA19 (Gökova Körfezi-Kapalı Mevkii) ile EDMA20 (Akyaka) “iyi”, EDMA10 (İzmir İç Körfezi) istasyonu ise “kötü” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir.

Bu durumda İzmir İç Körfezi istasyonunda baskının hala devam ettiği ve Yönetim Hedefinin “Restorasyon”, diğer istasyonların ise “Sürdürülebilir” olması gerekmektedir. Foça ve Çeşme’de gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiş olup Çeşme’de hassas makroalg türlerine ek olarak *Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa* ve Foça’da ise *P. oceanica* fasiyesleri gözlenmiştir. Bu iki istasyonun iyi/çok iyi ekolojik durum sınıfında olabileceği değerlendirilmiştir.



Şekil 3.28. 2021 yılı Ege denizi istasyonlarının ESG I ve ESG II türlerinin ortalama örtü değerleri (%) ile EEI-c değerleri

(1:Enez, 2:Saros K., 3:Yeniköy (Çanakkale), 4:Dalyan-Geyikli, 5:Edremit K.(Altınoluk), 6:Dikili, 7:Yenişakran, 8:Çandarlı, 9:İzmir İç K., 10:Gediz Çevresi, 11:Urla, 12: İldır K., 13:Sığacık, 14:Küçük Menderes, 15:Doğanbey, 16:Güllük, 17:Gökova K.-Kapalı, 18:Akyaka, 19:Ayvalık-Tuzla)



Şekil 3.29. Ege Denizi makro flora istasyonları 2014-2022 ESG I ve ESG II % örtü değişimleri (1:Enez, 2:Saros K., 3: Yeniköy (Çanakkale), 4:Dalyan-Geyikli, 5:Edremit K.(Altınoluk), 6:Dikili, 7:Yenişakran, 8:Çandarlı, 9:İzmir İç K., 10:Gediz Çevresi, 11: Urla, 12: Ildır K., 13:Sığacık, 14: Küçük Menderes, 15:Doğanbey, 16: Güllük, 17: Gökova K.-Kapalı 18: Akyaka, 19: Ayvalık-Tuzla)

Ege Denizi makroflorasının egzotik türler, koruma altındaki türler ve tehdit oluşturan türler açısından değerlendirilmesi

2021 yılı izleme çalışmasında Ege Denizi'nde istasyonlardan yapılan örneklemeler sonucunda yabancı türlere ait toplam 8 takson tespit edilmiştir: 1 kahverengi alg: *Stypopodium schimperi*, 4 kırmızı alg: *Acanthophora nayadiformis*, *Asparagopsis armata* türünün tetrasporofit evresi olan *Falkenbergia rufolanosa*,

Gayliella fimbriata, *Polysiphonia morrowii*, 2 yeşil alg: *Caulerpa cylindracea*, *Codium taylorii* ile 1 deniz çiçekli bitkisi: *Halophila stipulacea* türlerine rastlanılmıştır. Bütün bu yabancı türler yayılımcı özelliğe sahiptir. *Gayliella fimbriata* bu çalışma ile ilk kez Ege Denizi kıyılarında rapor edilmiştir

(Şekil 3.30). Taşkın (2015) tarafından Ege Denizi kıyılarından 19 yabancı makrofıt (makroalg ve angiosperm) türü rapor edilmiştir. Son olarak, Çınar ve ark. (2021) tarafından Ege Denizi kıyılarında toplam 28 yabancı tür rapor edilmiştir: 8 kahverengi alg (*Cladosiphon zosterae*, *Corynophlaea crispa*, *Cutleria multifida*, *Dictyota cyanoloma*, *Halothrix lumbricalis*, *Pylaiella littoralis*, *Sphaerotrichia firma*, *Stypopodium schimperi*), 13 kırmızı alg [*Asparagopsis armata*, *Asparagopsis taxiformis*, *Acanthophora najadiformis*, *Botryocladia madagascariensis*, *Trailliella intricata* (*Bonnemasoinia hamifera*'nın evresi), *Colaconema codicola*, *Ganonema farinosum*, *Hypnea spinella*, *Lophocladia lallemandii*, *Polysiphonia kampsaxii*, *Polysiphonia morrowii*, *Polysiphonia paniculata*, *Vertebrata fucoides*], 6 yeşil alg (*Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*, *Caulerpa cylindracea*, *Caulerpa racemosa* var. *lamourouxii* f. *requienii*, *Codium parvulum*, *Codium taylorii*, *Codium fragile*) ve bir deniz çiçekli bitkisi (*Halophila stipulacea*).

Ege Denizi'nde koruma altında ve korunması gerekli olan türlerin ait oldukları habitatlar temelde üç grup altında toplanabilir: birincisi özellikle kahverengi alglerden *Cystoseira* türlerinin oluşturdukları fasiyesler (Şekil 3.30), ikincisi deniz çayırları (*Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera noltei* gibi) ve üçüncüsü ise kayalık ve taşlık bölgelerdeki kalkerli kırmızı alg türleri ile derinlerdeki korallijenli habitatlardır.

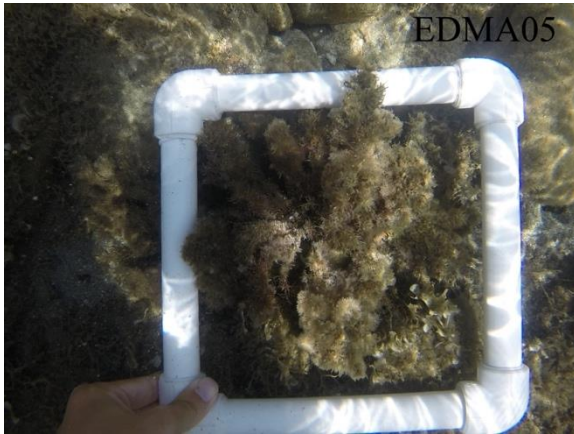
Ege Denizi izleme istasyonları içerisinde karasal baskının en fazla görüldüğü yer İzmir İç Körfezi olup bunun sonucunda toleranslı ve fırsatçı yeşil alglerden özellikle *Ulva* ve *Cladophora* türleri ile mediolittoral zondaki taşlar üzerinde katmanlaşma gösteren mavi yeşil alglerin (Cyanophyceae) bolluğu ve zaman zaman dönemsel olarak aşırı çoğalması ortamı olumsuz yönde etkilemekte ve tehdit etmektedir. Bunun yanı sıra Gediz çevresi

(Homa Dalyanı) istasyonunda da toleranslı ve fırsatçı türlerin baskısı altındadır. Birçok noktada da toleranslı ve fırsatçı iplikli kırmızı algler (özellikle Ceramiales ordosu üyeleri) ile kahverengi algler (özellikle Ectocarpales ordosu üyeleri) bulunmaktadır (Şekil 3.31).

Ege Denizi kıyılarında deniz çayırları hemen hemen her istasyonda (İzmir İç Körfezi istasyonu hariç) yayılış göstermektedir. Kuzeyde Enez istasyonundan güneyde Gökova Körfezi arasında kalan bölgede deniz çayırlarından özellikle *Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa* ve yer yer *Zostera noltei* ile *Ruppia cirrhosa* (bu tür Homa Dalyanı'ndan örneklenmiştir) türleri bulunmaktadır. Dikili, Yeni Şakran, Foça, Edremit Körfezi gibi bazı noktalarda 0,5 m derinlikten itibaren görülmeye başlanırken Yeniköy-Çanakkale, Çeşme, Akyaka gibi bazı noktalarda ise 2-3 m derinlikten itibaren kumluk ve yer yer sert zeminlerde gözlenebilmektedir. Çayır biçiminde olabildikleri gibi (Dikili, Edremit Körfezi gibi) bazı istasyonlarda da sadece öbekler halinde (Çandarlı, Akyaka gibi) bulunmaktadır. Karasal baskının derecesine ve akıntı durumuna bağlı olarak *Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa* (Dalyan-Geyikli, Foça, Saros Körfezi gibi istasyonlarda) türlerinin üzeri temiz ve rengi parlak yeşil iken akıntının düşük olduğu istasyonlarda veya yarı kapalı koylarda (Çandarlı, Sığacık, Gökova Körfezi gibi istasyonlarda) bu çayırların üzerleri epifit türler ile tortu kaplanmış ve rengi soluk olabilmektedir. *P. oceanica* türü Saros Körfezi ve Çanakkale Boğazı güneyinde (Yeniköy, Dalyan-Geyikli, Gülpınar) kıyıları boyunca yer yer öbekler halinde [gözlemsel ve örnekleme], Edremit Körfezi'nde (Küçükkuyu, Altınoluk, Akçay, Ayvalık) gözlemsel ve örnekleme olarak kıyıda derinlere doğru, Dikili'de 6-7 m derinliğe kadar yer yer daha derinlere (gözlemsel ve örnekleme), Çandarlı, Foça'da 1 m'den itibaren öbekler halinde [gözlemsel ve örnekleme], İzmir Orta ve

Dış Körfez’de kıyıdan itibaren öbekler halinde [gözlemsel ve örnekleme], Ildır Körfezi’nde 1-2 m’den itibaren fasiyes ve yer yer öbekler halinde 25-30 m derinliğe kadar [örnekleme ve gözlemsel], Çeşme’de 5-6 m’den 35-36 m derinliğe [örnekleme ve gözlemsel], Kuşadası’nda birkaç metreden itibaren öbekler halinde, Didim, Güllük, Bodrum, Datça ve Gökova Körfezi’nde 1 m derinlikten itibaren fasiyes ve yer yer öbekler halinde

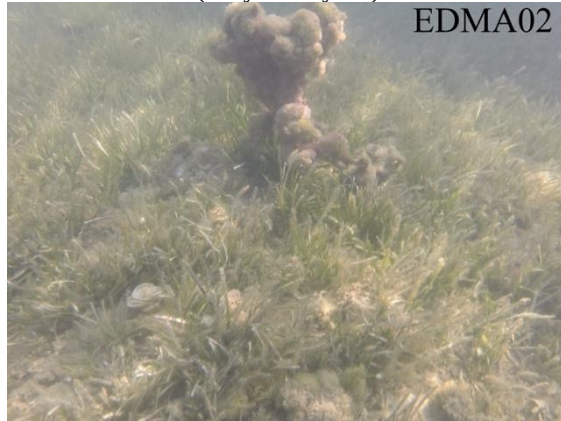
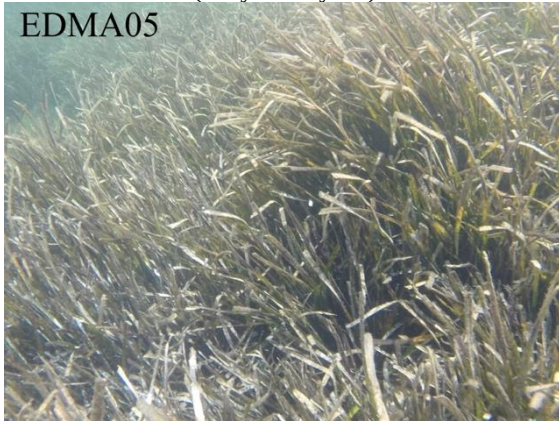
[gözlemsel ve örnekleme] yayılış göstermektedir. *Cymodocea nodosa* türü de *Posidonia oceanica* ile birlikte hemen hemen aynı yerlerden genelde 0-5 m arası derinliklerde gözlenmiştir (Şekil 3.32). Diğer angiosperm türleri *Zostera noltei* ve *Halophila stipulacea* bazı istasyonlardan tespit edilirken *Ruppia cirrhosa* Homa Dalyanı içerisinde örneklendirilmiştir.



Şekil 3.30. Hassas kahverengi alg *Cystoseira crinita* (Dalyan-Geyikli)



Şekil 3.31. Toleranslı yeşil alg *Ulva compressa* (Dalyan-Geyikli)

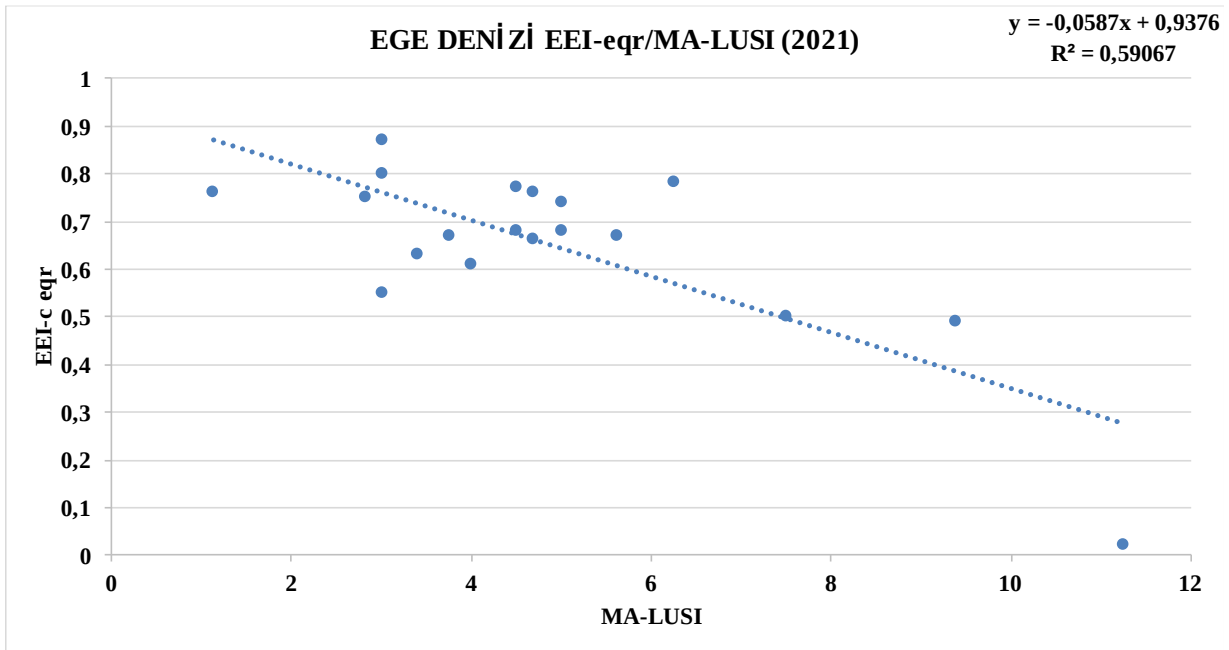


Şekil 3.32. Deniz çayırları *Posedonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa* fasiyesleri (Edremit Körfezi)

MA-LUSİ Değerlendirmesi

MA-LUSİ Değerlendirmesi, LUSİ indeksinden farklı olarak makroalg komüniteleri üzerine etkili marikültür, kanalizasyon deşarjı, liman ya da düzensiz tatlısu girişleri gibi diğer bazı baskıları da içermekte olup özellikle sığ sulardaki makroalg komüniteleri için kullanılabilir (Flo vd., 2011, 2019; MEDGIG, 2013). MA-LUSİ indeksi marikültür, sedimandan besin maddesi girişi, şehirleşme, ticaret ve endüstri, tarım, düzensiz tatlısu girişi, liman, geçmiş trofik durum gibi baskı-etkileri içermekte olup her kategorinin bir puanı vardır ve buradan hesaplama gerçekleştirilmektedir. 2017-2019 yılları arasındaki izleme çalışmalarında her bir örnekleme

istasyonunun MA-LUSİ değeri hesaplanmış olup elde edilen değerler etki indeksi (EEI-c) ile ilişkisi test edilmiştir. 2021 yılında baskı indeksi (MA-LUSİ) ve etki indeksi (EEI-c) arasındaki değerlendirme sonucunda diğer dönemlerdeki gibi negatif doğrusal (R^2 : 0,59) bir ilişki bulunmuştur (Şekil 3.33). MA-LUSİ değeri en yüksek İzmir İç Körfezi istasyonunda (11.25) bulunmuş olup bu istasyonun EEI-c ile yapılan hesaplamada Ekolojik Durum Sınıfı (EDS) kötü olarak belirlenmiştir (Ekolojik Kalite Oranı: 0.02). Diğer istasyonların MA-LUSİ değerleri genelde 2-6 arasında bulunmuştur.



Şekil 3.33 Ege Denizi istasyonlarının MA-LUSİ ve EEI-c değerlerinin ilişkisi

3.4.2 Posidonia oceanica izleme istasyonlarının kurulumu ve izleme çalışmaları

Koruma altında bir tür ve Akdeniz endemiği olan *Posidonia oceanica*, kökleri ile deniz içindeki erozyona engel olması, dipte gerçekleştirdiği fotosentez ile denizel ortamın oksijen kaynağı teşkil etmesi, balık ve diğer deniz canlılarının barınmasına, beslenmesine ve üremesine ortam oluşturması, besin zincirinin ilk halkasını oluşturması nedeniyle denizde ekonomik ve ekolojik olarak çok önemlidir (Boudouresque ve Meinesz 1982, Cirik ve Cirik, 1999). Karadaki ormanlara eşdeğer fonksiyonu olan *Posidonia oceanica* denizdeki hayatın kaynağını oluşturur ve takip edilmesi aynı zamanda iklim değişikliği etkilerinin ve karasal baskılarının etkilerinin belirlenmesi açısından da önemlidir.

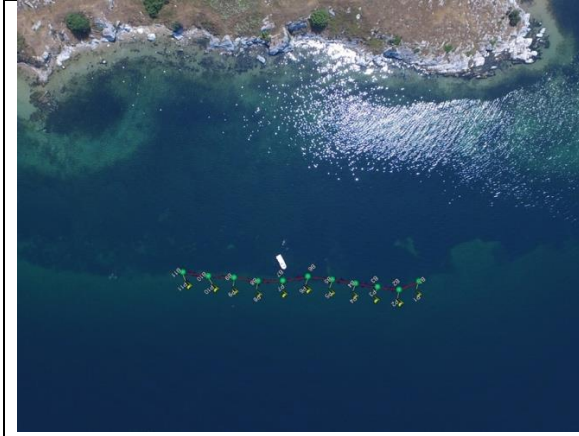
DEN-İZ Progrtımı kapsamında, Ege Denizi kıyılarında 2018 ve 2019 yıllarında, Ildır Körfezi'nde (İzmir, Ege Denizi) 26 m

derinlikte ve Kara Ada'da (Çeşme, İzmir, Ege Denizi) 33 m derinlikte iki adet izleme istasyonu kurulmuştur (Şekil 3.34, Şekil 3.35, Şekil 3.36). Kurulum ve izleme yöntemi; BM-UNEP) ve Akdeniz Eylem Planı'na RAC/SPA tarafından yürütülen Med*Posidonia* programında uygulanan protokölüne göre gerçekleştirilmiştir (Pergent, 2007; DİSSP, 2019). *P. oceanica* çayırları üst ve alt sınırlar balisaj (işaretleyici) sistemi ile tanımlanmış ve laboratuvarında lepidokronolojik (deniz çayırı yapraklarının yaşam döngülerini incelenmesi), morfometrik ve fenolojik (canlıların biyolojik yaşam döngülerindeki periyodik olayların incelenmesi ve bunların iklimdeki mevsimsel ve yıllık değişikliklerden ve habitat faktörlerinden nasıl etkilendiğinin incelenmesi) parametreleri çalışılmıştır.

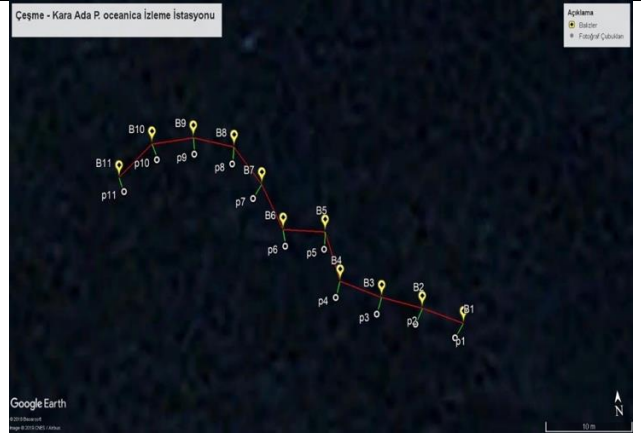


Şekil 3.34. Ege Denizi deniz çayırı *Posidonia oceanica* izleme istasyonları

İzleme istasyonu kurulum malzemeleri: aletli dalış ekipmanları, 15-20 kg'lık 11 beton blok, 33 demir çubuk (1 m boyunda), fotoğraflama için 11 demir çubuk (1.5 m boyunda), 11 PVC plastik plaka, sualtı fotoğraf/video kamera, sualtı bilgisayar, GPS ve 60x60 cm kuadrat (Pergent, 2007). Uzman dalgıçlar tarafından *P. oceanica* çayırları alt sınırlarında balisaj izleme sistemi kurulmuştur Her balisajdan sağ-sol-üstten olmak üzere 3 fotoğraf, derinlik, ve koordinat alınmıştır. Laboratuvarında lepidokronolojik, morfometrik ve fenolojik parametrelerin çalışılması için kuadrat yöntemi ile örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3.35. Ildır Körfezi izleme istasyonunda balisaj ve fotoğraf işaretleyicilerinin konumu.



Şekil 3.36. Çeşme-Kara Ada izleme istasyonunda balisaj ve fotoğraf işaretleyicilerinin konumu

Ege Denizi *Posidonia oceanica* izleme istasyonlarında ortalama ölçüm değerleri ve ekolojik durum sınıfları Tablo 3.7-Tablo 3.8’de sunulmuştur. EPS01 (Çeşme – Karada) istasyonu referans istasyonu olarak belirlenmiş ve kurulan dört izleme istasyonu içinde en derin sınıra sahip olan istasyondur (33m). 2019-2021 yılları arasında yavaş yavaş bir gerileme görülürken, 2022 yılında hızlı bir gerileme tespit edilmiştir. Ancak EPS02 (Çeşme Ildır) (2018-2022) istasyonunda ciddi gerilemeler görülmüştür. İlk kurulduğu

2018 yılından itibaren derin sınır 25 metrelerden 22 metre derinliğe çekilmiş, yatay mesafede ise 10 metrelere yaklaşan bir mesafe çekilme olmuştur ve halen ölçümlerde azalma, epifit miktarlarında artış gözlenmektedir. Bu gerilemenin küresel ölçekteki etkilerinin yanında (iklim değişikliği vs.) bölgedeki nütrient miktarlarındaki artışa bağlı olarak (balık üretim çiftlikleri, turizm faaliyetleri vs) ışık geçirgenliğindeki azalma kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3.7. Kara Ada-Çeşme istasyonu (EPS01) *P. oceanica* izleme istasyonu yıllara göre ortalama ölçüm değerleri ve ekolojik durum sınıfı

Temel Özellikler	2019*	2019**	2020*	2020**	2021*	2021**	2022*	2022**
Derinlik (m)	32,9 ±0,2	İYİ	32,9±0,2	İYİ	32,9±0,2	İYİ	32,9±0,2	İYİ
Demet yoğunluğu (m ² de) (-15m)	75,8 ±14,7	ORTA	400	İYİ	416	İYİ	405	İYİ
Kaplayıcılık (%)	25,5 ±0,1	İYİ	16,4±0,1	ORTA	15,5±0,1	ORTA	3±0,05	KÖTÜ
Yatay rizom (%)	50,0 ±0,2	İYİ	81,2±0,1	YÜKSEK	74,5±0,2	YÜKSEK	72,6±0,1	YÜKSEK
Sınırın Tipi	Seyrek sınır	ZAYIF	Seyrek sınır	ZAYIF	Seyrek sınır	ZAYIF	Gerileyen	KÖTÜ

Tablo 3.8 Ildır istasyonu (EPS02) *P. oceanica* izleme istasyonu yıllara göre ortalama ölçüm değerleri ve ekolojik durum sınıfı

Temel Özellikler	2018*	2018**	2019*	2019**	2020*	2020**	2021*	2021**	2022*	2022**
Derinlik (m)	25,1 ±0,3	ZAYIF	25,1 ±0,3	ZAYIF	25,1±0,3	ZAYIF	22,3±0,8	ZAYIF	22,3±0,2	ZAYIF
Demet yoğunluğu (m ² de)	87,9±23,9	ZAYIF	50,9±26,4	ZAYIF	304	ORTA	309***	ORTA	277,33	ZAYIF
Kaplayıcılık (%)	26,8 ±0,1	ORTA	13,4±0,1	ORTA	1	KÖTÜ	23,4±0,1	ORTA	14,6±0,1	ZAYIF
Yatay rizom (%)	96,1 ±0,1	YÜKSEK	29,1±0,2	ORTA	1	KÖTÜ	53±0,3	İYİ	98,7±0,04****	YÜKSEK
Sınırın Tipi	Seyrek	ORTA	Seyrek	ZAYIF	Seyrek	ZAYIF	Seyrek	ZAYIF	Gerileyen	KÖTÜ

*Ölçüm değeri, **Ekolojik Durum, ***2021 yeni sınır, ****2022 yeni sınır

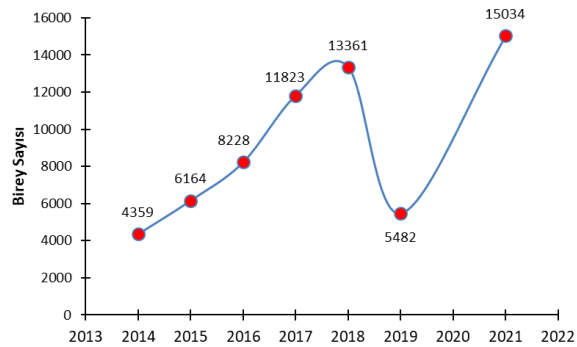
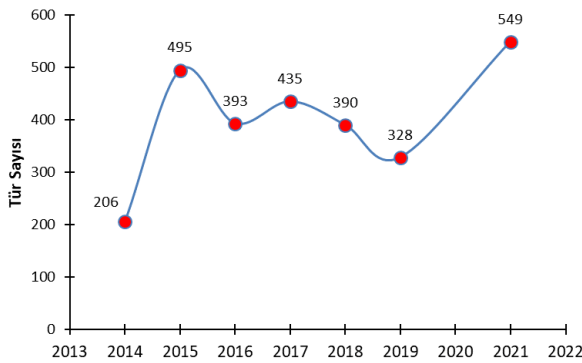
3.4.3 Makrozoobentos Yumuşak Substratum

Ege Ege Denizi'nde yumuşak substratum makrozoobentosu izleme çalışmaları 2014-2021 yılları arasında 15-17 sığ su istasyonunda (10–70 m) ve 2021 yılında 1 derin su (702 m) istasyonunda (DATSWR3) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.37). İstasyonlardan Van Veen Grab (sığ su istasyonları) ve kutu kor (derinsu istasyonu) ile alınan replikatlı bentik örnekler arazide 0,5 mm göz açıklığına sahip elekten geçirilmiş ve elek üzerinde kalan materyal kavanoza konularak %4'lük formaldehit ile fiks edilmiştir. Laboratuvarında substratından ayıklanan bireyler uzman araştırmacılar tarafından tayinleri yapılmış ve %70'lik alkolde saklanmıştır.

Ege Denizi'nde örnekleme periyotlarında tespit edilen toplam makrozoobentik tür sayısı 206 (2014 yılı) ile 549 (2021 yılı) arasında, toplam birey sayısı ise 4359 (2014 yılı) ile 15034 (2021 yılı) arasında değişim göstermiştir (Şekil 3.38).



Şekil 3.37. Ege Denizi'nde 2021 yılında yumuşak substrat makrozoobentik örnekleme yapıldığı istasyonlar



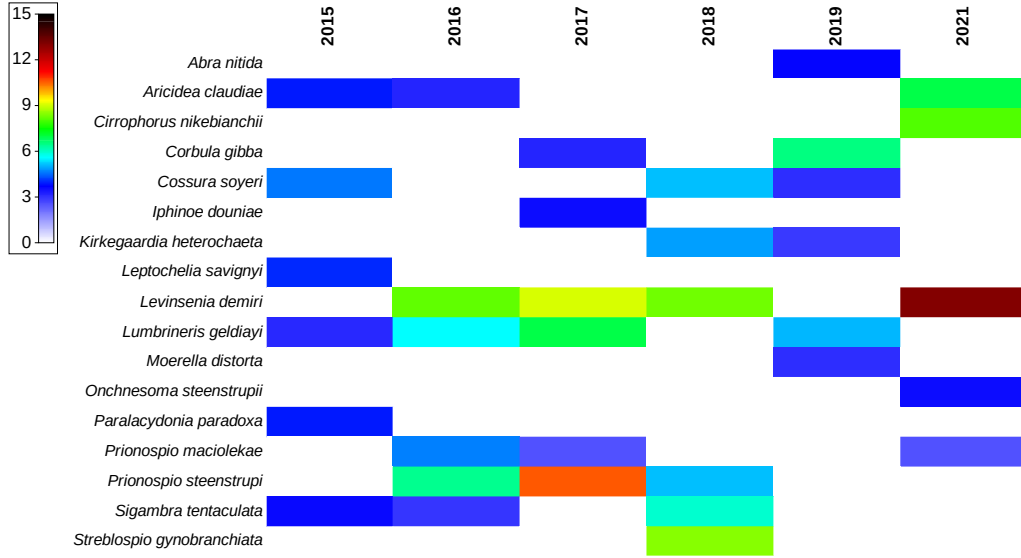
Şekil 3.38. Ege Denizi 'nde 2014-2021 yılları arasında tespit edilen makrozoobentik tür ve birey sayısı

Araştırma bölgesinde tespit edilen tür ve birey sayılarının büyük bir kısmı (>%50-60; 2018 yılında toplam bireyin %80'i) Polychaeta grubuna dâhildir. Bu grubu

Mollusca ve Crustacea takip etmektedir. 2014 yılı hariç diğer yıllarda Polychaeta grubu bölgede 150'den daha fazla türle (2021 yılında 268 tür) ve 2000'den fazla

bireyle (2018 yılında 10734 birey) temsil edilir. Ege Denizi'ndeki istasyonlarda yıllara bağlı olarak tespit edilen baskın türler farklılık gösterir. *Cossura soyeri* 2015 yılında (%5'lik baskınlık değeri), *Levinsenia demiri* 2016 (%8) ve 2021 (%13) yıllarında, *Prionospio steenstrupi*

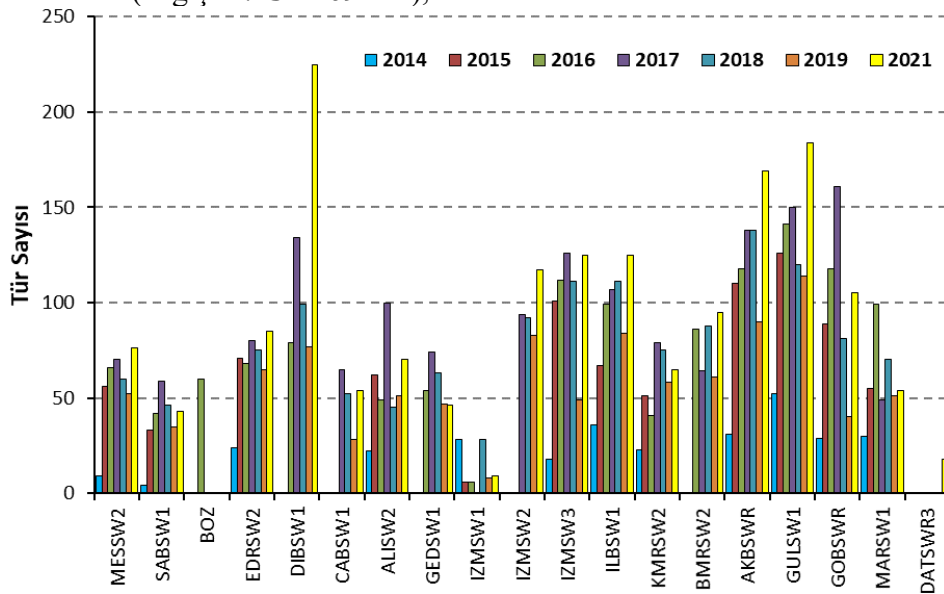
2017 yılında (%11), *Streblospio gynobranchiata* 2018 yılında (%8) ve *Corbula gibba* 2019 yılında (%7) en baskın türlerdir (Şekil 3.39). Bu türlerden *L. demiri* ve *Lumbrineris geldia* 4 farklı yılda en baskın 5 tür arasına girmiştir.



Şekil 3.39. Ege Denizi'nde 2015-2021 yılları arasında tespit edilen en baskın türler ve baskınlık değerleri (%).

Ege Denizi'nde seçilen istasyonlarda 2014-2021 yıllarında en az tür sayısı İzmir İç Körfez'de bulunan IZMSW1 nolu istasyonda (tür sayısı değişimi: 0-29 tür), en fazla tür sayısı ise kuzey Ege'de DIBSW1 (değişim: 77-225 tür) ile güney Ege'de AKBSWR (değişim: 31-169 tür),

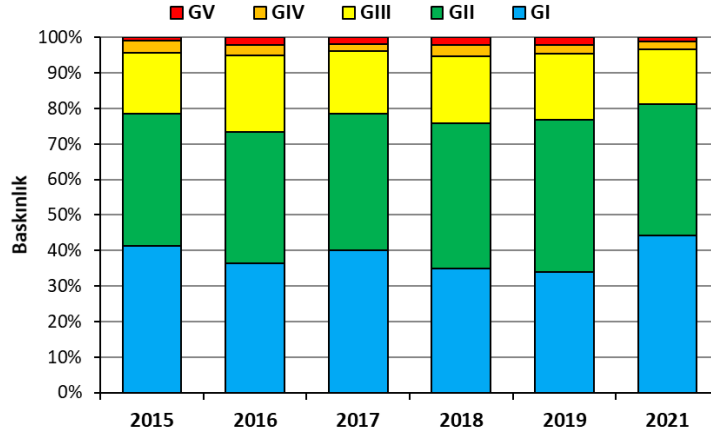
GULSW1 (değişim: 52-184 tür) ve GOBSWR (değişim: 20-161 tür) nolu istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 3.40). Güney Ege istasyonları genelde kuzey Ege istasyonlarına oranla daha fazla türle temsil edilirler.



Şekil 3.40. Ege Denizi'nde 2014-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen toplam tür sayıları

Ege Denizi'ndeki istasyonlarda tespit edilen makrozoobentik türlerin büyük çoğunluğu (%70-80), duyarlı (GI) ve duyarsız (GII) ekolojik gruplara dahildir (Şekil 3.41). Fırsatçı türlerin dahil olduğu GIV ve GV ekolojik grupların değerleri

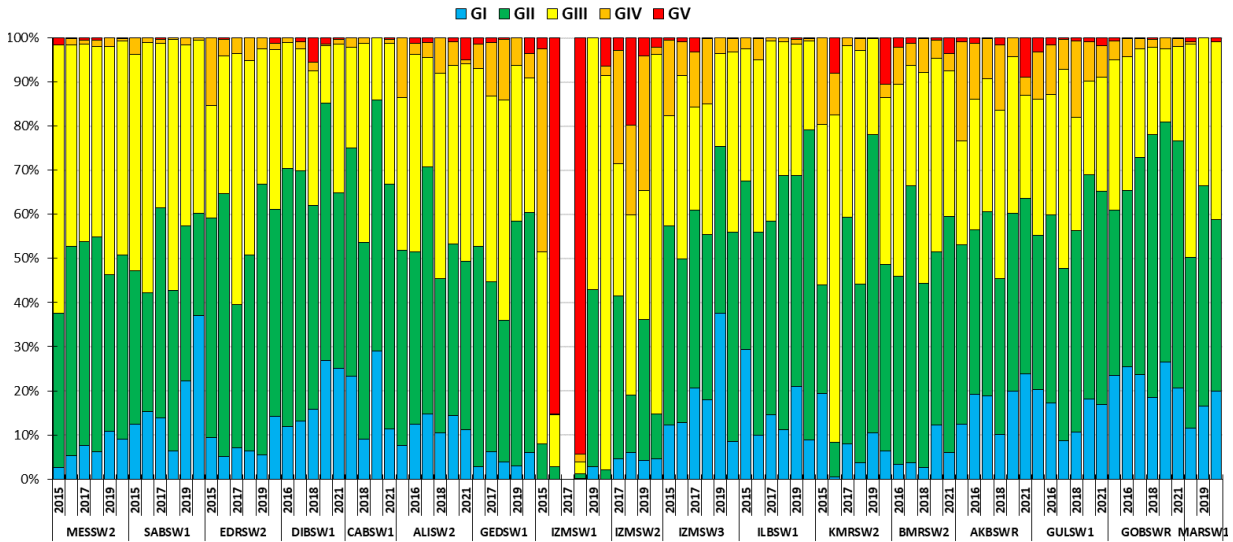
%5'in altındadır. Ekolojik grupların yıllara bağlı dağılımlarında (veri olmadığından 2014 yılı dahil edilmemiştir) çok büyük bir farklılık bulunmamaktadır. Değişim maksimum %10'luk bir değerle sınırlı kalmaktadır.



Şekil 3.41. Ege Denizi'ndeki istasyonlarda tespit edilen ekolojik grupların yıllara göre değişimleri. GI: Duyarlı türler, GII: Duyarsız türler, GIII: Toleranslı türler, GIV: 2. sınıf fırsatçı türler, GV: 1. sınıf fırsatçı türler

İstasyonlarda yıllara bağlı olarak tespit edilen ekolojik grupların yüzde oranlarında önemli bir değişiklik bulunmamaktadır (Şekil 3.42). İstasyonların genelinde GI ve GII ekolojik grup yüksek oranlara (>%50) sahiptir. Ancak IZMSW1 nolu istasyonda

2016 ve 2018 yıllarında alınan örneklerde GV ekolojik grup %80'nin üzerindedir. Toleranslı türlerin dahil olduğu GIII ekolojik grup bazı yıllarda MESSW2 ve KMRSW2 nolu istasyonlarda yüksek değerlerle temsil edilir.



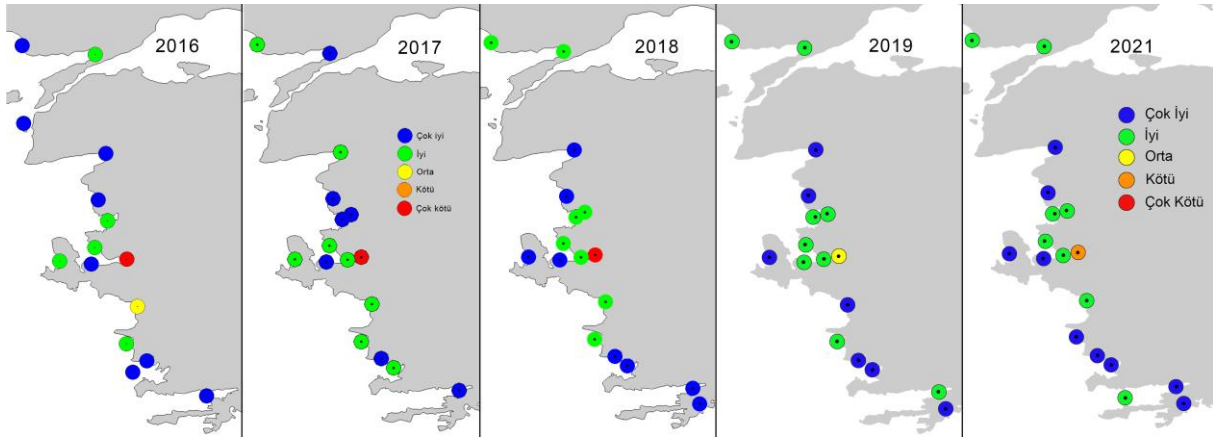
Şekil 3.42. Ege Denizi'nde 2015-2021 yıllarında istasyonlarında tespit edilen ekolojik grupların yüzde oranları

TUBİ indeks değerlerine göre Ege Denizi'nde 2016-2021 yılları arasında sadece 1 istasyonun (IZMSW1) ekolojik kalitesi çok kötü olarak sınıflandırılmıştır, diğer istasyonların ekolojik kalite

durumları iyi veya çok iyi seviyededir (Şekil 3.43). Ancak sadece 2016 yılında KMRSW2 nolu istasyonda orta ekolojik durum tespit edilmiştir. 2019-2021 yılları arasında bölgede çok kötü ekolojik duruma

sahip hiçbir istasyon bulunmamaktadır, ancak IZMSW1 nolu istasyon diğer periyotlardan farklı olarak 2019 yılında

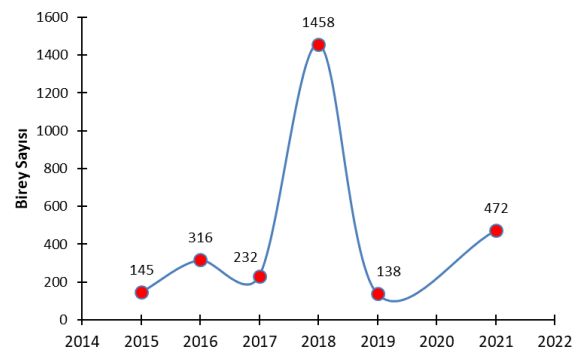
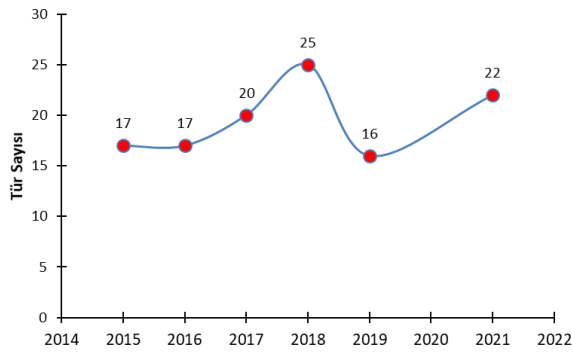
orta, 2021 yılında ise kötü ekolojik duruma sahiptir.



Şekil 3.43. Ortalama TUBİ değerlerinde göre Ege Denizi istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları.

Ege Denizi'nde 2015-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen yabancı tür sayısı 16 (2019 yılı) ile 25 (2018 yılı) arasında; yabancı türlere ait birey sayısı ise 138 (2019 yılı) ile 1458 (2018) arasında değişim gösterir (Şekil 3.44). 2018 yılında

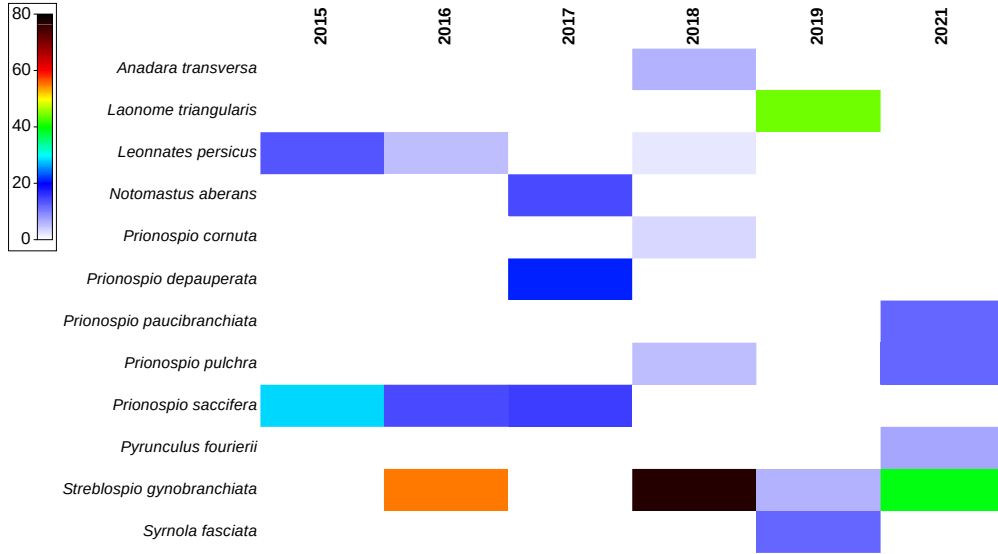
yüksek birey sayısının nedeni IZMS1 nolu istasyonda *Streblospio gynobranchiata*'nın yoğun popülasyon oluşturmıştır. Bu türün bu denli yoğun popülasyonu diğer yıllarda saptanmamıştır.



Şekil 3.44. Ege Denizi 'nde 2015-2021 yılları arasında istasyonlarda tespit edilen yabancı türlere ait tür ve birey sayısı.

Ege Denizi'nde 2015-2021 yılları arasında tespit edilen baskın yabancı türler Şekil 3.45'de gösterilmiştir. *Streblospio gynobranchiata* 2016, 2018 ve 2021 yıllarında; *Prionospio saccifera* 2015

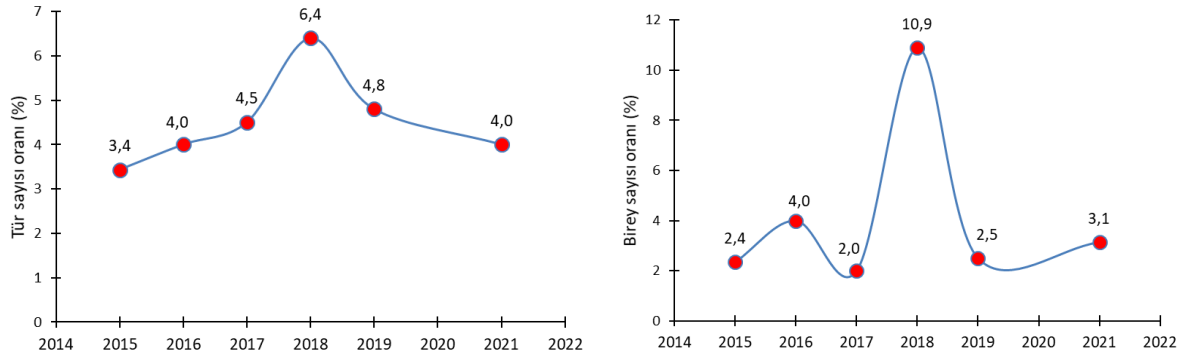
yılında; *Prionospio depauperata* 2017 yılında ve *Laonome triangularis* ise 2019 yılında bölgedeki en baskın yabancı türlerdir.



Şekil 3.45. Ege Denizi 'nde 2015-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen baskın yabancı türler

Ege Denizi'nde yabancı türlerin (tür ve birey sayısının) bentik komünitelerdeki önemleri Şekil 3.46'da gösterilmiştir. Ege Denizi'nde 2015-2021 yıllarında yabancı tür sayısı toplam tür sayısının yaklaşık %3,4-6,4'ünü oluşturur. 2018 yılı hariç diğer yıllarda yabancı tür yerli tür oranlarında belirgin bir fark yoktur. Bazı yabancı türler bölgedeki dağılım sınırını önemli ölçüde genişletmiştir. Örneğin,

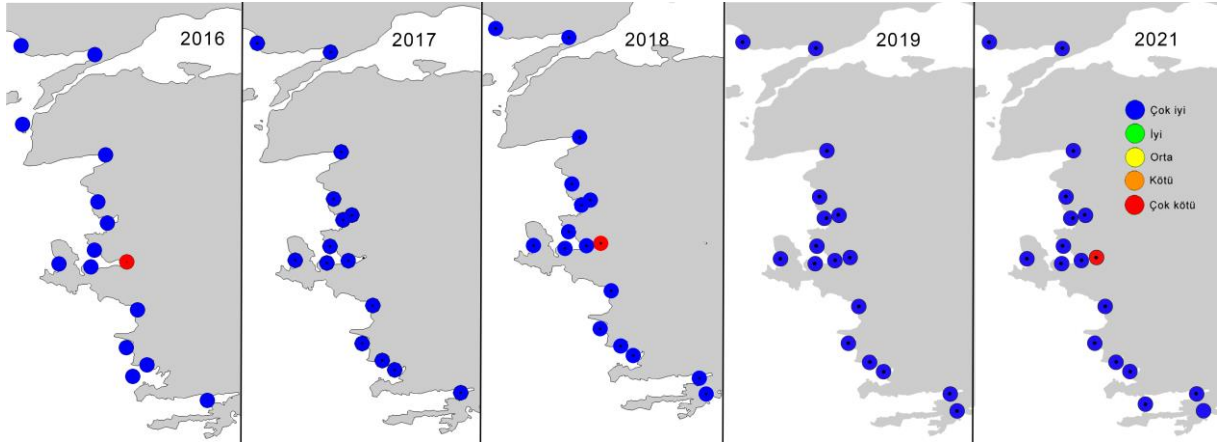
geçmiş yıllarda *Leonnates persicus*'in kuzey dağılım sınırı İzmir Körfezi iken, bu türün dağılım sınırı Edremit Körfezi'ne kadar uzanmıştır. 2018 yılı hariç, yabancı türlerin birey sayısının toplam birey sayısına oranı %2-4 arasındadır. Ancak 2018 yılında, İzmir iç körfezde yoğun popülasyon oluşturan *Streblospio gynobranchiata* nedeniyle, bu oran %11'e kadar yükselmiştir.



Şekil 3.46. Ege Denizi'nde yıllara bağlı olarak istasyonlarında tespit edilen yabancı tür ve birey sayısının toplam tür ve birey sayısına oranları

ALEX indeksinin sonuçlarına göre yabancı türler 2016-2021 yılları arasında Ege Denizi'nin genelinde bentik komüniteler üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. İstasyonların genelinde iyi ve çok iyi ekolojik durumlar saptanmıştır. Ancak

ALEX indeksi 2016, 2018 ve 2021 yıllarında yabancı türlerin bentik komüniteye etkisi bakımından IZMSW1 (İzmir iç Körfez) nolu istasyonun ekolojik kalite durumunu çok kötü olarak sınıflandırmıştır (Şekil 3.47).



Şekil 3.47. ALEX değerlerinde göre Ege Denizi istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları

Sert Substratum

Bu habitat tipi ilk kez 2021 yılında Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında izleme çalışmalarına dahil edilmiştir. Bu amaçla Ege Denizi kıyılarında seçilen 3 sert substratum

istasyonunun (Gökova, Urla ve Çanakkale) kayalık üstinfralittoral zonundaki alg fasiyesleri 20x20 cm bir kuadrat yardımıyla yaz 2021 mevsiminde (Ağustos) örneklenmiştir (Şekil 3.48).

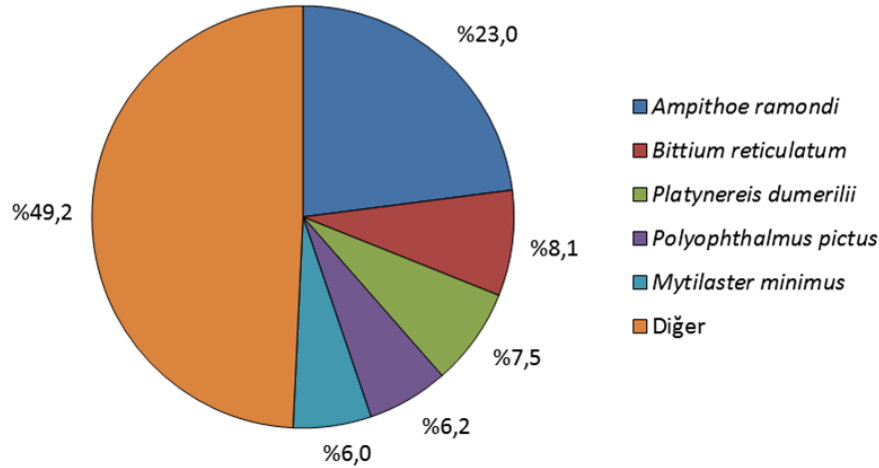


Şekil 3.48. Ege Denizi'nde seçilen sert substratum ve liman ortamı istasyonları.

Sert substratum istasyonlarından toplanan bentik örneklerin faunistik analizi sonucunda 11 taksonomik gruba ait 124 tür ve 3980 birey tespit edilmiştir. Gruplar arasında Polychaeta tür sayısı (toplam türün %36'sı), Crustacea ise birey sayısı (%51) bakımından en baskın gruplardır.

Araştırma bölgesinde tespit edilen türlerden *Amphithoe ramondi* (toplam

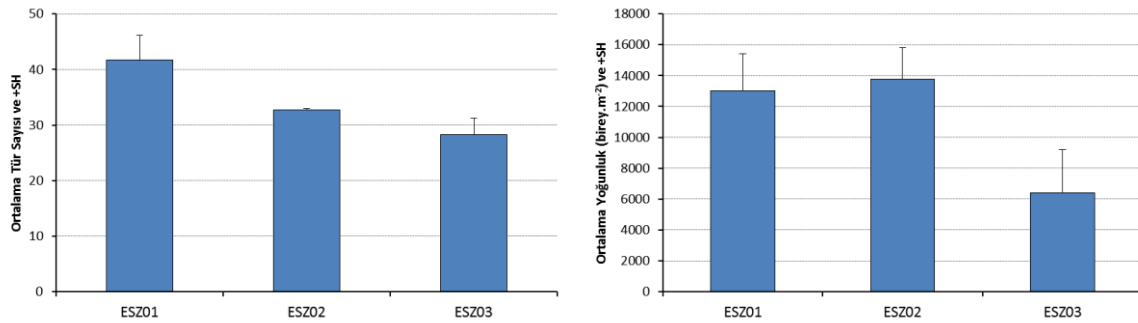
bireyin %23'ü) en baskın türdür. Bu türü sırasıyla, *Bittium reticulatum* (%8,1), *Platynereis dumerilii* (%7,5), *Polyopthalmus pictus* (%7,5) ve *Mytilaster minimus* (%6) izlemektedir (Şekil 3.49).



Şekil 3.49. Ege Denizi'nde sert substratum istasyonlarındaki baskın türler.

İstasyonlar arasında ortalama tür sayısı 28 (ESZ03) ile 42 (ESZ01) arasında; ortalama zoobentos yoğunluğu ise 6416 birey.m⁻²

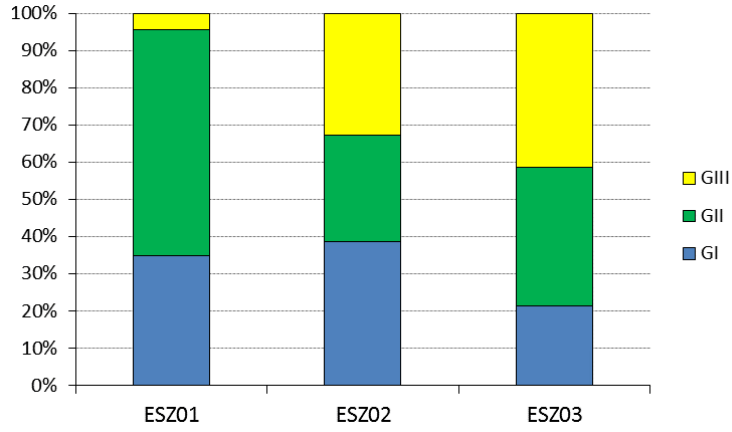
(ESZ03) ile 13750 birey.m⁻² (ESZ02) arasında değişim gösterir (Şekil 3.50).



Şekil 3.50. Ege Denizi sert substratum istasyonlardaki ortalama tür ve birey sayıları ile + Standart Hatası (SH).

Araştırma bölgesinde tespit edilen toplam 124 omurgasız türünden 59'u ekolojik gruplardan GI'e (duyarlı tür), 47'si GII'e (duyarsız tür), 18'i ise GIII'e (toleranslı tür) aittir. İstasyonlarda fırsatçı türlerin

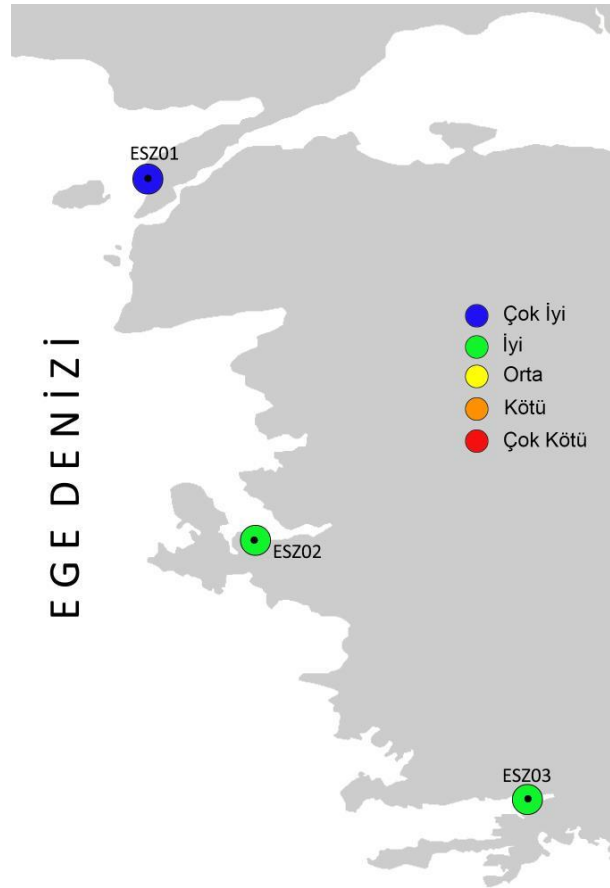
dahil olduğu GIV ve GV ekolojik gruplara ait tür saptanmamıştır. İstasyonlarda en yüksek ortalama GI oranı (>%34), ESZ01 ve ESZ02 nolu istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 3.51).



Şekil 3.51. Ege Denizi sert substratum istasyonlarında ekolojik grupların ortalama yüzdeleri.

Ortalama TUBİ değerlerine göre ESZ01 nolu istasyonun ekolojik kalite durumu çok iyi, ESZ02 ve ESZ03 nolu istasyonların

ekolojik kalite durumları ise iyi seviyededir (Şekil 3.52).



Şekil 3.52. Ortalama TUBİ değerlerine göre Ege Denizi sert substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları

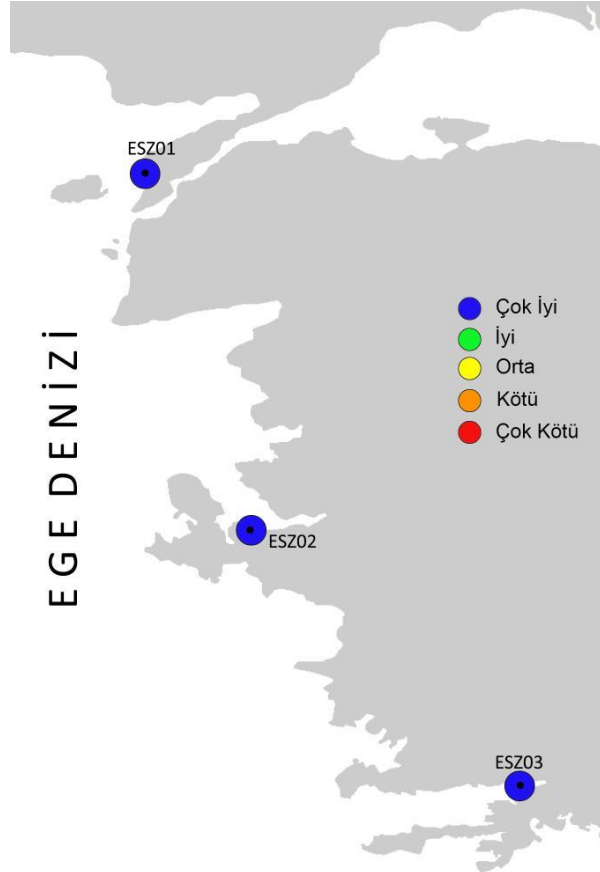
Ege Denizi'nde sert substratum istasyonlarından toplanan örneklerde 2 taksonomik gruba (Polychaeta ve Mollusca) ait 8 yabancı tür ve 40 birey tespit edilmiştir. Bölgede dağılım gösteren yabancı türlerden en baskını *Hydroides*

elegans (%27) olup, bu türü sırasıyla *Pinctada imbricata* (%25), *Pseudonereis anomala* (%15) ve *Brachidontes pharaonis* (%13) takip etmektedir. En fazla yabancı tür (6 tür) ve birey (35 birey) sayısı ESZ02 nolu istasyonda tespit edilmiştir. Kuzey

Ege’de yer alan ESZ01 nolu istasyonda hiçbir yabancı türe rastlanılmamıştır.

Araştırma bölgesinde yabancı türler toplam tür sayısının %6,5’ini, toplam birey sayısının ise yaklaşık %1’ini kapsamaktadır. İstasyonlardaki bentik komüniteler genellikle yerli türlerden

(tespit edilen türlerin %80’ninden daha fazla) oluştuğu görülür. Birey sayısı bakımından yabancı türlerin yerli türlere oranı tüm istasyonlardan toplanan örneklerde %3’den daha düşüktür. Ortalama ALEX değerlerine göre tüm istasyonların ekolojik kalite durumları çok iyi seviyededir (Şekil 3.53).



Şekil 3.53. Ortalama ALEX değerlerine göre Ege Denizi sert substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları.

3.4.4 Alsancak Limanı Yabancı/Yayılımcı Tür Çalışması

DEN-İZ Programı kapsamında 2021 yılı Ağustos ayında Ege Denizi’nde uluslararası faaliyet gösteren Alsancak

Makrozoobentos

Ege Denizi’nde İzmir Körfezi’nde yer alan Alsancak Limanı’ndan seçilen 2 yumuşak (liman içi ve dışı) substratum istasyonlarından toplanan 6 bentik örneğin faunistik analizi sonucunda 4 taksonomik gruba ait 62 tür ve 6445 birey tespit edilmiştir. Alsancak Limanı’ndan içinden seçilen 1 sert substratum (liman içi)

Limanı’nda yabancı tür tespit çalışması gerçekleştirilmiştir.

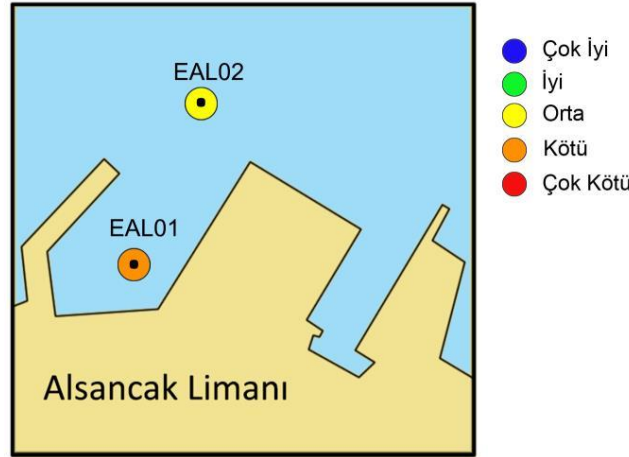
istasyonunda ise 7 taksonomik gruba ait 67 tür ve 1026 birey tespit edilmiştir.

Yumuşak substrat istasyonlarında *Streblospio gynobranchiata* (toplam bireyin %74’ü) en baskın tür olup, bu türü sırasıyla *Prionospio pulchra* (%10), *Anadara transversa* (%2), *Sigambra tentaculata* (%2) ve *Polydora cornuta*

(%1) izlemektedir. Sert substratum istasyonunda en baskın türler sırasıyla *Elasmopus pocillimanus* (%15), *Stenothoe gallensis* (%10), *Prionospio depauperata* (%10), *P. pulchra* (%10) ve *Streblospio gynobranchiata* (%10)'dır.

Yumuşak substrat istasyonlarında baskın ekolojik grup GIII (toleranslı türler) olup,

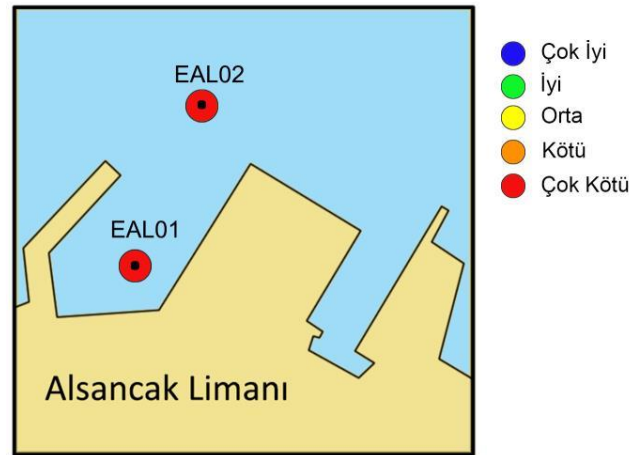
EAL01 nolu istasyonda tespit edilen birey sayısının ortalama %95'ini, EAL02 nolu istasyonda tespit edilen birey sayısının ortalama %88'ini içerir. Ortalama TUBI değerlerine göre EAL01 nolu istasyonun ekolojik kalite durumu kötü, EAL02 nolu istasyonun ekolojik kalite durumları ise orta seviyededir (Şekil 3.54).



Şekil 3.54. Ortalama TUBI değerlerine göre Alsancak Limanı yumuşak substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları

Alsancak Limanı'nda yumuşak substrat istasyonundan toplanan örneklerde 2 taksonomik gruba (Polychaeta ve Mollusca) ait 10 yabancı tür ve 5750 birey tespit edilmiştir. Bölgede dağılım gösteren yabancı türlerden en baskını *Streblospio gynobranchiata* (%84) olup, bu türü sırasıyla *Prionospio pulchra* (%11) ve *Anadara transversa* (%2) takip etmektedir.

Araştırma bölgesinde yabancı türler toplam tür sayısının %16'sını, toplam birey sayısının ise yaklaşık %89'unu kapsamaktadır. ALEX indeks sonuçlarına göre yabancı türlerin bentik komünitelere etkileri bakımından araştırma istasyonlarının ekolojik kalite durumu çok kötü seviyededir (Şekil 3.55).



Şekil 3.55. Ortalama ALEX değerlerine göre Alsancak Limanı yumuşak substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları

Alsancak Limanı'nda 1 sert substrat istasyonundan toplanan örneklerde 3 taksonomik gruba (Polychaeta, Crustacea ve Mollusca) ait 12 yabancı tür ve 395 birey tespit edilmiştir. Bölgede dağılım

gösteren yabancı türlerden en baskınları *Prionospio depauperata* (%26), *P. pulchra* (%25) ve *Streblospio gynobranchiata* (%25)'dir.

Limanlarda Yabancı ve Yayılmacı Makroflora İzleme Çalışması

Çınar ve ark. (2021) tarafından Türkiye kıyılarından 46 denizel makroalg (21 kırmızı alg, 15 kahverengi alg ve 10 yeşil alg) ve bir angiosperm olmak üzere toplam 47 yabancı takson bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise, Ege Denizi'nde uluslararası durumda olan Alsancak Limanı'nda yabancı tür tespit çalışması gerçekleştirilmiştir. Alsancak Limanı'nın

iç ve dış bölümden iki noktadan (EAL01 ve EAL02) örnekler toplanmıştır. EAL01 (Alsancak Liman İçi) noktasında yapılan makroalg örneklemede yabancı tür ipliksi kırmızı alg *Polysiphonia morrowii* bulunmuştur. EAL02 (Alsancak Liman Dışı) noktasında ise kırmızı alglerde *Polysiphonia morrowii* ve *Acanthophora nayadiformis* tespit edilmiştir (Şekil 3.56).



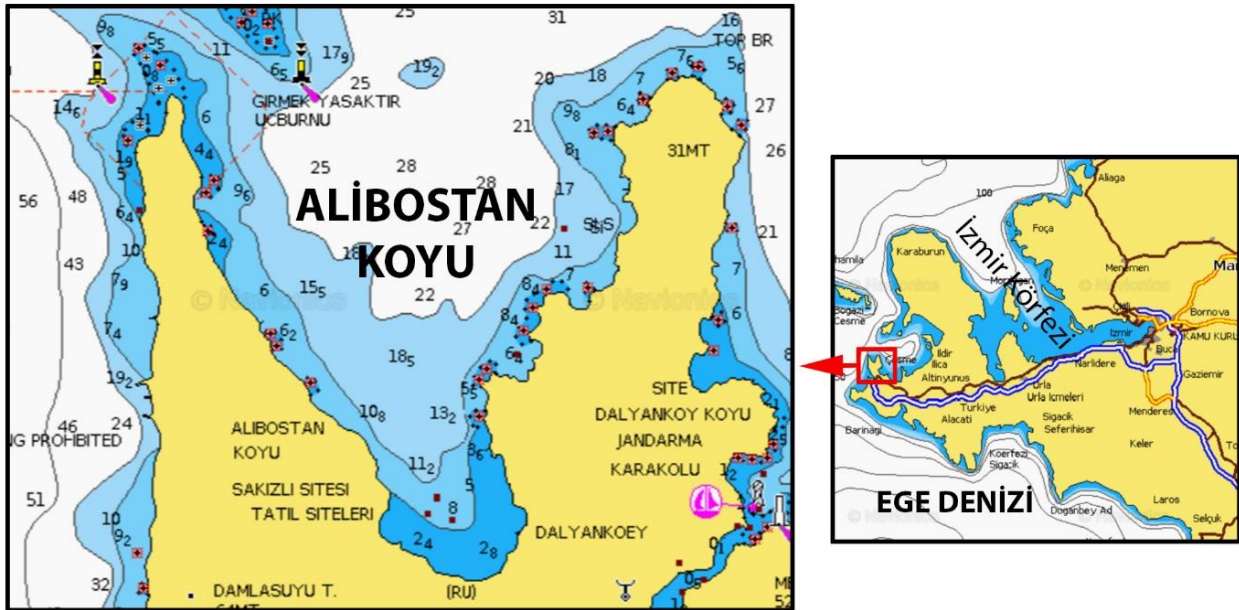
Şekil 3.56. Alsancak Limanı EAL02 örnekleme noktası, *Polysiphonia morrowii*

3.4.5 Alibostan Koyu Bentik Habitat Haritalandırılması

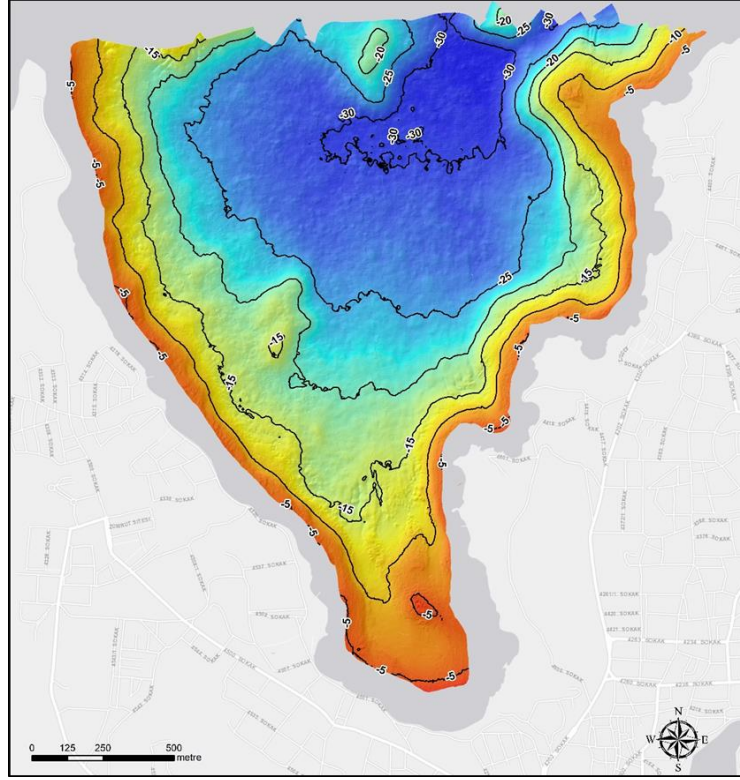
Habitat haritalandırma çalışması 2022 yılı yaz döneminde Ege Denizi'nde Çeşme Yarımadası'nda bulunan Alibostan Koyu'nda yapılmıştır (Şekil 3.57). Alibostan Koyu'nda batimetri ve bentik habitat haritalandırma çalışması için sualtı akustik ölçme cihazlarından çokışınlı (multibeam) iskandil ve yandan taramalı sonar (side scan sonar) kullanılmıştır. Akustik yöntemlerle sualtında yapılan ölçümlere ilaveten, optik verilerin toplanması amacı ile koyun kıyı bölgesinde hava fotogrametri çalışması yapılmıştır. Elde edilen sonar ve kamera görüntüleri incelenerek koyda farklı habitatlar belirlenmiş ve bu habitatların tipini ve yapısını belirlemek için koyun farklı bölgelerinden zemin doğrulama çalışması (ground truth) yapılmıştır. Gerek sonar

gerekse ortofoto görüntüleri ArcGIS ve QGIS ortamlarında analiz edilmiş ve belirlenen ana habitatlar coğrafi veri katmanları (batimetri, sonar, ortofoto) üzerinde sayısallaştırılarak habitatların sınırları saptanmış ve bu habitatların kapladıkları alanlar hesaplanmıştır.

Alibostan Koyu'nun batimetrik haritası çokışınlı (multibeam) iskandil verileri kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 3.58). Alibostan Koyu'nun güneyi (güney kıyıları) sığ dip bölgesine (0-10m) sahiptir. Koyun en derin bölgesi (30 m) koyun ağız açıklığının kuzey-doğusunda yer alır. Koyun batı ve güney kıyılarında sığıklar mevcuttur.



Şekil 3.57. Ege Denizi'nde bentik habitat haritalandırma çalışmasının yapıldığı Alibostan Koyu



Şekil 3.58. Alibostan koyunun batimetrik haritası

Multibeam iskandil ve yandan taramalı sonar vasıtasıyla araştırma bölgesinin dip mozaik haritası çıkartılmıştır (Şekil 3.59). Multibeam iskandil ve yandan taramalı sonardan elde edilen görüntüler ayrıca bölgedeki habitatların sınırlarını belirlemede de kullanılmıştır. Posidonia

oceanica gibi belirgin bir yaprak yüksekliğine sahip bentik habitatların oluşturduğu örtü, akustik cihazlar tarafından başarılı bir şekilde algılanmakta ve mozaik haritası üzerinde belirgin bir küme oluşturmaktadır.

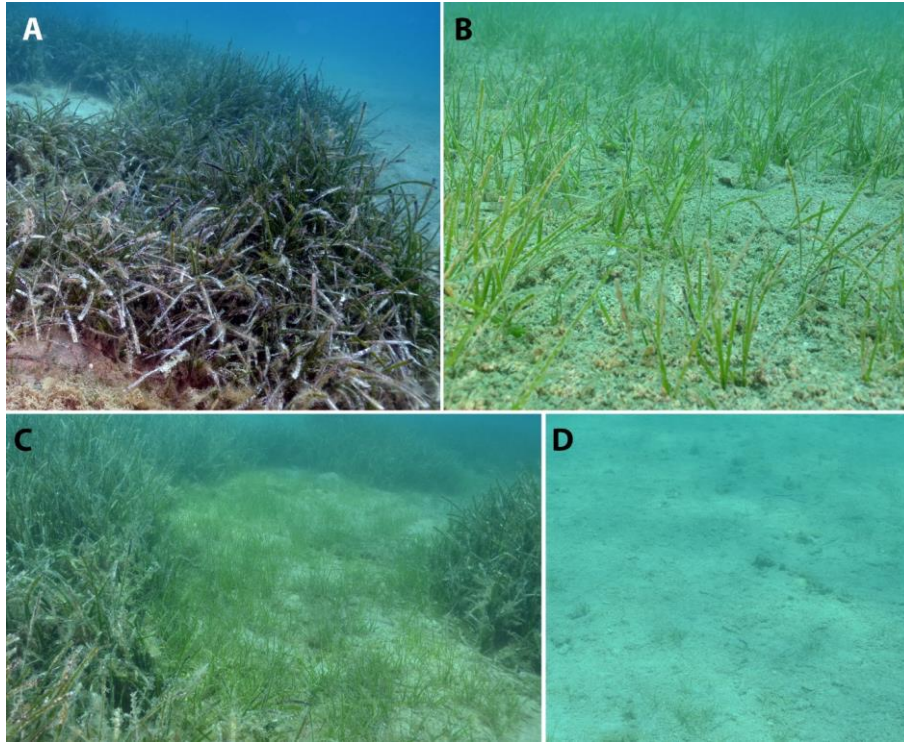


Şekil 3.59. Alibostan Koyu'nun multibeam (solda) iskandil ve yandan taramalı sonar (sağda) görüntülerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş mozaik haritaları

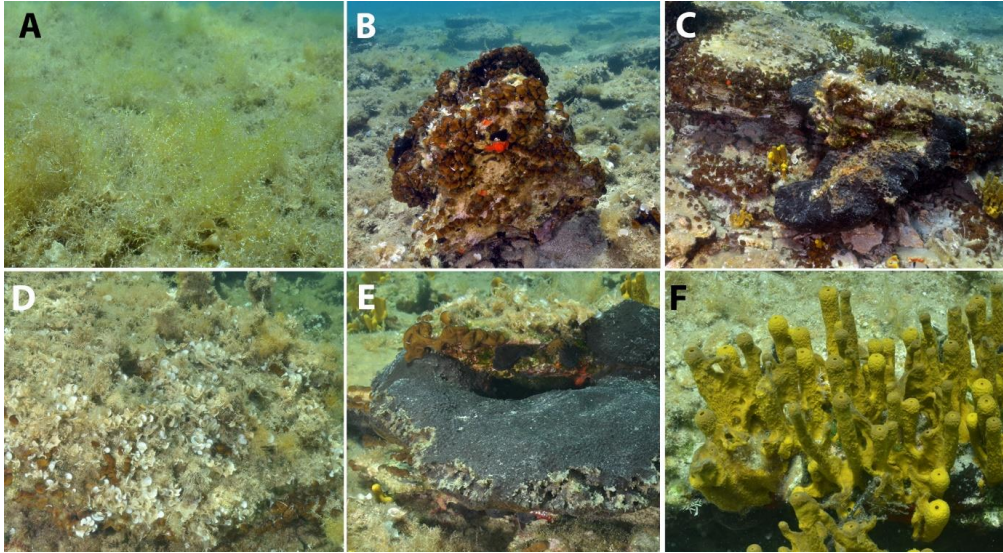
Alibostan Koyu'nun kumluk diplerinde yoğun *Posidonia oceanica* ve *Cymodocea nodosa* çayır yerleşimi mevcuttur (Şekil 3.60). Bunların üzerinde ve aralarında istilacı yabancı tür *Caulerpa cylindracea* tespit edilmiştir. Koyun her iki yakasındaki sığıklarda blok kayalık ve taşlık alanlar bulunmaktadır. Bu kayaların üzeri yoğun alg türleri (*Cystoseira corniculata*, *Padina pavonica*, *Dictyota* sp.) ile kaplıdır. Bunun yanında süngerlerden *Chondrilla nucula*, *Aplysina aerophoba* ve *Sarcotragus foetidus* kayalar üzerinde yoğun yerleşim göstermişlerdir (Şekil 3.61). Seyrek olarak

kayalık habitatlarda taş mercanı *Cladocora caespitosa* gözlenmiştir.

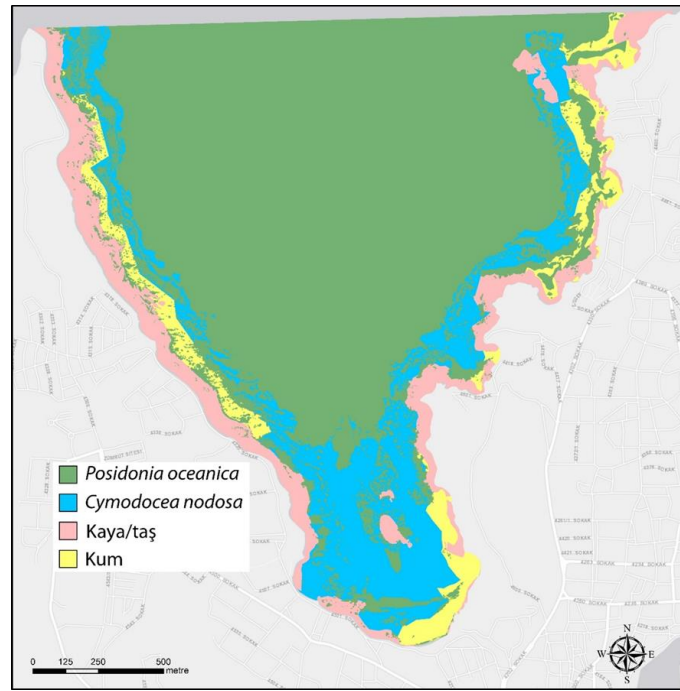
Alibostan Koyu büyük bir oranda (%90,4) yumuşak substratumdan oluşmaktadır. Koyun doğu ve batı sahillerinde yer alan kaya/taş habitatı ise alanda %9,4'lük bir örtücülük değerine sahiptir. Koyda en yüksek örtücülük değerine sahip habitat *Posidonia oceanica* (232 hektar, alanın %71'i) olup, bu habitatı sırasıyla *Cymodocea nodosa* (47 hektar, %14) ve kaya/taş habitatı (31 hektar, %10) takip etmektedir (Şekil 3.62).



Şekil 3.60. Alibostan Koyu'ndan yumuşak substrat habitatları. A. *Posidonia oceanica*, B. *Cymodocea nodosa*, C. *Posidonia oceanica* yatakları arasında *C. nodosa*, D. Kum



Şekil 3.61. Alibostan Koyu'ndan sert substrat habitatları. A. Üzeri algli blok kaya, B. *Chondrilla nucula*'lı kaya, C. *C. nucula*, *Sarcotragus foetidus* ve *Aplysina aerophoba*'lı kaya, D. Üzeri algli (*Padina pavonica* ve *Cystoseira corniculata*) blok kaya, E. *S. foetidus*, F. *A. aerophoba*.

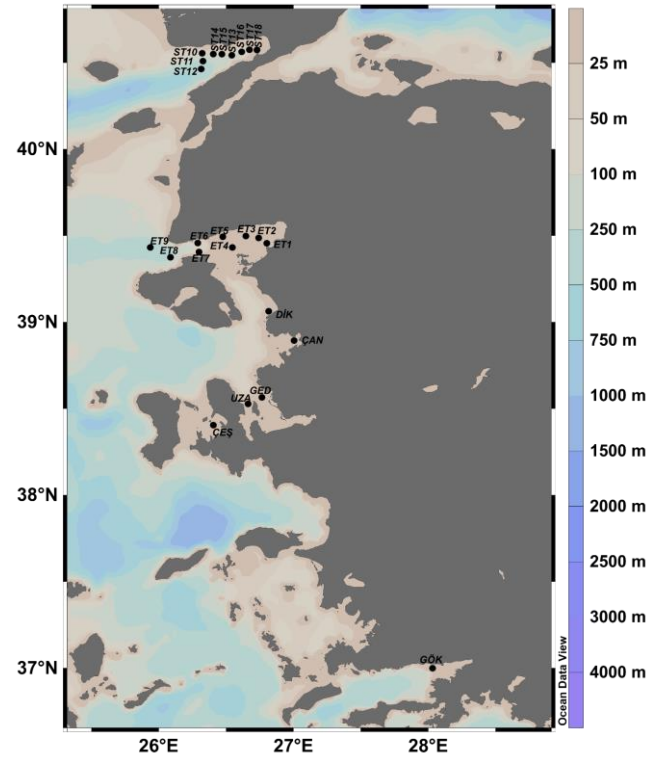


Şekil 3.62. Alibostan Koyu'nda ana habitatların dağılımı.

3.4.6 Trol Çalışması ile Balık ve Omurgasız Biyoçeşitliliği

Ege Denizi'nde balık ve omurgasız biyoçeşitliliğin belirlenmesi amacıyla 2021 yaz/sonbahar döneminde yapılan bu araştırmada, dip yapısının kumlu-çamurlu olduğu alanda gerçekleştirilen toplam 24 dip trolü çekimleri sonucunda, iki taksonomik gruba ait 89 balık türü ve altı taksonomik gruba ait 64 makrozoobentik tür elde edilmiştir (Şekil 3.63).

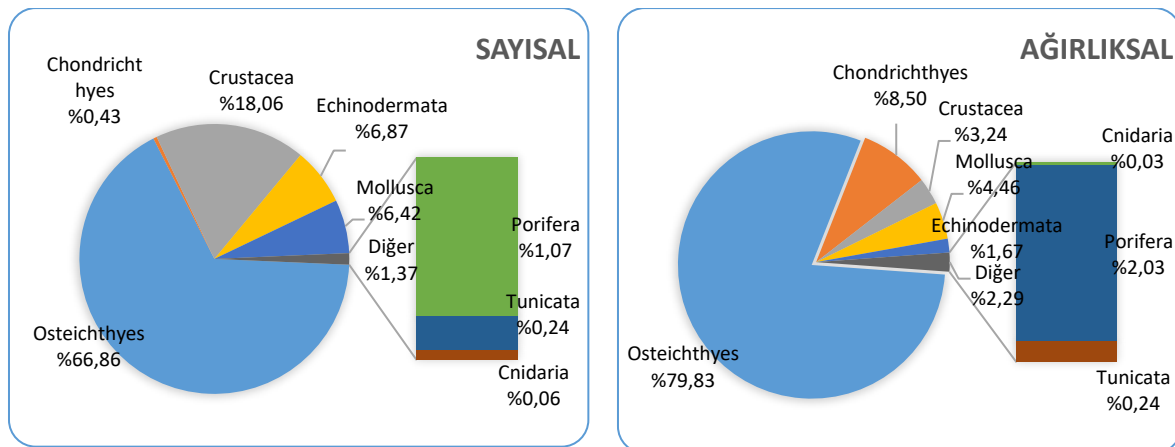
Genel olarak bu taksonomik gruplar içerdikleri tür sayılarına göre sırasıyla; kemikli balıklar (osteichthyes) 77 tür, kıkırdaklı balıklar (chondrichthyes) 12 tür, kabuklular (crustacea) 11 tür, yumuşakçalar (mollusca) 16 tür, derisi dikenliler (echinodermata) 15 tür, süngerler (porifera) 18 tür, tulumlular (tunicata) 3 tür ve knidliler (cnidaria) 1 tür oluşturmaktadır.



Şekil 3.63. Ege Denizi dip trol ve algarna ile deniz tabanı biyoçeşitliliği ve katı atıkları çalışma bölgeleri

Trol operasyonları sonucunda elde edilen türler grup bazında incelendiğinde, sayısal olarak en baskın grubun %66,86 ile osteichthyes olduğu ve bunu %18,06 ile crustacea, %6,87 ile echinodermata, %6,42 ile mollusca, % 1,07 ile porifera, %0,43 ile chondrichthyes, % 0,24 ile tunicata ve %0,06 ile cnidaria gruplarının takip ettiği

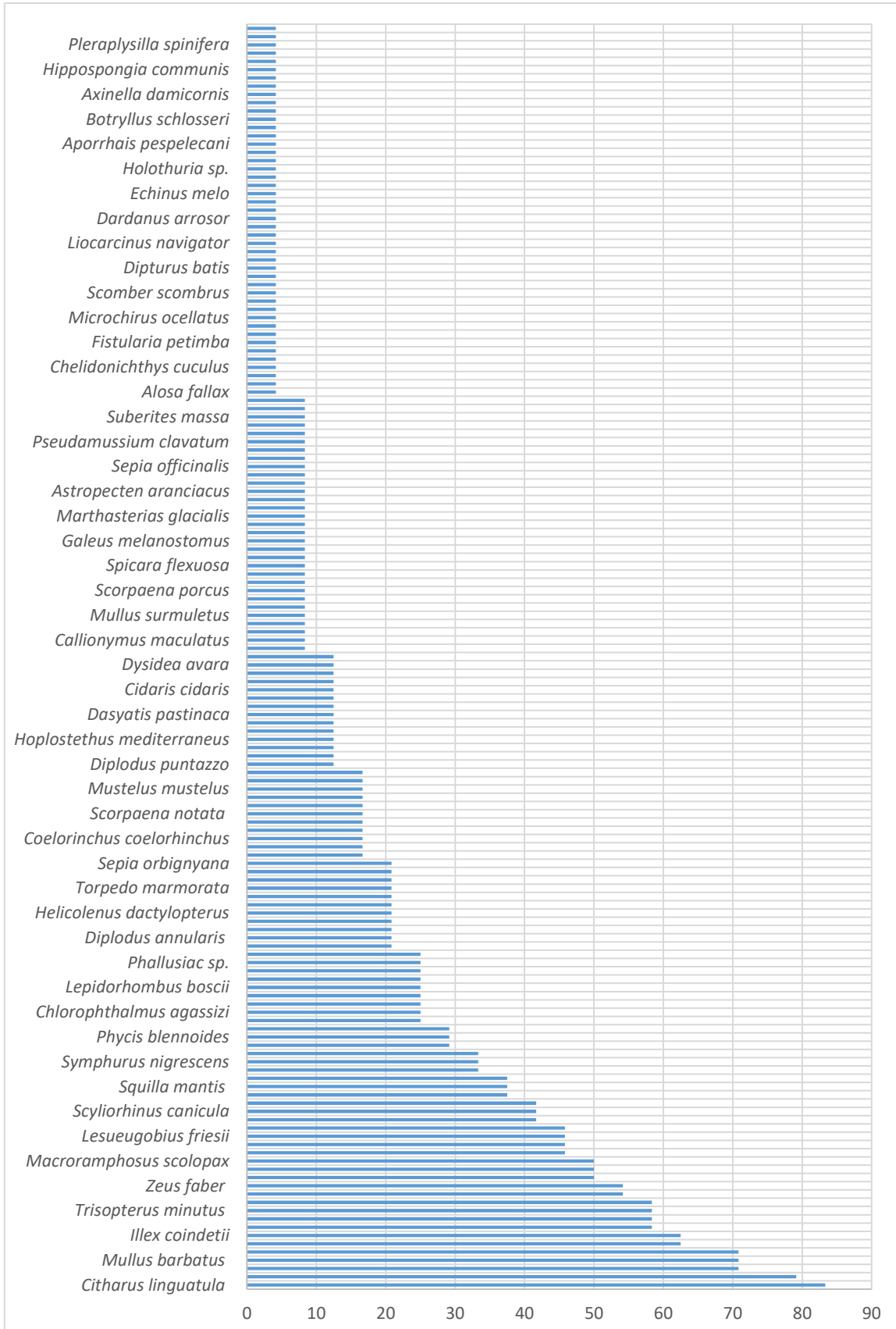
görülmektedir. Ağırlıksal dağılıma baktığımızda ise; %79,83 ile osteichthyes, grubunun ilk sırada yer aldığı ve bunu sırasıyla %8,50 ile chondrichthyes, %4,46 ile mollusca %3,24 ile crustacea, %2,03 ile porifera, %1,67 ile echinodermata, %0,24 ile tunicata ve %0,03 ile cnidaria grubunun izlediği anlaşılmaktadır (Şekil 3.64).



Şekil 3.64. Av kompozisyonunda yer alan taksonomik grupların sayısal ve ağırlıksal dağılımı (2021)

Araştırma süresince elde edilen türlerin görünme sıklığını incelediğimizde; 16 tür devamlı, 25 tür yaygın ve 112 tür seyrek olarak görünmektedir. Kemikli balıklar içinde görünme sıklığı en fazla olan türler *Citharus linguatula* (%83,33), *Trachurus trachurus* (%79,17), *Merluccius merluccius* (%70,83), *Mullus barbatus barbatus* (%70,83), *Serranus hepatus* (%62,50), *Pagellus acarne* (%58,33), *Pagellus erythrinus* (%58,33) ve *Trisopterus minutus* (%58,33)'dur. Kıkırdaklı balıklar içinde görünme sıklığı en fazla olan türün *Scyliorhinus canicula* (%41,67) olduğu tespit edilmiştir. Makrozoobentik türler içinde ise, görünme sıklığı en fazla olan türler *Parapenaeus longirostris* (%70,83), *Illex coindetii*

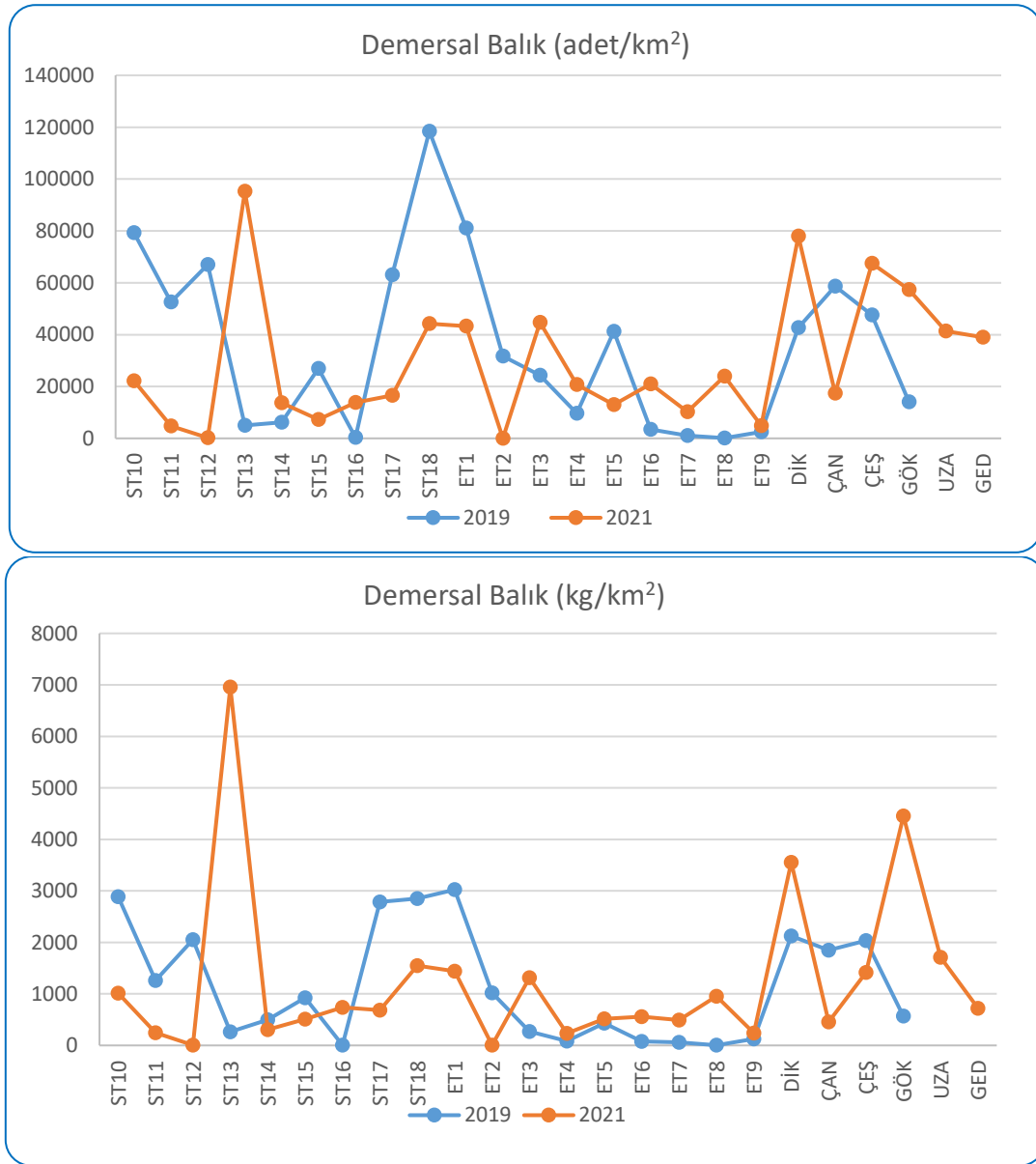
(%62,50) ve *Eledone cirrhosa* (%58,33)'dır (Şekil 3.65). 2019 yılı deniz izleme çalışmasında; 16 tür devamlı, 22 tür yaygın ve 82 tür seyrek olarak kaydedilmiştir. Kemikli balıklar içinde görünme sıklığı en fazla olan türler *M. merluccius* (% 81,82), *T. minutus* (% 68,18), *M. b. barbatus* (% 63,64), *Boops boops* (% 63,64), *Lepidotrigla cavillone* (% 63,64), *P. acarne* (% 63,64) ve *T. trachurus* (% 63,64), kıkırdaklı balıklar içinde *S. canicula* (% 50) ve makrozoobentik türler içinde ise *P. longirostris* (% 77,27), *I. coindetii* (% 68,18) ve *Eledone moschata* (% 68,18) olduğu bildirilmiştir (Şekil 3.65). Bölgede yapılan araştırma sonuçları birbirine yakındır.



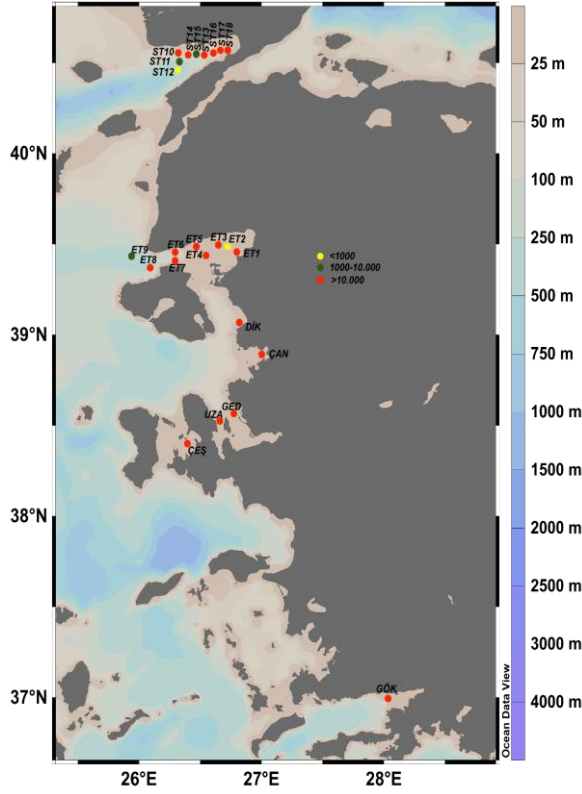
Şekil 3.65. Av kompozisyonunda yer alan türlerin görünme sıklığı, 2021

Ege Denizi araştırma istasyonlarında 2019 ve 2021 yıllarına ait demersal balık biyokütle ve bolluk değerleri karşılaştırıldığında; 2019 yılında bolluk değerleri 120 ile 118.461 adet/km² ve biyokütle değerleri 3,84 ile 3024 kg/km² arasında değişirken, 2021 yılında bolluk değerleri 32 ile 95.225 adet/km² ve biyokütle değerleri 4,98 ile 69,58 kg/km² arasında değişmiştir (Şekil 3.66, Şekil 3.67, Şekil 3.68). 2019 yılındaki çalışmada ST18, ST17 ve ST10 istasyonlarda görülen pelajik balıklardan istavrit ve hamsi,

demersal balıklardan barbunya ve berlam balıkları toplam balık bolluk/biyokütle değerlerinin yüksek çıkmasını sağlamıştır. 2021 yılındaki çalışmada ise, ST13 istasyonunda *Hoplostethus mediterraneus* (Akdeniz incekafe veya kütük kafa balık) adlı derin deniz balığı, Dikili ve Gökova Körfezi'nde ise *M. b. barbatus* (barbunya), *P. acarne* (yabani mercan) ve *P. erythrinus* (kıрма mercan) toplam balık bolluk/biyokütle değerlerinin yüksek olmasına yol açmıştır.

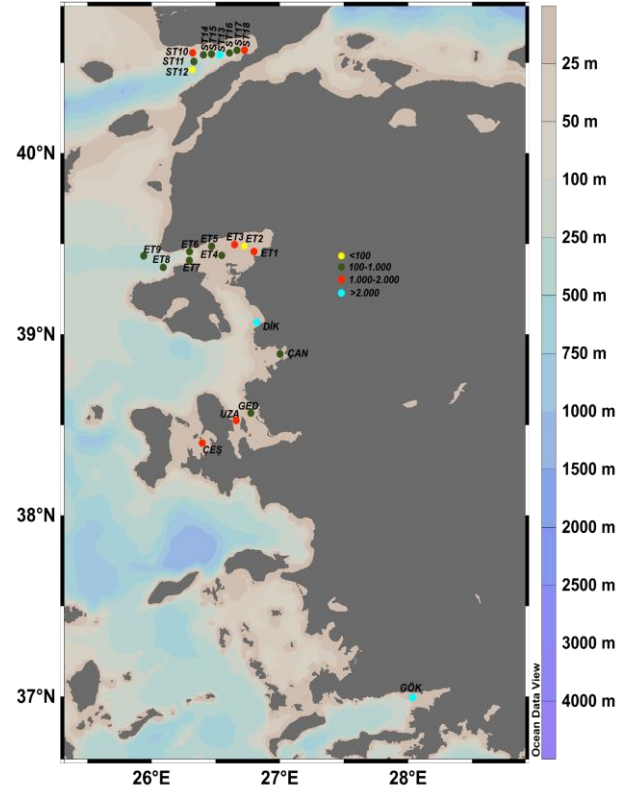


Şekil 3.66. 2019 ve 2021 yıllarına ait istasyonlara göre demersal balık bolluk (adet/km²) ve biyokütle değerleri (kg/km²)



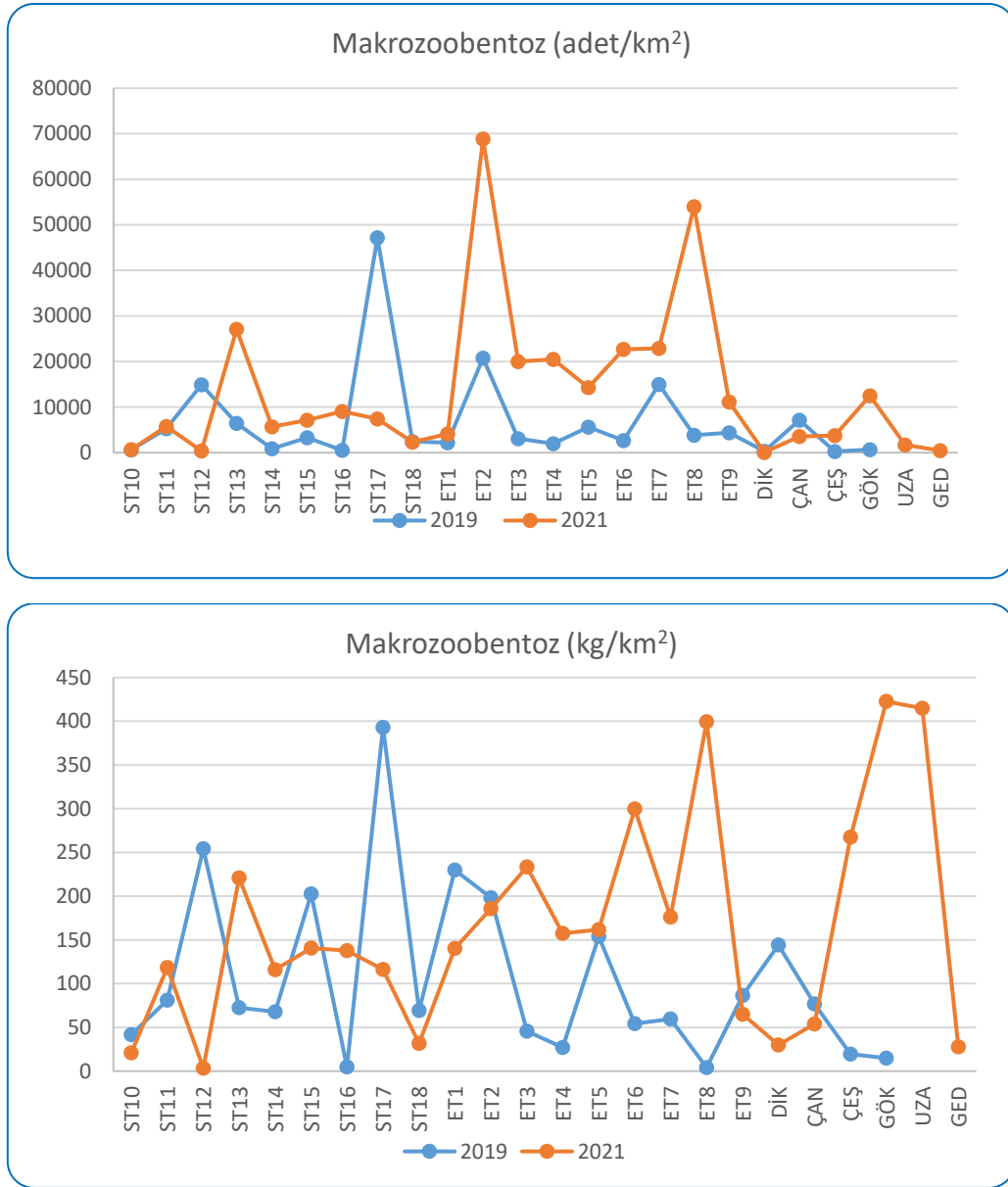
Şekil 3.67. İstasyonlara göre toplam demersal balık bolluk değerleri (adet/km²)

2019 ve 2021 yıllarına ait makrozoobentik türlerin biyokütle ve bolluk değerleri karşılaştırıldığında; 2019 yılında bolluk değerleri 270 ile 47.186 adet/km² ve biyokütle değerleri 4 ile 393 kg/km² arasında değişirken, 2021 yılında bolluk değerleri 81 ile 68.844 adet/km² ve biyokütle değerleri 4 ile 423 kg/km² arasında değişmiştir (Şekil 3.69, Şekil 3.70, Şekil 3.71). 2019 yılındaki çalışmada ST17 istasyonunda görülen *P. longirostris* (derinsu pembe karides) ve *P. regalis*

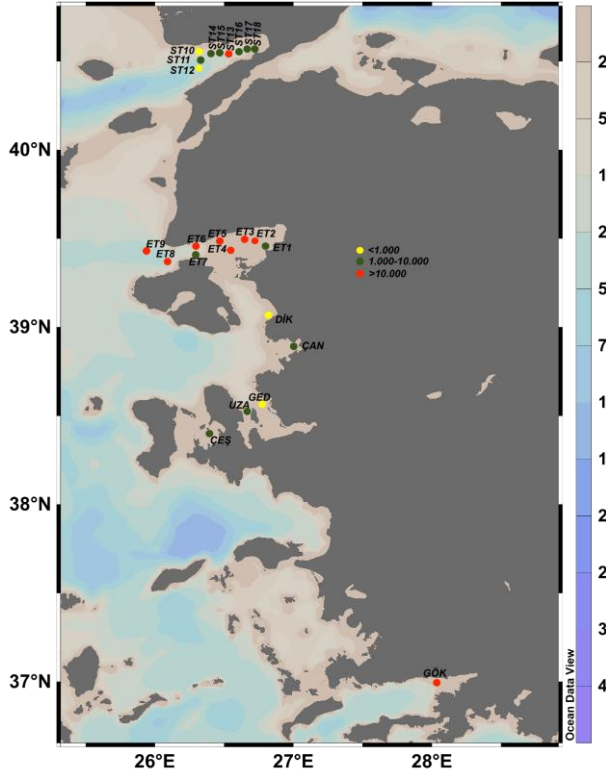


Şekil 3.68. İstasyonlara göre toplam demersal balık biyokütle değerleri (kg/km²)

(deniz hıyarı) toplam makrozoobentik bolluk/biyokütle değerlerinin yüksek çıkmasını sağlamıştır. 2021 yılındaki çalışmada ise, ET2 istasyonunda *O. setosa* (deniz yıldızı), ET8 istasyonunda *P. longirostris*, *I. coindetii* (kalamar), ET6 istasyonunda *L. vulgaris* (kalamar), *E. cirrhosa* (ahtapot), Çeşme, Uzunada ve Gökova Körfezi'nde *S. foetidus* (sünger) toplam makrozoobentik bolluk/biyokütle değerlerinin yüksek olmasına yol açmıştır.

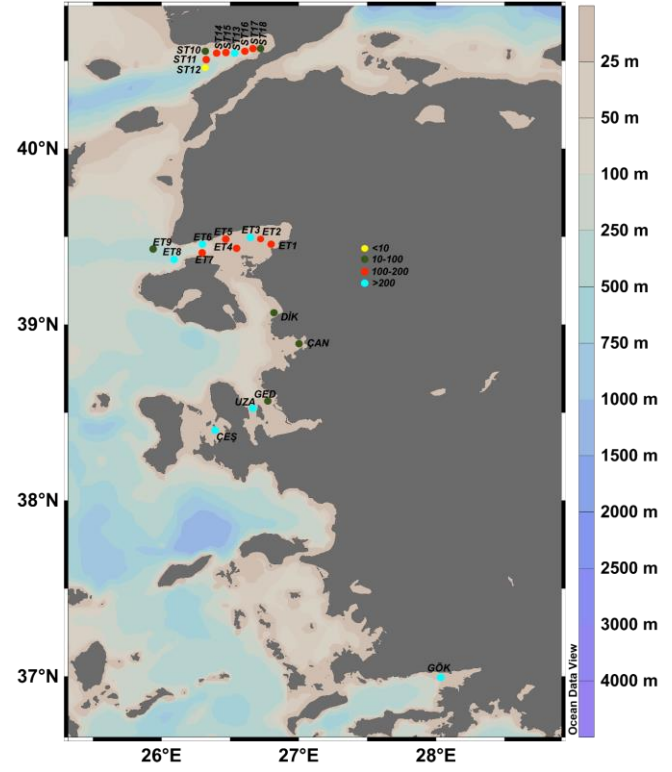


Şekil 3.69. 2019 ve 2021 yıllarına ait istasyonlara göre makrozoobentik türlerin bolluk (adet/km²) ve biyokütle değerleri (kg/km²)



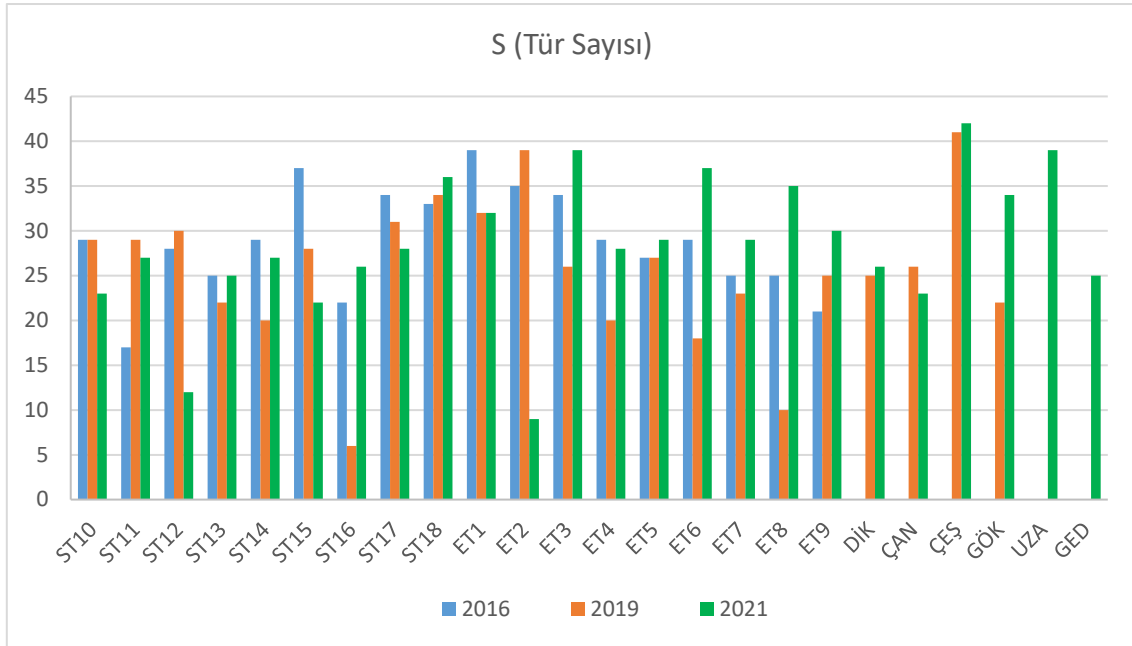
Şekil 3.70. İstasyonlara göre toplam makrozoobentik türlerin bolluk değerleri (adet/km²)

2016 yılı deniz izleme çalışmasında, tür sayısı 17 ile 39 arasında, tür zenginlik indeksi 2,78 ile 6,00 arasında, tür çeşitlilik indeksi 1,36 ile 2,90 arasında ve düzenlilik indeksi 0,44 ile 0,80 arasında değişmiştir. Edremit Körfezi'nde üç istasyonda algarna av aracı kullanıldığı ve bu av aracı makrozoobentik tür sayısının artmasına neden olduğu belirtilmiştir. 2019 yılı çalışmasında, tür sayısı 6 ile 39 arasında, tür zenginlik indeksi 0,74 ile 3,50 arasında, tür çeşitlilik indeksi 1,16 ile 3,36 arasında, düzenlilik indeksi 0,35 ile 0,73 arasında ve baskınlık indeksi 0,37 ile 0,84 arasında elde edilmiştir. Bu çalışmada, tür sayısı 9

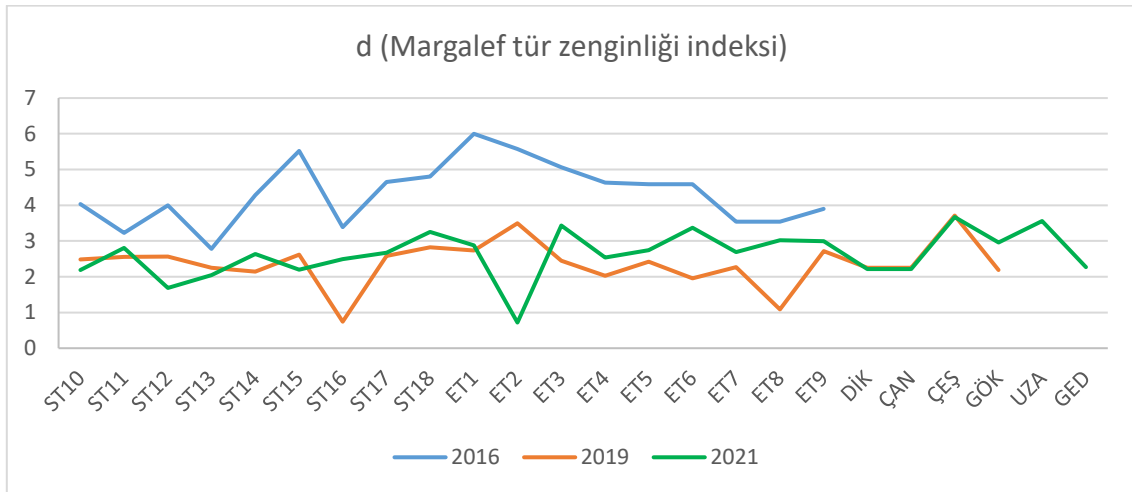


Şekil 3.71. İstasyonlara göre toplam makrozoobentik türlerin biyokütle değerleri (kg/km²)

ile 42 arasında, tür zenginlik indeksi 0,72 ile 3,67 arasında, tür çeşitlilik indeksi 0,14 ile 3,78 arasında, düzenlilik indeksi 0,04 ile 0,93 arasında ve baskınlık indeksi 0,03 ile 0,90 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 3.72 ve Şekil 3.73). Tür sayısı, Edremit Körfezi ve Güney Ege Denizi'nde, Saros Körfezi'ne göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Genel olarak tür zenginliği indeks değerleri, 2016 yılında daha yüksek iken 2019 ve 2021 yılında düşüşler gözlenmektedir. Ege Denizi trol avcılığının yoğun yapıldığı bir balıkçılık sahasıdır. Trol avcılığından dolayı dip tahribatı ve habitat kayıpları söz konusu olabilir.



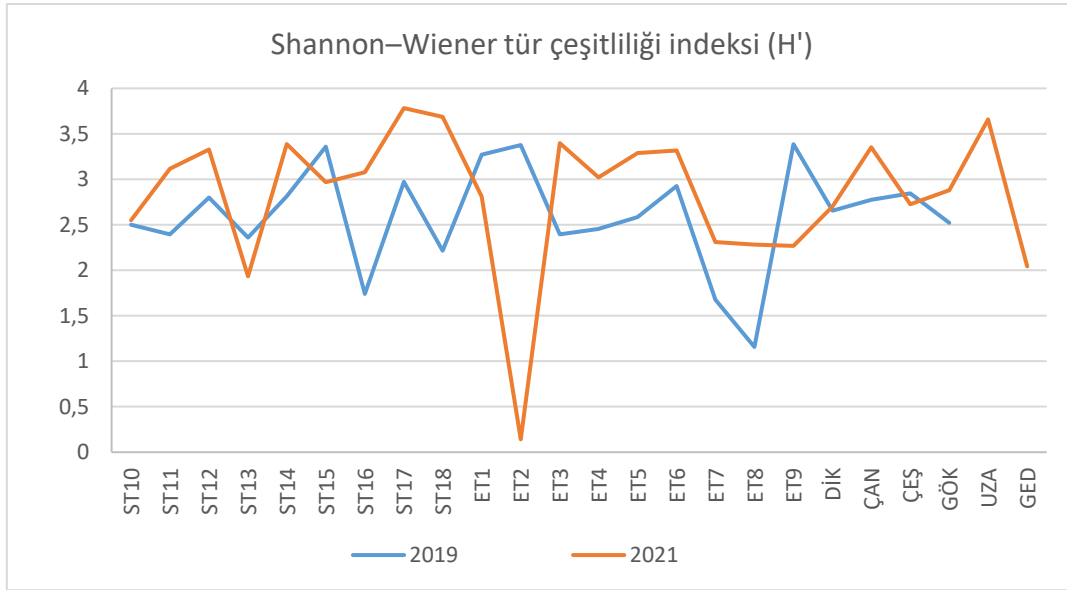
Şekil 3.72. 2016, 2019 ve 2021 yıllarında araştırma istasyonlarında tespit edilen tür sayısı



Şekil 3.73. 2016, 2019 ve 2021 yıllarında araştırma istasyonlarında tespit edilen tür zenginliği indeksi

Shannon-Wiener çeşitlilik indeks değeri genellikle 1,5 ile 3,5 arasında yer alır, nadiren 4,5'i geçebilir. "Ege Denizi Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi"nin 2019 yılına ait raporu incelendiğinde; Shannon-Wiener çeşitlilik indeks değerlerinin 1,157 ile 3,386 arasında değiştiği ve en düşük değer ET8 (Babakale) ve ST16 (Saros Körfezi)'da

olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, Shannon-Wiener çeşitlilik indeks değerleri 0,1417 ile 3,783 arasında bulunmuş ve en düşük değer ET2 (Edremit Körfezi içi) ve ST13 (Saros Körfezi) istasyonlarında tespit edilmiştir (Şekil 3.74). Diğer yıllara göre çeşitlilik indeks değerleri birbirine yakın olmakla birlikte, ET2 (Edremit Körfezi içi) istasyonunda ciddi düşüş söz konusudur.



Şekil 3.74. 2019 ve 2021 yıllarında araştırma istasyonlarda tespit edilen tür çeşitliliği

Kuzey Ege Denizi'nde dip trol ağlarıyla yapılan çalışmalarda hesaplanan demersal balık ve omurgasız türlerin derinliklere göre elde edilen biyokütle değerleri Tablo 3.9 ve Tablo 3.10'da verilmiştir. Saros Körfezi'nde 2006 yılında yapılan

çalışmaya göre balık biyokütle değerlerinde yıllara göre bir azalma görülmektedir. Oysa, omurgasız türlerin biyokütle değerlerinde azalma söz konusu değildir.

Tablo 3.9. Kuzey Ege Denizi'nde dip trol ağlarıyla yapılan çalışmalarda hesaplanan demersal balık türlerin biyokütle değerleri (kg/km²)

Bölge	<50 m	50-99 m	100-199 m	200-299 m	300-399 m
2006 Sonbahar*					
Saros Körfezi	4034	3935	4462	-	-
2007 Sonbahar*					
Saros Körfezi	1189	2173	2757	-	-
2016 Yaz					
Edremit Körfezi	260	264	178	263	-
Saros Körfezi	-	607	318	831	-
2019 Sonbahar					
Edremit Körfezi	-	1438	197	-	62
Saros Körfezi	-	2868	1097	1160	-
2021 Yaz					
Edremit Körfezi	-	920	435	-	562
Saros Körfezi	-	1282	497	3482	-

*Demersal türler (balık ve omurgasız beraber verilmiştir), İşmen ve ark. (2010)

Tablo 3.10. Kuzey Ege Denizi'nde dip trol ağlarıyla yapılan çalışmalarda hesaplanan makro omurgasız türlerin biyokütle değerleri (kg/km²)

Bölge	<50 m	50-99 m	100-199 m	200-299 m	300-399 m
2016					
Edremit Körfezi	1641	74	52	165	-
Saros Körfezi	-	178	112	153	-
2019					
Edremit Körfezi	-	158	78	-	50
Saros Körfezi	-	56	150	163	-
2021					
Edremit Körfezi	-	187	206	-	213
Saros Körfezi	-	26	126	112	-

2006/2007 ve 2019 yıllarında Saros Körfezi'nde yapılan dip trol çalışmalarında bazı türlerin ortalama biyokütle değerleri Tablo 3.11'de gösterilmiştir. Köpek balıklarından *S. canicula* ve *R. clavata*, kemikli balıklardan *G. argenteus*, *L. boscii*, *L. budegassa*, *M. merluccius*, *M. b. barbatus*, *P. acarne*, *P. erythrinus*, *T. lyra*, *Z. faber* ve *S. solea*, omurgasız türlerden *P. longirostris* ve *N. norvegicus* türlerinde azalma bulunmaktadır. Bununla birlikte *M. potassou*, *C. caelorhincus*, *C. lucerna* ve *P. blennoides* türlerinin biyokütle

değerlerinde herhangi bir azalma mevcut değildir.

Saros Körfezi'nde 1990'lı yıllara kadar uygulanan balıkçılık politikaları ve stratejileri de etkin olmadığı için bölgedeki balık stokları aşırı avcılık baskısına maruz kalmıştır. Bunun sonucunda, 1997 yılından sonra Saros Körfezi'ni trol avcılığına tamamen yasaklanmıştır. Alınan önlemlere rağmen popülasyonun azalması yasadışı avcılıktan kaynaklanabilir.

Tablo 3.11. Saros Körfezi'nde dip trol ağlarıyla yapılan çalışmalarda hesaplanan demersal türlerin ortalama biyokütle değerleri (kg/km²)

	2006-2008	2019	2021
CHONDRICHTHYES	kg/km ²	kg/km ²	kg/km ²
<i>Scyliorhinus canicula</i>	197,2	22,93	3,62
<i>Raja clavata</i>	26,6	11,15	-
OSTEICHTHYES			
<i>Citharus linguatula</i>	35,0	7,05	19,34
<i>Gadiculus argenteus</i>	74,9	9,91	0,95
<i>Lepidorhombus boscii</i>	77,3	10,94	2,55
<i>Lophius budegassa</i>	176,5	76,13	60,62
<i>Merluccius merluccius</i>	287,4	145,79	63,77
<i>Micromesistius potassou</i>	672,3	46,83	53,98
<i>Mullus barbatus barbatus</i>	391,4	105,02	67,77
<i>Pagellus acarne</i>	66,1	37,56	5,03
<i>Pagellus erythrinus</i>	121,0	140,99	105,27
<i>Phycis blennoides</i>	20,0	3,22	3,30
<i>Solea solea</i>	4,4	0,58	0,16
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	14,2	17,67	15,39
<i>Trigla lyra</i>	69,3	136,99	22,31
<i>Coelorhynchus caelorhincus</i>	93,9	29,96	34,88
<i>Zeus faber</i>	30,5	127,96	73,14
CRUSTACEA			
<i>Parapenaeus longirostris</i>	85,4	30,92	24,59
<i>Nephros norvegicus</i>	54,5	0,31	0,08

3.5 Kirleticiler

Kirleticiler, deniz ortamına girdikten sonra ekosistem üzerinde zararlı etkilere neden olabilen tehlikeli maddelerdir. Binlerce kimyasal madde potansiyel kirleticiler olarak sınıflandırılmaktadır ve denizlerimiz bu kirleticilere çeşitli kaynaklar ve yollarla maruz kalmaktadır. Bunlar arasında pestisitler, ağır metaller, farmasötikler ve kalıcı organik kirleticiler (KOK'lar) bulunmaktadır. Bu maddelerin hepsi toksiktir, kalıcıdır ve besin ağında birikebilir.

Avrupa'da, deniz ortamını korumayı ve Üye Devletler ile komşu ülkeleri bir araya getirmeyi amaçlayan dört Bölgesel Deniz Sözleşmesi bulunmaktadır. Bunlar, Akdeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi (Barselona Sözleşmesi), Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Komisyonu (Karadeniz Komisyonu), Baltık Deniz Çevre Koruma Komisyonu (HELCOM) ve Kuzeydoğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması Komisyonu (OSPAR)'dur. MSFD bölgesel iş birliği çağrısında bulunurken, Bölgesel Deniz Sözleşmeleri, ilgili endişe verici kirleticilerin tanımlanması için eylem geliştirmektedir. Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (MSFD) (2008/56/EC), Avrupa Üye Devletlerinin İyi Çevre Durumuna (İÇD) ulaşmak için gerekli adımları

atmasını talep etmektedir. Tanımlayıcı 8 ve 9'a dikkat çeken MSFD'nin amacı, kirleticiler maddelerin miktarlarının kirlenme etkilerini arttırmayacak seviyelerde olmasını sağlamaktır. Bu dört sözleşme, Avrupa denizlerinde kontaminantların aşamalı olarak kaldırılması amacıyla deniz ortamına girdilerin önlenmesi ve azaltılması için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır.

Bu bölümde, Deniz Strateji Çerçeve Direktifinin (DSÇD) T8 ve T9 İÇD tanımlayıcıları ele alınmaktadır. Her iki tanımlayıcıda da (T8 ve T9) kirlilik kaynakları (baskılar) benzerdir ve temel olarak çeşitli antropojenik faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bunlar arasında kara kökenli endüstriyel faaliyetler, evsel kaynaklar (deniz deşarjları), gemilerden kaynaklanan kirlilik, atmosferik birikim, petrol, gaz ve madencilik arama ve operasyonları, tarama/bertaraf faaliyetleri ve nehir girdileri yer almaktadır. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan sentetik kimyasallar ve ağır metaller, deniz ekosistemleri için büyük ölçekli önemli bir risk oluşturmaktadır.

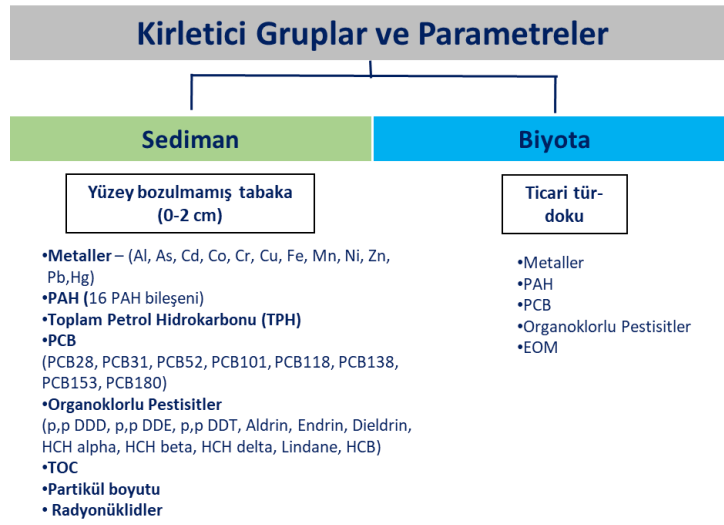
Sediman ve biyota matrislerinde çalışılan kirleticiler grupları Tablo 3.12'de sunulmuştur.

Değerlendirmelerde kullanılan kirleticiler göstergeleri:

- Sediman ve biyotada belirli kirleticilerin konsantrasyonları (IMAP/EO9: CI 17 & MSFD/D8C1*) ve seviyelerindeki zamansal değişimler
- Balık ve diğer deniz ürünlerindeki kirleticilerin seviyeleri ve yönetmeliklerdeki maksimum uyum seviyelerinin aşılma durumu (IMAP/E9: CI 17,20 & MSFD/D9C1*)

* Bkz. EU 2917/848 ve DÇS Projesi (ÇŞB) İÇD hedef ve göstergeleri

Tablo 3.12. Değerlendirmede dikkate alınan kirleticiler



3.5.1 Sedimanda Kirleticiler

Kirleticiler deniz ortamına girer girmez, bazıları suda çözülürken, bazıları partikül maddeye adsorbe olarak su kolunundan çökerek sedimanda birikirler. Bu kirleticiler belirli koşullar altında, örneğin hipoksik olaylar veya diğer olaylar sırasında (örn. insanlardan kaynaklanan fiziksel faaliyetler, hava olayları vb.) su kolonuna yeniden girebilirler. Deniz tabanındaki sedimanlarda artan konsantrasyonlar, dipte yaşayan organizmaları kirleticilere maruz kalma konusunda daha yüksek bir risk altına sokar.

Kimyasal kalite durum değerlendirmesinin bölgelere özgü referans koşulları dikkate alınarak yapılması önemlidir. Bu kapsamda özellikle sediman matrisindeki kontaminat konsantrasyonlarının doğal zemin değerler dikkate alınarak değerlendirilmesi (sentetik olmayan kontaminantlar için) gerekmektedir. Baltık ve Akdeniz Bölgesel izleme programlarında (OSPAR ve UNEP MAP) temel alınarak, doğal zemin değerlerin belirlenmesinde karot örnekleri kullanılmaktadır. Denizlerimize özgü sediman referans değerlerinin belirlenmesi önemlidir. Bunun yanında sedimanda biriken kirleticilerin sucul ekosisteme olan olası etkilerini göz önüne alarak çeşitli araştırmacılar tarafından farklı yaklaşımlar kullanılarak sediman kalite kılavuzları

geliştirilmiştir (US EPA 1996; Smith ve diğ. 1996; Long ve Morgan 1990). DEN-İZ Programı kapsamında Akdeniz sedimanlarının kalite değerlendirilmesinde Düşük Etki Aralığı, (ERL: Effects Ranges Low) yaklaşımıyla belirlenmiş olan değerlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca sedimanda Alüminyuma göre normalize edilmiş metal derişimlerinin, referansa göre (şeyl ortalaması) değerlendirmeleri yapılmaktadır (zenginleşme faktörü: ZF).

DEN-İZ Programı kapsamında 2014-2016 yılları arasında 3 yıl boyunca yaz döneminde Ege Denizi'nde 10 istasyonda yüzey sedimanında yönelim analiz çalışması yapılmıştır. 2016 yılında yönelim analizi yapılan istasyonlara ek olarak 14 ek istasyonda sediman kirliliğinin alansal yayılımı da çalışılmıştır. 2017-2022 dönemindeki çalışmada ise sedimanda kirletici çalışması 3 yılda bir kez olarak planlanmış 2018 ve 2021 yıllarında Ege Denizi'nin kıyı ve deniz alanlarını ve bunlara referans oluşturması beklenen alanları temsilen 41 istasyondaki yüzey çökellerinden örneklemeler yapılmıştır.

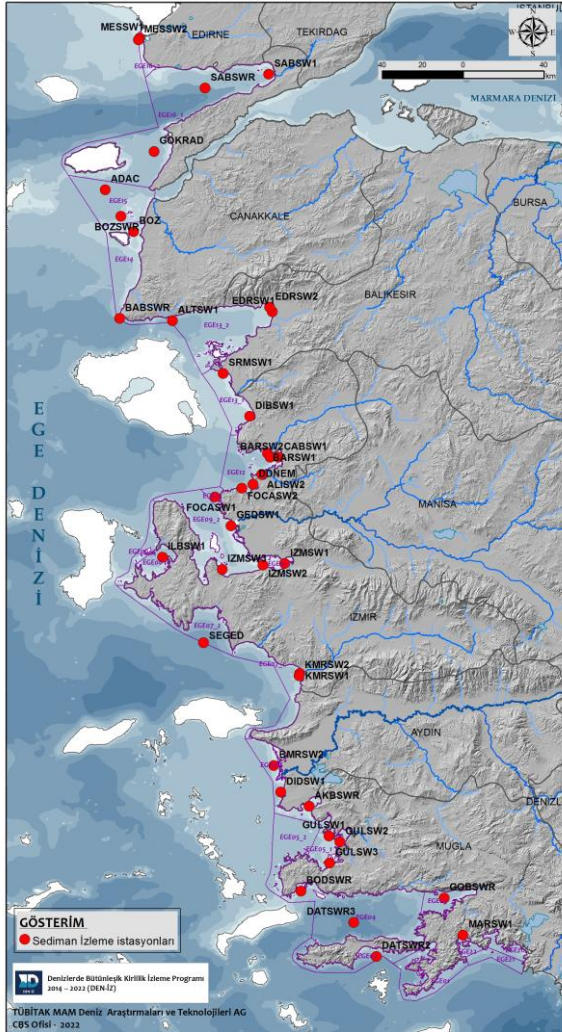
2021 Yılı istasyon konumlarının yer aldığı harita Şekil 3.75'de yer almaktadır.

Sedimanlar, tane boyu dağılımı açısından çakıl, kum (kaba ve ince), silt ve kil olarak sınıflandırılırlar. Bunların sedimandaki

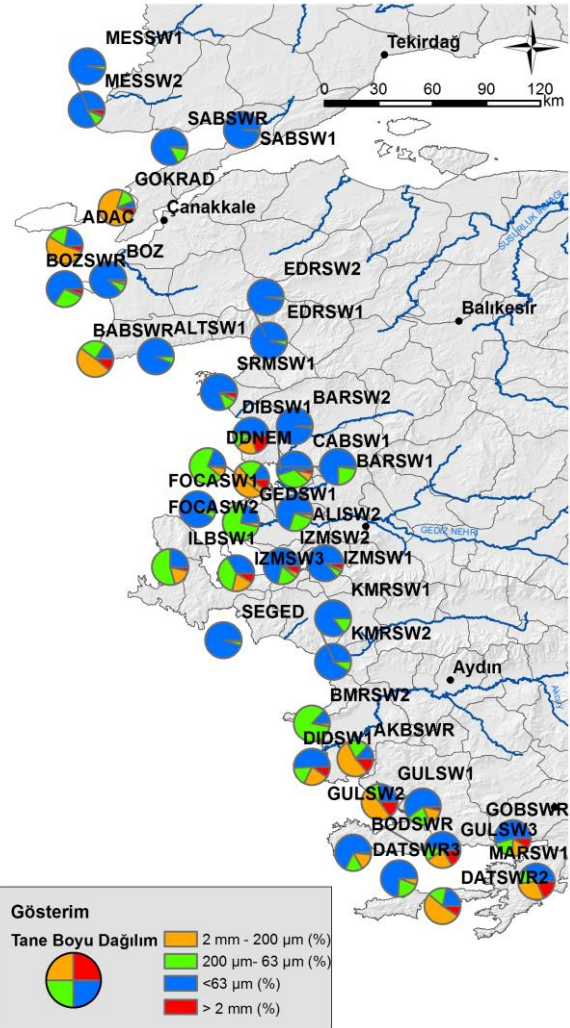
ağırlık yüzdesine bakılarak tüm yüzey sediman örneklerinin tane boyu dağılımları incelenmiştir. Buna göre istasyonlar arası farklı tane boyu sınıflarının çoğunlukla “kumlu çamur” boyutunda olduğu söylenebilir. En düşük çamur içeriği, Gökçeada da bulunan GÖKRAD istasyonudur (Şekil 64). Bunun yanında Baba burnu (BABSWR), Foça

(FOCASW2), Akbük Körfezi (AKBSWR) istasyonlarının sedimanları da çakıllı-kumlu tane boyu karakterindedir.

Kontaminant analizleri için tane boyu etkisini minimize etmek amacıyla örneklerin çamur boyutundan örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3.75. Ege Denizi sediman istasyon haritası (2021)

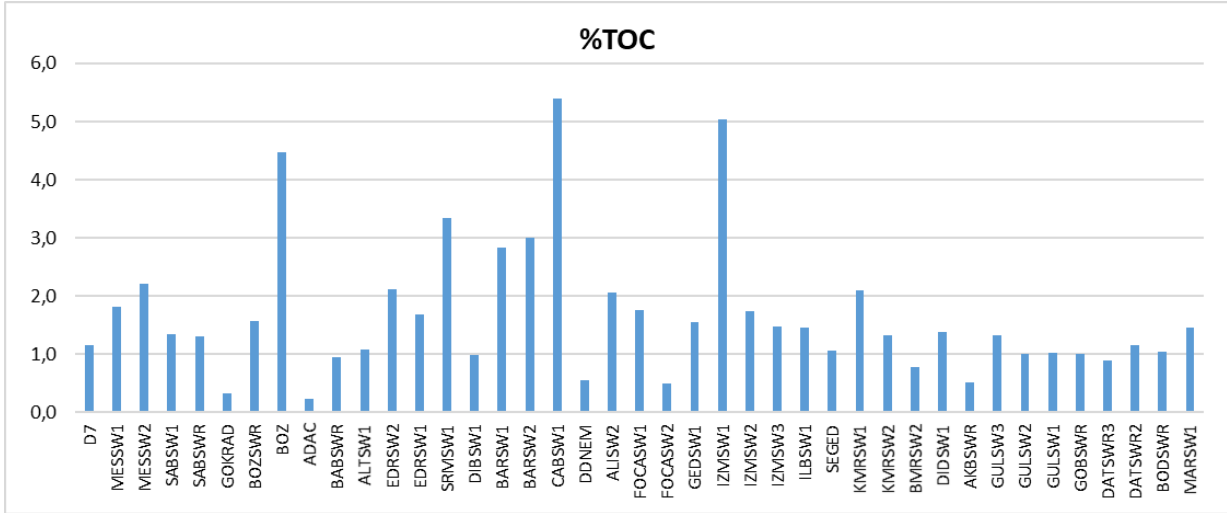


Şekil 3.76. Ege Denizi sediman örneklerinin tane boyu dağılımı haritası (2021)

Organik Kirleticiler

Organik karbon içeriği, organik madde kirliliğini gösteren başlıca parametrelerden biridir. Bu birikim, ince taneli malzemede daha fazladır. 2021 yılında alınan sediman örneklerinin ortalama Organik karbon (TOC) içeriğinin %1,66 olduğu ve % 0,23 ile %5,39 arasında değiştiği görülmektedir.

Çandarlı Körfezi'nde (CABSW1) % 5,39, İzmir İç Körfezi'nde (IZMSW1) % 5,04 ve Bozcaada'da ise % 4,47 TOC değeri belirlenmiştir (Şekil 3.77).



Şekil 3.77. Ege Denizi yüzey sedimanlarında organik karbon yüzdeleri

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH'lar), iki veya daha fazla bağlı aromatik halkadan oluşan organik bileşiklerdir. Genellikle yanma süreçleri sonucunda oluşurlar (pirolitik⁴), kömür veya çeşitli rafineri ürünleri (petrojenik⁵) kökenli olabilirler. Çevresel kirleticiler olarak bilinir ve bazıları kanserojen özellik gösterebilir (Dong vd., 2000; Connel vd., 1997). Kömür, petrol, sigara dumanı, egzoz gazları ve ızgara yiyeceklerde rastlanabilirler (Dong vd., 2000; Connel vd., 1997).

Tüm sediman istasyonlarında ölçülen Polisiklik aromatik hidrokarbonların

(PAH) ortalama, minimum ve maksimum değerleri Tablo 3.13'de yer almaktadır. İzmir iç Körfezi'nde Toplam PAH 3182,94 ng/g ka. iken, Nemrut Körfezi'nde (DDNEM) 1506,61 ng/g ka. ölçülmüştür.

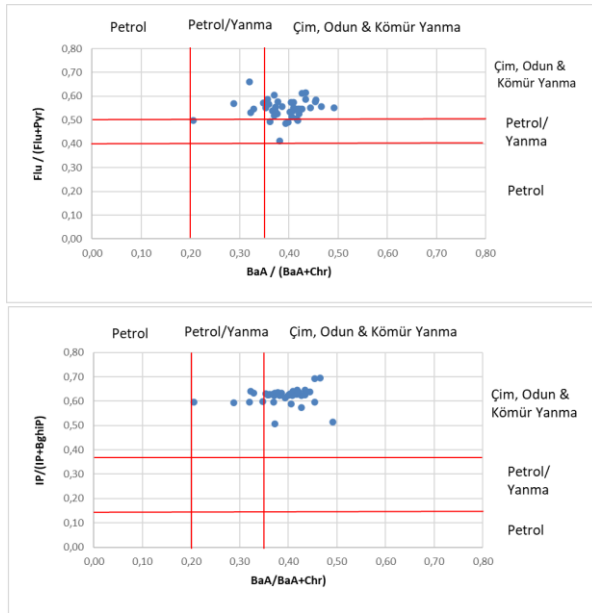
İzmir Körfezi'nde, (IZMSW1) bulunan istasyonda, ekosisteme etki açısından etki sınırının üstünde (ERL) Acenaphthene, Fluorene, Phenanthrene, Anthracene, Dibenz (a,h)anthracene; Nemrut Körfezi'nde (DDNEM) bulunan istasyonda ise; Acenaphthylene, Acenaphthene, Fluorene, Anthracene bileşenleri içerdiği görülmektedir. Saros Körfezi'nde ise sadece Naphthalene bileşeni ERL değerinin üzerinde çıkmıştır. Düşük molekül ağırlıklı PAH'lar (LMW) DDNEM istasyonunda ve IZMSW1 istasyonunda, yüksek molekül ağırlıklı PAH'lar ise (HMW) IZMSW1 istasyonunda ERL değerinin üzerinde bulunmuştur (Tablo 3.13).

⁴ Pirolitik Kaynaklar: Organik maddelerin (odun, kömür, petrol ürünleri, biyokütle, çöp vb.) yüksek sıcaklıkta eksik yanması (piroliz) sonucu oluşurlar.

⁵ Petrojenik Kaynaklar: Doğrudan ham petrol, rafine edilmiş petrol ürünleri (benzin, dizel, motor yağı vb.) veya kömür katranı gibi fosil yakıtlardan kaynaklanırlar. Bunlar yanma olmadan çevreye salınırlar.

Tablo 3.13. Ege Denizi sedimanlarının minimum, maksimum ve ortalama PAH konsantrasyonları ile ekosistem açısından etki sınır değerleri ile karşılaştırılması (ERL,ERM)

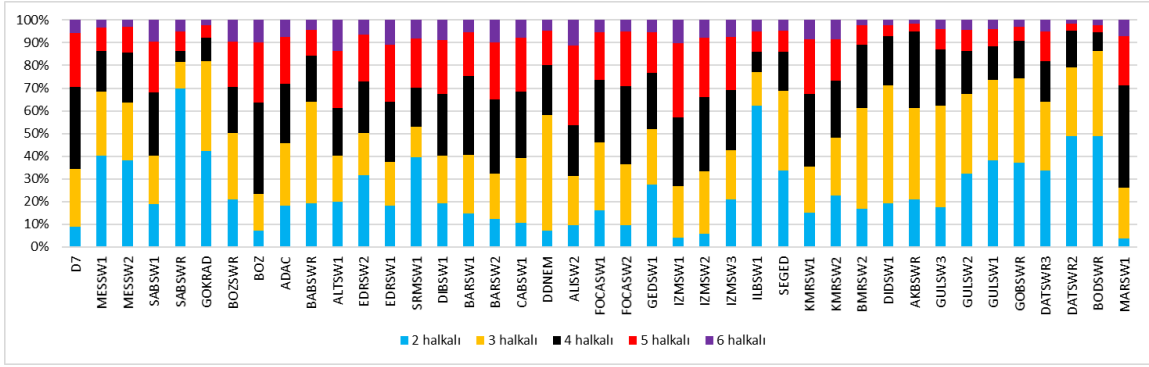
PAH'lar	DEN-İZ (2020-2022)			ERL	ERM
	Minimum ($\mu\text{g/kg ka.}$)	Maksimum ($\mu\text{g/kg ka.}$)	Ortalama Değer ($\mu\text{g/kg ka.}$)		
Naphthalene	5,74	181,47	33,71	160	2100
Acenaphthylene	0,18	316,66	9,27	44	640
Acenaphthene	0,00	34,80	2,24	16	500
Fluorene	0,57	71,05	5,23	19	540
Phenanthrene	6,02	514,07	40,72	240	1500
Anthracene	0,06	172,51	9,47	85,3	1100
LMW (2-3 rings)	14,46	873,36	100,65	552	3160
Fluoranthene	1,26	252,78	18,95	600	5100
Pyrene	1,09	206,32	16,42	665	2600
Benzo_a_anthracene	0,20	225,29	11,46	261	1600
Chrysene+triphenylene	0,34	282,51	15,68	384	2800
Benzo_b_fluoranthene	0,60	321,17	18,40	-	-
Benzo_k_fluoranthene	0,26	246,07	10,49	-	-
Benzo_a_pyrene	0,21	337,95	17,20	430	1600
Indeno_1_2_3_c_d_pyrene	0,44	250,71	13,87	-	-
Dibenzo_a_h_anthracene	0,08	68,88	3,65	63,4	260
Benzo_g_h_i_perylene	0,27	142,20	8,19	-	-
HMW (4-5-6 rings)	5,09	2333,88	134,30	1700	9600
Σ PAHs	28,04	3182,94	234,95	4022	44792



	Flu/(Flu+Pyr)	BaA/(BaA + Chr)	IP / (IP + BghiP)
Pirolitik kökenli	>0,5	>0,35	>0,5
Petrojenik kökenli	<0,4	<0,2	<0,2
Referans	Furtada vd. 2025; Yunker vd. 2002; Ravindra vd. 2008; Tobiszewski ve Namiesnik 2002; Shen vd. 2024		

Flu: Fluoranthene, Pyr: Pyrene, BaA: Benzo(a)anthracene, Chr: Chrysene, IP: Indo (1,2,3-cd) Pyrene, BghiP: Benzo (g, h, i) Perylene

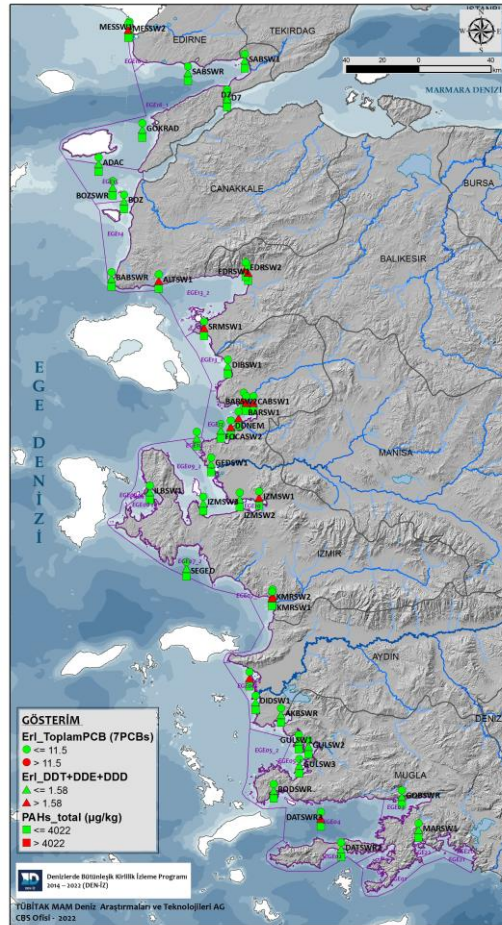
Şekil 3.78. Ege Denizi sedimanlarında PAH kaynaklarını gösteren PAH'ların izomerik oranlarının çapraz çizimleri



Şekil 3.79. Ege Denizi sediman örneklerinin 2-3-4-5-6 halkalı PAH'ların mekânsal dağılımı (LMW:2-3 halkalı; HMW:4-5-6 halkalı)

Ege Denizi'nde toplanan yüzey sediman örneklerinde bazı PAH bileşenlerinin oranları incelendiğinde çoğunlukla pirolitik (yanma sonucu açığa çıkan) kökenli olduğu görülmektedir (Şekil 3.78). LMW ve HMW bileşiklerinin karşılaştırılmasında, PAH'lar tarafından petrojenik ve pirolitik kirlenmeyi ayırt etmek için kullanılabilir (Perra vd., 2011). Ege Denizi sedimanlarında LMW/HMW oranları

incelendiğinde >1'in üzerinde olup petrojenik kaynaklı kirliliklerde mevcuttur. Özellikle yat turizminin yoğun olduğu Saroz Körfezi (SABSWR), Gökçeada (GOKRAD), Ildır Körfezi (ILBSW1), Gökova (GOBSWR), Datça (DATSWR2) ve Bodrum (BODSWR) gibi istasyonlarda konsantrasyonları düşük de olsa petrojenik kaynağa işaret etmektedir (Şekil 3.79).



Şekil 3.80. Ege Denizi sediman istasyonlarında organik kirlenici (Toplam PAH, Toplam DDT ve türevleri ile Toplam PCB) bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması

Ege Denizi'nde 2021 yılında ölçümü yapılan tüm yüzey sedimanlarında Poliklorlu bifenillerin (PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 ve PCB180 (ICES-7) toplamı incelendiğinde 0,13-9,54 (ng/g kuru ağırlık) aralığında ölçüldüğü belirlenmiştir. Tüm sedimanlarda ERL değerinin (11,50 ng/g) altında toplam PCB bulunmuştur (Şekil 66).

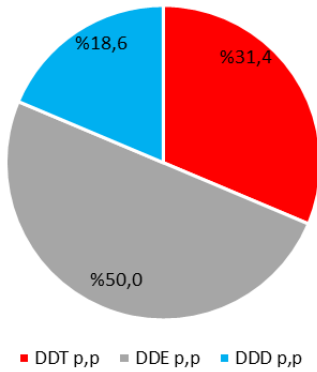
Diklorodifeniltrikloroetan (DDT), heksaklorosikloheksan (HCH), aldrin ve klordan gibi OCP'ler 1950'lerden 1980'lere kadar özellikle tarımda yaygın olarak kullanılmıştır.

DDT'nin kullanımı 1985 yılında tamamen yasaklanmasına rağmen deniz suyunda ölçüm sınırlarının altında gözlenmekte,

ancak organizma ve sedimanda bazı bölgelerde hala ölçüm sınırlarının üzerinde bulunmaktadır. Ege Denizi sediman istasyonlarında da p,p'-DDT ve bozunma yan ürünleri p,p'-DDE, p,p'-DDD'ye rastlanmıştır. p,p'-DDT 0,05- 8,60 ng/g ka., p,p'-DDE 0,07-6,13 ng/g ka ve p,p'-DDD ise <ösa-3,82 ng/g ka. aralığında ölçülmüştür.

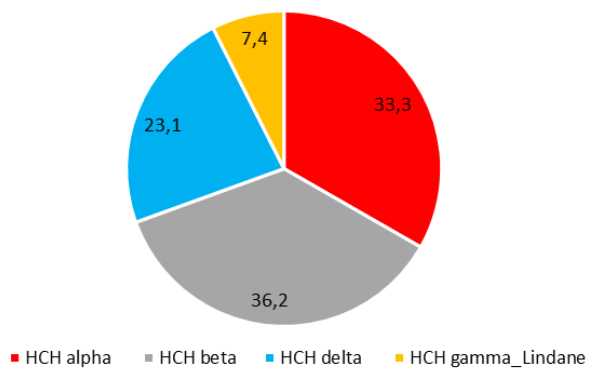
Aerobik koşullar altında, p,p'-DDT tipik olarak p,p'-DDE'ye dönüşürken, anaerobik koşullarda mikrobiyal aracılık yoluyla p,p'-DDD'ye dönüşür (Da C., ve diğ., 2013). Sediman örneklerinde saptanan DDT türevlerinin ortalama bileşimlerine bakıldığında 50,0% ile p,p'-DDE baskındır. Bunu 31,4% p,p'-DDT ve 18,6% p,p'-DDD takip etmektedir. (Şekil 3.81).

DDT Türevlerinin % Dağılımı



Şekil 3.81. Ege Denizi sedimanlarında DDT ve türevlerinin % dağılımı

HCH bileşenlerinin % Dağılımı

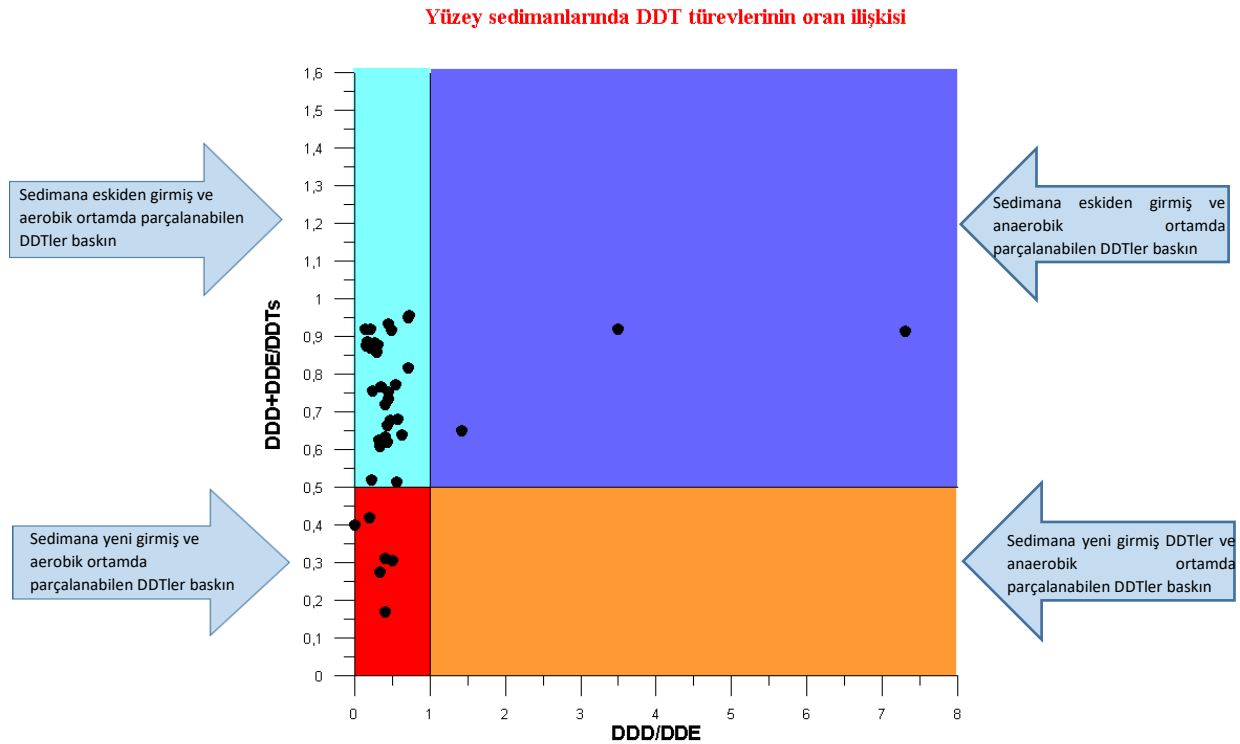


Şekil 3.82. Karadeniz sedimanlarında HCH bileşenlerinin % dağılımı

Ayrıca DDT'lerin "yeni" veya "eski" kirlilik kaynakları (DDD+DDE)/ Σ DDT'lerin oranı ile ayırt edilmektedir. 0,5'ten daha yüksek (DDD+DDE)/ Σ DDT'lerin oranı, DDT'lerin tarihsel bozulmadan kaynaklandığını göstermektedir. 0,5'ten düşük oran yeni DDT girişinin gerçekleştiğini göstermektedir (Da C., vd., 2013). Bu çalışmada sediman örnekleme yapılan tüm istasyonların (DDE+DDD)/ Σ DDT oranları incelendiğinde sadece birkaç istasyonda bu oranın 0,5'in altında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.83). Bu da birçok istasyonda tarihsel DDT'nin bozulmadan kaynaklı olduğunu gösterir. Bunun yanında hala DDT'lerin baskın olduğu istasyonlar mevcut olup, izleme çalışmalarının belirli dönem ve aralıklarla devam ettirilerek DDT'lerin yeni giriş yapıp yapmadığı veya DDT'nin tarihsel bozulmadan kaynaklı olarak DDE ve DDD'ye biyolojik olarak parçalanmaları takip edilmelidir.

Ege Denizi sedimanlarında ölçülen pestisit değerlerine bakıldığında Şekil 3.82'de gösterildiği gibi bu çalışmada a-HCH, b-HCH, d-HCH ve g-HCH izomerleri, toplam HCH'lerin sırasıyla yaklaşık %33,3, %36,2, %23,1 ve %7,4'ünü oluşturmuştur. Ege Denizi sedimanlarında HCH izomerleri arasında en yüksek yüzde b-HCH'de görülmektedir. Bu durum b-HCH'nin düşük buhar basıncı ve diğerlerine göre daha az parçalanabilir özelliği ile açıklana bilinir (Da C., ve diğ., 2013). a-HCH ve g-HCH nispeten yüksek buhar basınçlarından dolayı daha uçucudur ve sedimanlarda kolayca kaybolur. b-HCH konsantrasyonları <ösa-0,234 ng/g ka. aralığında belirlenmiştir.

Ege Denizi sedimanlarında ölçülen diğer pestisit değerlerine bakıldığında, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptaklor genel olarak düşük seviyelerde veya ölçüm sınırlarının altında tespit edilmiştir.



Şekil 3.83. Ege Denizi yüzey sedimanlarında DDT ve türevlerinin oran ilişkisi

Anorganik Kirleticiler (Metaller)

Ege Denizi sediman örneklerinin metal içeriklerinin referansa (ZF) ve ekosisteme etki sınır değerlerine (sucul organizmalara düşük-orta etki düzeyleri: ERL-ERM değerleri) göre durumunu yansıtan dağılım haritaları Şekil 3.85 ve Şekil 3.86’da yer almaktadır. Ege Denizi istasyonlarının genelinde arsenik, nikel ve bakır metali ERL değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.84 ve Şekil 3.85). Kadmiyum ise tüm istasyonlarda ERL değerinin altında belirlenmiştir.

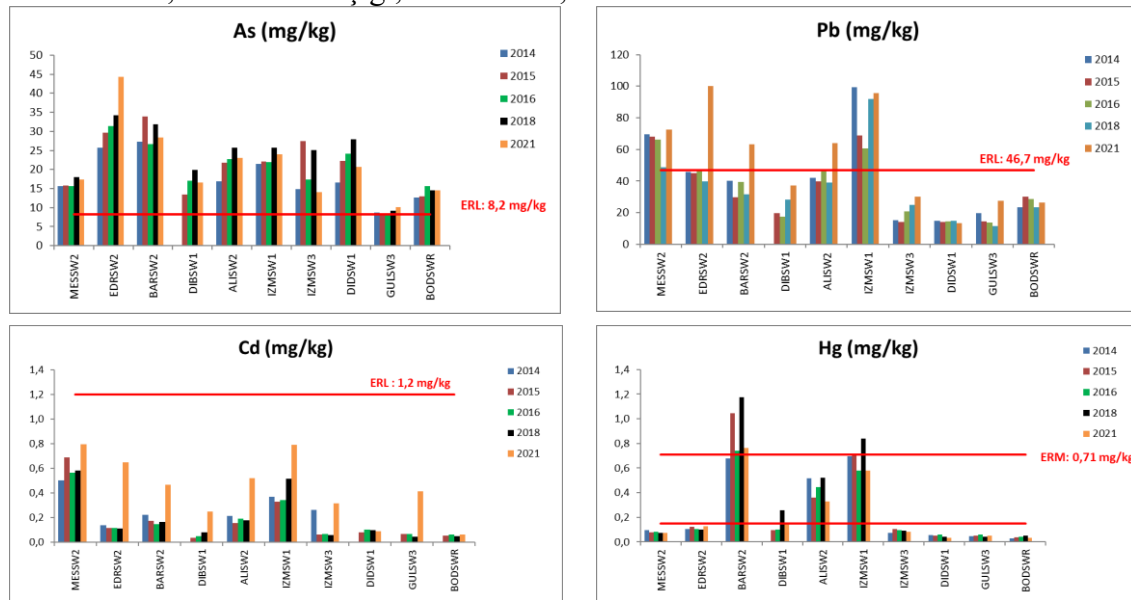
ERL üzerinde krom değerleri Marmaris (MARSW1), Datça (DATSWR2, DATSWR3), Gökova Körfezi’nde (GOBSWR) Saroz Körfezi, Edirne Enez, Altınoluk, Edremit Körfezi, Foça, Gediz Ağı, İzmir iç-orta körfez, Küçük ve Büyük Menderes, Didimde ölçülmüştür. Özellikle Ege Denizi’nin güneyinde krom maden yatakları olduğu bilinmektedir

Kurşun ölçümleri de birçok yerde ERL üzerinde belirlenmiştir. Özellikle Meriç nehri önleri, Bozcaada açığı, Bababurnu,

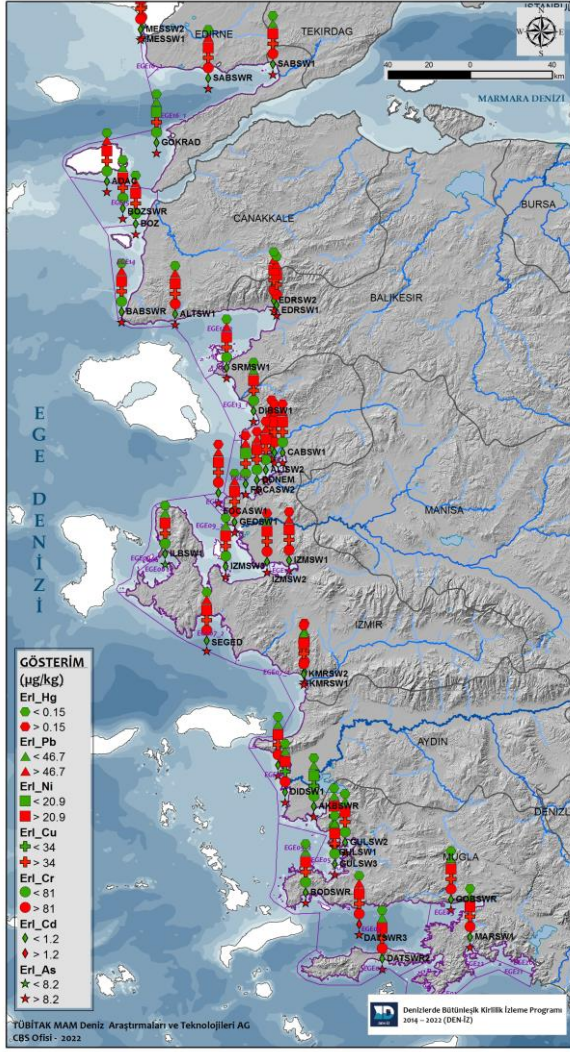
Altınoluk, Edremit Körfezi, Sarımsaklı, Çandarlı Körfezi, Bakırçay önleri, Aliaga Körfezi, Nemrut Körfezi, Foça, Gediz nehri önleri, İzmir İç Körfezi, Datça açıklarında yüksek değerler mevcuttur. Ege Denizi’nin Kuzeyinde özellikle, Edremit, Altınoluk bölgesinde de kurşun, çinko maden yatakları yer almaktadır (Türkiye maden yatakları haritası, MTA).

Nemrut Körfezi’nde (DDNEM), ERM değerini üzerinde civa içeriğine rastlanmıştır.

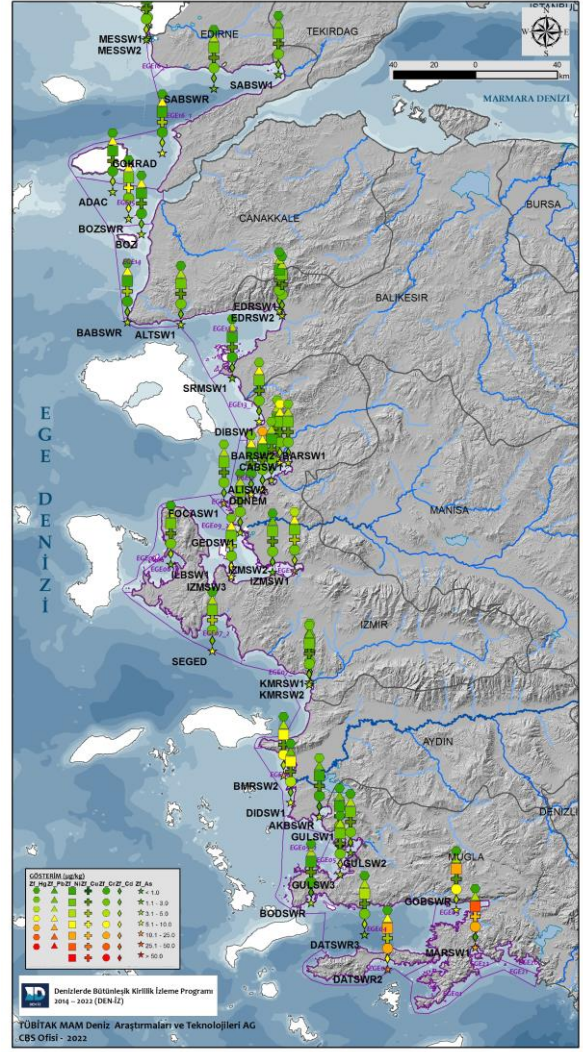
Zenginleşme faktörlerinin dağılımına genel olarak bakıldığında, Gökova, Datça ve Marmaris İç Körfez istasyonlarında “yüksek” seviyede nikel, krom ve arsenik zenginleşmesi görülürken, Nemrut Körfezi’nde ise yüksek civa zenginleşmesi tespit edilmiştir. Şekil 3.86’daki harita incelendiğinde Ege Denizi’nde ağırlıklı olarak az zenginleşme ve bazı bölgelerde orta zenginleşme görülen metal değerleri de mevcuttur.



Şekil 3.84. Ege Denizi sediman yönelim istasyonlarında metallerin yıllara göre değişimi (2014-2021)



Şekil 3.85. Ege Denizi sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2021)



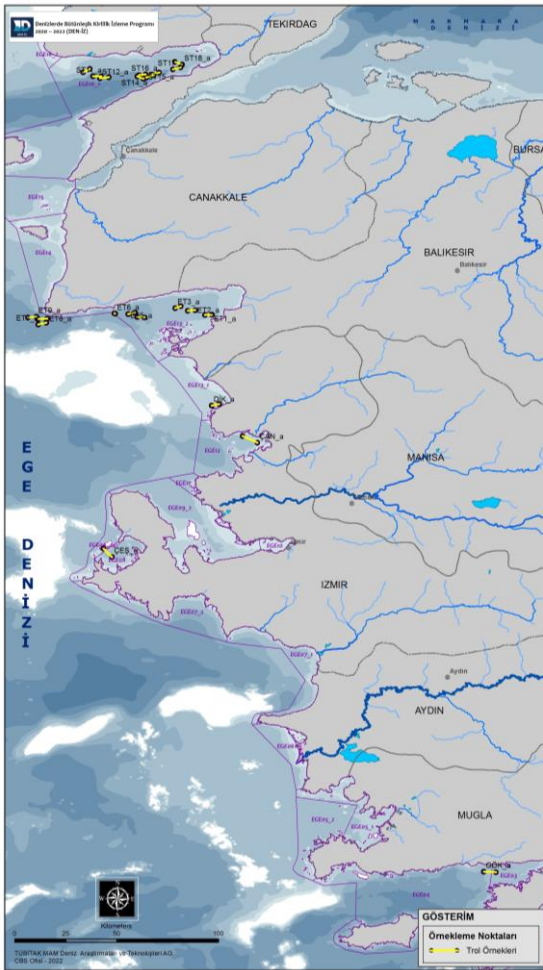
Şekil 3.86. Ege Denizi sediman istasyonlarında metal bulgularının ZF değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2021)

3.5.2 Biyotada Kirleticiler

Kirleticilerin deniz ortamında uzun süre kalması, biyolojik olarak parçalanamaması ve canlı dokularında birikmesi önemli bir risk oluşturmaktadır. Midyeler gibi filtreleyici organizmalar, kirleticileri dokularında biriktirerek yüksek seviyelere ulaşmasına neden olabilir. Kirleticiler besin zincirinde daha yüksek trofik seviyede biyobirikim gösterebilir, belirli seviyelerin üzerindeki kontaminasyon, biyoçeşitlilik kaybı gibi ekolojik zararlara yol açabilir. Kirleticilerin balık ve diğer deniz ürünlerinde, kabul edilen seviyenin üzerindeki varlığı hem halk sağlığını hem de deniz ürünleri üzerinden beslenen diğer canlıları olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle, ekosistem ve halk sağlığının korunması için deniz biyotasındaki kirleticiler seviyelerinin izlenmesi büyük önem taşımaktadır.

AB Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifinin (DSÇD) “İyi Çevresel Durum” (İÇD) tanımlayıcılarından olan T9 “Deniz Ürünlerindeki Kontaminantlar” tanımlayıcısına göre, insani tüketim amaçlı deniz ürünlerindeki kirleticiler miktarı, ulusal mevzuatta ve uluslararası standartlarda (EU Priority Pollutants Directive Annex1 (2013/39/EU) belirlenen sınırların üzerinde olamaz (Cardosa ve diğ., 2010).

DSÇD T8 tanımlayıcısında ise biyotadaki kirleticiler konsantrasyonlarının “kirlilik etkileri yaratmayacak düzeyde olması” istenir. Bu nedenle biyotada kirlilik durum değerlendirmesi her iki tanımlayıcı için yapılmıştır.



Şekil 3.87. Ege Denizi biyota örnekleme istasyonları

DEN-İZ Programı kapsamında, 2021 yılı güz döneminde biyota'daki kirleticiler çalışmaları için Ege Denizi'nde Saros Körfezi (6 istasyon), Edremit Körfezi (5 istasyon), Çandarlı, Dikili, Gediz, Uzunada, Ildır ve Gökova olmak üzere 8 farklı alanda 17 istasyondaki trol çalışmasında hem ticari ve çevresel önemi hem de denizdeki mekânsal dağılımı nedeniyle *Mullus barbatus* (barbun), *Merluccius merluccius* (berlam), *Pagrus pagrus* (kırmızı mercan) ve *Diplodus vulgaris* (karagöz) balıkları seçilmiştir (Şekil 3.87).

Trol çekimi ile örneklenen balıkların filetoları alınarak çalışma yapılmıştır. Tüm biyota numuneleri aynı boy grubunda 3 replike olacak şekilde kompozit örnekler hazırlanmıştır.

Tablo 3.14 Balık filetosunda ölçülen parametrelerin ortalama değerlerinin Türk Gıda Kodeksi (TGK) değerleriyle karşılaştırılması

Bölge	İstasyon Kodu	Tür Adı	Cd (µg/g ya.)	Pb (µg/g ya.)	Hg (µg/g ya.)	Benzo(a)piren (ng/g ya.)	Benzo(a)piren, benzo(a)anthrasen, benzo(b)floranthen ve krisen toplamı (ng/g ya.)	PCB28, PCB31, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 ve PCB180 (ICES-7) toplamı (ng/g ya.)
Saros Körfezi	ST10	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,003	0,045	0,513	0,047	0,204	1,663
		Berlam (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,002	0,031	0,166	0,954	3,632	1,862
	ST13	Berlam (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,002	0,032	0,266	0,097	0,292	2,027
	ST16	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,003	0,056	0,382	0,050	0,344	0,630
		Berlam (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,002	0,042	0,198	0,451	0,972	1,533
	ST17	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,004	0,067	0,764	0,104	0,661	1,124
	ST18	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,003	0,047	0,897	0,135	0,636	0,923
Edremit Körfezi	ET1	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,003	0,118	0,852	0,058	0,300	0,485
	ET3	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,004	0,055	0,480	0,020	0,131	3,187
	ET5	Berlam (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,003	0,032	0,217	0,039	0,205	1,015
	ET6	Berlam (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,003	0,049	0,319	0,020	0,111	3,221
	ET7	Berlam (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,002	0,023	0,266	0,028	0,197	2,636
Dikili	Dikili	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,004	0,041	0,323	0,029	0,228	3,355
		Kırmızı Mercan (<i>Pagrus pagrus</i>)	0,002	0,060	0,663	0,034	0,320	2,023
Çandarlı	Çandarlı	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,004	0,061	0,140	0,043	0,434	5,493
Gediz	Gediz	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,005	0,210	0,038	0,038	0,420	1,678
Uzunada	Uzunada	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,004	0,141	0,163	0,088	0,659	3,798
		Karagöz (<i>Diplodus vulgaris</i>)	0,005	0,220	0,601	0,024	0,424	7,904
İldır	İldır	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,002	0,046	0,271	0,048	0,391	-
		Mercan (<i>Pagellus erythrinus</i>)	0,002	0,035	0,617	<ösa	0,380	-
Gökova	Gökova	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,001	0,046	0,902	<ösa	0,320	1,020
Ege Denizi Ortalama			0,003	0,069	0,430	0,121	0,536	2,399
Türk Gıda Kodeksi			0,050	0,300	1,000	2,000	12,000	75,000

Biyotada Metal Kirliliği

Deniz organizmaları, çevrelerindeki değişken metal konsantrasyonlarına sürekli maruz kalmaktadır. Yapılan birçok araştırma, sucul sistemlerde bulunan metallerin organizmalar üzerinde toksik etkilere yol açabileceğini göstermektedir. Özellikle ağır metallerden arsenik, inorganik formlarında yüksek derecede toksik etki gösterirken, organik formlarının büyük çoğunluğu nispeten zararsızdır. Deniz canlıları ise arseniğin organik bileşiklerinin başlıca kaynağıdır (Cullen ve Reimer, 1989; Francesconi ve Kuehnelt, 2004; Kalia, K. ve Khambh).

Ege Denizi'nde 2021 yılında toplanan tüm biyota örneklerindeki yaş ağırlık olarak (ya.) ortalama metal derişimleri;

Biyotada Organik Kirleticiler

Deniz ortamına taşınan petrol ve diğer türevli hidrokarbonlar, fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler sonucunda, bu bileşiklerin önemli bir fraksiyonu atmosferik koşullara bağlı olarak hızla buharlaşarak ortamdan uzaklaşırken, geri kalan kısmı su kolonunda çözünme, emülsifikasyon ve adsorpsiyon gibi süreçler yoluyla dağılım gösterir. Zamanla, bu bileşikler sedimanlara çökerek birikebilir ve uzun vadede bentik ekosistemler üzerinde kalıcı etkiler oluşturabilir. Ayrıca, çözünmüş veya partiküllere bağlı formları yoluyla trofik transfer gerçekleşerek biyotada birikim gösterebilir (Chouksey ve ark., 2004).

Hidrokarbonlarının toksikolojik etkileri, bileşenlerine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) tarafından yapılan sınıflandırmalara göre, hidrokarbonların içerisinde özellikle aromatik yapıya sahip bileşikler arasında yer alan benzen ve benzo(a)piren, güçlü kanserojen özellikleri nedeniyle insan sağlığı açısından yüksek riskli kabul edilmektedir (Zhou ve ark., 2004; Zhou ve ark., 2014).

Tüm türlerde; arsenik 12,03-35,68 µg/g ya., kadmiyum 0,001-0,005 µg/g ya., kobalt 0,011-0,031 µg/g ya., krom 0,057-0,262 µg/g ya., demir 7,76-33,97 µg/g ya., manganez 0,328-0,605 µg/g ya., nikel 0,051-0,149 µg/g ya., kurşun 0,023-0,220 µg/g ya., çinko 7,12-14,56 µg/g ya., civa 0,038-0,902 µg/g ya. arasında tespit edilmiştir.

Analizi gerçekleştirilen Ege Denizi biyota örneklerinde genel olarak metal içerikleri Cd, Pb ve Hg açısından Türk Gıda Kodeksi'nde (TGK) yer alan sınır değerlerin altında kalmıştır (Tablo 3.14).

Türk Gıda Kodeksinde (TGK) maksimum limit olarak belirtilen çok halkalı aromatik bileşik benzo(a)piren, kanserojenik PAH oluşumunda ve etkisinde bir marker olarak kullanılır. Türk Gıda Kodeksindeki (TGK) çift kabuklu yumuşakçalarda Benzo(a)pyrene için maksimum limit 10,0 µg/kg yaş ağırlık, balık eti için 2 µg/kg yaş ağırlık, kabuklular için ise 5 µg/kg verilmiştir.

2021 yılı izleme döneminde Ege Denizi biyota örneklerinde **Benzo(a)pyrene** konsantrasyonları 0,020-0,954 µg/kg yaş ağırlık aralığında ölçülmüştür. TGK'da verilen sınır değerinin altında Benzo(a)pyrene konsantrasyonları tespit edilmiştir.

Benzo(a)piren, benzo(a)anthrasen, benzo(b)floranthen ve krisen toplamı konsantrasyonları ise balık etinde 0,111-3,632 µg/kg yaş ağırlık aralığında ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri TGK'da verilen sınır değerinin (12 µg/kg yaş ağırlık) altında bulunmuştur.

Yenilebilir dokulardaki **toplam PCB'lerin** (ICES-7) (PCB28, PCB52, PCB101,

PCB138, PCB153 ve PCB180) konsantrasyonları 0,485-7,904 µg/kg yaş ağırlık aralığında olup, Türk gıda kodeksinin izin verilen maksimum limit değerlerinin (75 µg/kg ya) altındadır (Tablo 3.14).

Pestisit olarak **DDT**'nin kullanımı 1985 yılından beri yasaklanmasına rağmen atmosferik ve diğer yollarda taşınması çok kolay olan bu kirleticinin ülkemiz karasularında ölçülmesi oldukça muhtemel görülmektedir. 2014-2019 yıllarında olduğu gibi 2021 izleme programında da tüm istasyonlardan toplanan biyota

örneklerinde yapılan ölçümlerde DDT ve türevlerine rastlanmıştır.

2021 yılı izleme döneminde yapılan çalışmada tüm türlerde 0,24-51,97 µg/kg yaş ağırlık olarak **p,p DDT, p,p DDE ve p,p DDD toplamına** rastlanmıştır.

Hekzaklorobenzen; <ösa- 0,88 µg/kg ya. aralığında değişim göstermiştir. **Diğer organoklorlu pestisitler** ise (aldrin, HCH izomerleri ve heptaklor) ölçüm limitlerinin altında tespit edilmiştir.

3.5.3 Radyoaktivite Düzeyleri

Çevresel radyoaktivite ölçüm ve izleme çalışmaları, bir ülkenin kamu sağlığını, çevre ve nükleer güvenliğini korumak ve radyoaktif materyallerin güvenli kullanımını teşvik etme açısından kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, acil durum hazırlığı, düzenleyici uyum, bilimsel araştırma ve nükleer ve radyolojik güvenlikle ilgili konularda uluslararası iş birliğini teşvik etme açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu ölçüm ve izleme faaliyetleri, radyasyonun kontrol altında tutulmasını ve olası risklerin en aza indirilmesini sağlar. Bu nedenlerle çevresel radyoaktivite ölçüm ve izleme çalışmaları, bir ülkenin ve dünya genelinde toplumların radyasyonla ilişkili riskleri anlamalarına, kontrol etmelerine ve azaltmalarına yardımcı olur, ayrıca, çevresel ve nükleer güvenliğin temel bir parçası olarak kabul edilir.

Denizel ortamlara kuru ve yağ çökme şeklinde havadan giren radyoaktif kirleticiler, ayrıca akarsular yoluyla da denizlere taşınmaktadır. Diğer taraftan Çernobil kazasında olduğu gibi kontamine olmuş toprakların erozyonla denizlere taşınması da bu ortamların kirletilmesinde etkili olmaktadır. Denizel ortama herhangi bir yolla giren radyoaktif bir kirletici su, sediman ve organizma arasında döngüye uğramaktadır. Sucul bir ortama girmiş olan radyoizotoplar, ya eriyik (solüsyon) halde ya da asılı olarak (süspansiyon) kalmakta, daha sonra ya dibe çökmekte veya organizmalar tarafından alınmaktadır. Bazı faktörler (akıntılar, çalkantılar, izotopik bollanma, biyolojik transport) suya girmiş olan bu radyoizotopların dağılımına ve bollanmasına neden olurken, diğer faktörler onların organizmalarda birikimine ya da sediman partiküllerine konsantre olmalarını sağlamaktadır. Dünyanın denizel, karasal ve atmosferik ortamlarında görülen radyoaktivitenin ana kaynağını doğal (natürel) radyoaktivite ve yapay (antropojenik) radyoaktivite oluşturmaktadır. Özellikle denizel

ortamlarda doğal radyoizotop konsantrasyonları hızla artmaktadır. Bunun da nedeni, yapay gübrelerin, fosil yakıtların, deterjan ve pestisit kullanımının hızlı artışı ya da fosfat işleme tesislerinin çoğalmasındır.

Ülkemiz için Ege Denizi, ekonomik, kültürel ve stratejik açılarından büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca Ege Denizi, biyolojik çeşitlilik açısından zengin bir ekosisteme sahiptir bu nedenle ülkemiz Ege kıyıları, bu ekosistemi koruma ve sürdürülebilir bir çevre politikası oluşturma açısından da önem taşır. Özellikle Çernobil Nükleer Santral kazası sonrası Karadeniz için yaklaşık 2400 TBq Cs-137 birikiminden bahsedilirken, bu değer Ege Denizi için 820 TBq olduğu göz önünde bulundurulduğunda Ege Denizinde de çevresel radyoaktivite düzeylerinin ve kimyasal kirleticilerin tespit edilmesi ve sürekli olarak izlenmesi önem kazanmaktadır.

Genel olarak deniz radyoaktivitesi doğal ve yapay izotoplardan kaynaklanır. Doğal radyoaktivite Uranyum, Toryum, Aktinyum serisi ve K-40 gibi izotoplardan meydana gelir ve toplam radyoaktivitenin önemli bir bölümünü oluşturur. Antropojenik (yapay) kaynaklı radyoaktivite ise Cs-137 ve Sr-90 gibi radyoizotoplardan kaynaklanır, nispeten düşük aktiviteye sahip olmasına rağmen radyoaktif kirliliğin ana kaynağını oluştururlar

DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde, 2015-2020 yılları arasında toplam 7 istasyonda (KEPRAD, GÖKRAD, SABSWR, EDRSW1, CABSWS1 GOBSWR ve DATSWR2) yüzey suyu ve sediman örneklerinde radyoaktivite düzeyleri izlenmiştir.

Deniz Suyunda Doğal ve Yapay (Antropojenik) Radyoaktivite

2015-2022 izleme döneminde deniz suyunda doğal izotoplardan U-238, U-234 ve U-235 ve Ra-226 izotopu ile kozmojenik izotoplardan H-3 izotopu izlenmiştir.

Antropojenik kaynaklı radyoaktivite ise Sezyum, Stronsiyum, Plutonyum vb. izotoplardan kaynaklanır, nispeten düşük aktiviteye sahip olmasına rağmen asıl kirlilik kaynağını oluştururlar.

Uranyum aktivitesinde istasyonlara ve yıllara göre küçük farklılıklar olmasına rağmen önemli bir değişiklik izlenmemiştir. En yüksek U-234 aktivitesi 2016 yılında DATSWR2 (Datça) istasyonunda $55,0 \pm 7,7$ mBq/L, en düşük 2021 yılında KEPRAD (Çanakkale) istasyonunda $30,71 \pm 5,35$ mBq/L, sekiz yıllık ortalama aktivite $47,3 \pm 4,8$ mBq/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek U-238 aktivitesi 2016 yılında DATSWR2 istasyonunda $49,2 \pm 7,0$ mBq/L, en düşük 2016 yılında KEPRAD (Çanakkale) istasyonunda $26,4 \pm 4,8$ mBq/L, sekiz yıllık ortalama aktivite $41,6 \pm 5,1$ mBq/L olarak ölçülmüştür. U-235 aktivitesi oldukça düşük düzeyde (0,02 ile 4,00 mBq/L) olup, önemli bir değişim izlenmemiştir. Genel olarak Ege deniz sularındaki Uranyum aktivite konsantrasyonları Karadeniz ve Marmara Denizine göre göreceli olarak yüksek tespit edilmiştir. Denizlerdeki uranyum konsantrasyonu yaklaşık olarak 1,3 pbb (0,1 ile 5,9 pbb) bu da yaklaşık olarak 32,8 mBq/L aktivite değerine eşit olup sonuçlarımızla uyumludur. Deniz suyundaki uranyumun temel kaynakları, magmatik, metamorfik ve tortul kayalardır. Bunlar çeşitli atmosferik proseslerle çözünerek yüzey sularına karışır ve akarsularla denizlere taşınırlar. Nehir ağzına göre konumu, tuzluluk, derinlik, pH, redoks potansiyeli, iletkenlik vb. parametrelere göre farklılık gösterirler.

Ra-226 aktivite düzeyleri yıllar ve istasyonlara göre ayrı ayrı incelendiğinde

istasyonlar arasında göreceli farklar olduğu ancak yıllara göre anlamlı bir değişim göstermediği görülmektedir. 2015-2022 yılı ortalama sekiz yıllık değişim trendinin yatay seyir izlediği görülmüştür. En yüksek Ra-226 aktivitesi 2015 yılında GOBSWR (Gökova) istasyonunda $5,06 \pm 1,0$ mBq/L, en düşük 2022 yılında CABS W1 (Çandarlı) istasyonunda $0,029 \pm 0,07$ mBq/L, sekiz yıllık ortalama aktivite $2,12 \pm 0,54$ mBq/L olarak tespit edilmiştir. Ra-226 radyoizotopu suda çözünürlüğü yüksek olduğundan deniz sularında çözülmüş halde bulunur. Radiumun denizlerdeki aktivite düzeyleri oldukça düşük olmasına rağmen radyo toksisitesi oldukça yüksektir. Besin zinciri ile sindirim kanalından vücuda alınır ve özellikle kemik dokularına yerleşirler. Toplam alfa ve beta aktivitelerinde sekiz yıllık izleme süresince herhangi bir anormal değişim gözlenmemiştir.

2015-2022 izleme döneminde deniz suyunda antropojenik radyoizotoplar içerisinde deniz kirliliği açısından en önemlileri olan Sezyum (Cs-137 ve Cs-134), Stronsiyum (Sr-90), Plutonyum (Pu-239+240) ve Tritiyum (H-3) radyoizotopları izlenmiştir. Ege Denizindeki antropojenik radyoaktif kirliliğin en önemli kaynağı, Çernobil kazası sonrası Karadeniz'i kontamine eden radyoizotopların İstanbul Boğazı, Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı yoluyla Ege Denizine ulaşmasıdır. Bunun yanında nükleer silah denemeleri, izotop üretim tesisleri, tarımda kullanılan gübreler, endüstri ve tıpta teşhis ve tedavi amaçlı kullanılan izotoplar başlıca kirlilik kaynaklarıdır. Son sekiz yıllık Cs-137 ve Sr-90 aktivite konsantrasyonları gerek istasyonlar bazında gerekse yıllık ortalama değerler açısından incelendiğinde çok küçük değişimler olsa da önemli bir farklılık izlenmemiştir. H-3 aktivitesinde ise göreceli farklılıklar ve değişimler gözlenmiştir. Pu-239+240

konsantrasyonları çoğunlukla ölçüm limitinin altında kalmıştır.

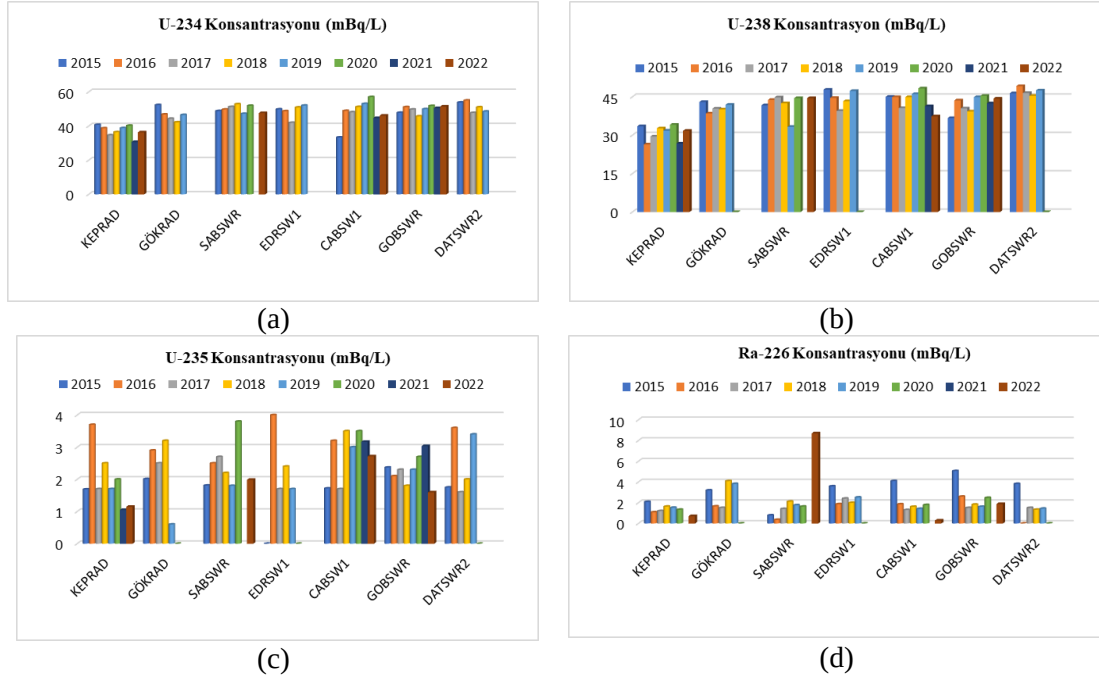
En yüksek Cs-137 konsantrasyonu $7,30 \pm 1,1$ mBq/L ile 2016 yılında KEPRAD istasyonunda en düşük ise 2017 yılında $0,90 \pm 0,3$ mBq/L ile GOBSWR (Gökova) istasyonunda tespit edilmiştir. Tüm istasyonlar için 2015-2022 yılları arası ortalama aktivite $2,59 \pm 0,64$ mBq/L'dir. Sekiz yıllık izleme döneminde en yüksek Cs-137 aktivitesi Çanakkale Boğazında bulunan KEPRAD istasyonunda gözlenmiştir. Bu durum Marmara Denizinden Cs-137 geçişini açıkça göstermektedir. Bazı istasyonlarda Cs-137 konsantrasyonunda göreceli azalma eğilimi gözlenmiştir. Cs-134 konsantrasyonu tüm istasyonlarda ölçüm limitinin altında kalmıştır.

Sr-90 konsantrasyonu Cs-137' e göre oldukça düşük konsantrasyonlarda bulunması sebebiyle 2015-2020 izleme döneminin tümünde sadece KEPRAD istasyonunda ölçülebilmektedir. Diğer istasyonlarda bazı dönemlerdeki Sr-90 konsantrasyonu ölçüm limitlerinin altında kalmış ve ölçülememiştir. Bu nedenle 2020 itibari ile Sr-90 izlemesi yapılmamıştır. En yüksek aktivite 2017 yılında EDRSWR (Edremit Körfezi) istasyonunda $6,00 \pm 0,4$ mBq/L olarak tespit edilmiştir. Bu değerler oldukça düşük olup çevre ve deniz ekosistemi açısından herhangi bir risk oluşturmaz.

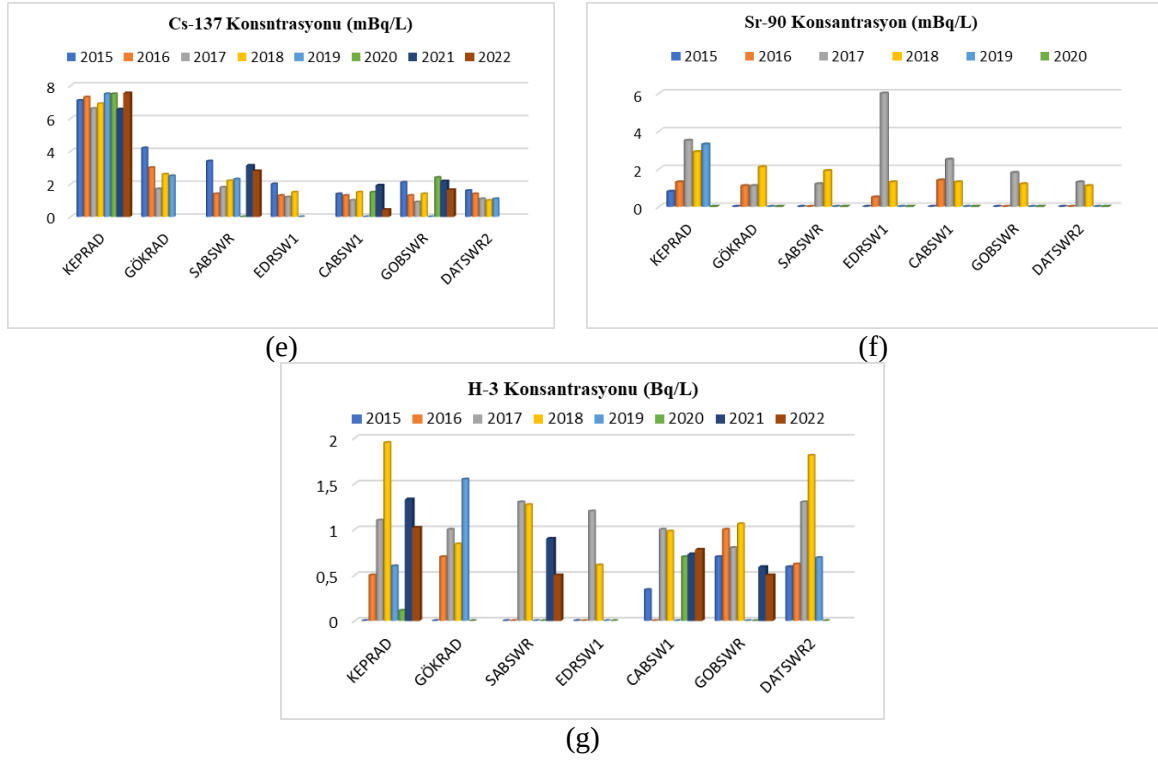
H-3 aktivitesi istasyonlar ve yıllara göre göreceli değişimler göstermiştir. Bunun sebebi trityumun hem yapay hem de doğal (kozmojenik) kaynaklı izotop olması, güneş ve dış uzay kaynaklı kozmik aktivitelere ve atmosferik olaylara bağlı olarak denizlerdeki aktivitesinin farklılık göstermesidir. Su molekülündeki oksijen ve hidrojenin kararlı izotop oranlarına benzer şekilde, trityumun yağıştaki

dağılımını etkileyen birkaç faktör bulunmaktadır. 'Enlem etkisi', giderek artan enlemle birlikte artan trityum konsantrasyonlarını gösterir, 'mevsimsel etki' ilkbahar ve erken yaz aylarında artan trityum konsantrasyonlarını gösterir ve 'kıtasal etki', kıyılardan uzaklaştıkça artan trityum konsantrasyonlarını tanımlar, Ek olarak, stratosferik nem, yer seviyesindeki nemden daha yüksek trityum içeriğine sahiptir. Bu nemin küçük miktarları bile, sonuçta oluşan yağışın trityum konsantrasyonlarını önemli ölçüde artırabilir. Stratosfer ve troposfer arasındaki değişim, coğrafi ve zaman içinde değiştiğinden stratosferik trityum katkısının dinamikleri kısmen açık bir soru olarak kalmaktadır.

2015-2020 izleme döneminde Pu-239+240 konsantrasyonları bazı istasyonlarda ölçüm limitinin altında kalmıştır. SABSWR (Saroz Körfezi), EDRSW1, CABSUR1 ve DATSWR2 istasyonlarında tüm dönemlerde aktivite düzeyleri düşük olmasına rağmen ölçümler gerçekleştirilmiştir. Diğer istasyonlarda ise Pu-239+240 aktivitesi bazı dönemlerde ölçülememiştir. Bu nedenle 2020 itibari ile Pu-239+240 izlemesi yapılmamıştır. En yüksek aktivite 2016 yılında EDRSW1 istasyonunda $0,049 \pm 0,03$ mBq/L olarak ölçülmüştür. Bu değerler oldukça düşük olup deniz kirliliği açısından herhangi bir risk oluşturmamaktadır. Yüzey sularında doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonlarının yıllara göre değişimi Şekil 3.88 ve Şekil 3.89'da gösterilmiştir.



Şekil 3.88. Deniz suyunda doğal radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), a, b, c Uranyum, d. Radyum



Şekil 3.89. Deniz suyunda antropojenik ve kozmojenik radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), e. Sezyum, f. Stronsiyum ve g. Tritiyum

*Sr-90 radyoizotopu söz konusu istasyonlar için 2020 yılı sonrası izleme programından çıkartılmıştır

Sedimanda Radyoaktivite

İzleme programı kapsamında, sediman örneklerinde doğal radyoizotoplardan Potasyum (K-40), Radyum (Ra-226) ve Toryum (Th-232) ile antropojenik radyoizotoplardan Sezyum (Cs-137 ve Cs-134) izotopları izlenmiştir.

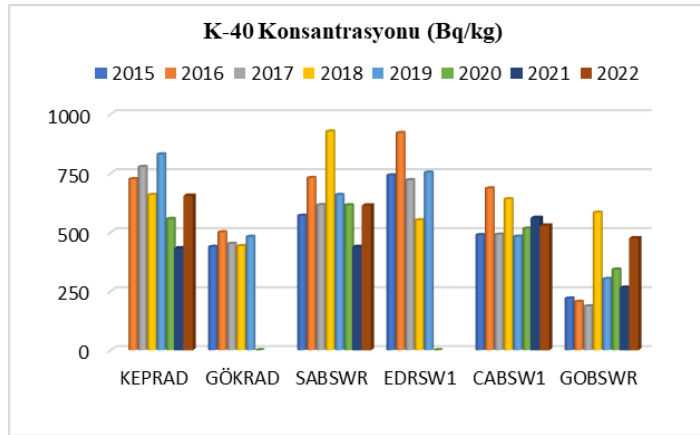
2015-2022 izleme döneminde istasyonlara göre göreceli farklılıklar olmasına rağmen yıllara göre ortalama doğal ve yapay izotop konsantrasyonlarında önemli değişimler gözlenmemiştir. Sekiz yıllık izleme döneminde en yüksek K-40 aktivitesi 2018 yılında SABSWR istasyonunda 927 ± 88 Bq/kg, en düşük 2016 yılında DATSWR2 istasyonunda 81 ± 9 Bq/kg ve altı yıllık ortalama 503 ± 140 Bq/kg olarak tespit edilmiş olup, normal değerler arasındadır. K-40, potasyumun üç izotopundan tek radyoaktif olanıdır ve toplam potasyum izotoplarının sadece %0,0118'ni oluşturur ki topraktaki konsantrasyonu yaklaşık 120 ppm (120 gram/ton) düzeyinde olup spesifik aktivitesi 262,7 kBq/g'dır. Yer kabuğunda jeolojik yapıya bağlı olarak farklı konsantrasyonlarda bulunur. Gama ve beta yayınladığı için iç ve dış ışınlamalara neden olur. Topraklardaki K-40 aktivitesinin dünya ortalaması 400 Bq/kg mertebesindedir. Doğal bir izotop olduğu için deniz sularındaki ve sedimetlerdeki düzeyleri tamamen deniz jeolojisi ve oşinografik proseslerle açıklanabilir.

En yüksek Ra-226 aktivitesi 2015 yılında DATSWR2 istasyonunda $69,3 \pm 5,8$ Bq/kg, en düşük 2017 yılında aynı istasyonunda $10,1 \pm 1,8$ Bq/kg ve sekiz yıllık ortalama $25,2 \pm 9,7$ Bq/kg olarak tespit edilmiştir. Radyum yer kabuğunda çok düşük konsantrasyonlarda, yani ppt (miligram/ton) düzeyindedir. Uranyumun bozunumundan oluşur ve radyoaktivitesi oldukça yüksektir. Spesifik aktivitesi 36,6 GBq/g olup bozunumunda hem alfa hem de gama ışıması yaptığı için iç ve dış ışınlamalara neden olur. Ra-226 radyoizotopunun deniz suyu ve

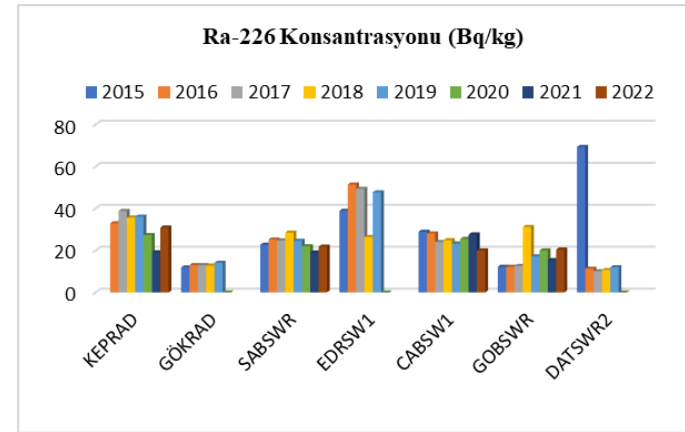
sedimanlardaki konsantrasyonu oşinografik akıntılar, su kolonu değişimleri ve jeokimyasal etkileşimlere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir.

En yüksek Th-232 aktivitesi 2016 yılında EDRSWR istasyonunda $69,8 \pm 4,6$ Bq/kg, en düşük 2016 yılında DATSWR2 istasyonunda $9,30 \pm 0,9$ Bq/kg ve altı yıllık ortalama $31,7 \pm 9,5$ Bq/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerler beklenen değerler olup normal sınırlardadır. Yer kabuğundaki konsantrasyonu yaklaşık olarak 6 ppm (6 gram/ton) seviyesindedir. Silis örneğinde olduğu gibi doğal çevrede diğer mineraller ile çeşitli kombinasyonlarda bulunur, suda kolay çözünmez, topraktan veya sudan havaya buharlaşmaz. Th-232 radyoizotopu doğal bir radyoizotop olduğu için, deniz suyu ve sedimanlardaki konsantrasyonları jeokimyasal süreçlere bağlı olarak bölgesel farklılıklar gösterebilir.

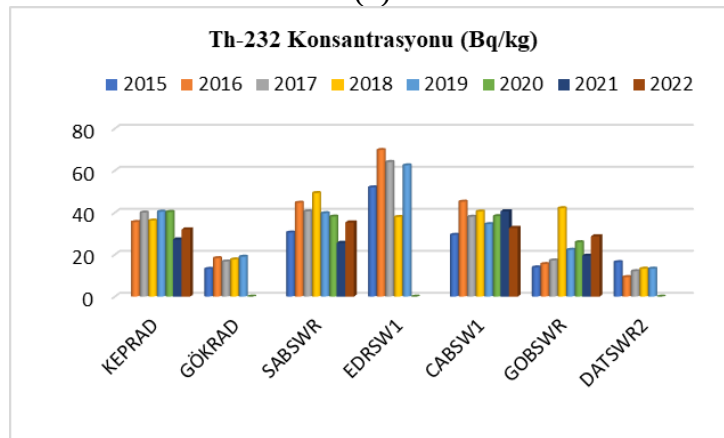
2015-2022 döneminde izlemeye alınan tek antropojenik izotop olan Cs-137 istasyonlar arasında göreceli farklılık göstermiştir. En yüksek Cs-137 aktivitesi 2016 yılında EDRSWR istasyonunda $11,4 \pm 1,1$ Bq/kg, en düşük 2021 yılında KEPRAD istasyonunda $<0,7$ Bq/kg ve sekiz yıllık ortalama $4,3 \pm 2,6$ Bq/kg olarak tespit edilmiştir. İstasyonlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde özellikle EDRSWR istasyonundaki radyoaktivitenin diğer istasyonlara göre iki kattan daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum en fazla Cs-137 çökelmelerinin bu bölgelerde gerçekleştiğini göstermektedir. Karadeniz ve Marmara Denizine göre daha düşük aktivite düzeyleri görülmüştür. Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonlarının yıllara göre değişimi Şekil 3.90' da gösterilmiştir.



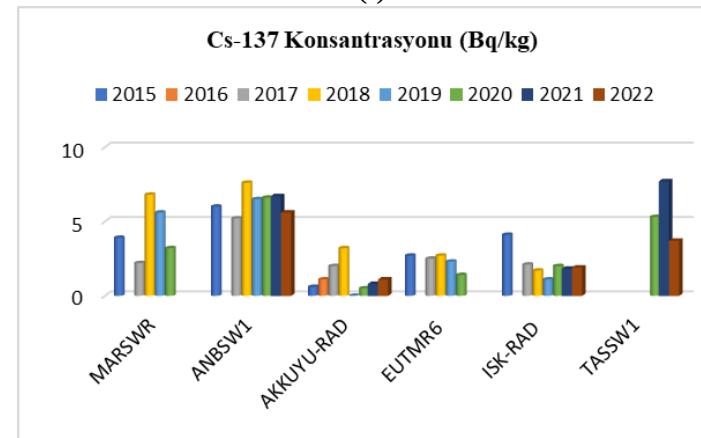
(h)



(i)



(j)



(k)

Şekil 3.90. Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), h. Potasyum, i.Radyum, j.Toryum ve k. Sezyum

3.6 Deniz Çöpleri

Deniz çöpleri, nehirlerle, kanalizasyon veya drenaj sistemleri yoluyla, erozyon, rüzgâr gibi doğal yollarla denize ve kıyısız ortama taşınan üretilmiş/işlenmiş kalıcı madde olarak tanımlanmaktadır (UNEP, 2005; Galgani vd., 2010).

Çöplerin özellikle mikro parçacıklar olarak varlıkları ve bunların etkileri ise yeni yeni anlaşılmaya başlamış olup bu konudaki çalışmalar küresel ölçekte oldukça sınırlıdır. AB DSÇD ve UNEP/MAP-IMAP kapsamında da ele alınmaktadır.

Gerek DSÇD ve gerekse UNEP/MAP-IMAP açısından önemli olan göstergeler şunlardır:

- Sahilde ve su kolonundaki (yüzeyde sürüklenenler de dahil) ve deniz tabanında biriken çöplerin miktar yönelimleri, içerik analizleri, bölgesel dağılımı (IMAP/EO10, CI 22-23 & MSFD/D10C1)
- Mikropartiküllerin (özellikle mikroplastiklerin) miktar, dağılım ve mümkünse içerik yönelimleri (IMAP/EO10, CI 23 & MSFD/D10C2)
- Deniz hayvanları tarafından sindirilen çöplerin miktar ve içerik seviye ve yönelimleri (örn. mide içeriği analizleri) (IMAP/EO10, CI 24 & MSFD/D10C3)

3.6.1 Mikroplastik

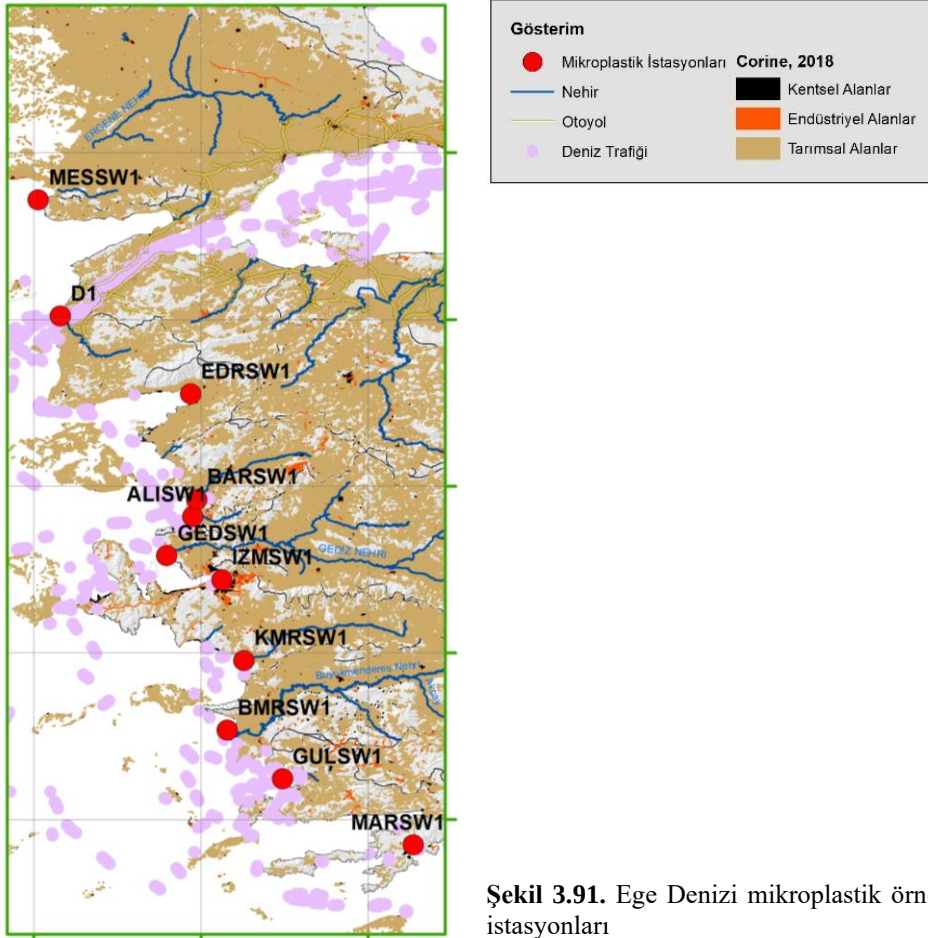
DEN-İZ programı kapsamında 2019-2022 periyodunda yaz ve kış dönemlerinde, karasal kirleticilerin etkisi göz önünde

2014-2016 izleme döneminde deniz suyu ve sedimanında yapılan mikroplastik çalışmalarına 2017-2019 programında ara verilmiştir. Sonuçlar, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016 Ege Denizi Özet Raporunda (ISBN: 978-605-5294-69-4) değerlendirilmiş, ilk seviye tespitleri yapılmış, veri kalite güvencesi ve kapasite oluşturma yönünde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak, izleme çalışmalarının kapsamlı ve rutin olarak sürdürülebilmesi için kapasitelerin (özellikle personel) arttırılması gereklidir. 2020-2022 dönemi izleme programında ise tüm denizlerimizde daha geniş istasyon ağında mikroplastik çalışmaları devam etmiştir.

DEN-İZ programı kapsamında Ege Denizi'nde sahil çöplerinin izlenmesi ilk defa 2019 yılında başlamıştır. Örnekleme yeri olarak Ege Denizi'nde Madra Çayı Ağızı'nda bulunan plaj seçilmiştir. 2020-2022 Yılları arasında ise İzmir ilinde bulunan Tuzla plajında çalışılmıştır.

Ayrıca 2016, 2019 ve 2021 yıllarında deniz tabanı trol çalışmasında taranan alan yöntemi ile elde edilen makro çöpler biyoçeşitliliğin yanı sıra değerlendirilmiştir.

bulundurularak seçilen 11 istasyonda mikroplastik kirliliği su yüzeyi, su kolonu ve sediman matrislerinde araştırılmıştır.



Şekil 3.91. Ege Denizi mikroplastik örnekleme istasyonları

Su yüzeyi

2020 yaz döneminde Ege Denizi yüzey sularında en düşük Aliğa körfezi (ALSW1), en yüksek İzmir İç körfez (İZMSW1) olmak üzere mikroplastik konsantrasyonu 0.6 adet.m^{-3} ile $79.81 \text{ adet.m}^{-3}$ (ortalama $11.43 \pm 24.18 \text{ adet.m}^{-3}$) arasında değişmiştir (Tablo 3.15). Ege Denizi yüzey suyu örneklerinde en sık rastlanılan mikroplastik tipi parça (% 65) olurken (Şekil 3.92), şeffaf (%28.2) en baskın renk olarak tespit edilmiştir.

Kış 2021 döneminde Ege Denizi yüzey sularında en düşük Büyük Menderes ağzı (BMRSW1), en yüksek İzmir İç körfez (İZMSW1) olmak üzere mikroplastik konsantrasyonu 3.3 adet.m^{-3} ile 83.7 adet.m^{-3} (ortalama $18.5 \pm 26.8 \text{ adet.m}^{-3}$) arasında değişmiştir (Tablo 3.15). Ege Denizi yüzey suyu örneklerinde en sık rastlanılan mikroplastik tipi parça (% 63.7) olurken (Şekil 3.92), beyaz (% 22.8) en baskın renk olarak tespit edilmiştir.

Yaz 2021 döneminde Ege Denizi yüzey sularında en düşük Gediz (GEDSW1), en yüksek İzmir İç körfez (İZMSW1) olmak üzere mikroplastik konsantrasyonu 1.4 adet.m^{-3} ile $405.2 \text{ adet.m}^{-3}$ (ortalama $52.85 \pm 142.37 \text{ adet.m}^{-3}$) arasında değişmiştir (Tablo 3.15). Ege Denizi yüzey sularında en sık rastlanılan mikroplastik tipi parça (% 83.8) olurken (Şekil 3.92), beyaz (% 39) en baskın renk olarak tespit edilmiştir.

Kış 2022 döneminde Ege Denizi yüzey sularında en düşük Marmaris İç Körfezi (MARSW1), en yüksek İzmir İç körfez (İZMSW1) olmak üzere mikroplastik konsantrasyonu 5.51 adet.m^{-3} ile $57.89 \text{ adet.m}^{-3}$ (ortalama $18.47 \pm 14.51 \text{ adet.m}^{-3}$) arasında değişmiştir (Tablo 3.15). Ege Denizi yüzey suyu örneklerinde en sık rastlanılan mikroplastik tipi parça (% 44.8) olurken (Şekil 3.92), siyah (% 21.5) en baskın renk olarak tespit edilmiştir.

Yaz 2022 döneminde Ege Denizi yüzey sularında en düşük Aliğa Körfezi (ALISW1), en yüksek İzmir İç körfezi (İZMSW1) olmak üzere mikroplastik konsantrasyonu 0.80 adet.m^{-3} ile $68.56 \text{ adet.m}^{-3}$ (ortalama $12.07 \pm 21.28 \text{ adet.m}^{-3}$)

arasında değişmiştir (Tablo 3.15). Ege Denizi yüzey sularında en sık rastlanılan mikroplastik tipi parça (% 79.6) olurken (Şekil 3.92), şeffaf (% 27) en baskın renk olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.15. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2020, 2021 ve 2022 dönemlerinde yüzey sularında mikroplastik konsantrasyonu (adet.m^{-3})

	Film	Fiber	Parça	Köpük	Boncuk	Pelet	Boya	Silikon	Kauçuk	Toplam
Yaz 2020	2.46 ± 6.12	1.50 ± 1.67	7.43 ± 16.37	0.04 ± 0.08	0.01 ± 0.02	-	-	-	-	11.43 ± 24.18
Kış 2021	0.88 ± 1.33	4.41 ± 3.6	12.54 ± 24.23	0.56 ± 1.37	0.09 ± 0.26	-	0.77 ± 0.88	0.05 ± 0.15	0.01 ± 0.03	18.48 ± 26.83
Yaz 2021	0.7 ± 1.7	2.7 ± 4.6	44.3 ± 121.6	4.7 ± 13.3	0.4 ± 1.2	0.2 ± 0.5	0.1 ± 0.1	-	-	52.9 ± 142.4
Kış 2022	0.48 ± 0.81	5.54 ± 3.13	8.28 ± 10.35	0.10 ± 0.22	0.51 ± 0.95	0.03	3.43 ± 2.40	0.14 ± 0.44	-	18.47 ± 14.51
Yaz 2022	0.83 ± 2.21	1.20 ± 1.04	9.60 ± 19.62	0.12 ± 0.12	-	0.01 ± 0.03	0.30 ± 0.34	0.03	-	12.07 ± 21.68



Şekil 3.92. Ege Denizi'nde yüzey sularında rastlanılan mikroplastik tiplerinden bazıları (1-2: film, 3-4: fiber, 5-6: parça, 7: boya, 8: silikon, 9: köpük, 10: pelet, 11: boncuk, skala= 1 mm)

DEN-İZ Programı kapsamında pilot ölçekli olarak mikroplastik araştırmaları Ege Denizi'nde su yüzeyinde 2015'de 2 istasyonda (ALİSW1 ve İZMSW3) yaz dönemlerinde, 2016 yılında ise yaz döneminde 3 replikatlı olarak araştırılmıştır. 2014-2016 izleme döneminde deniz suyunda yapılan mikroplastik çalışmalarına 2017-2019 programında ara verilmiştir. Tablo 3.16'de izleme programı kapsamında yüzey sularında tespit edilen ortalama mikroplastik konsantrasyonu ve baskın mikroplastik tipi verilmektedir. Mevcut veri seti değerlendirildiğinde yüzey

sularında ortalama mikroplastik miktarının artış gösterildiği görülmektedir. Ancak hem metodolojik farklılıklar hem de istasyon sayısındaki farklılıklar dolayısıyla ile bu değerlendirmeyi yapabilmek için daha uzun yıllar çoklu istasyonda mikroplastik kirliliğinin incelenmesi gerekmektedir. Ege Denizi yüzey sularında çoğunluğu büyük boyutlu plastik objelerin parçalanması sonucu oluşan parça tipte mikroplastik baskınlığı genel olarak yetersiz atık yönetimine, kıyısız kontrolsüz dolgu ve boşaltımlardan kaynaklanmaktadır.

Tablo 3.16. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2015-2022 dönemleri arasında yüzey sularında mikroplastik konsantrasyonu (adet.m⁻³)

Dönem	Ortalama±SS	Baskın MP tip
2015 Yaz	2.98 ±0.61	-
2016 Yaz	4.62± 2.64	-
2020 Yaz	11.43±24.18	Parça
2021 Kış	18.48± 26.83	Parça
2021 Yaz	52.9±142.4	Parça
2022 Kış	18.47±14.51	Parça
2022 Yaz	12.07±21.68	Parça

Su kolonu

Yaz 2020 döneminde Ege Denizi su kolonunda en düşük Aliğa Körfezi (ALSW1) ve Güllük Körfezi (GULSW1) en yüksek Büyük Menderes Ağzı (BMRSW2) olmak üzere mikroplastik konsantrasyonu 1.49 adet.m⁻³ ile 31.88 adet.m⁻³ (ortalama 10.88±9.14 adet.m⁻³) arasında değişmiştir (Tablo 3.17). Ege Deniz su kolonu örneklerinde en sık rastlanılan mikroplastik tipi fiber (%76) olurken (Şekil 3.93), şeffaf (%25.2), en baskın renk olarak tespit edilmiştir .

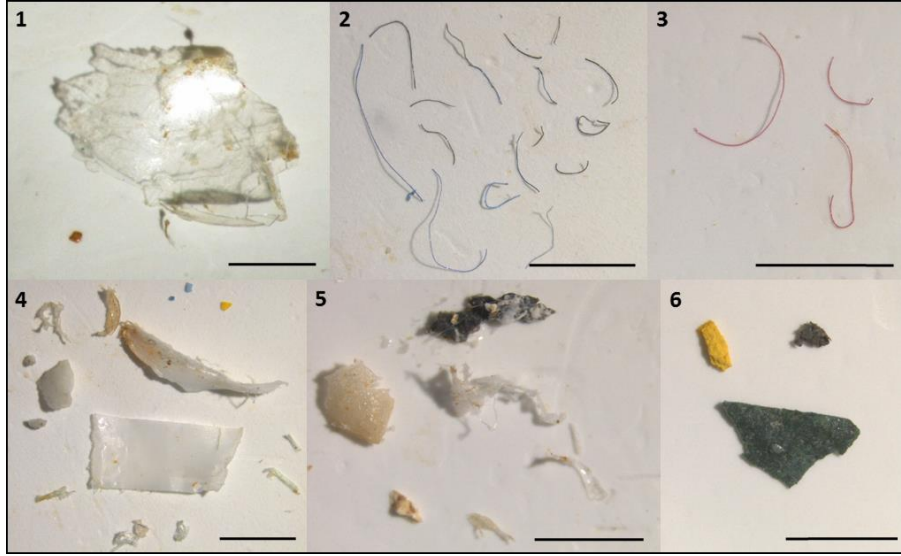
Ege Denizi örnekleme istasyonları su kolonunda yaz 2021 döneminde mikroplastik konsantrasyonu en düşük Edremit Körfezi (EDRSW1), en yüksek Edirne Enes-Meriç Ağzı (MESSW1) olmak üzere 0.4 adet.m⁻³ ile 52.7 adet.m⁻³

(ortalama 12.2± 15.7 adet.m⁻³) arasında değişmiştir (Tablo 3). Ege Denizi su kolonu örneklerinde en sık rastlanılan mikroplastik tipi fiber (% 77.8) olurken (Şekil 3.93), en baskın renk siyah (% 43) olmuştur.

Ege Denizi örnekleme istasyonları su kolonunda yaz 2022 döneminde mikroplastik konsantrasyonu en düşük Edremit Körfezi (EDRSW2), en yüksek İzmir İç körfez (İZMSW1) olmak üzere 0.54 adet.m⁻³ ile 13.50 adet.m⁻³ (ortalama 4.40± 4.80 adet.m⁻³) arasında değişmiştir (Tablo 3.17). Ege Denizi su kolonu örneklerinde en sık rastlanılan mikroplastik tipi fiber (% 78) olurken (Şekil 3.93) en baskın renk şeffaf (% 45) olmuştur.

Tablo 3.17. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi’nde 2020, 2021 ve 2022 dönemlerinde su kolonunda mikroplastik konsantrasyonu (adet.m⁻³)

Dönem	Film	Fiber	Parça	Boya	Toplam
2020 yaz	0.36±0.48	8.28±7.71	2.55±1.66	-	10.89±9.14
2021 yaz	0.03±0.1	9.5±12.2	1.2±1.8	1.5±2.4	12.2±15.7
2022 yaz	0.002±0.004	3.35±3.40	1.00±1.52	0.05±0.06	4.40±4.80



Şekil 3.93. Ege Denizi su kolonunda rastlanılan mikroplastik tiplerinden bazıları (1: film, 2: fiber, 3: parça, 4: boya, skala= 0.5 mm)

DEN-İZ Programı kapsamında pilot ölçekli olarak Mikroplastik araştırmaları Ege Denizi’nde su kolonunda 2015’de 2 istasyonda (ALİSW1 ve İZMSW3) yaz dönemlerinde, 2016 yılında ise yaz döneminde 3 replikatlı olarak araştırılmıştır. 2014-2016 izleme döneminde deniz suyunda yapılan mikroplastik çalışmalarına 2017-2019 programında ara verilmiştir. Tablo 3.18’de izleme programı kapsamında su kolonunda tespit edilen ortalama mikroplastik konsantrasyonu ve baskın mikroplastik tipi verilmektedir. Mevcut veri seti

değerlendirildiğinde Ege Denizi su kolonunda ortalama mikroplastik miktarının düşüş gösterdiği görülse de, bu farklılık istasyon sayısında yıllar arasında meydana gelen değişiklik ve istasyonlar arası derinlik farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ege Denizi yüzey su kolonunda çoğunluğu sentetik tekstilin yıkanması sonucu ortaya çıkan fiber tipte mikroplastikler baskın olmuş, su yüzeyinden farklı olarak köpük, boncuk, pelet, kauçuk ve silikon tipte mikroplastiklere rastlanmamıştır.

Tablo 3.18. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi’nde 2015-2022 dönemleri arasında su kolonunda mikroplastik konsantrasyonu (adet.m⁻³)

Dönem	Ortalama±SS	Baskın MP tip
2015 Yaz	50.24±24.07	Fiber
2016 Yaz	15.88±4.18	Fiber
2020 Yaz	10.89±9.14	Fiber
2021 Yaz	12.2±15.7	Fiber
2022 Yaz	4.40±4.80	Fiber

Sediman

Yaz 2020 Ege Denizi sedimanlarında mikropplastik konsantrasyonu en düşük Edirne Enez-Meriç Ağzı (MESSW1), en yüksek İzmir İç Körfez (İZMSW1) ve Küçük Menderes Ağzı (KMRSW1) olmak üzere 4 adet.l⁻¹ ile 245.1 adet.l⁻¹ (ortalama 63.1± 92.3 adet.l⁻¹) arasında değişmiştir (Tablo 3.19). Ege Denizi sediman örneklerinde en sık rastlanılan mikropplastik tipi parça (% 69.9) olurken (Şekil 3.94), en baskın renk siyah (% 22.9) olmuştur.

Kış 2021 Ege Denizi sedimanlarında mikropplastik konsantrasyonu en düşük Büyük Menderes Ağzı (BMRSW1), en yüksek İzmir iç Körfez (İZMRSW1) olmak üzere 10 adet.l⁻¹ ile 1720 adet.l⁻¹ (ortalama 325± 543 adet.l⁻¹) arasında değişmiştir (Tablo 3.19). Ege Denizi sediman örneklerinde en sık rastlanılan mikropplastik tipi parça olurken (% 89.7) (Şekil 3.94), en baskın renk şeffaf (% 42) olmuştur.

Yaz 2021 Ege Denizi sedimanlarında mikropplastik konsantrasyonu en düşük Aliğa Körfezi (ALSWR), en yüksek Küçük Menderes Ağzı (KMRSW1) olmak üzere 10 adet.l⁻¹ ile 1720 adet.l⁻¹ (ortalama 325± 543 adet.l⁻¹) arasında değişmiştir

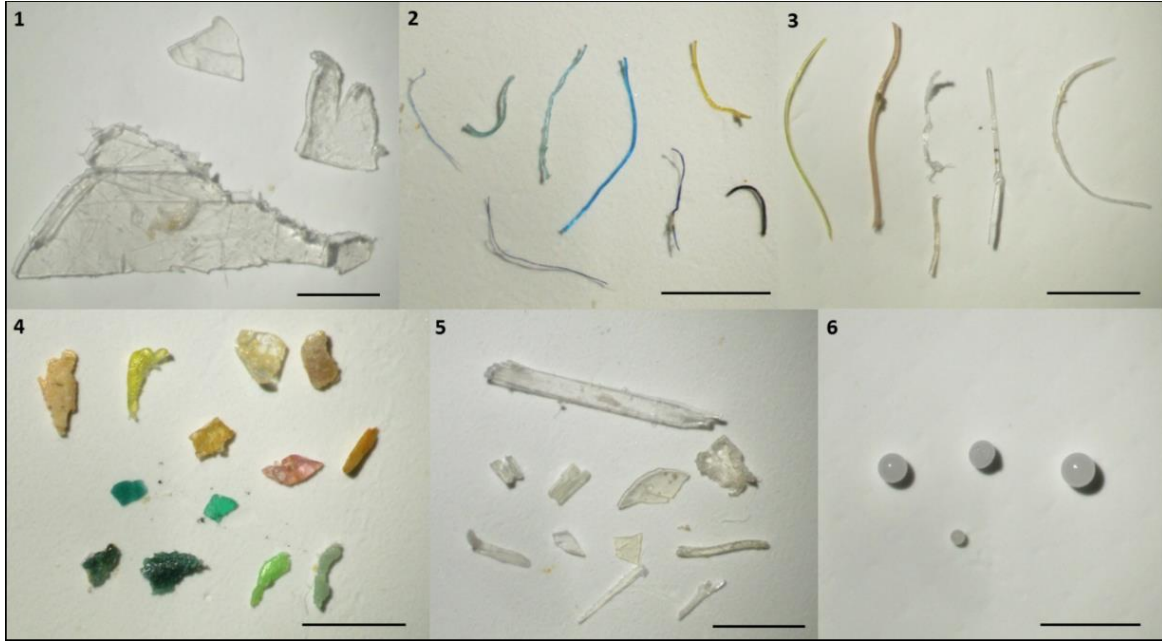
(Tablo 3.19). Ege Denizi sediman örneklerinde en sık rastlanılan mikropplastik tipi parça olurken (% 89) (Şekil 3.94), en baskın renk şeffaf (% 27) olmuştur.

Kış 2022 Ege Denizi sedimanlarında mikropplastik konsantrasyonu en düşük Çanakklae Boğazı –Ege Denizi Çıkışı (D1), en yüksek Küçük Menderes Ağzı (KMRSW1) olmak üzere 6.67 adet.l⁻¹ ile 334.74 adet.l⁻¹ (ortalama 100.46±107.87 adet.l⁻¹) arasında değişmiştir (Tablo 3.19). Ege Denizi sediman örneklerinde en sık rastlanılan mikropplastik tipi parça olurken (% 77.9) (Şekil 3.94), en baskın renk şeffaf (% 40) olmuştur.

Yaz 2022 Ege Denizi sedimanlarında mikropplastik konsantrasyonu en düşük Çanakklae Boğazı-Ege Denizi Çıkışı (D1), en yüksek Küçük Menderes Ağzı (KMRSW1) olmak üzere 2.67 adet.l⁻¹ ile 1440.0 adet.l⁻¹ (ortalama 264.65± 442.51 adet.l⁻¹) arasında değişmiştir (Tablo 3.19). Ege Denizi sediman örneklerinde en sık rastlanılan mikropplastik tipi parça olurken (% 82.2) (Şekil 3.94), en baskın renk şeffaf (% 37.8) olmuştur.

Tablo 3.19. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2020, 2021 ve 2022 dönemlerinde sedimanda mikropplastik konsantrasyonu (adet.l⁻¹)

	Film	Fiber	Parça	Köpük	Boncuk	Silikon	Toplam
Yaz 2020	3.7±6.2	14.8.8±21.5	44.4±69.9	0.2±0.5	0.1±0.2	-	63.1±92.3
Kış 2021	2±3	61±91	563±778	-	3±5	1±2	630±848
Yaz 2021	4±6	30±39	291±501	0.2±0.8	-	0.5±1	325±543
Kış 2022	1.06±2.48	20.97±18.30	77.28±90.78	-	1.15±3.04	-	100.46±107.87
Yaz 2022		43.84±47.39	215.94±400.54	0.36±1.15	-	4.52±13.75	264.65±442.51



Şekil 3.94. Ege Denizi sedimanlarında rastlanılan mikroplastik tiplerinden bazıları (1: film, 2-3: fiber, 4-5: parça, 6: boncuk, skala= 1 mm)

DEN-İZ Programı kapsamında pilot ölçekli olarak Mikroplastik araştırmaları Ege Denizi'nde sedimanlarında 2015'de 2 istasyonda (ALİSW1 ve İZMSW3) yaz dönemlerinde, 2016 yılında ise yaz döneminde 3 replikatlı olarak araştırılmıştır. 2014-2016 izleme döneminde deniz suyunda yapılan mikroplastik çalışmalarına 2017-2019 programında ara verilmiştir. Tablo 3.20'de izleme programı kapsamında sedimanda tespit edilen ortalama mikroplastik konsantrasyonu ve baskın mikroplastik tipi verilmektedir. Mevcut veri seti değerlendirildiğinde Ege Denizi sedimanlarında ortalama mikroplastik

miktarının yıllar arasında farklılık sergilediği görülmüştür. Bu farklılığın mikroplastiklerin analizlerinde meydana gelen metodolojik gelişmeler ve istasyon sayısında yıllar arasında meydana gelen değişiklikten kaynaklandığı düşünülmektedir Ege Denizi yüzey sedimanlarında 2014-2016 periyodundaki incelemelerde çoğunluğu sentetik tekstilin yıkanması sonucu ortaya çıkan fiber tipte mikroplastikler baskın olurken, 2020-2022 periyodunda çoğunluğu büyük boyutlu plastik objelerin parçalanması sonucu oluşan parça tipte mikroplastik baskınlığı tespit edilmiştir.

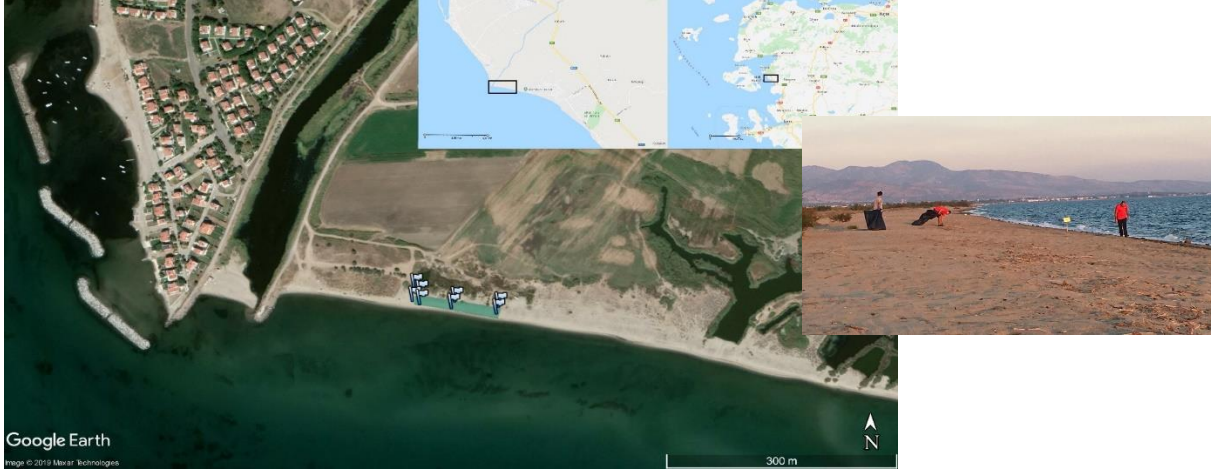
Tablo 3.20. DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde 2015-2022 dönemleri arasında sedimanda mikroplastik konsantrasyonu (adet.l⁻¹)

Dönem	Ortalama±SS	Baskın MP tip
2015 Yaz	2480±820	Fiber
2016 Yaz	710±467	Fiber
2020 Yaz	63.1±92.3	Parça
2021 Kış	630±848	Parça
2021 Yaz	325±543	Parça
2022 Kış	100.46±107.87	Parça
2022 Yaz	264.65±442.51	Parça

3.6.2 Sahilde Çöpler

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında 2019 yılında Madra çayının döküldüğü alanda bulunan plajda (Altınova, Ayvalık), 2020-2022 yılları arasında ise Karaburun Tuzla Plajı'nda (İzmir-Karaburun) sahilde çöp pilot çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.95, Şekil 3.96). Örnekleme yapılan plaj bölgesinde

100'er metrelik sahil çizgisi boyunca 2,5 cm'den daha büyük atıklar toplanmış ve ayrıştırılmıştır. Ayrıştırılan deniz çöpleri, "DSÇD denizel atıklar değerlendirme çalışma grubu" tarafından oluşturulmuş atık sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmıştır (JRC 2013 ve ÇŞB ÇEDİDGM ve TÜBİTAK MAM, 2019).



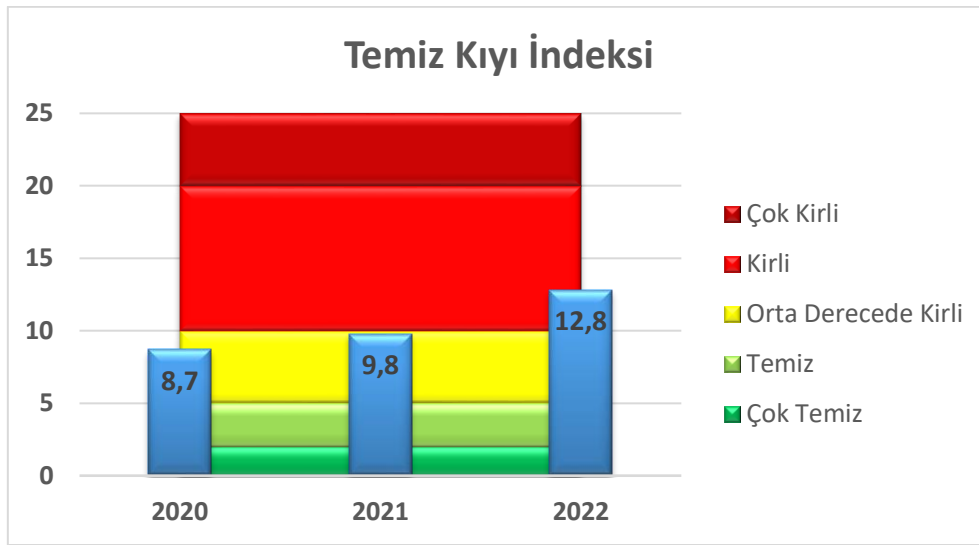
Şekil 3.95. Madra çayının döküldüğü alanda bulunan plajda sahilde çöp çalışması örnekleme alanı (2019)



Şekil 3.96. Karaburun Tuzla Plajı'nda sahilde çöp çalışması örnekleme alanı (2020-2022)

Birim alandaki çöp miktarına göre hesaplanan Temiz Kıyı İndeksi (Alkalay ve diğ. (2007)) Madra çayı etkisindeki plaj için Eylül 2019'da 17,8 olarak hesaplanmış ve plaj kirli (TKİ= 10-20) olarak sınıflandırılmıştır. Tuzla Plajı için ise birim alandaki çöp miktarına göre hesaplanan Temiz Kıyı İndeksi 2020'de 8,7; 2021'de 9,78 ve 2022'de 12,82 olarak hesaplanmış ve plaj kirli (K.=10-20) kategorisinde

sınıflandırılmıştır (Şekil 3.97). Tuzla Plajı çevresinde herhangi bir yerleşim bulunmamakla beraber, plaj yaklaşık 500 m uzağında bulunan balık çiftliği ağ kafeslerinin baskısı altındadır. Örnekleme alanında ayrıca özellikle yaz mevsiminde kampçılık talebinin sonucu olarak çöp ve atık sorununun yaşandığını tespit edilmiştir.



Şekil 3.97. 2020-2022 periyodunda Tuzla Plajının Temiz Kıyı İndeks karşılaştırması

Tuzla Plajında 2020 yılından itibaren toplam çöp miktarının adet olarak miktarında bir artış söz konusu iken ağırlıklarında ise bir düşüş mevcuttur (Şekil 3.98).

Gerek Tuzla gerekse Madra plajlarında yiyecek-içecek paketleri ve torbaları içine alacak şekilde hızlı tüketim ve genel paketlemeden gelen ürünler kirliliğin başlıca sebebi olmuştur. Bununla birlikte Tuzla plajında en sık rastlanan halat ve ip

malzemelerin ise bölgeye oldukça yakın olan akuakültür balıkçılık faaliyetlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bölgede balıkçılıklara çevre eğitimleri verilmesi büyük önem arz etmektedir. Yerel yönetimlerin daha etkili çöp yönetimi sağlaması ve halkın plastikleri az kullanmaya, yeniden kullanmaya ve geri dönüştürmeye teşvik edilmesinin uzun vadede denizel ortama ulaşması olası çöplerin miktarında azalmaya yardımcı olacağı düşünülmektedir.



Şekil 3.98. Tuzla Plajı (Karaburun) 2020-2022 yılları arasında plaj çöpü izleme çalışmalarının karşılaştırılması (a.adet, b. ağırlık)

3.6.3 Deniz Tabanı Çöpleri

Deniz tabanı katı atık çalışmaları dip trol/algarna çalışmaları ile birlikte yürütülmüştür. Trol çalışmaları süresince deniz zemininden toplanan katı atıklar Akdeniz'de Uluslararası Dip Trol Araştırması (International Bottom Trawl Survey in the Mediterranean - MEDITS) (MEDITS-Handbook, 2017) kapsamında geliştirilen “Çöp tipolojisi ve kodlarının listesi” doğrultusunda sınıflandırılmıştır.

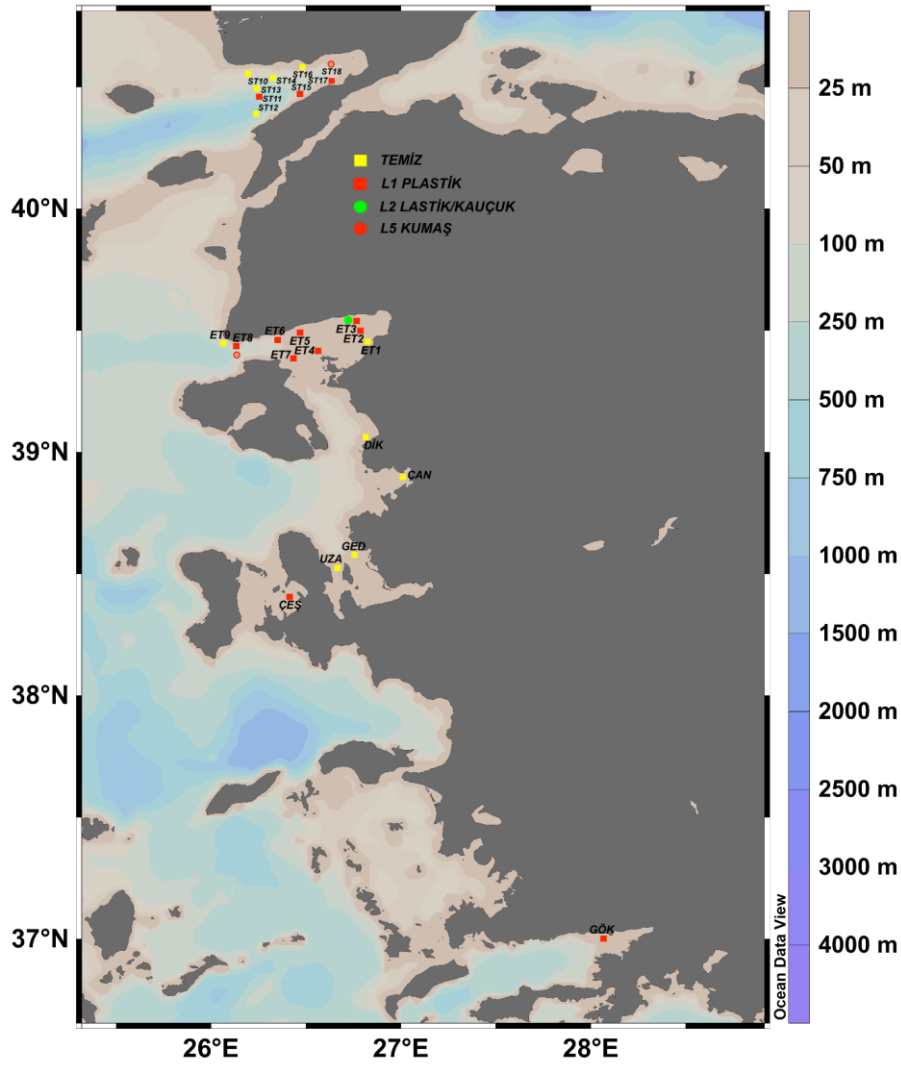
ST10, ST12, ST13, ST14, ST16, ET1, ET9, DİK, ÇAN, UZA ve GED nolu istasyonlarda yapılan örneklemeler sırasında herhangi bir çöp materyaline rastlanmamıştır.

Örneklemeler sırasında L3 Metal, L4 Cam/Seramik, L6 İşlenmiş Ağaç ve L7 Kağıt/Karton gruplarından çöplere rastlanmamıştır. En sık rastlanan ve sayıca en fazla olan çöp grubu L1 Plastik malzemelerdir. L1 grubu içerisinde plastik poşet, şişe ve ambalaj en sık rastlanılan malzemeler olmuştur.

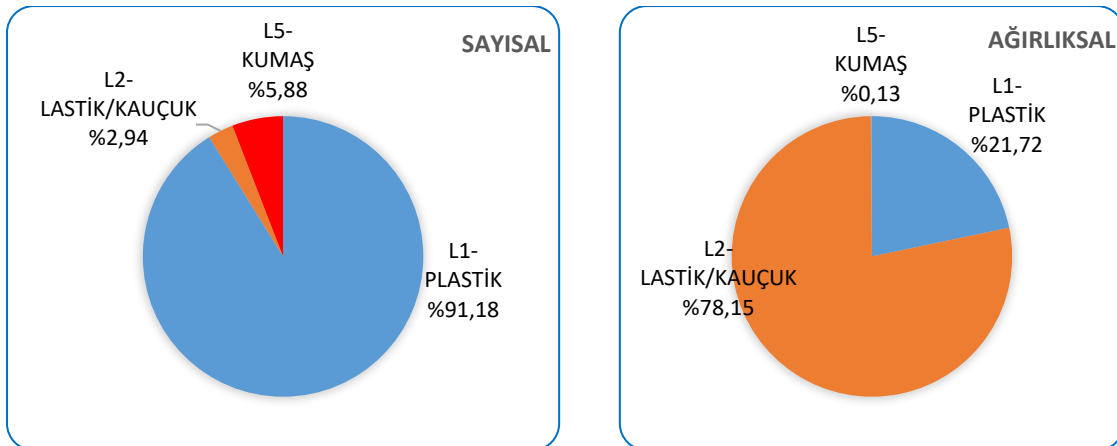
İstasyonlar arasında ET3 istasyonu ağırlıkça çöp miktarı bakımından ilk sırada yer almaktadır (Şekil 3.99). Bunun sebebi L2 lastik/kauçuk grubu içerisinde, bir büyük tır lastiği bulunmuştur. Poşet parçaları ve pet şişeler sayısal bakımından diğer gruplara göre daha baskın olup, L1

Plastik sınıfı toplam katı atık miktarının % 91,18'ini oluşturmaktadır (Şekil 3.100). Katı atıklar içerisinde tekstil/kumaş oranı

%5,88 ve lastik/kauçuk oranı ise %2,94'dür.



Şekil 3.99. İstasyonlara göre çıkan çöp sınıfları

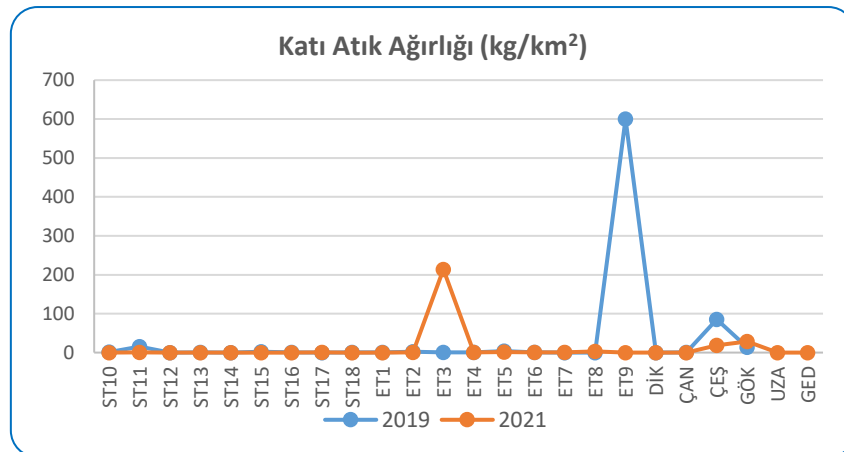
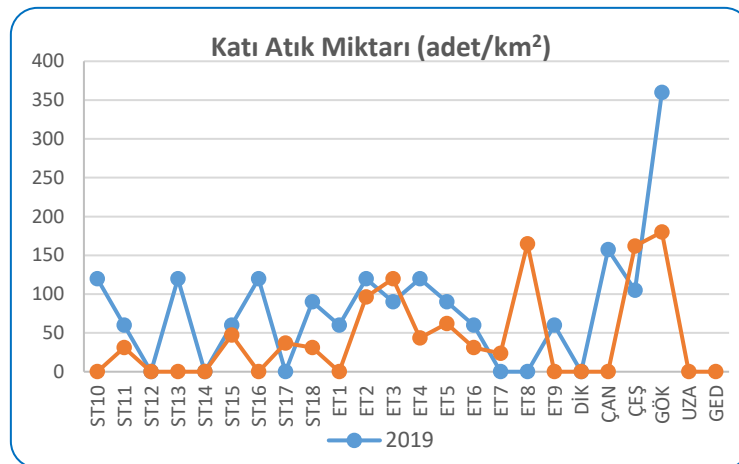


Şekil 3.100. Katı atık gruplarının miktar ve ağırlık olarak yüzde dağılımı

2016 yılı deniz izleme çalışmasında, Ege Denizi'nde trol ve algarna örneklemelerinden ayrılan katı atıklar derinlik kontürlerine göre hesaplanmıştır. Edremit Körfezi'nde 0-50 m ve 100-199 m derinlik arasında katı atık miktarı yüksek bulunmuştur. Saros Körfezi'nde 50-100 m derinlik arasında 137 kg/km² ile en yüksek değerde atık madde tespit edilmiş olup, bunun ¾'lük kısmını askeri mühimmat malzemeleri oluşturduğu rapor edilmiştir. 2019 yılında yapılan deniz izleme çalışmasında, en sık rastlanan ve sayıca en fazla olan çöp grubu L1 Plastik malzemeler olup, Edremit Körfezi'nde 50-99 m ve 100-199 m derinlik arasında katı atık miktarı daha yüksek, Saros Körfezi'nde ise sırasıyla 200-299 m, 50-99 m ve 100-199 m derinlik arasında katı atık miktarı daha yüksek bulunmuştur. 2021

yılındaki çalışmada ise, en sık rastlanan ve sayıca en fazla olan çöp grubu L1 Plastik malzemeler olup, Edremit Körfezi'nde 50-99 m ve 100-199 m, Saros Körfezi'nde 100-199 m ve 50-99 m, Çeşme'de 0-50 m ve Gökova Körfezi'nde 100-199 m derinlik arasında katı atık miktarı daha yüksek bulunmuştur.

Ege Denizi araştırma istasyonlarında 2019 ve 2021 yıllarına ait katı atık miktarı ve ağırlıkları karşılaştırıldığında; 2019 yılında katı atık miktarı 60 ile 360 adet/km² ve katı atık ağırlığı 0,78 ile 600 kg/km² arasında değişirken, 2021 yılında katı atık miktarı 24 ile 180 adet/km² ve katı atık ağırlığı 0,06 ile 214 kg/km² arasında değişmiştir (Şekil 3.101). 2019 yılında altı istasyonda, 2021 yılında ise 11 istasyonda katı atık bulunmamıştır.



Şekil 3.101. 2019 ve 2021 yıllarına ait istasyonlara göre katı atık miktarı (adet/km²) ve katı atık ağırlığı (kg/km²)

3.7.2 SÇD Biyolojik Kalite ve Ötrofikasyon Göstergelerine Göre Ekolojik Kalite Değerlendirmesi

Ege Denizi kıyı su kütlelerinin ekolojik durumu 2014-2022 dönemi için her yıl ayrı ayrı belirlenmiş olup 2018, 2019 ve 2021 yılına ait değerlendirme haritaları Şekil 3.103’de sunulmuştur.

Güney Ege Deniz’inde kalan SYB’lerin 2014 yılında beri iyi ve çok iyi sınıfta kaldığı 2021 yılında da bu özelliklerini koruduğu tespit edilmiştir. EGE05_1 (Güllük İç Körfezi)’nin 2014 – 2017 yılları arasında orta sınıfta olan sınıfının 2017 yılından sonra zayıf ve kötü duruma geçtiği belirlenmiştir. Güllük Dış Körfezi ise iyi ve çok iyi sınıfındadır. Büyük Menderes Nehri etkisinde olan EGE06 2014 yılından beri orta ve zayıf sınıf arasında kalitesinin değiştiği görülmekte olup, 2021 yılında orta sınıfta değerlendirilmiştir. Küçük Menderes’in direkt etkisinde olan EGE07_1 2019 yılında yeniden “orta” kalitede değerlendirilmiştir ve 2021 yılında orta sınıf kalitesini koruduğu tespit edilmiştir.. Kuzeyde kalan diğer bölge (EGE07_2) “çok iyi” kalitede değerlendirilmiştir. 2014-2016 döneminde de orta kalitede olan bu SYB, 2017 ve 2018 yılında iyi/çok iyi kalitede değerlendirilmiştir. 2019 yılında orta sınıfta değerlendirilen, 2021 yılında iyi kalitede olduğu belirlenmiş olsa da üzerindeki balıkçiftliği baskının azaltılması önerilmektedir.

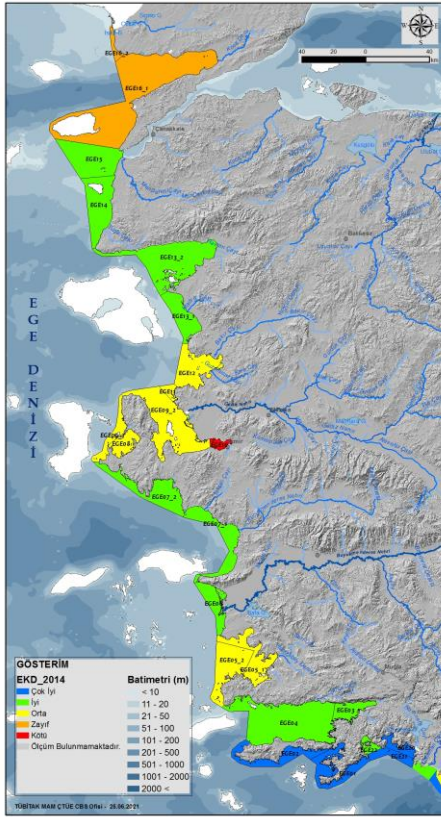
İzmir orta-dış körfez (09_2) ve Çeşme bölgesi (09_1) olarak iki bölümde

değerlendirilmiştir. İzmir orta körfez bölgesinin iç körfeze yakındır. Ortak değerlendirmede orta-dış körfez bölgesi 2021 yılında “zayıf” kalitede değerlendirilmiş ve 2014 yılından itibaren orta kaliteden giderek kötü kaliteyi sergileyen bir durumu işaret etmektedir. Çeşme bölgesinin (EGE09_1) ise “çok iyi” kalitede olduğu söylenebilir.

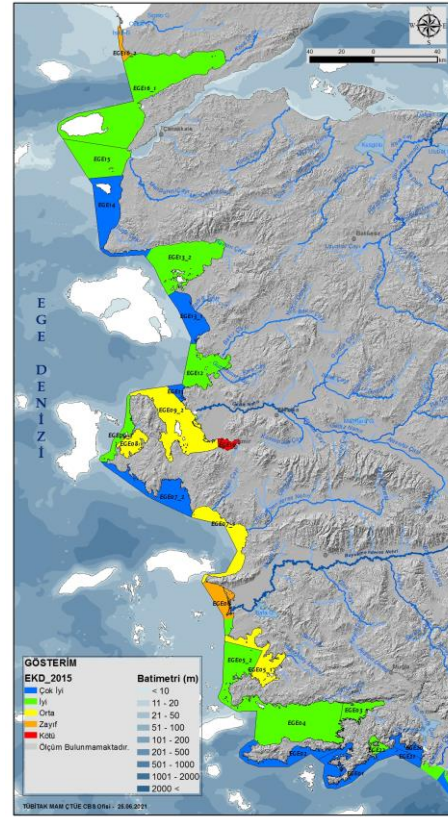
İzmir Körfezi’nin iç kısmını temsil eden EGE10’da ekolojik kalite olarak “kötü” olarak değerlendirilmiştir. 2014-2021 dönemi boyunca kalitede değişiklik izlenmemiştir.

EGE11 nolu SYB’nin ekolojik durumu genelde orta veya iyi olarak değerlendirilmiştir. 2021 yılında da orta sınıfta olarak değerlendirilmiştir.

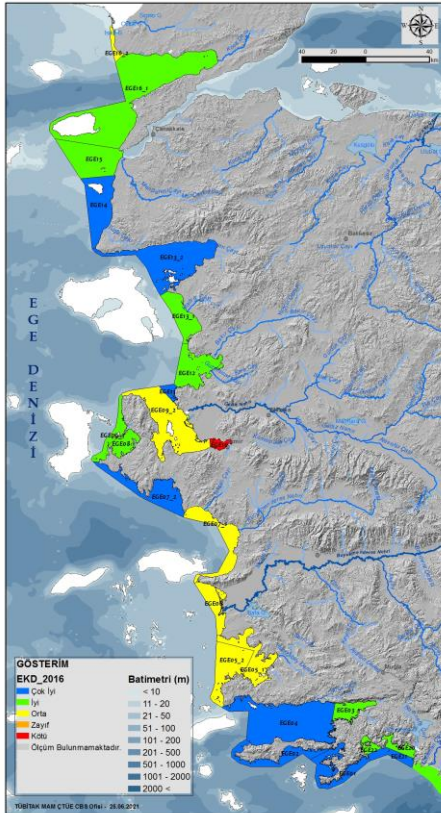
EGE13_1 ve EGE13_2’leri farklı baskı ve ekosistem özellikleri mevcuttur. Edremit Körfezi bölgesi ve Dikili-Ayvalık bölgesinin ayrı ayrı değerlendirilmesine karar verilmiştir. Bentik kalite her iki birimde de çok iyi kaliteyi göstermekle birlikte klorofil-a seviyesine bağlı olarak “orta” kalitede değerlendirilmişlerdir. Sarmısaklı, Ayvalık ve Dikili Bölgesi turizm baskısı altında olup, klorofil seviyeleri ile destekleyici parametrelerin durumu incelendiğinde iyi sınıftadır.



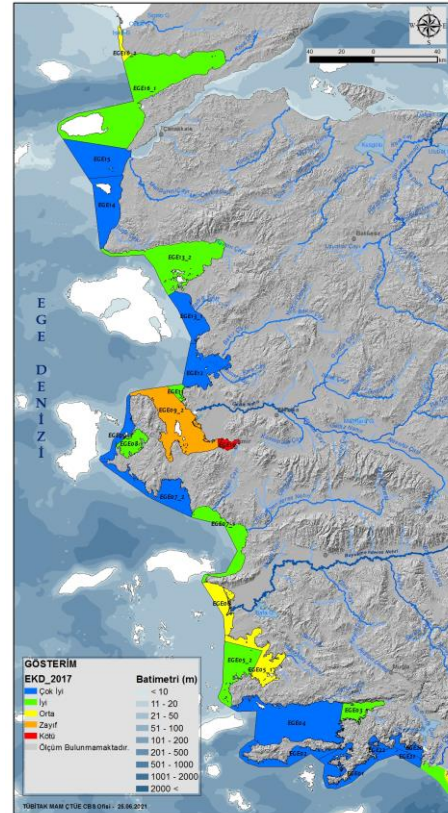
a) 2014



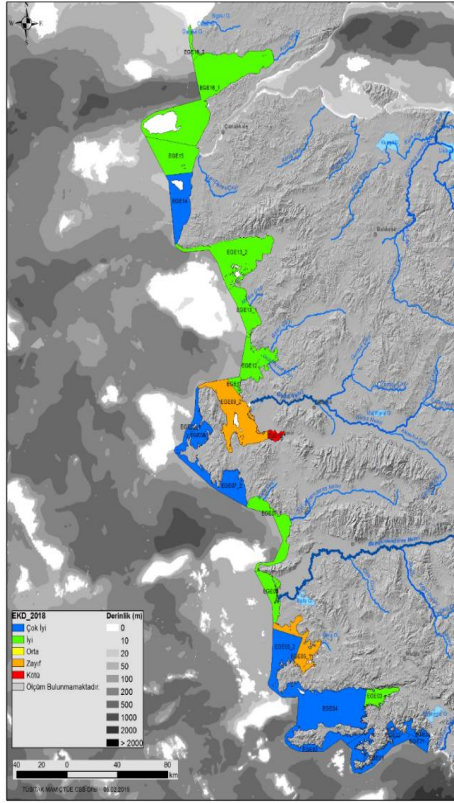
b) 2015



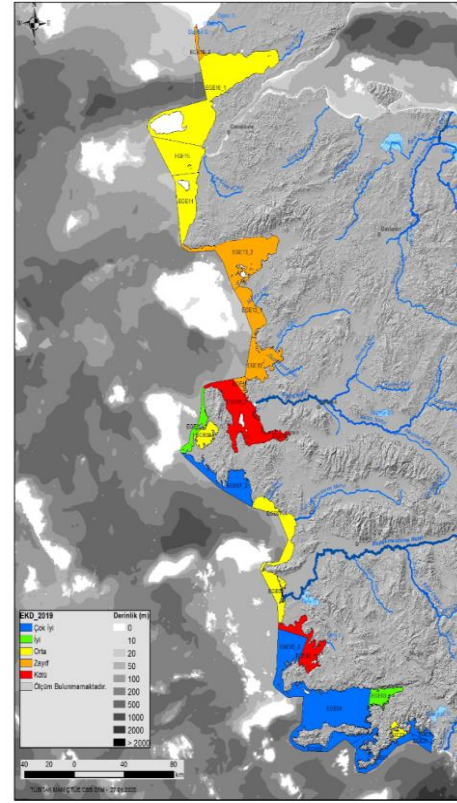
c) 2016



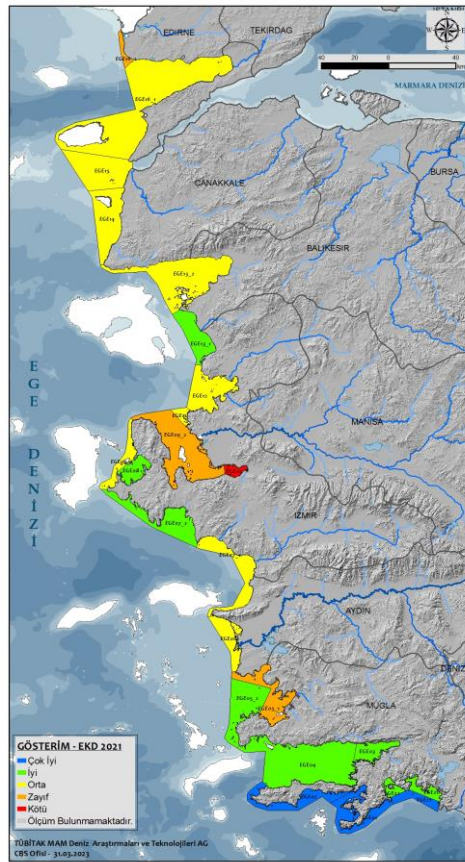
d) 2017



c) 2018



d) 2019



e) 2021

Şekil 3.103. Ege Denizi kıyı su kütleleri 2014 – 2021 yılı ekolojik kalite değerlendirmesi

3.7.3 Kimyasal Kirlenme Durumunun Değerlendirilmesi

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ) kapsamında, 2021 yılında Ege Denizi'nden alınan yüzey sediman örneklerinde sentetik (pestisitler, PCB'ler) ve sentetik olmayan (metaller, PAH'lar) kirleticiler analiz edilmiş ve kimyasal durum Çevresel Değerlendirme Kriteri (EAC) olarak kullanılan ERL değerleri üzerinden değerlendirilmiştir (Tablo 3.21).

DEN-İZ Programı kapsamında Ege Denizi'nde, 2014–2015 yıllarında 10 istasyonda, 2016 yılında alansal dağılımın daha iyi belirlenebilmesi amacıyla 24 istasyonda, 2018 yılında ise 42 istasyonda sediman örneklemeleri yapılmıştır. 2021 yılında bu sayı 41 istasyon olarak belirlenmiş ve değerlendirmeye alınmıştır. Önceki yıllara (2014, 2015, 2016 ve 2018) kıyasla, 2021 yılında da istasyonların kimyasal durumunun büyük ölçüde korunduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, Şekil 3.104'de sedimanda tüm kirleticiler parametrelerin ERL ve ERM eşik değerlerine göre istasyonlara dağılımı yüzdesel (%) olarak gösterilmektedir. ERL ve ERM değerleri, sedimandaki kirleticilerin olası biyolojik etkilerini değerlendirmede alt ve üst eşik değerler olarak kullanılmakta; ERL'nin altındaki seviyeler düşük risk, ERL–ERM arası potansiyel risk, ERM'nin üzerindeki konsantrasyonlar ise yüksek risk düzeyi olarak yorumlanmaktadır (Long, 1995; MacDonald ve diğerleri, 2000).

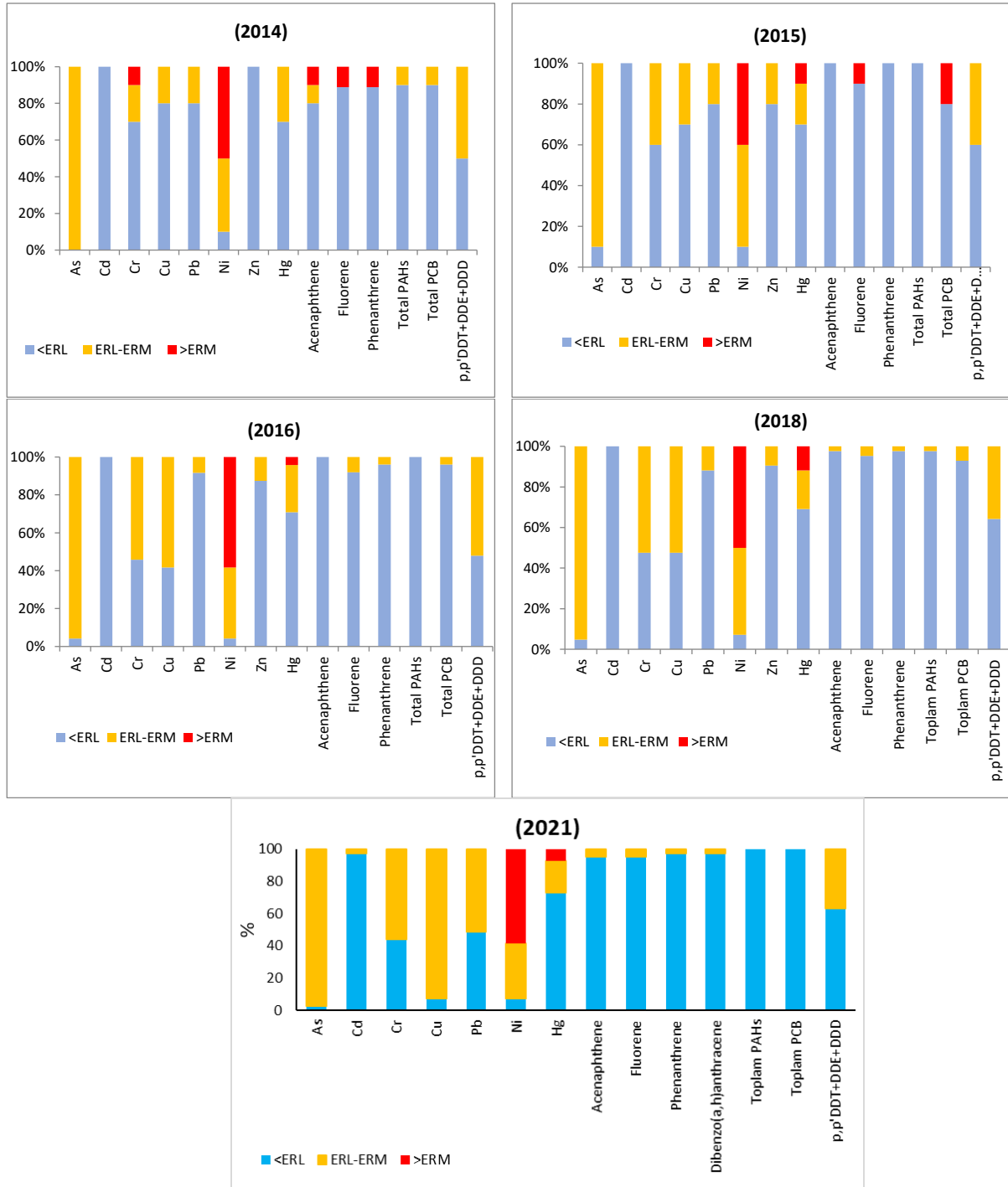
Ege Denizi'nde pestisitler (DDT ve türevleri) açısından istasyonların %37'si ERL–ERM aralığında olup, özellikle

Bakırçay, Küçükmenderes ve Büyükenderes nehirleri ile İzmir İç Körfezi ve Edremit Körfezi'nde potansiyel risk oluşturmaktadır. Ancak bulgular, kirliliğin büyük ölçüde geçmişte birikmiş DDT'nin bozunma ürünlerinden kaynaklandığını göstermektedir.

Ege Denizi'nde tüm sediman istasyonlarında ERL değerinin (11,50 ng/g) altında toplam PCB bulunmuştur.

İzmir ve Nemrut Körfezlerinde bazı PAH bileşenleri ERL değerinin üzerinde bulunmuş olsa da, diğer tüm istasyonlarda çok düşük seviyelerde ölçülmüştür. Ege Denizi'nde PAH'lar ağırlıklı olarak pirolitik kökenli olup, toplam PAH konsantrasyonları tüm istasyonlarda ERL değerinin altında kalarak düşük ekotoksik risk göstermektedir.

Karadeniz sediman istasyonlarının %98'inde arsenik, %2'sinde kadmiyum, %56'sında krom, %93'ünde bakır, %51'inde kurşun, %34'ünde nikel ve %20'sinde civa ERL–ERM aralığında bulunurken; %59'unda nikel ve %7'sinde civa ERM eşik değerini aşarak yüksek risk seviyesine işaret etmektedir (Şekil 3.104). Ege Denizi'nde metal içerikleri genel olarak düşük düzeyde zenginleşme göstermektedir; Nemrut Körfezi (DDNEM) yüksek civa seviyeleri ile öne çıkarken, Bakırçay ağzı, İzmir İç Körfezi, Aliaga ve Küçük Menderes ağzında orta düzeyde metal zenginleşmeleri gözlenmektedir. Nikel, bakır ve krom gibi elementlerin doğal kayalar kaynaklı olabileceği göz önünde bulundurularak zemin değerleri ile birlikte değerlendirilmesi önemlidir. (Bölüm 3.5.1).



Şekil 3.104. Ege Denizi sediman istasyonlarında kirleticilerin % dağılımları (2014-2021)

<ERL:Ekosisteme etki açısından düşük etki seviyesinin altında

ERL-ERM:Ekosisteme etki seviyesi düşük-orta arasında

>ERM: Ekosisteme etki seviyesi ortanın üstünde

Tablo 3.21. Sedimanda metal ve organik kirleticilerin ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması

İst No	SYB No	Naphtalene	Acenaphthylene	Acenaphthene	Fluorene	Phenanthrene	Anthracene	Fluoranthene	Pyrene	Benzo a anthracene	Chrysene	Benzo a pyrene	Dibenzo a_h_ anthracene	PAHs total	Toplam PCB	DDT+ DDE+ DDD	pp DDT	pp DDE	pp DDD	Cd	Pb	Hg
MARSW1	EGE22																					
BODSWR	EGE04																					
DATSWR2	EGE02																					
DATSWR3	EGE02																					
GOBSWR	EGE03																					
AKBSWR	EGE05																					
GULSW1	EGE05																					
GULSW2	EGE05																					
GULSW3	EGE05																					
DIDSW1	EGE06																					
BMRSW2	EGE06																					
KMRSW2	EGE07																					
KMRSW1	EGE07																					
SEGED	EGED2																					
ILBSW1	EGE08																					
GEDSW1	EGE09																					
IZMSW2	EGE09																					
IZMSW3	EGE09																					
IZMSW1	EGE10																					
FOCASW2	EGE11																					
FOCASW1	EGE11																					
ALISW2	EGE12																					
DDNEM	EGE12																					
CABSW1	EGE12																					
BARSW2	EGE12																					
BARSW1	EGE12																					
DIBSW1	EGE13																					
SRMSW1	EGE13																					
EDRSW1	EGE13																					
EDRSW2	EGE13																					
ALTSW1	EGE13																					
BABSWR	EGE13																					
ADAC	EGE15																					
BOZ	EGE14																					
BOZSWR	EGE15																					
GOKRAD	EGE16																					
SABSWR	EGE16																					
SABSW1	EGE16																					
MESSW1	EGE16																					
MESSW2	EGE16																					
D7	EGE15																					

KAYNAKLAR

- AÇA, European Environment Agency, 2019. Oxygen concentrations in coastal and marine waters. Copenhagen K. Denmark
- Alkalay, R., Pasternak, G. & Zask, A., (2007). Clean-coast index—A new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean & Coastal Management*, 50 (5-6), pp. 352–362. DOI:10.1016/j.ocecoaman.2006.10.002
- Cardoso, P.G., Brandão, A., Pardal, M.A., Raffaelli, D., Marques, J.C., 2005. Resilience of *Hydrobia ulva* populations to anthropogenic and natural disturbances. *Marine Ecology Progress Series* 289, 191–199
- Chouksey, Mithlesh Kumar, A.N. Kadam, M.D. Zingde, Petroleum hydrocarbon residues in the marine environment of Bassein–Mumbai, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 49, Issues 7–8, 2004.
- Conley, D J, J. Carstensen, G. Ærtebjerg, P. Bondo Christensen, T. Dalsgaard, J. L. S. Hansen, and A.B. Josefson. (2007), “Long-term changes and impacts of hypoxia in Danish coastal waters”. *Ecological Applications* 17. Eco Soc America: S165-S184.
- Cullen, W. R., & Reimer, K. J. (1989). Arsenic speciation in the environment. *Chemical Review*, 89, 713–764.
- Çınar, M.E., Bilecenoğlu, M., Yokeş, B., Öztürk, B., Taşkın, E., Bakır, K., Doğan, A., Açık, Ş. 2021. Current status (as of end of 2020) of marine alien species in Turkey. *PLOS ONE* 16(5): e0251086.
- ÇŞB, TÜBİTAK MAM (2017) Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşi 2014-2016 Ege Denizi Özet Raporu. 978-605-5294-69-4, 68 sayfa.
- ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2019) Deniz İzleme Kılavuzları, ISBN: 978-605-5294-84-7, Ankara-2019.
- Directive 2013/39/EU of The European Parliament and of the Council of 12 August 2013.
- EC, 2013. Commission Decision of 20 September 2013 Establishing, Pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the Values of the Member State Monitoring System Classifications as a Result of the Intercalibration Exercise and Repealing Decision 2008/ 915/EC. *Official Journal of the European Union* (L 266/1-47).
- EU, 2000. DIRECTIVE 2000/60/EC of the European parliament and of the council, of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, G.U.C.E. 22/12/2000, L 327.
- EU, 2008. 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). *Official Journal of the European Commission*, G.U.C.E. 25/6/2008, L 164/19.
- Ferreira, J.G., J.H. Andersen, A. Borja, S.B. Bricker, J. Camp, M. Cardoso da Silva, E. Garcés, A.S. Heiskanen, C. Humborg, L. Ignatiades, C. Lancelot, A. Menesguen, P. Tett, N. Hoepffner & U. Claussen (2010). Marine Strategy Framework Directive, Task Group 5 Report Eutrophication (April 2010) European Union and ICES, DOI 10.2788/86830^[1]_{SEP}.

- Flo, E., Camp, J., Garcés, E., 2011. Assessment Pressure methodology, Land Uses Simplified Index (LUSI). (Personal communication WFD-CIS- phase II, Technical paper).
- Flo, E., Garcés, E., Camp, J., 2019. Land Uses Simplified Index (LUSI): Determining Land Pressures and Their Link With Coastal Eutrophication. *Frontiers in Marine Science* 6, 10.3389/fmars.2019.00018.
- Francesconi and Kuehnelt, 2004. Determination of arsenic species: a critical review of applications, 2000–2003 Analyst, 129 (2004), pp. 373-395
- Francesconi, K.A., Edmonds, J.S. (1997). Arsenic and marine organisms. *Advances in Inorganic Chemistry*, 44: 147-189.
- Gertman, I., Pinardi, N., Popov, Y., Hecht, A., (2006) Aegean Sea water masses during the early stages of the Eastern Mediterranean Climatic Transient (1988–1990). *Journal of Physical Oceanography* 36 (9), 1841-1859.
- HELCOM, (2014) “Eutrophication status of the Baltic Sea 2007–2011 – A concise thematic assessment”. Baltic Sea Environment Proceedings No. 143.
- ICES CM 2003. Report of the Working Group on Marine Sediments in Relation to Pollution.
- Incarbona, A., Martrat, B., Mortyn, P. G., Sprovieri, M., Ziveri, P., Gogou, A., ... & Mazzola, S. (2016). Mediterranean circulation perturbations over the last five centuries: Relevance to past Eastern Mediterranean Transient-type events. *Scientific Reports*, 6(1), 29623.
- Kucuksezgin, F., Pazi, I., Kocak, F., Tolga Gonul, Duman, M., Eronat, H., 2019. The Coasts of Turkey, in: *World Seas: An Environmental Evaluation*. Elsevier, pp. 307–332. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805068-2.00015-2>
- Küçüksezgin, F., Gonul T. L., Pazi I., Kacar A., 2019. Assessment of seasonal and spatial variation of surface water quality: Recognition of environmental variables and fecal indicator bacteria of the coastal zones of Izmir Bay, Eastern Aegean. *Regional Studies in Marine Science*, 28 100554.
- Lévêque, C., & Mounolou, J. C. 2001. Biodiversité. Dynamique biologique et conservation, Dunod, Paris.
- Long, E. R., & Morgan, L. G. (1990) “The potential for biological effects of sediments-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program”. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Long, E. R., Macdonald, D. D., , S. L., & Calder, F. D. (1995) “Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments”. *Environmental management*, 19(1): 81-97.
- Long, E. R., Macdonald, D. D., , S. L., & Calder, F. D. (1995) “Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments”. *Environmental management*, 19(1): 81-97.
- MacDonald, D. D., Ingersoll, C., & Berger, T. (2000). Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 39(1), 20-31.
- Nixon, S W. (1995) “Coastal marine eutrophication: A definition, social causes, and future concerns”. *Ophelia* 41: 199–219. doi:10.1080/00785236.1995. 10422044.

Orfanidis, S., Panayotidis, P., Ugland, K.I., 2011. Ecological Evaluation Index (EEI) application: a step forward in functional groups, formula and reference conditions value. *Mediterr. Mar. Sci.* 12: 199–231.

Odum, E., Barrett, G., & Brewer, R. 2005. Fundamentals of ecology Thomson brooks. *California: Cole.*

OSPAR, A. (2013) “Assessment of the Ecological Coherence of the OSPAR Network of Marine Protected Areas in 2012”.OSPAR Commission, London, UK, 76.

Pavlidou, A., Kontoyiannis, H., Psyllidou-Goiuranovits, R., 2004. Trophic conditions and stoichiometric nutrient balance in the inner Saronikos Gulf (Central Aegean). *Fresen. Environ. Bull.* 13, 1509–1514.

Pergent G. (2007) - *Protocol for the setting up of Posidonia meadows monitoring systems.* MedPosidonia Programme/RAC/SPA-TOTAL Corporate Foundation for Biodiversity and the Sea; Memorandum of Understanding N°21/2007/RAC/SPA_MedPosidonia Nautilus-Okianos.

Roether, W., B. Klein, B.B. Manca, A. Theocharis, S. Kioroglou, 2007. Transient Eastern Mediterranean deep waters in response to the massive dense-water output of the Aegean Sea in the 1990's. *Progress in Oceanography*, 74, 540-571.

Sayın E, Beşiktepe ST 2010. Temporal evolution of the water mass properties during the Eastern Mediterranean Transient (EMT) in the Aegean Sea. *J. Geophys. Res.* 115: 1-9, doi:10.1029/2009JC005694.

Sayın, E., Eronat, C., Uçkaç, Ş, & Beşiktepe, Ş T. (2011). Hydrography of the eastern part of the Aegean Sea during the Eastern Mediterranean Transient (EMT). *Journal of Marine Systems*, 88(4), 502-515. doi:10.1016/j.jmarsys. 2011.06.005.

Smith, Sherri L., MacDonald, Donald D., Keenleyside, Karen A., Christopher G. Ingersoll, L. Jay Field, A Preliminary Evaluation of Sediment Quality Assessment Values for Freshwater Ecosystems, *Journal of Great Lakes Research*, Volume 22, Issue 3,1996, Pages 624-638.

Taşkın, E. 2015. Biodiversity of marine algal flora of the Aegean Coasts of Turkey. In: Katağan, T., Tokaç, A., Beşiktepe, Ş., Öztürk, B. (Eds.) (2015). *The Aegean Sea Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication No: 41, Istanbul, TURKEY. pp. 108-124.

TÜBİTAK-MAM&ÇŞİDB (2011) Türkiye Kıyılarında Kentsel Atıksu Yönetimi: Sıcak Nokta ve Hassas Alanların Yeniden Tanımlanması: Atık Özümsenme Kapasitelerinin İzleme Modelleme Yöntemleriyle Belirlenmesi ve Sürdürülebilir Kentsel Atıksu Yatırım Planlarının Geliştirilmesi Projesi (SINHA Projesi).

TÜBİTAK-MAM ve ÇŞB-ÇYGM (2014) “Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi (DeKoS)”. ÇTÜE 5118703, Rapor No. ÇTÜE.13.155 (Sonuç Raporu), Şubat 2014, Gebze-Kocaeli.

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (Resmi Gazete Tarihi: 29.12.2011 Resmi Gazete Sayısı: 28157 (3.mükerrer))

OSPAR (2013) OSPAR Agreement 2013-8. Common Procedure for the Identification of the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area. Supersedes Agreements 1997-11, 2002-20 and 2005-3. 67

UNEP/MAP (2013) Proposed GES and Targets regarding Ecological Objectives on biodiversity and fisheries (Joint session of the Eleventh Meeting of Focal Points for SPAs and COR-GEST on Biodiversity & Fisheries).

UNEP/MAP (2016a) UNEP(DEPI)/MED IG.22/28. Report of the 19th Ordinary Meeting of the Contracting Parties to the Convention For The Protection of The Marine Environment and the Coastal Region of The Mediterranean and its Protocols.

UNEP/MAP (2016b) UNEP(DEPI)/MED IG.22/10. Draft Decision: Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria, Athens 2015.

US Environmental Protection Agency, 1998. EPA's contaminated sediment management strategy. EPA-823-R-98-001. Washington, DC.

US Environmental Protection Agency (1997) The incidence and severity of sediment contamination in surface waters of the united states. Vols. 1–3. EPA 823-R-97-006. Science and Technology Office, Washington, DC

Zhou H, Sun Q, Wang X, Wang L, Chen J, Zhang J, et al. Removal of 2,4-dichlorophenol from contaminated soil by a heterogeneous ZVI/EDTA/Air Fenton-like system. Sep Purif Technol. 2014;132:346-53.

Zhou, QX, Kong, FX, Zhu, L. Ecotoxicology: Principles and Methods, Science Press, Beijing (2004), pp. 161-217

EKLER

EK1. Ege Denizi istasyon ve örnekleme bilgileri

İstasyon No	İstasyon tipi (kıyı/ deniz)	İstasyon Kodu	İstasyon yeri	SYB/ DDB No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Kıydan uzaklık (m)	Fizikokimyasal Değişkenler	Biyolojik Değişkenler			Sedimanda Kirleticiler	Radyoaktivite
					Enlem	Boylam				Fitoplankton	Zooplankton	Makrozoobentos		
									CTD, Çözünmüş Oksijen, Besin Maddeleri, Klorofil-a, Seki Disk Derinliği	Baskınlık, kompozisyon, indeksler/kalite				Deniz suyu ve sediman
1	Boğaz	D7	Boğaz	EGE15	40° 24' 23.400"	026° 42' 27.720"	72	1612	X				X	
2	Boğaz	KEPRAD	Çanakkale Boğazı-Ege Denizi çıkışı	EGE15	40° 07' 37.920"	026° 23' 40.920"	20	1092	X					X
3	Boğaz	D1	Çanakkale Boğazı-Ege Denizi çıkışı	EGE15	40° 01' 14.520"	026° 09' 47.520"	55	2683						
4	Kıyı	ADAC	Gökçeada-Bozcaada açık	EGE15	40° 01' 43.320"	025° 54' 51.480"	75	9752	X				X	
5	Geçiş	MESSW1	Edirne Enez - Meriç ağzı	EGE16	40° 42' 55.800"	026° 01' 36.480"	10	1609	X				X	
6	Geçiş	MESSW2	Edirne Enez	EGE16	40° 42' 25.200"	026° 01' 23.520"	17	2322	X	X	X	X	X	
7	Deniz	MESSWR	Edirne Enez	EGED1	40° 40' 42.600"	025° 58' 07.680"	36	7101	X					
8	Kıyı	SABSW1	Saros Körfezi	EGE16	40° 35' 07.800"	026° 47' 44.880"	60	2436	X	X	X	X	X	
9	Kıyı	SABSWR	Saros Körfezi	EGE16	40° 31' 09.480"	026° 26' 15.720"	118	8824	X				X	X
10	Deniz	SABSWR2	Saros Körfezi	EGED1	40° 25' 18.120"	026° 08' 06.720"	530	13333	X					
11	Kıyı	GOKRAD	Gökçeada	EGE16	40° 13' 01.920"	026° 10' 13.800"	89	8224	X				X	X
12	Kıyı	CSSSW1	Çanakkale B. Güney	EGE15	39° 57' 13.680"	026° 08' 58.200"	20	1284	X	X	X			
13	Kıyı	BOZSWR	Bozcaada deniz	EGE15	39° 55' 04.080"	026° 01' 07.320"	50	3058	X	X			X	
14	Kıyı	BOZ	Bozcaada	EGE14	39° 51' 19.800"	026° 05' 57.480"	28	1523	X				X	
15	Kıyı	AEBSW1	Bozcaada güney	EGE14	39° 45' 15.120"	026° 07' 30.720"	20	1279	X					
16	Kıyı	TUZ		EGE14	39° 35' 34.080"	026° 04' 54.480"	49	2135	X				X	
17	Kıyı	BABSWR	Baba Burnu	EGE13	39° 27' 33.120"	026° 04' 02.280"	88	1456	X				X	
18	Deniz	MIBAD	Kuzey Ege Deniz	EGED1	39° 24' 15.480"	026° 00' 29.880"	305	9222	X	X	X			
19	Kıyı	ALTSW1	Altınoluk	EGE13	39° 28' 16.320"	026° 22' 09.120"	94	1073	X				X	
20	Kıyı	EDRSWR2	Edremit Körfezi	EGED2	39° 24' 13.680"	026° 28' 38.280"	100	8136	X	X	X			
21	Kıyı	EDRSWR3	Edremit Körfezi	EGE13	39° 28' 23.520"	026° 37' 23.520"	85	7929	X					
22	Kıyı	EDRSW2	Edremit Körfezi	EGE13	39° 34' 13.800"	026° 55' 03.720"	20	1425	X	X			X	
23	Kıyı	EDRSW1	Edremit	EGE13	39° 33' 04.320"	026° 56' 08.880"	22	1085	X				X	

İstasyon No	İstasyon tipi (kıyı/deniz)	İstasyon Kodu	İstasyon yeri	SYB/ DDB No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Kıydan uzaklık (m)	Fizikokimyasal Değişkenler CTD, Çözülmüş Oksijen, Besin Maddeleri, Klorofil-a, Seki Disk Derinliği	Biyolojik Değişkenler			Sedimanda Kirleticiler	Radyoaktivite
					Enlem	Boylam				Fitoplankton	Zooplankton	Makrozoobentos		
										Baskınlık, kompozisyon, indeksler/kalite				Deniz suyu ve sediman
			Körfezi											
24	Kıyı	EDRSWR	Edremit Körfezi	EGE13	39° 33' 04.680"	026° 54' 01.080"	39	3297	X	X				
25	Kıyı	SRMSW1	Sarımsaklı	EGE13	39° 15' 03.600"	026° 41' 03.120"	22		X				X	
26	Kıyı	AYVSW1	Ayvalık	EGE13	39° 10' 16.320"	026° 44' 56.400"	15	1361	X					
27	Kıyı	AYVSW2	Ayvalık	EGE13	39° 07' 13.800"	026° 48' 15.480"	20	3511	X					
28	Kıyı	DIBSWR	Dikili Körfezi	EGE13	39° 04' 18.480"	026° 50' 24.000"	35	1876	X					
29	Kıyı	DIBSW1	Dikili Körfezi	EGE13	39° 04' 35.400"	026° 51' 30.600"	30	1613	X			X	X	
30	Geçiş	BARSW1	Bakırçay ağzı	EGE12	38° 55' 04.080"	026° 58' 28.200"	20	708	X				X	
31	Geçiş	BARSW2	Bakırçay ağzı	EGE12	38° 54' 09.720"	026° 59' 31.200"	43	1505	X				X	
32	Kıyı	CABSW1	Çandarlı Körfezi	EGE12	38° 54' 19.800"	027° 02' 10.320"	32	687	X			X	X	X
33	Kıyı	CABSWR	Çandarlı Körfezi	EGE12	38° 53' 07.080"	026° 58' 37.200"	54	3346	X					
34	Kıyı	ALISWR	Aliğa Körfezi	EGE12	38° 52' 13.080"	026° 53' 12.480"	78	711	X					
35	Kıyı	DDNEM	Nemrut Körfezi	EGE12	38° 46' 38.280"	026° 54' 33.480"	56	1165	X				X	
36	Kıyı	ALISW2	Aliğa Körfezi	EGE12	38° 49' 27.120"	026° 57' 05.400"	21	521	X	X	X	X	X	
37	Kıyı	ALISW1	Aliğa Körfezi	EGE12	38° 48' 54.000"	026° 57' 04.680"	13	559	X					
38	Kıyı	FOCASW1	Foça	EGE11	38° 42' 22.680"	026° 41' 53.520"	62	957	X				X	
39	Kıyı	FOCASW2	Foça	EGE11	38° 45' 11.520"	026° 50' 44.880"	35	415	X				X	
40	Kıyı	GEDSWR	Gediz açık	EGED2	38° 40' 11.280"	026° 34' 16.680"	69	4485	X					
41	Kıyı	GEDSW2	Gediz Ağzı	EGE09	38° 33' 22.320"	026° 44' 22.200"	55	2708	X					
42	Kıyı	GEDSW1	Gediz Ağzı	EGE09	38° 34' 46.200"	026° 47' 49.200"	11	1904	X			X	X	
43	Kıyı	IZMSW1	İzmir İç Körfez	EGE10	38° 26' 07.080"	027° 07' 30.000"	12	884	X	X	X	X	X	
44	Kıyı	IZMSW2	İzmir Orta Körfez	EGE09	38° 25' 19.920"	027° 00' 05.400"	10	1458	X			X	X	
45	Kıyı	IZMSW3	İzmir Dış Körfez	EGE09	38° 23' 11.400"	026° 46' 23.880"	21	988	X	X		X	X	
46	Kıyı	IZMSWR	İzmir Körfezi	EGE09	38° 28' 15.600"	026° 48' 35.280"	45	3804	X		X			
47	Deniz	KARAD	Orta Ege	EGED2	38° 45' 51.120"	026° 18' 53.280"	223	12121	X	X	X			
48	Kıyı	ILBSW1	İldır Körfezi	EGE08	38° 25' 09.480"	026° 26' 25.800"	65	1022	X	X	X	X	X	
49	Kıyı	ILBSWR	İldır Körfezi	EGE08	38° 23' 34.080"	026° 22' 31.800"	60	3433	X					
50	Kıyı	CESSW1	Çeşme	EGE09	38° 19' 25.320"	026° 17' 15.000"	15	249	X					
51	Kıyı	CESSWR	Çeşme	EGE09	38° 18' 29.880"	026° 15' 08.280"	20	1789	X	X	X			
52	Deniz	SAKCED	Orta Ege	EGED2	38° 05' 13.920"	026° 19' 54.480"	360	14135	X	X	X			
53	Deniz	SEGED	Orta Ege	EGED2	38° 03' 16.920"	026° 42' 13.680"	255	10034	X	X			X	
54	Kıyı	SIBSWR	Deniz	EGE07	38° 11' 25.800"	026° 44' 26.880"	43	2042	X					

İstasyon No	İstasyon tipi (kıyı/ deniz)	İstasyon Kodu	İstasyon yeri	SYB/ DDB No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Kıydan uzaklık (m)	Fizikokimyasal Değişkenler CTD, Çözülmüş Oksijen, Besin Maddeleri, Klorofil-a, Seki Disk Derinliği	Biyolojik Değişkenler			Sedimanda Kirleticiler	Radyoaktivite
					Enlem	Boylam				Fitoplankton	Zooplankton	Makrozoobentos		
										Baskınlık, kompozisyon, indeksler/kalite				Deniz suyu ve sediman
55	Kıyı	SIBSW1	Siğacık Körfezi	EGE07	38° 11' 35.880"	026° 46' 11.280"	25	223	X		X			
56	Geçiş	KMRSW1	K. Menderes ağzı	EGE07	37° 57' 11.520"	027° 15' 25.200"	28	744	X				X	
57	Geçiş	KMRSW2	K. Menderes ağzı	EGE07	37° 56' 37.320"	027° 15' 21.600"	40	1489	X	X	X	X	X	
58	Deniz	KUKED	Orta Ege	EGED2	37° 58' 54.120"	026° 58' 27.480"	170	8953	X	X				
59	Kıyı	KUSSW1	Kuşadası Körfezi	EGE07	37° 52' 13.800"	027° 13' 04.800"	55	2370	X					
60	Kıyı	KUSSW2	Kuşadası Körfezi	EGE07	37° 43' 10.920"	027° 11' 50.280"	53	1209	X					
61	Kıyı	BMRSWR	B. Menderes Ağzı	EGE06	37° 31' 59.520"	027° 07' 58.800"	46	3180	X					
62	Geçiş	BMRSW2	B. Menderes Ağzı	EGE06	37° 31' 58.800"	027° 09' 11.880"	13	1489	X				X	
63	Geçiş	BMRSW1	B. Menderes Ağzı	EGE06	37° 32' 03.120"	027° 09' 29.520"	3	1039	X					
64	Kıyı	DIDSW1	Didim Körfezi	EGE06	37° 25' 07.680"	027° 12' 11.520"	33	1091	X	X	X		X	
65	Kıyı	AKBSWR	Akbük Körfezi	EGE05	37° 22' 01.920"	027° 22' 07.320"	20	998	X	X			X	
66	Kıyı	GULSWR	Güllük Körfezi	EGE05	37° 14' 17.520"	027° 19' 06.600"	66	6169	X	X				
67	Kıyı	GULSW3	Güllük Körfezi	EGE05	37° 07' 19.200"	027° 30' 20.520"	44	1415	X	X			X	
68	Kıyı	GULSW4	Güllük Körfezi	EGE05	37° 09' 10.800"	027° 24' 15.120"	48	1547	X					
69	Kıyı	GULSW2	Güllük Körfezi	EGE05	37° 13' 09.120"	027° 33' 01.800"	28	1812	X				X	
70	Kıyı	GULSW1	Güllük Körfezi	EGE05	37° 14' 31.200"	027° 29' 13.200"	38	1101	X	X	X	X	X	
71	Kıyı	YALI	Yalıkavak	EGE05	37° 06' 29.880"	027° 16' 04.800"	43	567	X					
72	Kıyı	TUR	Turgutreis	EGE05	37° 00' 09.000"	027° 13' 52.680"	23	917	X		X			
73	Kıyı	DATSWR3	Datça	EGE02	36° 51' 32.400"	027° 39' 21.600"	700	5457	X					
74	Kıyı	GOBSWR1	Gökova Körfezi	EGE04	36° 58' 29.280"	027° 56' 52.080"	135	4604	X					
75	Kıyı	GOBSWR	Gökova Körfezi	EGE03	37° 00' 08.280"	028° 09' 09.000"	67	3021	X	X	X	X	X	X
76	Kıyı	BZBSW1	Bozburun	EGE01	36° 37' 09.480"	027° 58' 08.400"	230	920	X					
77	Kıyı	DATSWR2	Datça	EGE02	36° 43' 22.800"	027° 48' 01.800"	155	3331	X				X	
78	Kıyı	DATSW1	Datça	EGE02	36° 43' 19.920"	027° 41' 55.320"	42	468	X					
79	Kıyı	DATSWR	Datça açık	EGED3	36° 46' 16.320"	027° 25' 58.080"	158	2308	X					
80	Kıyı	BODSWR	Bodrum	EGE04	36° 59' 15.720"	027° 21' 25.200"	43	1842	X				X	
81	Kıyı	BODSW1	Bodrum	EGE04	37° 00' 42.480"	027° 25' 25.680"	40	1118	X					
82	Kıyı	DDIC	Bodrum	EGE04	37° 00' 58.680"	027° 26' 06.000"	30	744	X					
83	Kıyı	KOYSW1	Köyceğiz	EGE20	36° 47' 19.320"	028° 28' 59.880"	93	1426	X	X				
84	Kıyı	MARSWR2	Marmaris Açık	EGE21	36° 44' 31.200"	028° 22' 03.000"	130	5268	X					
85	Kıyı	KOYSWR	Köyceğiz	EGE21	36° 46' 31.800"	028° 28' 54.120"	105	2535	X		X			

İstasyon No	İstasyon tipi (kıyı/ deniz)	İstasyon Kodu	İstasyon yeri	SYB/ DDB No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Kıydan uzaklık (m)	Fizikokimyasal Değişkenler CTD, Çözünmüş Oksijen, Besin Maddeleri, Klorofil-a, Seki Disk Derinliği	Biyolojik Değişkenler			Sedimanda Kirleticiler	Radyoaktivite
					Enlem	Boylam				Fitoplankton	Zooplankton	Makrozoobentos		
										Baskınlık, kompozisyon, indeksler/kalite				Deniz suyu ve sediman
86	Açık	MAR-1	Marmaris	EGED3	36° 39' 34.200"	028° 29' 59.280"	365	11627	X					
87	Açık	MAR-2	Marmaris	EGED3	36° 31' 19.920"	028° 30' 43.920"	850	22084	X	X				
88	Kıyı	MARSW1	Marmaris İç Körfezi	EGE22	36° 50' 41.280"	028° 16' 19.920"	18	563	X	X		X	X	
89	Kıyı	MARSWR	Marmaris dış körfez	EGE22	36° 49' 01.200"	028° 15' 48.600"	35	397	X					
90	Kıyı	MAR-EK2	Marmaris Açık	EGED3	36° 49' 35.400"	028° 16' 54.120"	30	608	X					
91		MEDG2			36° 30' 37.800"	028° 04' 40.800"	325	7250	X					
92		ORNSW1			39° 29' 43.080"	026° 55' 21.720"	14	635	X					
93		GUN			37° 09' 24.840"	027° 21' 01.800"	50	923	X					

EK2. Trol çekim sahalarının koordinatları, derinlikleri, çekim süreleri ve çekim hızları

İstasyon No	Koordinatlar		Çekim süresi (dk)	Çekim hızı (mil)	Derinlik (m)
	Başlangıç	Bitiş			
ST10	40°32'33" N 26°15'84" E	40°31'43" N 26°14'06" E	30	3	79
ST11	40°30'33" N 26°18'82" E	40°30'42" N 26°16'67" E	30	3	183
ST12	40°29'87" N 26°18'54" E	40°30'16" N 26°20'87" E	30	3	240
ST13	40°30'06" N 26°30'70" E	40°30'66" N 26°32'73" E	30	3	278
ST14	40°30'34" N 26°28'38" E	40°29'74" N 26°30'05" E	30	3	143
ST15	40°30'88" N 26°30'62" E	40°30'70" N 26°28'89" E	30	3	111
ST16	40°30'80" N 26°32'21" E	40°31'37" N 26°34'20" E	30	3	195
ST17	40°32'17" N 26°37'83" E	40°32'76" N 26°39'90" E	30	3	107
ST18	40°33'49" N 26°40'29" E	40°34'22" N 26°38'34" E	30	3	82
ET1	39°27'19" N 26°48'13" E	39°27'12" N 26°46'28" E	30	3	58
ET2	39°28'41" N 26°43'72" E	39°28'25" N 26°41'75" E	30	3	66
ET3	39°28'93" N 26°38'45" E	39°29'47" N 26°39'93" E	30	3	80
ET4	39°26'56" N 26°28'40" E	39°26'48" N 26°30'33" E	30	3	106
ET5	39°27'36" N 26°25'96" E	39°27'76" N 26°27'73" E	30	3	112
ET6	39°27'47" N 26°22'51" E	39°27'58" N 26°22'34" E	30	3	106
ET7	39°24'56" N 26°02'18" E	39°25'07" N 26°04'25" E	30	3	300
ET8	39°26'14" N 26°04'53" E	39°26'02" N 26°02'07" E	30	3	322
ET9	39°26'66" N 26°01'68" E	39°26'43" N 25°59'49" E	30	3	323
DİKİLİ	39°03'10" N 26°48'08" E	39°03'50" N 26°50'04" E	60	3	38
ÇANDARLI	38°53'27" N 27°00'16" E	38°55'06" N 26°56'27" E	60	3	45
ÇEŞME	38°22'99" N 26°21'69" E	38°25'23" N 26°19'43" E	60	3	38
GÖKOVA	36°59'56" N 28°00'08" E	36°59'45" N 28°03'35" E	60	3	66

EK3. Makro flora istasyon bilgileri

Sıra No.	İstasyon	Su Kütlesi No	Örneklemeye Yapılan Koordinat	
			Kuzey	Doğu
1	Enez	EGE16_2	40°41'57"N	26°03'13"E
2	Saros Körfezi	EGE16_1	40°34'27"N	26°49'23"E
3	Çanakkale-Yeniköy	EGE15	39°56'26"N	26°09'43"E
4	Dalyan-Geyikli	EGE14	39°46'20"N	26°09'22"E
5	Edremit K. (Altınoluk)	EGE13	39°34'07"N	26°47'45"E
6	Dikili	EGE13_1	39°07'11"N	26°51'10"E
7	Çandarlı	EGE12	38°56'19"N	26°56'37"E
8	Yeni Şakran	EGE12	38°54'53"N	26°47'01"E
9	Foça (Gözlem)	EGE11	38°40'32"N	26°44'14"E
10	İzmir İç K.	EGE10	38°27'47"N	27°05'00"E
11	Gediz Çevresi (Homa Dalyanı)	EGE09_2	38°30'32"N	26°52'52"E
12	Urla	EGE09_2	38°22'02"N	26°47'01"E
13	Çeşme (Gözlem)	EGE09_1	38°20'02"N	26°19'01"E
14	İldır K.	EGE08	38°25'30"N	26°27'54"E
15	Sığacık	EGE07_2	38°12'02"N	26°47'10"E
16	Küçük Menderes	EGE07_1	37°57'22"N	27°15'57"E
17	Doğanbey	EGE06	37°37'53"N	27°07'01"E
18	Güllük	EGE05_1	37°14'42"N	27°36'02"E
19	Gökova K.-Kapalı	EGE03	36°59'22"N	28°15'01"E
20	Akyaka	EGE03	37°03'04"N	28°18'42"E