

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

**DENİZLERDE BÜTÜNLEŞİK KİRLİLİK İZLEME
PROGRAMI**

2014-2022 YILI

AKDENİZ 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 Akdeniz Özet Raporu

ISBN : 978-625-8679-58-8

Kaynak Gösterme : ÇŞİDB, TÜBİTAK-MAM (2026). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2022 Akdeniz 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 Fotoğrafları : Dr. Alper EVCEN



**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

AKDENİZ 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 BİYİB
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 BYİYB
Deniz Araştırmaları ve Teknolojileri Araştırma Grubu*

Doç. Dr. S. Çolpan POLAT BEKEN

Dr. Hakan ATABAY

Doç. Dr. İbrahim TAN

Aslı DÖNERTAŞ

Dr. Sabri MUTLU

Dr. Ertuğrul ASLAN

Dr. Leyla TOLUN

Dr. Alper EVCEN

Dr. Ertuğrul ASLAN

Gökhan KAMAN

Doç. Dr. Oltan CANLI

Doç. Dr. Barış GÜZEL

Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Deniz Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU

Prof. Dr. Bettina Fach SALİHOĞLU

Prof. Dr. Süleyman TUĞRUL

Prof. Zahit UYSAL

Prof. Dr. Ahmet KIDEYŞ

Doç. Dr. Koray ÖZHAN

Dr. Öğr. Üyesi Devrim TEZCAN

Dr. Öğr. Üyesi Berkay BAŞDURAK

Dr.Öğr.Gör. Meltem OK

Dr. Öğr.Gör. Hasan ÖREK

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa MANTIKCI

Ege Üniversitesi – Su Ürünleri Fakültesi

Prof. Dr. Melih Ertan ÇINAR

Prof. Dr. Bilal ÖZTÜRK

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. Orkide MİNARECİ

Prof. Dr. Ersin MİNARECİ

Dr. Murat ÇAKIR

Furkan BİLGİÇ

Dokuz Eylül Üniversitesi-Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü

Prof. Dr. Şermin AÇIK ÇINAR

Çukurova Üniversitesi- Su Ürünleri Fakültesi

Doç. Dr. Tuba TERBİYİK KURT

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. AKDENİZ BÖLGESİ BÜTÜNLEŞİK DENİZ İZLEME VE DEĞERLENDİRME SONUÇLARI.....	19
3.1. Su Kolonu Fiziksel Özellikleri	21
3.1.1. Tuzluluk & Sıcaklık	21
3.2. Ötrofikasyon.....	25
3.2.1. Besin Elementleri	27
3.2.2. Çözünmüş Oksijen	31
3.2.3. Klorofil-a	33
3.2.4. Işık Geçirgenliği (Seki Disk Derinliği)	34
3.2.5. Ötrofikasyon Parametrelerinde Yönelim (Trend) Analizi.....	35
3.2.6. TRIX.....	41
3.3. Su Kolonu Habitatları	42
3.3.1. Fitoplankton	43
3.3.2. Zooplankton	51
3.4. Deniz Tabanı Habitatları	61
3.4.1. Makro Flora.....	61
3.4.2. Posidonia oceanica izleme istasyonlarının kurulumu ve izleme çalışmaları ...	69
3.4.3. Makrozoobentos	71
3.4.4. Mersin Limanı Yabancı Tür/Yayılmacı Tür Çalışması	79
3.4.5. Deniz Tabanı Trol Çalışması (Doğu Akdeniz)	82
3.5. Kirleticiler	86
3.5.1. Sedimanda Kirleticiler.....	88
3.5.2. Biyotada Kirleticiler	98
3.5.3. Radyoaktivite Düzeyleri.....	101
3.6. Deniz Çöpleri.....	108
3.6.1. Mikroplastikler	108
3.6.2. Sahilde Çöpler	110
3.6.3. Deniz Tabanı Katı Atık Dağılımı (Doğu Akdeniz).....	112
3.7. Kıyı Su Yönetim Birimlerinin Baskı ve Ekolojik Kalite Durum Değerlendirmesi	114
3.7.1. Baskıların Değerlendirilmesi.....	114
3.7.2. SÇD Biyolojik Kalite ve Ötrofikasyon Göstergelerine Bağlı Ekolojik Kalite Değerlendirmesi	115
3.7.3. Kimyasal Kirlenme Durumunun Değerlendirilmesi	118
KAYNAKLAR.....	121

TABLO DİZİNİ

Tablo 3.1. Akdeniz Bütünleşik Kirlilik İzleme bileşenleri ve yıllara göre istasyon sayıları	20
Tablo 3.2. Besin tuzları girdilerinin haliçlerde ve kıyı sularında su kalitesiyle ilişkili olarak etkileri.....	25
Tablo 3.3. 2021 yılı yüzey sedimanlarında alınan örneklerde ölçülen toplam fosfor (TP) değerleri.....	30
Tablo 3.4. Fitoplankton taksonomik kompozisyonun yıllar içinde değişimi (Cins # : Tür #).....	47
Tablo 3.5. 2014-2022 izleme dönemi yüzey fitoplanktonunda toksik / potansiyel toksik tür sayıları ve baskınlık oranları (%)	49
Tablo 3.6. Örnekleme periyotlarında zooplankton grup/tür ve toplam takson sayısı	53
Tablo 3.7. 2014-2022 izleme döneminde saptanan makro flora takson sayıları.....	61
Tablo 3.8. 2014-2022 izleme döneminde makro flora çalışma istasyonlarının “Ekolojik kalite İndeksi: EEI” ile yapılan kalite sınıflandırması (K:Kötü, Z:Zayıf, O:Orta, İ:İyi, Çİ:Çok İyi)	62
Tablo 3.9 APS01 (Heybeli Ada, Kaş) <i>P. oceanica</i> izleme istasyonu yıllara göre ortalama ölçüm değerleri.....	71
Tablo 3.10 Barbun balığının alt bölge kondisyon ve Hepatosomatik indeks değerlerinde çalışma yılları arasındaki değişimler. Yeşil: genel ortalamanın üzerinde kalan alt bölgelerdir	85
Tablo 3.11. Değerlendirmede dikkate alınan kirleticiler.....	88
Tablo 3.12. Akdeniz sedimanlarının minimum, maksimum ve ortalama PAH konsantrasyonları ile ekosistem açısından etki sınır değerleri ile karşılaştırılması (ERL, ERM)	91
Tablo 3.13. Akdeniz sediman örneklerinde zenginleşme faktörleri değerleri	96
Tablo 3.14. Akdeniz’de 2021 yılında biyotada ölçülen metallerin sınır değerlerle karşılaştırılması (mg/kg yaş ağırlık).....	99
Tablo 3.15. 2015-2022 yılları arasında Mersin Körfezindeki 3 istasyonda değişik ortamlardan örneklenen ortalama mikroplastik yoğunlukları	109
Tablo 3.16 Akdeniz yüzey suyu için belirlenen ortalama ve baz mikroplastik değerleri (parçacık/km ²)	109
Tablo 3.17. Sedimanda Metal ve Organik Kirletici Bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması	120

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.1. Özet Raporda denizlerin betimsel olarak bağlantılı ekosistem bileşenlerine ve baskılara genel bir bakış.....	15
Şekil 3.1. Akdeniz 2014-2022 dönemi izleme istasyonları, kıyı su yönetim birimleri (SYB 1-21) haritası.....	19
Şekil 3.2. Doğu Akdeniz bölgesi Nisan 2002 dönemi yüzey suyu sıcaklık dağılımı ve üst tabaka akıntılarının yarattığı filamentlerin basen ölçekli değişimini gösteren uydu verisi (sol panel); Kış dönemi üst tabaka akıntı durumunu gösteren akıntı modeli simülasyon sonucu (sağ panel)	21
Şekil 3.3. 2014-2022 izleme döneminde 22 SYB ve 4 DDB ‘nin yüzey sularında (0-10 m ortalama) ölçülen tuzluluk değerleri kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamaları	22
Şekil 3.4. 2014-2022 izleme döneminde 22 SYB ve 4 DDB ‘nin yüzey sularında (0-10 m ortalama) ölçülen sıcaklık değerleri kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamaları	23
Şekil 3.5. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda kış (üst) ve yaz (alt) döneminde ölçülen sıcaklık, tuzluluk değerlerinin genel olarak derinlikle değişimi	24
Şekil 3.6. 2014-2022 izleme döneminde NO ₂ +NO ₃ -N (NO _x) kış (mavi) ve yaz (kırmızı) dönemleri yüzey suyu konsantrasyonlarının (0-10m ortalama) 22 SYB’deki ortalama değerleri	28
Şekil 3.7. Akdeniz Bölgesi 2014-2022 yılları arası kış ve yaz dönemlerinde ölçülen 0-10 m ortalama NO _x değerlerinin Deniz Değerlendirme Birimlerindeki ortalamaları	28
Şekil 3.8. Akdeniz Bölgesi 2014-2022 döneminde ölçülen toplam fosfor (TP) yüzey suyu konsantrasyonlarının (0-10m ortalama) 22 SYB, Referans alan (R) ve 4 DDB’deki kış (mavi) ve yaz (kırmızı) mevsimi ortalama değerleri	30
Şekil 3.9. Akdeniz 2014-2022 izleme dönemi Çözünmüş Oksijen (ÇO) yüzey suyu konsantrasyonu doygunluk yüzde değerlerinin (0-10m ortalama) 22 SYB ve 4 DDB’de kış (mavi) ve yaz (kırmızı) mevsimi ortalama değerleri	32
Şekil 3.10. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda kış (sol panel) ve yaz (sağ panel) döneminde ölçülen Çözünmüş Oksijen (ÇO) değerlerinin genel olarak derinlikle değişimi	33
Şekil 3.11. 2014-2022 izleme döneminde yüzey suyu (0-10m) klorofil-a konsantrasyon değerleri SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamalarının mevsimsel ve alansal değişimleri	34
Şekil 3.12. 2014-2022 örnekleme dönemlerindeki seki disk derinliği (0-10m ortalama) SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalama değerleri	34
Şekil 3.13. Mersin Körfezi bölgesi 2004-2022 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a); fosfat (PO ₄), nitrat+nitrit (NO _x) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri ..	38
Şekil 3.14. İskenderun Körfezi bölgesi 2014-2022 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO ₄), nitrat+nitrit (NO _x) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri ..	38
Şekil 3.15. Antalya Körfezi bölgesi 2014-2022 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO ₄), nitrat+nitrit (NO _x) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri ..	39
Şekil 3.16. Finike Körfezi bölgesi 2014-2022 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO ₄), nitrat+nitrit (NO _x) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri ..	40
Şekil 3.17. 2014-2022 örnekleme dönemlerindeki yüzey suyu TRIX değerlerinin (0-10m ortalama) SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalama değerleri	42
Şekil 3.18. Akdeniz fitoplankton örnekleme istasyonları	44
Şekil 3.19. Farklı fitoplankton gruplarının yıllar içinde ortalama hücre bolluklarının değişimi	44
Şekil 3.20. 2015-2022 kış dönemlerinde istasyonlarda yüzey sularında litrede toplam hücre sıklıkları dağılımı	45

Şekil 3.21. 2014-2022 yaz dönemlerinde istasyonlarda yüzey sularında litrede toplam hücre sıklıkları dağılımı	45
Şekil 3.22. 2014-2022 yaz ve kış dönemlerinde mevcut tür sayıları dağılımı	46
Şekil 3.23. 2015-2022 kış dönemlerinde istasyonlarda mevcut tür sayıları dağılımı	46
Şekil 3.24. 2014-2022 yaz dönemlerinde istasyonlarda mevcut tür sayıları dağılımı	46
Şekil 3.25. 2015-2022 kış dönemlerinde istasyonlarda Shannon Indeks H' değerlerinin dağılımı.....	48
Şekil 3.26. 2014-2022 yaz dönemlerinde istasyonlarda Shannon Indeks H' değerlerinin dağılımı.....	48
Şekil 3.27. Örneklem İstasyonları	51
Şekil 3.28. Kış mevsimi zooplankton bolluğunun yıllar arası değişimleri	52
Şekil 3.29. Yaz mevsimi zooplankton bolluğunun yıllar arası değişimleri	52
Şekil 3.30. 2017-2022 izleme dönemlerinde zooplankton gruplarının yüzde oranları	54
Şekil 3.31. Yaz mevsimi zooplankton gruplarının örneklem istasyonlarındaki oransal dağılımı.....	55
Şekil 3.32. Kış mevsimi zooplankton gruplarının örneklem istasyonlarındaki oransal dağılımı	56
Şekil 3.33. 2017-2022 yılları arasında kış mevsimine ait Shannon Wiener çeşitlilik , Pielou düzenlilik indeks değerleri ile tür sayılarının alansal dağılımı	58
Şekil 3.34. 2017-2022 yılları arasında yaz mevsimine ait Shannon Wiener çeşitlilik , Pielou düzenlilik indeks değerleri ile tür sayılarının alansal dağılımı	59
Şekil 3.35. Akdeniz makroflora istasyonları	61
Şekil 3.36. Akdeniz istasyonlarının 2021 yılı ESG I ve ESG II gruplarının takson sayıları ...	62
Şekil 3.37. 2021 yılı Akdeniz istasyonlarının ESG I ve ESG II türlerinin ortalama örtü değerleri (% olarak) ile EEI-c değerleri	64
Şekil 3.38. Akdeniz makro flora istasyonları 2014-2022 ESG I ve ESG II değişimleri.....	65
Şekil 3.39. Hassas kırmızı alg <i>Corallina officinalis</i> (Kaş)	68
Şekil 3.40. Deniz çayırı <i>Posidonia oceanica</i> fasiyesi (Kaş)	68
Şekil 3.41. Toleranslı kırmızı alg <i>Laurencia obtusa</i> (Marmaris)	68
Şekil 3.42. Akdeniz istasyonlarının MA-LUSI ve EEI-c ilişkisi	69
Şekil 3.43. Akdeniz'de deniz çayırı <i>Posidonia oceanica</i> izleme istasyonu.....	70
Şekil 3.44. APS01 (Heybeli Ada, Kaş) <i>P. oceanica</i> izleme istasyonu balizaj ve fotoğraf çubukları yerleşim planı	70
Şekil 3.45. APS01 (Heybeli Ada, Kaş) <i>P. oceanica</i> izleme istasyonu Haziran 2021 tarihinde çekilmiş olan önden fotoğrafları	71
Şekil 3.46. Akdeniz makrozoobentos istasyonları	72
Şekil 3.47. Akdeniz 'de 2014-2022 yılları arasında tespit edilen makrozoobentik tür ve birey sayısı.....	72
Şekil 3.48. Akdeniz'de 2014-2021 yılları arasında tespit edilen en dominant türler ve dominansi değerleri (%)	72
Şekil 3.49. Akdeniz'de 2014-2021 yıllarında istasyonlara tespit edilen toplam tür sayıları....	73
Şekil 3.50. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen ekolojik grupların yıllara bağlı değişimleri. GI: Duyarlı türler, GII: Duyarsız türler, GIII: Toleranslı türler, GIV: 2. sınıf fırsatçı türler, GV: 1. sınıf fırsatçı türler.	73
Şekil 3.51. Akdeniz'de 2015-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen ekolojik grupların yüzde oranları.....	74
Şekil 3.52. Ortalama TUBI değerlerinde göre Akdeniz istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları	75
Şekil 3.53. Akdeniz 'de 2014-2021 yılları arasında istasyonlarda tespit edilen yabancı türlere ait tür ve birey sayısı	75

Şekil 3.54. Akdeniz’de 2015-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen dominant yabancı türler	76
Şekil 3.55. Akdeniz’de yıllara bağlı olarak istasyonlarında tespit edilen yabancı tür ve birey sayısının toplam tür ve birey sayısına oranları.....	76
Şekil 3.56. ALEX değerlerinde göre Akdeniz istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları	77
Şekil 3.57. Akdeniz’de seçilen sert substratum ve liman ortamı istasyonları.....	77
Şekil 3.58. Akdeniz’de sert substratum istasyonlarındaki dominant türler.....	78
Şekil 3.59. Akdeniz sert substratum istasyonlardaki ortalama tür ve birey sayıları ile + Standart Hatası (SH).....	78
Şekil 3.60. Akdeniz sert substratum istasyonlarında ekolojik grupların ortalama yüzdeleri ...	78
Şekil 3.61. Ortalama TUBI değerlerine göre Akdeniz sert substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları	79
Şekil 3.62. Ortalama ALEX değerlerine göre Akdeniz sert substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları	79
Şekil 3.63. Ortalama TUBI değerlerine göre Mersin Limanı yumuşak substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları.....	80
Şekil 3.64. Ortalama ALEX değerlerine göre Mersin Limanı yumuşak substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları.....	80
Şekil 3.65. Mersin Limanı AML02 noktası, <i>Falkenbergia rufolanosa</i>	81
Şekil 3.66. 2016, 2019 ve 2021 yılında Kuzeydoğu Akdeniz’de gerçekleştirilen trol örnekleme ve CTD ile yerinde ölçüm istasyonları	82
Şekil 3.67. 2016, 2019 ve 2021 izleme dönemlerinde tüm türler için bolluk ve biyokütlenin bölgelere göre alansal değişim.	82
Şekil 3.68. 2016, 2019 ve 2021 yıllarında yapılan çalışmalarda türlerin frekans indeksine göre bulunma oranları	83
Şekil 3.69. 2016, 2019 ve 2021 yıllarında yapılan çalışmalarda alt bölgelere göre Lessepsian türlerin tür sayısı, bolluk ve biokütle dağılımları.....	84
Şekil 3.70. 2016, 2019 ve 2021 izleme dönemlerinde alt bölgelere göre tür sayısı (N), Margalef (D), Pileou (J’) ve Shannon-Wiener (H’) göstergelerinin alansal dağılımı.....	85
Şekil 3.71. Akdeniz sediman istasyon haritası (2020-2022).....	89
Şekil 3.72. Akdeniz sediman örneklerinin tane boyu dağılımı haritası (2021).....	89
Şekil 3.73. Akdeniz sedimanlarında PAH kaynaklarını gösteren PAH’ların izomerik oranlarının çapraz çizimleri.....	91
Şekil 3.74. Akdeniz sediman örneklerinin 2-3-4-5-6 halkalı PAH’ların mekânsal dağılımı (LMW:2-3 halkalı; HMW:4-5-6 halkalı)	92
Şekil 3.75 Akdeniz sediman istasyonlarında organik kirletici (Toplam PAH, Toplam DDT ve türevleri ile Toplam PCB) bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması	92
Şekil 3.76. Akdeniz sedimanlarında DDT ve türevlerinin % dağılımı	93
Şekil 3.77. Akdeniz yüzey sedimanlarında DDT ve türevlerinin oran ilişkisi.....	94
Şekil 3.78. Akdeniz sediman yönelim istasyonlarında metallerin yıllara göre değişimi (1999-2021).....	95
Şekil 3.79 Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ZF değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2021)	97
Şekil 3.80. Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2021)	97
Şekil 3.81. Akdeniz biyota örnekleme istasyonları.....	98
Şekil 3.82. Deniz suyunda doğal radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), a, b, c Uranyum izotopları, d. Radyum	105

Şekil 3.83. Deniz suyunda antropojenik ve kozmojenik radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), e. Sezyum, f. Stronsiyum ve g. Tritiyum	105
Şekil 3.84. Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), h. Potasyum, i. Radyum, j. Toryum ve k. Sezyum	107
Şekil 3.85. Akdeniz mikroplastik örnekleme istasyonları	108
Şekil 3.86. Ağustos, Eylül ve Ekim 2022’da Türkiye’nin doğu Akdeniz kıyısında Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsündeki plajda sahil çöpleri araştırma istasyonları..	110
Şekil 3.87 ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü sahilinde herbiri 100 m’lik 3 sahil çöp araştırma istasyonundan toplam adete göre (yüzde olarak) en fazla rastlanan sahil çöpü çeşitleri	111
Şekil 3.88 2019-2022 döneminde Türkiye’nin doğu Akdeniz kıyısında Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü sahilindeki 3 araştırma istasyonundan elde edilen 100 m’deki sahil çöpü toplam sayısı (üstteki) ve ağırlığı (alttaki, gram olarak)	112
Şekil 3.89 2016, 2019 ve 2021 yıllarındaki çalışmalarda örneklenen tüm istasyonlarda çıkan çöplerin sınıflandırmaya göre biyokütle miktarlarındaki % ortalama dağılımlar	113
Şekil 3.90. Çöp miktarlarının 2016, 2019 ve 2021 çalışma döneminde alt bölgeler ve derinlik tabakalarına göre değişimi	113
Şekil 3.91. Akdeniz LUSIV Haritası (2022)	115
Şekil 3.92. Kıyı su kütleleri ekolojik kalite değerlendirmesi (2014-2021)	117
Şekil 3.93. Akdeniz sediman istasyonlarında kirleticilerin % dağılımları (2014-2021)	119

KISALTMA VE TANIMLAR

Kısaltmalar

AB: Avrupa Birliği

Al: Alüminyum

BDS: Bölgesel Deniz Sözleşmeleri (Akdeniz, Karadeniz, Baltık gibi) (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)

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)

EEI: Ekolojik Değerlendirme İndeksi (Ecological Evaluation Index)

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

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 Assessment 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
ODTÜ-DBE: Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Deniz Bilimleri Enstitüsü
ösa: Ölçüm Sınırının Altında (< LOD)
PAHs: Çok halkalı aromatik hidrokarbonlar
Pb: Kurşun
PCBs: Poliklorlu bifenil
PHE: Fenantren
TPH: Toplam Petrol Hidrokarbonları
PO₄-P: Orto-fosfat
PYR: Piren
S: Tuzluluk (Salinity)
SBE: Sea Birds Electronics (Üretici ve pazarlayan firma adı)
SÇD: Su Çerçeve Direktifi (WFD: Water Framework Directive)
SDD: Seki Disk Derinliği
Si: Reaktif Silikat
SYB: Su Yönetim Birimi (kıyı suları için SÇD kapsamında tanımlanan su yönetim birimleri)
T: Sıcaklık
ÇİN (DIN): Çözülmüş anorganik azot (Dissolved Inorganic Nitrogen: Nitrat+Nitrit+Amonyak-N toplamı)
TN: Toplam Azot (Total Nitrogen)
TP: Toplam Fosfor (Total Phosphorus)
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. Akdeniz’de Batı’dan Doğu’ya doğru 4 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 ağızları 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 Kütleleri (Su Yönetim Birimi): Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC) kapsamında ele alınan kıyı su yönetim birimleridir. Yüzey sularının önemli özelliklerle- fiziksel, hidromorfolojik, ekolojik kalite ve baskıların değerlendirilmesi ile ayrıştırılmış yüzey suyu bölümünü tanımlar.

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.

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.

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

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 iş birlikleri ile denizlerin ve okyanusların korunmasını gerekli kılmıştır.

Ülkemiz bölgesel bazda Akdeniz'in korunmasına yönelik olarak "Akdeniz'in Deniz Ortamı ve Kıyı Bölgesinin Korunması Sözleşmesi" (Barselona Sözleşmesi) ile Karadeniz ve kıyılarının çevresel sorunları ve bunlara çözümler oluşturan "Karadeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi"ne (Bükreş 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 (TÜBİTAK-MAM&ÇŞİDB, 2011) ve altlığı SINHA Projesi (2008-2011) 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 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 iş birliği ve katkılarıyla on yılı aşkın süredir başarılı bir şekilde yürütülmektedir. Akdeniz izleme seferleri ve koordinasyonu ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından gerçekleştirilmektedir. 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 Akdeniz için ilk özet rapor "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016 Akdeniz Özet Raporu" (ISBN: 978-605-5294-68-7) adıyla 2017 yılında yayınlanmıştır. İkinci döneme ait "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2019 Akdeniz Özet Raporu" (ISBN: 978-625-7076-20-3) 2021 yılında yayınlanmıştır.

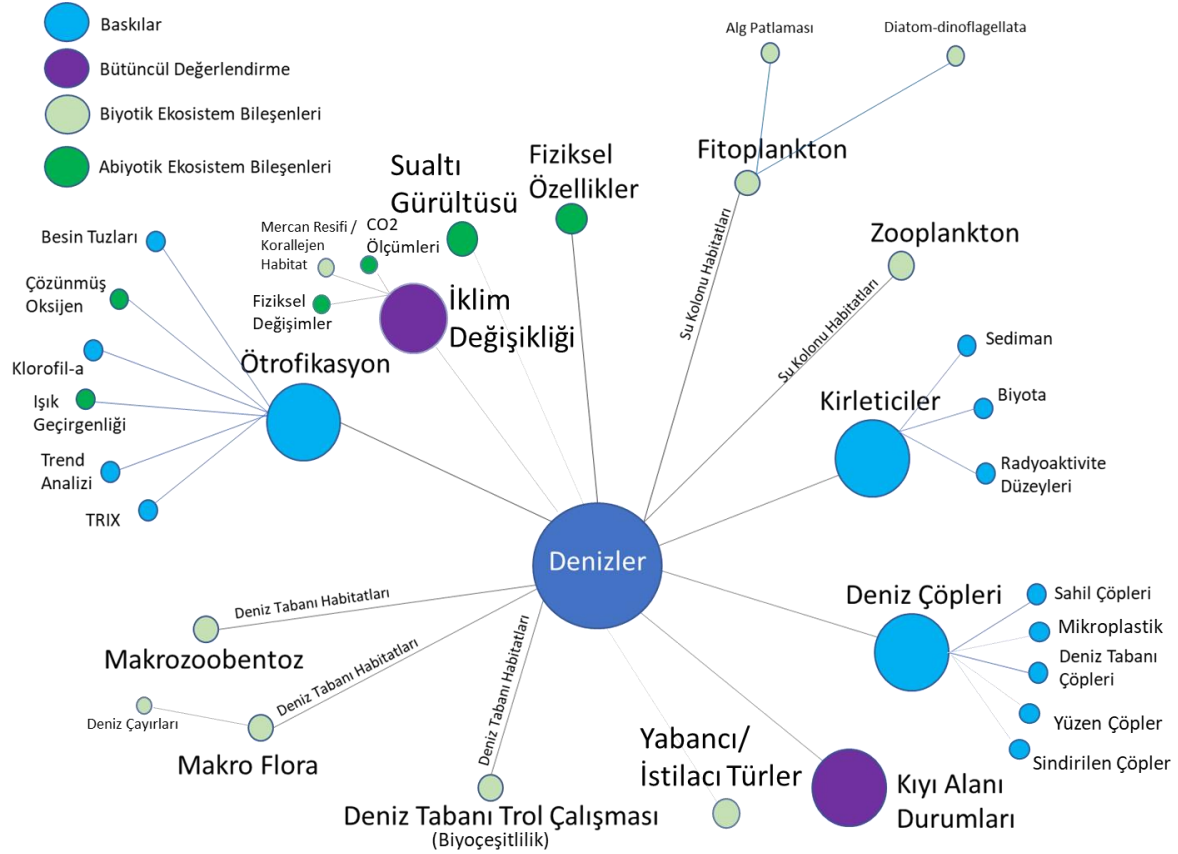
"Akdeniz Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2022 Özet Raporu" başlıklı bu üçüncü raporun ana amacı Akdeniz deniz, kıyılarındaki ve ekosistemindeki kirlilik ve kalite durumunun belirlenmesidir.

Bu rapor kapsamında Akdeniz 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,

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.

ötrofikasyon, deniz çöpleri, deniz tabanı habitatları, kirleticiler gibi izleme bileşeni bazı 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 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 müsilağ 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.Akdeniz Bütünleşik Kirlilik İzleme bileşenleri ve yıllara göre istasyon sayıları (*T: DSÇD tanımlayıcılarıdır)

İzleme Bileşenleri	2014	2015		2016		2017	2018		2019		2020		2021		2022	
	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz
Su kolonu (T5, T7)*	66	62	64	66	68	88	68	68	74	83	83	83	83	83	82	82
Fitoplankton (T1)	24	26	25	25	25	29	29	29	26	26	25	25	25	25	25	25
Zooplankton	0	0	0	0	0	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12
Makrozoobentos (T1, T6)	15	0	15	0	15	15	0	15	0	17	0	0	17	15	0	0
Makro flora (T1, T6)	10	0	11	0	11	13	0	10	0	18	0	0	0	19	0	0
Deniz çayırları pilot çalışması (T1,T6)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mikroplastik-su, sediman (T10)	3	0	3	0	3	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
Kirleticiler-Sediman (T8)	10	0	11	0	32	0	0	33	0	0	0	0	0	30	0	0
Kirleticiler-Biyota (T9)	5	0	5	0	5	0	0	0	0	11	0	0	0	10	0	0
Radyoaktivite (T8)	1	0	5	0	1	5	0	5	0	5	0	4	0	4	0	4
Deniz tabanı balık ve katı atıkları (T1, T3, T10)	0	0	0	0	24	0	0	0	0	24	0	0	0	20	0	0
Sahilde çöp çalışması	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1

DEN-İZ programındaki 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: makro zoobentos, 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 Akdeniz Bölgesi'nde 2014-2022 izleme dönemlerinde her bileşen altında yapılan çalışmaların içerikleri, örnekleme matrisi (su, sediman, biyota) ile her dönemdeki istasyon sayıları yer almaktadır.

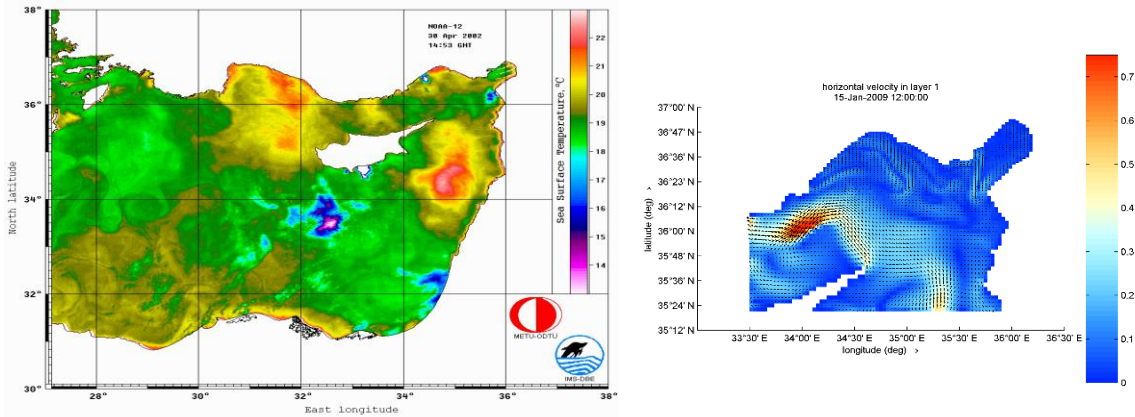
³ Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) altında; denizlerde iyi çevresel duruma ulaşmak için 11 adet tanımlayıcı (T) tanımlanmıştır. Her bir tanımlayıcı altında o tanımlayıcının takibine yönelik olarak çeşitli göstegeler yer almaktadır.

3.1. Su Kolonu Fiziksel Özellikleri

3.1.1. Tuzluluk & Sıcaklık

İskenderun ve Mersin Körfezleri ile Kıbrıs arasında kalan bölgenin ve açık deniz üst tabaka su sıcaklığının alansal değişimi, Doğu Akdeniz'in genel akıntı rejimini (su dolaşımını) yansıtır (Şekil 3.2). Yaz döneminde, genellikle, Lübnan ve Suriye kıyılarını izleyerek kuzeye yönelen sıcak ve tuzlu yüzey suları, Kuzeydoğu Akdeniz'in Kilikya Basenine Kıbrıs'ın doğusundan girer ve Türkiye-KKTC arasındaki tüm basene yayılarak Kilikya baseni boyunca girdaplar yaratarak batı yönünde ilerler ve derin Antalya Körfezi'ne kadar ulaşır. Antalya Körfezi batısında ise Rodos bölgesi siklonik döngü

etkisiyle orta Akdeniz'den gelen daha soğuk sularla karışır. Görüldüğü üzere Mersin Körfezi'nin bulunduğu geniş kıta sahanlığı bölgesi, Kuzeydoğu Akdeniz'in doğu-batı yönlü genel akıntı rejiminin doğrudan etkisi altındadır. Bu nedenle, Kuzeydoğu Akdeniz'in yüzeyindeki sıcak ve tuzlu suları mevsimsel hızı değişken – kış döneminde yüksek, yaz sonbahar döneminde düşük- olan yüzey akıntıları ile sürekli yenilenir. Özetle, geniş kıta sahanlığı ve derin bölgenin hidrografik ve biyo-kimyasal özellikleri, Doğu Akdeniz oşinografik özelliklerini yansıtır.



Şekil 3.2. Doğu Akdeniz bölgesi Nisan 2002 dönemi yüzey suyu sıcaklık dağılımı ve üst tabaka akıntılarının yarattığı filamentlerin basen ölçekli değişimini gösteren uydu verisi (sol panel); Kış dönemi üst tabaka akıntı durumunu gösteren akıntı modeli simülasyon sonucu (sağ panel) (ODTÜ-DBE veritabanı)

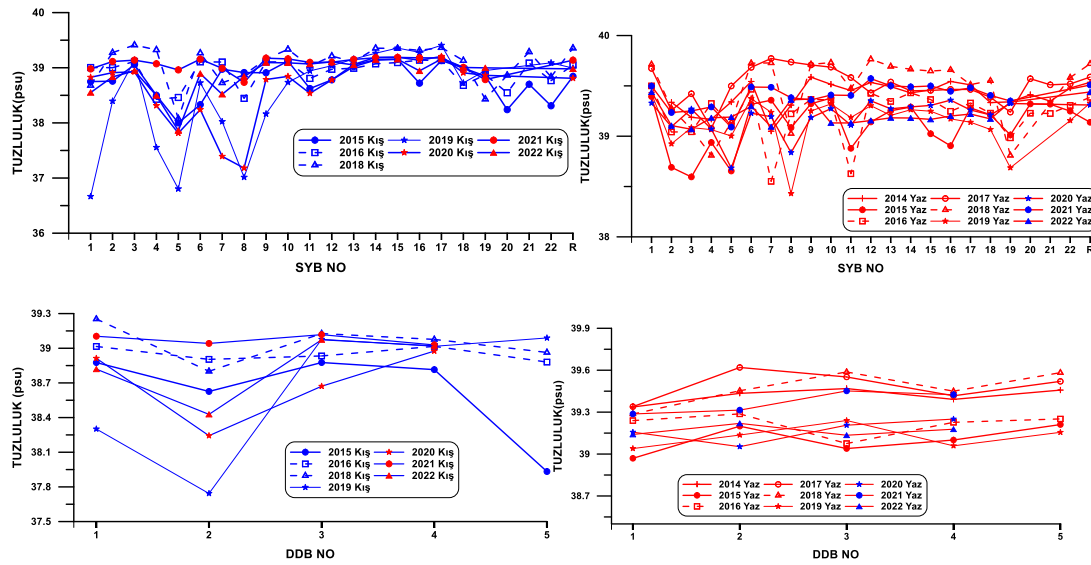
Kıta sahanlığının oldukça geniş olduğu Mersin-İskenderun Körfezi önemli miktarda nehir suları (Ceyhan, Seyhan, Berdan, Göksu) girdisi alır. Tatlısu girdisinin etkisinde kalan İç Körfez ve kıyılal alan yüzey sularında tuzluluk değeri, özellikle nehir debilerinin arttığı kış-ilkbahar döneminde daha geniş alanda göreceli düşüktür. Kurak yaz-sonbahar döneminde ise nehir etkisi zayıflar ve sadece iç körfezlerde etkisini gözlenir. İzleme programı kapsamında bu mevsimsel ve alansal değişimler açıkça gözlenmiştir. Özellikle, Ceyhan, Seyhan,

Göksu etkisindeki SYB alanlarında yüzey suları ortalama tuzluluk değeri 38.6-39.0 arasında değişmiştir (Şekil 3.4). Nehir etkisi dışında kalan körfezlerde ve açık deniz bölgesi yaz dönemi üst tabaka (0-10 m ortalaması) tuzluluk değeri 39.0-39.6 aralığında değiştiği gözlenmiştir (Şekil 3.4). Buharlaşmanın devam ettiği yaz döneminde nehir etkisi dışında kalan kıyılal deniz alanlarında yüzey suyu tuzluluğu İskenderun-Marmaris Körfezi arasında çok belirgin değişim göstermemiştir. Yüzey suyu sıcaklığı ise yaz döneminde ölçüm zamanına (Ağustos-

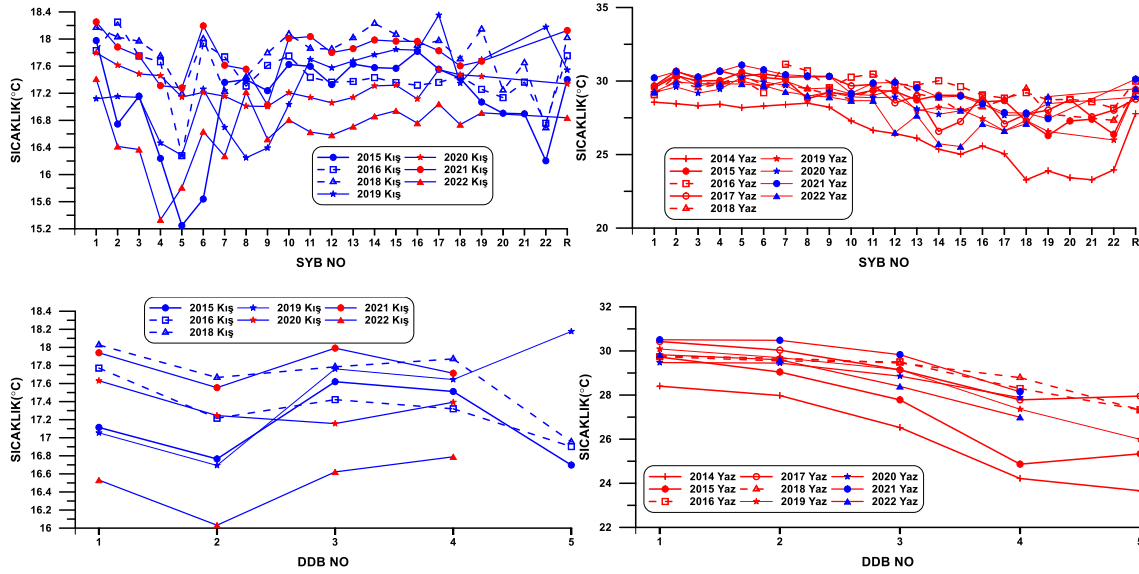
Eylül) bağı olarak gözlenebilir değişim göstermiştir. Eylül döneminde yapılan 2014 ve 2022 yaz seferinde doğudan batıya (İskenderun'dan Marmaris Körfezi'ne) doğru yüzey suyu sıcaklığında belirgin (29 °C'den 25 °C'ye) azalım eğilimi gözlenmiştir. Yoğun kış dönemi yağışları sonrası yapılan 2015 ve 2019 kış dönemi ölçümlerinde yüzey tuzluluk değerlerinde Mersin, Antalya, Fethiye ve Marmaris Körfezi kıyı sularında sellerin etkisiyle çok belirgin alansal değişimler (düşüşler) gözlenmiştir. Akarsu girdileri özellikle Antalya iç körfezdeki referans alanın doğal hidrografik ve biyo-kimyasal özelliklerini kısa süreli etkilemiştir (Şekil 3.5). Yaz ve kış dönemi tuzluluk ve sıcaklık değişimleri daha geniş alanı temsil eden Deniz Değerlendirme Birimleri (DDB) ortalamalarında daha belirgin olarak

izlenmektedir. Yaz dönemlerinde buharlaşmanın etkisiyle 39.5 seviyesine ulaşan yüzey tabakası (0-10 m) ortalama tuzluluğu, kış döneminde yüzey sularının soğuması ve akarsu debilerinin artışıyla geniş kıta sahanlığının kapsayan DDB'lerde tuzluluk ortalamaları düşmüştür (<39.0).

İzleme sonuçlarına göre, Doğu Akdeniz'de belirlenen 22 SYB içinde nehir deltası istasyonu bulunan kıyısız deniz alanları için hesaplanan tuzluluk ortalamasının standart sapmaları, nehir debilerinin arttığı kış döneminde yüksektir. Fiziksel (tuzluluk, seki disk derinliği) ölçümlerdeki alansal değişkenlikler doğal olarak aynı sularda ölçülen biyo-kimyasal parametre değerlerine de yansımıştır.



Şekil 3.3. 2014-2022 izleme döneminde 22 SYB ve 4 DDB 'nin yüzey sularında (0-10 m ortalama) ölçülen tuzluluk değerleri kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamaları (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı-Marmaris bölgesi)

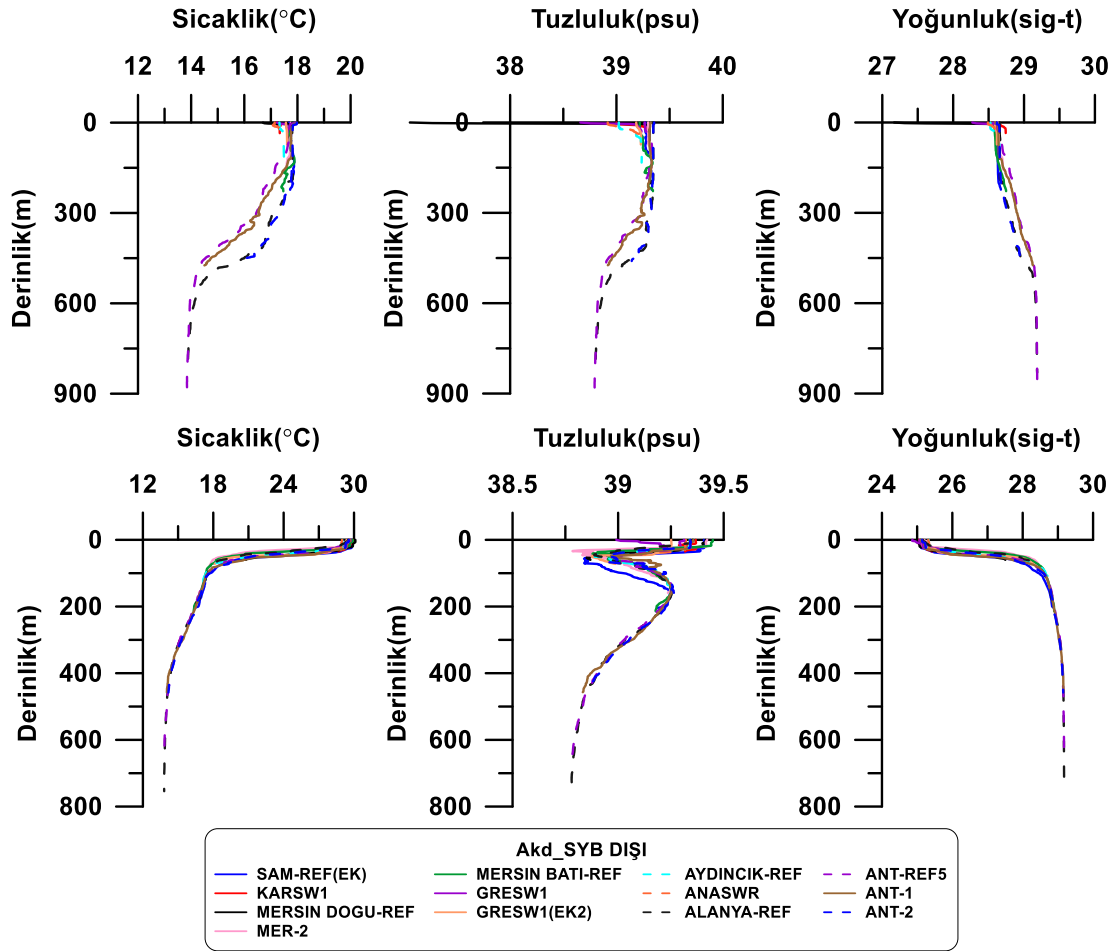


Şekil 3.4. 2014-2022 izleme döneminde 22 SYB ve 4 DDB ‘nin yüzey sularında (0-10 m ortalama) ölçülen sıcaklık değerleri kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamaları (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı-Marmaris bölgesi)

İlkbahar aylarında oluşmaya/gelişmeye başlayan sıcaklık-tuzluluk tabakalaşması, kış döneminde su kolonunun 150-200 m derinliğe kadar etkin düşey karışmasıyla fiziko-kimyasal parametreleri homojen hale gelmiştir (Şekil 3.5). Sonuç olarak, Akdeniz kıta sahanlığında 200 m derinliğe kadar uzanan su kolonunda kalıcı yoğunluk tabakalaşması gözlenmemiştir.

Yaz-Kış dönemindeki ölçümlere göre; kış dönemi fiziksel karışımlarla ve genel akıntı

rejimi etkisiyle, Akdeniz kıta sahanlığı ve özellikle yarı kapalı körfezler içindeki kıyusal deniz alanları dip sularının her yıl kış döneminde akıntılarla taşınan açık denizden taşınan daha temiz tuzlu su kütleleri ile yenilenir. Kıta sahanlığı dip sularında uzun dönemli/kalıcı aşırı kimyasal kirlilik birikimi olması beklenmez.



Şekil 3.5. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda kış (üst) ve yaz (alt) döneminde ölçülen sıcaklık, tuzluluk değerlerinin genel olarak derinlikle değişimi

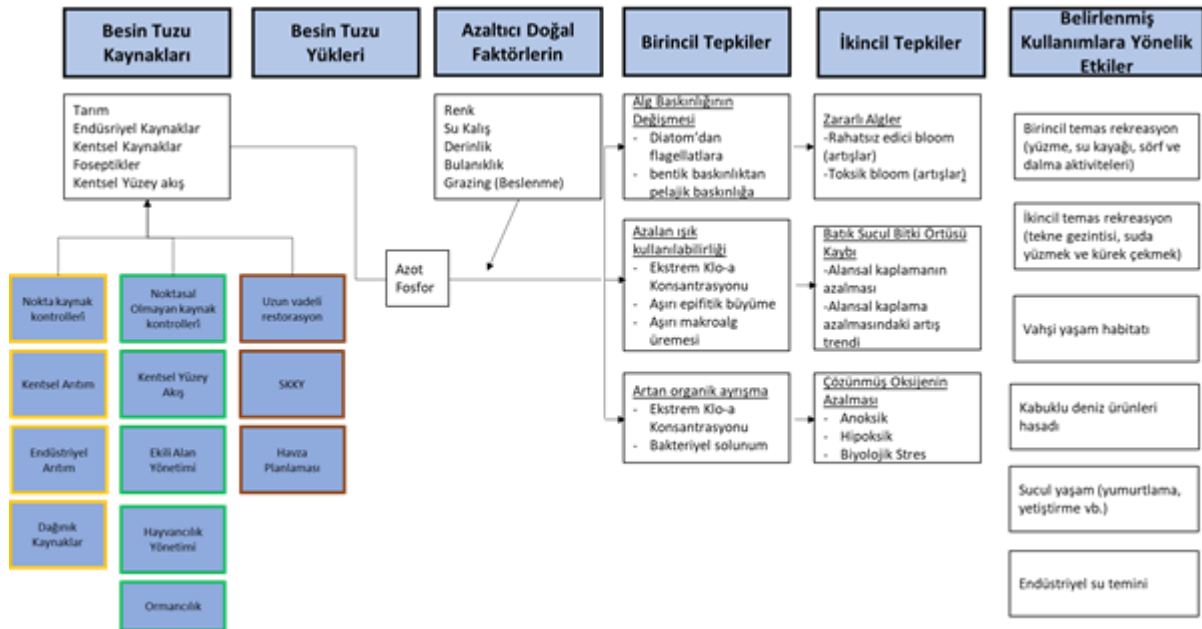
3.2. Ötrofikasyon

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.

Ülkemiz karasuları içerisinde en geniş kıta sahanlığının yer aldığı kuzeydoğu Akdeniz'de, özellikle nehir sularının beslediği Mersin Körfezi'nde ve yarı kapalı İskenderun İç Körfez sularında karasal baskıların son yıllarda belirgin hale gelmesiyle ötrofik duruma yaklaşan ekolojik özellikler gözlenebilir olmuştur. Doğu Akdeniz'in genel akıntı rejimi yıl boyunca doğu-batı yönündedir ve karasal

girdiler bu akıntıların etkisiyle doğu-batı yönünde seyrelir. Ancak, İskenderun ve Mersin Körfezleri iç bölgesi sığdır ve tuzlu su hacmi sınırlıdır; iç körfezde kıyı-açık su etkileşimi özellikle yaz-sonbahar döneminde zayıftır ve karasal baskıların etkisi sığ sularda daha kolay belirginleşir. Anamur bölgesinden başlayarak Antalya Körfezi doğusunda akarsu girdilerin arttığı Alanya bölgesine kadar kıta sahanlığı çok dardır ve kıyı-açık deniz etkileşimi güçlüdür. Karasal baskılar zayıftır. Antalya Körfezi doğusunda genişleyen kıta sahanlığı, batısından başlayarak Marmaris'e kadar uzanan kıyısal bölgede yine daralır. Alanya-Antalya-Marmaris bölgesi kıyısal alanlarında turizm faaliyeti, tarımsal faaliyet ve özellikle yaz döneminde nüfus çok yoğunudur; bunların yarattığı kirlilik yükleri kıyıdaki yarı kapalı körfez ve koylarda ötrofikasyon riski yaratmaktadır.

Kıyısal deniz alanlarımızda, körfezlerde ve kapalı denizlerimizin kıyısal bölgelerinde aşırı kentleşme, sanayileşme ve tarımsal faaliyetler, turizm yoğunluğunun sürekli artışına bağlı kıyısal deniz alanlarına taşınan organik ve inorganik besin tuzları (N, P) yükü son 30 yılda aşırı artmıştır; özellikle körfez kıyı sularında ötrofik duruma yönelim oluşmuştur ve iç körfez suların ekolojik (fiziksel + biyokimyasal) özellikleri değiştirmiştir.

Ötrofikasyon baskısı altındaki deniz alanlarında trofik durum değerlendirmesine imkân veren, ötrofikasyonun doğrudan ve dolaylı göstergesi parametreler uzmanlarca tanımlanmıştır. Bunların öncelikli listesi (besin elementleri, klorofil-a, Seki derinliği, fitoplankton tür dağılımı ve bolluğu, fırsatçı/zararlı türlerin oranı, dip su oksijen doygunluk değeri) oluşturulmuştur. Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ) bu parametrelerin tüm denizlerimizde en az yaz/kış dönemlerinde sistematik izlenmesini içerir. Elde edilen sistematik verilere dayalı ekolojik kalite sınıflama yöntemleri, uzmanlarca geliştirilmiştir.

Nehir etkisi dışında kalan Kuzeydoğu Akdeniz kıyı ve açık deniz alanı suları oligotrofik özelliklere sahiptir. İç ve dış kaynaklardan besin elementleri girdisi çok düşük olduğundan üst tabakada plankton bolluğu ve organik madde derişimi düşüktür; yüzey suları çok berraktır ve seki

derinliği kurak yaz döneminde 30-35m seviyesine kadar ulaşır.

Değerlendirmelerde kullanılan ötrofikasyon göstergeleri:

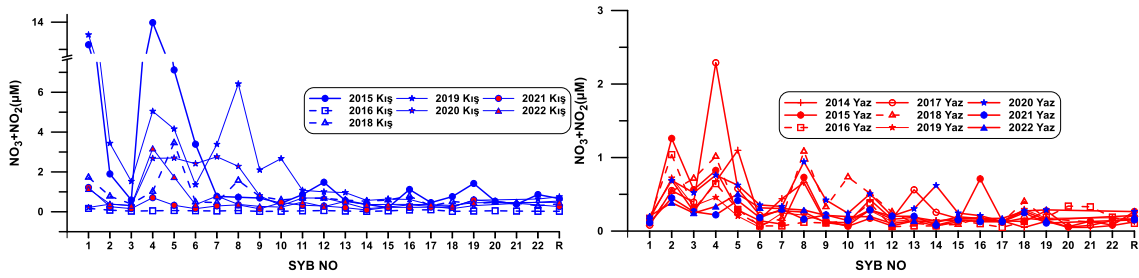
- Su kolonunda önemli/kilit besin elementlerinin (N, P, Si) konsantrasyonları (IMAP/EO5 & MSFD/D5C1*) ve oranlarındaki değişimler
- Su kolonunda klorofil-a konsantrasyonu (IMAP/EO5 & MSFD/D5C2*)
- Türlerde ve topluluklarda farklılaşmalar örn. değişen diatom-dinoflagellat oranı, bentik-pelajik oranı, 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

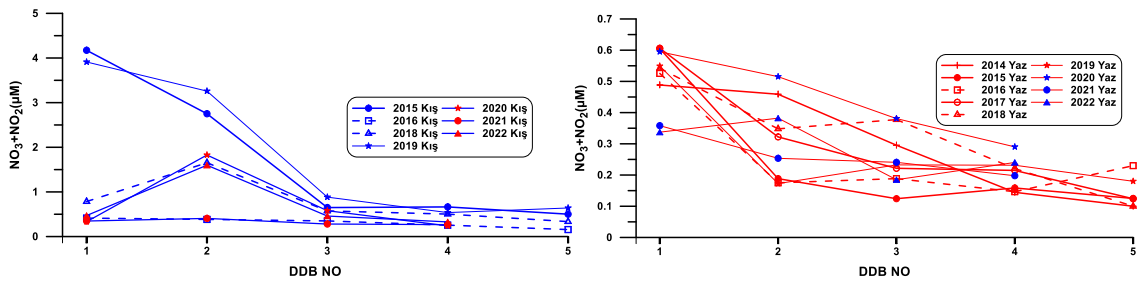
3.2.1. Besin Elementleri

Akdeniz Bölgesi 2014-2022 dönemi izleme sonuçlarından üretilen SYB yüzey suyu (0-10m) NO_x ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$) konsantrasyonu ortalama değerlerinin yaz/kış dönemleri doğu-batı yönlü alansal değişimleri Şekil 3.6'te toplu olarak gösterilmiştir. Yağışlı geçen 2015 ve 2019 kış dönemi izleme ölçüm sonuçlarına göre NO_x ortalama değerleri, Seyhan, Ceyhan ve Asi nehirleri etkisinde kalan Mersin ve İskenderun SYB'lerinde belirgin artış ($>10 \mu\text{M}$) göstermiştir. Daha az yağışlı geçen kış dönemlerinde yüzey suları nitrat ortalaması daha düşük olup genellikle 0.5-3.0 μM aralığında değişmiştir (Şekil 3.6). Ancak kış mevsimi yağışların en düşük olduğu 2016 yılı kış dönemi NO_x ortalamaları yaz dönemi SYB sonuçları kadar düşüktür ($<0.3 \mu\text{M}$). Kış döneminde kıyısız deniz alanlarında gözlenen özellikle nitrat ve silikat artışının temel nedeni bu iyonlarca zengin olan yağmur ve nehir sularıdır. Karasal kaynakların ve yağışların yıllık değişimleri de doğal olarak, SYB kış dönemi ortalamalarının özellikle kıta sahanlığının geniş ve nehir girdilerinin

fazla olduğu İskenderun-Mersin Körfezi bölgesinde daha belirgin olmuştur. Aynı SYB içinde nehir etkisine bağlı olarak kıyından açığa doğru azalan yüzey suları NO_x derişimi gözlenmiştir. Benzer şekilde, karasal girdilerin (akarsu, seller) azalmasına bağlı olarak doğudan batıya (İskenderun'dan Marmaris Bölgesi'ne) doğru SYB'lerin NO_x ortalama değerlerinde belirgin azalım eğilimi gözlenmiştir (Şekil 3.6). Küçük akarsuların beslediği Taşucu-Marmaris arasındaki SYB'lerde (SYB10-22) özellikle yaz döneminde NO_x derişimi üst tabakada düşüktür ($<0.2 \mu\text{M}$). Açık deniz alanını da kapsandığında nehir etkisinin zayıf olduğu DDB'lerde NO_x derişimi yaz döneminde doğudan batıya doğru azalan eğilim göstermiştir; büyük nehirlerin etkisinde kalan doğu baseninde 0.6 μM 'dan batıdaki DDB'de 0.2 μM seviyesine kadar düşmüştür (Şekil 3.7). Kış döneminde düşey karışımların etkisi ve NO_x tüketim hızının azalmasına bağlı olarak referans alan ve DDB ortalama NO_x değerleri yaz dönemine kıyasla yaklaşık 2 kat artmıştır.



Şekil 3.6. 2014-2022 izleme döneminde $\text{NO}_2+\text{NO}_3\text{-N}$ (NO_x) kış (mavi) ve yaz (kırmızı) dönemleri yüzey suyu konsantrasyonlarının (0-10m ortalama) 22 SYB'deki ortalama değerleri



Şekil 3.7. Akdeniz Bölgesi 2014-2022 yılları arası kış ve yaz dönemlerinde ölçülen 0-10 m ortalama NO_x değerlerinin Deniz Değerlendirme Birimlerindeki (1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5-DDB dışı-Marmaris Bölgesi) ortalamaları

Kıta sahanlığında 100 m derinliğin altına yeterli güneş ışığı ulaşmaz (Seki derinliği <30m); üst tabakadaki NO_x fotosentez yoluyla tüketilir ve fotik (ışıklı) tabakadan çökelen N, P içerikli organik maddenin parçalanmasıyla dip sularda düşük seviyede NO_x artışı gözlenmiştir. Bölgenin kıyı suları dip sularının yenilenme süresi iç körfezlerde en fazla bir yıl olduğundan referans Doğu Akdeniz dip sularında belirgin NO_x birikimi ve yıllık artış/birikim eğilimi gözlenmemiştir.

İnsan kaynaklı baskıların temel göstergelerin başında NH_4 (amonyum iyonu) gelir. Doğu Akdeniz Bölgesinde AKD02 (İskenderun İç Körfez) ve AKD05 (Mersin İç Körfez) alanları, kentsel atıksu deşarjının ve kirletilmiş akarsuların doğrudan etkisi altındadır. Atıksuların doğrudan etkilediği sıcak alanlarda en yüksek NH_4 değerleri yaz döneminde İç Körfezin sığ kirli noktalarında ölçülmüştür. Kıyıdan açığa doğru fiziksel seyrelmenin etkisiyle NO_x ile aynı yönde azalım eğilimi gözlenmiştir. Kış döneminde kıyıs alanda artan akıntılar ve etkin fiziksel

karışımlarla atıksu deşarjlarının ve akarsuların kirlilik etkisi fiziksel seyrelmeyle düşmüştür.

Yarı kapalı denizlerin kıyıs al anları ve körfezlerinde toplam fosfor (TP) konsantrasyon değerlerinde insan kaynaklı baskıların etkisiyle artış gözlenir. Özellikle tarımsal alanlardan ve evsel atıklar yoluyla kıyıs al deniz alanlarına taşınan/deşarj edilen atıksu kirliliğinin en temel göstergelerinden birisi de TP parametresidir. Ötrofikasyona neden olan karasal kaynaklı besin tuzu girdilerinin alansal değişimini belirlemek amacıyla 2014-2022 döneminde tüm örnekleme noktalarında TP ölçümü yapılmıştır. Özellikle, TP derişiminin düşük olduğu Doğu Akdeniz kıta sahanlığı sularında ve körfezlerde karasal girdilerin yoğun olduğu sıcak noktaları içeren SYB'lerde yüksek TP değerleri ölçülmüştür (Şekil 3.8).

İzleme sonuçlarından her SYB için hesaplanan yaz ve kış dönemi yüzey suyu ortalamaları, 0.1-0.6 μM arasında değişim göstermiştir En düşük değerler açık deniz

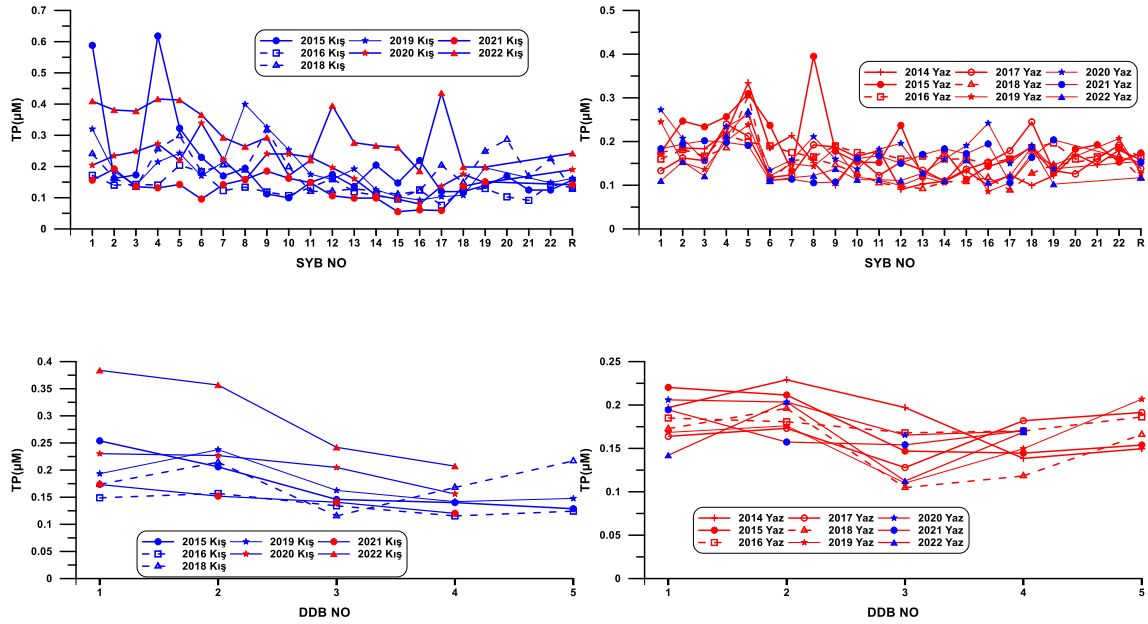
alanı ve akarsu etkisi dışında kalan SYB’lerde ölçülmüştür. Nehir ve evsel atıksu deşarjının olduğu iç körfez sularının açık bölge sularında TP artışı 3-6 kat arasında değişmiştir. Atıksu ve nehir etkisinin iç körfezlerde sınırlı kaldığı ve fiziksel seyrelmenin zayıf olduğu yaz döneminde ölçülen TP değerleri, kirli SYB içinde kış dönemine göre göreceli yüksektir. En düşük TP ortalamaları, yağışların zayıf ve kıyı etkileşimin güçlü olduğu 2016 kış döneminde gözlenmiştir. Sıcak noktalar dışındaki tüm SYB alanlarında Doğu Akdeniz açık deniz özelliklerini yansıtan besin elementleri ve TP değerleri ölçülmüştür.

Bu gözlemler Akdeniz bölgesi kıyısız deniz alanları ve körfez sularının açık deniz sularıyla yenilendiğinin göstergesidir. NO_x değerlerinde olduğu gibi, doğudan batıya (İskenderun-Marmaris yönünde) doğru karasal baskıların zayıflaması ve daha etkin olan kıyısız akıntı sisteminin etkisiyle SYB’lerin TP ortalamalarında gözlenebilir azalma eğilimi vardır. SYB’lerin yer aldığı dört DDB için hesaplanan ortalama TP değerleri ise 0.1-0.25 µM arasında değişmiştir (Şekil 3.8).

Her SYB için hesaplanan yüzey suyu (0-10 m) besin tuzları ortalamalarının en yüksek standart sapma değerleri, nehir sularının çok belirgin etkilediği AKD01 (Yayladağ-Samandağ), AKD02 (İskenderun İç Körfez), AKD04 (Karataş), AKD07 (Erdemli), AKD08 (Silifke), AKD16 (Patara ÖÇK) ve AKD19 (Dalaman-Ortaca) SYB alanları için hesaplanmıştır.

Bu yüksek standart sapma değerlerini düşürmek için özellikle, karasal baskıların çok belirgin olduğu SYB alanlarında kıyı açık yönlü daha fazla noktada ölçüm yapılması gereklidir. İzleme noktası sayısının artışı ile karasal baskıların yaz/kış dönemi etki alanı sınırları, geçiş suları ve açık deniz bölgesi sınırı daha hassas belirlenebilecektir. Bu verilerin sistematik olarak elde edilmesi, su kalitesi sınıflamasında ihtiyaç olan “sınır değer” tespiti ve revizyonu için de önemlidir.

2021 yılında ilk defa yüzey sedimanlarından alınan örneklerde toplam fosfor değerleri ölçülmüştür. Sedimanlarda hapsolmuş fosfor, günlük olarak alg ve bitkilerin büyümesi üzerinde az veya hiç etkisi olmayabilir, ancak uzun vadeli etkileri büyük olabilir. Örneğin, çözülmüş oksijen seviyeleri düşük olduğunda, anorganik fosfor sediman iç yükünden salınabilir. Sediman bozulması (dalga etkisi, balık yuvalama ve zooplankton göçü gibi) aynı zamanda fosfor salınımına neden olabilir. Bütün dış yük kontrol altına alınsa bile, iç yük uzun yıllar boyunca fosfor salınımına devam edecektir. Üç tekrarlı olarak ölçüm yapılan istasyonlarda TP değerleri dar bir aralıkta ölçülmüş olup (Tablo 3.3) değerler 281-399 µg/kg aralığında bulunmuştur. Değerler arasında nehir etkisini gösteren belirli bir yönelim görülmemiştir. Zaman içerisinde olan birikimin oksijen miktarları genelde yüksek olduğu için, sedimandan salınmayıp birbirlerine benzer biçimde Akdeniz’de yayılım göstermiştir.



Şekil 3.8. Akdeniz Bölgesi 2014-2022 döneminde ölçülen toplam fosfor (TP) yüzey suyu konsantrasyonlarının (0-10m ortalama) 22 SYB, Referans alan (R) ve 4 DDB'deki kış (mavi) ve yaz (kırmızı) mevsimi ortalama değerleri

Tablo 3.3. 2021 yılı yüzey sedimanlarında alınan örneklerde ölçülen toplam fosfor (TP) değerleri

İstasyon	TP (µg/kg)	İstasyon	TP (µg/kg)	İstasyon	TP (µg/kg)
ISKSWR		KARSW1		ALBSW1	
ortalama	307.5	ortalama	304.7	ortalama	304.1
std sapma	15.6	std sapma	5.8	std sapma	1.9
ISKSW3		YUM-REF		DILSWR	
ortalama	350.1	ortalama	279.4	ortalama	244
std sapma	5.4	std sapma	8.6	std sapma	5.3
ISKSW2		YUMSW1		ANBSW1	
ortalama	392.3	ortalama	353.6	ortalama	358.1
std sapma	4.2	std sapma	10.2	std sapma	9.3
DALSW2		MRESW1		ANBSWR	
ortalama	325.2	ortalama	273.3	ortalama	323.7
std sapma	9.5	std sapma	8.2	std sapma	2.3
DALSW1		MERSIN-DOGU-REF		GRESW1	
ortalama	310.7	ortalama	302.8	ortalama	281.4
std sapma	5.5	std sapma	2.8	std sapma	9.5
SEYSW2		MERSWR		GRESW2	
ortalama	317.5	ortalama	303.1	ortalama	379.9
std sapma	1.8	std sapma	9.3	std sapma	9.7
SEYSW1		MRSYB-6		ERDSWR	
ortalama	361.6	ortalama	371.4	ortalama	281
std sapma	8.1	std sapma	4.1	std sapma	5.8
SEYSW3		TASSW1		TIRSW1	
ortalama	368.6	ortalama	342.9	ortalama	290.5
std sapma	11.9	std sapma	10.3	std sapma	10.3
FIBSW1		AKKUYU-RAD		ECSW1	
ortalama	302.9	ortalama	322	ortalama	340.7
std sapma	0.5	std sapma	13.2	std sapma	10
BTCWSW1		ANASW1		AKNSW1	
ortalama	362.7	ortalama	258	ortalama	303.7
std sapma	8.2	std sapma	12.9	std sapma	2.3
CEYSWR		ANASWR		SAMSWR	
ortalama	328.9	ortalama	230.9	ortalama	399.1
std sapma	9.6	std sapma	10.8	std sapma	10.2

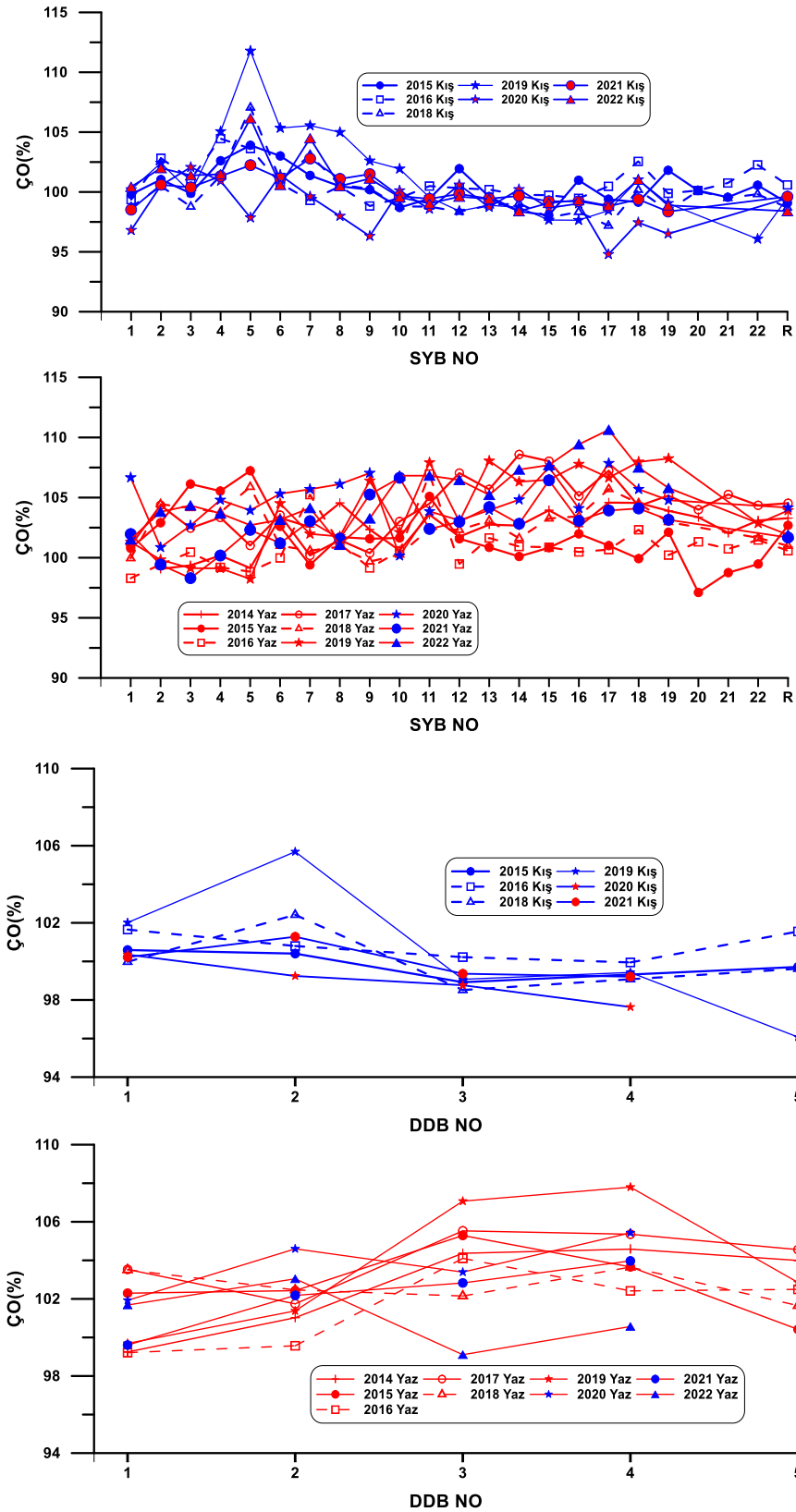
3.2.2. Çözünmüş Oksijen

Akdeniz Bölgesi'nde 2014-2022 döneminde ölçüm yapılan tüm istasyonlarda kış ve yaz dönemlerinde yapılan çözünmüş oksijen (ÇO) doygunluk değerleri üst tabaka sularında genellikle %98-106 aralığındadır (Şekil 3.9). Yaz döneminde nehir sularının beslediği Doğu Akdeniz SYB'lerinde ÇO doygunluk oranı %106 seviyesine kadar ulaşmıştır. Yüzey sularında oksijen tüketimini arttıran belirgin heterotrofik özellikler gözlenmemiştir. Özellikle Taşucu-Marmaris arasında SYB'lerde yaz ve kış dönemi yüzey suları ÇO doygunluk değeri %100 seviyesine çok yakındır. Çünkü bu SYB'lerde karasal kaynaklı besin iyonları girdisi düşüktür. Kış döneminde ise soğumanın ve etkin fiziksel karışımların nedeniyle Akdeniz bölgesi üst tabaka sularında ÇO derişimi doygunluk değerine (%100) çok yakındır (Şekil 3.9).

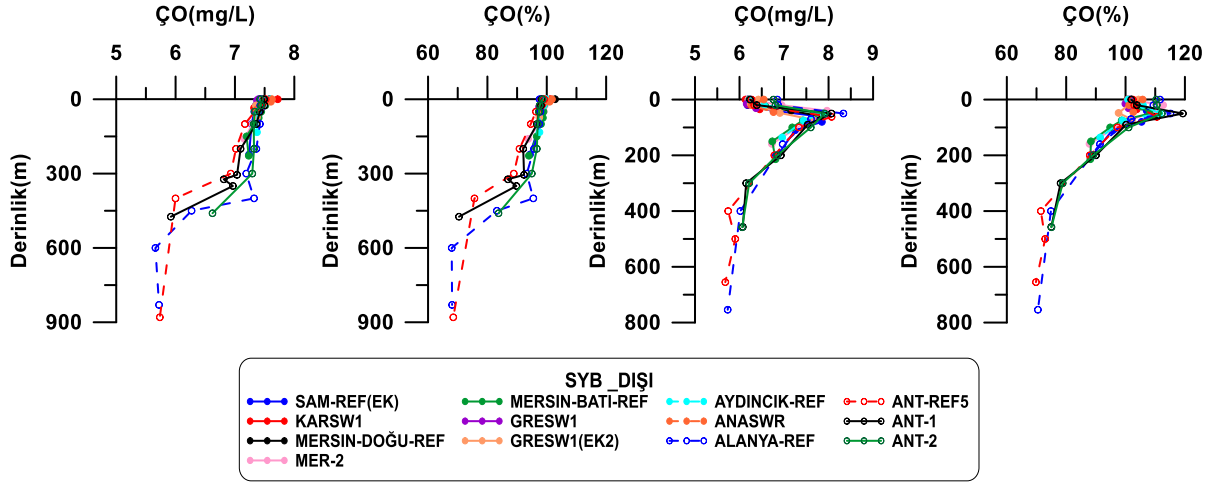
Akdeniz Bölgesi kıta sahanlığı üst tabakasında yaz döneminde ölçülen ÇO değerleri yaklaşık 6.0-6.3 mg/L (~190-200 µM) arasında değişim göstermiştir (Şekil 3.10). Kış döneminde soğuyan yüzey sularında ÇO konsantrasyonu su kolonunda artmıştır ve 7.5-8.0 mg/L (~230-250 µM) seviyesine kadar ulaşmıştır (Şekil 3.10). Kış dönemindeki etkin

fiziksel karışımlar sonucu kıta sahanlığı su kolonunda ÇO derişimi yüzeyden tabana kadar homojen dağılım göstermiştir. Kıta sahanlığı dip suları kış döneminde etkin karışımlarla oksijence doymun hale gelmiştir (Şekil 3.10). Bu nedenle, kıta sahanlığı dip sularında karasal baskılara bağlı kalıcı oksijen eksikliği gözlenmemiştir.

Elde edilen oksijen profillerine göre, yaz döneminde yüzeydeki sıcak ve tuzlu suların altındaki daha soğuk ara tabaka sularında daha fazla oksijen vardır; bu derinliğe güneş ışığı ulaştığından fotosentez yoluyla suya oksijen girdisi, tüketimden fazla olmaktadır (Şekil 3.5 ve Şekil 3.10). Sonuç olarak, Doğu Akdeniz'in bilinen fiziksel özellikleri ve kış dönemi karışım derinlikleri dikkate alındığında Akdeniz Bölgesi kıyısal deniz alanında ve körfez sularında karasal yüklere bağlı olarak dip sularda (derinlik <100m) sadece mevsimsel oksijen eksikliği, İskenderun İç Körfezi'nde olduğu gibi, çok zayıf düzeyde gelişebilir. Etkili kış karışımları ve dip suların yenilenmesiyle Akdeniz körfez/kıyı sularında uzun dönemli oksijen eksikliği gelişimi beklenmez.



Şekil 3.9. Akdeniz 2014-2022 izleme dönemi Çözülmüş Oksijen (ÇO) yüzey suyu konsantrasyonu doygunluk yüzde değerlerinin (0-10m ortalama) 22 SYB ve 4 DDB'de kış (mavi) ve yaz (kırmızı) mevsimi ortalama değerleri (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı-Marmaris bölgesi)



Şekil 3.10. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarında kış (sol panel) ve yaz (sağ panel) döneminde ölçülen Çözünmüş Oksijen (ÇO) değerlerinin genel olarak derinlikle değişimi

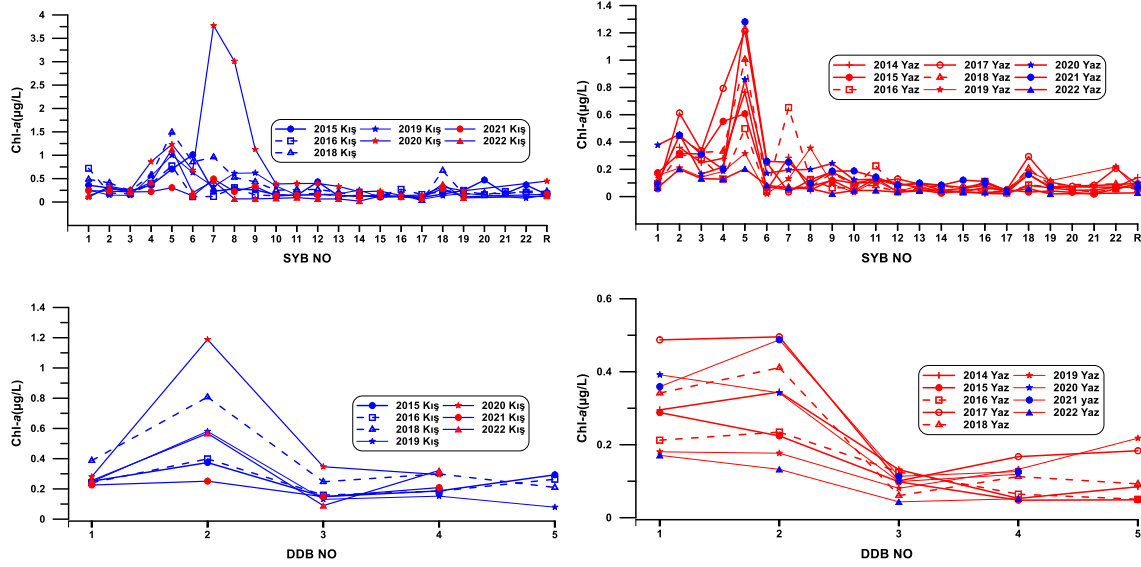
3.2.3. Klorofil-a

Sucul ortamda fotosentez kaynaklı biyo-kütle göstergesi olan klorofil-a, Akdeniz’de belirlenen 22 SYB içinde su kalitesi sınıflamasına yönelik olarak 2014-2022 yaz/kış dönemlerinde ölçülmüştür. Elde edilen klorofil-a (Chl-a) ölçüm sonuçlarından yüzey suları (0-10m) ortalamaları her SYB ve DDB alanları için hesaplanmıştır. Yaz ve kış dönemi klorofil-a alansal ve bölgesel değişimleri Şekil 3.11’de gösterilmiştir. Karasal baskıların olduğu SYB’lerde noktasal olarak 1.0 µg/L seviyesinin üstüne çıkan Chl-a değerleri ölçülmüştür. Akdeniz Bölgesi’nde kış dönemi güneş ışığı şiddeti fotosentez için yeterli olduğundan karasal kaynaklı besin tuzları girdilerinin artış gösterdiği kıyısız alanlarda en yüksek klorofil (biyo-kütle) değerlere ulaşılmıştır. Kış döneminde nehir etkisi geniş alana yayıldığından, klorofil-a derişimi de kış döneminde doğu bölgesi SYB’lerde daha yüksek olmuştur. Özellikle İskenderun ve Mersin Körfezi’nde nehir girdilerinin belirgin şekilde çok etkilediği (örneğin; AKD01 (Asi Nehri), AKD04 (Ceyhan Nehri), AKD05 (Seyhan Nehri) SYB ortalamalarındaki artışlar açıkça görülmektedir. Kurak geçen yaz döneminde nehir debileri azaldığından ve kıyı-açık su etkileşimin zayıfladığı SYB’lerin ortalama biyokütle değerleri, kış

dönemine göre oldukça düşüktür (Şekil 3.11). Mersin iç körfez suları, atık su deşarjı ve nehir girdilerin doğrudan etkisi altındadır. Bu kirli kıyısız alanda yeterli sayıda ölçüm noktası olduğundan, atıksuların beslediği iç körfez’de SYB yaz ve kış Chl-a değerleri ortalaması devamlı yüksektir. Noktasal olarak AKD05 alanı incelendiğinde, kıyı-açık etkileşiminin zayıf olduğu iç körfez’de özellikle Seyhan nehir suları ve kentsel atıksu deşarj etkisi tüm ötrofikasyon parametrelerinde açıkça gözlenmiştir. Ayrıca yaz-kış SYB ortalama değerleri arasındaki büyük mevsimsel farklar, kış döneminde nehir kaynaklı kirliliğin çok arttığının kanıtıdır. Nehir etkisinin yayılması nedeniyle Doğu Akdeniz bölgesi SYB’lerin ortalama değerlerinin standart sapmaları batı bölgesine göre daha düşüktür. Artan karasal baskılardan dolayı hassas alan özelliği konumunda olan Mersin Körfezi’nin yer aldığı SYB’de her parametre için hesaplanan ortalama değerlerin standart sapmasını azaltmanın yolu, nehir etkisinin zayıfladığı yönlerde ek istasyon koyarak, aynı SYB içindeki veri sayısının artırılmasıdır. Taşucu Körfezi’nden Marmaris’e kadar uzanan bölge içindeki SYB’lerde (SYB10-22 arası) biyo-kütle (Chl-a cinsinden) ortalamaları özellikle yaz döneminde çok

düşüktür ($<0.1 \mu\text{g/L}$) ve doğu Akdeniz referans alan özelliklerine yakındır. Kış döneminde ise akarsu gidileri ve

karışımların etkisiyle kıyısız deniz alanında belirgin klorofil-a artış gözlenmiştir ($>0.2 \mu\text{g/L}$).

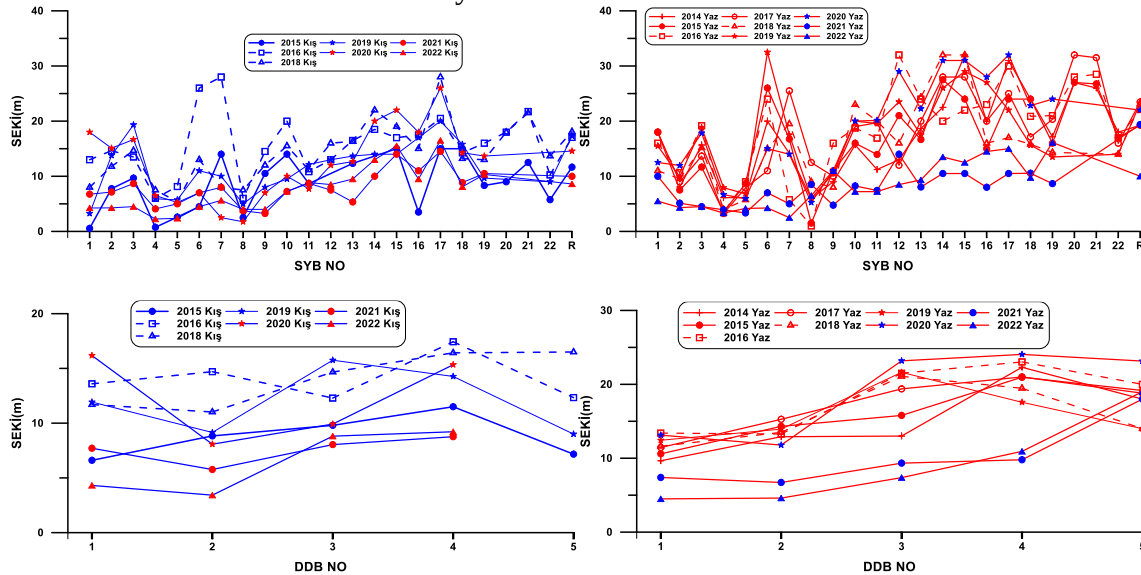


Şekil 3.11. 2014-2022 izleme döneminde yüzey suyu (0-10m) klorofil-a konsantrasyon değerleri SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamalarının mevsimsel ve alansal değişimleri

3.2.4. Işık Geçirgenliği (Seki Disk Derinliği)

Akdeniz Bölgesi 2014-2022 izleme çalışmalarında, deniz suyu güneş ışığı geçirgenliğinin bir göstergesi olan Seki disk derinliği (SDD) ölçümü, 22 SYB’de belirlenen istasyonlarda

gerçekleştirilmiştir. Her SYB için hesaplanan ortalama SDD değerlerinin mevsimsel ve alansal değişimleri Şekil 3.12’de gösterilmiştir.



Şekil 3.12. 2014-2022 örneklem dönemlerindeki seki disk derinliği (0-10m ortalama) SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalama değerleri (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı- Marmaris Bölgesi)

SYB'ler için hesaplanan ortalama SDD değerleri kış döneminde karasal baskıların artış göstermesine bağlı olarak, özellikle nehir girdilerinin beslediği ve biyo-kütle (klorofil-a) artışının çok belirgin olduğu kuzeydoğu Akdeniz kıta sahanlığında yer alan İskenderun-Mersin körfezlerindeki SYB alanlarında (AKD01, AKD04, AKD05, AKD08) belirgin bir şekilde düşük ölçülmüştür. SDD değerleri, beklenildiği üzere Akdeniz Bölgesi'nde doğu-batı yönünde azalım eğilimi göstermiştir. Sonuç olarak; Akdeniz'de kıyısız deniz alanında doğudan batıya (İskenderun Körfezinden Marmaris bölgesine) gidildikçe karasal baskıların zayıf olduğu kıyısız alanlarda besin elementleri ve klorofil derişimi azalırken, SDD değerlerinde çok belirgin artış gözlenmiştir. Doğudan batıya doğru SDD derinliğindeki artış, yaz döneminde gerek

SYB gerekse DDB alanlarında daha belirgindir (Şekil 3.12).

Kış döneminde özellikle AKD04, AKD05 ve AKD08 gibi nehir sularının çok belirgin etkilediği SYB bölgelerinde SDD çok düşüktür (2-5 m). Yaz döneminde ise, nehir etkisinin zayıf/gözlenmediği SYB'lerde SDD artmış ve 20-30m seviyesine kadar ulaşmış; referans alan özelliklerine yaklaşmıştır. Akdeniz bölgesinde son 3 yılda yaz ve kış dönemlerinde ölçülen SDD değerlerindeki alansal ve mevsimsel değişimler, sudaki bulanıklığın (düşük SDD değeri) kaynağı olan besin iyonları ve klorofil-a derişimindeki artışlar ile yakın ilişki göstermiş olup ötrofikasyon göstergesi olarak uygun bir değişkendir.

3.2.5. Ötrofikasyon Parametrelerinde Yönelim (Trend) Analizi

Deniz ortamı ötrofik durumun gelişmesinin kaynağı olan ve mevcut durum göstergesi olarak besin maddelerinin yüzey sularındaki ölçüm değerleri kullanılır. Su kalitesindeki değişimin tam ve doğru olarak anlaşılabilmesi için besin maddelerinin deniz ortamlardaki yönelim analizlerinde özellikle kış döneminde sistematik ölçümlerin yapılması ve uzun dönemli veri setinin bütünsel değerlendirilmesi önem arz etmektedir (HELCOM, 2014). Bunun temel nedeni, Akdeniz Bölgesi yüzey sularında besin tuzları derişiminin en yüksek değerlere kış mevsiminde ulaşmasıdır. Bu dönemde Akdeniz Bölgesi'ndeki yağışların ve nehir debilerinin arttığı bilinmektedir. Kısa süreli aşırı yağışların neden olduğu sellerle, yayılı kaynaklardan kıyısız deniz alanına ulaşan kirleticilerin miktarının da çok artış gösterdiği çıplak gözle dahi gözlenebilmektedir. Ayrıca, kış döneminde, Doğu Akdeniz'de 200-250 m derinliğe kadar ulaşan yoğun fiziksel karışımlarla alt tabakadan yüzeye besin iyonları girdisi en yüksek seviyeye ulaşır. Kış döneminde yüzey suları, karasal ve iç

kaynaklardan besin iyonları girdisi alır ve konsantrasyon değerleri en yüksek seviyeye ulaşır. Bu dönemde güneş ışığı şiddeti ve gündüz süresinin kısalmasıyla denizdeki fotosentez hızı ve derinliği azalır. Kış döneminde fotosentez yoluyla besin iyonları tüketim hızı, girdilerin gerisinde kalır ve kış döneminde üst tabakada nitrat, fosfor, silikat birikimi farklı alanlarda farklı seviyede gözlenir. Kış döneminde yüzey sularında göreceli artan inorganik besin tuzları, bahar döneminde birincil üretim hızı artmasıyla tüketilir; besin iyonları derişimi azalırken üst tabakadaki fitoplankton biyokütlesi (klorofil-a) artış gösterir. Bundan dolayı Akdeniz Bölgesi'nde ötrofikasyonun etkisini gösteren klorofil-a yönelim analizlerinin fiziksel karışımların zayıfladığı ve fitoplankton üretiminin arttığı kış sonu-ilkbahar başı dönemi ölçümleriyle yapılarak, kıyı sularındaki maksimum klorofil değerlerinin ulaştığı dönemin ve mevsimsel değişim seviyesinin belirlenmesi önemlidir. Kıyısız deniz alanlarında karasal baskıların durumunu ve değişim eğilimini belirlemeye yönelik

analizler için yeterli verinin sağlanması esastır. Yetersiz veriyle yapılan yönelim analizleriyle güvenilir sonuçlara ulaşmak ve trofik durum tespitine yönelik iyi/orta/kötü “sınır değer” tespiti güçleşir. ODTÜ-DBE 2004 yılından beri izlediği Mersin Körfezi verilerini bu yönelim analizlerinde kullanarak bölgedeki değişimleri daha uzun veri seti ile değerlendirirken, diğer bölgeler için bu yönelim analizleri 2014 yılı ve sonrası veriler kullanılarak yapılmıştır.

Doğu Akdeniz kıta sahanlığı suları yıl boyunca fosfat iyonlarınca fakir ($<0,05 \mu\text{M}$) ve karasal (DIN içeriği yüksek akarsular ve atıksular) etki altındaki kıyı sularda DIN/P oranı yüksektir (>20). Bu nedenle, Mersin Körfezi kıyı sularında karasal (nehir + kentsel atıksu deşarjı) kaynaklı NO_x ve silikat artışı gözlenmiş; fakat belirgin reaktif fosfat artışı gözlenmemiştir. Sadece 2008-2010 döneminde iç körfezde düşük seviyeli artış ($0,05-0,1 \mu\text{M}$), Mersin Doğu Bölgesi kentsel atık su arıtma sisteminin henüz tamamlanmadığı fakat derin deniz deşarjının arıtmasız yapıldığı dönemde gözlenmiştir (Şekil 3.13). Atık su arıtma sistemin devreye girmesi ile atık sudaki TP arıtımı sonrasında İç Körfez sularında TP ve reaktif fosfat birikim çok azalmış ve İç Körfez sularında sürekli tüketimin etkisiyle fosfat derişiminde alansal değişim gözlenmemiştir. Karasal kaynaklardan giren reaktif fosfor yükü İç Körfez sularında biyo-kimyasal tüketim hızından düşük kaldığından Mersin Körfezi iç bölgesi yüzey sularında reaktif fosfat zenginleşme eğilimi tespit edilmemiştir. Tüm veri seti DDB bazında incelendiğinde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Sadece noktasal olarak risk taşıyan iç körfezde noktasal kirli alanlar vardır; bunlar, öncelikle evsel atık su deşarjının yapıldığı İskenderun ve Mersin İç Körfezi kıyısulardır.

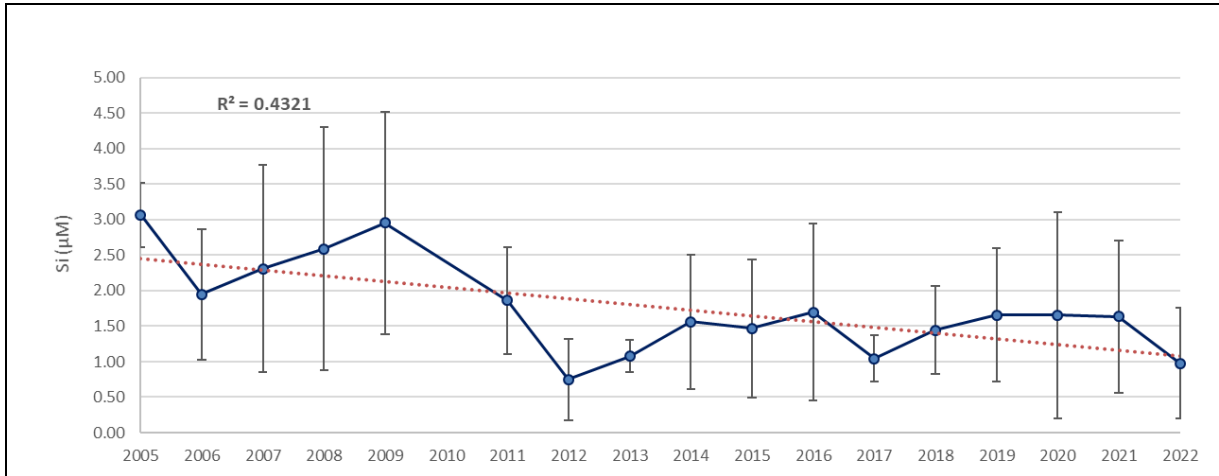
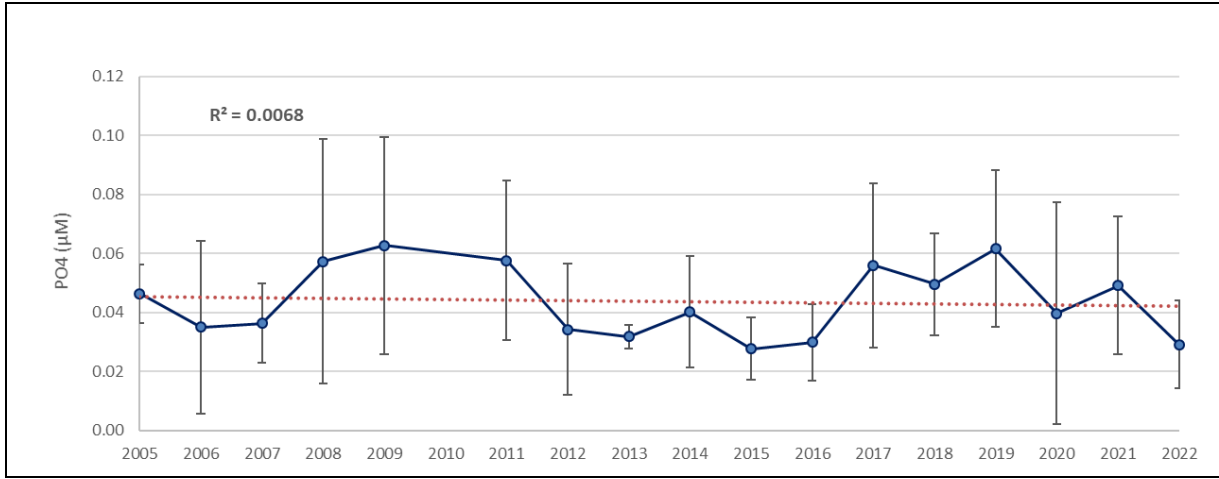
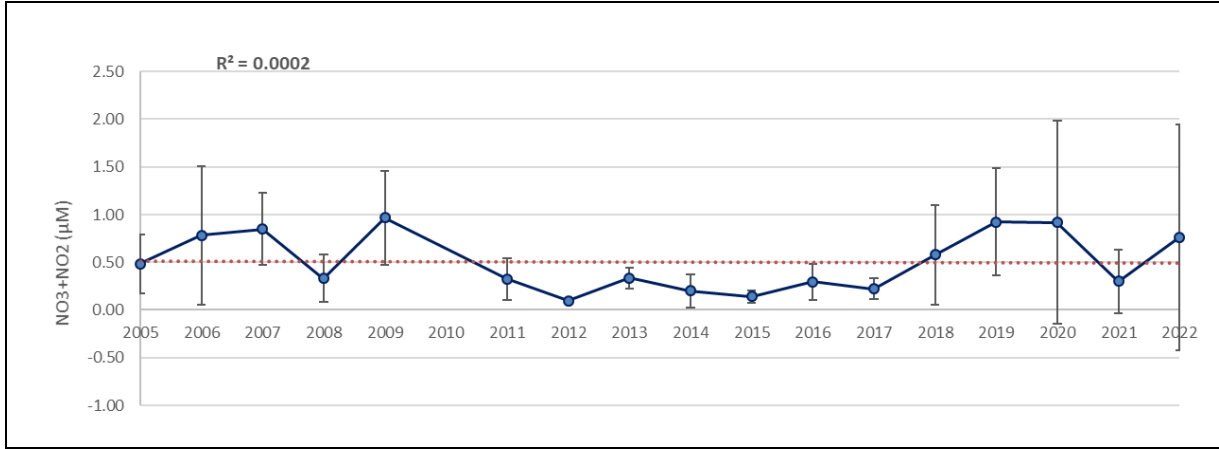
Mersin Körfezi’nde evsel atık su deşarjının arıtmasız dönemi ile arıtmalı deşarj dönemindeki NO_x değerleri arasında zayıf

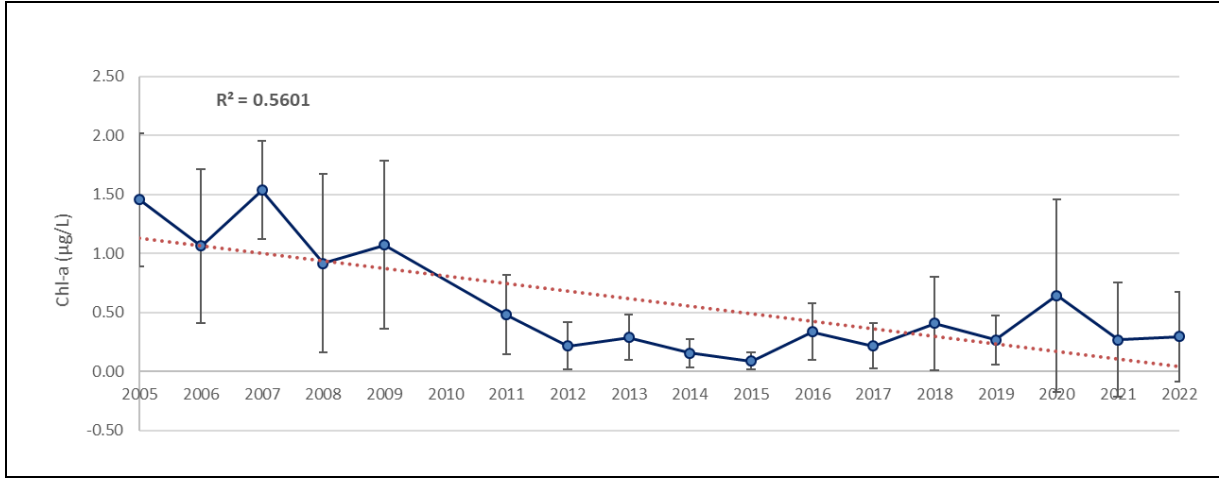
değişim vardır (Şekil 3.13). Atık su deşarj bölgesi aynı zamanda Seyhan ve Berdan nehri sularının etki alanındadır ve akarsular bölgeye yüksek miktarlarda NO_x taşımaktadır. Üzerinde baraj bulunan, tarım alanları sulamada ve yerleşim alanlarında kullanılan nehir sularının yaz dönemindeki debileri çok azaldığından iç körfez kıyısul deniz alanında NO_x ve TP sonuçlarında önemli mevsimsel değişim gözlenmiştir. Nehir debilerin arttığı kış döneminde yüzey suları NO_x derişimi artışı belirgindir.

Kış dönemindeki soğumanın ve karışımın etkisiyle üst tabakadaki sıcaklık/tuzluluk tabakalaşması kaybolur. Artan akıntılarla Körfez’de kıyı-açık etkileşimi çok daha güçlüdür. Doğu-batı yönlü genel akıntıların etkisinde olan Körfez suları, özellikle kış-ilkbahar döneminde NO_x derişimi daha düşük olan Doğu Akdeniz açık sularıyla seyrelerek bölgeden taşınır. Sonuç olarak, körfezlerde ve kıyı sularda sürekli tüketim ve fiziksel seyrelmenin etkisiyle karasal kaynaklardan giren besin tuzları yükleri, kıyısul alan yüzey sularında uzun dönemli ve çok çarpıcı NO_x birikim eğilimine neden olmamıştır. Ancak, insan kaynaklı girdiler kıyı sularında (özellikle derinlik $<20\text{m}$) biyo-optik özellikleri değiştirmiş, plankton üretimi ve sudaki plankton biyo-kütle derişimini belirgin biçimde değiştirmiştir. Bölgede 2009’dan sonra kentsel atık su arıtma sisteminin devreye alınması ve nehir sularına karışan kirlilik yüklerinin de azaltılması ve kontrol altına alınmasıyla denize ulaşan TP ve DIN (nitrat+amonyak) yüklerinde azalma olduğunu kıyı sulardaki göreceli NO_x ve biyo-kütle (Chl-*a*) derişimi değerlerindeki azalım eğilimi de desteklemektedir. 2010 yılı öncesi (atık su arıtma sistemi faaliyeti öncesi) ve sonrası dönem karşılaştırması yapıldığında, İç-Orta Körfez sularının besin iyonları ve klorofil ortalamasında azalım eğilimi olduğu belirgindir. Karasal kaynaklı besin tuzları (azot, fosfor) girdisindeki artışın etkisiyle yarı kapalı deniz sularında reaktif silikat tüketimi artmış ve suyun silikat

derişimi belirgin azalım eğilimi göstermiştir. Fakat özellikle DEN-İZ 2014-2022 verisine bakıldığında, NO_x ve Chl-a

da artışlar dikkat çekicidir. Bölgede ötrofikasyonun arttığına işaret etmektedir.

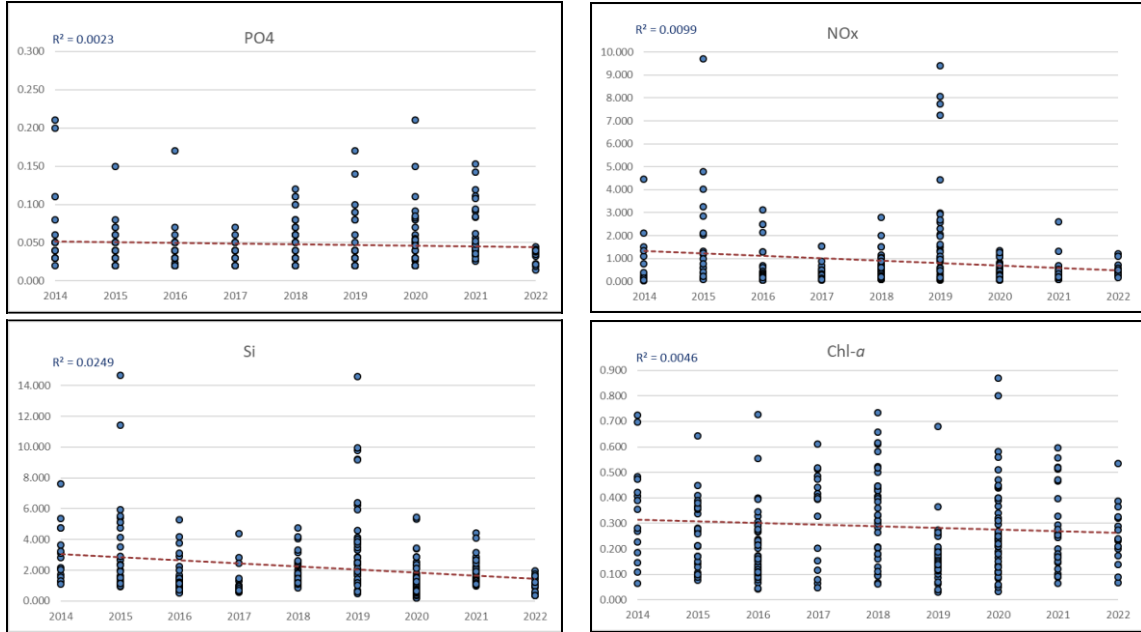




Şekil 3.13. Mersin Körfezi bölgesi 2004-2022 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a); fosfat (PO_4), nitrat+nitrit (NO_x) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri

İskenderun Körfezi büyük ölçüde karalar ile çevrili olup açık deniz ile su etkileşimi düşük seviyededir. Uzun süre yenilenmeyen su kütlesinden dolayı Mersin Körfezi kadar yüksek karasal girdilere sahip olmasada dönemsel ötrofikasyona yönelimler gözlenmektedir. İskenderun Körfezinde son 6 yıllık verilerin eğilimine baktığımızda PO_4 , Si ve NO_x değerlerinde önemli bir değişim ve yönelimin olduğu görülmemektedir (Şekil 3.14). Benzer olarak klorofil-a

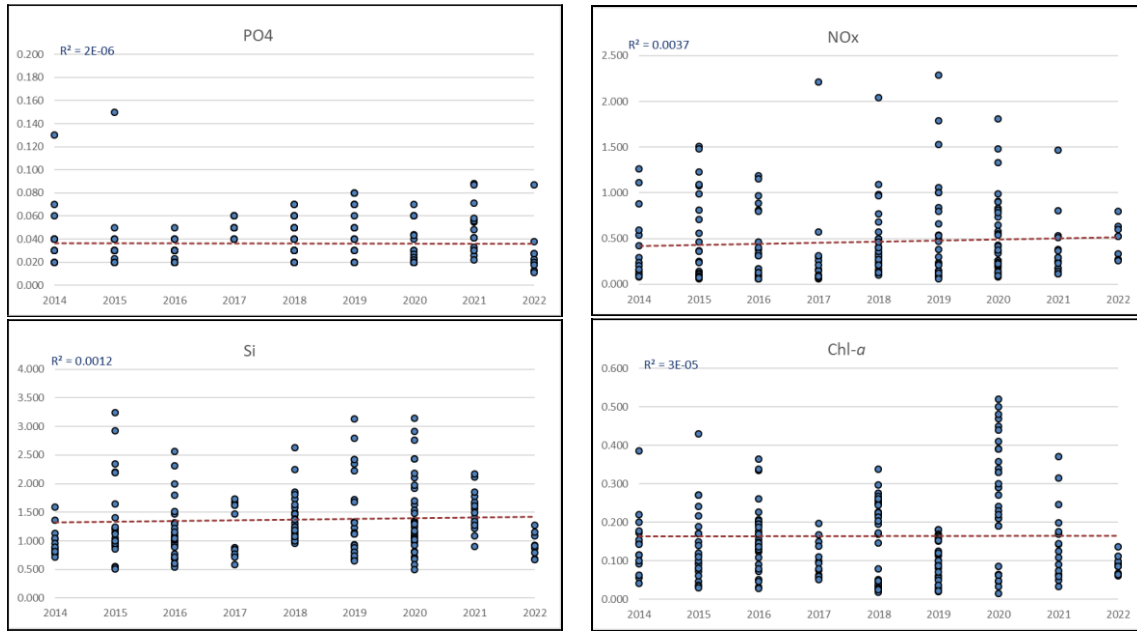
değerlerinde grafiksel olarak yönelim görülsede bu eğilimler bu dönem için istatistiksel olarak anlamlı gözükmemektedir. PO_4 değerleri yıllık yaklaşık $0.01 \mu M$, NO_x değerleri $1.0 \mu M$, Si değerleri $3.0 \mu M$ ve klorofil-a değerleri $0.3 \mu g/L$ olarak ölçülmüştür. Mersin Körfezi gibi, bu etkilenmiş alanların ve geçiş sularının mevsimsel izlemesinin tüm ötrofikasyon göstergelerini içerecek detayla ve sıklıkta özel izleme programı ile izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekir.



Şekil 3.14. İskenderun Körfezi bölgesi 2014-2022 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO_4), nitrat+nitrit (NO_x) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri

Mersin Körfezinin batısında yer alan Antalya Körfezinde açık deniz kıyı su etkileşimleri daha yüksek olmakla beraber bu bölgede bulunan nehirlerin daha düşük debili olmasından da dolayı ötrofikasyon parametreleri Mersin ve İskenderun Körfezlerine göre daha düşüktür (Şekil 3.15). Bu bölgede besin tuzları ve

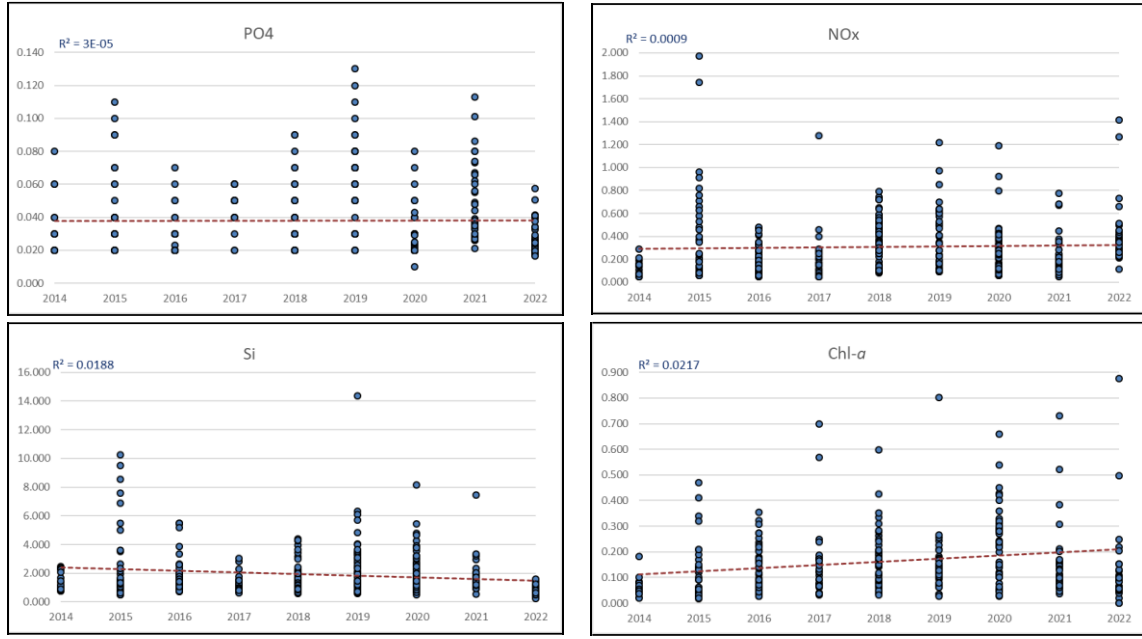
klorofil değerlerinin yıllık ortalamalarında zamansal belirgin değişimler olmamıştır. PO_4 değerlerinde azalan bir eğilim görülse de bu değişimin zayıf yönlü olduğu görülmektedir. NO_x , Si ve klorofil değerlerindeki eğilim artan yönde olmasına karşın bu parametrelerde de artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.



Şekil 3.15. Antalya Körfezi bölgesi 2014-2022 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO_4), nitrat+nitrit (NO_x) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri

Finike bölgesi 2014-2022 yılı ötrofikasyon parametreleri incelendiğinde PO_4 , NO_x ve Si değerlerinin yıllar içerisinde çok değişmediği görülmektedir (Şekil 3.16). Bunun yanında bu bölge için en belirgin değişimin klorofil değerlerinde olduğu görülmektedir. Klorofil-a değerlerinin diğer parametrelere göre istatistiksel olarak

daha anlamlı olacak şekilde yukarı yönlü bir yönelim izlediği gözükmemektedir. İnsan kaynaklı baskıların belirgin ve iç-dış körfez etkileşiminin zayıf olduğu Fethiye iç körfezinin ötrofikasyon değerleri diğer bölgelere göre daha hızlı bir artış eğilimindedir.



Şekil 3.16. Finike Körfezi bölgesi 2014-2022 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO₄), nitrat+nitrit (NO_x) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri

Doğu Akdeniz kıta sahanlığı suları yıl boyunca fosfat iyonlarınca fakir ($<0.05 \mu\text{M}$) ve karasal (DIN içeriği yüksek akarsular ve atıksular) etki altındaki kıyı sularda DIN/P oranı yüksektir (>20). Karasal kaynaklı besin tuzları (azot, fosfor) girdisindeki artışın etkisiyle yarı kapalı deniz sularında reaktif silikat tüketimi artmış ve suyun silikat derişimi belirgin azalım eğilimi göstermiştir. Bu olumsuz değişim doğal olarak, kış-ilkbahar döneminde kıta sahanlığında besin iyonları molar oranlarını (N/P/Si) olumsuz yönde değiştirmiş; özellikle N/P oranı artarken

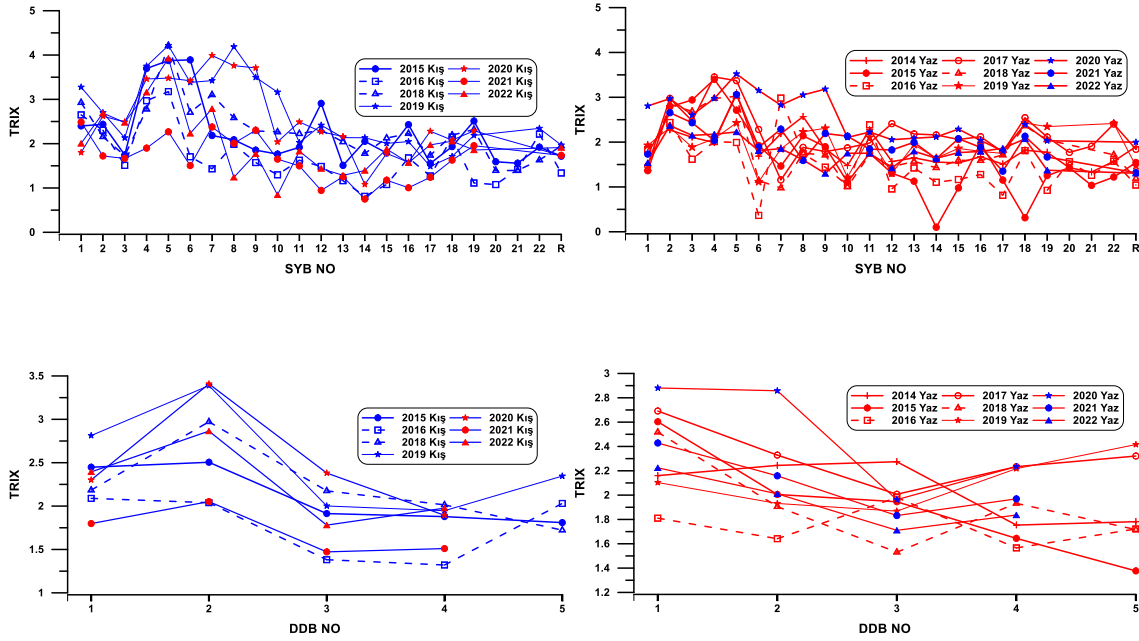
Si/NO_x oranı azalmıştır. Artan besin yükü girdileri kıyı sularda süregelen fitoplankton üretimi ve bolluğunu artırmış; ancak diyatom ve diğer baskın türler oranını da olumsuz yönde etkilemeye devam etmektedir. Özellikle büyük akarsular üstüne barajların yapımı denize ulaşan yıllık NO_x, Si yükleri değiştirmiş; artan barajlar ve tarımsal faaliyetlerle birlikte denize ulaşan tatlı suların Si/NO_x oranında azalma eğilimi başlamıştır. Bu değişim kıta sahanlığındaki diyatom türlerinin bolluğunu azaltan olumsuz çevresel etki faktörüdür.

3.2.6. TRIX

Trofik durum göstergesi (besin tuzları, klorofil ve oksijen doygunluk yüzdesi) parametrelerinden hesaplanan TRIX indeksi değerlerine göre Mersin ve İskenderun Körfezi içinde karasal baskılara bağlı AKD04 ve AKD05 içindeki kıyısız alanlarda ötrofik duruma bir meyil söz konusudur. Noktasal olarak sıcak alanlarda yüksek (>5) olan TRIX, kıyıdan ve kirli noktalardan uzak alanları da kapsayan SYB alanı ortalaması alındığında TRIX 3-4 aralığında kaldığı görülmüştür. Doğu Akdeniz bölgesi Referans alanın oligotrofik özelliğine ve hesaplanan TRIX değerine göre, Mersin Körfezi'ndeki iki SYB genelinde, karasal baskıların sürekliliği ve artan eğilimi sonucu mesotrofik durumun oluştuğu, İç Körfez'deki sıcak noktalarda ise ötrofik duruma yönelim eğilimi gözlemlendiği belirtilebilir. Mersin Körfezi batısından Marmaris'e doğru ekolojik su kalitesinin arttığı, gerek ötrofikasyon göstergesi parametrelerin ölçüm değerlerindeki gerekse TRIX değerlerindeki azalım eğiliminden açıkça görülmektedir. Bunun nedeni yukarıda belirtildiği üzere, karasal kaynaklardan besin tuzları girdisinin batı yönünde azalması ve kıyı-açık su etkileşiminin daha güçlü olmasıdır. Yağışlı kış dönemi (Şubat 2015) kıyı suları ölçümlerinde özellikle Antalya İç Körfez

suları referans noktaya kadar sadece yüzeyde ve kısa süreli olarak etkilenmiştir. Suyun biyo-optik özellikleri kısa süreli değişmiştir. Bu tür gözlemler kısa süreli etki alanı belirleme için önemlidir. Ancak etki kısa süreli olduğundan kış dönemi etki alanı büyüklüğünü temsil etmez; bunun aşırı yapışlardan en az bir hafta sonra ölçümlerin mümkünse tekrarı önemli bilgiler verecektir. Akdeniz Bölgesi'nde kurak geçen yaz döneminde kıyısız deniz alanları yüzey sularının oligotrofik özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, son yıllarda bölgede artan nüfus ile kirlilik yükleri İskenderun-Mersin arasındaki sığ kıyısız sularda (derinlik <20m) da çok belirgin hale gelmiştir. Kıyı sularındaki renk değişimi kalıcı hale gelmiş durumdadır ve SDD derinliği düşmüştür.

Akdeniz'de belirlenen toplam 4 DDB bölgesi üst tabaka (0-10m) suları için hesaplanan ortalama TRIX değerleri yaz ve kış döneminde 3'ün altındadır (Şekil 3.17). Elde edilen verilere göre, özellikle yaz döneminde Antalya-Marmaris arasındaki DDB bölgesi deniz ekosisteminin oligotrofik durum özellikleri çok daha belirgindir (düşük besin tuzları ve düşük klorofil derişimi, yüksek SDD ve TRIX<2).



TRIX Değeri	Trofik durum
<2	Ultra-oligotrofik/Yüksek
2-3	Oligotrofik/İyi
3-4	Mezotrofik/ötrofik duruma yönelim-Orta
4-5	Ötrofik/Zayıf
>5	Aşırı ötrofik/Kötü

Şekil 3.17. 2014-2022 örnekleme dönemlerindeki yüzey suyu TRIX değerlerinin (0-10m ortalama) SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalama değerleri; DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı

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 olup 2017 yılından itibaren ise zooplankton çalışmaları da izleme kapsamına alınmıştır.

3.3.1. Fitoplankton

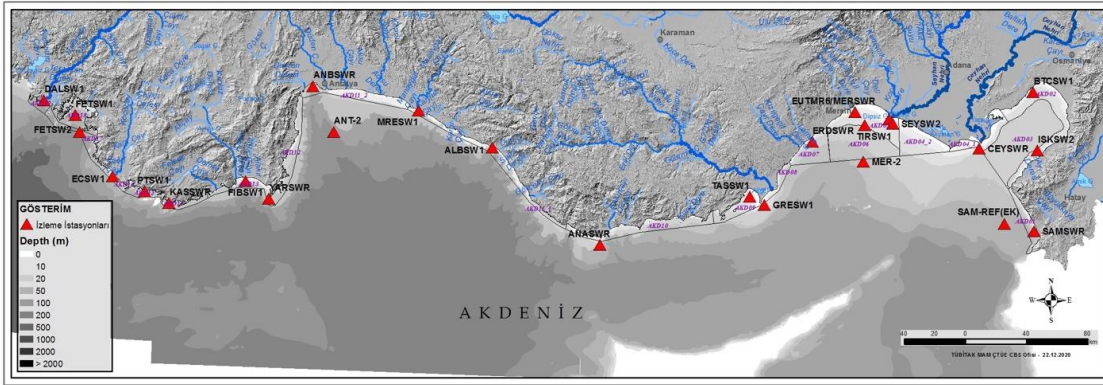
Fitoplankton Bolluk değişimi

Akdeniz bölgesinde fitoplankton örneklemeleri 2014-2022 yılları arasında kış ve yaz dönemlerinde 25 istasyonda yapılmıştır (Şekil 3.18). Bu süreçte istasyonların yüzey sularında gruplar bazında ortalama bolluk (litrede hücre sayısı) dağılımına bakıldığında kış ve yaz dönemlerinin tamamında diyatom grubunun dinoflagellat ve diğer gruplara oranla belirgin şekilde baskın olduğu görülür (Şekil 3.19). Bu durum Akdeniz kıyısı deniz alanı sularında diyatom ağırlıklı plankton bolluğu olduğu ve bir anlamda sağlıklı ekosistem yapısına sahip olduğunu göstermektedir. 2015-2022 kış dönemlerini kapsayan süreçte Mart 2020 dönemi ortalama hücre bolluğu açısından en yüksek (4.8×10^5 h/l) Şubat 2021 dönemi ise en düşük (6.92×10^4 h/l) dönemi oluşturmuştur (Şekil 3.20). Şubat 2015 ve Mart 2022 arası yapılan toplam 7 kış seferine ait tüm fitoplankton istasyonlarında elde edilen verilerin 4 farklı deniz alanı istasyonlarının yüzey suları için ortalama değerlerine bakıldığında hücre sıklığı açısından Mersin Körfezi'nin (6.8×10^5 h/l) İskenderun Körfezi'ne oranla 4 kat (1.71×10^5 h/l), Antalya Körfezi'ne oranla 10 kat (6.77×10^4 h/l) ve Finike Körfezi'ne oranla yine 10.3 kat (6.55×10^4 h/l) daha zengin popülasyona sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar klorofil ve besin iyonları bölgesel dağılımı ile de uyumludur. Kış dönemlerinde fitoplankton patlamaları bütünü ile Mersin iç körfez ve körfezin batı yakası istasyonlarında gözlenmiştir. 2014-2022 yaz dönemlerini kapsayan süreçte Ağustos 2015 dönemi ortalama hücre bolluğu açısından en yüksek (4.3×10^5 h/l) Ağustos 2021 dönemi ise en düşük (5.2×10^4 h/l) dönemi oluşturmuştur (Şekil 3.21). Eylül 2014 ve Ağustos 2022 arası yapılan toplam 9 yaz seferine ait tüm fitoplankton istasyonlarında elde edilen verilerin 4 farklı deniz alanı istasyonlarının yüzey suları için ortalama değerlerine

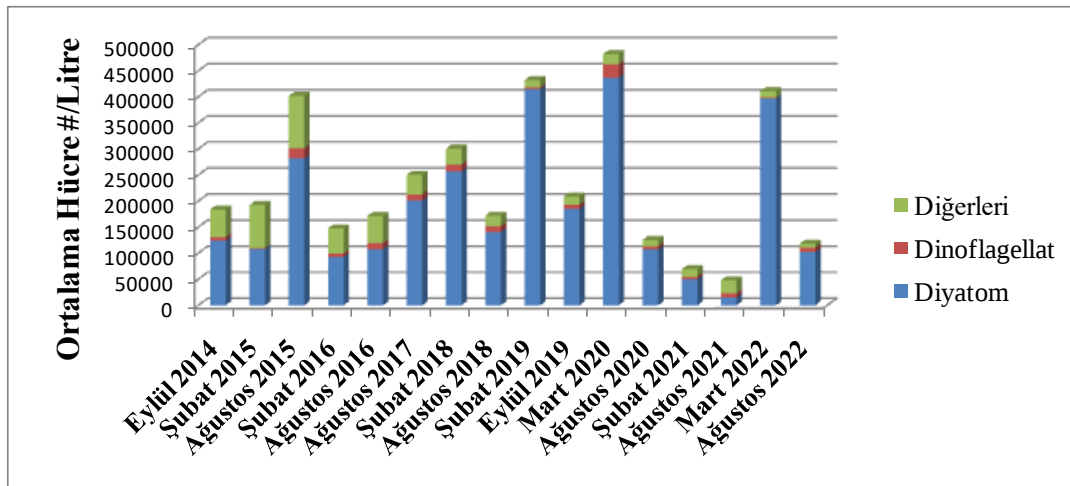
bakıldığında hücre sıklığı açısından Mersin Körfezi'nin (3.73×10^5 h/l) İskenderun Körfezi'ne oranla 1.9 kat (1.96×10^5 h/l), Antalya Körfezi'ne oranla 2.1 kat (1.79×10^5 h/l) ve Finike Körfezi'ne oranla 8.4 kat (4.44×10^4 hücre/litre) daha zengin popülasyona sahip olduğu görülmektedir. Burada dikkat çeken en önemli hususlardan birisi Antalya iç körfezde mevcut ANBSWR istasyonunun yüzey sularındaki ortalama hücre yoğunluğu Mersin körfez alanı ortalama değerlerinin %87'ini oluşturacak düzeylere çıkmasıdır. Buradan hareketle Aksu, Köprü ve Manavgat Çayları etki alanını oluşturan Antalya iç körfez doğu yakasında ötrofikasyon sinyalleri oluşmaktadır denilebilir. Toplam 17 örnekleme döneminin fitoplankton sıklık dağılımlarına bakıldığında farklı basenlerde benzer dağılımların süregeldiği görülmüştür. Akdeniz sahilinin batı kesimlerini direkt etkileyen oligotrofik özellikteki berrak açık sulara karşın doğu sahilleri büyük oranda fitoplankton gelişimini artıran sürekli nehir akılarından kaynaklı besin girdilerine maruz kalmaktadır. Geniş ve sığ sahanlık alanlarına sahip Mersin ve İskenderun Körfezleri açık sular ve batı sahillerine oranla daha zengin pelajik ekosistemleri barındırmaktadır. Göksu nehrinin batısında Anamur'a doğru tatlı su etkisi giderek azalmakta ve Taşucu Alanya arasındaki bölgeyi oligotrofik açık sular basmaktadır. Daha batıda Antalya iç körfezde Manavgat, Köprü ve Aksu nehirlerinin etki alanı oluşmaktadır. Özetle doğudan batıya (açık suların oligotrofik özellikte olması nedeni ile) su kalitesinde bir artış fitoplankton sıklığında azalış görülmektedir. Buna karşın, Mersin ve İskenderun körfezlerine benzer şekilde sığ Antalya iç ve Fethiye körfezlerinde giderek ötrofikasyon riskleri oluşagelmektedir.

Kış dönemleri sıklıkla gözlemlenen fitoplankton türleri arasında diyatomlardan *Chaetoceros* sp., *C. socialis*, *C. brevis*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia tenuirostris*, *bacteriastrum delicatulum*, *Pseudonitzschia delicatissima* *Asterionella japonica*, *Thalassionema nitzschioides*, dinoflagellatlardan *Amphidinium* sp., *Gonyaulax grindleyi*, *Prorocentrum minimum*, *Ceratium kofoidii*, *Heterocapsa* sp., *Torodinium robustum*, *T. terodo*, *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium* sp., *G. fusiforme*, *Peridinium* sp., ve kokkolitoforid *Emiliana huxleyi* ve kriptofit *Hillea fusiformis* öne çıkmaktadır. Yaz dönemleri sıklıkla gözlemlenen

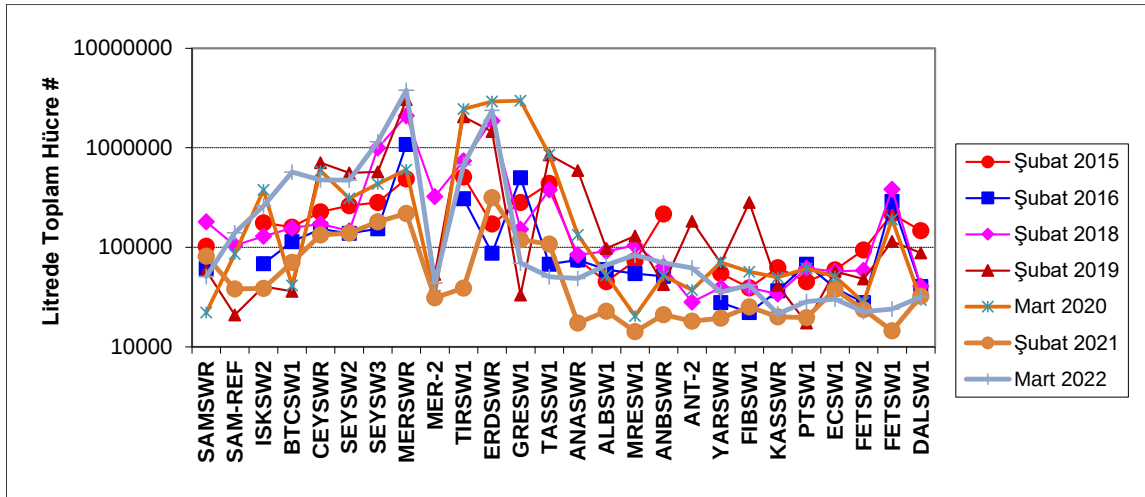
fitoplankton türleri arasında diyatomlardan *Nitzschia tenuirostris*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Thalassiosira* sp., *Chaetoceros brevis*, *C. tortissimus*, *C. simplex*, *C. Didymus*, *C. gracilis*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Rhizosolenia styliformis*, *Leptocylindrus danicus*, *Proboscia alata* forma *gracillima*, *Bacteriastrum delicatulum*, dinoflagellatlardan *Heterocapsa* sp., *Oxytoxum variabilis*, *O. crassum*, *Gymnodinium* sp., *Prorocentrum minimum*, *Amphidinium* sp. *Gyrodinium* sp., *Alexandrium affine*, *Amphidinium* sp., ve kokkolitoforid *Emiliana huxleyi* ve kriptofit *Hillea fusiformis* öne çıkmaktadır.



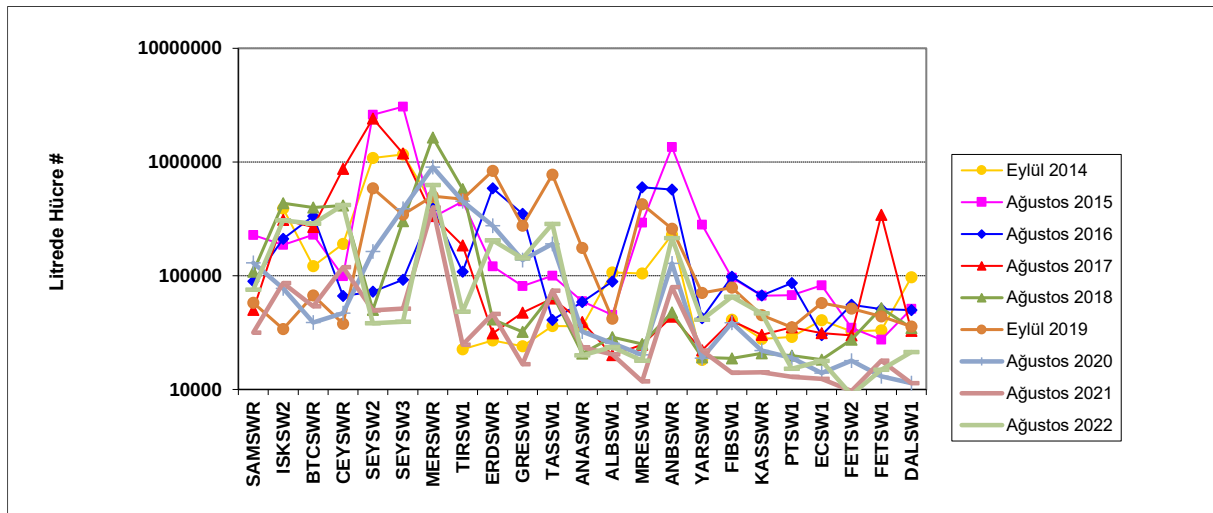
Şekil 3.18. Akdeniz fitoplankton örnekleme istasyonları



Şekil 3.19. Farklı fitoplankton gruplarının yıllar içinde ortalama hücre bolluklarının değişimi



Şekil 3.20. 2015-2022 kış dönemlerinde istasyonlarda yüzey sularında litrede toplam hücre sıklıkları dağılımı

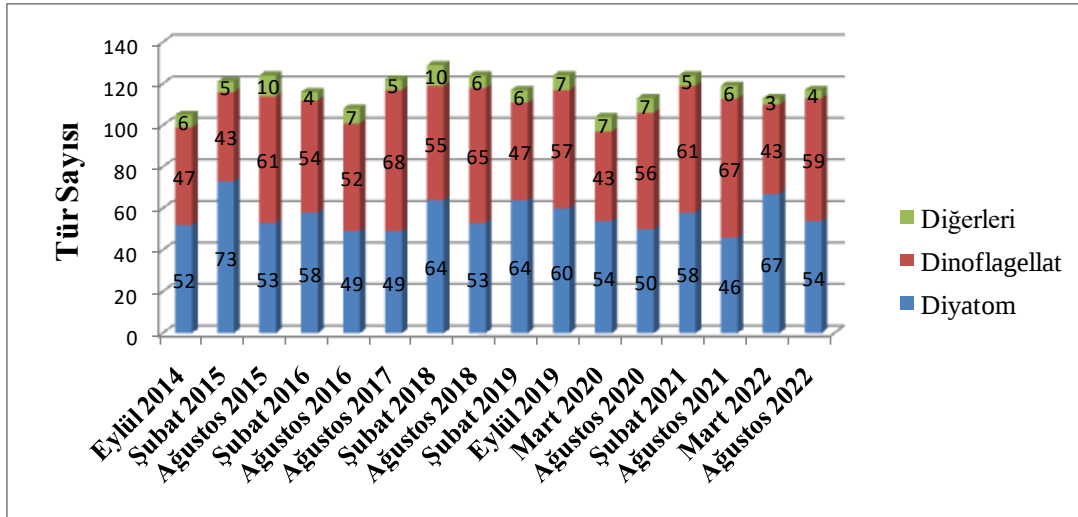


Şekil 3.21. 2014-2022 yaz dönemlerinde istasyonlarda yüzey sularında litrede toplam hücre sıklıkları dağılımı

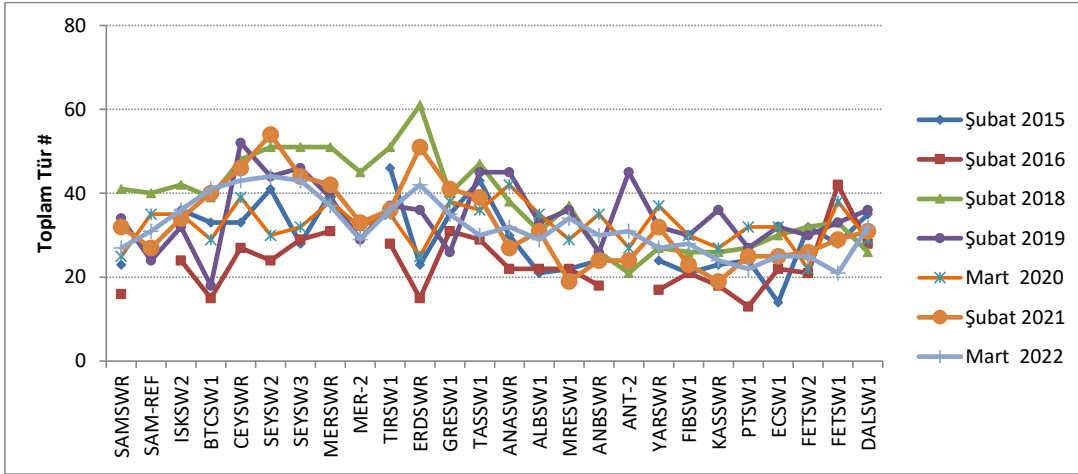
Tür Sayısı Değişimi

Fitoplankton popülasyonu türce Şubat 2018'de en zengin ve Mart 2020'de en fakir bulunmuştur (Şekil 3.22). Kış dönemleri ortalama tür sayısı Şubat 2018'de en yüksek sonra sırası ile Şubat 2019, 2021, Mart 2020 ve 2022, Şubat 2015 ve 2016 olarak (sırası ile ortalama 38, 35, 33, 32, 32, 30 ve 23 tür) gözlenmiştir (Şekil 3.23). Her dört kış dönemi ortalama tür zenginliği açısından Mersin Körfezini sırası ile İskenderun, Finike ve Antalya körfezleri izlemiştir (sırası ile ortalama 37,

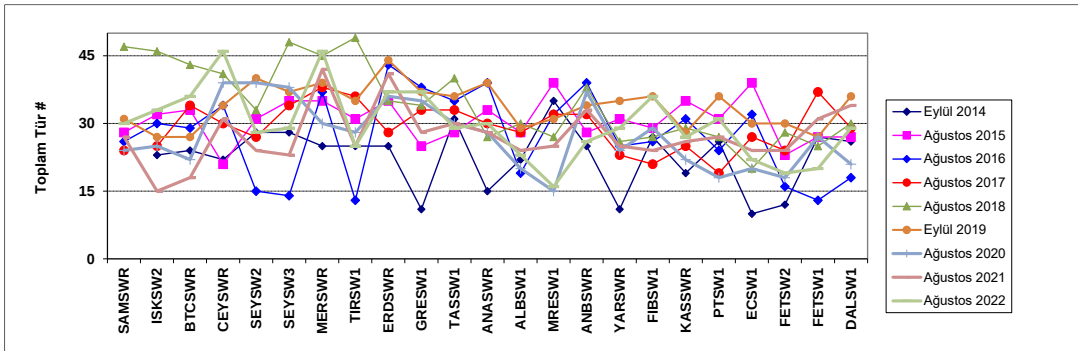
33, 28, 27 tür). Yaz dönemlerinde ortalama tür sayısı Ağustos 2018'de en yüksek sonra sırası ile Eylül 2019, Ağustos 2015, 2022, 2017, 2021, 2016, 2020 ve en düşük olarak Eylül 2014 döneminde (sırası ile ortalama 35, 34, 31, 30, 29, 27, 27, 27 ve 23 tür) gözlenmiştir (Şekil 3.24). Tür zenginliği açısından Mersin Körfezi öne çıkmakta ve sırası ile İskenderun, Antalya ve Finike körfezleri takip etmektedir (sırası ile ortalama 32, 30, 28 ve 26 tür).



Şekil 3.22. 2014-2022 yaz ve kış dönemlerinde mevcut tür sayıları dağılımı



Şekil 3.23. 2015-2022 kış dönemlerinde istasyonlarda mevcut tür sayıları dağılımı



Şekil 3.24. 2014-2022 yaz dönemlerinde istasyonlarda mevcut tür sayıları dağılımı

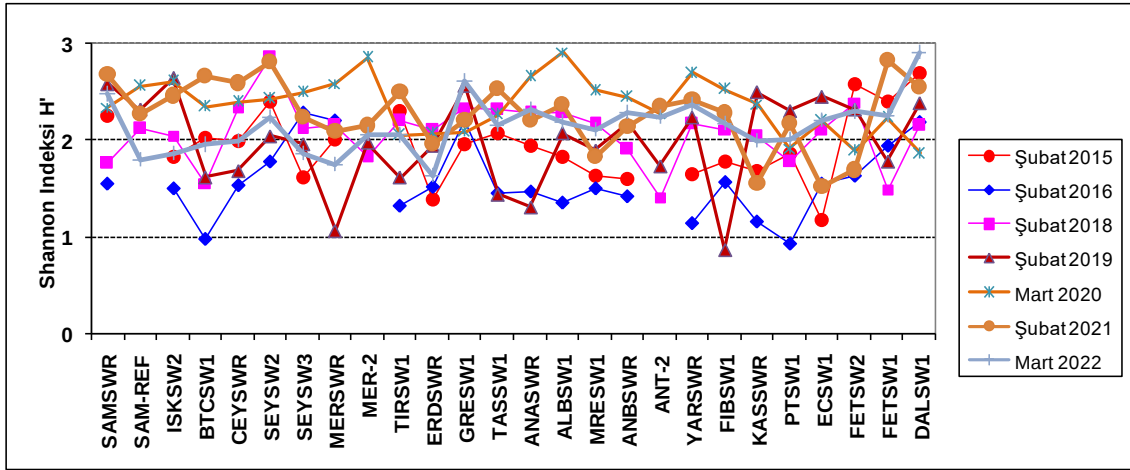
Tablo 3.4. Fitoplankton taksonomik kompozisyonun yıllar içinde değişimi (Cins # : Tür #)

	Eylül 2014	Şubat 2015	Ağustos 2015	Şubat 2016	Ağustos 2016	Ağustos 2017	Şubat 2018	Ağustos 2018	Şubat 2019	Eylül 2019	Mart 2020	Ağustos 2020	Şubat 2021	Ağustos 2021	Mart 2022	Ağustos 2022
Bacillariophyceae	29 : 52	39 : 73	26 : 53	33 : 58	29 : 49	26 : 49	36 : 64	27 : 53	37 : 64	31 : 60	31 : 54	25 : 50	31 : 58	25 : 46	37 : 67	29 : 54
Dinophyceae	20 : 47	16 : 43	25 : 61	18 : 54	20 : 52	24 : 68	22 : 55	23 : 65	16 : 47	22 : 57	17 : 43	22 : 56	23 : 61	26 : 67	17 : 43	24 : 59
Prymnesiophyceae	2 : 2	2 : 2	3 : 3	3 : 3	3 : 3	3 : 3	7 : 8	4 : 4	3 : 3	3 : 3	2 : 2	2 : 2	2 : 2	2 : 2	1 : 1	1 : 1
Ebriophyceae	1 : 1		1 : 1		1 : 1				1 : 1							1 : 1
Euglenophyceae	1 : 2	2 : 2	2 : 2		1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1		1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1		1 : 1
Cryptophyceae	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1
Chlorophyceae			1 : 1		1 : 1				1 : 1	2 : 2	1 : 1	1 : 1				
Cyanophyceae			1 : 1													
Chrysophyceae											1 : 1	1 : 1	1 : 1		1 : 1	
Thecofilosae												1 : 1		1 : 1		
Trebouxiophyceae														1 : 1		
Toplam	54 : 105	60 : 121	60 : 123	55 : 116	56 : 108	55 : 122	67 : 129	56 : 124	59 : 117	60 : 124	54 : 103	54 : 113	59 : 124	57 : 119	57 : 113	57 : 117

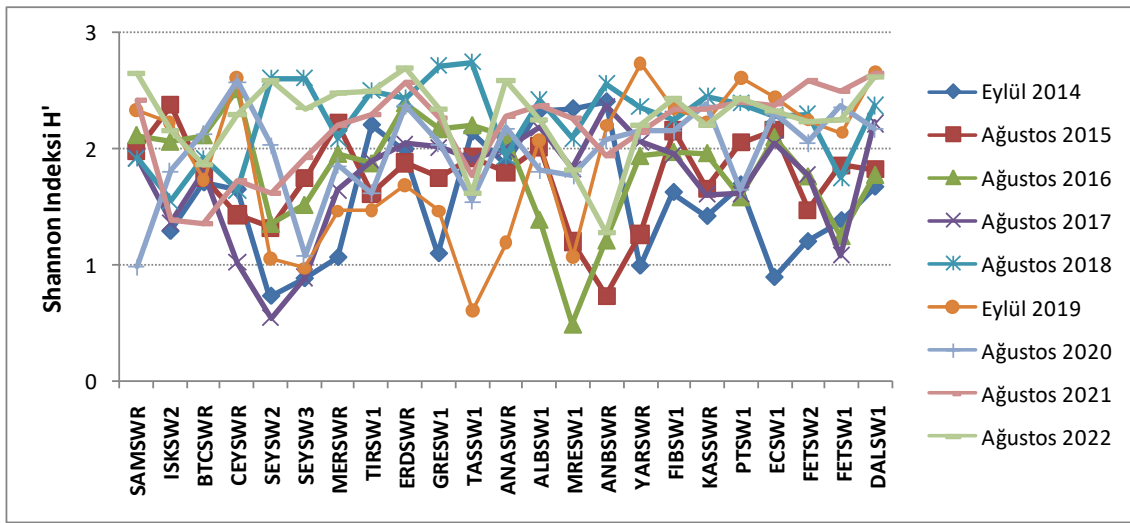
Tür Çeşitliliği Değişimi

Gerek tür sayısı gerek ise türlerin sıklığı göz önüne alınarak hesaplanan Shannon İndeksi kış dönemleri için istasyonlarda tür çeşitliliği açısından bakıldığında Mart 2020 dönemi en yüksek (ortalama değer 2.4) Şubat 2016 dönemi ise en düşük (ortalama değer 1.6) gözlemlendiği dönemi oluşturmuştur (Şekil 3.25). Yaz dönemleri tür çeşitliliği açısından bakıldığında Ağustos 2022 ve 2018 dönemleri Shannon indeks değerleri açısından diğer dönemlere

oranla yüksek çıkmış olup (ortalama değer 2.3), Eylül 2014 döneminde ise en düşük (1.6) bulunmuştur. (Şekil 3.26). Basenler arası karşılaştırma yapıldığında ortalama H' değeri en düşük (1.94) Antalya Körfezi'nde, en yüksek (2.04) Finike körfezi'nde saptanmış olup Mersin ve İskenderun ve körfezlerinde birbirlerine yakın değerler saptanmıştır (1.98 ve 1.96).



Şekil 3.25. 2015-2022 kış dönemlerinde istasyonlarda Shannon İndeks H' değerlerinin dağılımı



Şekil 3.26. 2014-2022 yaz dönemlerinde istasyonlarda Shannon İndeks H' değerlerinin dağılımı

Zararlı Türlerin Varlığı

Akdeniz kıyıları özellikle kış ve ilkbahar dönemlerinde diyatom ağırlıklı bir kompozisyon sergilemesi nedeni ile ileride risk teşkil edebilecek zararlı türler arasında *Pseudo-nitzschia delicatissima* birinci derecede önemli bir türü de içermektedir. Bu tür kış ve yaz dönemlerinde kıyı boyunca yaygın ve baskın olarak bulunabilmektedir. Bu tür ayrıca Marmara ve Karadeniz için de potansiyel tehdit olarak değerlendirilebilir. Akdeniz kıyı boyunca istasyonlar bazında zararlı türlerin bolluk dağılımına bakıldığında (Tablo 3.5), nehir kaynaklı girdilerden direkt etkilenen Mersin ve Antalya iç körfez alanlarında risklerin yoğunlaştığı görülmektedir.

Zararlı türlerin sayısı ve rastlandığı istasyon sayısı açısından yıllar arasında önemli bir fark görülmemektedir. Zararlı dinoflagellat türlerinin sayıca toplam fitoplankton sıklığına oranları kış dönemleri için %0.5'in altında kalmasına karşın zararlı diyatom türlerinin sayıca toplam sıklığa oranları yazdan kışa hemen hemen 3 kat artmış gözükmemektedir (%5 ten %17'ye çıkmıştır). Bu bağlamda batı uç istasyonlarda da giderek bir artışın olduğu söylenebilir. Önlem olarak iç körfezlere doğal yollar haricinde insan kaynaklı girdilerin (azot, fosfor ve silis) kontrollü olarak azaltılması önerilebilir.

Tablo 3.5. 2014-2022 izleme dönemi yüzey fitoplanktonunda toksik / potansiyel toksik tür sayıları ve baskınlık oranları (%)

	TÜR SAYISI		BOLLUK (%)	
YAZ	Dinoflagellat	Diyatom	Dinoflagellat	Diyatom
Eylül 2014	5	2	0.19	2.04
Ağustos 2015	6	2	0.12	0.61
Ağustos 2016	4	2	0.25	5.4
Ağustos 2017	6	2	0.10	1.81
Ağustos 2018	9	2	0.34	9.5
Ağustos 2019	3	3	0.05	8.93
Ağustos 2020	7	2	0.17	5.41
Ağustos 2021	9	2	2.83	3.07
Ağustos 2022	6	2	0.18	8.44
	TÜR SAYISI		BOLLUK (%)	
KIŞ	Dinoflagellat	Diyatom	Dinoflagellat	Diyatom
Şubat 2015	5	2	0.05	11.5
Şubat 2016	3	2	0.51	4.01
Şubat 2018	8	3	0.25	18.44
Şubat 2019	3	3	0.05	8.93
Mart 2020	6	2	0.04	21.03
Şubat 2021	7	3	0.21	8.47
Mart 2022	2	2	0.01	45.49

Akdeniz kıyısız deniz alanı sularında fitoplanktonun sıklığı ve tür çeşitliliği öncelikle inorganik besin tuzu derişimleri (azot, fosfor, silis vb.) yanısıra sıcaklık, tuzluluk, fotosentetik aktif ışınlm şiddeti, pH ve çözünmüş oksijen seviyelerine bağımlı olarak değışkenlikler gösterir. Kuzey-doğı Akdeniz kıyı alanı, özellikle de Asi, Seyhan, Ceyhan, Tarsus ve Göksu nehirlerinin beslediğı tatlı su etki alanları (ROFI, Region of Freshwater Influence) fitoplankton sıklığı ve tür zenginliğı açısından öne çıkan alanlardır. Anılan nehirler sürekli olarak ulaştığı kıyı alanlarına fitoplanktonun fotosentezle gelişiminde rol alan inorganik besin tuzlarını bolca taşımakta ve dolayısı ile fitoplankton sıklığında artışa ve türce çeşitliliğın devamında önemli rol oynamaktadır. Nehir ağızlarında tatlı su, acı su ve tuzlu su türlerine bolca raslanabilmekte, bu alanlar gerek hücre sıklığı gerek ise tür çeşitliliğı bağlamında en zengin kıyı alanlarını oluşturmaktadır. Fitoplanktonun nicel ve nitel gelişimi için anılan faktörlerin sürekliliğı büyük önem arz eder. Nehir debileri azalsa dahi sığ kıyısız alanda dalga ve rüzgar hareketleri,

kış konveksiyonel karışımları nedeni ile besince zengin dip suları yüzey suları ile karışabilmekte ve bu durum da fitoplanktonun sayıca ve türce zengin kalmasına yardımcı olabilmektedir. Dolayısı ile nehirlerle gelen yenji besin tuzları yanısıra dikey karışımla aşağılardan yukarılara taşınan rejenere besin tuzlarının sürekli tedariki bu alanları plankton üretimi ve sürekliliğı açısından daha verimli kılabilir. Bunlara ek olarak kıyılarda yoğun kentleşmenin getirdiğı denize şehir atık su boşaltımları besin yüklerini daha da artırmakta ve bu durum bazen aşırı fitoplankton patlamaları ile sonuçlanabilmektedir. Bu durumun en net olarak gözleendiğı alan olarak Mersin iç körfez bölgesi örnek verilebilir. Oligotrofik (verimsiz) açık deniz suları ile değış tokuşun olmadığı bu alanlarda ötrofikasyon riskleri daha belirgin olarak öne çıkmaktadır. Akdeniz açık suları dünya denizleri arasında en verimsiz basen olarak tanımlanır, bunun asıl nedeni ışıklı tabakasında (öfotik bölge) besin tuzu yüklerinin (azot, fosfor, silis vb) azlığıdır, bazı durumlarda ölçüm sınırlarının da altında olmasıdır. Açık suların kıyısız alan

sularına oranla dar kapsamda değişen çok düşük besin tuzu içerikleri, sıcaklık ve tuzluluk değerleri fitoplanktonun gelişimini ve tür çeşitliliğini kısıtlamaktadır. Dolayısı ile açık sularda daha çok küçük boyutlu kokkolitoforid türlerine ve az sayıda da olsa küçük diyatome ve dinoflagellat türlerine rastlanılmaktadır.

2014'ten bu yana yapılan tüm kış ve yaz seferlerinde açık sular (izlemede referans istasyonları şeklinde tanımlanmakta) daima

az hücre ve türle temsil edilmiştir. Taşucu körfezinden batıya doğru (Antalya iç körfez istasyonları hariç) hemen hemen tüm istasyonlar bu açık su etkisinde kaldığından doğudan batıya tüm istasyonların sıklık ve tür çeşitliliği grafiklerinde bariz bir azalış, düşüş gözlenmiştir. Özetle verimsiz (oligotrofik) açık sulardan nehir ve antropojenik girdilerden yoğun etkilenen kıyısız sulara gidildikçe fitoplankton hücre sayısı ve tür çeşitliliği artış göstermektedir.

3.3.2. Zooplankton

“Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2017-2022” kapsamında Akdeniz’de toplam 12 istasyonda örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.27). 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,

Zooplankton bolluğu

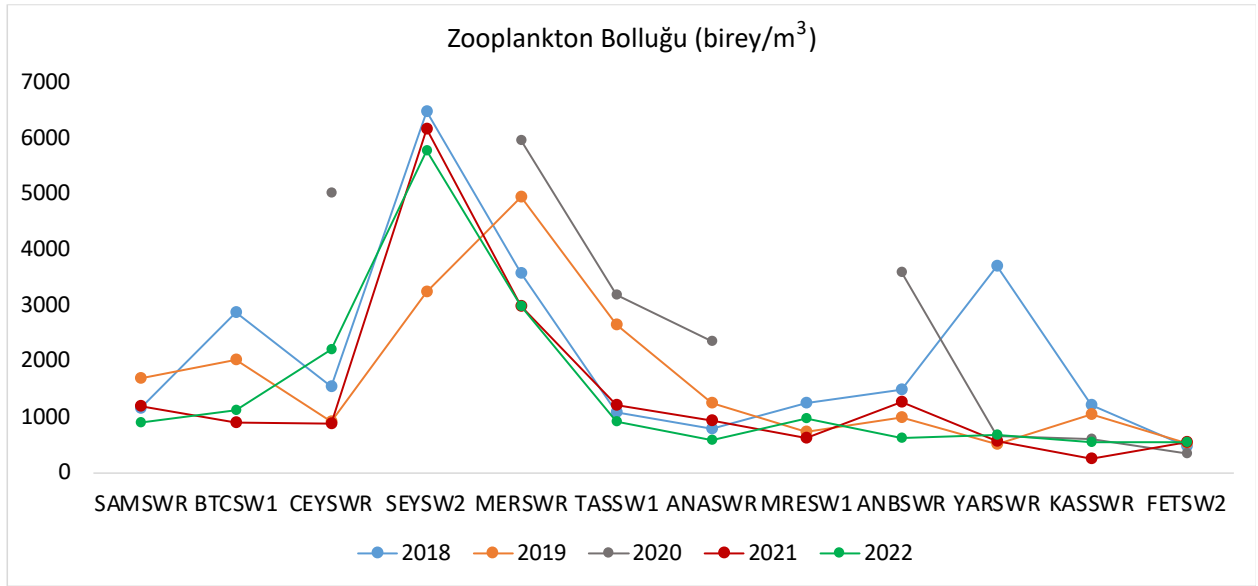
Basen geneli ortalama zooplankton bolluğu değerlendirildiğinde en düşük ortalama zooplankton bolluğu 2021 yılı yaz mevsiminde (1328 ± 1765 birey/m³), en yüksek ortalama zooplankton bolluğu 2020 yılı yaz mevsiminde (2258 ± 1330 birey/m³) gözlenmiştir. Zooplankton toplam bolluk miktarı ve zamansal değişimleri kıta sahanlığının geniş olduğu Mersin ve İskenderun Körfez’lerinde daha fazla olup,

derinliğin 200 m’nin üstünde olduğu istasyonlarda ise 200 m’den yüzeye çekilerek alınmıştır. 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 mevsimi olarak adlandırılmıştır.

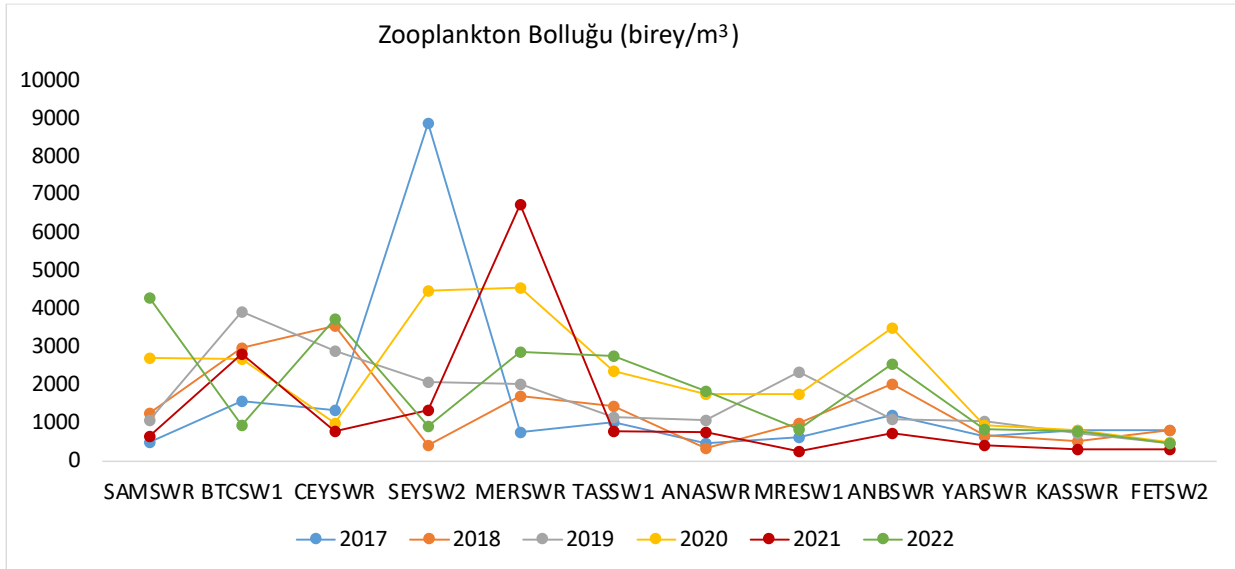
basenin ortası ve batı bölgelerinden belirgin bir şekilde ayrılmıştır (Şekil 3.28, Şekil 3.29). Nehir girdilerinin ve kentsel atık suların etkilediği Mersin Körfezi’ndeki istasyonlarda (SEYSW2 ve MERSWR) bolluktaki salınım en yüksek düzeydedir (Şekil 3.28, Şekil 3.29). Kışın 2018 ve 2020 yıllarında basenin batısındaki lokal zooplankton artışı görülmektedir (Şekil 3.29).



Şekil 3.27. Örnekleme İstasyonları



Şekil 3.28. Kış mevsimi zooplankton bolluğunun yıllar arası değişimleri



Şekil 3.29. Yaz mevsimi zooplankton bolluğunun yıllar arası değişimleri

Zooplankton grup/tür kompozisyonu

2017-2022 yılları arasında Akdeniz kıyılarımızda zooplankton ana gruplarının sayısı 25 (Kış 2021, 2022) ila 28 (Yaz 2018, 2022) arasında değişmiştir (Tablo 3.7). Tüm örnekleme periyotlarında zooplankton gruplarının istasyonlardaki dağılımları alansal olarak değişmekle birlikte, kış mevsiminde genel itibariyle Copepoda ve Appendicularia en baskın gruplardır (Şekil 3.30). Bu grupların yanısıra 2019 yılı haricindeki yıllarda

Echinodermata'nın zooplankton komünitesine katılımı önemli düzeydedir (Şekil 3.30). 2018 yılında Polychaeta, 2019 yılında ise Polychaeta ile Salpidae, 2020 yılında ise Cladocera, 2021 yılında Cirripedia ve 2022 yılında Thecosomata grupları zooplanktonda hakim gruplardır. 2017-2022 yıllarındaki yaz örnekleme sonuçlarında Copepoda baskın grup olarak gözlenmiştir. Cladocera, Echinodermata ise diğer önemli gruplardır

(Şekil 3.30). 2017-2020 yıllarında Appendicularia grubunda komünitede bolluk bakımından önemli düzeydedir (Şekil 3.30). 2018 ve 2019 yılları dışındaki yıllarda bu grupların yanı sıra Gastropoda

baskın gruplar arasındadır. 2018 yılında Polychaeta, 2019 yılında ise Doliolidae, 2021 ve 2022 yıllarında ise Bivalvia grubu bolluğa katkı yapan diğer gruplardır.

Tablo 3.6. Örneklem periyotlarında zooplankton grup/tür ve toplam takson sayısı

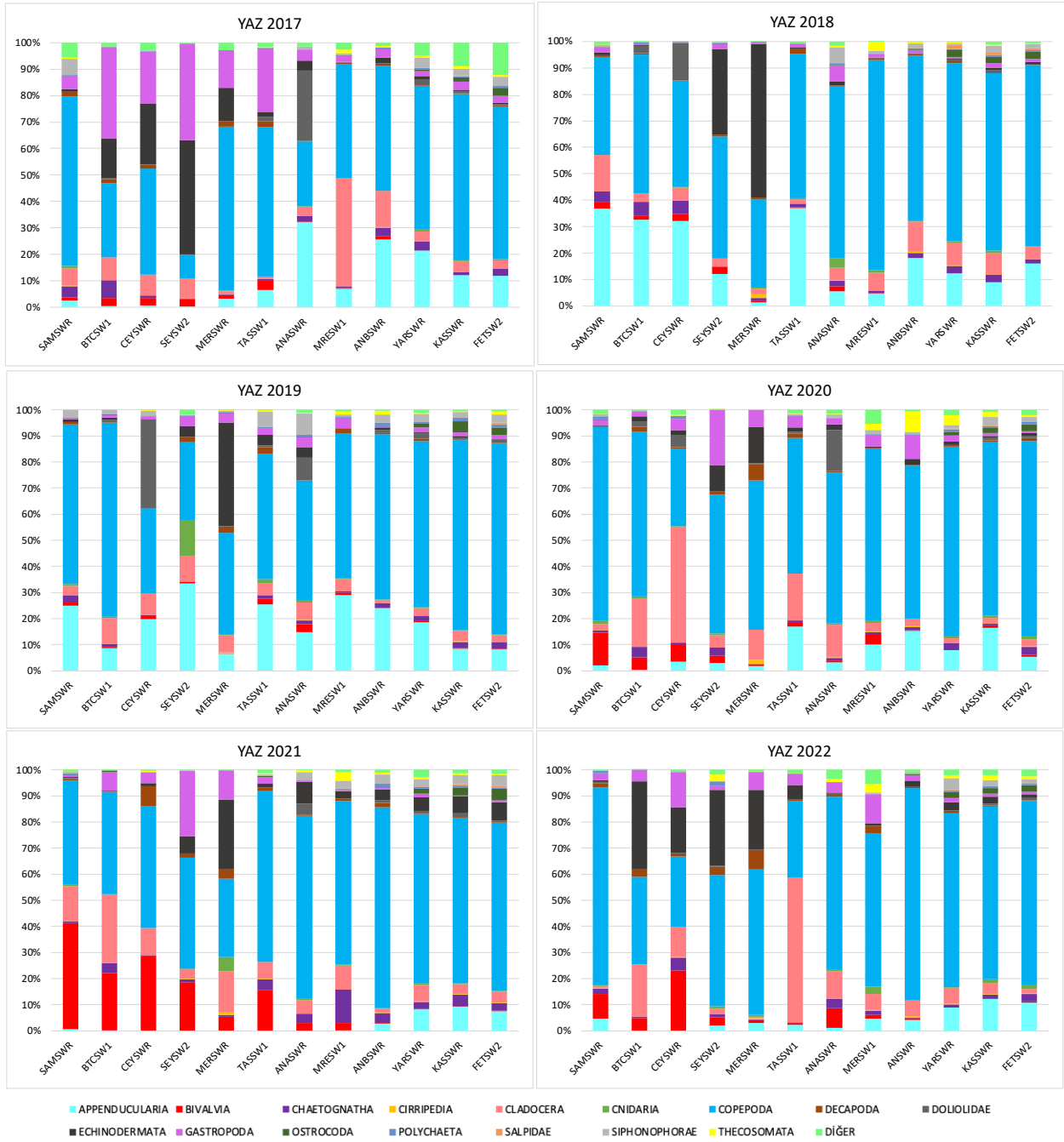
	Yaz						Kış					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022	
Zooplankton grup sayısı	27	28	27	26	26	28	27	26	27	25	25	
Copopoda tür sayısı	96	96	98	96	90	101	98	97	106	100	100	
Cladocera tür sayısı	5	4	4	3	4	4	4	2	5	3	3	
Chaetognatha tür sayısı	8	9	6	12	9	9	9	9	9	9	9	
Toplam tür sayısı	109	109	108	111	103	114	111	108	120	112	112	
Toplam takson sayısı	136	139	135	137	129	142	138	134	147	137	137	

Yaz örneklem periyotlarında Copepoda bazı bölgeler haricinde genel olarak baskın gruptur (Şekil 3.31). Basenin doğusunda kıta sahanlığının geniş olduğu alanlarda oransal katılımı meroplanktonik grupların ve Cladocera'nın artışından dolayı düşmektedir (Şekil 3.31). Echinodermata'nın 2017 ve 2022 yıllarında İskenderun ve Mersin körfez'lerinde oransal katılımı en yüksek iken, diğer yıllarda Mersin Körfezi'nde en yüksek katılım oranına sahiptir. Appendicularia 2018 ve 2019 yılları

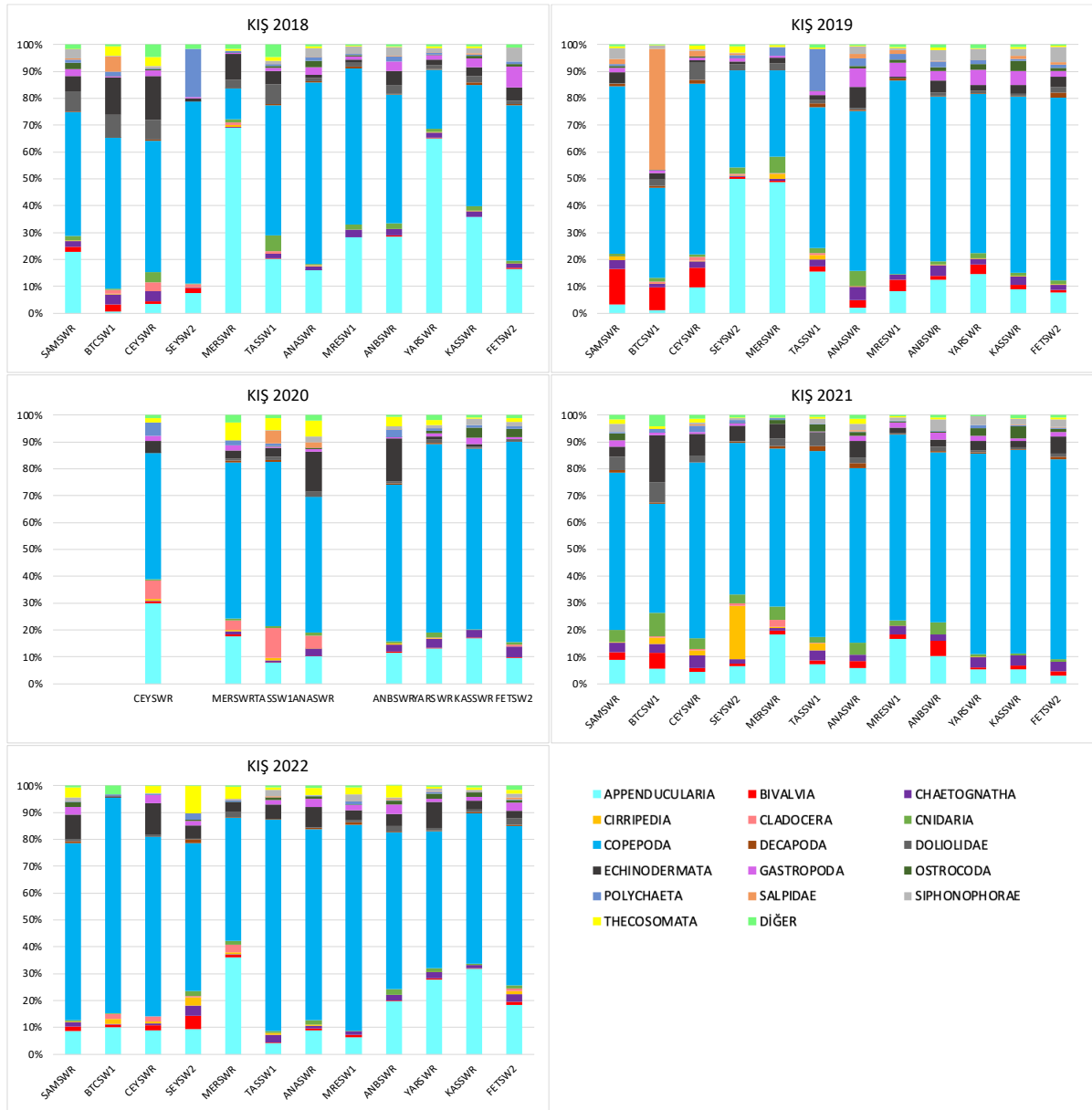
haricinde basenin batısında oransal olarak daha yüksek katılıma sahiptir. Kış mevsiminde 2018 ve 2019 yılında bazı istasyonlar haricinde Copepoda örneklem alanının genelinde baskındır (Şekil 3.32). Appendicularia'nın komüniteye katılım oranı Mersin Körfezi ve basenin batısında daha yüksektir (Şekil 3.32). Echinodermata basen geneli dağılım göstermiş olup, basenin doğusunda katılım oranı artmıştır (Şekil 3.32). Meroplanktonik formların komüniteye katılım oranı yaz mevsimine göre daha düşüktür.



Şekil 3.30. 2017-2022 izleme dönemlerinde zooplankton gruplarının yüzde oranları



Şekil 3.31. Yaz mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı



Şekil 3.32. Kış mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı

Kış mevsiminde *Paracalanus parvus* grup, *Farranula rostrata* ve *Euterpina acutifrons* türleri 2018 yılından bu yana komünitede baskın türler arasındadır. Bunun yanı sıra *Oithona plumifera*, *Clausocalanus furcatus* türleri 2018-2021 yılları arasında komünitede hakimdir. *Clausocalanus paululus*, *Paracalanus nanus* türleri 2018, 2019 ve 2022 yıllarında, *Oncaea scottodicarloi* türü 2018 ve 2019 yıllarında baskın türler arasında yer alırken, 2020 yılında oransal olarak düşük düzeylerde kalmıştır. *C. paululus* 2021 yılı kış mevsimi komünitesinde de baskın türler arasındadır. 2019, 2020 ve 2021 yıllarında

ise *Oithona nana* türü komünitede hakim türler arasındadır. *Acartia clausi* 2018 ve 2021 yılları haricinde diğer kış mevsimlerinde komünite içinde önemli düzeyde bolluğa sahiptir. Bu türlerin dışında, farklı olarak 2018 yılı kış mevsiminde *Parvocalanus crassirostris*, *Penilia avirostris*, *Calocalanus pavoninus* türleri, 2019 kış mevsiminde *Acrocalanus gibber*, 2020 kış mevsiminde *Calocalanus sp. 2*, *Temora stylifera*, ve *Ctenocalanus vanus* türleri komünite de baskın türler arasında yer almıştır. Yaz komünitelerinde de kısmen benzer türler yer almış olup, *O. plumifera*, *P. parvus* grup, *P. avirostris*,

Flaccisagitta enflata, *Evadne spinifera* *C. furcatus* türleri 2017'den bu yana komünitede baskın türler içindedir. *Pseudoevadne tergestina* ve *C. pavoninus* 2017-2021 yılları arasında baskın türlerdendir. *A. gibber* ise 2018 yılından itibaren komünitede hakim olan türler arasındadır. 2018 yılı haricinde *Centropages ponticus*'un komünite'ye katılım oranı yüksektir. *Temora stylifera* (2017 ve 2019) ve *Oncaea media* (2017 ve

2020) ise zaman zaman komünitede baskın türler arasındadır. Bu türlerin yanı sıra 2017 yılında *Acartia negligens* ve *C. speciosus*, 2018-2019 yılında *Paracartia latisetosa*, 2019 yılında *Centropages furcatus*, *Farranula rostrata*, *O. scottodicarloi*, *Oithona setigera*, *Calanopia elliptica*, 2020 yılından itibaren *P. crassirostris* türleri komünitede baskındır. 2021 yılından itibaren ise *Diotihona oculata* baskın türler arasındadır.

Tür sayıları ve ekolojik indeksler

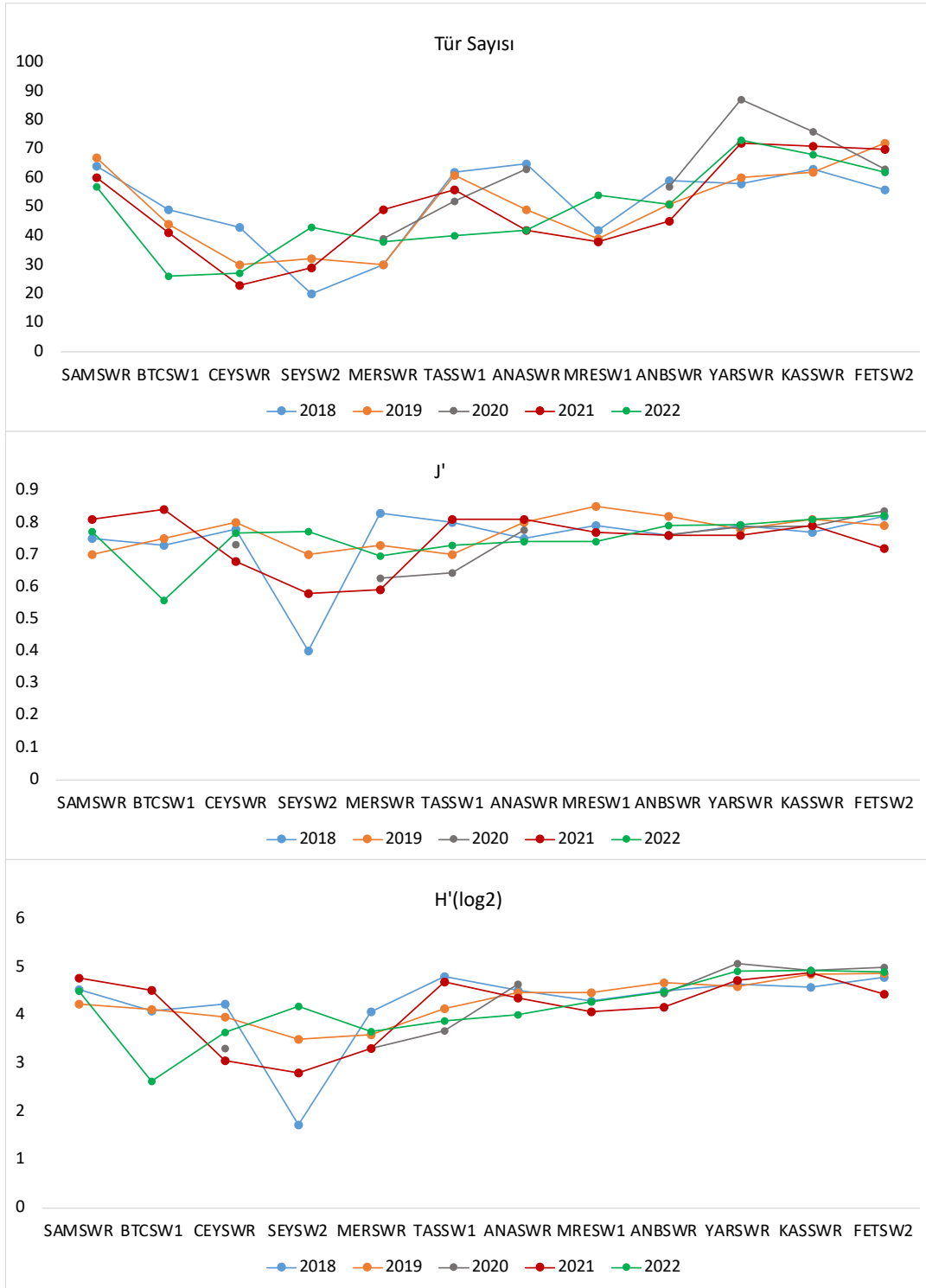
Tür sayısında örnekleme periyotları bakımından belirgin farklılıklar gözlenmemiş olup, biyoçeşitliliğin korunduğu söylenebilir. En yüksek tür sayısı (120 tür) 2020 yılı kış mevsiminde (106 copepoda, 5 Cladocera ve 9 Chaetognatha) gözlenmiş olup, en düşük tür sayısı (103) yaz 2021 periyodunda (90 Copepoda, 4 Cladocera, Chaetognatha) gözlenmiştir (Tablo 3.7). Tür sayısı derinliğin düşük olduğu kıyısallık istasyonlarda daha düşük olmakla birlikte, İskenderun ve Mersin Körfezlerinde genellikle en düşüktür. (Şekil 3.33, Şekil 3.34). Kıyı açık etkileşiminin yüksek olduğu kıta sahanlığının dar olduğu alanlarda ise daha yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil 3.33, Şekil 3.34). Tür sayısı Finike bölgesine kadar olan alt bölgelerde kış karışımını etkisi ile kış periyotlarında örnekleme istasyonlarında genellikle yüksek ölçülmüştür (Şekil 3.33). Finike bölgesindeki derin istasyonlarda ise oseanik ve mezopelajik türlerin katılımı ile yaz ve kış periyotlarında hemen hemen yakın sayıdadır (Şekil 3.33, Şekil 3.34). Tür sayısının yanı sıra ekolojik indeks değerleride basenin batısındaki istasyonlarda en yüksek düzeydedir (Şekil 3.33, Şekil 3.34). Kış mevsiminde Pielou düzenlilik indeks değerleri ve Shannon-Wiener indeks değerlerinin alansal dağılımı genel olarak benzerdir ve her ikisi de 2018 yılı SEYSW2, 2022 yılı BTCSW1

ve 2021 yılı Mersin Körfezi istasyonlarında en düşük değerlerdedir (Şekil 3.33). Yaz mevsiminde basenin özellikle doğusunda ekolojik indeks değerleri kışa oranla oldukça düşmüştür (Şekil 3.34). Yaz mevsiminde de ekolojik indeks değerleri benzer alansal dağılım göstermiş olup, basenin doğusunda genellikle düşük değerler gözlenmiştir (Şekil 3.34). 2017 yılı SEYSW2 ve MRESW1, 2018 yılı MERSWR, 2022 yıllarında ise TASSW1, BTCSW1 ve MERSWR kodlu istasyonlarda en düşük düzeylerdedir (Şekil 3.34).

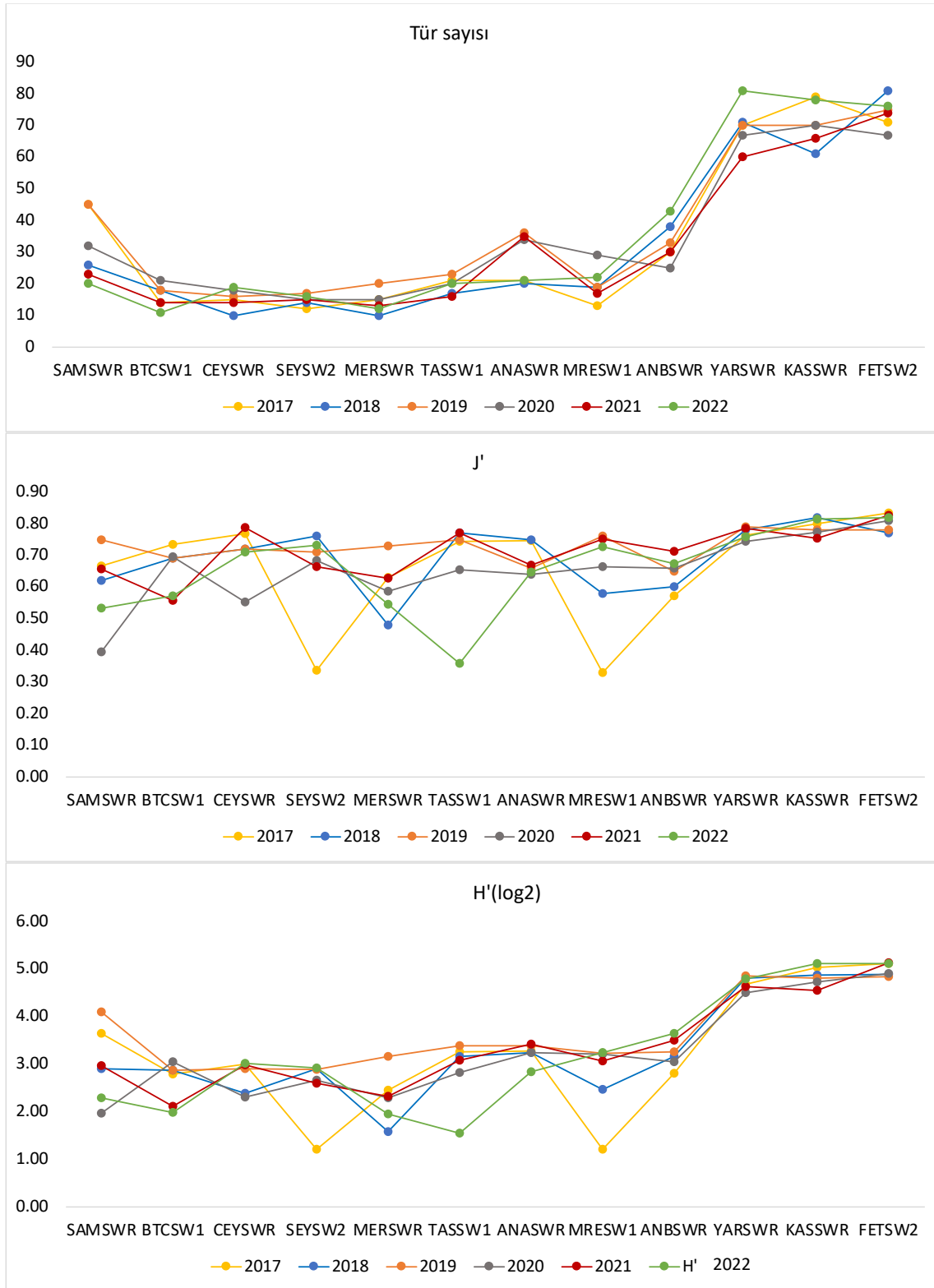
Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında kıta sahanlığının geniş olduğu, antropojenik etkilerin ve nehir girdilerinin etkisinin daha fazla olduğu ve birincil üretimin göreceli olarak yüksek olduğu doğu alanlar, ekolojik olarak batısından belirgin bir şekilde ayrılmakta ve bu farklılık denizel komünitelere yansımaktadır. Çeşitlilik kararlılık hipotezinde ekolojik sistemlerin verimliliği, karmaşıklığa olan tepkileri ve enerjinin verimli kullanımı tür sayısı arttıkça artmaktadır. Ayrıca tür sayısı ekolojik işleyişin sigortasıdır ve sistemlerin kararlılığını sağlar. Bu bağlamda tür çeşitliliği bir ekolojik bir sistemin sağlığını ve kararlılığını değerlendirmek için kullanılabilecek en iyi araçlardan biridir. Akdeniz kıyısallık sularımızda kentleşmenin yoğun olduğu İskenderun, Mersin ve Antalya Körfez'lerinin özellikle iç bölgelerinde

baskıların zooplankton tür çeşitliliği ve dağılımı üzerine etkisi belirgin bir şekilde

görülmektedir.



Şekil 3.33. 2017-2022 yılları arasında kış mevsimine ait Shannon Wiener çeşitlilik , Pielou düzenlilik indeks değerleri ile tür sayılarının alansal dağılımı



Şekil 3.34. 2017-2022 yılları arasında yaz mevsimine ait Shannon Wiener çeşitlilik , Pielou düzenlilik indeks değerleri ile tür sayılarının alansal dağılımı

Yabancı türler

2017-2022 yılları arasında bölgede toplam 16 yabancı tür gözlenmiştir. Bunlar *Acrocalanus gibber*, *Calanopia elliptica*, *Ditrichocorycaeus minimus indicus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus marinus*, *Paracartia grani*, *Diotihona oculata*, *Pontellina plumata*, *Centropages furcatus*, *Labidocera pavo*, *Triconia hawii*, *Ditrichocorycaeus erythraeus*, *Oithona davisae*, *Subeucalanus crassus*, *Ferosagitta galerita*, *Pleopis*

schmackeri'dir. *P. marinus* ve *P. grani* proje kapsamında ülkemiz kıyısal sularında ilk kez gözlenmiştir. Yabancı türlerin bolluk bakımından komüniteye katılımı kış mevsiminde en düşük olup, genel olarak Mersin Körfezi'nde yoğunlaşmıştır. Yaz mevsiminde ise basenin doğusunda yabancı türlerin katılımı bolluk bakımından daha yüksek olup, basenin batısına doğru gidildikçe azalmaktadır. Bu türlerin komüniteye olumsuz etkisiyle ilgili herhangi bir bulgu yoktur.

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

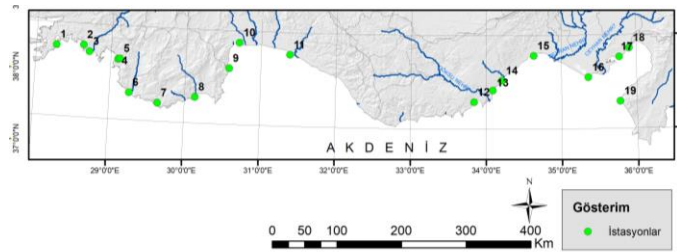
yapısı ile biyotik ve abiyotik habitatların incelenmesi ve izlenmesi istenir. DSÇD T1, T6 ile direkt, T2, T3 ve T4 ile de dolaylı olarak ilişkilidir.

3.4.1. Makro Flora

DEN-İZ Programı kapsamında, Akdeniz kıyılarındaki makro flora kıyısız bölgede 2014-2016 yaz döneminde toplam 11 alanda, 2017-2019 yaz döneminde toplam 22 alanda, 2020-2022 izleme programında ise 2021 yılı yaz döneminde 19 alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.35, EK3). Araştırma alanlarının yıllara göre sayısal dağılımı ise 2014'te 10, 2015'te 11, 2016'da 11, 2017'de 13, 2018'de 17 ve 2022 yılında 18'dir (Tablo 3.7).

Makroflora tür çeşitliliği yıllara göre değerlendirildiğinde; 2014 yılında 96 takson, 2015 yılında 108 takson, 2016 yılında 117 takson, 2017 yılında 114 takson, 2018 yılında 120 takson, 2019 yılında 125 takson ve 2021 yılında ise 123 takson tespit edilmiştir. Bunların farklı

sınıf/filum ve yıllara göre değişimleri Tablo 3.7'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 3.36'da sunulmuştur. Sonrasında da SÇD'ye yönelik Ekolojik Kalite Oranı EEIEQR bulunmuş ve Ekolojik Durum Sınıfları (EDS) tespit edilmiştir (Şekil 3.36 ve Tablo 3.8).



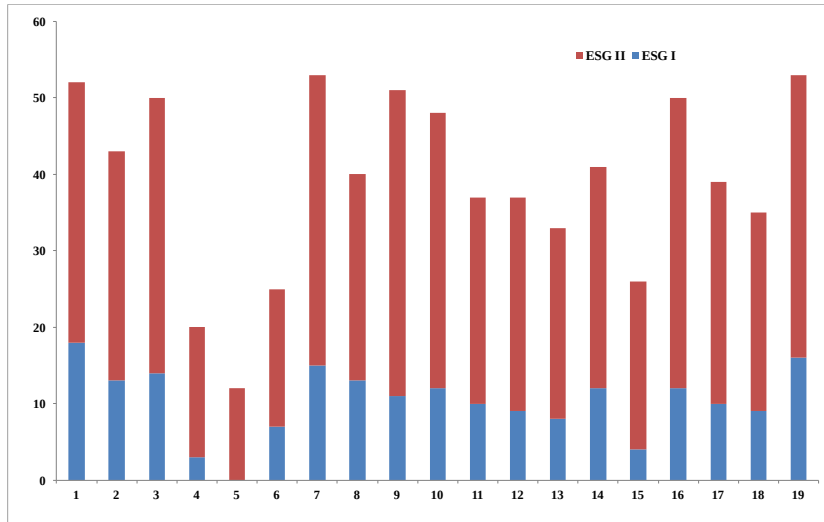
Şekil 3.35. Akdeniz makroflora istasyonları

(1:Marmaris, 2:Köyceğiz-İztuzu, 3:Dalaman, 4:Fethiye Dış K., 5:Fethiye İç K. 6:Eşen Ç., 7:Kaş, 8:Finike, 9:Kemer, 10:Antalya, 11:Manavgat, 12:Taşucu, 13:Silifke, 14:Erdemli, 15:Mersin K., 16:Karataş, 17:Yumurtalık, 18:İskenderun K., 19:Çevlik)

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 kıydan açığa doğru (20-30 m) habitatlar gözlemlenmiş ve yayılımları raporlanmıştır.

Tablo 3.7. 2014-2022 izleme döneminde saptanan makro flora takson sayıları

Sınıf/Filum	Akdeniz						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021
Phaeophyceae	20	21	23	22	21	24	23
Rhodophyta	55	61	66	63	62	67	68
Chlorophyta	18	23	25	26	32	31	29
Spermatophyta	3	3	3	3	5	3	3
Toplam Takson Sayısı	96	108	117	114	120	125	123



ESG I: Hassas gruplar
ESG II: Oportunistik, kirliliğe toleranslı gruplar

Şekil 3.36. Akdeniz istasyonlarının 2021 yılı ESG I ve ESG II gruplarının takson sayıları

(1:Marmaris, 2:Köyceğiz-İztuzu, 3:Dalaman, 4:Fethiye Dış K., 5:Fethiye İç K. 6:Eşen Ç., 7:Kaş, 8:Finike, 9:Kemer, 10:Antalya, 11:Manavgat, 12:Taşucu, 13:Silifke, 14:Erdemli, 15:Mersin K., 16:Karataş, 17:Yumurtalık, 18:İskenderun K., 19:Çevlik)

Tablo 3.8. 2014-2022 izleme döneminde makro flora çalışma istasyonlarının “Ekolojik kalite İndeksi: EEI” ile yapılan kalite sınıflandırması (K:Kötü, Z:Zayıf, O:Orta, İ:İyi, Çİ:Çok İyi)

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}		EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS
Marmaris	te	te	0,86	Çİ	0,87	Çİ	0,83	Çİ	0,9	Çİ	0,93	Çİ	0,86	Çİ
Dalaman	0,63	İ	0,7	İ	0,67	İ	0,5	İ	0,67	İ	0,68	İ	0,7	İ
Fethiye Dış K.	0,19	Z	0,5	İ	0,52	İ	0,5	İ	0,6	İ	0,69	İ	0,72	İ
Fethiye İç K.	te	te	te	te	te	te	0,04	K	0,08	Z	te	te	0,18	Z
Kaş	0,76	Çİ	0,81	Çİ	0,85	Çİ	0,76	Çİ	te	te	0,72	İ	0,75	Çİ
Finike	0,59	İ	0,81	Çİ	0,8	Çİ	0,76	Çİ	te	te	0,71	İ	0,75	Çİ
Antalya	0,6	İ	0,65	İ	0,67	İ	0,64	İ	0,67	İ	0,69	İ	0,67	İ
Alanya	0,4	O	0,59	İ	0,65	İ	0,6	İ	0,64	İ	te	te	te	te
Anamur	0,77	Çİ	0,82	Çİ	0,84	Çİ	0,77	Çİ	te	te	te	te	te	te
Taşucu	0,75	Çİ	0,83	Çİ	0,81	Çİ	0,77	Çİ	te	te	0,85	Çİ	0,81	Çİ
Mersin	0,14	Z	0,21	Z	0,2	Z	0,19	Z	te	te	0,17	Z	0,23	Z
İskenderun K.	0,61	İ	0,68	İ	0,7	İ	0,59	İ	te	te	te	te	te	te
Köyceğiz-İztuzu	te	te	te	te	te	te	te	te	0,8	Çİ	0,77	Çİ	0,69	İ
Eşen (Geçiş Suyu)	te	te	te	te	te	te	te	te	0,34	O	0,64	İ	0,71	İ
Kemer	te	te	te	te	te	te	te	te	0,73	İ	0,81	Çİ	0,69	İ
Manavgat	te	te	te	te	te	te	te	te	0,82	Çİ	0,86	Çİ	0,8	Çİ
Silifke	te	te	te	te	te	te	te	te	0,77	Çİ	0,79	Çİ	0,74	İ
Erdemli	te	te	te	te	te	te	te	te	0,74	İ	0,94	Çİ	0,83	Çİ
Karataş-Batı	te	te	te	te	te	te	te	te	0,83	Çİ	0,86	Çİ	0,79	Çİ
Yumurtalık	te	te	te	te	te	te	te	te	0,71	İ	0,8	Çİ	0,7	İ
İskenderun K.-Gölovası	te	te	te	te	te	te	te	te	0,68	İ	0,71	İ	0,73	İ
Çevlik	te	te	te	te	te	te	te	te	0,78	Çİ	0,74	İ	0,79	Çİ

te: test edilmedi

Genel değerlendirmede, 2014 yılı makrofloraya (makroalg ve angiosperm) ait izleme çalışmasında Akdeniz kıyılarında 10 istasyonda EEI-c ile yapılan değerlendirme sonucunda Kaş, Anamur ve Taşucu Körfezi istasyonları “ÇOK İYİ”, Dalaman, Finike, Antalya ve İskenderun Körfezi “İYİ”, Alanya “ORTA”, Fethiye

(İç Körfez) ve Mersin Körfezi istasyonları ise “ZAYIF” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. 2015 yılında Marmaris, Kaş, Finike, Anamur ve Taşucu Körfezi istasyonları “ÇOK İYİ”, Dalaman, Fethiye, Antalya, Alanya ve İskenderun Körfezi “İYİ”, ve Mersin Körfezi istasyonunun ise “ZAYIF” ekolojik durum

sınıfında oldukları tespit edilmiştir. 2015 yılı izleme çalışmasında Kemer ve Eşen Çayı bölgesinde gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 2016 yılında Marmaris, Kaş, Finike, Anamur ve Taşucu Körfezi istasyonları “ÇOK İYİ”, Dalaman, Fethiye, Antalya, Alanya ve İskenderun Körfezi “İYİ”, ve Mersin Körfezi istasyonunun ise “ZAYIF” ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. 2015 ve 2016 yıllarında örneklemeye çalışmalarına ek olarak Kemer ve Eşen Çayı bölgesinde gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2017 yılı izleme çalışmasında Akdeniz kıyılarında 12 istasyondan örneklemeler yapılmış olup EEI ile yapılan değerlendirme sonucunda Marmaris, Kaş, Finike, Anamur ve Taşucu Körfezi istasyonları “ÇOK İYİ”, Dalaman, Fethiye, Antalya, Alanya ve İskenderun Körfezi “İYİ”, Mersin Körfezi “ZAYIF” ve Fethiye İç Körfez istasyonu ise “KÖTÜ” ekolojik durum sınıfında oldukları tespit edilmiştir. Bu dönemde Kemer ve Eşen Çayı bölgesinde gözlem çalışması yapılmıştır. 2018 yılında 16 istasyonda yapılan değerlendirme sonucunda Marmaris, Köyceğiz-İztuzu, Manavgat, Silifke, Karataş ve Çevlik istasyonları “ÇOK İYİ”, Dalaman, Fethiye Dış Körfez, Kemer, Antalya, Alanya, Erdemli, Yumurtalık ve İskenderun Körfezi (Gölovası) istasyonları “İYİ”, Eşen Çayı Geçiş Suyu noktası “ORTA” ve Fethiye İç Körfez istasyonu ise “KÖTÜ” ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. Bu dönemde Kaş ve Finike’de gözlem çalışması yapılmıştır.

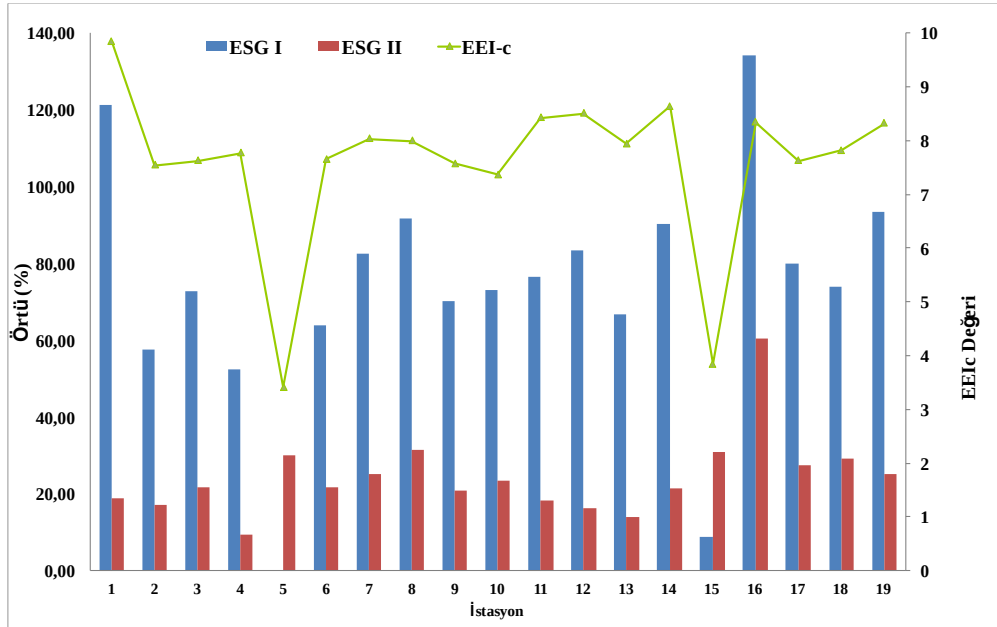
2019 yılında, ESG I örtü yüzdesi en fazla Marmaris, Finike, Taşucu, Erdemli ve Karataş istasyonlarında (>%90) belirlenirken, Dalaman, Kaş, Antalya, Köyceğiz-İztuzu, Kemer, Manavgat, Silifke, Yumurtalık ve Çevlik ile diğer istasyonlarda %50-80 arasında değişmiştir. Mersin istasyonunda ise 2019 yılında ESG I grubu %9,17 olarak bulunmuştur. ESG II örtü yüzdesi son üç yıllık dönemde de (2017-2019) en fazla sırasıyla Fethiye İç

Körfez (ESG II örtüş %45,86) ile Mersin (ESG II örtüş %38,33) istasyonlarında bulunmuştur. 2019 yılında, izleme istasyonlarından 9 istasyonun “ÇOK İYİ” (Marmaris, Köyceğiz-İztuzu, Kemer, Manavgat, Taşucu, Silifke, Erdemli, Karataş ve Yumurtalık), 8 istasyonun “İYİ” (Dalaman, Fethiye Dış Körfez, Eşen Çayı Kıyı Suyu, Kaş, Finike, Antalya, İskenderun Körfezi-Gölovası, Çevlik), ve bir istasyonun ise (Mersin Körfezi) “ZAYIF” ekolojik durum sınıfında oldukları tespit edilmiştir.

2021 yılında, ESG I örtü yüzdesi (Orfanidis vd., 2011; DİSSP, 2017) en fazla Marmaris, Finike, Erdemli, Çevlik ve Karataş istasyonlarında (>%90) belirlenirken, Dalaman, Kaş, Fethiye Dış Körfez, Antalya, Köyceğiz-İztuzu, Kemer, Manavgat, Taşucu, Silifke, Yumurtalık ile diğer istasyonlarda %50-90 arasında değişmiştir. Mersin istasyonunda ise 2021 yılında ESG I grubu %8,95 olarak bulunmuştur. ESG II örtü yüzdesi son üç yıllık dönemde (2020-2022) en fazla sırasıyla Karataş (ESG II örtüş %60,55), Finike (ESG II örtüş %31,57), Mersin (ESG II örtüş %30,98) ile Fethiye İç Körfez (ESG II örtüş %30,14) istasyonlarında bulunmuştur (Şekil 3.37, Şekil 3.38). 2021 yılı izleme çalışmasında Ekolojik Değerlendirme İndeksi (EEI) ile yapılan değerlendirme sonucunda istasyonlardan 8 tanesinin “ÇOK İYİ” [Marmaris (ADMA01), Kaş (ADMA07), Finike (ADMA08), Manavgat (ADMA11), Taşucu (ADMA12), Erdemli (ADMA14), Karataş (ADMA16) ve Çevlik (ADMA19)], 8 istasyonun “İYİ” [Köyceğiz-İztuzu (ADMA02), Dalaman (ADMA03), Fethiye Dış Körfez (ADMA04), Eşen Çayı Kıyı Suyu (ADMA06), Kemer (ADMA09), Antalya (ADMA10), Silifke (ADMA13), İskenderun Körfezi-Gölovası (ADMA18) ve Yumurtalık (ADMA17)], ve iki istasyonun ise ADMA05 (Fethiye İç Körfez) ile ADMA015 (Mersin Körfezi) “Zayıf” ekolojik durum sınıfında oldukları tespit edilmiştir. Bu değerlendirmelere

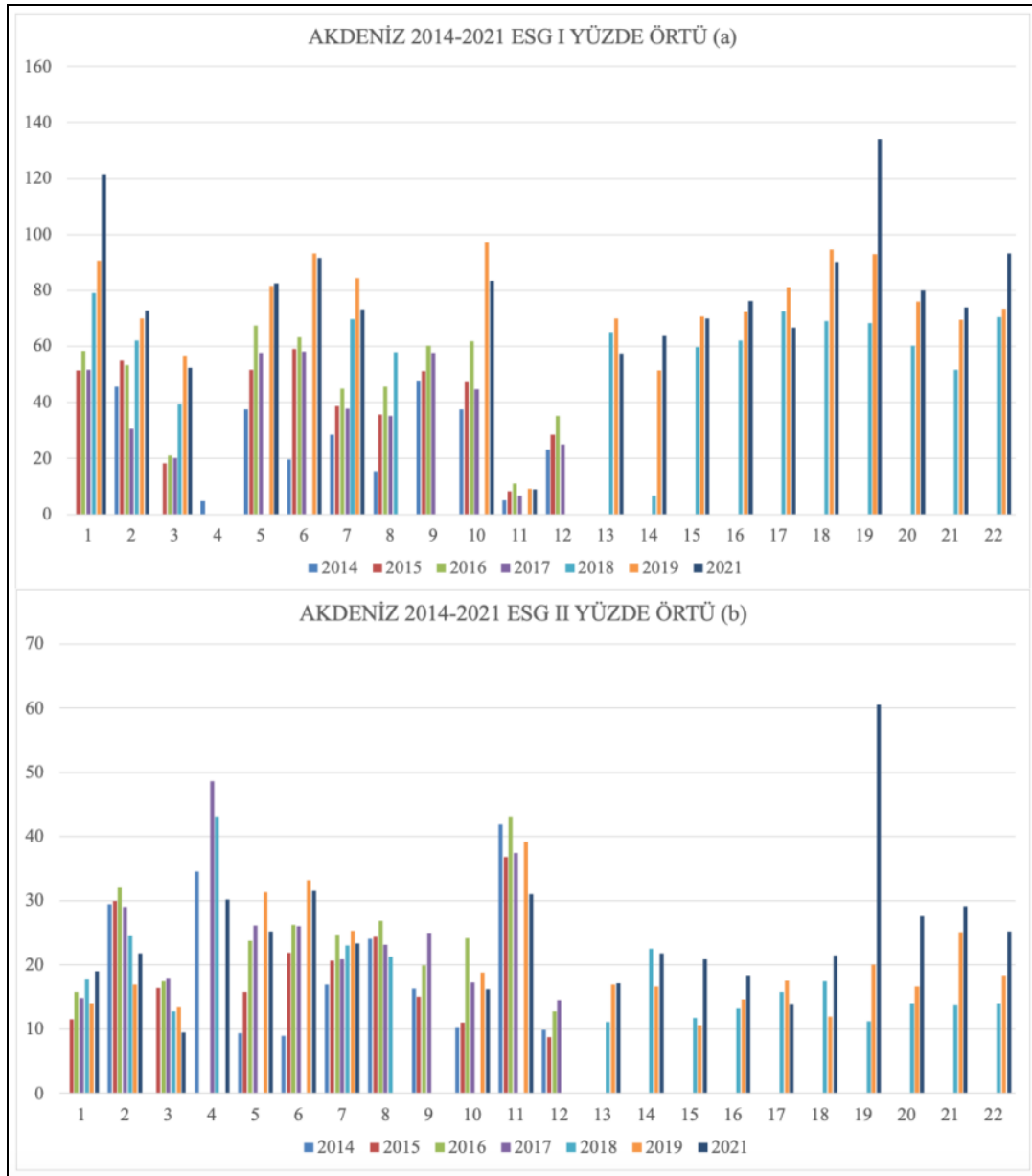
göre zayıf ekolojik durum sınıfında olan bölgelerin Yönetim Hedefi “Restorasyon” olup İyi ve Çok İyi ekolojik durum sınıfında olan bölgelerin ise “Sürdürülebilir” olmalıdır. Akdeniz kıyılarında hassas türler olan *Cystoseira* s.l.

(*Ericaria* ve *Gongolaria* cinslerini de içermektedir), *Sargassum*, denizel çayırları ve kalkerli kırmızı alglerin varlığının takibine devam edilmesi ve gerektiğinde korunması oldukça önemlidir.



Şekil 3.37. 2021 yılı Akdeniz istasyonlarının ESG I ve ESG II türlerinin ortalama örtü değerleri (% olarak) ile EEI-c değerleri

(1:Marmaris, 2:Köyceğiz-İztuzu, 3:Dalaman, 4:Fethiye Dış K., 5:Fethiye İç K. 6:Eşen Ç., 7:Kaş, 8:Finike, 9:Kemer, 10:Antalya, 11:Manavgat, 12:Taşucu, 13:Silifke, 14:Erdemli, 15:Mersin K., 16:Karataş, 17:Yumurtalık, 18:İskenderun K., 19:Çevlik)



Şekil 3.38. Akdeniz makro flora istasyonları 2014-2022 ESG I ve ESG II değişimleri

(1:Marmaris; 2:Dalaman; 3:Fethiye; 4:Fethiye İç K.; 5:Kaş; 6:Finike; 7:Antalya; 8:Alanya; 9:Anamur; 10:Taşucu; 11:Mersin; 12:İskenderun; 13:Köyceğiz-İztuzu; 14:Eşen (Geçiş Suyu); 15:Kemer; 16:Manavgat; 17:Silifke; 18:Erdemli; 19:Karataş-Batı; 20:Yumurtalık; 21:İskenderun K.; 22:Çevlik)

Akdeniz makroflorasının yabancı türler, koruma altındaki türler ve tehdit oluşturan türler açısından değerlendirilmesi

2020-2022 izleme döneminde Akdeniz kıyılarından makrofloradan yabancı ve yayılımcı olarak *Stypopodium schimperi*, *Gayliella fimbriata*, *Ganonema farinosum*, *Galaxura rugosa*, *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*, *Caulerpa scalpelliformis*, *Falkenbergia rufolanosa* [*Asparagopsis armata*, evresi], *Asparagopsis taxiformis* ile *Halophila stipulacea* olmak üzere

toplam 9 taksona rastlanılmış olup yeşil alg *Ulva fasciata* Çevlik'ten gözlem olarak tespit edilmiştir. *Halophila stipulacea*, *Asparagopsis* spp., *Ganonema farinosum*, *Stypopodium schimperi*, *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*, *Caulerpa cylindracea* gibi yabancı ve yayılımcı türlerin Batı Akdeniz ve Kuzey Ege kıyılarına doğru yayılışlarına hızla devam ettikleri

gözlenmektedir. Kırmızı alg *Galaxaura rugosa*, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarından yabancı tür olarak rapor edilmiş (Taşkın vd. 2019) olup 2021 yılı izleme çalışmasında oldukça yüksek bir örtü yüzdesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Akdeniz kıyılarında koruma altında veya korunması gerekli olan türler ve bunların ait oldukları habitatlar 3 ana grupta toplanabilir: Kahverengi alg *Cystoseira s.l.* fasiyesleri, deniz çayırları fasiyesleri, kalkerli kırmızı algler ve korallijenli habitatlar.

1) Kahverengi alg *Cystoseira s.l.* (*Gongolaria* ve *Ericaria dahil*) fasiyesleri; kahverengi alg *Cystoseira s.l.* türleri genelde Akdeniz'de yayılış göstermekte olup Türkiye kıyılarında yaklaşık 30 takson bulunmaktadır. 2021 izleme çalışmasında *Cystoseira corniculata*, *C. compressa*, *C. montagnei* var. *compressa*, *Ericaria crinita* ve *Gongolaria montagnei* tespit edilmiştir. *Cystoseira s.l.* türleri genelde hassas olup bir kısmı iklim değişimi, yabancı türler ve antropojenik etkiler sonucunda yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Örneğin, geçmiş yıllardaki çalışmalarda ve literatürde yaygın olan *Cystoseira barbata* izleme çalışmalarında Akdeniz istasyonlarında pek gözlenememiştir. Buna etken örnekleme mevsimi de olabilir. *Cystoseira* dışında yine hassas bir diğer hassas kahverengi alg *Sargassum* olup bu cinsin türleri de karasal baskının altında ve özellikle *S. acinarum* türünün derindeki popülasyonlarının özellikle çeşitli balıkçılık faaliyetleri nedeniyle etkilendiği düşünülmektedir. *Cystoseira* ve *Sargassum* türlerinin Akdeniz'deki yayılış alanları belirlenmeli ve bu alanlar gerektiğinde koruma altına alınmalıdır.

2) Deniz çayırları (denizel çiçekli bitkiler=angiospermiler) fasiyesleri; deniz çayırlarından özellikle *Cymodocea nodosa*,

Posidonia oceanica türleri araştırma bölgesinde gözlenen ve koruma altında olan türlerdir. Bu türlerin yanı sıra *Zostera marina* ve *Zostera noltei* de bulunmaktadır.

3) Kalkerli kırmızı algler ve korallijenli habitatlar; korallijenli habitatlar Akdeniz'de en önemli habitatlardan olup kayalık ve taşlık bölgelerde genelde yayılış gösteren kalkerli kırmızı alg türleri bulunmakla ile derinlerde de bulunan korallijenli türleri vardır. 2021 yılı izleme çalışmasında çok sayıda korallijenli türe rastlanılmıştır: *Amphiroa rigida*, *Lithophyllum* spp., *Mesophyllum alternans*, *M. lichenoides*, *Jania rubens*, *Corallina officinalis*, *Ellisolandia elongata*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata* gibi (Şekil 5). Bu habitatların korunması Akdeniz ekosistemi açısından oldukça önemlidir.

Deniz çayırı *Posidonia oceanica*'nın Türkiye ve Akdeniz'deki yayılışı Giakoumi et al. (2013) tarafından haritalanıp verilmiştir. 2021 yılı izleme çalışmasında *Posidonia oceanica* türü Akdeniz kıyılarında özellikle Batı Akdeniz'de bazı istasyonlarda tespit edilmiştir. Bunun nedeni örnekleme metodunun özellikle sert substratum olmasından kaynaklıdır. Doğu Akdeniz kıyılarında tespit edilememiştir. Bu türün Doğu Akdeniz kıyılarında en son yayılış gösterdiği bölge Mersin Aydıncık tarafları olduğu belirtilmektedir (Giakoumi et al., 2013). Bu çalışmada *P. oceanica* Marmaris ve Manavgat istasyonlarından örneklenmiş olup bu örnekleme istasyonları dışında Köyceğiz, Fethiye, Kalkan, Kaş, Kekova, Alanya kıyılarında da yayılış gösterdiği hem literatür hem de araştırma ekibi (E.Taşkın) tarafından belirtilmektedir (Şekil 6).

Cymodocea nodosa türü Marmaris (ADMA01) ve Köyceğiz-İztuzu

(ADMA02) istasyonlarından örneklenmiş olup Akdeniz'in diğer bölgelerinde de literatür kaydı bulunmaktadır. Örneklememe metodu (derinlik ve habitat) bu türün diğer istasyonlarda tespit edilmesini önlemektedir. Proje ekibi tarafından Akdeniz kıyılarında yapılan gözlem ve araştırmalarda buradaki popülasyonların fasiyes büyüklüğü ve yaprak uzunluğu bakımından Marmara Denizi'ndeki popülasyonlara kıyasla genelde daha küçük olduğu söylenebilir (E.Taşkın). *C. nodosa*, İskenderun Körfezi (Samandağ bölgesinde, E.Taşkın tarafından aletli dalış ile gözlem) ile Adana Yumurtalık bölgesinde oldukça yaygın bulunmaktadır, ancak Yumurtalık Lagününde 2019 yılı itibariyle yapılan gözlem çalışmasında popülasyonun çok azaldığı görülmüş olup bölgedeki balıkçılarla yapılan görüşmelerde de bu durum doğrulanmıştır. Diğer deniz çayırlarından *Zostera noltei* yine Yumurtalık Lagününde (Adana) gözlem olarak tespit edilmiştir. Karataş bölgesinde bulunan dalyan ve lagün göllerde acı sularda yaygın olarak bulunan *Ruppia maritima* bilinmektedir.

Halophila stipulacea Akdeniz'de yabancı ve yayılımcı bir angiosperm türü olup Marmaris (ADMA01) ile Antalya (ADMA10) falez bölgesinden örneklenirken, İskenderun Körfezi ve Mersin Körfezi kıyılarından da rapor edilmiştir. Bu tür Doğu Akdeniz'den Kuzey Ege kıyılarına kadar yayılışı bilinmektedir.

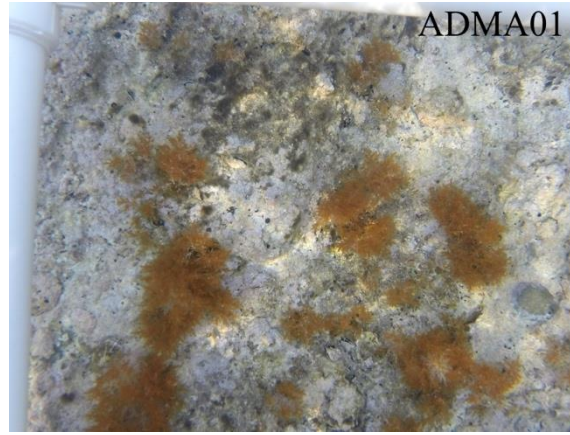
Akdeniz kıyılarında karasal baskının oldukça fazla hissedildiği Fethiye İç Körfez (ADMA05), Eşen Çayı (ADMA06), Mersin Körfezi (ADMA15) noktalarında yeşil alglerden *Ulva* ve *Cladophora* türleri, kırmızı alg Ceramiales ordusu üyeleri ile katman halindeki mavi yeşil algler (Cyanophyceae) ortamı olumsuz yönde etkilemekte ve tehdit etmektedir (Şekil 7). Etkilenmiş ortamların yaygın türleri olan ESG II grubu üyeleri ekolojik kalite bakımından iyi/çok iyi olan diğer istasyonlarda da zaman zaman mevsimsel artışlar gösterebilmektedir. Son yıllarda Akdeniz makroflorası ğzerine hem yabancı türlerin hem de iklim değışikliği ile artan su sıcaklığının etkisiyle bir değışimin kendini göstermeye başladığı söylenebilir. Fasiyes ve ormanlık alan oluşturan türlerin popülasyonlarında azalma gözlenirken özellikle *Halophila stipulacea*, *Caulerpa scalpelliformis*, *Asparagopsis taxiformis*, *Stypopodium schimperi*, *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*, *Caulerpa cylindracea* gibi yabancı ve yayılımcı Leseptsiyan türlerin varlığı ve artışı dikkat çekmektedir. Ege Denizi'nin kuzeyine doğru bu türler hızla yayılış göstermektedir. Bu türlerden özellikle kırmızı alg *Asparagopsis* (hem gametofit hem de tetrasporofit nesilleri) türlerinin Kaş-Finike arasında yoğun bir şekilde gametofit neslinin yayılış göstermekte olduğu diğer bölgelerde de ipliksi tetrasporofit formu olan "*Falkenbergia*" evresinde bol olarak bulunmaktadır.



Şekil 3.39. Hassas kırmızı alg *Corallina officinalis* (Kaş)



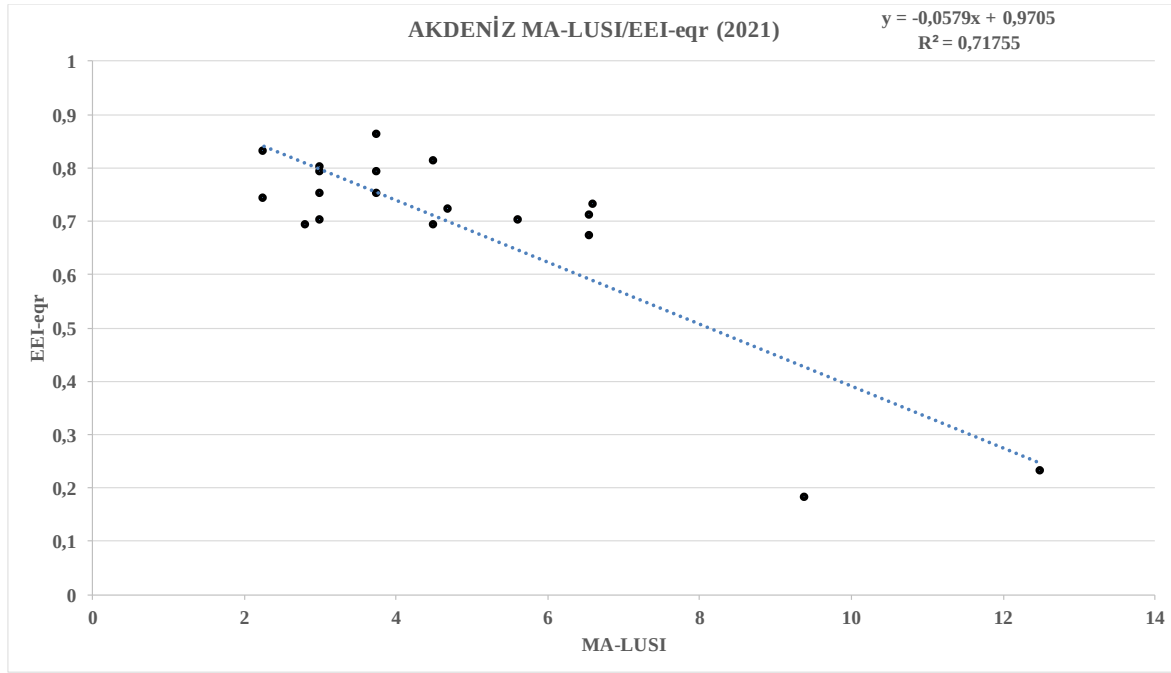
Şekil 3.40. Deniz çayırı *Posidonia oceanica* fasiyesi (Kaş)



Şekil 3.41. Toleranslı kırmızı alg *Laurencia obtusa* (Marmaris)

MA-LUSİ Değerlendirmesi, MA-LUSİ, LUSİ indeksi gibi sadece baskıyı değil, makroalg komüniteleri üzerine etkili marikültür, kanalizasyon deşarjı, liman ya da düzensiz Tatlisu 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, sediman nutrient girişi, şehirleşme, ticaret ve endüstri, tarım, düzensiz tatlisu girişi, liman, geçmiş trofik durum gibi baskı-etkileri içermekte olup her kategorinin bir puantajı vardır ve buradan hesaplama gerçekleştirilmektedir.

2020-2022 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 lineer ($R^2:0,717$) bir ilişki bulunmuştur (Şekil 3.42). MA-LUSİ değeri en yüksek Mersin Körfezi istasyonundan (12.50) bulunmuş olup EEI-c ile yapılan hesaplamada Ekolojik Durum Sınıfı (EDS) zayıf olarak belirlenmiştir (Ekolojik Kalite Oranı: 0.17).



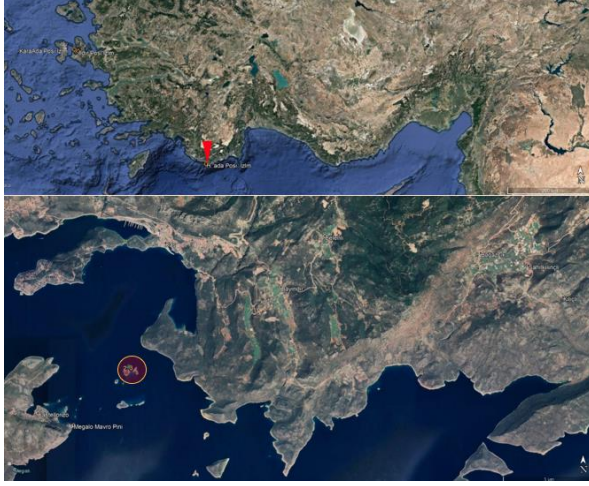
Şekil 3.42. Akdeniz istasyonlarının MA-LUSİ ve EEI-c ilişkisi

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.

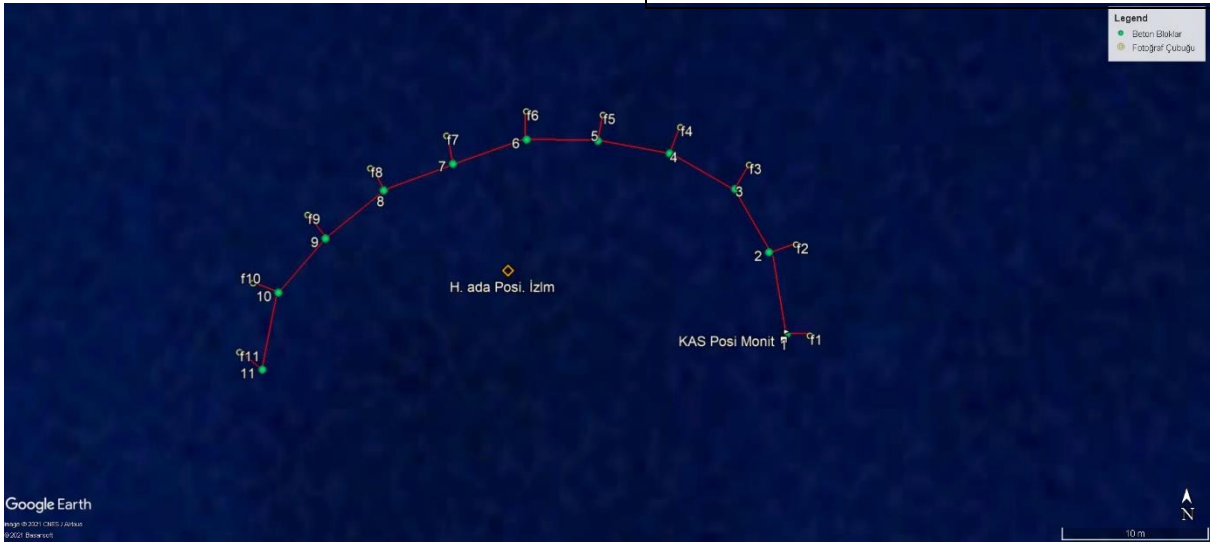
DEN-İZ Programı kapsamında, Akdeniz kıyılarında 2021 yılında, Heybeli Ada-Kaş

(Antalya) bölgesinde 26 m derinlikte izleme istasyonu kurulmuştur (Şekil 3.43 ve Şekil 3.44). Kurulum ve izleme yöntemi; BM-UNEP) ve Akdeniz Eylem Planı'na RAC/SPA tarafından yürütülen MedPosidonia programında uygulanan protokolüne göre gerçekleştirilmiştir (Pergent, 2007; DİSSP, 2017). *P. oceanica* çayırı 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 3.43. Akdeniz’de deniz çayırı *Posidonia oceanica* izleme istasyonu

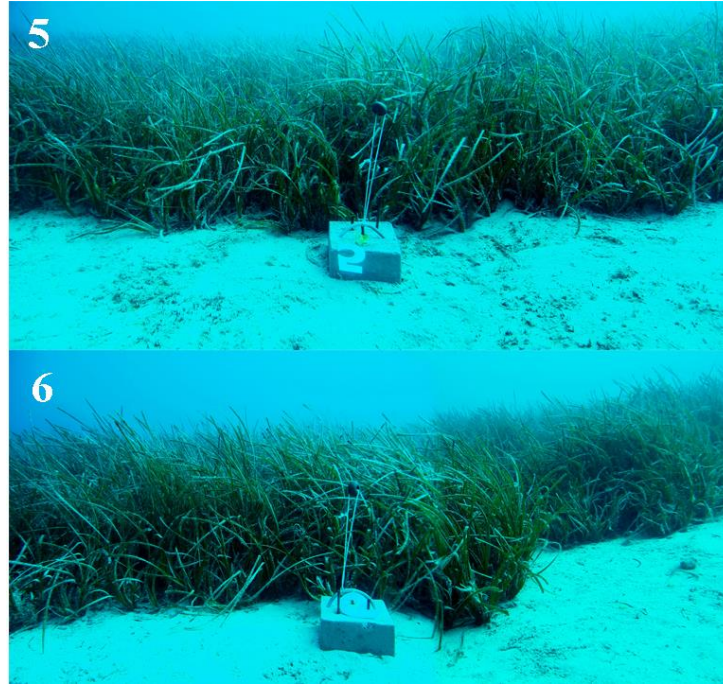
İzleme istasyon kurulum malzemeler: aletli dalış ekipmanları, 15-20 kg’lık 11 beton blok, 33 demir çubuk (1 m boyunda), fotoğraflama için 11 demir çubuk (1.5 m boyunda), 11 PVC plastik plaka, sualtı fotoğraf/video kamera, sualtı bilgisayar, GPS ve 60x60 cm kuadrat (Pergent, 2007). Uzman dalgıçlar tarafından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



Şekil 3.44. APS01 (Heybeli Ada, Kaş) *P. oceanica* izleme istasyonu balisaj ve fotoğraf çubukları yerleşim planı

Kaş –Heybeli Ada (APS01) istasyonu 2021 yılında Akdeniz bölgesi için ilk olarak kurulmuştur (Şekil 3.45). Bu istasyonda 2021 Haziran’ında ilk ölçümler gerçekleştirilmiş ve bundan sonraki ölçümlere temel oluşturacak değerler kaydedilmiştir. Her ne kadar indiği derinlik ölçeğinde orta kategorisinde bulunsa da diğer parametrelere göre yüksek olduğu için bu istasyon Akdeniz için referans

olacak değerlere sahip bir istasyon olarak kabul edilebilir (Tablo 3.9). 2022 yılında yapılan ikinci yıl ölçümlerinde demet yoğunluğunda bir artış, kaplayıcılıkta ise önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Yatay rizom oranlarında bir miktar azalma görülse de iyi durumdadır. Fenolojik ölçümlerde önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Bu izleme istasyonunun stabil bir durumda olduğu görülmüştür.



Şekil 3.45. APS01 (Heybeli Ada, Kaş) *P. oceanica* izleme istasyonu Haziran 2021 tarihinde çekilmiş olan önden fotoğrafları

Tablo 3.9 APS01 (Heybeli Ada, Kaş) *P. oceanica* izleme istasyonu yıllara göre ortalama ölçüm değerleri

Temel Özellikler	2021*	2021 **	2022*	2022**
Derinlik (m)	25,8±1,9	ORTA	25,8±1,9	ORTA
Demet yoğunluğu (m ² 'de/15m)	784	YÜKSEK	Ölçülmedi	Ölçülmedi
Kaplayıcılık (%)	78,6±0,1	YÜKSEK	78,6±0,1	YÜKSEK
Yatay rizom (%)	72,7±0,1	YÜKSEK	52,8±0,1	İYİ
Sınırın Tipi	Keskin	İYİ	Keskin	İYİ

* Ölçüm Değeri; ** Ekolojik Durum

3.4.3. Makrozoobentos

Yumuşak Substratum

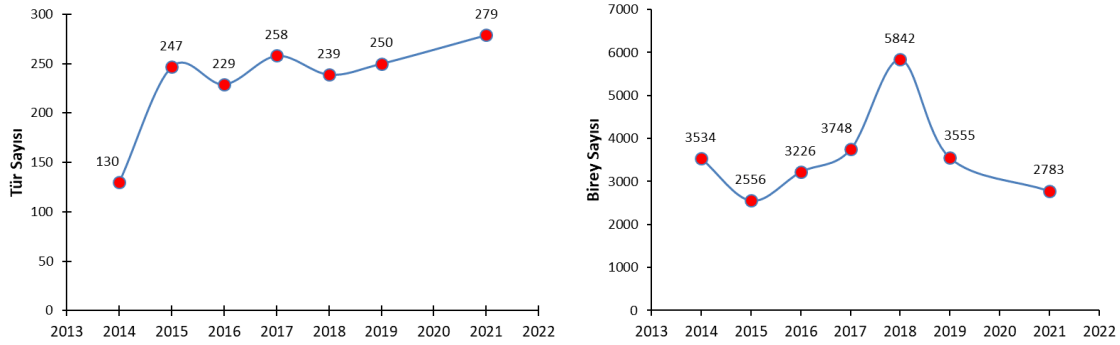
Akdeniz'de yumuşak substratum makrozoobentosu izleme çalışmaları 2014-2021 yılları arasında 15-17 sığsu istasyonunda (12–90 m) ve 2021 yılında 1 derinsu istasyonunda (508 m) (ADER01) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.46). İstasyonlardan Van Veen Grab (sığ su istasyonları) ve kutu kor (derinsu istasyonu) ile alınan replikatlil 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 substratumdan ayıklanan bireyler uzman araştırmacılar tarafından tayinleri yapılmış ve %70'lik alkolde saklanmıştır.

Akdeniz'de örnekleme periyotlarında tespit edilen toplam makrozoobentik tür sayısı 130 (2014 yılı) ile 279 (2021 yılı) arasında, toplam birey sayısı ise 2556 (2015 yılı) ile 5842 (2018 yılı) arasında değişim göstermiştir (Şekil 3.47).



Şekil 3.46. Akdeniz makrozoobentos istasyonları

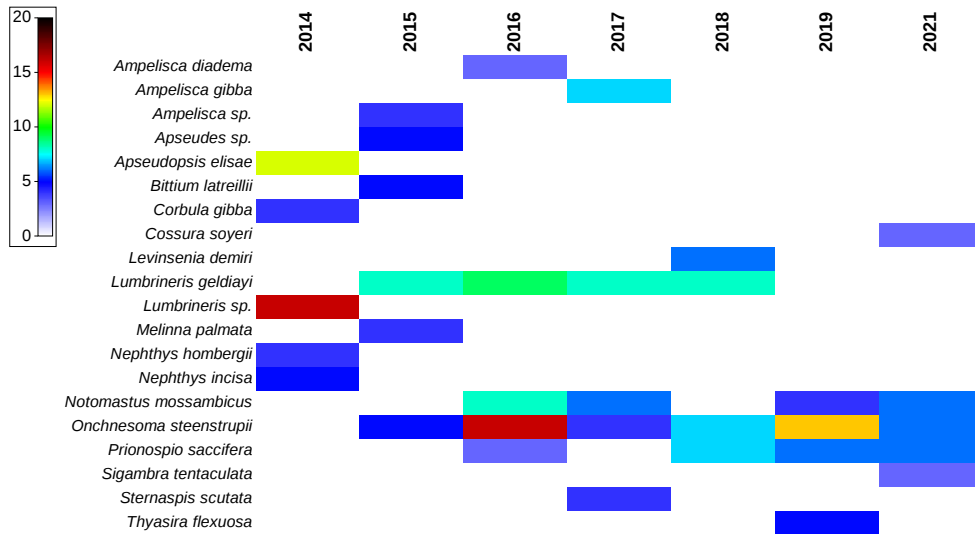


Şekil 3.47. Akdeniz 'de 2014-2022 yılları arasında tespit edilen makrozoobentik tür ve birey sayısı

Araştırma bölgesinde tespit edilen tür ve birey sayılarının büyük bir kısmı (>%50-60; 2018 yılında toplam bireyin %73'ü) Polychaeta grubuna dâhildir. Bu grubu Mollusca ve Crustacea takip etmektedir. 2014 yılı hariç diğer yıllarda Polychaeta grubu bölgede 120'den daha fazla türle ve 1400'den fazla bireyle (2018 yılında 4249 birey) temsil edilir.

Araştırma periyotları boyunca Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen

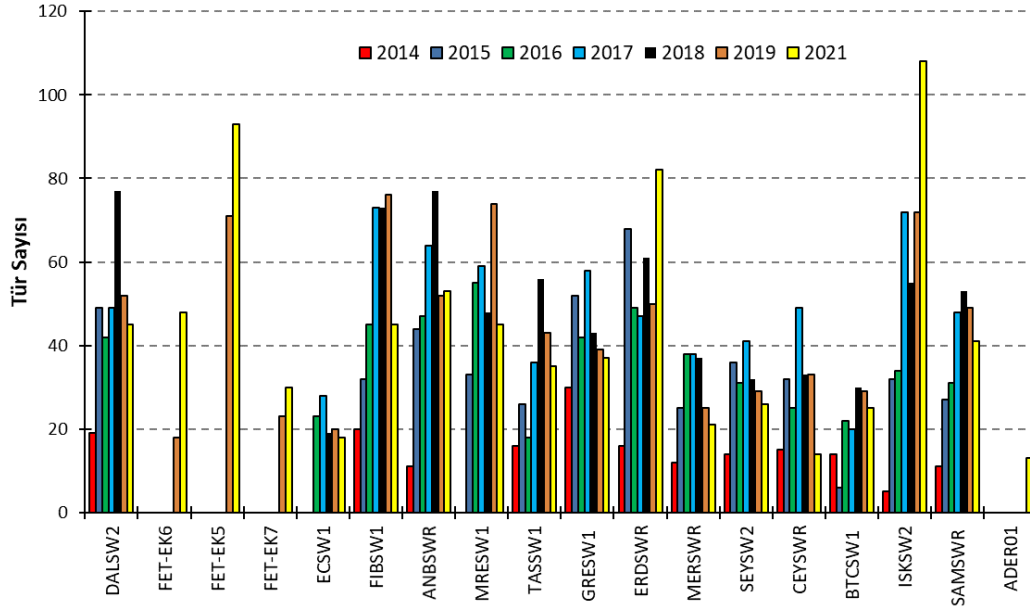
dominant türler az çok benzerlik gösterir. *Lumbrineris* sp. (%16'lık baskınlık değeri) 2014 yılında; *Lumbrineris geldia* 2015 (%8), 2017 (%8) ve 2018 (%8) yıllarında; *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* 2016 (%16) ve 2019 (%13) yıllarında; *Prionospio saccifera* (%6) ise 2021 yılında en dominant türlerdir (Şekil 3.48). Dominant türlerden *L. geldia*, *P. saccifera*, *Notomastus mossambicus* ve *O. steenstrupii* 4 farklı yılda en dominant 5 tür arasına girmiştir (Şekil 3.48).



Şekil 3.48. Akdeniz'de 2014-2021 yılları arasında tespit edilen en dominant türler ve dominansi değerleri (%)

Akdeniz’nde seçilen istasyonlarda 2014-2021 yıllarında en az tür sayısı ECSW1 (tür sayısı değişimi: 18-28 tür) ve BTCW1 (değişim: 6-30) nolu istasyonlarda, en fazla tür sayısı ise FIBSW1 (değişim: 20-76 tür), ANBSWR

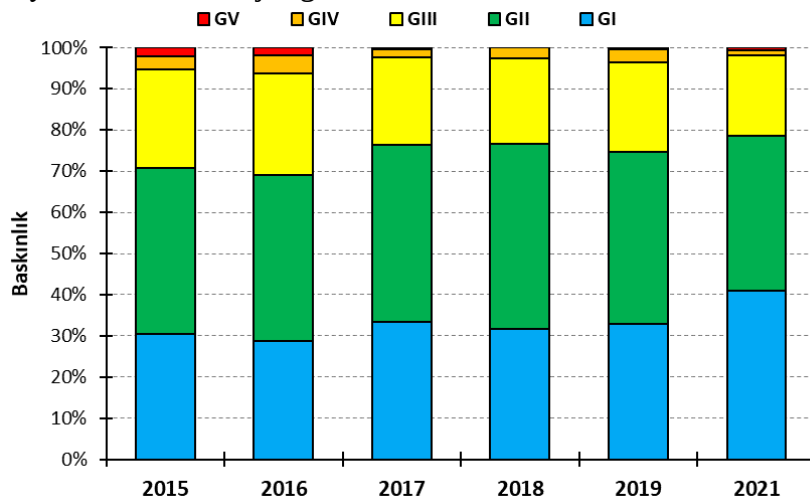
(değişim: 11-77 tür), MRESW1 (değişim: 0-74 tür), ERDSWR (değişim: 16-82 tür), ISKSW2 (değişim: 5-108 tür) ve FET-EK5 (değişim 71-93 tür) nolu istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 3.49).



Şekil 3.49. Akdeniz’de 2014-2021 yıllarında istasyonlara tespit edilen toplam tür sayıları

Akdeniz’deki istasyonlarda tespit edilen makrozoobentik türlerin büyük çoğunluğu (%70-80), duyarlı (GI) ve duyarlı (GII) ekolojik gruplara dahildir (Şekil 5). Fırsatçı türlerin dahil olduğu GIV ve GV ekolojik grupların değerleri %5’in altındadır. 2018 yılında GV ekolojik gruba

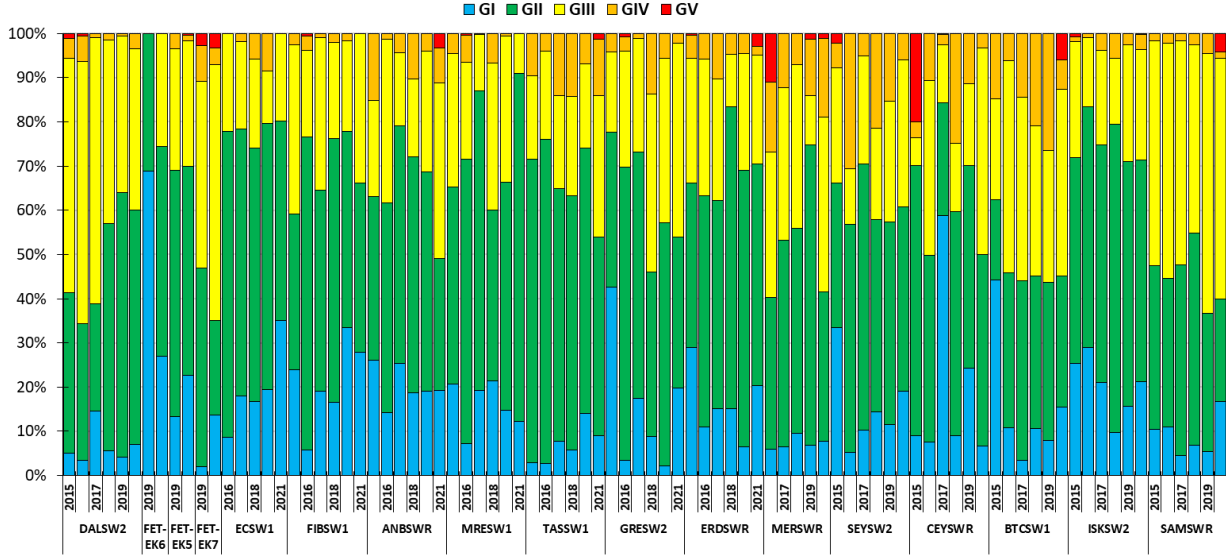
dahil hiçbir tür bulunmamıştır. Ekolojik grupların yıllara bağlı dağılımlarında (veri olmadığından 2014 yılı dahil edilmemiştir) çok büyük bir farklılık bulunmamaktadır. Değişim maksimum %10’luk bir değerle sınırlı kalmaktadır (Şekil 3.49).



Şekil 3.50. Akdeniz’deki istasyonlarda tespit edilen ekolojik grupların yıllara bağlı 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 3.51). İstasyonların genelinde GI ve GII ekolojik grup yüksek oranlara (>%40) sahiptir. Ancak MERSWR nolu istasyonda 2016 yılında ve CEYSWR nolu istasyonda

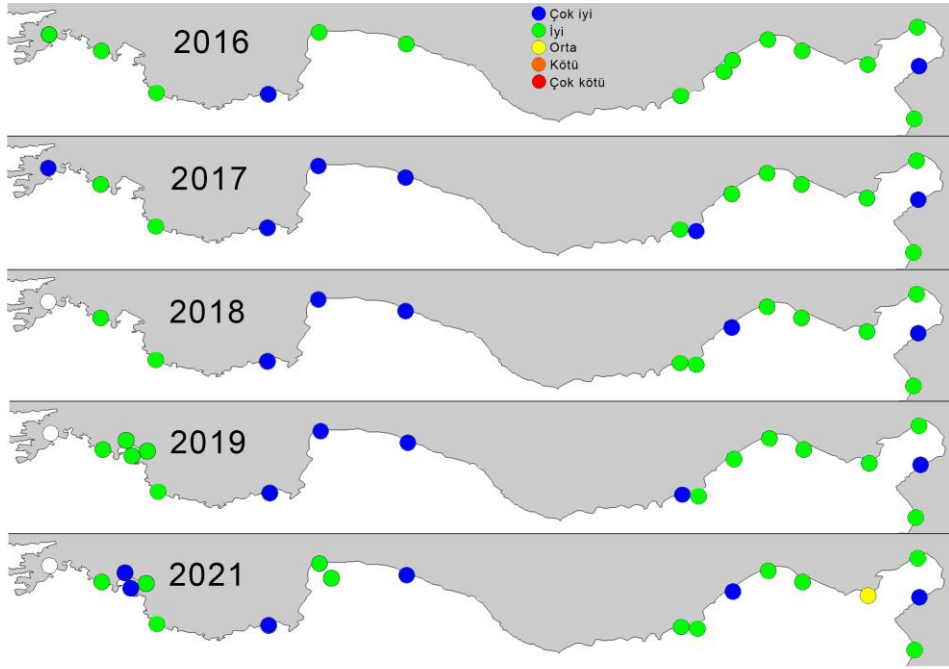
2015 yılında alınan örneklerde 1. sınıf fırsatçı türlerin dahil olduğu GV ekolojik grubun oranı %10-20 civarındadır. Toleranslı türlerin dahil olduğu GIII ekolojik grup bazı yıllarda DALSW2, FET-EK7 ve SAMSWR nolu istasyonlarda yüksek değerlerle temsil edilir.



Şekil 3.51. Akdeniz’de 2015-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen ekolojik grupların yüzde oranları

Akdeniz’de yıllara bağlı TUBİ değerlerindeki değişime göre sadece 2021 yılında 1 istasyonun (CEYSWR) ekolojik kalite durumu orta olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3.52). Diğer yıllarda istasyonların ekolojik kalite durumları iyi veya çok iyi

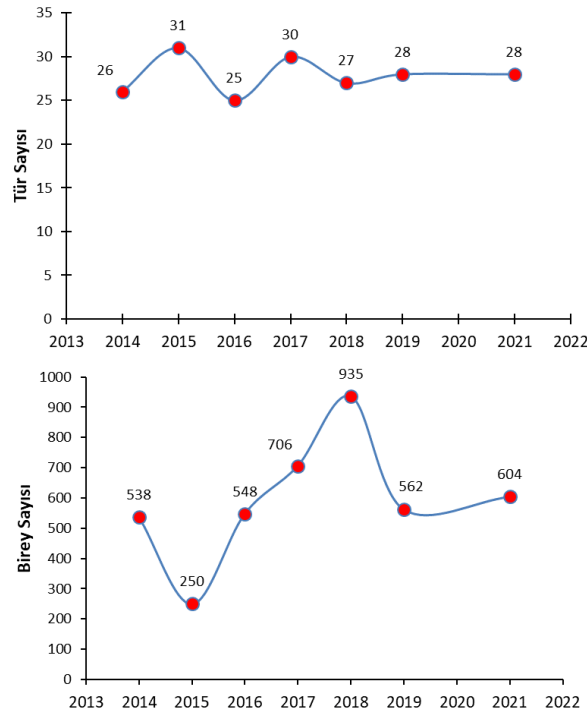
seviyededir (Şekil 50). 2016 yılında 2 istasyonun; 2017 ve 2021 yıllarında 6 istasyonun; 2018 ve 2019 yıllarında ise 5 istasyonun ekolojik kalite durumu çok iyi olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.52. Ortalama TUBİ değerlerinde göre Akdeniz istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları

Akdeniz’de 2014-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen yabancı tür sayısı 25 (2016 yılı) ile 31 (2015 yılı)

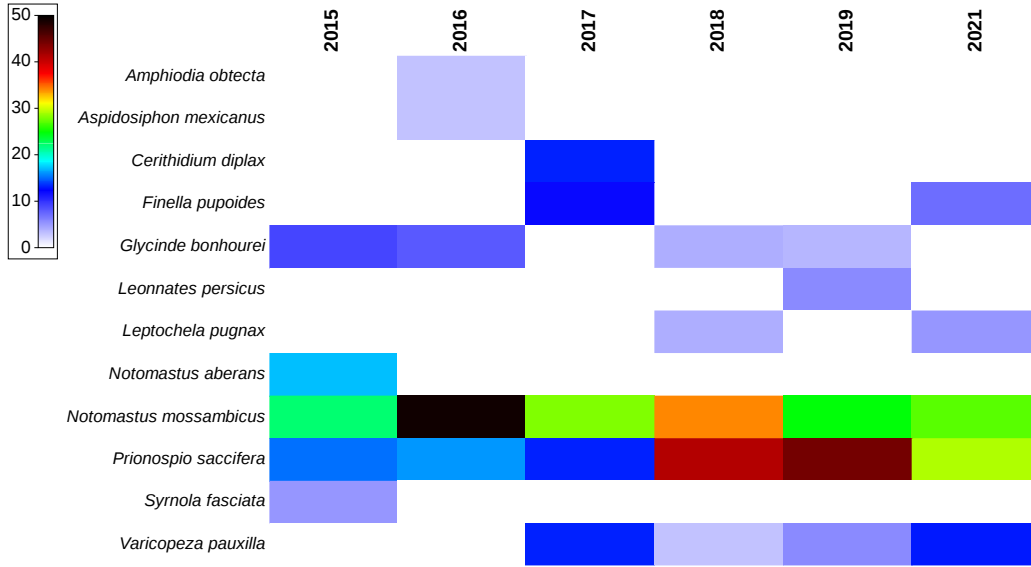
arasında; yabancı türlere ait birey sayısı ise 250 (2015 yılı) ile 935 (2018 yılı) arasında değişim gösterir (Şekil 3.53).



Şekil 3.53. Akdeniz ’de 2014-2021 yılları arasında istasyonlarda tespit edilen yabancı türlere ait tür ve birey sayısı

Akdeniz’de 2015-2021 yılları arasında tespit edilen dominant yabancı türler Şekil 9’da gösterilmiştir. *Notomastus mossambicus* 2015-2017 yıllarında; *Prionospio saccifera* ise 2018-2021 yıllarında bölgedeki en dominant yabancı türlerdir. *Notomastus mossambicus* 2016

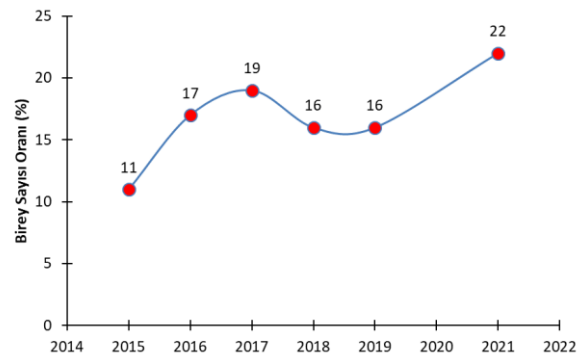
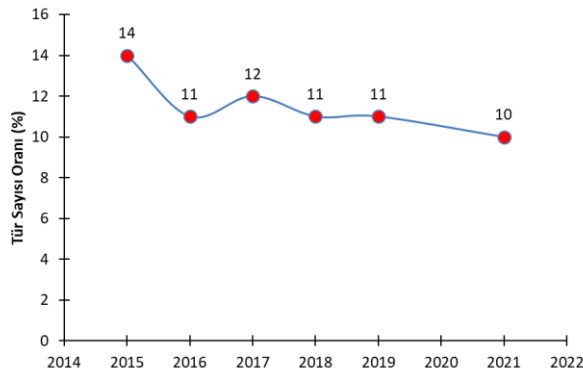
yılında (%46), *P. saccifera* ise 2018 (%41) ve 2019 (%44) yıllarında dominansi değerleri %40’ın üzerindedir. *Notomastus mossambicus*, *P. saccifera*, *Varicopeza paxilla* ve *Glycinde bonhourei* 3 farklı yılda en dominant 5 tür arasına girmişlerdir.



Şekil 3.54. Akdeniz’de 2015-2021 yıllarında istasyonlarda tespit edilen dominant yabancı türler

Akdeniz’de yabancı türlerin (tür ve birey sayısının) bentik komünitelerdeki önemleri Şekil 3.55’de gösterilmiştir. Akdeniz’de 2015-2021 yıllarında yabancı tür sayısı

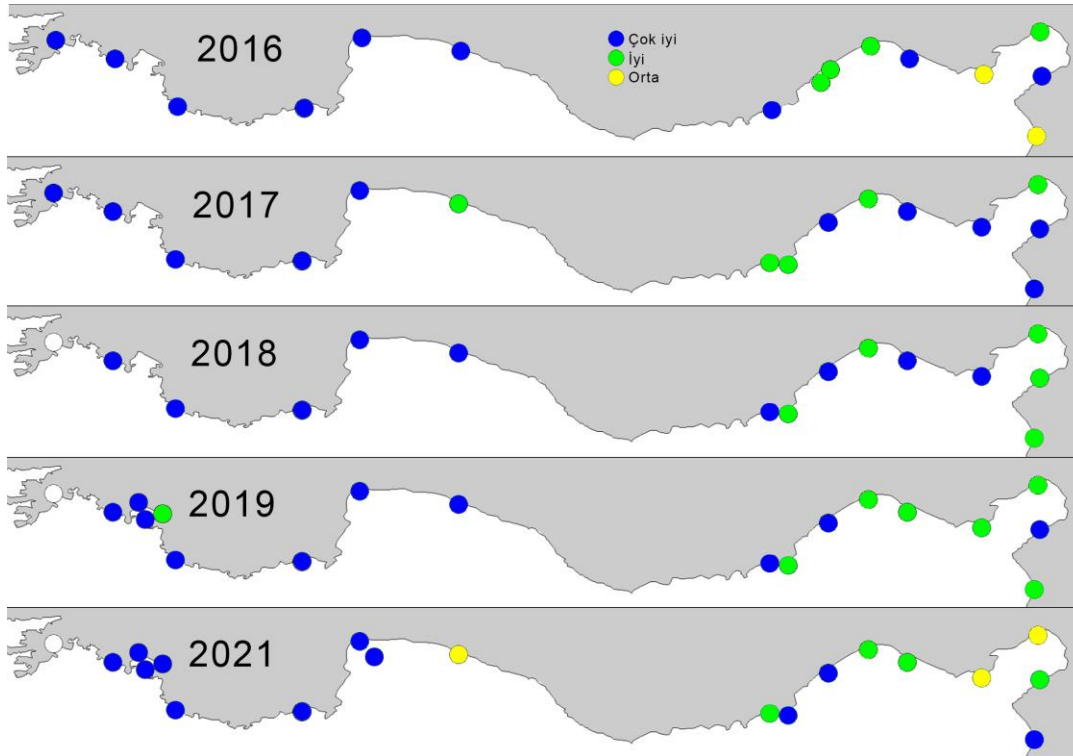
toplam tür sayısının %10-14’ünü; yabancı türlere ait birey sayısı toplam birey sayısının %11-22’sini oluşturur.



Şekil 3.55. Akdeniz’de 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 Akdeniz’nin genelinde bentik komüniteler üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. İstasyonların genelinde iyi ve çok iyi ekolojik durumlar saptanmıştır. Ancak

2016 yılında CEYSWR ve SAMSWR nolu istasyonların; 2021 yılında ise MRESW1, CEYSWR ve BTCSW1 nolu istasyonların ekolojik kalite durumları orta seviyededir (Şekil 3.56).

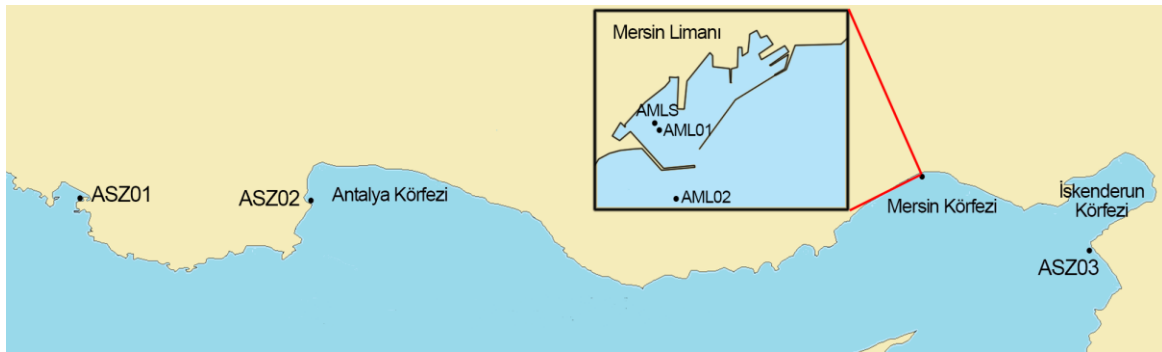


Şekil 3.56. ALEX değerlerinde göre Akdeniz istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları

Sert Substratum

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

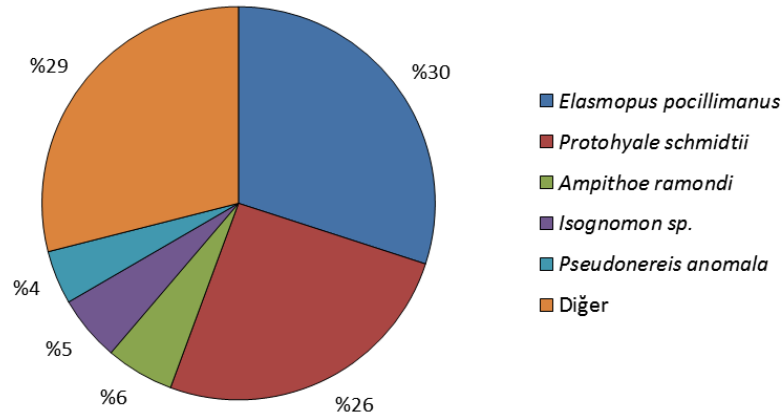
(Arsuz, Kemer ve Fethiye) kayalık üstinfralittoral zonundaki alg fasiyesleri 20x20 cm bir kuadrat yardımıyla yaz 2021 mevsiminde (Ağustos) örneklenmiştir (Şekil 3.57).



Şekil 3.57. Akdeniz’de seçilen sert substratum ve liman ortamı istasyonları

Sert substratum istasyonlarından toplanan bentik örneklerin faunistik analizi sonucunda 10 taksonomik gruba ait 102 tür ve 3901 birey tespit edilmiştir. Gruplar arasında Polychaeta tür sayısı (toplam türün %46’sı), Crustacea ise birey sayısı (%70) bakımından en baskın gruplardır.

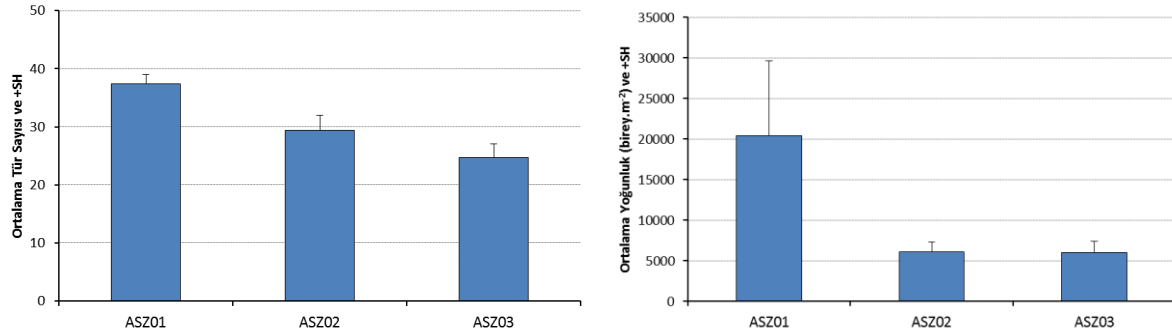
Araştırma bölgesinde tespit edilen türlerden *Elasmopus pocillimanus* (toplam bireyin %30’u) en dominant türdür. Bu türü sırasıyla, *Protohyale schmidtii* (%26), *Ampithoe ramondi* (%6), *Isognomon* sp. (%5) ve *Pseudonereis anomala* (%4) izlemektedir (Şekil 3.58).



Şekil 3.58. Akdeniz’de sert substratum istasyonlarındaki dominant türler

İstasyonlar arasında ortalama tür sayısı 25 (ASZ03) ile 37 (ASZ01) arasında; ortalama zoobentos yoğunluğu ise 6000

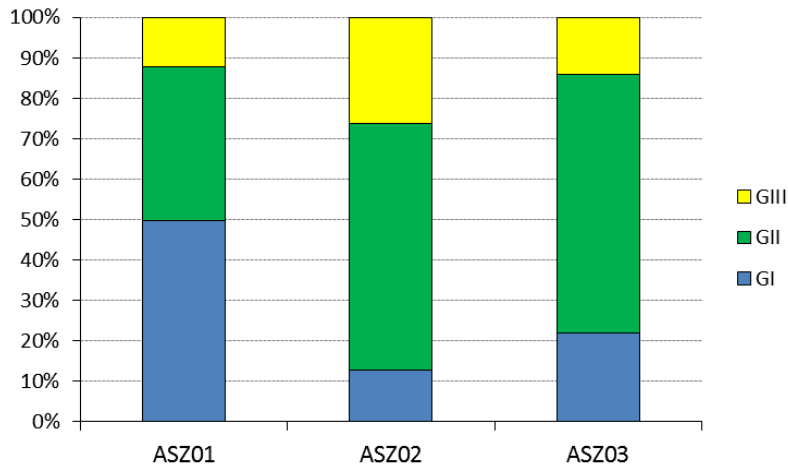
birey.m⁻² (ASZ03) ile 20400 birey.m⁻² (ASZ01) arasında değişim gösterir (Şekil 3.59).



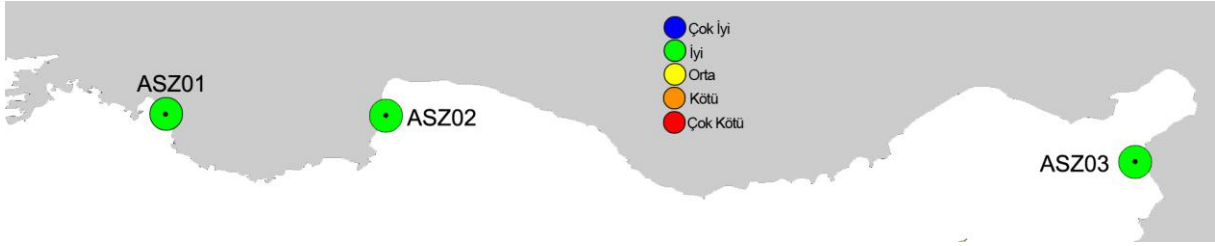
Şekil 3.59. Akdeniz sert substratum istasyonlardaki ortalama tür ve birey sayıları ile + Standart Hatası (SH)

Araştırma bölgesinde tespit edilen toplam 102 omurgasız türünden 38’i ekolojik gruplardan GI’e (duyarlı tür), 52’si GII’e (duyarsız tür), 12’si 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 (%49) ASZ01 nolu istasyonda tespit edilmiştir (Şekil 3.60).



Şekil 3.60. Akdeniz sert substratum istasyonlarında ekolojik grupların ortalama yüzdeleri



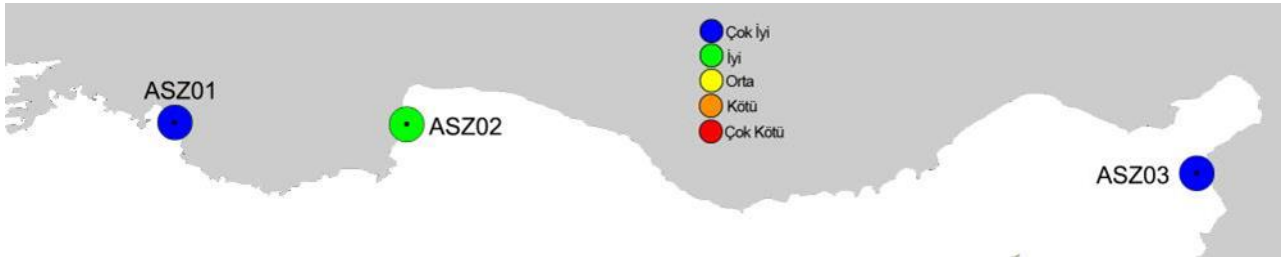
Şekil 3.61. Ortalama TUBI değerlerine göre Akdeniz sert substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları

Ortalama TUBI değerlerine tüm sert substrat istasyonlarının ekolojik kalite durumları iyi seviyededir (Şekil 3.61).

Akdeniz’de sert substratum istasyonlarından toplanan örneklerde 2 taksonomik gruba (Polychaeta ve Mollusca) ait 10 yabancı tür ve 530 birey tespit edilmiştir. Bölgede dağılım gösteren yabancı türlerden en baskını *Isognomon* sp. (%40) olup, bu türü sırasıyla *Pseudonereis anomala* (%32) ve *Brachidontes pharaonis* (%17) takip etmektedir. En fazla yabancı tür (7 tür) ASZ01 nolu istasyonda, en fazla

birey sayısı (311 birey) ise ASZ02 nolu istasyonda tespit edilmiştir.

Araştırma bölgesinde yabancı türler toplam tür sayısının %9,8’ini, toplam birey sayısının ise yaklaşık %13,6’sını kapsamaktadır. İstasyonlardaki bentik komüniteler genellikle yerli türlerden (tespit edilen türlerin %80’ninden daha fazla) oluştuğu görülür. Ortalama ALEX değerlerine göre ASZ02 nolu istasyonun ekolojik kalite durumu iyi, diğer istasyonların ekolojik kalite durumu ise çok iyi seviyededir (Şekil 3.62).



Şekil 3.62. Ortalama ALEX değerlerine göre Akdeniz sert substratum istasyonlarının ekolojik kalite durumları

3.4.4. Mersin Limanı Yabancı Tür/Yayılımcı Tür Çalışması

DEN-İZ Programı kapsamında 2021 yılı yaz döneminde Akdeniz’de uluslararası faaliyet gösteren Mersin Limanı’nda

yabancı tür tespit çalışması gerçekleştirilmiştir.

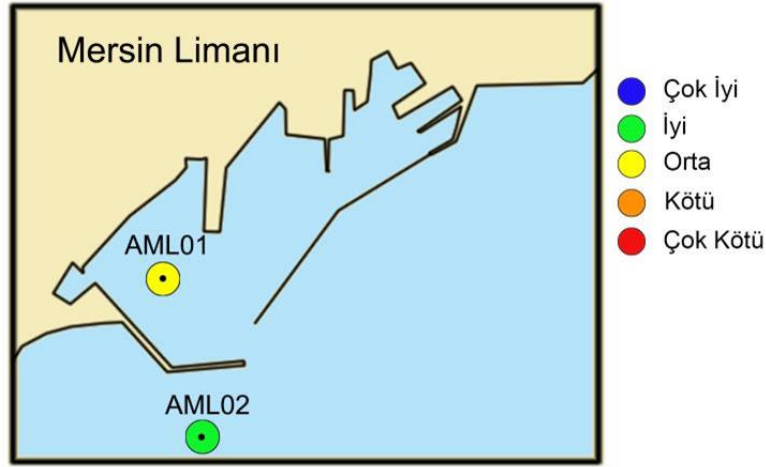
Makrozoobentos

Akdeniz’de Mersin Körfezi’nde yer alan Mersin Limanı’ndan seçilen 2 yumuşak (liman içi ve dışı) substratum istasyonlarından toplanan bentik örneklerin faunistik analizi sonucunda 6 taksonomik gruba ait 47 tür ve 236 birey tespit edilmiştir. Mersin Limanı’ndan içinden seçilen 1 sert substratum (liman içi) istasyonunda ise 4 taksonomik gruba ait 36 tür ve 526 birey tespit edilmiştir.

Yumuşak substrat istasyonlarında *Amphiodia obtecta* (toplam bireyin %12’si) en dominant tür olup, bu türü sırasıyla *Sigalion mathildae* (%10), *Sigambra tentaculata* (%7), *Varicorbula gibba* (%2) ve Ophiuroidea (sp.) (%7) izlemektedir. Sert substratum istasyonunda en dominant türler sırasıyla *Elasmopus pecteniscrus* (%35), *Brachidontes pharaonis* (%22) ve *Pseudonereis anomala* (%7)’dir.

Yumuşak substrat istasyonlarında baskın ekolojik grup GII (duyarsız türler) olup, istasyonlarda tespit edilen birey sayısının yaklaşık %40'ını içerir. Ortalama TUBİ

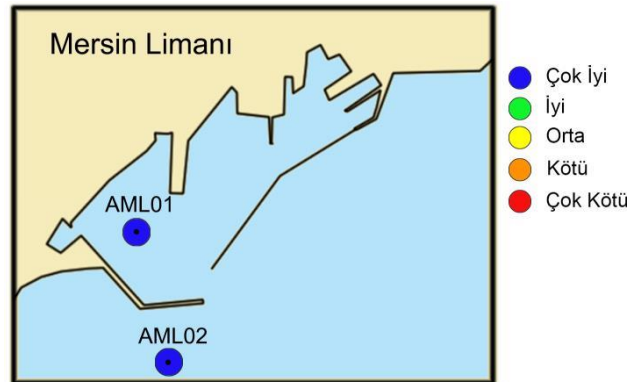
değerlerine göre AML01 nolu istasyonun ekolojik kalite durumu orta, AML02 nolu istasyonun ekolojik kalite durumları ise iyi seviyededir (Şekil 3.63).



Şekil 3.63. Ortalama TUBİ değerlerine göre Mersin Limanı yumuşak substrat istasyonlarının ekolojik kalite durumları

Mersin Limanı'nda yumuşak substrat istasyonundan toplanan örneklerde 3 taksonomik gruba (Polychaeta, Mollusca ve Echinodermata) ait 12 yabancı tür ve 75 birey tespit edilmiştir. Bölgede dağılım gösteren yabancı türlerden en baskını *Amphiodia obtecta* (%38) olup, bu türü sırasıyla *Notomastus mossambicus* (%16) ve *Glycinde bonhourei* (%11) takip

etmektedir. Araştırma bölgesinde yabancı türler toplam tür sayısının %26'sını, toplam birey sayısının ise yaklaşık %32'sini kapsamaktadır. ALEX indeks sonuçlarına göre yabancı türlerin bentik komünitelere etkileri bakımından araştırma istasyonlarının ekolojik kalite durumu çok iyi seviyededir (Şekil 3.64).



Şekil 3.64. Ortalama ALEX değerlerine göre Mersin Limanı yumuşak substrat istasyonlarının ekolojik kalite durumları

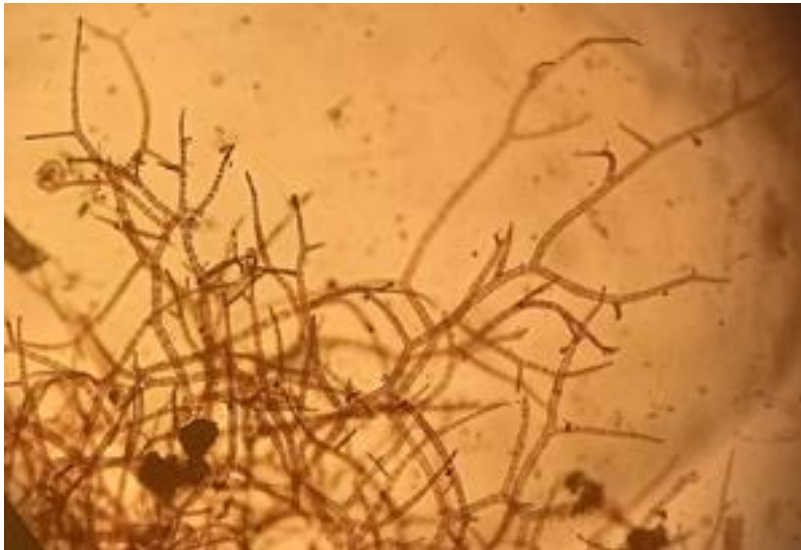
Mersin Limanı'nda 1 sert substrat istasyonundan toplanan örneklerde 2 taksonomik gruba (Polychaeta ve Mollusca) ait 7 yabancı tür ve 206 birey tespit edilmiştir. Bölgede dağılım gösteren

yabancı türlerden en baskınları *Brachidontes pharaonis* (%57), *Pseudonereis anomala* (%17) ve *Syllis ergeni* (%12)'dir.

Limanlarda Yabancı ve Yavılmıcı Makroflora İzleme Çalışması

Çınar ve ark. (2021) tarafından Akdeniz kıyılarında 28 yabancı tür rapor edilmiştir: 6 kahverengi alg (*Cladosiphon zosterae*, *Cutleria multifida*, *Halothrix lumbricalis*, *Pylaiella littoralis*, *Sphaerotrichia firma*, *Stypopodium schimperi*), 14 kırmızı alg [*Asparagopsis armata*, *Asparagopsis taxiformis*, *Acanthophora najadiformis*, *Botryocladia madagascariensis*, *Trailliella intricata* (*Bonnemasoinia hamifera*'nın evresi), *Colaonema codicola*, *Ganonema farinosum*, *Galaxura rugosa*, *Gayliella fimbriata*, *Hypnea spinella*, *Lophocladia lallemandii*, *Polysiphonia kampsaxii*, *Polysiphonia paniculata*, *Vertebrata fucoides*], 7 yeşil alg [*Ulva fasciata*, *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*, *Caulerpa cylindracea*, *Caulerpa*

scalpelliformis, *Caulerpa racemosa* var. *lamourouxii* f. *requienii*, *Caulerpa mexicana*, *Pseudocodium okinawense*] ve bir deniz çiçekli bitkisi (*Halophila stipulacea*). Akdeniz kıyılarında uluslararası durumda olan Mersin Limanı'nda yabancı tür tespit çalışması limanın iç ve dış bölümünden iki noktadan (EAL01 ve EAL02) gerçekleştirilmiştir. AML02 (Mersin Liman Dışı) noktasında yabancı türlerden ipliksi kırmızı alg *Falkenbergia rufolanosa* (*Asparagopsis armata* türünün tetrasporofit evresi) bulunmuştur (Şekil 3.65). Bu tür Atlanto-Pasifik kökenli olup gemicilik faaliyetleriyle (balast suları ya da fouling) giriş yapmıştır.

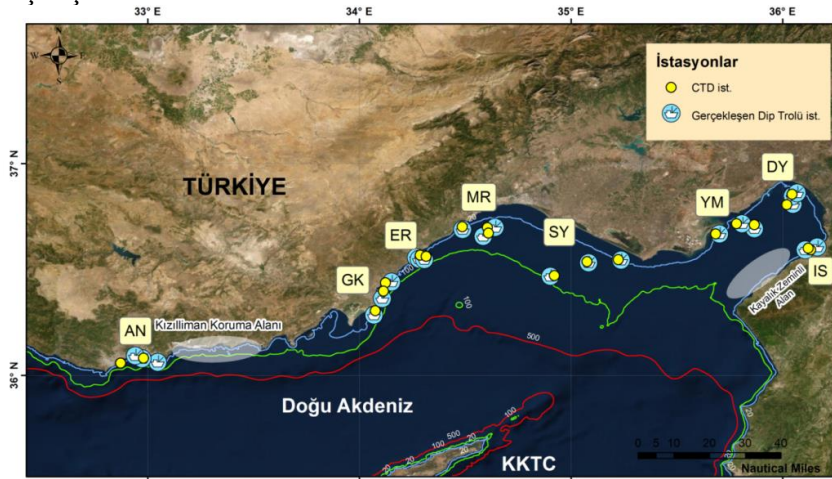


Şekil 3.65. Mersin Limanı AML02 noktası, *Falkenbergia rufolanosa*

3.4.5. Deniz Tabanı Trol Çalışması (Doğu Akdeniz)

Denizlerimizde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında (ÇŞB, TÜBİTAK-MAM, 2016, 2019 ve 2021 Yaz dönemi) tipolojik ve ekolojik olarak alansal farklılık gösteren toplam 8 (7+1) alt bölge (Anamur, Göksu, Erdemli, Mersin, Seyhan, Yumurtalık, Dörtöl ve İskenderun) çalışma alanı olarak

belirlenmiştir. Su derinliğine bağlı faunal değişimlerin görüldüğü 3 farklı derinlik tabakasında (0-25 metre: infra-littoral, 25-50 metre: sirkalittoral ve 50-100 metre: alt sirkalittoral) toplam 24 istasyonda dip trolü örnekleme çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.66, EK2).

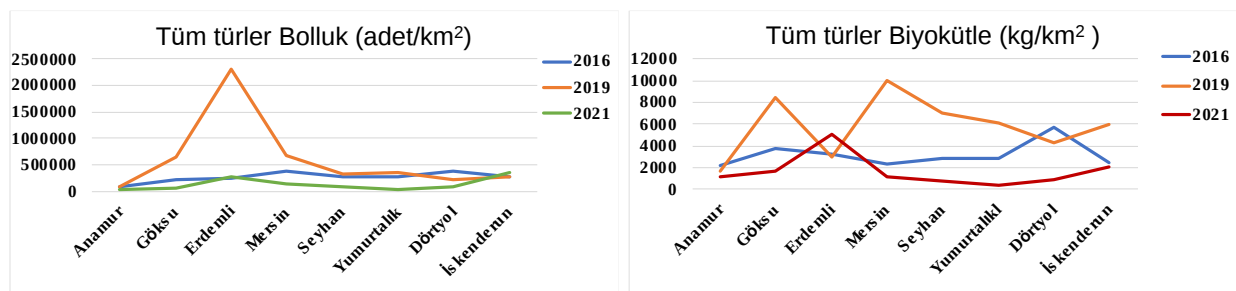


Şekil 3.66. 2016, 2019 ve 2021 yılında Kuzeydoğu Akdeniz’de gerçekleştirilen trol örnekleme ve CTD ile yerinde ölçüm istasyonları

Bolluk ve biyokütle

Biyokütle açısından 2016 ve 2019 yıllarındaki çalışmalarda Mersin alt bölge istasyonları istasyon ortalamasının bir hayli üzerinde değerlerle temsil edilirken 2021 yılında bu alt bölgenin yerini Erdemli alt bölgesi almıştır. Ortalamayı geçen diğer istasyonlar İskenderun ve Göksu alt bölgeleri olmuştur. Biyokütle açısından listenin en sonunda yer alan bölge ise 2016 ve 2019 yılı çalışmalarından farklı olarak Yumurtalık bölgesi olmuştur. Benzer yaklaşımla tüm istasyonlar için

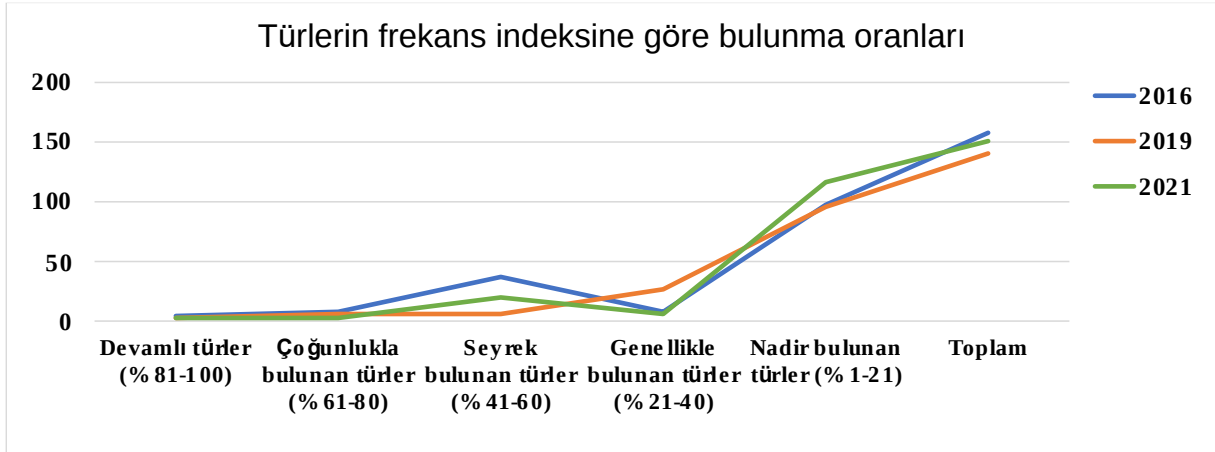
gerçekleştirilen bolluk (adet/km²) hesaplamaları sonucu en düşük bolluk 2016 ve 2019 yıllarında olduğu gibi 2021 yılında da Anamur alt bölgesinde gözlenirken bolluğun en yüksek olduğu bölge 2016 ve 2019 yıllarından farklı olarak 2021 çalışmasında İskenderun alt bölgesi olmuş ardından yine Erdemli alt bölgesi gelmektedir (Şekil 3.67).



Şekil 3.67. 2016, 2019 ve 2021 izleme dönemlerinde tüm türler için bolluk ve biyokütlenin bölgelere göre alansal değişim.

Tüm türlerin örnekleme istasyonlarındaki bulunurluklarının değerlendirilmesi amacıyla yapılan frekans indeksi analiz sonuçları tüm yıllar için çoğunlukla benzer bir trend izlemiş, seyrek ve genellikle bulunan türlerde 2019 yılında gözlenen farklılıklar 2021 yılı için 2016 yılı ile daha

benzer bir sonuç göstermiştir. Ayrıca, nadir bulunan tür sayılarında 2021 döneminde az da olsa bir miktar artış saptanmıştır (Şekil 3.68).

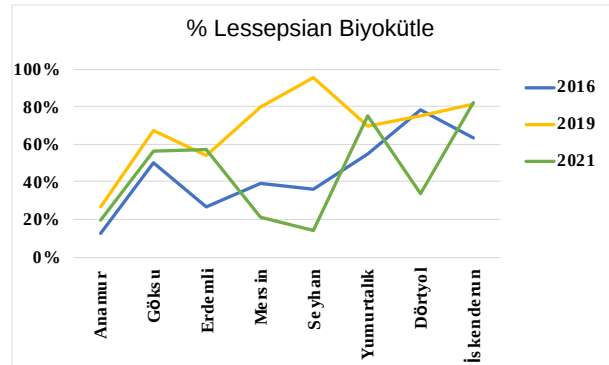
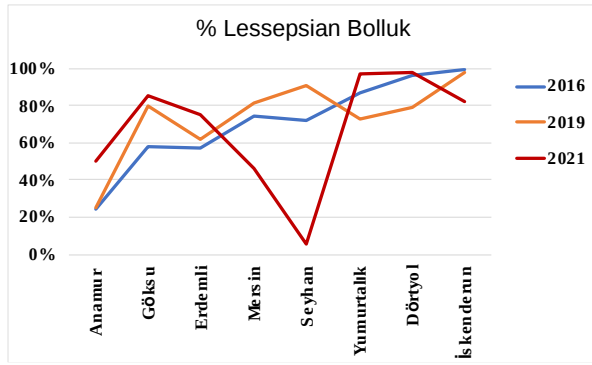


Şekil 3.68. 2016, 2019 ve 2021 yıllarında yapılan çalışmalarda türlerin frekans indeksine göre bulunma oranları

İlgili geçmiş raporlarda da belirtildiği gibi Kızıldeniz göçmeni türler yayılımcı olup yayılım başarıları ekosistem dayanıklılığı ile doğrudan ilişkili olduğundan Kızıldeniz göçmeni türlere ekosistem izleme göstergesi olarak değerlendirmelerde yer verilmişti. Tür sayıları karşılaştırıldığında, lessepsiyan tür sayılarının toplam avdaki oranları açısından tüm yıllarda benzer yüzdeler bulunmuştur (2016 yılı: 33 tür ve %33, 2019 yılı: 34 tür ve %31, 2021 yılı: 29 tür ve %33).

Göksu alt bölgesi hem 2016 hem de 2019 yılında lessepsiyan tür sayısının en fazla gözlemlendiği alt bölge iken 2021 yılında İskenderun alt bölgesi öne çıkmıştır. Lessepsiyan türlerin biyokütle ve bolluk içindeki yüzdeleri açısından alansal dağılım incelendiğinde, 2016 ve 2019

yıllarında batıdan doğuya doğru (Anamur'dan İskenderun Körfezi'ne) genel bir artış eğilimi gözlemlenmişti. 2021 yılında ise özellikle Mersin, Seyhan ve Dörtüol alt bölgelerinde önceki dönemlere oranla düşük değerler bulunmasına rağmen özellikle 2016 yılı sonuçları dikkate alındığında bu türlerin bolluk ve biyokütlelerinde yüksek değerlerle temsil edildiği ve sonuç olarak tüm yıllar bir bütün olarak değerlendirildiğinde Anamur bölgesi hariç tüm alt bölgelerde lessepsiyan baskısının tüm göstergelerde yüksek olduğu görülmüştür. Bunun başlıca nedeni 2016 yılında çok az bir yüzde ile temsil edilen *P. stridens* ve *N. randalli* gibi türlerin izleyen yıllarda ekosisteme giderek yerleşerek (örneğin Seyhan ve Göksu alt bölgelerinde) baskın hale gelmesindendir (Şekil 3.69).



Şekil 3.69. 2016, 2019 ve 2021 yıllarında yapılan çalışmalarda alt bölgelere göre Lessepsian türlerin tür sayısı, bolluk ve biyokütle dağılımları

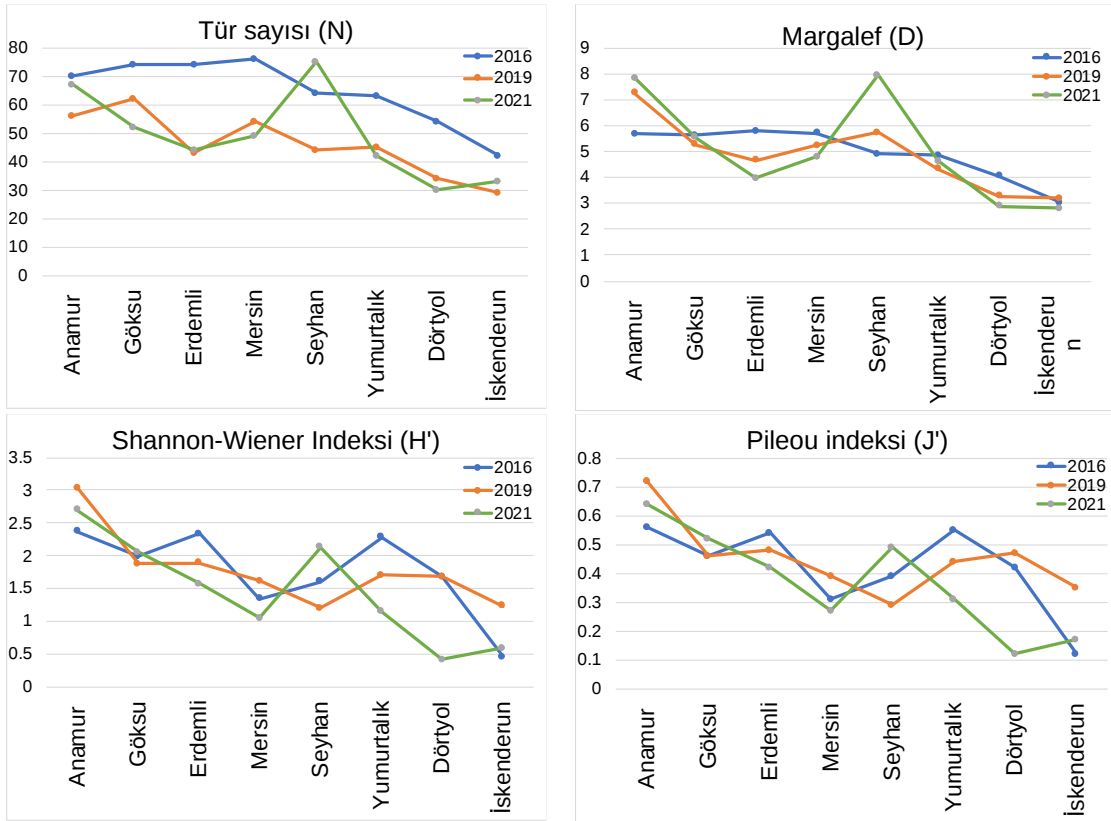
Yaşam birliğinin yapısı açısından değerlendirme

Diğer denizlerimizden farklı olarak yoğun bir şekilde Lessepsiyen göçmeni türlerin etkisi altında olan Doğu Akdeniz’de bu etki 2016 ve 2019 yıllarında olduğu gibi 2021 yılında da balık biyoçeşitlilik (T1) kapsamında incelenen indekslerin (Tür sayısı, N; Frekans indeksi; Margalef, H; Shannon Wiener, D; Pileou, J’) tümünde gözlenmiştir.

2016 ve 2019 yılı çalışmalarında en düşük tür sayıları İskenderun alt bölgesinde iken 2021 yılında bu alt bölgenin yerini Dörtöyl alt bölgesi almıştır. En yüksek tür sayıları ise 2016 yılında bulunan Mersin ve 2019 yılında bulunan Göksu alt bölgesinden farklı olarak Seyhan alt bölgesinde bulunmuştur (Şekil 3.70). Biyolojik çeşitlilik (H’) ve türlerin temsiliyetindeki denge açısından (J) Anamur 2016 ve 2019 yıllarında olduğu gibi 2021 yılında da en dengeli alt bölge olarak öne çıkmıştır (Şekil 3.70).

Daha önce de değinildiği gibi yabancı türler olarak sınıflandırılan lessepsiyen

göçmeni türlerin bir bölgede kendilerine baskın olarak yer bulabilmiş olmaları genel olarak o bölgedeki ekosistemin zayıflığına işaret etmektedir. Bu kapsamda tüm çalışma yılları bir bütün olarak değerlendirildiğinde batıdan doğuya gidildikçe % lessepsiyen bolluk ve biyokütle artışındaki yönelim ile biyolojik çeşitlilik göstergelerinde yine batıdan doğuya doğru gözlenen düşüş ekosistem durumunun batıdan doğuya doğru daha düzensiz bir yapıda olduğuna işaret etmektedir. Bunun yanında 2021 yılında özellikle Seyhan alt bölgesinde saptanan düşük lessepsiyen bolluk ve biyokütle sonuçları ile yüksek biyoçeşitlilik gösterge değerlerini bu açıdan değerlendirebilmek için henüz erken olup takip eden dönemlerde bu durumun izlenmesi gerekmektedir (Şekil 3.70).



Şekil 3.70. 2016, 2019 ve 2021 izleme dönemlerinde alt bölgelere göre tür sayısı (N), Margalef (D), Pileou (J') ve Shannon-Wiener (H') göstergelerinin alansal dağılımı

Biyolojik değişimler

Balık kondisyonu (Kn)* ve Hepatosomatik indeks (HSI)** balığın ne kadar kondisyonlu olduğunu ve vücudundaki enerji deposunun büyüklüğünün göstergeleridir. Dolayısıyla bu iki indeks birlikte değerlendirilerek, balığın bulunduğu ekosistemdeki durum hakkında bir göstergede olabileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda incelenen türler dikkate alındığında barbun balığının yerli tür olması ve tüm denizlerimizde bulunurluğunun yüksek olması nedeniyle bu değerlendirme için seçilen tür olmuştur. Bu kapsamda barbun balığı 2016, 2019 ve 2021 yılı kondisyon ve HSI değerleri iyi çevresel durum açısından karşılaştırılmıştır (Tablo 3.10).

2016 ve 2019 yıllarında bu iki indeks Mersin bölgesinde genel ortalamanın altında kalmıştır; Mersin Körfezi bölgesinde son 30 yılda artan kıyı yapılaşması, atıksu deşarjları, artan balıkçılık baskısı, dökü alanları, genişleyen demirleme sahaları, endüstriye yakınlık, tarımsal faaliyet kaynaklı kimyasal girdiler vb. faktörler deniz ekosistemi üzerinde olumsuz değişimlere neden olmuştur. 2021 yılında yapılan balıkçılık çalışmasında da yine bu her iki indeks için genel ortalamanın altında kalan tek alt bölge Mersin olmuştur. Elde edilen sonuçlar ışığında, izleme programı kapsamında balık kondisyon ve hepatosomatik indeksinin ilerleyen dönemdeki çalışmalarda da izlenmesinin standart bir gösterge olarak değerlendirilebilmesi için önemli olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3.10 Barbun balığının alt bölge kondisyon ve Hepatosomatik indeks değerlerinde çalışma yılları arasındaki değişimler. Yeşil: genel ortalamanın üzerinde kalan alt bölgelerdir

Alt bölge	Kondisyon			HSI		
	2016	2019	2021	2016	2019	2021
Anamur	1.037	0.968	1.007	1.148	1.382	1.350
Göksu	0.978	0.988	0.992	0.896	1.186	1.019
Erdemli	1.017	0.999	1.016	0.813	1.215	0.950
Mersin	0.973	0.996	0.987	0.471	1.123	0.895
Seyhan		0.981	0.976		1.157	1.554
Yumurtalık	0.993	1.016		0.928	0.959	
Dört Yol	1.053	1.025	1.161	1.259	1.131	1.794
İskenderun		1.070			1.556	
Genel ortalama	1.003	1.006	1.003	0.854	1.170	1.120

* Balık kondisyonu (Kn) hesaplamalarında Le Cren Göreceli Kondisyon yaklaşımı uygulanmıştır. Burada Kn= Ağırlık (gr) / a L^b (a ve b değerleri örneklenen tüm bireyler için hesaplanmış boy-ağırlık ilişkisi parametreleridir).

**HSI: Balık karaciğerinin somatik vücut ağırlığına oranı ve beslenme durumu hakkında bilgi veren Hepatosomatik gösterge = Karaciğer ağırlığı / Organları (karaciğer, mide ve gonad) alınmış vücut ağırlığı Tabloda her iki indekste için tablonun sonunda en altta verilen genel ortalamanın üstü değerler konsiyon ve enerji seviyelerinin iyi durumunu, ortalamanın altında kalan değerler görece bunun altında değerleri ifade ettiği kabul edilmiştir.

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.

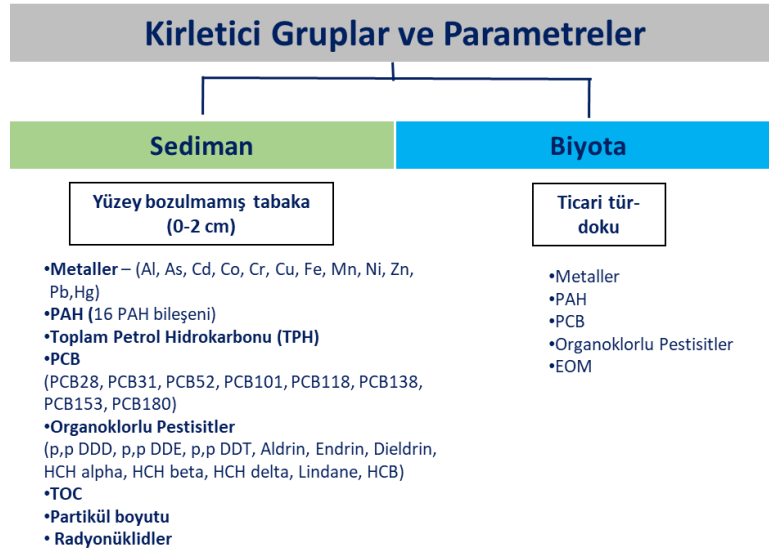
Sediman ve biyota matrislerinde çalışılan kirleticiler grupları Tablo 3.11'de sunulmuştur.

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 3.11. 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. 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 koşullarını dikkate alarak yapılması önemlidir. Bu kapsamda özellikle sediman matrisindeki kontaminat konsantrasyonlarının doğal zemin değerler dikkate alınarak değerlendirilmesi (sentetik olmayan kontaminantlar için) gerekmektedir. Doğal zemin değerlerin belirlenmesinde karot örneklerinden yararlanılması, Baltık ve Akdeniz Bölgesel izleme programlarında (OSPAR ve UNEP MAP) temel alınarak, kullanılmaktadır. Denizlerimize özgü sediman referans değerlerinin belirlenmesi önemlidir. Bunun yanında sedimanda biriken kirleticilerin sucül 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 kapsamında 2014-2016 yılları arasında 3 yıl boyunca yaz döneminde Akdeniz’de 11 istasyonda yüzey sedimanında yönelim analizine yönelik çalışması yapılmıştır. 2016 yılında çalışılan istasyonlara ek olarak 22 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 Akdeniz’in kıyı ve deniz alanlarını ve bunlara referans oluşturmaları beklenen alanları temsilen 39 istasyondaki yüzey çökellerinden örneklemeler yapılmıştır.

2021 Yılı sediman istasyon konumlarının yer aldığı harita Şekil 3.71’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. Göksu deltasında yer alan bir istasyon dışında bu bölgede genellikle sedimanlar ince tanelidir. Tane boyu dağılım sonuçları incelendiğinde nehirlerin taşıdığı partikül kompozisyonuna bağlı olarak yüzey sedimanı jeo-kimyasal özelliklerinde bölgesel değişimler söz konusudur. Nehir deltaları ve barajların iri taneli partikül maddeleri tutması sonucu,

kıta sahanlığı ve derin bölge tabanında ince taneli sediman yapısı görülmektedir. Nehir deltaları dışında kalan sığ kıyısal alanlarda akıntı ve dağların taşıyamadığı ince taneli kum baskındır. Mersin Körfezi orta ve açık bölge yüzey sedimanları ise çökeltme hızı görece düşük ince taneli sedimandan oluşmaktadır (Şekil 3.72).

Kontaminant analizleri için tane boyu etkisini en düşük seviyede tutmak için çamur boyutundan örnekleme yapılmıştır.



Organik kirleticiler

Organik karbon içeriği organik madde kirliliğini gösteren başlıca parametrelerden biridir. Bu birikim ince taneli malzemede daha fazladır. 2021 yılında alınan sediman örneklerinin TOC derişimi 3,33-18,70 mg/g aralığında değişim göstermiştir. En yüksek TOC değerleri Fethiye Körfezi içerisinde yüzey sedimanlarında ölçölmüştür.

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).

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların (PAH) dağılımına bakıldığında genel olarak çok düşük PAH bileşenleri ölçölmüştür. Toplam PAH dağılımları 16,72- 552,53 µg/kg kuru ağırlık aralığında değiştii gözlenmektedir (Tablo 3.12).

Akdeniz'de tüm istasyonlarda PAH bileşenleri ekosisteme etki açısından etki sınırının altında (ERL) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.12, Şekil 3.75).

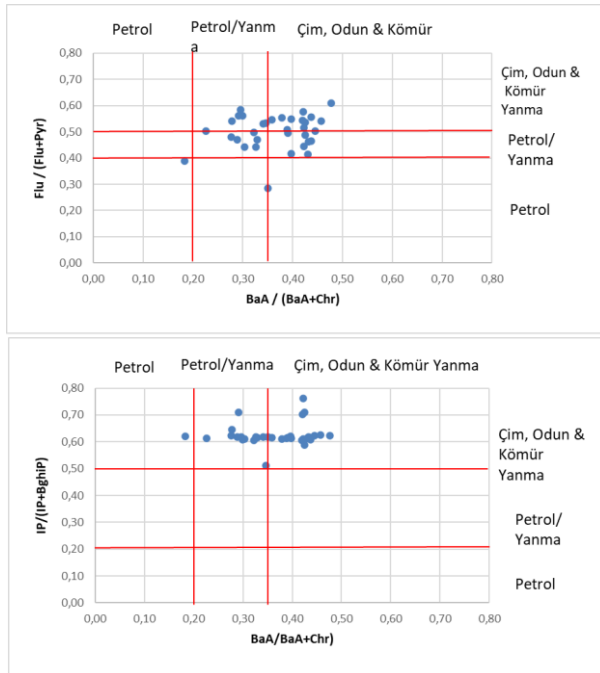
⁴ Pirolitik Kaynaklar: Organik maddelerin (odun, kömür, petrol ürünleri, biyokütle, çöp vb.) yüksek sıcaklıkta eksik yanması (piroliz) sonucu oluşurlar.

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 3.12. Akdeniz sedimanlarının minimum, maksimum ve ortalama PAH konsantrasyonları ile ekosistem açısından etki sınır değerleri ile karşılaştırılması (ERL, ERM)

PAH'lar	DEN-İZ (2020-2022)			ERL ($\mu\text{g/kg ka.}$)	ERM ($\mu\text{g/kg ka.}$)
	Minimum ($\mu\text{g/kg ka.}$)	Maksimum ($\mu\text{g/kg ka.}$)	Ortalama Değer ($\mu\text{g/kg ka.}$)		
Naphthalene	9,43	34,12	13,96	160	2100
Acenaphthylene	0,14	3,93	0,54	44	640
Acenaphthene	0,09	2,00	0,47	16	500
Fluorene	0,49	10,79	1,56	19	540
Phenanthrene	1,53	53,78	9,10	240	1500
Anthracene	0,08	8,28	1,08	85,3	1100
LMW (2-3 rings)	13,29	110,13	26,71	552	3160
Fluoranthene	0,46	79,11	10,93	600	5100
Pyrene	0,36	65,11	10,23	665	2600
Benzo_a_anthracene	0,19	36,15	4,72	261	1600
Chrysene+triphenylene	0,48	54,90	6,84	384	2800
Benzo_b_fluoranthene	0,68	71,68	9,82	-	-
Benzo_k_fluoranthene	0,14	22,77	2,84	-	-
Benzo_a_pyrene	0,23	48,40	6,44	430	1600
Indeno_1_2_3_c_d_pyrene	0,28	34,03	4,85	-	-
Dibenzo_a_h_anthracene	0,07	9,39	1,12	63,4	260
Benzo_g_h_i_perylene	0,18	20,84	2,93	-	-
HMW (4-5-6 rings)	3,47	442,39	60,72	1700	9600
Σ PAHs	16,72	552,53	87,33	4022	44792

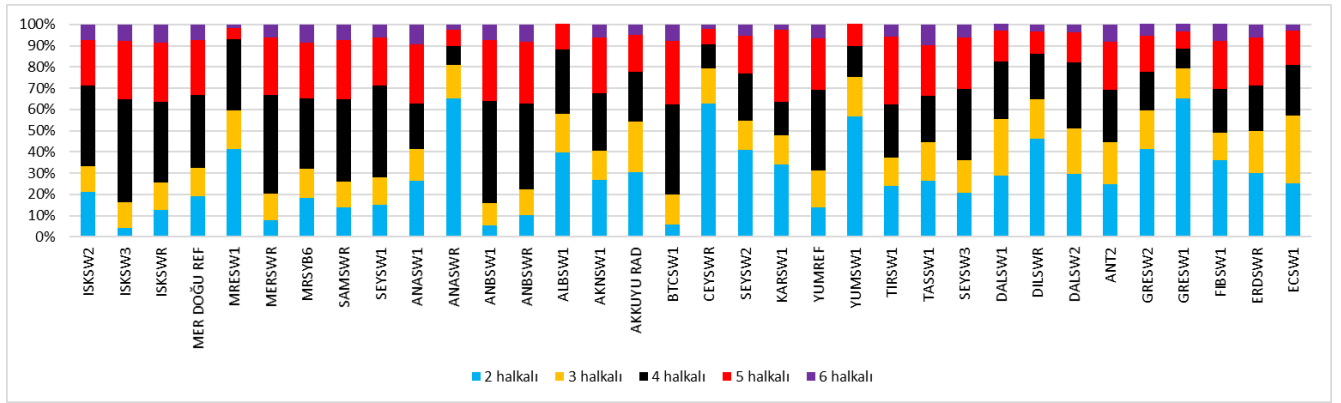
LMH: Düşük Molekül Ağırlıklı PAH'lar; HMW: Yüksek Molekül Ağırlıklı PAH'lar



	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 3.73. Akdeniz sedimanlarında PAH kaynaklarını gösteren PAH'ların izomerik oranlarının çapraz çizimleri



Şekil 3.74. Akdeniz sediman örneklerinin 2-3-4-5-6 halkalı PAH'ların mekânsal dağılımı (LMW:2-3 halkalı; HMW:4-5-6 halkalı)

Akdenizden toplanan yüzey sediman örneklerinde bazı PAH bileşenlerinin oranları incelendiğinde çoğunlukla pirolitik bir kaynağa işaret etmektedir. Bazı istasyonlarda hem yanma hem de petrol kaynağı olduğunu göstermektedir (Şekil 3.73). LMW ve HMW bileşiklerinin karşılaştırılmasında, PAH'lar tarafından petrojenik ve pirolitik kirlenmeyi ayırt etmek için kullanılabilir (Perra vd., 2011). Akdeniz sedimanlarında LMW/HMW

oranlarının çoğu 1'in altındadır ve bu da pirolitik bir kaynağa işaret etmektedir. İskenderun Körfezi ve Mersin Körfezlerinde bulunan birçok istasyonda yüksek molekül ağırlıklı PAH'lar ağırlıklı iken, Nehir önleri (Ceyhan, Seyhan, Göksu ve Dalaman önleri), Yumurtalık önleri, Antalya Körfezi, Manavgat, Anamur, Alanyada ise düşük molekül ağırlıklı PAH'ların baskın olduğu görülmektedir (Şekil 3.74).



Şekil 3.75 Akdeniz sediman istasyonlarında organik kirlenici (Toplam PAH, Toplam DDT ve türevleri ile Toplam PCB) bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması

Akdeniz'de 2021 yılında ölçümü yapılan tüm yüzey sedimanlarında Poliklorlu bifenillerin (PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 ve PCB180 (İCES-7) toplamı ERL değerinin (11,50 ng/g) altında bulunmuştur. Akdeniz sedimanlarında 7 PCB bileşeninin toplamı incelendiğinde, 0,040-1,536 (ng/g kuru ağırlık) aralığında ölçüldüğü belirlenmiştir.

En yüksek toplam PCB değeri Mersin'de MERSWR nolu istasyonda (1,536 ng/g kuru ağırlık) belirlenmiştir. 2018 yılında aynı bölgede 1,608 ng/g kuru ağırlık Toplam PCB ölçülmüştü.

Diklorodifeniltrikloroetan (DDT), heksaklorosikloheksan (HCH), aldrin ve klordan gibi OCP'ler 1950'lerden 1980'lere

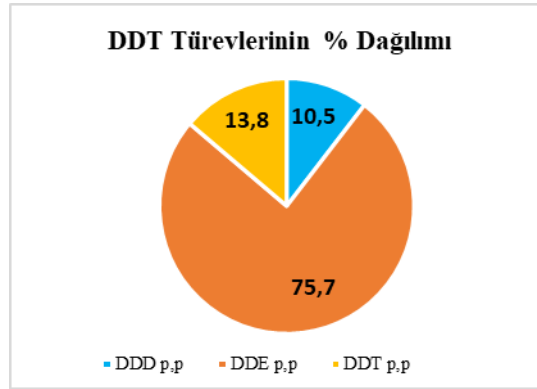
kadar özellikle tarımda yaygın olarak kullanılmıştır.

Akdeniz sedimanlarında ölçülen pestisit değerlerine bakıldığında, HCH izomerleri sadece birkaç istasyonda çok düşük seviyelerde, genelde ölçüm sınırlarının altında çıkmıştır. Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptaklor ise ölçüm sınırlarının altında tespit edilmiştir. Hexaklorobenzen, <ösa-1,66 ng/g ka. aralığında ölçülmüştür.

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. Akdeniz sediman istasyonlarında da p,p'-DDT ve bozunma yan ürünleri p,p'-DDE, p,p'-DDD'ye rastlanmıştır. p,p'-DDT <ösa- 3,12 ng/g ka., p,p'-DDE <ösa-24,72 ng/g ka ve p,p'-DDD ise <ösa-6,48 ng/g ka. aralığında ölçülmüştür (Şekil 3.75).

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 70,4% ile p,p'-DDE baskındır. Bunu 15,6% p,p'-DDT ve 14,0% p,p'-DDD takip etmektedir.

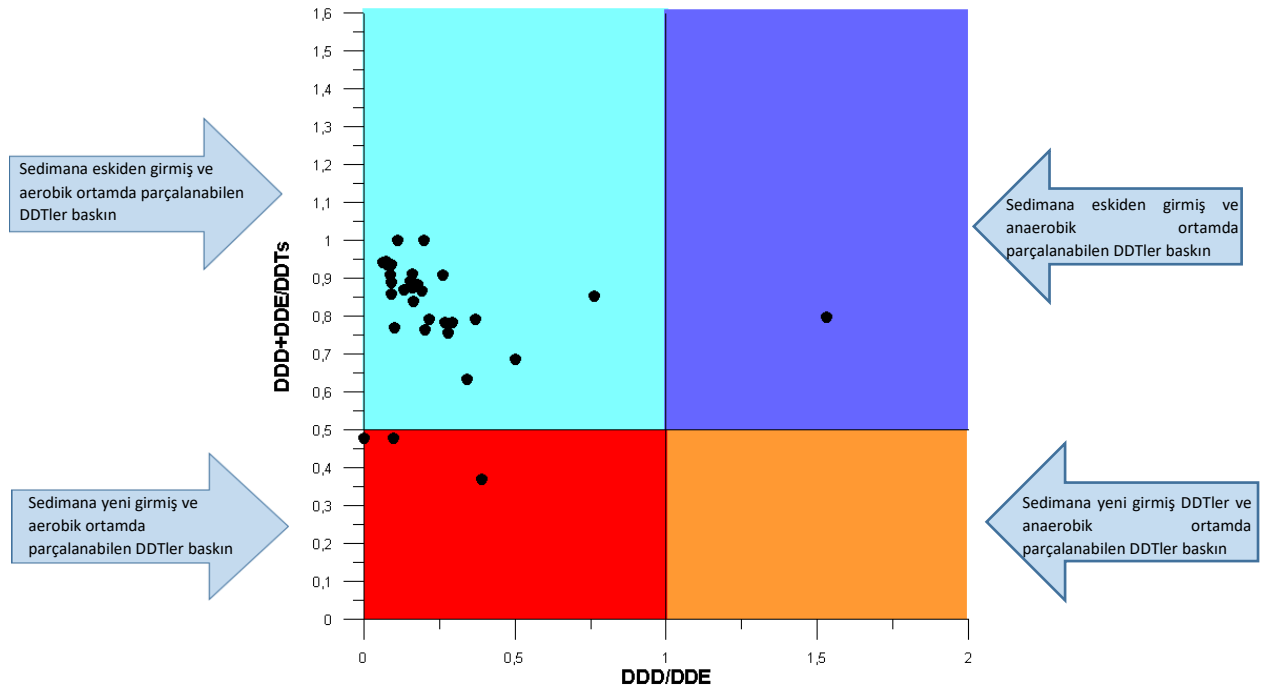


Şekil 3.76. Akdeniz sedimanlarında DDT ve türevlerinin % dağılımı

Ayrıca DDT'lerin “yeni” veya “eski” kirlilik kaynakları (DDD+DDE)/ $\sum$ DDT'lerin oranı ile ayırt edilmektedir. 0,5'ten daha yüksek (DDD+DDE)/ $\sum$ DDT'lerin oranı, DDT'lerin tarihsel bozulmadan kaynaklandığını göstermektedir. 0,5'ten düşük oran yeni DDT girişinin gerçekleştiğini göstermektedir (Da C., ve diğ., 2013). Bu çalışmada sediman örnekleme yapılan tüm istasyonların (DDE+DDD)/ $\sum$ DDT oranları incelendiğinde istasyonların % 6,5'i 0,5'in

altındadır (Şekil 3.77). Bu da birçok istasyonda tarihsel DDT'nin bozulmadan kaynaklı olduğunu gösterir. Bunun yanında çok az da olsa hala DDT'lerin baskın olduğu istasyonlar da 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.

Yüzey sedimanlarında DDT türevlerinin oran ilişkisi



Şekil 3.77. Akdeniz yüzey sedimanlarında DDT ve türevlerinin oran ilişkisi

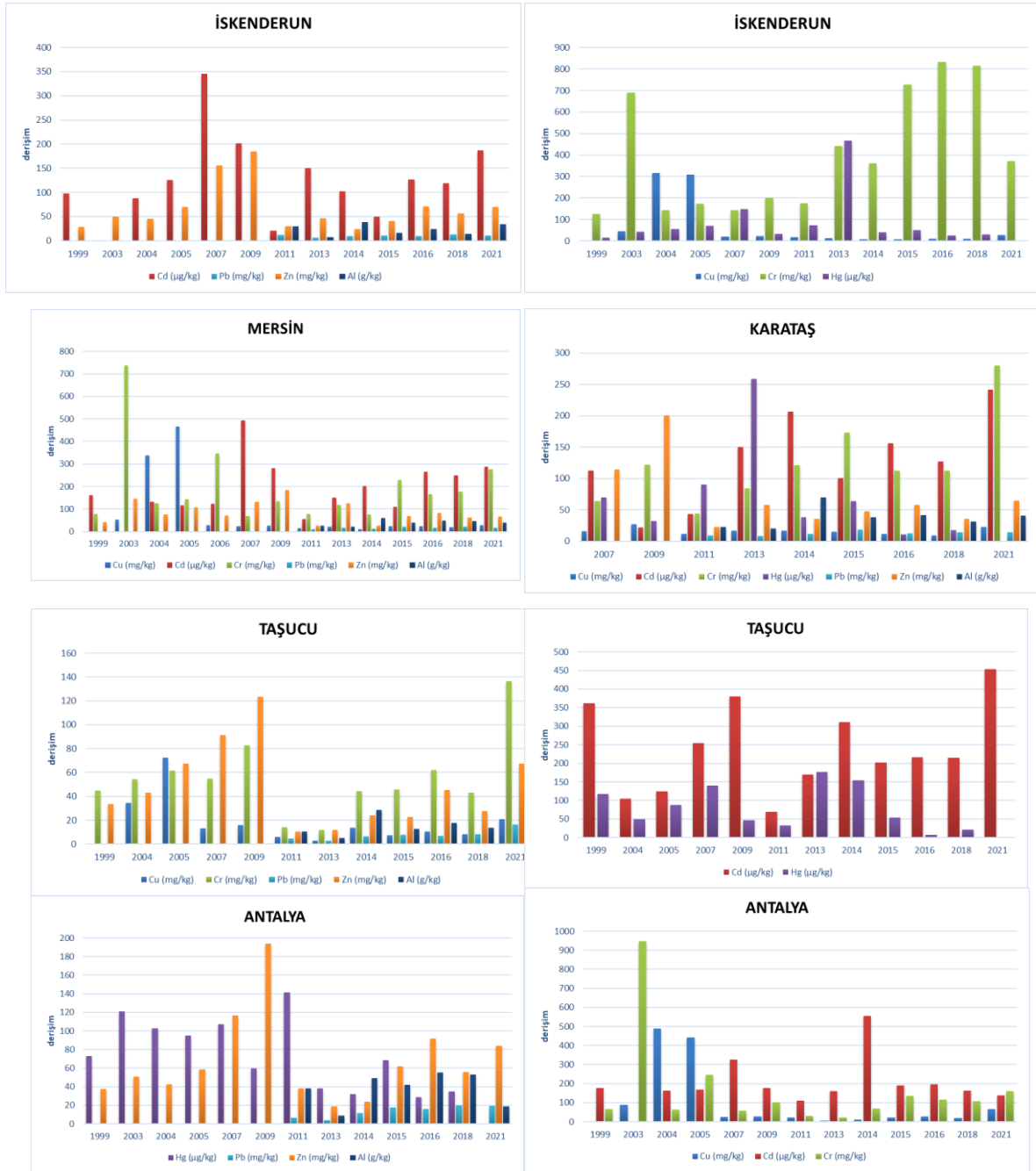
Anorganik kirleticiler (Metaller)

Akdeniz 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 3.79 ve Şekil 3.80’de yer almaktadır.

Akdeniz bölgesinin birçok yerinde aktif veya sonradan kapatılan Cr maden ocakları mevcuttur. Özellikle Dalaman bölgesindeki yüksek değerler dağlardaki zengin Cr yataklarının yağışlar ve sellerle taşınan Cr içerikli doğal katı maddenin

ulaştığı deniz alanının sediman kompozisyonunu etkilediği görülmektedir.

Kuzeydoğu Akdeniz kıta sahanlığında elde edilen yüzey sediman örneklerinde genellikle zenginleşme faktörü düşük seviyededir. Yapılan zenginleşme faktörleri değerlendirmesine göre (Tablo 3.13) Fethiye bölgesindeki istasyonlarda Ni, Cr ve Co gibi metallerin yüksek oranda sedimanda zenginleştiği görülmektedir. Benzer şekilde Dalaman istasyonlarında da zenginleşmenin özellikle Ni metali özelinde yüksek olduğu bulunmuştur. Hg zenginleşmesi Akdeniz’de görülmemiştir.



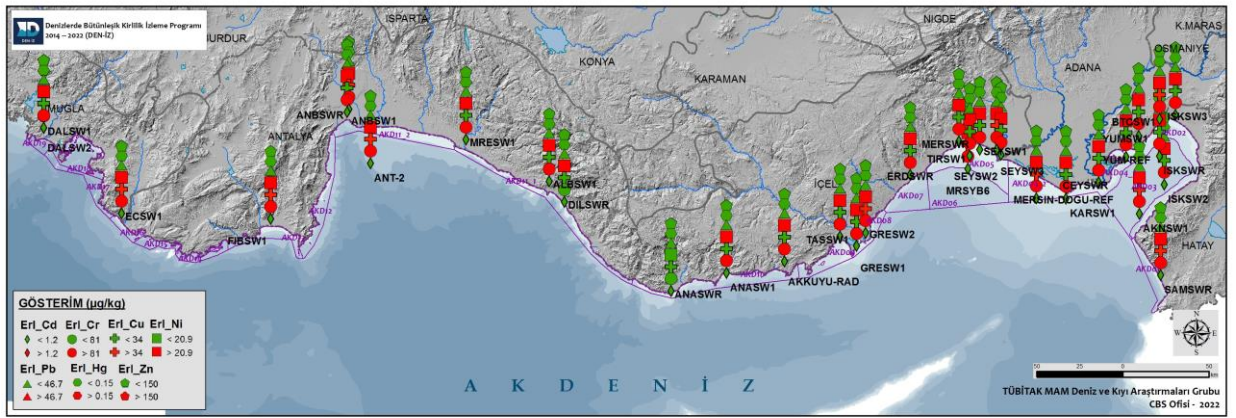
Şekil 3.78. Akdeniz sediman yönelim istasyonlarında metallerin yıllara göre değışimi (1999-2021)

Tablo 3.13. Akdeniz sediman örneklerinde zenginleşme faktörleri değerleri

Sıra No	Akdeniz 2021 Yılı Sediman Değerlendirmesi	Zenginleşme Faktörü (ZF) Değerleri									
		Fe	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg
1	MER-LD	0.3	0.2	0.7	1.9	0.1	0.3	2.2	0.2	0.2	
2	MER-LI	0.3	0.2	0.9	3.1	0.2	0.3	3.4	0.2	0.2	
3	FET-EK-5	8.0	3.4	15.0	39.5	6.5	3.6	43.0	3.9	6.1	
4	FET-EK-7	8.6	5.2	9.1	31.1	6.6	3.7	59.4	5.8	6.8	
5	FET-EK-6	11.8	4.4	14.9	37.8	9.7	4.2	22.4	10.1	8.2	
6	ANT-2	2.1	2.0	3.1	7.6	6.3	2.1	3.6	4.2	3.8	0.4
7	ISKSWR	2.3	2.3	5.7	11.6	1.9	1.4	20.5	1.8	2.1	0.3
8	ISKSW3	1.6	1.3	4.6	8.9	1.4	2.0	17.3	1.0	1.2	0.2
9	ISKSW2	2.6	1.5	5.0	9.4	1.4	1.6	16.8	1.3	2.1	0.1
10	DALSW2	4.8	2.3	10.6	11.5	2.5	2.3	40.5	1.4	2.7	0.4
11	DALSW1	4.8	2.8	14.5	14.2	3.0	2.4	52.2	1.4	2.9	0.3
12	SEYSW2	1.4	1.1	2.6	3.8	0.6	0.9	5.3	1.2	1.2	0.1
13	SEYSW1	2.0	1.5	2.6	4.2	1.1	0.8	5.2	2.1	1.5	0.1
14	SEYSW3	1.7	1.9	2.5	3.6	1.1	0.9	5.1	1.8	1.3	0.1
15	FIBSW1	1.7	1.1	3.1	4.7	1.2	0.7	7.2	1.2	1.1	0.1
16	BTC SW1	1.8	1.3	2.8	6.1	1.2	1.4	7.6	1.5	1.4	0.2
17	CEYSWR	1.5	1.8	2.2	5.6	1.1	1.1	6.0	1.4	1.2	0.1
18	KARSW1	1.3	1.0	2.0	4.8	0.5	0.8	3.7	1.2	1.0	0.1
19	YUM-REF	2.6	1.8	3.7	8.3	1.9	1.8	10.5	1.7	1.9	0.2
20	YUMSW1	1.7	1.9	2.5	6.1	1.3	1.4	6.6	1.2	1.5	0.1
21	MRESW1	1.0	2.0	1.4	4.1	0.8	1.7	2.6	1.5	1.2	0.0
22	MERSIN-DOĞU-REF	2.3	1.5	3.6	6.9	1.7	1.2	6.9	1.6	1.4	0.2
23	MERSWR	1.8	1.7	2.9	5.4	1.2	1.3	7.6	1.9	1.6	0.2
24	MRSYB-6	2.1	2.1	2.7	7.3	1.2	1.2	7.6	2.0	1.3	0.1
25	TASSW1	1.4	2.8	1.4	2.5	0.8	1.0	2.9	1.4	1.2	0.1
26	AKKUYU-RAD	2.4	1.3	2.2	6.2	1.6	1.4	3.7	3.5	1.6	0.2
27	ANASW1	1.6	1.0	3.3	5.2	1.2	0.6	1.7	2.2	0.8	0.2
28	ANASWR	0.8	2.0	2.3	2.4	0.6	1.5	1.5	1.6	1.9	0.1
29	ALBSW1	0.9	0.7	1.0	2.2	0.5	0.8	0.7	1.0	0.7	0.0
30	DILSWR	1.2	1.3	1.4	2.7	1.0	1.6	1.2	1.9	1.3	0.1
31	ANBSW1	1.2	1.3	1.7	3.5	1.0	1.0	3.6	1.9	1.4	0.1
32	ANBSWR	2.1	1.5	2.5	4.4	1.5	1.4	4.7	2.3	2.3	0.2
33	GRESW1	1.2	3.6	1.4	1.9	1.3	0.9	4.6	1.0	1.4	0.1
34	GRESW2	1.2	4.2	1.5	1.9	1.4	0.9	5.2	1.1	1.5	0.1
35	ERDSWR	1.3	1.2	2.3	3.9	1.1	1.0	2.7	1.1	1.4	0.1
36	TIRSW1	1.3	1.3	1.4	4.0	0.9	1.1	2.7	1.0	1.1	0.1
37	ECSW1	2.1	1.5	4.0	9.2	1.7	1.4	16.6	1.2	2.0	0.2
38	AKNSW1	2.1	1.4	3.4	7.3	2.0	1.1	12.9	1.2	1.9	0.1
39	SAMSWR	1.8	3.2	3.2	6.7	2.1	1.0	13.5	1.1	2.1	0.1



Şekil 3.79 Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ZF değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2021)



Şekil 3.80. Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2021)

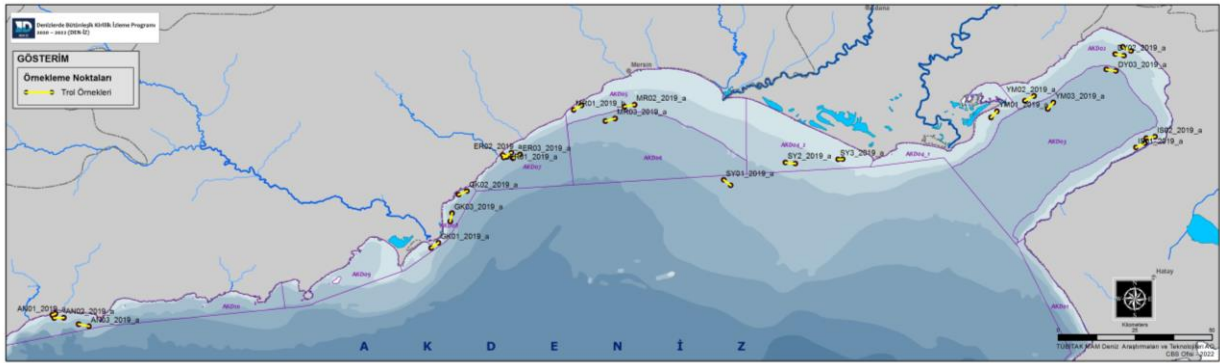
3.5.2. Biyotada Kirleticiler

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 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 3.81. Akdeniz biyota örnekleme istasyonları

DEN-İZ Programı kapsamında biyota matriksinde elde edilen sonuçlar deniz ve su ürünlerindeki bulaşanların Türk Gıda Kodeksindeki (TGK) (AB Direktifleri ile uyumlu) sınır değerler ile karşılaştırılmaktadır.

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında, 2021 yılı Ekim ayı biyotadaki kirleticiler çalışmaları için, Doğu Akdeniz’de belirlenen 8 farklı alandaki trol

çalışmasında hem ticari ve çevresel önemi hem de denizdeki mekânsal dağılımı nedeniyle barbun balığı (*Mullus barbatus*) seçilmiştir (Şekil 3.81).

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

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 metallere 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).

Akdeniz’de 2021 yılında toplanan tüm biyota örneklerindeki yaş ağırlık olarak (ya.) ortalama metal derişimleri;

Barbun (*Mullus barbatus*) örneklerinde; kadmiyum 0,001-0,034 µg/g ya., kobalt 0,04-0,14 µg/g ya., krom 0,15-0,51 µg/g ya., demir 12,73-24,70 µg/g ya., manganez 0,45-0,59 µg/g ya., nikel 0,07-0,27 µg/g ya., kurşun 0,008-0,349 µg/g ya., çinko 12,59-19,14 µg/g ya., bakır 0,44-1,17 µg/g ya., civa 0,077-0,404 µg/g ya. arasında tespit edilmiştir (Tablo 3.14).

Analizi gerçekleştirilen Akdeniz biyota örnekleri (*Barbun*; *Mullus barbatus*) genel olarak metal içerikleri Cd, Pb ve Hg açısından TKG’da yer alan sınır değerlerin altında kalmıştır.

Tablo 3.14. Akdeniz’de 2021 yılında biyotada ölçülen metallerin sınır değerlerle karşılaştırılması (mg/kg yaş ağırlık)

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.)
Mersin	MR	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,027	0,094	0,077	<ösa	0,224	0,127
Anamur	AN01	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	-	-	0,404	<ösa	0,168	0,188
Anamur	AN02	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,002	0,280	0,222	0,171	0,331	0,348
Anamur	AN03	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	-	-	0,342	0,126	0,901	-
Dört Yol	DY03	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,004	0,063	0,277	<ösa	0,242	1,681
Göksu	GK03	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,003	0,063	0,241	0,062	0,168	0,398
Erdemli	ER03	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,001	0,075	0,098	0,063	0,211	0,172
Erdemli	ER02	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,002	0,006	0,088	0,075	0,144	0,082
Seyhan	SY03	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,011	0,129	0,343	<ösa	0,121	<ösa
Taşucu	TASUCU	Barbun (<i>Mullus barbatus</i>)	0,006	0,042	0,134	<ösa	0,127	0,739
Akdeniz Ortalama			0,006	0,097	0,069	0,099	0,264	0,467
Türk Gıda Kodeksi			0,050	0,300	1,000	2,000	12,000	75,000

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 ortamdaki 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).

Türk Gıda Kodeksinde (TGK) maksimum limit olarak belirtilen çok halkalı aromatik bileşik benzo(a)pyrene, 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 Akdeniz Mullus barbatus örneklerinde **Benzo(a)pyrene** konsantrasyonları <ösa-0,17 µg/kg yaş ağırlık aralığında ölçülmüştür. TGK'da verilen sınır değerin altında Benzo(a)pyrene konsantrasyonları tespit edilmiştir (Tablo 3.14).

Benzo(a)piren, benzo(a)anthrasen, benzo(b)floranthen ve krisen toplamı konsantrasyonları ise balık etinde 0,12-0,90 µg/kg yaş ağırlık aralığında ölçülmüştür. Tüm ölçüm değerleri TGK'da verilen sınır değerin (12 µg/kg yaş ağırlık) altında bulunmuştur (Tablo 3.14).

Yenilebilir dokulardaki **toplam PCB'lerin** (ICES-7) (PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 ve PCB180) konsantrasyonları <ösa-1,681 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 balık'ta (barbun ve mezgit) 1,382-7,097 µg/kg yaş ağırlık olarak **p,p DDT, p,p DDE ve p,p DDD toplamına** rastlanmıştır.

Biyota örneklerinde yağları uzaklaştırmak için, sülfürik asit ile ekstraksiyon yapılmıştır. Dieldrin ve Endrin asit ekstraksiyonu aşamasında kaybolmaktadır. Bu yüzden biyota örneklerinde Dieldrin ve Endrin ölçülemediği görülmüştür.

Diğer organoklorlu pestisitler ise (aldrin, HCH izomerleri, heksaklorobenzen 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 yaş 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.

Akdeniz, Cebelitarık Boğazı aracılığıyla Atlantik Okyanusu ile iletişim kuran kapalı, derin bir havuzdur. Atlantik'in düşük tuzluluktaki suyu (36–36.5‰) Akdeniz'e girerken, boğazdan ayrılan su kümesi 37.5‰'den daha yüksek tuzluluğa sahiptir. Bu, Akdeniz'in buharlaşma, yağış ve akıntı dengesini aştığı bir yoğunlaşma havuzu yaratır. Tuzluluktaki artış ve dolayısıyla yoğunluk dalgalanmaları, belirli bölgelerde dikey konveksiyonla derin ve ara suların oluşmasına neden olur. Akdeniz yılda 1,4 milyon ton balık avına izin vermekte, ancak bu miktar 1960'lardan bu yana azalmaktadır. Deniz, gemi trafiğini ve ticareti kolaylaştırması nedeniyle yılda ortalama 300 petrol tankeri tarafından düzenli olarak geçilmekte ve her yıl yaklaşık 600.000 ton ham petrol sızıntısına neden olmaktadır. Aynı zamanda Akdeniz, birkaç büyük nehir (Ebro, Rhone, Po, Nil) tarafından taşınan tarımsal atıklar (azotlar, fosfatlar), pestisitler ve ağır metallerin deşarjını alır. Bu, kurşun, cıva, DDT gibi atmosferik birikimlere eklenir. Sonuç olarak, Akdeniz kıyı bölgeleri geniş toprak işgali, azalan tatlı su kaynakları, artan kanalizasyon ve çöp miktarı, tehlikeli atık deşarjları, habitat tahribatı ve balıkçılık kaynaklarının kirlenmesi gibi bir dizi baskıya maruz kalmaktadır. Tüm bunların yanı sıra, antropojenik radyoizotopların Akdeniz'de başlıca kaynağı, 1960 'ların başında gerçekleşen termonükleer denemelerdir. (Cs-137 için 12 PBq ve Pu-239+240 için 0.19 PBq). Ayrıca Çernobil Nükleer Santral kazasının radyoaktif izotopların toplam girdisine önemli bir katkı yaptığı bilinmektedir. Kazadan sonra tahmini olarak 3 ila 5 PBq C137'nin, çoğunlukla havzanın doğu ve kuzey bölgelerine yerleştirildiği tahmin edilmektedir. Buna ek olarak Çernobil kazası sonrası radyoizotop girişinin

Karadeniz üzerinden de geldiği bilinmektedir. (Cs-137 için 0.3 PBq). Bunun yanı sıra Nükleer endüstriden kaynaklanan giriş diğer kaynaklara göre oldukça küçüktür.

Ülkemiz için Akdeniz, ekonomik, kültürel ve stratejik açılardan büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle, Türkiye'nin Akdeniz ile ilişkisi, çok yönlü ve stratejik bir karaktere sahiptir. Ayrıca Akdeniz, biyolojik çeşitlilik açısından zengin bir ekosisteme sahiptir bu nedenle ülkemiz Akdeniz kıyıları, bu ekosistemi koruma ve sürdürülebilir bir çevre politikası oluşturma açısından da önem taşır. Özellikle Mersin-Akkuyu'da inşası devam eden Nükleer Güç Santrali göz önüne alındığında, Akdeniz de çevresel radyoaktivite düzeylerinin ve kimyasal kirleticilerin tespit edilmesi ve sürekli olarak izlenmesi önem kazanmaktadır.

Deniz Suyunda Doğal ve Yapay (Antropojenik) Radyoaktivite

2015-2022 izleme döneminde deniz suyu doğal izotoplardan U-238, U-234 ve U-235 ve Ra-226 izotopu ile kozmojenik izotoplardan H-3 izotopu izlenmiştir. Uranyum aktivitesinde istasyonlara ve yıllara göre göreceli farklılıklar olmasına rağmen önemli bir değişiklik izlenmemiştir. En yüksek U-234 aktivitesi 2018 yılında ANBSW1 (Antalya Körfezi) istasyonunda $62,0 \pm 15,5$ mBq/L, en düşük 2021 yılında AKKUYU-RAD istasyonunda $20,80 \pm 3,37$ mBq/L, sekiz yıllık ortalama aktivite $48,7 \pm 1,9$ mBq/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek U-238 aktivitesi 2018 yılında ANBSW1 istasyonunda $52,9 \pm 13,9$ mBq/L, en düşük 2021 yılında AKKUYU-RAD istasyonunda $18,27 \pm 3,03$ mBq/L, sekiz yıllık ortalama aktivite $42,8 \pm 2,3$ mBq/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek U-235 aktivitesi 2017 yılında ANBSW istasyonunda $2,59 \pm 0,82$ mBq/L, en düşük 2021 yılında AKKUYU-RAD istasyonunda $1,11 \pm 0,49$ mBq/L, sekiz yıllık ortalama aktivite $2,13 \pm 0,21$ mBq/L

DEN-İZ Programı kapsamında Akdeniz'de, 2015-2019 yılları arasında toplam 5 istasyondan alınan (EUTMR6-MRSWR, AKKUYU-RAD, ANBSW1, ISK-RAD ve MARSWR) yüzey suyu ve sediman örneklerinde radyoaktivite düzeyleri izlenmiş, 2020 yılından itibaren EUTMR6-MRSWR ve MARSWR istasyonları izlemeden çıkartılmış ve yerlerine TASSW1(Taşucu) istasyonundan alınan örnekler izlemeye dahil edilmiştir. 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.

olarak ölçülmüştür. İzleme döneminde denizlerimiz içerisinde uranyum aktivitesi en yüksek konsantrasyon Akdeniz'de 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 suyuındaki uranyumun temel kaynakları, magmatik, metamorfik ve tortul kayalardır. Bunlar çeşitli atmosferik proseslerle çözülerek 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 İstasyonlar 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

MARSWR (Marmaris) istasyonunda $4,02 \pm 0,86$ mBq/L, en düşük 2022 yılında AKKUYU-RAD istasyonunda $0,41 \pm 0,12$ mBq/L, sekiz yıllık ortalama aktivite $1,78 \pm 0,55$ mBq/L olarak tespit edilmiştir. İzleme sürecinde sekiz yıllık verilere dayanarak Akdeniz'deki Ra-226 aktivitesi diğer denizlerimizle kıyaslandığında Ege ile benzerlik göstermiş, Marmara ve Karadeniz'e göre daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Ra-226 radyoizotopu suda çözünürlüğü yüksek olduğundan deniz sularında çözünmüş halde bulunur. Radyumun 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 izlem süresince herhangi bir anormal değişim izlenmemiştir.

2015-2020 izleme döneminde deniz suyunda antropojenik radyoizotoplar içerisinde deniz kirliliği açısından en önemlileri olan Sezyum (Cs-137 ve Cs-134), Stronsiyum (Sr-90), Plütonyum (Pu-239+240) ve Trityum (H-3) radyoizotopları izlenmiştir. Karadeniz'deki antropojenik radyoaktif kirliliğin en önemli üç kaynağı, Çernobil kazası, nükleer silah denemeleri ve Nükleer tesislerden yapılan radyoaktif madde deşarjlarıdır. Bunun yanında 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 değişim izlenmemiştir. H-3 aktivitesinde ise göreceli farklılıklar ve değişimler gözlenmiştir. Pu-239+240 Konsantrasyonları çoğunlukla ölçüm limitinin altında kalmıştır.

En yüksek Cs-137 konsantrasyonu $2,25 \pm 0,53$ mBq/L ile 2015 yılında Akkuyu

istasyonunda, en düşük ise 2018 yılında <1 mBq/L ile ANBSW1 istasyonunda tespit edilmiştir. Tüm istasyonlar için 2015-2022 ortalama aktivite $1,07 \pm 0,28$ mBq/L'dir. Akdeniz'deki Cs-137 aktivitesi Karadeniz ve Marmara'ya göre anlamlı derecede düşük tespit edilmiştir. Bu değerler oldukça küçük değerler olup, çevresel radyolojik kirlilik açısından önem teşkil etmemektedir.

Sr-90 konsantrasyonu Cs-137'e göre daha düşük olmakla birlikte paralellik göstermiştir. En yüksek aktivite 2017 yılında İSK-RAD istasyonunda $2,57 \pm 0,30$ mBq/L, en düşük 2015'de MARSWR istasyonda $<0,17$ mBq/L, sekiz yıllık ortalama $1,54 \pm 0,49$ mBq/L'dir. Sr-90 aktivitesi de tıpkı Cs-137 gibi Akdeniz'de diğer denizlerimize göre daha düşük konsantrasyonda tespit edilmiştir. Bu değerler oldukça küçük değerler olup, çevresel radyolojik kirlilik açısından önem teşkil etmemektedir.

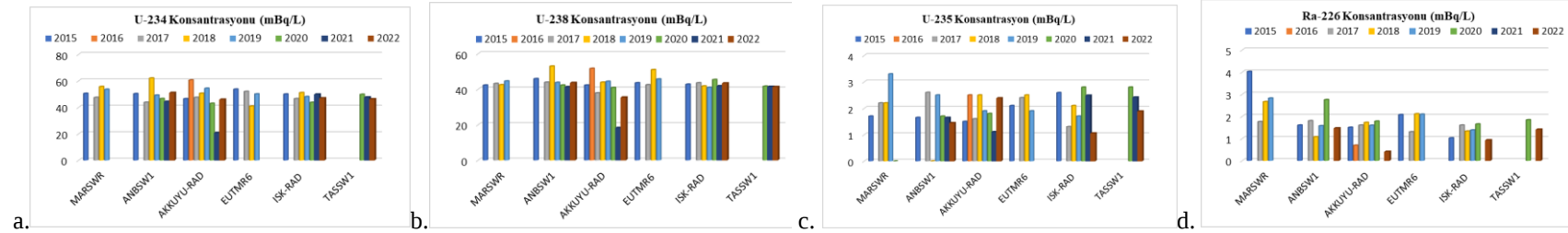
H-3 aktivitesi istasyonlar ve yıllara göre göreceli değişimler göstermiştir. Bunun sebebi trityumun hem yapay hem de doğal (kozmojenik) kaynaklı izotop olması, güneş ve dış uzay kaynaklı kozmik aktivitelere ve atmosferik olaylara bağlı olarak denizlerdeki aktivitesinin farklılık göstermesidir. Su molekülündeki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

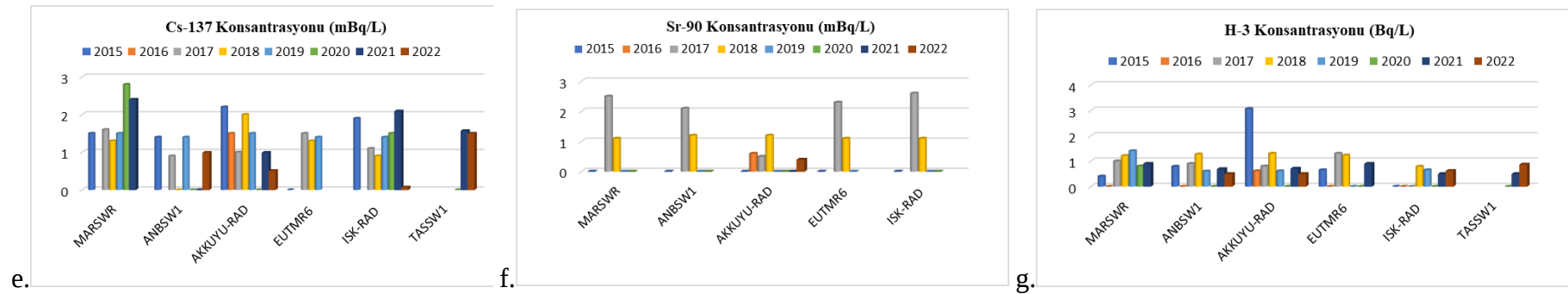
Son altı yıllık izleme döneminde Akdeniz'deki Pu-239+240 aktivitesi diğer denizlerimize göre daha yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. En yüksek aktivite 2018 yılında AKKUYU-RAD istasyonunda $0,011 \pm 0,003$ mBq/L, en düşük 2016 yılında aynı istasyonda $<0,001$

mBq/L, altı sekiz ortalama $0,0038 \pm 0,0016$ mBq/L'dir. Bu değerler oldukça düşük olup deniz kirliliği açısından herhangi bir risk oluşturmamaktadır.

Yüzey sularında doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonlarının yıllara göre değişimi Şekil 3.82 ve Şekil 3.83'de gösterilmiştir.



Şekil 3.82. Deniz suyunda doğal radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), a, b, c Uranyum izotopları, d. Radyum



Şekil 3.83. Deniz suyunda antropojenik ve kozmojenik radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), e. Sezyum, f. Stronsiyum ve g. Tritiyum

Sedimanda Radyoaktivite

DEN-İZ 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 dönemde en yüksek K-40 aktivitesi 2018 yılında ANBSW1 istasyonunda 459 ± 67 Bq/kg, en düşük 2019 yılında İSK-RAD istasyonunda 176 ± 19 Bq/kg ve sekiz yıllık ortalama 333 ± 88 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 radyoizotop olduğu için deniz sularındaki ve sedimanlardaki düzeyleri jeolojik ve oşinografik süreçler ile açıklanabilir.

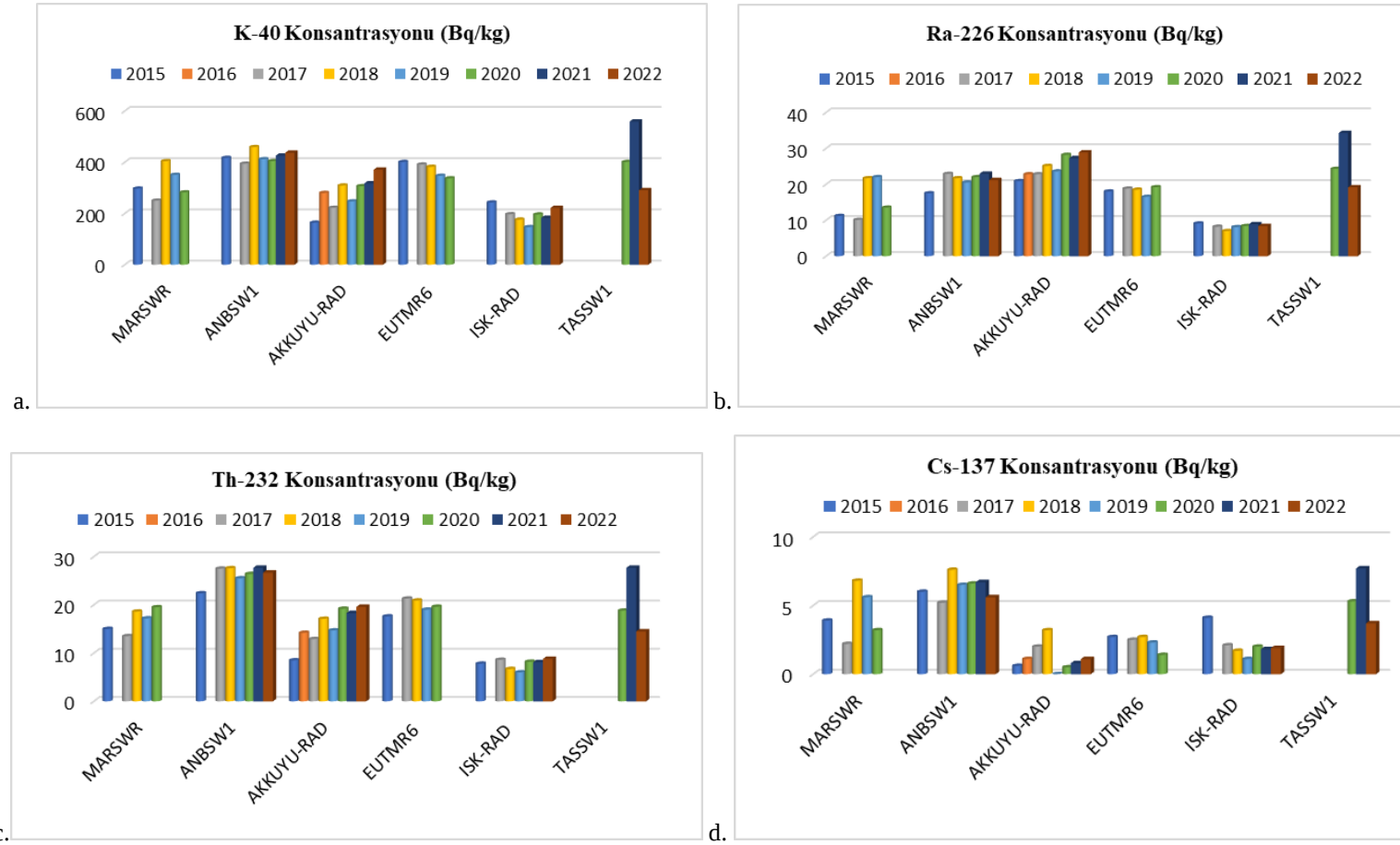
En yüksek Ra-226 aktivitesi 2020 yılında AKKUYU istasyonunda $28,2 \pm 1,9$ Bq/kg, en düşük 2018 yılında İSK-RAD istasyonunda $7,0 \pm 0,7$ Bq/kg ve sekiz yıllık ortalama $19,1 \pm 6,5$ Bq/kg olarak tespit edilmiştir. Radyum yer kabuğunda çok düşük konsantrasyonlarda, yani ppt (miligram/ton) düzeyindedir. 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 2018 yılında ANBSW1 istasyonunda $27,6 \pm 2,2$ Bq/kg, en düşük 2019 yılında İSK-RAD istasyonunda $6,0 \pm 0,7$ Bq/kg ve sekiz yıllık ortalama $17,7 \pm 6,1$ Bq/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerler normal 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. Doğal bir radyoizotop olduğu için deniz suyu ve sedimanlardaki konsantrasyonları jeokimyasal süreçlere bağlı olarak bölgesel farklılıklar gösterebilir.

2015-2022 döneminde izlemeye alınan tek antropojenik radyoizotop olan Cs-137 istasyonlar arasında göreceli farklılık göstermiştir. En yüksek Cs-137 aktivitesi 2018 yılında ANBSW1 istasyonunda $7,6 \pm 0,7$ Bq/kg, en düşük 2015 yılında AKKUYU-RAD istasyonunda $0,6 \pm 0,2$ Bq/kg ve sekiz yıllık ortalama $3,7 \pm 1,2$ Bq/kg olarak tespit edilmiştir. İstasyonlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde özellikle ANBSW1 istasyonundaki radyoaktivitenin diğer istasyonlara göre iki kat daha fazla olduğu görülmektedir. Deniz sularında olduğu gibi sediman örneklerinde de Akdeniz'deki Cs-137 aktivitesi diğer denizlerimize göre daha düşük bulunmuştur.

Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonlarının yıllara göre değişimi Şekil 3.82'de verilmiştir.



Şekil 3.84. Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonları (2015-2022), h. Potasyum, i.Radyum, j.Toryum ve k. Sezyum

3.6. Deniz Çöpleri

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 23 & MSFD/D10C1)
- Mikropartiküllerin (özellikle mikroplastiklerin) miktar, dağılım ve mümkünse içerik yönelimleri (IMAP/EO10, CI 22-23 & MSFD/D10C2)
- Deniz hayvanları tarafından sindirilen çöplerin miktar ve içerik trendleri (örn., mide analizleri) (IMAP/EO10, CI 24 & MSFD/D10C3)

Deniz yüzeyi, su kolonu ve deniz tabanında yani sedimandaki mikroplastiklerin analizi 2014 yılından beri Mersin Körfezinde belirlenen 3 istasyonda

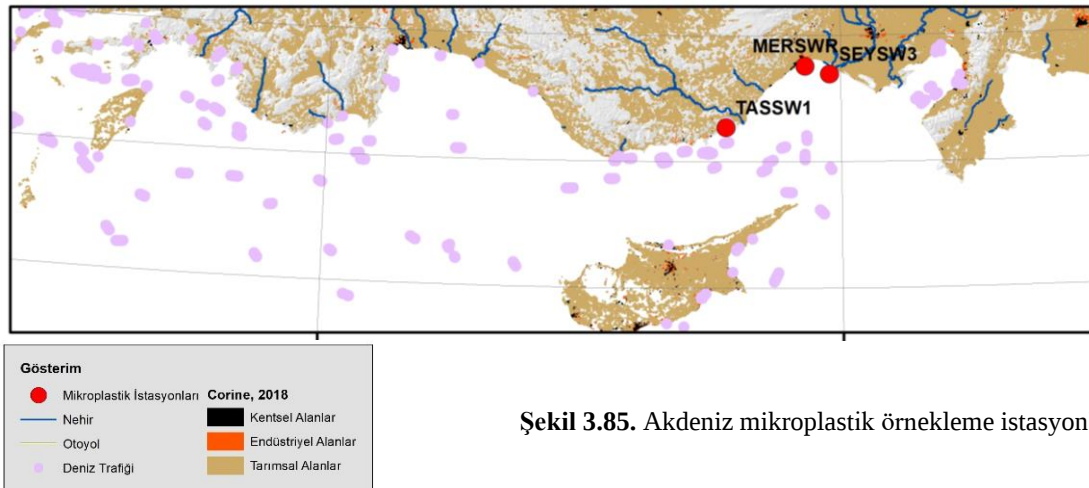
yaz aylarında düzenli olarak yapılmaktadır. Mikroplastik çalışmalarının başlangıcı olan 2014 yılında tek örnekleme yapılmış olup istatistiksel olarak ortalamadan ne kadar bir sapma olduğunu test etmek mümkün değildir. Bu nedenle bu yıla ait değerler raporda verilmemiştir. Deniz balıkları tarafından tüketilen mikroplastikler ise sadece 2016 yılında çalışıldığından burada ayrıca bir özet sunulmamıştır. Ulusal izleme programı kapsamında sahil çöplerinin izlenmesi ilk defa 2022 yılında başlamıştır. Çöp izlemesi turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu Ağustos ve Eylül aylarını ve nispeten az yoğun bir dönem olan Ekim ayını kapsamaktadır. Örnekleme yeri olarak Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsündeki plaj seçilmiştir. Makro çöpler ayrıca 2016 ve 2019 yıllarında olduğu gibi 2021 yılında da deniz tabanında çalışılmıştır.

3.6.1. Mikroplastikler

Su yüzeyi, su kolonu ve sedimanda mikroplastikler

Mersin Körfezindeki 3 istasyonda (MERSWR- Mersin, TASSW1 – Taşucu ve SEYSW3- Seyhan) 2015-2022

arasındaki mikroplastik miktarları karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir (Tablo 3.15).



Şekil 3.85. Akdeniz mikroplastik örnekleme istasyonları

Elde edilen değerlerin hem yıllar ve hem de istasyonlar açısından oldukça değişken olduğu görülmektedir. Örneğin su yüzeyinde km² başına değerler 26.126 ile

3.046.667 parçacık olarak değişmiştir. Su yüzeyi ya da kolonuna göre daha yavaş bir değişime maruz kalan sediman tabakasında mikroplastik sayısı birbirine daha yakın

olarak bulunmuştur; en yüksek ve en düşük yıllık ortalama değerler arasında sedimanda yaklaşık 6 kat fark varken, su kolonunda bu fark 9 katına ve yüzey suyu çekiminde ise yıllık değişim 55 katına çıkmaktadır. Bu nedenle, sedimanda mikroplastiklerin izlenmesi, daha iyi bir gösterge olarak belirtilebilir.

Bölgeler arası karşılaştırmada, her 3 matrikste de genelde en kirli istasyonların Mersin ve Seyhan olduğu görülmüştür. Plastik kirliliği açısından en temiz istasyon ise Taşucu bölgesidir. Taşucu Körfezine doğru gidildikçe kıyısız alan nüfus yoğunluğunun, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin azalması nedeniyle, mikroplastik kirliliğinde beklenen bir sonuçtur. Mersin ve Seyhan'a yakın kıyılarda ayrıca yüksek kapasiteli atıksu tesislerinin varlığı da Mersin Körfezi için

önemli bir mikroplastik kirliliği kaynağıdır. Örneklenen tüm deniz ortamlarında, her 3 istasyonda da 2022'de önceki yıllara göre hem alan (km²) hem de hacim (m³ veya litre) olarak son yıllardaki en düşük mikroplastik değerleri gözlenmiştir (Tablo 8). UNEP/MAP tarafından Deniz Yüzeyi için hesaplanan "ortalama değerler" 2015 yılı için km²'de 115 000 adet mikroplastik (bir başka dökümanda 340 000 adet mikroplastik) olup (Tablo 3.16), 2022 yılı hariç program kapsamındaki örneklemelerde bu ortalamanın çok kez aşıldığı gözlenmiştir (Tablo 3.15). 2022 yılında ise Mersin ve Taşucu istasyonlarında ortalamanın aşılmamış olması olumlu bir sonuç olarak kabul edilebilir.

Tablo 3.15. 2015-2022 yılları arasında Mersin Körfezindeki 3 istasyonda değişik ortamlardan örneklenen ortalama mikroplastik yoğunlukları

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 Kış)	2021	2022
Su yüzeyi (adet/km²)									
Mersin	140000	508000	3046667	1162667	74775	194595	55856	445946	263063
Seyhan	840000	314667	685333	526667	377477	74775	129730	157658	26126
Taşucu	80000	218667	353333	597333	52252	154955	266667	136937	38739
<i>Ortalama</i>	<i>353333</i>	<i>347111</i>	<i>1361778</i>	<i>762222</i>	<i>168168</i>	<i>141441</i>	<i>150751</i>	<i>246847</i>	<i>109309</i>
Su yüzeyi (adet/m³)									
Mersin	0.70	2.60	15.40	5.90	0.30	0.80	0.22	1.78	1.05
Seyhan	4.30	1.60	3.50	2.70	1.50	0.30	0.52	0.63	0.10
Taşucu	0.40	1.10	1.80	3.00	0.20	0.60	1.07	0.55	0.15
<i>Ortalama</i>	<i>1.80</i>	<i>1.80</i>	<i>6.90</i>	<i>3.90</i>	<i>0.70</i>	<i>0.60</i>	<i>0.60</i>	<i>0.99</i>	<i>0.44</i>
Su kolonu (adet/m³)									
Mersin	3.3	3	10.5	17.9	4.1	3	2.07	2.55	2.62
Seyhan	6.3	14.1	10.7	16.4	6	6.5	2.25	17.52	6.87
Taşucu	3.7	2.5	2.1	1.9	1.8	2.4	1.58	6.39	2.62
<i>Ortalama</i>	<i>4.4</i>	<i>6.5</i>	<i>7.8</i>	<i>12.1</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>1.97</i>	<i>8.82</i>	<i>4.03</i>
Sediman (adet/L)									
Mersin	500	313	587	293	167	127	153	100	127
Seyhan	80	133	293	220	167	233	70	140	160
Taşucu	260	440	160	173	133	140	160	87	160
<i>Ortalama</i>	<i>280</i>	<i>296</i>	<i>347</i>	<i>229</i>	<i>156</i>	<i>167</i>	<i>128</i>	<i>109</i>	<i>149</i>

Tablo 3.16 Akdeniz yüzey suyu için belirlenen ortalama ve baz mikroplastik değerleri (parçacık/km²)

Min	Max	Ortalama	Önerilen miktar	Referans
0	892 000	115 000	80 000-130 000	UNEP 2015. Report of the online groups on eutrophication, contaminants and marine litter. Joint Session MED POL and REMPEC Focal Points Meetings Malta, 17 June 2015. UNEP(DEPI)/ MED WG.417/Inf.15
0	4 860 000	340 000	200 000-500 000	UNEP/MAP 2015. Marine Litter Assessment in the Mediterranean. (Table 4.2.a)

3.6.2. Sahilde Çöpler

Bu raporda 2019 Ağustos, 2020 Ağustos, 2021 Ekim ve 2022 Ağustos/Eylül dönemleri, Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü (DBE) sahilindeki 3 istasyonda çalışmaların sonuçları sunulmaktadır (Şekil 3.86). ODTÜ-DBE sahiline girişler son derece kontrollü olup, tüm istasyonlar doğrudan insan baskısının az olduğu bir bölgedir. Dolayısıyla sahilde toplanan deniz çöplerinin hemen hepsinin denizden geldiği (veya önemli bir kısmının enstitünün batısındaki nehirler vasıtasıyla taşındığı) farz edilebilir. Denizel atıklar, tespit edilmiş olan 3 plaj bölgesinde 100'er metre sahil çizgisi boyunca toplanmıştır. Plajların karakteristik özelliklerinin tespiti amacı ile örnekleme öncesi gerekli ölçümler-işaretlemeler, GPS nokta kayıtları yapılmıştır. Vejetasyon varlığı, plajların karasal alandaki son noktası kabul

edilmiştir. Plajlarda bulunan 2,5 cm boydan daha büyük tüm atıklar toplanmış ve "MSFD Denizel Atıklar Değerlendirme Çalışma Grubu" tarafından oluşturulmuş atık sınıflandırma sistemine göre materyale göre (Plastik, Kauçuk, Ahşap, Metal, Cam ve Seramik) sınıflandırılmıştır (Galgani ve diğ. 2013).

Bugüne kadar çalışmada 102 farklı çöp bulunmuştur, sadece 2022’de ise 85 farklı deniz çöpüne rastlanmıştır. COVID-19 için kullanılan tek kullanımlık yüz maskeleri örneklerde ilk kez 2020 yılında 1 adet olarak görülmüş ve 2021 yılında da 47 adet ile, En Fazla Rastlanan 10 çöp listesinde 6. sırada yer almıştı. Bu dönemde ise sahilden toplanan maske sayısı beklendiği gibi, COVID’in daha yaygın olduğu 2021 yılına göre azalarak 22 adet olarak bulunmuştur.



Şekil 3.86. Ağustos, Eylül ve Ekim 2022’da Türkiye’nin doğu Akdeniz kıyısında Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsündeki plajda sahil çöpleri araştırma istasyonları (L1 ve L2 istasyonları Lamas (Limonlu) deresine yakın olup enstitünün batısında, O3 istasyonu ise enstitünün doğusunda yer almaktadır.)

Hem çöplerin çeşidi ve hem de en çok rastlanan 10 çöp çeşidi, örnekleme sayısı ile son derece ilişkilidir. Örneğin, tüm Avrupa denizleri plajlarında 2013-2020 yılları arasında gerçekleştirilen 1440 örneklemede 163 farklı çöp çeşidine rastlanmıştır (Kideys vd. 2020). Bu nedenle sahil çöpünün daha sağlıklı

değerlendirmesi ancak örnekleme sayısının yüksek olması ile mümkündür. Örneğin çöp kompozisyonunda mevsimsellik söz konusu olabilir (yazın pet şişe kullanımının yoğun olması gibi).

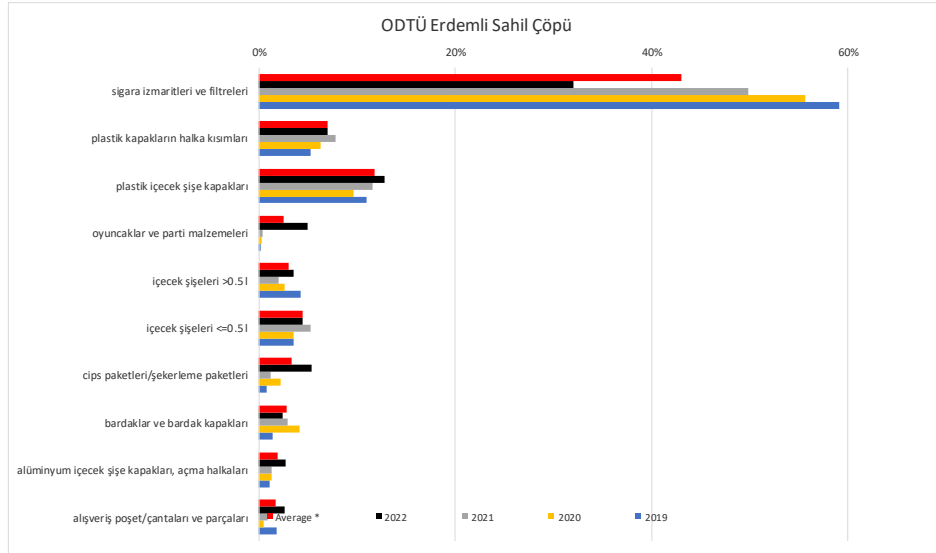
Adet sayısına bağlı yüzdelik olarak en çok rastlanan çöp çeşitleri Şekil 3.87’te verilmektedir. 2022’de %32’lik bir yüzde

ile sigara izmaritlerinin toplam sahil çöpünün yaklaşık üçte birini oluşturduğu görülmüştür. Ancak izmaritlerin 2019 yılındaki %59,2 seviyesinden tedricen 2020’de %55,7, 2021’de %49,9 ve en son %32 seviyesine düşmesi dikkat çekmektedir.

2022 yılında yine en çok çıkan deniz çöpi çeşidi olan izmaritleri, %12,9’luk bir payla plastik şişe kapakları, %7’lik bir payla da plastik şişelerin halka kısımları takip etmiştir. Bu sıralamada plastik içecek (yani pet) şişeleri ve halka ya da kapakları, beklendiği şekilde “En Üst 10” listesinde üst sıralarda yer almaktadırlar. Pet şişeler ve halka/kapaklarının deniz çöpüne

karışmaması için ülkemizde yürütülen “sıfır atık programı” çerçevesinde azalması beklenebilir.

İzmaritler hariç tutularak tüm yıllar birlikte değerlendirildiğinde, en çok çıkan 10 çöp listesinin hemen hemen %90’ının tek kullanımlık plastiklerden oluştuğu görülmektedir. Çalışma alanında 3 istasyondan 2022 yılı Ağustos/Eylül döneminde yapılan örneklemelerde toplamda 42290 gr ve 4887 adet katı atık tespit edilmiştir. Söz konusu istasyonlarda aylara göre 100 metrelik mesafedeki toplam çöp ağırlığı 2219 ile 23426 g, sayısı ise 463 ile 2534 adet arasında değişmiştir (Şekil 3.87).



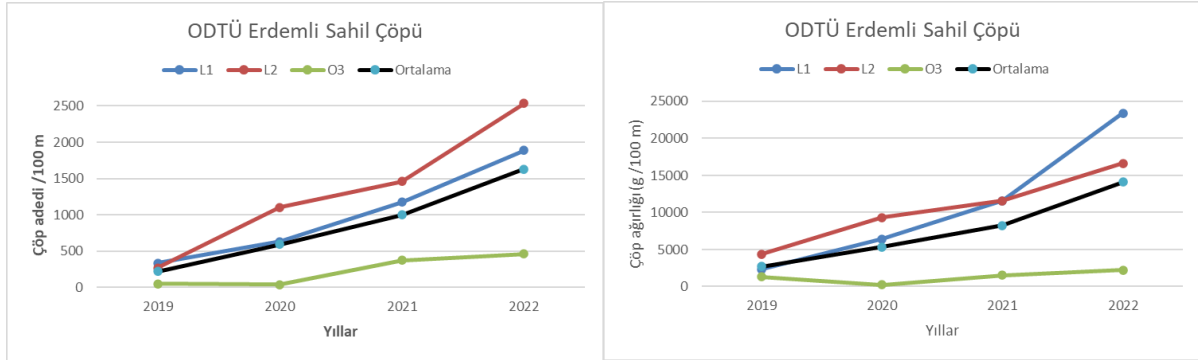
Şekil 3.87 ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü sahilinde herbiri 100 m’lik 3 sahil çöp araştırma istasyonundan toplam adete göre (yüzde olarak) en fazla rastlanan sahil çöpi çeşitleri (2019 Ağustos, 2020 Ağustos, 2021 Ekim, 2022 Ağustos/Eylül dönemleri ve birleştirilmiş (ortalama) olarak

Lamas nehrine yakın olan L1 ve L2 istasyonlarındaki ağırlık ve adet miktarları enstitünün doğusunda bulunan ve dolayısıyla Lamas nehrine en uzak olan istasyona (yani O3) göre daha fazla bulunmuştur. Bu da nehirlerin sahil çöpünün en önemli vektörü olduğuna işaret etmektedir. Bu sonuç, Avrupa denizlerini en fazla kirlüten vektörün nehirler olduğu bulgusu ile de uyumludur (González-Fernández vd. 2020 ve 2021).

Bir önceki raporda da belirtildiği üzere, sahil çöpi miktarlarının 4 yıllık değişimi artıyor gibi görünse de sadece 4 kez örnekleme ile sağlıklı bir eğilim analizinin yapılması mümkün değildir. Örneklemenin yapıldığı bölgede sahil çöpleri 2021 yılı mart ayına kadar aylık olarak (İzleme programı haricinde) toplanmış/örneklenmiş olup, 2021 ve 2022 dönemlerinde ise, aylık yerine yılda bir kez çöp toplanması yapılmış ve dolayısıyla, bölgede sahil

çöpleri daha uzun süre birikmiştir. Dolayısıyla, 2021 Ekim ve 2022 Ağustos/Eylül dönemine ait verilerin önceki verilerle doğrudan karşılaştırılması sağlıklı olmayacaktır. Bu nedenle, İzleme Programına, sahil çöplerinin Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (DSÇD) uygulama dökümanlarında belirtildiği gibi aylık ya da en az mevsimlik aralıklarla

örneklenmesi ve değerlendirilmesi eklenmelidir. Dahası, ODTÜ sahilinin korunaklı bir sahil olduğu dikkate alınarak, enstitü dışında da 2 adet 100m'lik bir alanın izlemeye dahil edilmesi, sahile doğrudan bırakılan çöp seviyelerinin de anlaşılması açısından önemli olacaktır.



Şekil 3.88 2019-2022 döneminde Türkiye'nin doğu Akdeniz kıyısında Erdemli'de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü sahilindeki 3 araştırma istasyonundan elde edilen 100 m'deki sahil çöpü toplam sayısı (üstteki) ve ağırlığı (alttaki, gram olarak). İstasyonların ortalaması ayrıca siyah renkte gösterilmiştir

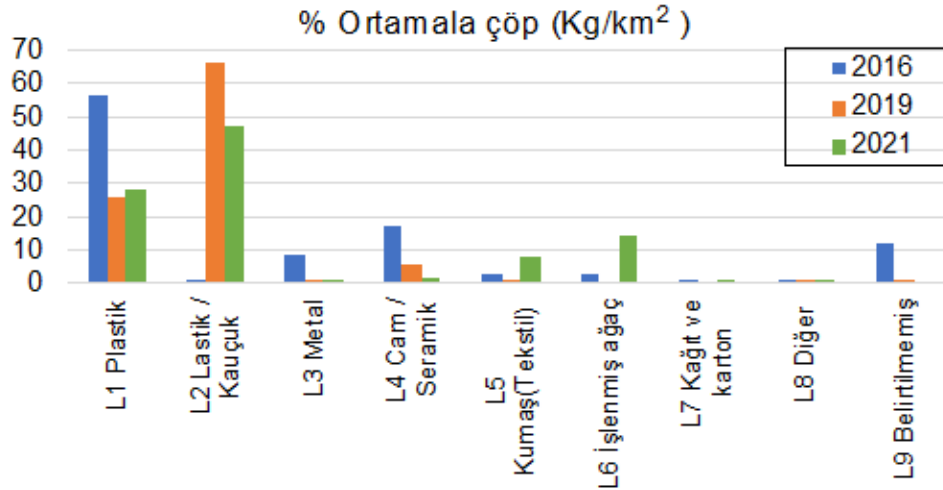
Daha önce belirtildiği gibi sadece bu verilere dayalı olarak temel (baseline) ve eşik (threshold) değerlerinin hesaplanması da mümkün değildir. Avrupa Birliği tüm denizleri için temel ve eşik değerleri sırasıyla 133 adet/100 m ve 20 adet/100m olarak belirlemiştir. Barselona Sözleşmesi de ilgili değerleri temel 396 adet/100 m ve eşik 130 adet/100 m olarak belirlemiştir (Kideys & Aydın 2022). 2022 yılında Erdemli'deki korunaklı 3 istasyonda

belirlenen toplam ya da ortalama sayılar, bu temel ve eşik değerlerin çok üzerindedir. Söz konusu bu iki parametrenin belirlenmesi, İzleme Projesi haricinde Türkiye sahillerinden toplanmış tüm verilerin bir araya getirilmesi ile yapılabilir. İzleme programına bu husus da dahil edilebilirse önümüzdeki yıl Türkiye denizleri için bu parametrelerin üretilmesi mümkün olabilir.

3.6.3. Deniz Tabanı Katı Atık Dağılımı (Doğu Akdeniz)

2016, 2019 ve 2021 döneminde dip trolü ile yapılan deniz tabanı çalışmasından (Şekil 3.66) elde edilen katı atıklar MEDITS protokolüne göre değerlendirilmiştir. Tüm istasyonlarda çıkan çöplerin sınıflandırmaya göre miktarlarındaki % ortalama çöp dağılımlarında 2016 yılında genellikle

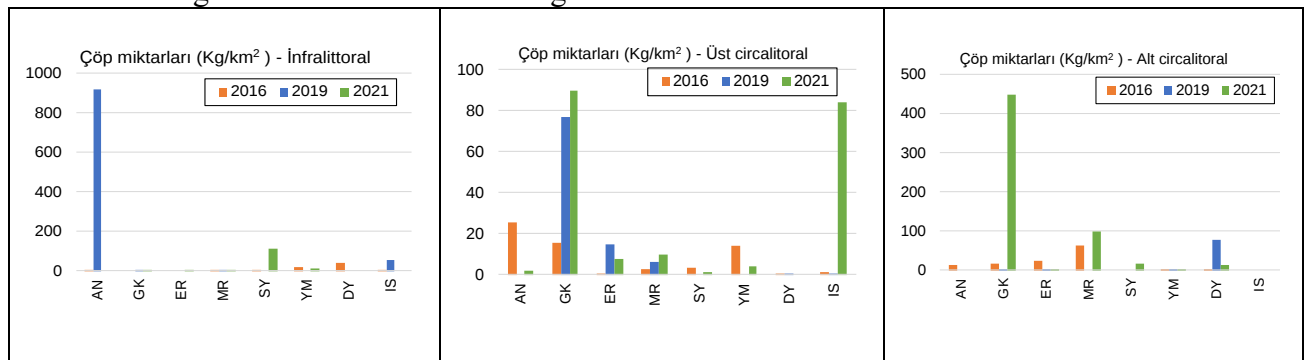
plastik kategorisi en yüksek değerlerde bulunurken, 2019 ve 2021 yıllarında yapılan çalışmalarda lastik/kauçuk kaynaklı materyal (çoğunlukla araba lastiği) öne çıkmış, bunu sırasıyla plastik, cam ve işlenmiş materyal izlemiştir (Şekil 3.89).



Şekil 3.89 2016, 2019 ve 2021 yıllarındaki çalışmalarda örneklenen tüm istasyonlarda çıkan çöplerin sınıflandırmaya göre biyokütle miktarlarındaki % ortalama dağılımlar

Örnekleme yapılan tüm alt bölgelerde infralittoralı oluşturan 0-25 metre derinlikli kıyı alanlarında daha derin istasyonlara göre görece daha az katı atık elde edilmiştir (Şekil 3.90). Bunun nedeni çoğu bölgede akıntılar sebebiyle bu atıkların daha derin sulara taşınmasıdır. Ayrıca kıyı alanları daha yoğun olarak balıkçılık baskısı altında ve özellikle dip trolü faaliyeti ile sürekli taranmaktadır. Anılan derinlik aralığında dikkati çeken en yoğun çöp miktarı 2019 yılında yoğun bir şekilde araba lastiği çıkan alt bölge olan Anamur'dur. Üst sirkalittoralı oluşturan 25-50 metre derinlik aralığında en yüksek katı atık miktarları farklı yıllar bir bütün olarak değerlendirildiğinde yoğun olarak Göksu nehri girdi etkisi altındaki alt bölge

olan Göksu alt bölgesi olmuş, son dönem çalışmalarda İskenderun ve Erdemli alt bölgelerinde de yoğun katı atık birikimine rastlanmıştır (Şekil 3.90). Üst sirkalittoralı oluşturan 50-100 metre derinlik aralığı bu çalışmada her alt bölgede (özellikle İskenderun ve Seyhan) uygun derinlik aralığı olmadığından 70 metre ile sınırlandırılmıştır. Anılan derinlik aralığında yıllara göre daha değişken bir yapı gözlenmektedir ve 2016 yılında katı atıklar özellikle Göksu-Mersin hattında yoğun olarak saptanmışken, özellikle 2021 döneminde birikimin Göksu ve Mersin alt bölgelerinde lastik/kauçuk materyal ile işlenmiş ağaç kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.90).



Şekil 3.90. Çöp miktarlarının 2016, 2019 ve 2021 çalışma döneminde alt bölgeler ve derinlik tabakalarına göre değişimi

3.7. Kıyı Su Yönetim Birimlerinin Baskı ve Ekolojik Kalite Durum Değerlendirmesi

3.7.1. Baskıların Değerlendirilmesi

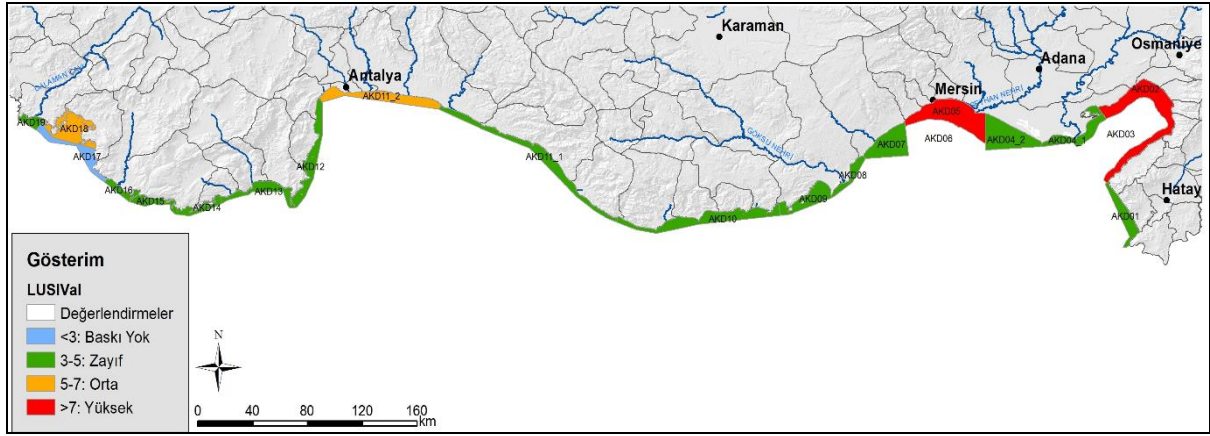
Su Çerçeve Direktifi kapsamında doğal yaşam, ekolojik dengeler ve bunları olumsuz etkileyen insan kaynaklı baskıların ilişkilendirilmesi, yönetsel hedeflerin oluşturulması ve önlem planlamaları için gereklidir. Bu değerlendirmelerin sübjektif tahminler yerine bilimsel veriler ile yapılabilmesi için geliştirilen yöntemlerden olan LUSI/LUSIV al baskı ölçütü ile etki (biyolojik tepki) ölçütlerinin karşılaştırılması (Flo ve diğ., 2011; Romero ve diğ., 2013) kıyı su yönetim birimlerimiz (SYB) için de kullanılmış olup (Ediger ve diğ., 2015; Tan ve diğ., 2017) DEN-İZ Programı değerlendirmelerine de katılmıştır. DeKoS Projesinde, LUSIV al indeksi (klorofil-a etki ölçütü ile ilişkili olarak) sonuçlarının denizlerimizin kıyı su kütleleri için daha uygun olduğu tespit edilmiştir (TÜBİTAK-MAM ve ÇŞB-ÇYGM, 2014).

Akdeniz’de LUSI ve LUSIV al baskı ölçütü 2,25-6,25 ve 2,25-10 arasında değişim göstermiştir (Şekil 3.91). En düşük baskı değerleri (LUSI/LUSIV al < 3) Erdemli (AKD07), Alanya (AKD10), Kemer (AKD12), Kaş (AKD14), Kekova (AKD15), Patara (AKD16) ve Fethiye-Göcek açığı (AKD17) su kütlelerinde bulunmuş olup, en yüksek baskı (LUSI/LUSIV al > 7) ise İskenderun İç Köfz (AKD02), Mersin İç Köfz (AKD05) ve Fethiye – Göcek kıyıs al (AKD18) hesaplanmıştır (Şekil 1). Kıy morfolojisinin dış bükey ve akıntının yüksek olduğu yerlerde su kalış süresinin kısa olmasının yanı sıra arazi kullanımlarının düşük olduğu su kütlelerinde baskının düşük olduğu

göstermektedir. Kıy morfolojisinin iç bükey ve akıntının düşük olan dolayısıyla su kalış süresinin uzun olduğu su kütlelerinde arazi kullanım oranlarının da yüksek olması durumunda yüksek baskı olduğu belirlenmiştir. Beklenildiği gibi körfezler, tersane, limanlar ve nehir girişlerinin olduğu (AKD2, AKD5 ve AKD18) su kütlelerinde LUSIV al skorları LUSI skorlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).

Akdeniz kıyıs al alanlardaki kış/yaz nüfus farklılığı nedeniyle atıksu arıtma tesisleri verimli çalıştırılmamaktadır (TÜBİTAK MAM, 2010).

Akdeniz genelinde yoğun turizm baskısı mevcuttur. İskenderun Körfezi (İSDEMİR, Toros Gübre ve Gübretaş Gübre fabrikaları) ve Mersin Körfezi yoğun sanayi baskısı altındadır. Ayrıca, büyük kapasiteli limanlar İskenderun ve Mersin körfezlerinde bulunmaktadır (TÜBİTAK MAM, 2010). Kıyıs alana dökülen katı atıkların oluşturdukları sızıntı suları ciddi baskı oluşturmaktadır ve kıyılardaki organik yükü arttırmaktadır. Akdeniz havzalarındaki yoğun seracılık, su kaynakları üzerine önemli bir baskı oluşturmaktadır. Tarım faaliyetlerinde, yüksek miktarda pestisit /gübre kullanımı kıy alanlarındaki organik yükü arttırmaktadır.



Şekil 3.91. Akdeniz LUSiVal Haritası (2022)

3.7.2. SÇD Biyolojik Kalite ve Ötrofikasyon Göstergelerine Bağlı Ekolojik Kalite Değerlendirmesi

Bu değerlendirmede; Akdeniz kıyı suları için belirlenen 21 kıyı su yönetim birimi (SYB) dikkate alınmıştır. SYB'lerin Su Çerçeve Direktifi'nde belirtildiği gibi 3 biyolojik kalite elemanı olan fitoplankton, makro alg ve bentik omurgasızların ve destekleyici parametrelerin (TP, NOX, SDD) birlikte değerlendirildiği ekolojik kalite durum değerlendirmeleri yer

almaktadır. Akdeniz ekolojik kalite durum değerlendirmeleri SÇD renk kodlarına göre Şekil 3.92'de gösterilmiştir. 2022 yılında, Seyhan, Ceyhan ve Göksu nehirlerinin etkisinde olan SYB'ler ile Mersin Körfezi SYB'leri "orta/zayıf" kalitede değerlendirilmiş olup, diğer SYB'ler "iyi/çok iyi" kalitededir.



a) 2014 Yılı



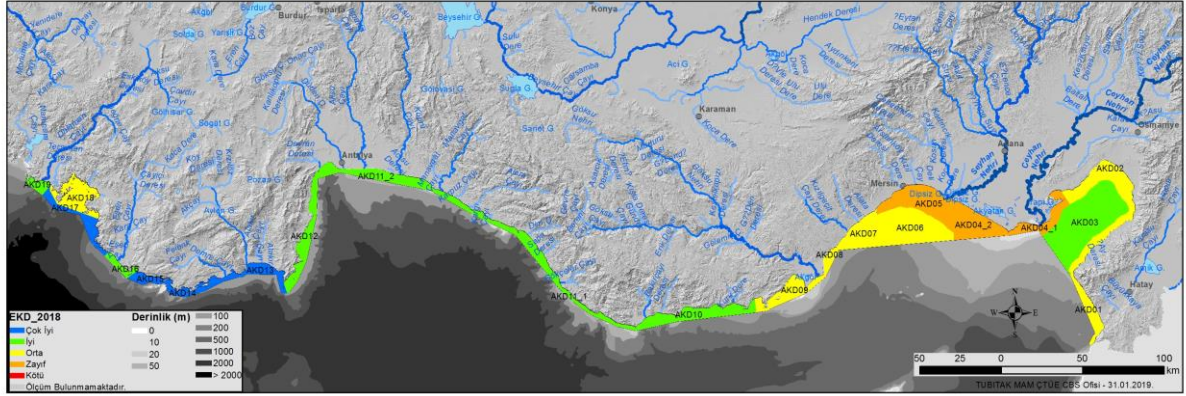
b) 2015 Yılı



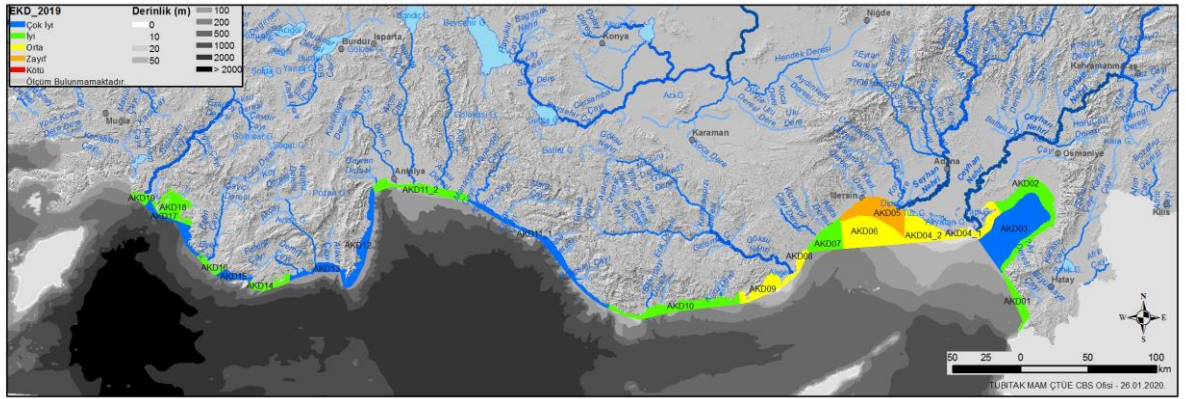
c) 2016 Yılı



d) 2017 Yılı



e) 2018 Yılı



f) 2019 Yılı



g) 2021 Yılı

Şekil 3.92. Kıyı su kütleleri ekolojik kalite değerlendirmesi (2014-2021)

3.7.3. Kimyasal Kirlenme Durumunun Değerlendirilmesi

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ) kapsamında, 2021 yılında Akdeniz’den 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 3.17).

DEN-İZ Programı kapsamında Akdeniz’de, 2014–2015 yıllarında 11 istasyonda, 2016 yılında alansal dağılımın daha ayrıntılı incelenebilmesi amacıyla 32 istasyonda, 2018 yılında 33 istasyonda ve 2021 yılında ise 34 istasyonda sediman örneklemeleri gerçekleştirilmiştir. Önceki yıllara (2014, 2015, 2016 ve 2018) kıyasla, 2021 yılında da istasyonların kimyasal durumunun büyük ölçüde korunduğu belirlenmiştir.

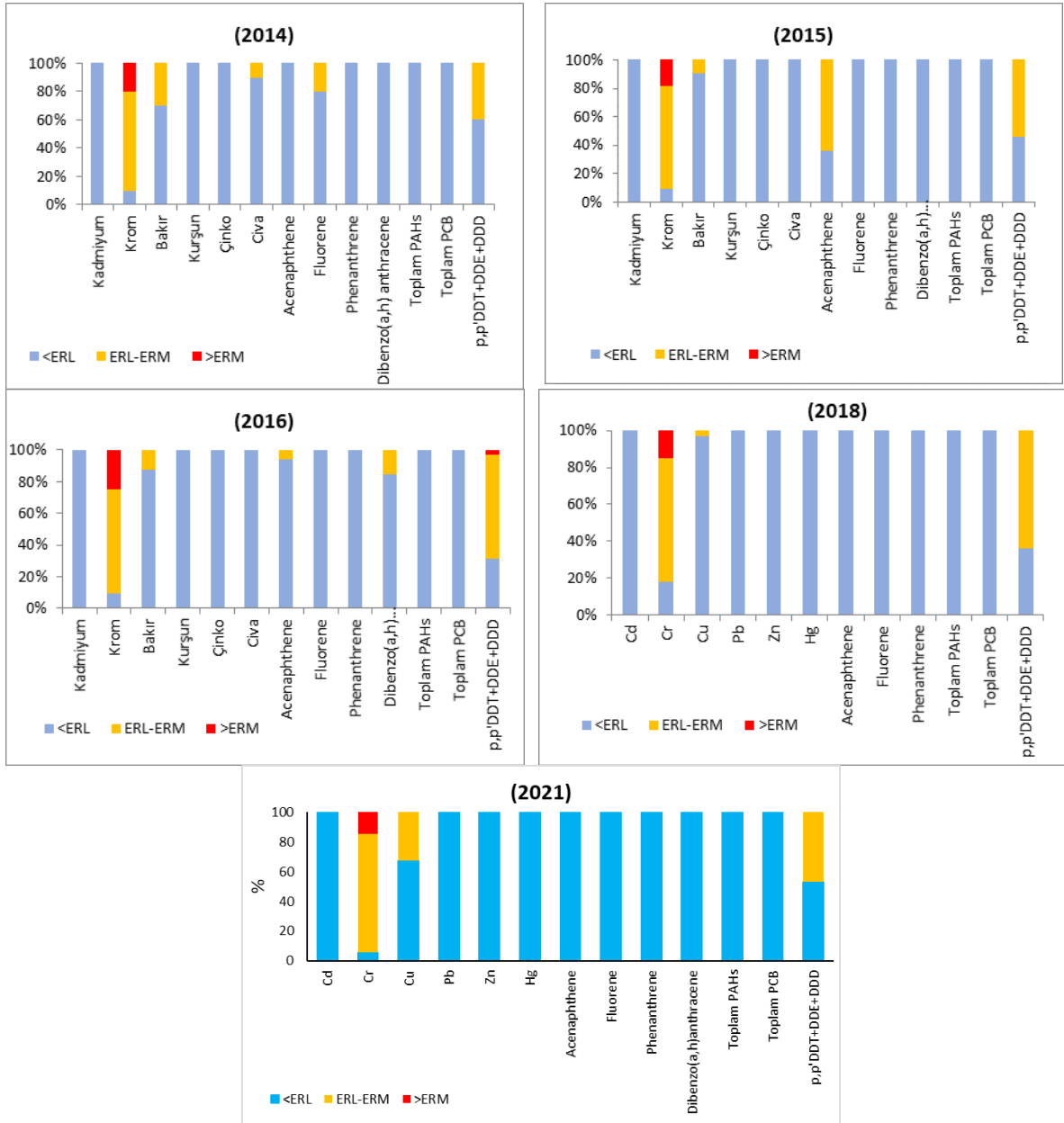
Ayrıca, Şekil 3.93’de sedimanda tüm kirleticiler parametrelerin ERL ve ERM eşik değerlerine göre istasyonlara dağılımı yüzdesel (%) olarak gösterilmektedir. ERL ve ERM değerleri, sedimandaki kirleticilerin olası biyolojik etkilerini değerlendirmede alt ve üst eşik değerler olarak kullanılmakta; ERL’nin 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).

Akdeniz’de pestisitler (DDT ve türevleri) açısından istasyonların %47’si ERL–ERM aralığında olup, aerobik koşullarda p,p’-DDE baskın olarak bulunmuştur. Özellikle İskenderun Körfezi ve Antalya bölgeleri potansiyel risk göstermektedir. Ancak kirliliğin büyük ölçüde geçmişte birikmiş DDT’nin bozunma ürünlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Akdeniz sedimanlarında 7 PCB bileşeninin toplamı incelendiğinde tüm istasyonlarda, ekosisteme etki açısından etki sınırının altında olduğu belirlenmiştir.

Akdeniz’de tüm istasyonlarda Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH) düşük konsantrasyonlarda bulunmuş ve ekosistem üzerindeki etkileri açısından ERL değerlerinin altında kalarak düşük risk göstermiştir. Çevreye salınan PAH’lar çoğunlukla pirolitik kökenli olduğu tespit edilmiştir.

Akdeniz’in metal kirlilik durumu, 2014–2018 yıllarında gözlemlendiği gibi, 2021 yılında da büyük ölçüde korunmuş olup, tüm su yönetim birimlerinde iyi seviyede olduğu belirlenmiştir. Sediman istasyonlarının %79’unda krom ve %32’sinde bakır ERL–ERM aralığında bulunurken, yalnızca sınırlı sayıda istasyonda krom (%15) ERM değerleri aşılmıştır. Bu elementlerin doğal kayaç kaynaklı olabileceği dikkate alınmalıdır.



Şekil 3.93. Akdeniz sediman istasyonlarında kirlleticilerin % dağılımları (2014-2021)

Tablo 3.17. Sedimanda Metal ve Organik Kirletici Bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması

İst No	SYB No	Naphthalene	Acenaphthylene	Acenaphthene	Fluorene	Phenanthrene	Anthracene	Fluoranthene	Pyrene	Benzo[a]anthracene	Chrysene	Benzo[a]pyrene	Dibenzo[a,h]anthracene	Toplam PAH	Toplam PCB	DDT+DDE+DDD	pp DDT	pp DDE	pp DDD	Cd	Pb	Hg
SAMSWR	AKD01																					
AKNSW1	AKD02																					
ISKSW2	AKD02																					
ISKSW3	AKD02																					
BTCW1	AKD02																					
YUMSW1	AKD02																					
ISKSWR	AKD03																					
YUMREF	AKD03																					
CEYSWR	AKD04																					
TIRSW1	AKD05																					
MERSWR	AKD05																					
SEYSW1	AKD05																					
SEYSW3	AKD05																					
SEYSW2	AKD05																					
MRSYB6	AKD06																					
ERDSWR	AKD07																					
GRESW1	AKD08																					
GRESW2	AKD08																					
TASSW1	AKD09																					
ANASW1	AKD10																					
AKKUYU RAD	AKD10																					
ANBSW1	AKD11																					
ANBSWR	AKD11																					
MRESW1	AKD11																					
ALBSW1	AKD11																					
DILSWR	AKD11																					
FIBSW1	AKD13																					
ECSW1	AKD16																					
DALSW1	AKD19																					
DALSW2	AKD19																					
ANT-2	AKDD2																					
ANASWR	AKDD3																					
MERSIN DOĞUREF	AKDD3																					
KARSW1	AKDD3																					

KAYNAKLAR

- Aydın C., O. Güven, B. Salihoğlu, A.E. Kideys (2016). The Influence Of Land Use On Coastal Litter: An Approach To Identify Abundance And Sources In The Coastal Area Of Cilician Basin, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (TJFAS) 16: 29-39.
- 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 (2004) Petroleum hydrocarbon residues in the marine environment of Bassein–Mumbai, Marine Pollution Bulletin, Volume 49, Issues 7–8.
- Commission Decision (EU) 2017/848 of 17 May 2017 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EU.
- Conley, D. J., Carstensen, J., Ærtebjerg, G., Christensen, P. B., Dalsgaard, T., Hansen, J. L., Josefson, A. B., (2007). Long-term changes and impacts of hypoxia in Danish coastal waters. Ecological Applications, 17(sp5).
- Çınar, M.E., Bilecenoğlu, M., Yokeş, B., Öztürk, B., Taşkın, E., Bakır, K., Doğan, A., Açıık, Ş. 2021. Current status (as of end of 2020) of marine alien species in Turkey. PLOS ONE 16(5): e0251086.
- ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2014). Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (2014-2016). ÇTÜE 5148704, Rapor No. ÇTÜE.14.201 (Akdeniz Sonuç Raporu, 2014), Nisan 2015, Gebze-Kocaeli.
- ÇŞB- TÜBİTAK MAM, (2017); Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşi 2014-2016 Akdeniz Özet Raporu. 978-605-5294-68-7, 61 sayfa.
- Da, C., Liu G., Tang Q., and Liu J. (2013). Distribution, sources and ecological risks of organochlorine pesticides in surface sediments from the Yellow River Estuary, China. Environmental Science Processes & Impacts, 2013, 15, 2288.
- Directive 2013/39/EU of The European Parliament and of the Council of 12 August 2013.
- DİSSP, 2017. Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Projesi. Makroalg ve Deniz Çayırıları İzleme Kılavuzu (E.Taşkın ve G. Yıldız). ÇŞB ÇED İzin ve Denetim Müdürlüğü ve TÜBİTAK MAM, Ankara.
- DSÇD, 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. Official Journal of the European Union L, 164, 19-40.
- 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).

Ediger D., Beken C.P., Feyzioğlu M.A., Şahin F., Tan İ. (2015). Establishing Boundary Classes for the Quality Classification of Southeastern Black Sea Using Phytoplankton Biomass. *Turkish Journal Of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3: 1-10.

European Commission, (2013). Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. JRC Scientific Reports. Joint Research Center- Institute for environment and sustainability. MSFD technical subgroup on marine litter, Luxembourg, p. 124. <http://dx.doi.org/10.2788/99475>.

EU, 2000. Direktive 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. Direktive 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^[17]_[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., (2022), “Land Uses Simplified Index (LUSI): Determining Land Pressures and Their Link With Coastal Eutrophication”. *Frontiers in Marine Science*, 6, 10.3389/fmars.2022.00018.

Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., De Vrees, L., (2013) Marine litter within the European Marine Strategy Framework Directive, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 70, Issue 6, Pages 1055–1064, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst122>

Giakoumi, S., M. Sini, V. Gerovasileiou, T. Mazor, J. Beher, H. P. Possingham, A. Abdulla, M. E. Çınar, P. Dendrinou, A. C. Gucu, A. A. Karamanlidis, P. Rodic, P. Panayotidis, E. Taşkın, A. Jaklin, E. Voultsiadou, C. Webster, A. Zenetos, S. Katsanevakis. (2013) “Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-scale heterogeneity”. *PLOS ONE*, 10.1371/journal.pone.0076449.

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.

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., Smith, 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(1), 199-219.

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

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

OSPAR, (2008). Coordinated Environmental Monitoring Programme – Assessment manual for contaminants in sediment and biota.

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

Özhan K. A.E. Kıdeyş, B. Salihoğlu, O. Güven, V. Myroshnychenko, A. C. Gücü, S. Tuğrul (2016). Mersin Körfezi oşinografik/kirlilik izleme projesi. Final Raporu, 70 s. Destekleyen Kurum: Mersin Büyükşehir Belediyesi, Yürütücü Kurum: ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü.

Romero I., Paches M., Martinez-Guijarro R., Ferrer J., (2013), “Glophymed: An index to establish the ecological status for the Water Framework Directive based on phytoplankton in coastal waters”, *Marine Pollution Bulletin*, 75, 218-223.

SÇD, (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy" downloaded April 2010 from EC. Environment web site.

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

Tan, İ., Polat Beken, S., Öncel, S., (2017). Pressure-Impact Analysis Of The Coastal Waters of Marmara Sea, *Fresenius Environmental*, V: 26-40 No: 4/2017 p: 2689-2699.

Taşkın, E., Çakır, M., Wynne M.J. (2015), “First report of the red alga *Gayliella fimbriata* in the Mediterranean Sea”. *Botanica Marina* 58(4): 327-330.

Taşkın, E., Çakır, M., Akçalı, B. (2017), “Occurrence of the alien marine red alga “*Galaxaura rugosa*” in Turkey”. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 23 (2): 156-161.

Taşkın, E., Wynne, M.J., Bakır, N. (2018), “First report, based on morpho-anatomical data, of the green alga *Pseudocodium okinawense* (Bryopsidales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea”. *Botanica Marina*, 61(4): 415-419.

Taşkın, E., Çakır, M., Akçalı, B. 2019. Occurrence of the alien marine red alga *Galaxaura rugosa* in Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 23 (2): 156-161.

TÜBİTAK-MAM (2010) Havza Koruma Eylem Planı (HKEP) Projesi. Proje Nihai Raporu, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü (Proje Sahibi Kurum: OSİB-SYGM).

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))

UNEP MAP, 2011. Development of Assessment Criteria for Hazardous substances in the Mediterranean. UNEP(DEPI)/MED WG. 365/Inf.8.

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, 2016(a) UNEP(DEPI)/MED IG.22/Inf.7. Draft Integrated Monitoring and Assessment Guidance, 284 pg, Athens (GR).

UNEP/MAP, 2016(b) 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.

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.(2014) Removal of 2,4-dichlorophenol from contaminated soil by a heterogeneous ZVI/EDTA/Air Fenton-like system. *Sep Purif Technol.*132:346-53.

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

EKLER

EK1. Akdeniz istasyon ve örnekleme bilgileri

İst. No	İstasyon kodu	İstasyon tipi (kıyı /deniz)	İstasyon yeri	SYB_No	Koordinatlar		Dip Derinliği (m)	Fizikokimyasal Değişkenler	Biyolojik parametreler			Mikro-plastik*	Radyo-aktivite * (yüzey suyu ve sediman)	Kirleticiler*
					Enlem (N)	Boylam (E)			Fito-plankton	Zoo-plankton	Makro-zoobentik* (Tane Boyu ve TOK)			
1	TASSW1(EK1)	Kıyı	Taşucu	AKD09	33° 52 ' 40"	36° 18 ' 19"	22	X						
2	TASSW1	Kıyı	Taşucu	AKD09	33° 52 ' 44"	36° 15 ' 55"	36	X	X	X	X	X	X	X
3	GRESW1(EK2)	Deniz	Göksu açık	AKDD3	33° 54 ' 26"	36° 10 ' 0"	73	X						
4	GRESW1	Deniz	Göksu açık	AKDD3	33° 59 ' 36"	36° 13 ' 6"	34	X	X					X
5	GRESW2	Kıyı	Göksu Ağzı	AKD08	34° 2 ' 43"	36° 16 ' 41"	25	X			X			X
6	GRESW1(EK1)	Kıyı	Göksu Ağzı	AKD08	34° 2 ' 47"	36° 17 ' 7"	17	X						
7	DBE-8	Deniz	Erdemli	AKD07	34° 16 ' 28"	36° 32 ' 5"	78	X						
8	ERDSWR	Deniz	Erdemli	AKD07	34° 19 ' 21"	36° 35 ' 17"	37	X	X		X			X
9	TIRSW1	Deniz	Tırtar	AKD05	34° 34 ' 46"	36° 41 ' 0"	50	X	X					X
10	MERSWR	Kıyı	Mersin Körfezi	AKD05	34° 38 ' 49"	36° 45 ' 26"	18	X	X	X	X	X	X	X
11	MERSW1	Kıyı	Mersin Körfezi	AKD05	34° 38 ' 35"	36° 46 ' 16"	14	X						
12	MERLD	Kıyı	Mersin Limanı	AKD05	34° 38 ' 19"	36° 46 ' 46"	11	X						
13	MERLI	Kıyı	Mersin Limanı	AKD05	34° 38 ' 5"	36° 47 ' 26"	8	X						
14	M-EK2	Kıyı	Mersin Körfezi	AKD05	34° 41 ' 54"	36° 45 ' 43"	15	X						
15	M-EK1	Kıyı	Mersin Körfezi	AKD05	34° 48 ' 6"	36° 44 ' 12"	14	X						
16	SEYSW1	Geçiş	Seyhan Ağzı	AKD05	34° 47 ' 35"	36° 43 ' 2"	22	X						X
17	MER-1	Açık Deniz	Mersin Körfezi açıkları	AKDD3	34° 42 ' 25"	36° 41 ' 2"	47	X						
18	MRSYB6	Kıyı	Mersin Körfezi	AKD06	34° 42 ' 35"	36° 37 ' 35"	68	X						X
19	MER-2	Açık Deniz	Mersin Körfezi açıkları	AKDD3	34° 42 ' 38"	36° 28 ' 7"	157	X	X					
20	SEYSW3	Kıyı	Seyhan Ağzı	AKD05	34° 53 ' 30"	36° 41 ' 22"	16	X	X			X		X
21	SEYSW2	Kıyı	Seyhan Ağzı	AKD05	34° 55 ' 27"	36° 41 ' 2"	15	X	X	X	X			X
22	SEYS-EK1	Geçiş	Mersin Körfezi	AKD04	35° 1 ' 4"	36° 39 ' 4"	16	X						

İst. No	İstasyon kodu	İstasyon tipi (kıyı /deniz)	İstasyon yeri	SYB_No	Koordinatlar		Dip Derinliği (m)	Fizikokimyasal Değişkenler	Biyolojik parametreler			Mikro-plastik*	Radyo-aktivite * (yüzey suyu ve sediman)	Kirleticiler*
					Enlem (N)	Boylam (E)			Fito-plankton	Zoo-plankton	Makro-zoobentik* (Tane Boyu ve TOK)			
23	SEYS-EK2	Geçiş	Mersin Körfezi	AKD04	35° 8 ' 57"	36° 33 ' 49"	21	X						
24	MERSIN-DOGU-REF	Deniz	Mersin Körfezi-açık	AKDD3	35° 7 ' 53"	36° 27 ' 42"	59	X						
25	KARSW1	Deniz	Karataş	AKDD3	35° 20 ' 20"	36° 27 ' 13"	35	X						X
26	CEY-EK1	Geçiş	İskenderun Körfezi	AKD04	35° 25 ' 53"	36° 32 ' 22"	15	X						
27	CEYSWR	Deniz	Ceyhan Ağzı	AKD04	35° 33 ' 35"	36° 32 ' 42"	12	X	X	X	X			X
28	CEYSW1	Geçiş	Ceyhan Ağzı	AKD04	35° 34 ' 0"	36° 33 ' 10"	9	X						
29	YUM-EK1	Geçiş	İskenderun Körfezi	AKD04	35° 40 ' 15"	36° 37 ' 55"	19	X						
30	YUM-REF	Deniz	İskenderun Körfezi	AKD03	35° 44 ' 0"	36° 40 ' 4"	49	X						X
31	YUMSW1	Kıyı	Yumurtalık	AKD02	35° 49 ' 29"	36° 46 ' 11"	15	X						X
32	BTCsw1	Kıyı	BOTAŞ/BTC	AKD02	35° 57 ' 53"	36° 51 ' 40"	34	X	X	X	X			X
33	ISKSW3	Kıyı	İskenderun Körfezi	AKD02	36° 3 ' 22"	36° 52 ' 27"	21	X						X
34	ISK(EK)	Deniz	İskenderun Körfezi	AKD02	36° 2 ' 53"	36° 48 ' 49"	51	X						
35	ISK-1(EK)	Kıyı	İskenderun Körfezi	AKD02	36° 6 ' 41"	36° 47 ' 24"	38	X						
36	ISK-1	Kıyı	İskenderun Körfezi	AKD02	36° 9 ' 11"	36° 46 ' 31"	22	X						
37	ISKSW1	Kıyı	İskenderun Körfezi	AKD02	36° 10 ' 6"	36° 43 ' 35"	25	X						
38	ISK-2	Kıyı	İskenderun Körfezi	AKD02	36° 11 ' 16"	36° 39 ' 4"	38	X						
39	ISK-RAD	Kıyı	İskenderun Körfezi	AKD02	36° 10 ' 0"	36° 37 ' 24"	45	X					X	
40	ISKSWR	Deniz	İskenderun Körfezi	AKD03	35° 57 ' 14"	36° 40 ' 11"	65	X						X
41	ISKSW2	Kıyı	İskenderun Körfezi	AKD02	35° 58 ' 25"	36° 31 ' 21"	42	X	X		X			X
42	ISKSWR3	Deniz	İskenderun Körfezi	AKD03	35° 44 ' 16"	36° 28 ' 13"	81	X						
43	AKNSW1	Kıyı	Akıncı Burnu	AKD02	35° 45 ' 32"	36° 18 ' 48"	69	X						X
44	SAMSWR	Kıyı	Samandağ	AKD01	35° 56 ' 11"	36° 3 ' 3"	60	X	X	X	X			X
45	SAMSW1	Kıyı	Samandağ	AKD01	35° 56 ' 60"	36° 2 ' 24"	16	X						

İst. No	İstasyon kodu	İstasyon tipi (kıyı /deniz)	İstasyon yeri	SYB_No	Koordinatlar		Dip Derinliği (m)	Fizikokimyasal Değişkenler	Biyolojik parametreler			Mikro-plastik*	Radyo-aktivite * (yüzey suyu ve sediman)	Kirleticiler*
					Enlem (N)	Boylam (E)			Fito-plankton	Zoo-plankton	Makro-zoobentik* (Tane Boyu ve TOK)			
46	SAMREF(EK)	Deniz	Samandağ-açık	AKDD4	35° 45 ' 52"	36° 7 ' 2"	207	X	X					
47	MERSİN-BATI-REF	Deniz	Mersin Körfezi-açık	AKDD3	34° 20 ' 30"	36° 26 ' 22"	211	X						
48	AKKUYU-RAD	Kıyı	Akkuyu	AKD10	33° 31 ' 11"	36° 8 ' 5"	47	X					X	X
49	AYDINCIK-REF	Deniz	Aydıncık-Akkuyu açık	AKDD3	33° 22 ' 30"	36° 4 ' 54"	135	X						
50	ANASW1	Kıyı	SYB 10 Yeni istasyon	AKD10	33° 9 ' 27"	36° 4 ' 11"	181	X						X
51	ANASWR	Deniz	Anamur açık	AKDD3	32° 47 ' 37"	35° 58 ' 45"	46	X	X	X				X
52	DILSWR	Kıyı	Dildare Burnu	AKD11	32° 6 ' 7"	36° 25 ' 39"	60	X						X
53	ALBSW1	Kıyı	Alanya	AKD11	32° 0 ' 34"	36° 31 ' 59"	18	X	X					X
54	ALANYA-REF	Deniz	Alanya açık	AKDD2	31° 43 ' 39"	36° 32 ' 16"	791	X						
55	MRESW1	Geçiş	Manavgat Ağzı	AKD11	31° 27 ' 34"	36° 44 ' 5"	21	X	X	X	X			X
56	SRKSW1	Kıyı	SYB 11 Yeni istasyon	AKD11	31° 1 ' 53"	36° 48 ' 14"	50	X						
57	ANT-2	Açık Deniz	Antalya Körfezi-açık	AKDD2	30° 54 ' 53"	36° 37 ' 40"	442	X	X					
58	ANT-1	Açık Deniz	Antalya Körfezi-açık	AKDD2	30° 48 ' 7"	36° 43 ' 7"	463	X						
59	ANBSW1	Kıyı	Antalya Körfezi	AKD11	30° 41 ' 46"	36° 52 ' 17"	41	X					X	X
60	ANBSWR	Deniz	Antalya Körfezi	AKD11	30° 41 ' 31"	36° 51 ' 49"	48	X	X	X	X			X
61	ANT-REF	Deniz	Antalya Körfezi-açık	AKD11	30° 39 ' 40"	36° 50 ' 45"	459	X						
62	ANT-REF5	Deniz	Antalya açık	AKDD2	30° 42 ' 13"	36° 46 ' 24"	950	X						
63	FET-EK3	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	29° 2 ' 47"	36° 38 ' 37"	150	X						
64	FET-EK9	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	29° 0 ' 6"	36° 39 ' 5"	166	X						
65	FET-EK10	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	29° 1 ' 37"	36° 40 ' 35"	57	X						
66	FET-EK11	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	28° 57 ' 26"	36° 42 ' 35"	102	X						
67	FET-EK6	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	28° 56 ' 20"	36° 44 ' 29"	48	X			X			
68	FET-EK12	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	28° 52 ' 35"	36° 40 ' 0"	151	X						
69	FET-EK1	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	28° 55 ' 36"	36° 41 ' 0"	128	X						
70	FETSW1	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	28° 57 ' 15"	36° 37 ' 38"	313	X	X					

İst. No	İstasyon kodu	İstasyon tipi (kıyı /deniz)	İstasyon yeri	SYB_No	Koordinatlar		Dip Derinliği (m)	Fizikokimyasal Değişkenler	Biyolojik parametreler			Mikro-plastik*	Radyo-aktivite * (yüzey suyu ve sediman)	Kirleticiler*
					Enlem (N)	Boylam (E)			Fito-plankton	Zoo-plankton	Makro-zoobentik* (Tane Boyu ve TOK)			
71	DALSWR	Deniz	Dalaman Ağızı	AKD19	28° 43 ' 31"	36° 41 ' 19"	245	X						
72	DALSW1	Geçiş	Dalaman Ağızı	AKD19	28° 43 ' 37"	36° 41 ' 54"	74	X	X					X
73	DALSW2	Kıyı	Dalaman Ağızı	AKD19	28° 43 ' 22"	36° 42 ' 3"	35	X			X			X
74	KMSW1	Kıyı	SYB 12 Ek istasyon	AKD12	30° 36 ' 40"	36° 34 ' 22"	76	X						
75	YARSWR	Deniz	Yarımcı Burnu	AKD13	30° 22 ' 39"	36° 12 ' 38"	118	X	X	X				
76	FIBSW1	Deniz	Finike Körfezi	AKD13	30° 12 ' 56"	36° 17 ' 13"	56	X	X		X			X
77	KFSW1	Kıyı	SYB 13 Yeni istasyon	AKD13	30° 3 ' 48"	36° 14 ' 28"	25	X						
78	KASSWR	Kıyı	Kaş	AKD14	29° 39 ' 59"	36° 7 ' 6"	320	X	X	X				
79	PTSW1	Kıyı	SYB 15 Ek istasyon	AKD15	29° 30 ' 12"	36° 11 ' 32"	126	X	X					
80	ECWS1	Kıyı	SYB 16 Yeni istasyon	AKD16	29° 15 ' 18"	36° 16 ' 35"	57	X	X		X			X
81	FETSW2	Kıyı	SYB 17 Yeni istasyon	AKD17	29° 0 ' 2"	36° 31 ' 19"	680	X	X	X				
82	FET-EK7	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	29° 6 ' 23"	36° 37 ' 58"	13	X			X			
83	FET-EK8	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	29° 5 ' 34"	36° 38 ' 50"	33	X						
84	FET-EK5	Deniz	Fethiye Körfezi	AKD18	29° 5 ' 10"	36° 39 ' 10"	43	X			X			

EK2. Trol çekim sahalarının koordinatları, derinlikler ve çekim süreleri (2021)

İst kod	Başlangıç Enlem	Başlangıç Boylam	Bitiş Saat	Bitiş Derinlik	Bitiş Enlem	Bitiş boylam
GK02	3627.050	3409.108	10:52	40.0	3626.341	3407.566
GK03	3622.989	3406.572	12:26	65.5	3621.639	3406.168
GK01	3617.880	3403.963	13:57	17	3616.954	3402.651
AN03	3603.041	3302.716	14:11	74	3603.147	3301.047
AN01	3605.364	3256.675	15:44	20	3605.532	3257.360
AN02	3604.812	3257.708	16:09	41	3604.688	3259.449
ER03	3632.968	3416.757	09:57	57	3633.882	3418.044
MR01	3641.665	3428.277	12:40	17	3642.388	3429.612
MR03	3639.681	3435.610	14:20	60	3639.652	3437.462
MR02	3642.512	3438.761	15:43	36	3642.796	3440.511
SY03	3630.139	3455.373	10:53	66	3629.795	3456.969
SY02	3631.898	3505.138	14:18	35	3631.270	3506.694
SY01	3632.641	3514.431	15:35	16	3632.348	3515.291
YM01	3640.891	3541.717	08:52	13.5	3641.402	3542.314
YM02	3643.540	3547.860	10:17	37	3644.219	3549.386
YM03	3642.782	3552.245	11:33	52	3643.100	3553.600
DY03	3647.811	3602.994	13:34	52	3646.737	3604.081
DY02	3651.116	3602.453	14:58	38	3651.294	3600.701
DY01	3652.750	3602.955	15:50	18	3652.446	3603.804
IS01	3634.641	3606.317	08:00	14	3635.014	3607.076
IS02	3636.386	3608.217	10:03	33	3636.518	3609.851
ER02	3634.299	3417.644	11:06	36	3633.486	3416.237
ER01	3634.207	3416.330	12:24	17	3633.815	3415.712

EK3. Makro flora istasyon bilgileri

İst. No	İst. Kodu	İstasyon	Su Kütlesi No	Örneklemeye Yapılan Koordinat	
				Kuzey	Doğu
1	ADMA01	Marmaris	AKD22	36°45'34"N	28°16'01"E
2	ADMA02	Köyceğiz-İztuzu	AKD20	36°46'27"N	28°37'48"E
3	ADMA03	Dalaman	AKD19	36°42'15"N	28°42'32"E
4	ADMA04	Fethiye Dış K.	AKD18	36°38'27"N	29°05'40"E
5	ADMA05	Fethiye İç K.	AKD18	36°38'50"N	29°07'18"E
6	ADMA06	Eşen (Kıyı Suyu)	AKD16	36°17'35"N	29°15'43"E
7	ADMA07	Kaş	AKF14	36°11'45"N	29°38'45"E
8	ADMA08	Finike	AKD13	36°16'43"N	30°08'19"E
9	ADMA09	Kemer	AKD12	36°36'02"N	30°34'41"E
10	ADMA10	Antalya	AKD11_2	36°52'33"N	30°42'25"E
11	ADMA11	Manavgat	AKD11_1	36°46'02"N	31°23'06"E
12	ADMA12	Taşucu	AKD09	36°17'30"N	33°50'26"E
13	ADMA13	Silifke-Sazbaşı	AKD08	36°24'55"N	34°05'25"E
14	ADMA14	Erdemli	AKD07	36°31'13"N	34°12'46"E
15	ADMA15	Mersin	AKD05	36°47'01"N	34°38'08"E
16	ADMA16	Karataş-Batı	AKD04_2	36°32'59"N	35°21'40"E
17	ADMA17	Yumurtalık	AKD04_1	36°46'04"N	35°46'36"E
18	ADMA18	İskenderun K.	AKD02	36°51'39"N	35°54'39"E
19	ADMA19	Samandağ-Çevlik	AKD01	36°17'31"N	35°46'58"E