

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

DENİZLERDE BÜTÜNLEŞİK KİRLİLİK İZLEME  
PROGRAMI

2014-2019 YILI

AKDENİZ ÖZET RAPORU



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
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 – 2021

- Eser Adı : Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2019 Akdeniz Özet Raporu
- ISBN : 978-625-7076-20-3
- Kaynak Gösterme : ÇŞİDB, TÜBİTAK-MAM (2021). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2019 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](http://www.csb.gov.tr/gm/ced)
- Baskı : TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli  
Baskı No : 5178702
- Kapak Fotoğrafları : Mustafa Fehmi KARAKULAK (Üst: Cratena peregrina sp.)  
Mustafa Fehmi KARAKULAK (Alt Sol)  
Prof. Dr. Murat BİLECENOĞLU (Alt Sağ: Metapenaeopsis aegyptia)



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ**  
**ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE**  
**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**

ÇED İzin 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](http://www.csb.gov.tr)



## DENİZLERDE BÜTÜNLEŞİK KİRLİLİK İZLEME PROGRAMI 2014-2019 AKDENİZ ÖZET RAPORU

### KOORDİNATÖR

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

Mehrali ECER, Genel Müdür  
Haluk Şahin YAZGI, 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  
Serap KANTARLI, Şube Müdürü  
Hacer SELAMOĞLU ÇAĞLAYAN, Uzman  
Ebru OLGUN EKER, Uzman  
Sevil ÖKSÜZ, Uzman  
Filiz KORKMAZ, Biyolog

*TÜBİTAK - Marmara Araştırma Merkezi - Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü*

Dr. Selma AYAZ, Enstitü Müdürü  
Doç. Dr. Haldun KARAN, Enstitü Müdür Yardımcısı  
Doç. Dr. S. Çolpan POLAT BEKEN, Proje Koordinatörü  
Hakan ATABAY, Proje Yürütücüsü

### RAPORU HAZIRLAYANLAR

*TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi-Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü*

Doç. Dr. S. Çolpan POLAT BEKEN  
Hakan ATABAY  
Dr. İbrahim TAN  
Dr. Leyla TOLUN  
Alper EVCEN  
Ertuğrul ASLAN  
Gökhan KAMAN  
Aslı DÖNERTAŞ  
Dr. Cihangir AYDÖNER  
*Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Deniz Bilimleri Enstitüsü*  
Prof. Dr. Süleyman TUĞRUL  
Prof. Dr. Zahit UYSAL  
Prof. Dr. Ahmet KIDEYŞ  
Prof. Dr. Ali Cemal GÜCÜ  
Prof. Dr. Barış SALİHOĞLU

## **RAPORU HAZIRLAYANLAR**

Dr. Öğretim Üyesi Koray ÖZHAN

Dr. Öğretim Üyesi Devrim TEZCAN

Dr. Meltem OK

Dr. Hasan ÖREK

İsmail AKÇAY

Dr. Mustafa MANTIKÇI

*Ege Üniversitesi – Su Ürünleri Fakültesi*

Prof. Dr. Melih Ertan ÇINAR

Prof. Dr. Bilal ÖZTÜRK

Doç. Dr. Kerem BAKIR

Doç. Dr. Alper DOĞAN

Doç. Dr. Fevzi KIRKIM

Doç. Dr. Ertan DAĞLI

Neslihan TÜRKÇÜ

Deniz ERDOĞAN

*Celal Bayar Üniversitesi – Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü*

Prof. Dr. Ergun TAŞKIN

Dr. Öğretim Üyesi Orkide MİNARECİ

Doç. Dr. Ersin MİNARECİ

Murat ÇAKIR

*Dokuz Eylül Üniversitesi-Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü*

Prof. Dr. Şermin AÇIK ÇINAR

*Çukurova Üniversitesi- Su Ürünleri Fakültesi*

Doç. Dr. Tuba TERBİYİK KURT

*TAEK Teknoloji Geliştirme Dairesi Başkanlığı*

Dr. Halim TAŞKIN

Dr. Asiye BAŞSARI

## İÇİNDEKİLER

TABLO DİZİNİ .....	iii
ŞEKİL DİZİNİ .....	v
KISALTMA VE TANIMLAR .....	ix
1. GİRİŞ.....	13
2. YASAL ÇERÇEVE .....	15
3. AKDENİZ BÖLGESİ BÜTÜNLEŞİK DENİZ İZLEME VE DEĞERLENDİRME SONUÇLARI .....	17
<b>3.1. Su Kolonu Fiziksel Özellikleri.....</b>	<b>16</b>
3.1.1. Tuzluluk & Sıcaklık.....	16
<b>3.2. Ötrofikasyon .....</b>	<b>19</b>
3.2.1. Besin Elementleri .....	20
3.2.2. Çözünmüş Oksijen.....	22
3.2.3. Klorofil-a .....	23
3.2.4. Işık Geçirgenliği (Seki Disk Derinliği).....	24
3.2.5. Ötrofikasyon Parametrelerinde Yönelim Analizi .....	25
3.2.6. TRIX .....	30
<b>3.3. Su Kolonu Habitatları.....</b>	<b>31</b>
3.3.1. Fitoplankton.....	32
3.3.2. Zooplankton.....	38
<b>3.4. Deniz Tabanı Habitatları.....</b>	<b>44</b>
3.4.1. Makro Flora .....	44
3.4.2. Makrozoobentos .....	51
3.4.3. Deniz Tabanı Trol Çalışması (Doğu Akdeniz).....	57
<b>3.5. Kirleticiler .....</b>	<b>61</b>
3.5.1. Sedimanda Kirleticiler .....	62
3.2.1. Biyotada Kirleticiler .....	68
3.2.2. Radyoaktivite Düzeyleri .....	71
<b>3.6. Deniz Çöpleri .....</b>	<b>77</b>
<b>3.7. Kıyı Su Yönetim Birimlerinin Baskı, Ekolojik Kalite ve Kimyasal Durum Değerlendirmesi.....</b>	<b>81</b>
KAYNAKLAR.....	89



## TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Akdeniz Bütünleşik Kirlilik İzleme bileşenleri ve yıllara göre istasyon sayıları .....	16
Tablo 2. Fitoplankton taksonomik kompozisyonun yıllar içinde değişimi (Cins # : Tür #) ....	36
Tablo 3. 2014-2019 izleme dönemi yüzey fitoplanktonunda toksik / potansiyel toksik tür sayıları ve baskınlık oranları (%) .....	38
Tablo 4. 2014-2019 izleme döneminde saptanan makro flora takson sayıları.....	45
Tablo 5. 2014-2019 izleme döneminde makro flora çalışma istasyonlarının “Ekolojik kalite İndeksi: EEI” ile yapılan kalite sınıflandırması .....	46
Tablo 6 Barbun balığının alt bölge kondisyon ve Hepatosomatik indeks değişimleri. Yeşil: genel ortalamanın üzerinde kalan alt bölgelerdir .....	60
Tablo 7. Değerlendirmede Dikkate Alınan Sentetik ve Sentetik Olmayan Kirleticiler .....	61
Tablo 8. PAH'ların pirolitik ve petrojenik kökenleri için Akdeniz sedimanlarının karakteristik değerleri.....	64
Tablo 9. Akdeniz’de 2014-2019 yılları arasında biyotada ölçülen metallerin sınır değerlerle karşılaştırılması (mg/kg yaş ağırlık).....	70
Tablo 10. 2015-2019 yılları arasında Mersin Körfezindeki 3 istasyonda değişik ortamlardan örneklenen ortalama mikroplastik yoğunlukları .....	78
Tablo 11 Akdeniz yüzey suyu için belirlenen ortalama ve baz mikroplastik değerleri (parçacık/km <sup>2</sup> ) .....	78
Tablo 12. Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsündeki plajda sahil çöpleri araştırma istasyonlarındaki katı atıkların 2019 yılında aylara göre toplam sayısı ve ağırlığı ..	80
Tablo 13. Sedimanda Metal ve Organik Kirletici Bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması .....	87





## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Akdeniz 2014-2019 dönemi izleme istasyonları, kıyı su yönetim birimleri (SYB 1-21) ve deniz değerlendirme alanları haritası.....	17
Şekil 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).....	17
Şekil 3. 2014-2019 izleme döneminde 22 SYB ve 4 DDB ‘nin yüzey sularında (0-10 m ortalama) ölçülen tuzluluk ve 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) .....	18
Şekil 4. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda 2019 kış (üst) ve yaz (alt) döneminde ölçülen sıcaklık, tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi .....	18
Şekil 5. 2014-2019 izleme döneminde NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> -N (NO <sub>x</sub> ) kış (mavi) ve yaz (kırmızı) dönemleri yüzey suyu konsantrasyonlarının (0-10m ortalama) 22 SYB ve 4 DDB’deki ortalama değerleri.....	21
Şekil 6. Akdeniz Bölgesi 2014-2019 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 .....	22
Şekil 7. Akdeniz 2014-2019 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 (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı-Marmaris bölgesi) .....	23
Şekil 8. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda 2019 kış (sol panel) ve yaz (sağ panel) döneminde ölçülen Çözünmüş Oksijen (ÇO) değerlerinin derinlikle değişimi. ....	23
Şekil 9. 2014-2019 izleme döneminde yüzey suyu (0-10m) klorofil-a konsantrasyon değerleri SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamalarının mevsimsel ve alansal değişimleri. 24	
Şekil 10. 2014-2019 örnekleme 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).....	25
Şekil 11. Mersin Körfezi bölgesi 2004-2019 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a); fosfat (PO <sub>4</sub> ) , nitrat+nitrit (NO <sub>x</sub> ) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri 27	
Şekil 12. İskenderun Körfezi bölgesi 2014-2019 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO <sub>4</sub> ), nitrat+nitrit (NO <sub>x</sub> ) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri ..	28
Şekil 13. Antalya Körfezi bölgesi 2014-2019 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO <sub>4</sub> ), nitrat+nitrit (NO <sub>x</sub> ) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri .	28
Şekil 14. Finike Körfezi bölgesi 2014-2019 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO <sub>4</sub> ), nitrat+nitrit (NO <sub>x</sub> ) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri 29	
Şekil 15. 2014-2019 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 .....	31
Şekil 16. Farklı fitoplankton gruplarının zamanla tür sayısı değişimleri.....	32
Şekil 17. Yıllara göre istasyonlardaki tür sayısı değişimleri.....	33
Şekil 18. Akdeniz yüzey sularında farklı fitoplankton gruplarının yıllar içinde sıklık (birim hacimde toplam hücre sayısı bolluğu) dağılımları .....	33
Şekil 19. Toplam fitoplankton bolluk değişimi (Üst:Kış, Alt:Yaz) .....	34

Şekil 20. Fitoplankton tür sayısı değişimi (Üst:Kış, alt:yaz) .....	35
Şekil 21. Akdeniz’de fitoplankton için Shannon çeşitlilik indeksinin ( $H'$ ) kış (üst) ve yaz (alt) dönemlerinde yıllara göre dağılımı (2014-2019) .....	37
Şekil 22. Zooplankton örnekleme istasyonları .....	38
Şekil 23. Toplam zooplankton bolluğunun örnekleme istasyonlarındaki yıllar arası değişimleri .....	39
Şekil 24. 2017-2019 izleme dönemlerinde zooplankton gruplarının yüzde oranları .....	39
Şekil 25. Yaz mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı .....	40
Şekil 26. Kış mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı .....	41
Şekil 27. 2017- 2019 izleme dönemlerinde tür sayısı, Shannon çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indekslerinin alansal dağılımı.....	43
Şekil 28. Akdeniz makroflora istasyonları .....	44
Şekil 29. Akdeniz istasyonlarının 2019 yılı ESG I ve ESG II gruplarının takson sayıları (1:Marmaris, 2:Köyceğiz-İztuzu, 3:Dalaman, 4:Fethiye Dış K., 5:Eşen Ç., 6:Kaş, 7:Finike, 8:Kemer, 9:Antalya, 10:Manavgat, 11:Taşucu, 12:Silifke, 13:Erdemli, 14:Mersin K., 15:Karataş, 16:Yumurtalık, 17:İskenderun K., 18:Çevlik) .....	45
Şekil 30. 2019 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:Eşen Ç., 6:Kaş, 7:Finike, 8:Kemer, 9:Antalya, 10:Manavgat, 11:Taşucu, 12:Silifke, 13:Erdemli, 14:Mersin K., 15:Karataş, 16:Yumurtalık, 17:İskenderun K., 18:Çevlik).....	47
Şekil 31. Akdeniz makro flora istasyonları 2014-2019 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).....	48
Şekil 32. Yabancı ve yayılımcı kırmızı alg <i>Asparagopsis taxiformis</i> (Finike) .....	50
Şekil 33. Hassas kırmızı alg <i>Corallina officinalis</i> (Antalya) .....	50
Şekil 34. Toleranslı kırmızı alg <i>Laurencia obtusa</i> (Marmaris).....	50
Şekil 35. Deniz çayırı <i>Posidonia oceanica fasciata</i> (Marmaris) .....	50
Şekil 36. Akdeniz istasyonlarının MA-LUSI ve EEI-c ilişkisi .....	50
Şekil 37. Akdeniz makrozoobentos istasyonları .....	51
Şekil 38. Akdeniz ’de 2014-2019 yılları arasında tespit edilen makrozoobentik tür ve birey sayısı.....	51
Şekil 39. Akdeniz’de 2014-2019 yılları arasında tespit edilen makrozoobentik tür ve birey sayısının taksonomik gruplara göre dağılımı .....	52
Şekil 40. Akdeniz’de 2014-2019 yılları arasında tespit edilen en baskın türler ve baskınlık değerleri (%).....	52
Şekil 41. Akdeniz’de 2014-2019 yıllarında istasyonlara tespit edilen toplam tür sayıları.....	53
Şekil 42. Akdeniz’de ekolojik grupların yıllara bağlı değişimleri. GI: Duyarlı türler, GII: Duyarsız türler, GIII: Toleranslı türler, GIV: 2. sınıf fırsatçı türler, GV: 1. sınıf fırsatçı türler .....	53
Şekil 43. Akdeniz’de 2015-2019 yıllarında istasyonlarda tespit edilen ekolojik grupların yüzde oranları. ....	54
Şekil 44. TUBI değerlerinde göre Akdeniz istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları .....	54

Şekil 45. Akdeniz 'de 2014-2019 yılları arasında tespit edilen yabancı türlere ait tür ve birey sayısı.....	55
Şekil 46. Akdeniz'de 2015-2019 yılları arasında tespit edilen en baskın yabancı türler ve baskınlık değerleri (%). .....	56
Şekil 47. ALEX değerlerinde göre Akdeniz istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları .....	56
Şekil 48. 2016 ve 2019 yılında Kuzeydoğu Akdeniz'de gerçekleştirilen trol örnekleme ve CTD ile yerinde ölçüm istasyonları .....	57
Şekil 49. 2016 ve 2019 izleme dönemlerinde tüm türler için bolluk ve biyokütlenin bölgelere göre alansal değişim. ....	57
Şekil 50. 2016 ve 2019 yaz dönemi yapılan çalışmalarda türlerin frekans indeksine göre bulunma oranları .....	58
Şekil 51. 2016 ve 2019 yaz dönemi yapılan çalışmalarda alt bölgelere göre Lessepsian türlerin tür sayısı, bolluk ve biokütle dağılımları.....	58
Şekil 52. 2016 ve 2019 izleme dönemlerinde alt bölgelere göre tür sayısı (N), Margalef (D), Pileou (J') ve Shannon-Wiener (H') göstergelerinin alansal dağılımı .....	59
Şekil 53. Akdeniz sediman istasyon haritası (2018) .....	63
Şekil 54. Akdeniz sediman örneklerinin tane boyu dağılımı haritası (2018).....	63
Şekil 55. Akdeniz yüzey sedimanlarında TPH ve TOC ilişkisi .....	64
Şekil 56. Akdeniz sediman istasyonlarında organik kirlenici bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2018) .....	65
Şekil 57. Akdeniz sedimanlarında DDT ve türevlerinin % dağılımı .....	65
Şekil 58. Akdeniz sedimanlarında HCH bileşenlerinin % dağılımı.....	65
Şekil 59. Akdeniz yüzey sedimanlarında DDT ve türevlerinin oran ilişkisi.....	66
Şekil 60. Akdeniz sediman yönelim istasyonlarında metallerin yıllara göre değişimi (2014-2018).....	67
Şekil 61. Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ZF değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2018) .....	68
Şekil 62. Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2018) .....	68
Şekil 63. Biyotada kirlenici durum değerlendirmesine dair mevzuat .....	69
Şekil 64. Akdeniz biyota örnekleme istasyonları .....	69
Şekil 65. Deniz suyunda doğal radyoizotop konsantrasyonları (2014-2019), a, b, c Uranyum, d. Radyum .....	74
Şekil 66. Deniz suyunda antropojenik ve kozmojenik radyoizotop konsantrasyonları (2014-2019), e. Sezyum, f. Stronsiyum ve g. Tritiyum .....	74
Şekil 67. Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonları (2014-2019), h. Potasyum, i.Radyum, j.Toryum ve k. Sezyum.....	76
Şekil 68. Ağustos, Eylül ve Ekim 2019'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.) .....	79
Şekil 69. Erdemli'de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsündeki plajda sahil çöpleri araştırma istasyonlarındaki katı atıkların 2019 yılında toplam sayısı ve ağırlığının aylara göre .....	80

Şekil 70. Ağustos, Eylül ve Ekim 2019’da Türkiye’nin doğu Akdeniz kıyısında Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü sahilinde en fazla rastlanan çöp çeşitlerinin yüzdeleri (sayısal olarak– üstteki ve ve ağırlık olarak- alttaki) .....	81
Şekil 71. 2016 ve 2019 yıllarındaki çalışmalarda örneklenen tüm istasyonlarda çıkan çöplerin sınıflandırmaya göre biyokütle miktarlarındaki % ortalama dağılımlar .....	81
Şekil 72. Çöp miktarlarının alt bölgelerdeki derinlik tabakalarına göre değişimi .....	81
Şekil 73. Akdeniz LUSIVa Haritası .....	82
Şekil 74. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği’ne göre Akdeniz Kıyı Su Kütlelerinin Hassas/Az Hassas durumlarının 2014-2019 yılı verisine göre değerlendirmesi .....	83
Şekil 75. Kıyı su kütleleri ekolojik kalite değerlendirmesi (2017-2019) .....	85
Şekil 76. Akdeniz sediman istasyonlarında kirleticilerin % dağılımları (2014-2018) .....	87

## 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

ÇİN: Çözünmüş Anorganik Azot (DIN: Dissolved Inorganic Nitrogen)

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

ÇO: Çözünmüş Oksijen

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 (MSFD: Marine Strategy Framework Directive)

EEl: 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

KAAY: Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği

KAAYT: Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği

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  
NH<sub>4</sub>-N: Amonyum Azotu  
NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>-N: Nitrat+Nitrit azotu  
ODTÜ-DBE: Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Deniz Bilimleri Enstitüsü  
PAHs: Çok halkalı aromatik hidrokarbonlar  
Pb: Kurşun  
PCBs: Poliklorlu bifenil  
PHE: Fenantren  
TPH: Toplam Petrol Hidrokarbonları  
PO<sub>4</sub>-P: Orto-fosfat veya anorganik fosfor olarak adlandırılır.  
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): Çözünmüş 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)  
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, DeKoS<sup>1</sup> 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 Kütleli (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 tipolojisi için yapılan ekolojik durum sınıflandırmasında yer alan, “çok iyi”, “iyi”, “orta”, “zayıf” ve “kötü” sınıfları arasındaki sınır değerlerinin nicel ifadesidir.

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

---

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





## 1. GİRİŞ

Türkiye denizleri izleme çalışmalarının organizasyonu ve gerçekleştirilmesi, Barcelona ve Bükreş Sözleşmeleri gereği 2011 yılına kadar Akdeniz ve Ege Denizi'nde MEDPOL Programı çerçevesinde, Karadeniz'de ise BSIMAP Programı kriterlerine göre farklı kapsamlarda icra edilmekteydi. Marmara Denizi izleme çalışmaları ise 2009-2010 yıllarında BSIMAP Programı içeriğine benzer nitelikte ve MEMPHIS (2005-2006) Projesi çıktılarına göre düzenlenmişti. "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme" çalışması ile bütün denizlerimizde ortak olarak uygulanabilecek ülkemizin taraf olduğu Bölgesel Deniz Sözleşmeleri ve AB Ülkeleri tarafından uygulanan deniz izleme stratejileri (SÇD ve DSÇD) değerlendirilerek 2011 yılında Bakanlığımızın sahibi olduğu SINHA Projesi kapsamında geliştirilmiştir. Daha sonra, DeKoS Projesi ile kıyı su kütleleri ve denizel alanlar belirlenmiş yürütülen izleme ve değerlendirme çalışmaları SÇD ve DSÇD'ye göre gözden geçirilerek yenilenmiş ve bütünleşik izleme programı detayları oluşturulmuştur. SÇD'de yer alan kıyı sularına yönelik biyolojik kalite elemanları, bunları destekleyen fizikokimyasal değişkenler ve kirleticilerin gösterge parametreleri, istasyonların lokasyonları, sayıları ve örnekleme/analiz yöntemleri izleme programının bileşenleri haline gelmiştir. 2013 yılından itibaren Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ) olarak düzenli ve sürekli hale getirilmiştir. Programın ilk iki üçer yıllık dönemi 2014-2019 'da uygulamaya konularak tamamlanmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak yaz ve kış dönemlerinde düzenli veri toplanması hedeflenmiştir. Su kalitesi/ötrofikasyon sınıflaması için temel koşul/ihtiyaç olan kış dönemi verileri tüm denizlerimizde 2015 yılından itibaren toplanmaya başlanmıştır.

Böylece yaz-kış verilerinin karşılaştırması ve birlikte değerlendirilmesi olanağı sağlanmıştır. Uygulamaya konulan bu Program ile tüm karasularımız izleme çalışmalarına dahil edilmiş ve ulusal deniz izleme programı aynı dönemlerde kıyısız deniz alanlarımızda su kalitesi durum tespiti mümkün hale gelmiştir. Sonuç olarak, DEN-İZ Programı çerçevesinde tüm denizlerimizde toplam 85 kıyı su kütlesi (21'i Akdeniz bölgesinde) ile 15 deniz değerlendirme alanı (4'ü Akdeniz'de) izleme ve değerlendirmeye alınmıştır.

Pilot ve geniş ölçekli çalışmalar ile DSÇD İÇD Tanımlayıcılarından, T1: Biyoçeşitlilik, T2: Yabancı türler (kısmen), T3: Ticari deniz ürünleri (kısmen) ile T6: Deniz tabanı bütünlüğü (kısmen), T5: Ötrofikasyon, T7: Hidrografik değişimler (T1 ve T5'i destekler nitelikte), T8: Kirleticiler, T9: Deniz ürünlerinde kirleticiler ve T10: Deniz çöplerine yönelik çalışmalar izlemelere dahil edilmiş ve bu tanımlayıcılardan bazıları zamansal ve mekansal olarak bütünleşik yaklaşımla izlenmektedir. (Deniz tabanı biyoçeşitliliğinin yanı sıra deniz çöplerinin ve kirleticilerin eş zamanlı izlenmesi. Ya da su kolonu habitatları, ötrofikasyon ve fiziksel/hidrografik özelliklerin eş zamanlı izlenmesi).

Bu çalışmalara ek olarak 2017-2019 İzleme programında Marmara Denizi ve Ege Denizi'nde deniz çayı Posidonia oceanica'nın yayılış gösterdiği üç bölgede (Paşalimanı Adası ve Çeşme -İldır ve Karaada) istasyon kurulumu, istasyonların gözlem ve ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca tüm denizlerimizde pilot ölçekli sahil çöp çalışmaları yapılmıştır. Ekolojik kalite göstergeleri olarak kullanılan multimetrik indekslere 2015 yılından beri dahil edilen ve ülkemiz denizlerine uyumlu TUBI 'ye (makrozoobentos için) ve

ALEX'e (yabancı türler için) ek olarak 2017 yılından itibaren de, özellikle Marmara Denizi için önerilen DENFEİ indeksi (makro alg için) değerlendirmelere alınmıştır. Ayrıca, 2017 izleme döneminden başlayarak baskı-etki analizleri (LUSIV ve MA-LUSI) değerlendirmelere eklenmiştir. Böylelikle ilk kez DeKoS projesi ile tartışmaya açılan bu baskı-etki değerlendirme yaklaşımı izleme programına dahil edilmiştir. Kıyısız ekosistem ve peyzaj ile besin ağı konularında metodoloji çalışmaları yapılmış olup, yeni 3 yıllık izleme programlarında pilot ölçekli uygulamalar planlanmaktadır.

2015-2017 yılları arasında tüm denizlerimizde izlemelerde standardizasyonun sağlanması ve izleme stratejilerinin uygulanması, denizlerimize özgü izleme kılavuzlarının hazırlanması amacıyla Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Projesi (DISSP) yürütülmüştür. Proje sonunda 12 adet izleme kılavuzu ile ([https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/menu/deniz\\_izleme\\_klavuzlari\\_20180516024237.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/menu/deniz_izleme_klavuzlari_20180516024237.pdf)), Ulusal Deniz İzleme Strateji Belgesi hazırlanmıştır. Denizlerde Bütünleşik

Kirlilik İzleme Programı çalışmaları 2014-2019 kapsamında söz konusu kılavuzlar ve Strateji Belgesi dikkate alınmıştır.

Bakanlığımızın yürütücülüğünü yaptığı Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme (DEN-İZ) Programı, ekosistem temelli yaklaşım esas alınarak düzenli olarak TÜBİTAK-MAM koordinasyonunda ilgili Üniversitelerin Deniz Bilimleri Enstitüleri ve Su Ürünleri Fakültelerinin uzman katkıları ile başarıyla yürütülmektedir. 2014-2016 dönemine ait ilk özet rapor "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İş 2014-2016 Akdeniz Özet Raporu" (ISBN: 978-605-5294-68-7) adıyla 2017 yılında yayınlanmıştır. Bu raporda ise Akdeniz için 2014-2019 dönemini içeren 6 yıllık özet bir değerlendirme sunulmuştur. Raporun 2. Bölümü'nde yükümlülüklerimiz ve komşu denizlerimizde uygulanmakta olan bütüncül deniz yönetimi yaklaşımı çerçevesindeki ihtiyaçlarla olan ilişkisi, 3. Bölüm'de ise izleme çalışmalarının sonuçları her bir izleme bileşeni için oluşturulmuştur. Bunlar sırasıyla; hidrografik koşullar, ötrofikasyon, su kolonu habitatları, deniz tabanı habitatları, kirleticiler ve deniz çöpleridir. Ek olarak, kıyı su yönetim birimleri üzerindeki baskılar değerlendirilmiş, ekolojik ve kimyasal kalite sınıflandırmaları sunulmuştur.

## 2. YASAL ÇERÇEVE

Ülkemizin taraf olduğu Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri ve bunların 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 ve AB ile Bölgesel Deniz Sözleşmeleri (BDS) 'nin konu ile ilgili uygulamalarının uyumlu olmasından dolayı ülkemizin sorumlu kuruluşları tarafından ilgili çalışmaların yapılması ve stratejilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Ülkemizdeki izleme faaliyetleri, yukarıda belirtilen amaç ve kapsam doğrultusunda, özellikle kıyı sularında yer alan ve insan aktivitelerinden yoğun olarak etkilenmiş alanlarda 2000'lerin başlarından beri ilgili Bakanlıklar tarafından düzenli olarak organize edilmekte ve sonuçlar BDS'lere raporlanmaktadır. Özellikle ekosistem yaklaşımı yönetim temeline dayalı DSÇD ve bu yaklaşımı temel alan BDS'ler ve üye devletler ulusal ve bölgesel izleme faaliyetlerini yeni yaklaşımlar ile tekrar düzenlemektedirler. Buna paralel olarak ülkemizde de özellikle karasal baskılardan

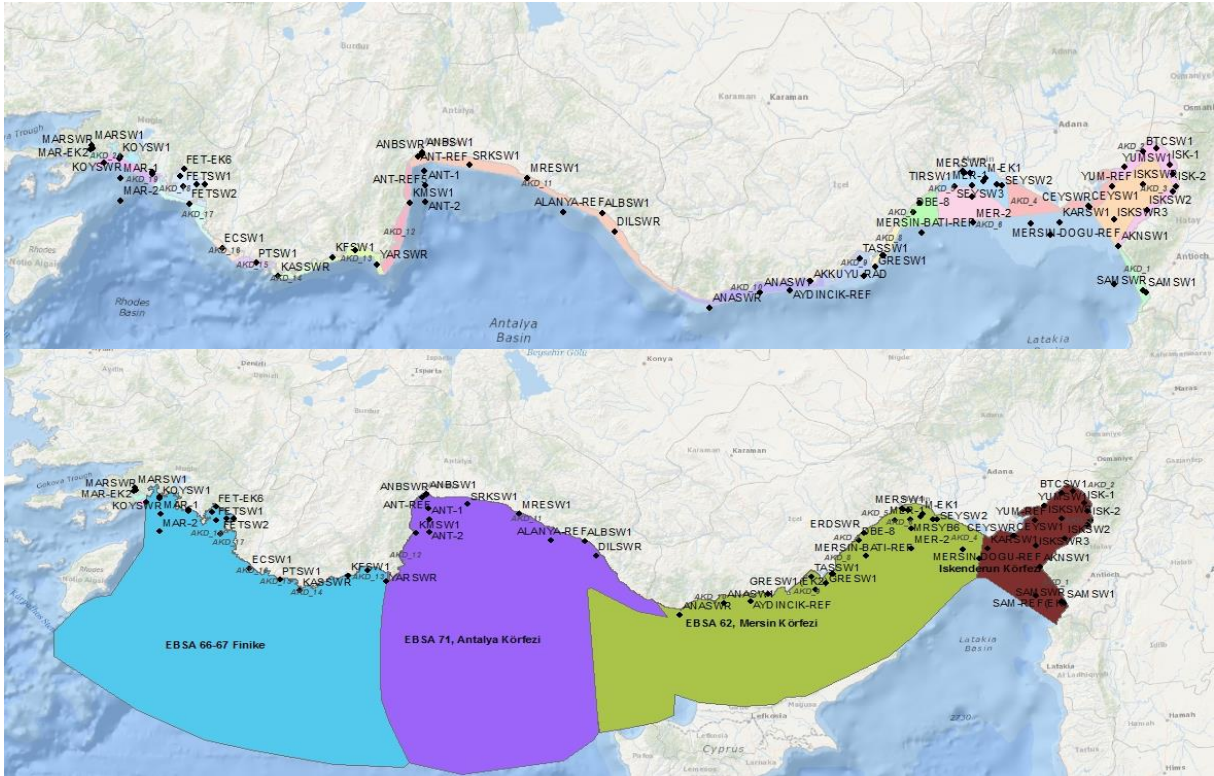
etkilenen kıyı sularının ötesinde kalan açık deniz suları ve farklı çevresel unsurları da içine alan izleme programları aşamalı olarak organize edilmekte olup bu programlar, ulusal mevzuat ihtiyaçlarına da cevap verecek nitelikte planlanmaktadır. SÇD ve DSÇD'nin en önemli bileşenlerinden birisi "izleme ve değerlendirme" dir. Çünkü, bu 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 (IMAP) da üye ülkelerce onaylanarak uygulamaya alınmıştır (UNEP/MAP 2016 a,b). Ayrıca, benzer prensiplerle hazırlanan yeni Karadeniz Bütünleşik İzleme ve Değerlendirme Programı (BSIMAP) 2017-2022 yıllarını kapsayacak şekilde güncellenmiş olup, 13 Ekim 2016 tarihinde onaylanmıştır.



### 3. AKDENİZ BÖLGESİ BÜTÜNLEŞİK DENİZ İZLEME VE DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Denizlerimizde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında Akdeniz bölgesi 2014-2019 izleme dönemi için, Şekil 1'de belirtilen 4 DDB'de, 21 SYB içinde belirlenen ve sayısı her yıl artan eğilimde 62-88 arasında değişen istasyonda farklı izleme bileşenleri için örneklemeler ve yerinde ölçümler yapılmıştır. Bu izleme çalışmasında, özellikle SÇD'ye uygun olarak 1 mil kıyusal alan ile temsili kıyı su kütlelerini ve 12 mil uzaklığa kadar uzanan

deniz alanında her SYB'yi temsil edebilecek konumda referans noktalar belirlenmiştir. Akdeniz Kirlilik İzleme Programı kapsamında, Tablo 1'de her bir izleme bileşeni için sayıları verilen istasyonlarda yaz ve kış dönemi trofik durum, biyolojik çeşitlilik ve kirlilik izleme çalışmaları yapılmış ve elde edilen sonuçların genel değerlendirmesi bu raporda özetlenmiştir.



Şekil 1. Akdeniz 2014-2019 dönemi izleme istasyonları, kıyı su yönetim birimleri (SYB 1-21) ve deniz değerlendirme alanları haritası

**Tablo 1.** Akdeniz Bütünleşik Kirlilik İzleme bileşenleri ve yıllara göre istasyon sayıları

İzleme Bileşenleri	2014	2015		2016		2017	2018		2019	
	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz
Su kolonu fiziko-kimyasal (T5, T7)	66	62	64	66	68	88	78	73	75	83
Fitoplankton (T1)	24	26	25	25	25	29	29	26	26	26
Zooplankton (T1)	0	0	0	0	0	13	13	12	12	12
Makrozoobentos (T1, T6)	15	0	15	0	15	15	0	15	0	17
Makro flora (T1, T6)	10	0	11	0	11	13	0	17	0	18
Mikroplastik-su, sediman (T10)	3	0	3	0	3	3	0	3	0	3
Mikroplastik-balık midesi (T10)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Sahilde çöp çalışması (T10)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Kirleticiler-Sediman (T8)	10	0	11	0	32	0	0	33	0	0
Kirleticiler-Biyota (T9)	5	0	5	0	5	0	0	0	0	11
Radyoaktivite (T8)	1	0	5	0	1	5	0	5	0	5
Deniz tabanı balık ve katı atıkları (T1, T3, T10)	0	0	0	0	24	0	0	0	0	24

DEN-İZ programındaki izleme bileşenleri; ötrofikasyon (T5: 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

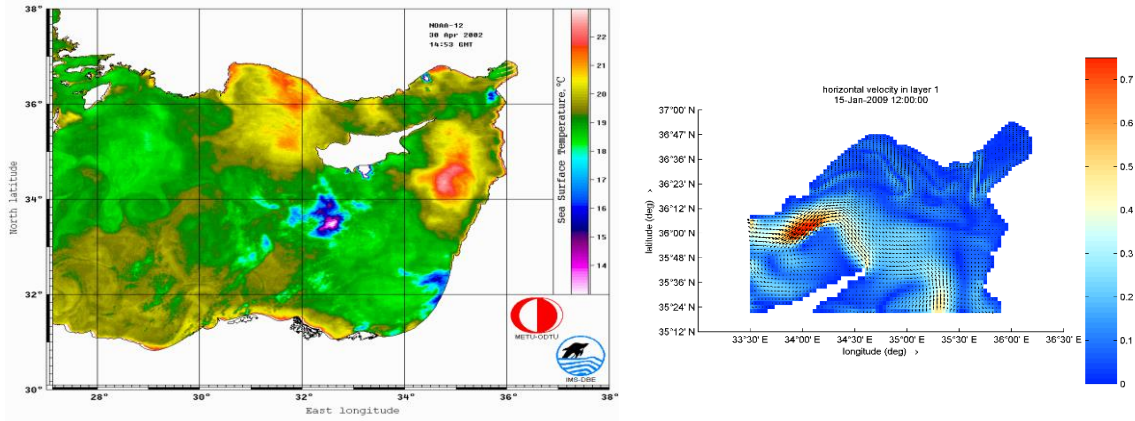
destekler nitelikte izlemeler dahilinde değerlendirilmiştir. Tablo 1'de Akdeniz Bölgesi'nde 2014-2019 izleme dönemlerinde her bileşen altında yapılan çalışmaların içerikleri, örnekleme matrisi (su, sediman, biyota) ile her dönemdeki istasyon sayıları yer almaktadır.

### 3.1.Su Kolonu Fiziksel Özellikleri

#### 3.1.1. Tuzluluk & Sıcaklık

İskenderun ve Mersin Körfezleri ile Kıbrıs arasında kalan bölgeninve açık deniz üst tabaka su sıcaklığının alansal değişimi, Doğu Akdeniz'in genel akıntı rejimini (su dolaşımını) yansıtır (Şekil 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.

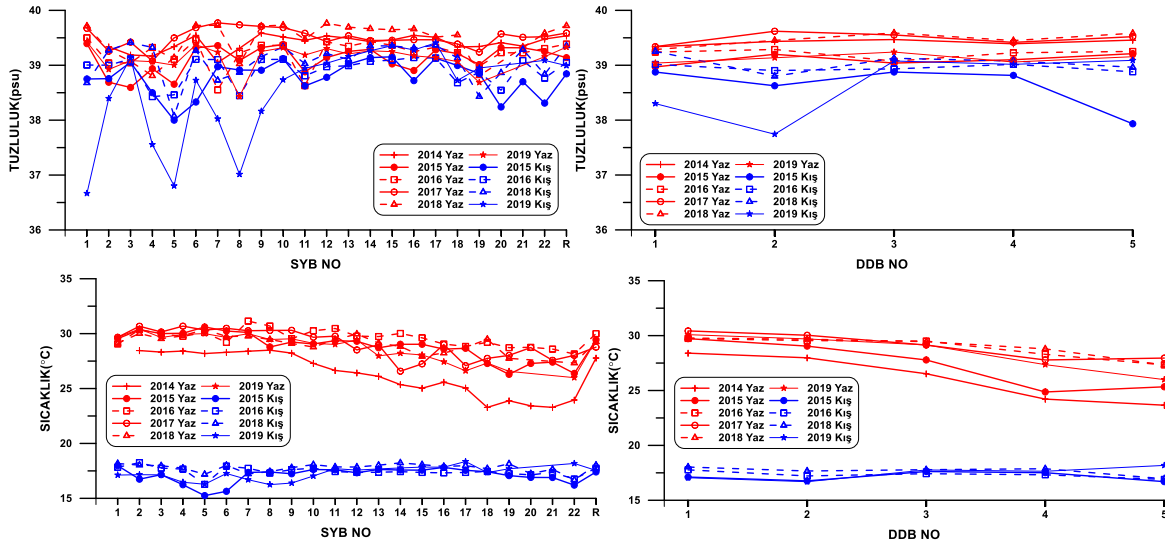


**Şekil 2.** Doğu Akdeniz bölgesi Nisan 2002 dönemi yüzey suyu sıcaklık dağılımı ve üst tabaka akıntılarının yarattığı filamentlerin basen ölçekli değişimini gösteren uydu verisi (sol panel); Kış dönemi üst tabaka akıntı durumunu gösteren akıntı modeli simülasyon sonucu (sağ panel) (ODTÜ-DBE veritabanı)

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 kıyusal alan yüzey sularında tuzluluk değerleri, 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 değerleri 38,6-39,0 arasında değişmiştir (Şekil 3). Nehir etkisi dışında kalan körfezlerde ve açık deniz bölgesi yaz dönemi üst tabaka (0-10 m ortalaması) tuzluluk değerlerinin 39,0-39,6 aralığında değiştiği gözlenmiştir (Şekil 3). Buharlaştırmanın devam ettiği yaz döneminde nehir etkisi dışında kalan kıyusal deniz alanlarında yüzey suyu tuzluluğu İskenderun-Marmaris Körfezi arasında çok belirgin değişim göstermemiştir. Yüzey suyu sıcaklığı ise yaz döneminde ölçüm zamanına (Ağustos-Eylül) bağlı olarak gözlenebilir değişim göstermiştir. Eylül döneminde yapılan 2014 ve 2019 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 4). 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).

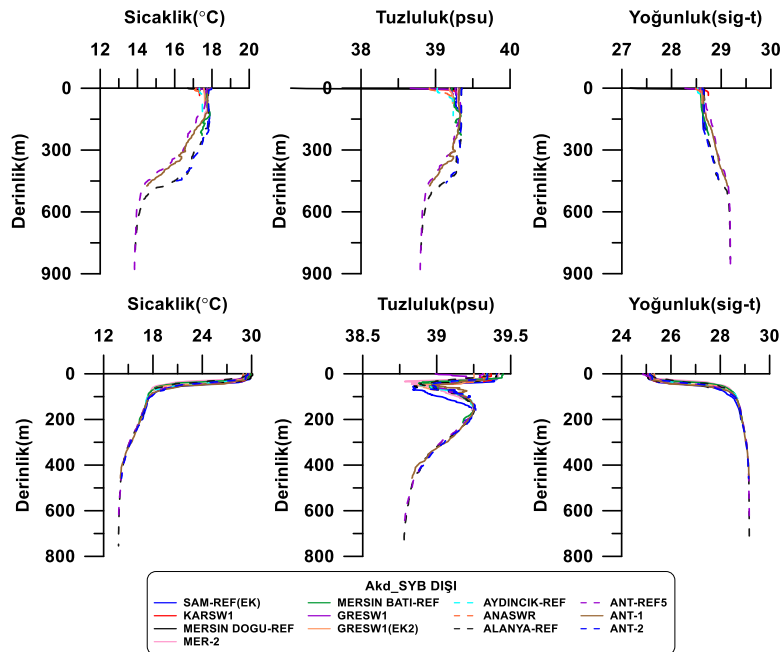
İzleme sonuçlarına göre, Doğu Akdeniz'de belirlenen 22 SYB içinde nehir deltası istasyonu bulunan kıyusal deniz alanları için hesaplanan tuzluluk ortalamasının standart sapmaları, nehir debilerinin arttığı kış döneminde yüksektir. Fiziksel (tuzluluk, seki disk derinliği) ölçümlerdeki alansal değişkenlikler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



**Şekil 3.** 2014-2019 izleme döneminde 22 SYB ve 4 DDB'nin yüzey sularında (0-10 m ortalama) ölçülen tuzluluk ve 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 4). 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 kıyasal 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 4.** Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda 2019 kış (üst) ve yaz (alt) döneminde ölçülen sıcaklık, tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi



### 3.2. Ötrofikasyon

Ötrofikasyon, karadan (akarsular, seller, deşarjlar) ve atmosferden (yağışlarla) gelen besin tuzu (özellikle azot ve fosfor) girdileriyle kıyı ve deniz ekosisteminin bu maddelerce zenginleşerek aşırı organik madde üretimi ve artışının neden olduğu olumsuz fiziksel, biyo-kimyasal ve ekolojik değişim süreçler bütünü olarak tanımlanır (Nixon, 1995; Ferreria ve diğ., 2010). Ötrofikasyonun kıyı ekosistemlerine en çarpıcı olumsuz etkileri; su berraklığının azalması, birincil üretimdeki artış, su bitkilerinin tür dağılımında belirgin azalma, organizmalar arasındaki dengenin bozulması, dip sularında oksijen azalması (hipoksi), N/P/Si oranlarında değişim ve sonuç olarak besin ağında belirgin değişiklikler gibi birçok olumsuz etkinin kısa sürede gözlenmesidir (Conley ve diğ., 2007; Ferreria ve diğ., 2010).

Sucul ortamlarda ötrofikasyon değerlendirmeleri, baskı-durum-etki göstergelerinin 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 değişimi kullanılır. 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 bozulmalara neden olur. 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 yoğundur; 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:*

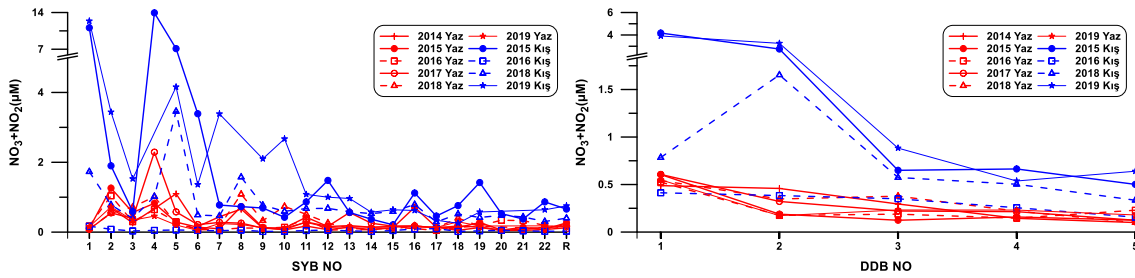
- Su kolonunda önemli/kilit besin elementlerinin (N, P, Si) konsantrasyonları (IMAP/EO5 & MSFD/D5C1\*) ve oranlarındaki değişimler
- Su kolonunda klorofil-a konsantrasyonu (IMAP/EO5 & MSFD/D5C2\*)
- Türlerde ve topluluklarda farklılaşmalar örn. değişen diatom-dinoflagellat, bentik-pelajik oranları, insan aktivitelerinin neden olduğu zararlı/toksik alg patlamaları (MSFD/D5C3\*)
- Askıda alg artışına bağlı su şeffaflığı (MSFD/D5C4\*)
- Su kolonu dip alanındaki çözülmüş 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 2014-2019 dönemi izleme sonuçlarından üretilen SYB yüzey suyu (0-10m) NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>-N) konsantrasyonu ortalama değerlerinin yaz/kış dönemleri doğu-batı yönlü alansal değişimleri Şekil 5'te toplu olarak gösterilmiştir. Yağışlı geçen 2016 kış dönemi izleme ölçüm sonuçlarına göre NO<sub>x</sub> ortalama değerleri, Seyhan, Ceyhan ve Asi nehirleri etkisinde kalan Mersin ve İskenderun SYB'lerinde belirgin artış (>10 µM) göstermiştir. Daha az yağışlı geçen kış dönemlerinde yüzey suları nitrat ortalaması daha düşük olup genellikle 0,5-3,0 µM aralığında değişmiştir (Şekil 5). Ancak kış mevsimi yağışların en düşük olduğu 2018 yılı kış dönemi NO<sub>x</sub> ortalamaları yaz dönemi SYB sonuçları kadar düşüktür (<0,3 µM). Kış döneminde kıyusal 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 kıyıda açığa doğru azalan yüzey suları NO<sub>x</sub> derişimi gözlenmiştir. Benzer şekilde, karasal girdilerin (akarsu, seller) azalmasına bağlı olarak doğudan batıya (İskenderun'dan Marmaris Bölgesi'ne) doğru SYB'lerin NO<sub>x</sub> ortalama değerlerinde belirgin azalım eğilimi gözlenmiştir (Şekil 5). Küçük akarsuların beslediği Taşucu-Marmaris arasındaki SYB'lerde (SYB10-22) özellikle yaz döneminde NO<sub>x</sub> derişimi üst tabakada düşüktür (<0,2 µM). Açık deniz alanını da kapsadığında nehir etkisinin zayıf olduğu DDB'lerde NO<sub>x</sub> 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 5). Kış döneminde düşey karışımların etkisi ve NO<sub>x</sub> tüketim hızının azalmasına bağlı olarak referans alan ve DDB ortalama NO<sub>x</sub> değerleri yaz dönemine kıyasla yaklaşık 2 kat artmıştır



**Şekil 5.** 2014-2019 izleme döneminde NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>-N (NO<sub>x</sub>) kış (mavi) ve yaz (kırmızı) dönemleri yüzey suyu konsantrasyonlarının (0-10m ortalama) 22 SYB ve 4 DDB'deki ortalama değerleri

Kıta sahanlığında 100 m derinliğin altına yeterli güneş ışığı ulaşmaz (Seki derinliği <30m); üst tabakadaki NO<sub>x</sub> fotosentez yoluyla tüketilir ve fotik tabakadan çökelen N, P içerikli organik maddenin parçalanmasıyla dip sularda düşük seviyede NO<sub>x</sub> artışı gözlenmiştir. Bölgenin kıyı suları dip sularının yenilenme süresi iç körfezlerde en fazla bir yıl olduğundan referans Doğu Akdeniz dip sularında belirgin NO<sub>x</sub> birikimi ve yıllık artış/birikim eğilimi gözlenmemiştir.

İnsan kaynaklı baskıların temel göstergelerin başında NH<sub>4</sub> (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<sub>4</sub> değerleri yaz döneminde İç Körfezin sığ kirli noktalarında ölçülmüştür. Kıyıdan açığa doğru fiziksel seyrelmenin etkisiyle NO<sub>x</sub> ile aynı yönde azalım eğilimi gözlenmiştir. Kış döneminde kıyısız alanda artan akıntılar ve etkin fiziksel karışımlarla atıksu deşarjlarının ve akarsuların kirlilik etkisi fiziksel seyrelmeyle düşmüştür.

Özellikle yarı kapalı denizlerin kıyısız alanları ve körfezlerinde toplam fosfor (TP) konsantrasyon değerlerinde insan kaynaklı baskıların etkisiyle artış gözlenir. Özellikle tarımsal alanlardan ve evsel atıklar yoluyla kıyısız deniz alanlarına taşınan/deşarj edilen atıksu kirliliğinin en temel göstergelerinden birisi de TP

parametresidir. Ötrofikasyona neden olan karasal kaynaklı besin tuzları girdilerin alansal değişimini belirlemek amacıyla 2014-2019 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 syb ve bölge isimleri yüksek TP değerleri ölçülmüştür (Şekil 6).

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.

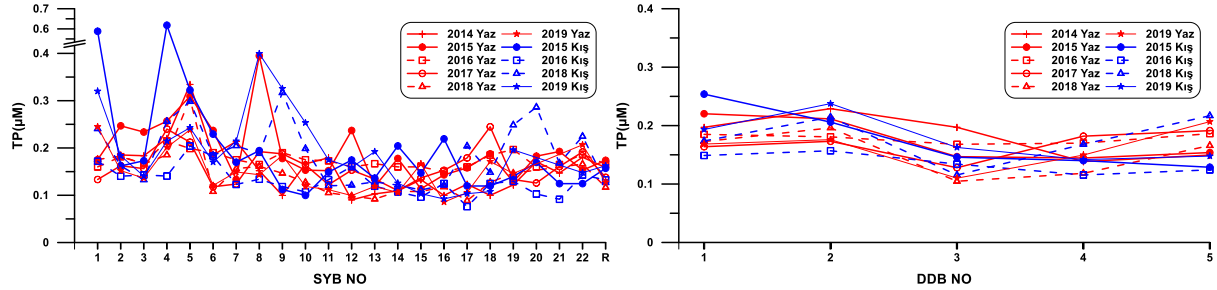
Bu gözlemler Akdeniz bölgesi kıyısız deniz alanları ve körfez sularının açık deniz sularıyla yenilendiğinin göstergesidir. NO<sub>x</sub> değerlerinde olduğu gibi, doğudan batıya

(İskenderun-Marmaris yönünde) doğru karasal baskıların zayıflaması ve daha etkin olan kıyusal 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  $\mu\text{M}$  arasında değişmiştir (Şekil 6).

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 ihtiyacının açık göstergesidir. 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.



**Şekil 6.** Akdeniz Bölgesi 2014-2019 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

### 3.2.2. Çözünmüş Oksijen

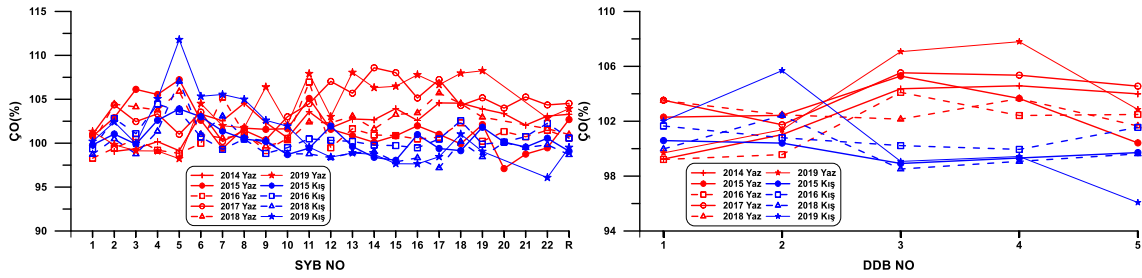
Akdeniz Bölgesi'nde 2014-2019 döneminde ölçüm yapılan tüm istasyonlarda kış ve yaz dönemlerinde yapılan çözünmüş oksijen (ÇO) doygunluk değerleri üst tabaka sularında genellikle %98-106 aralığındadır (Şekil 7). Yaz döneminde nehir sularının beslediği Doğu Akdeniz SYB'lerinde ÇO doygunluk oranı %106 seviyesine 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 7).

Akdeniz Bölgesi kıta sahanlığı üst tabakasında yaz döneminde ölçülen ÇO değerleri yaklaşık 6-6,3 mg/L (~190-200  $\mu\text{M}$ ) arasında değişim göstermiştir (Şekil 8). Kış döneminde soğuyan yüzey sularında ÇO konsantrasyonu su kolonunda artmıştır ve 7,5-8,0 mg/L (~230-250  $\mu\text{M}$ ) seviyesine kadar ulaşmıştır (Şekil 8). 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 8). Bu nedenle, kıta sahanlığı dip sularında karasal baskılara bağlı kalıcı oksijen eksikliği gözlenmemiştir.

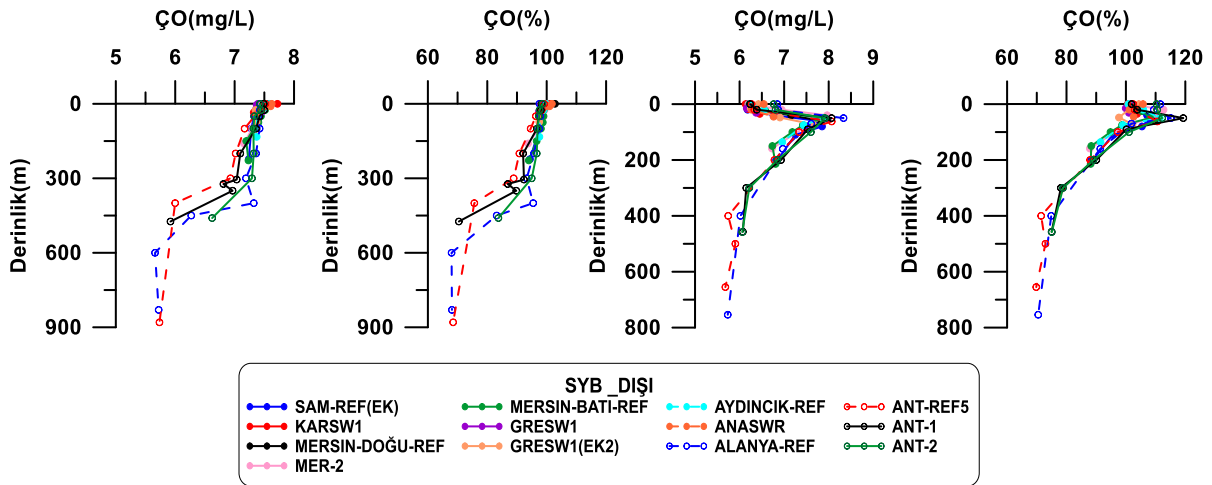
Elde edilen oksijen profillerine göre, yaz döneminde yüzeydeki sıcak ve tuzlu suların

altındaki daha soğuk ara tabaka sularında daha fazla oksijen vardır; bu derinliğe güneş ışığı ulaştığından fotosentez yoluyla suya oksijen girdisi, tüketimden fazla olmaktadır (Şekil 4 ve Şekil 8). Sonuç olarak, Doğu Akdeniz'in bilinen fiziksel özellikleri ve kış dönemi karışım derinlikleri dikkate alındığında Akdeniz Bölgesi kıyısal deniz

alanında ve körfez sularında karasal yüklerle bağlı olarak dip sulara (derinlik <100m) sadece mevsimsel oksijen eksikliği, İskenderun İç Körfezi'nde olduğu gibi, çok zayıf düzeyde gelişebilir. Etkili kış karışimleri ve dip suların yenilenmesiyle Akdeniz körfez/kıyı sularında uzun dönemli oksijen eksikliği gelişimi beklenmez.



Şekil 7. Akdeniz 2014-2019 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 (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı-Marmaris bölgesi)



Şekil 8. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda 2019 kış (sol panel) ve yaz (sağ panel) döneminde ölçülen Çözünmüş Oksijen (ÇO) değerlerinin derinlikle değişimi.

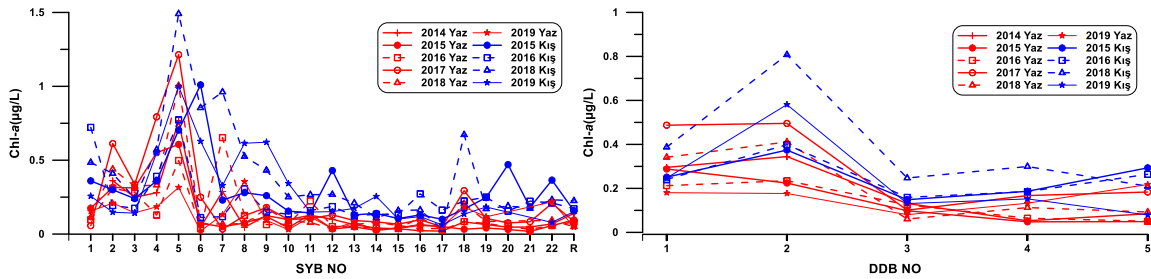
### 3.2.3. Klorofil-a

Sucul ortamda fotosentez kaynaklı biyo-kütle göstergesi olan klorofil-a parametresi, Akdeniz'de belirlenen 22 SYB içinde su kalitesi sınıflamasına yönelik olarak 2014-2019 yaz/kış dönemlerinde ölçülmüştür. Elde edilen klorofil-a (Chl-a) ölçüm sonuçlarından yüzey suları (0-10m) ortalamaları her SYB deki ve DDB alanları için hesaplanmıştır. Yaz ve kış dönemi klorofil-a alansal ve bölgesel değişimleri

Şekil 9'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 kıyısal 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 etkileşiminin zayıfladığı SYB'lerin ortalama biyokütle değerleri, kış dönemine göre oldukça düşüktür (Şekil 9). Mersin iç körfez suları, atık su deşarjı ve nehir girdilerin doğrudan etkisi altındadır. Bu kirli kıyısal 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 arttığını açıkça görülür. 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 sayımın 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 karışımaların etkisiyle kıyısal deniz alanında belirgin klorofil-a (biyo-kütle) artış gözlenmiştir ( $> 0,2 \mu\text{g/L}$ ).

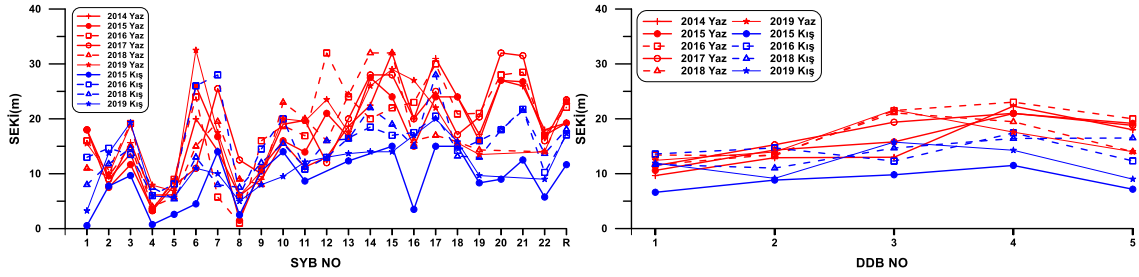


**Şekil 9.** 2014-2019 izleme döneminde yüzey suyu (0-10m) klorofil-a konsantrasyon değerleri SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamalarının mevsimsel ve alansal değişimleri

### 3.2.4. Işık Geçirgenliği (Seki Disk Derinliği)

Akdeniz Bölgesi 2014-2019 izleme çalışmalarında, deniz suyunda güneş ışığı geçirgenliğinin bir göstergesi olan Seki disk derinliği (SDD) ölçümü, 22 SYB'de belirlenen istasyonlarda

gerçekleştirilmiştir. Her SYB için hesaplanan ortama SDD değerlerinin mevsimsel ve alansal değişimleri Şekil 10'da gösterilmiştir.



**Şekil 10.** 2014-2019 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 10).

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 göstermiştir ve ötrofikasyon göstergesi olarak uygun bir değişkendir.

### 3.2.5. Ötrofikasyon Parametrelerinde Yönelim 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 alana ulaşan kirleticilerin miktarı da çok artış gösterdiği çıplak gözle daha 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 kısılmasıyla 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 (çoğalmasının) arttığı kış sonu-ilkbahar başı dönemi ölçümleriyle yapılarak, kıyı sulardaki 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 bölgenin trend eğilimlerini daha uzun veri seti ile değerlendirirken, diğer bölgeler için bu trend 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 NOx 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 11). 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 de

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. Son 3 yıllık 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 kıyısız sularıdır.

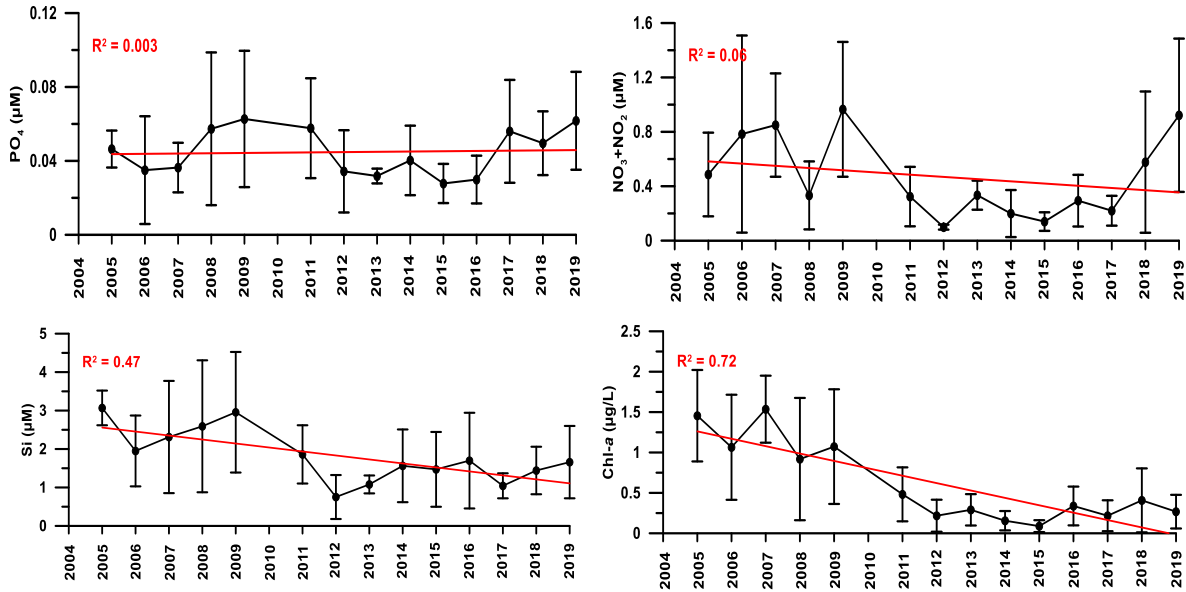
Mersin Körfezi'nde evsel atık su deşarjının arıtmasız dönemi ile arıtmalı deşarj dönemindeki NOx değerleri arasında zayıf değişim vardır (Şekil 11). Atık su deşarj bölgesi aynı zamanda Seyhan ve Berdan nehri sularının etki alanındadır ve akarsular bölgeye yüksek miktarlarda NOx taşımaktadır. Üzerinde baraj bulunan, tarım alanları sulamada ve yerleşim alanlarında kullanılan nehir sularının yaz dönemindeki debileri çok azaldığından iç körfez kıyısız deniz alanında NOx ve TP sonuçlarında önemli mevsimsel değişim gözlenmiştir. Nehir debilerin arttığı kış döneminde yüzey suları NOx derişimi artışı belirgindir.

Kış dönemindeki soğumanın ve karışımların etkisiyle üst tabakadaki sıcaklık/tuzluluk tabakalaşması kaybolur. Artan akıntılarla Körfez'de kıyı-açık etkileşimi çok daha güçlüdür. Sonuç olarak, doğu-batı yönlü genel akıntıların etkisinde olan Körfez suları, özellikle kış-ilkbahar döneminde NOx 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, kıyısız alan yüzey sularında uzun dönemli ve çok çarpıcı NOx 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 NOx ve biyo-kütle (Chl-a) derişimi değerlerindeki azalım eğilimi de desteklemektedir. Özellikle 2010 yılı öncesi (atık su arıtma sistemi faaliyeti öncesi) ve

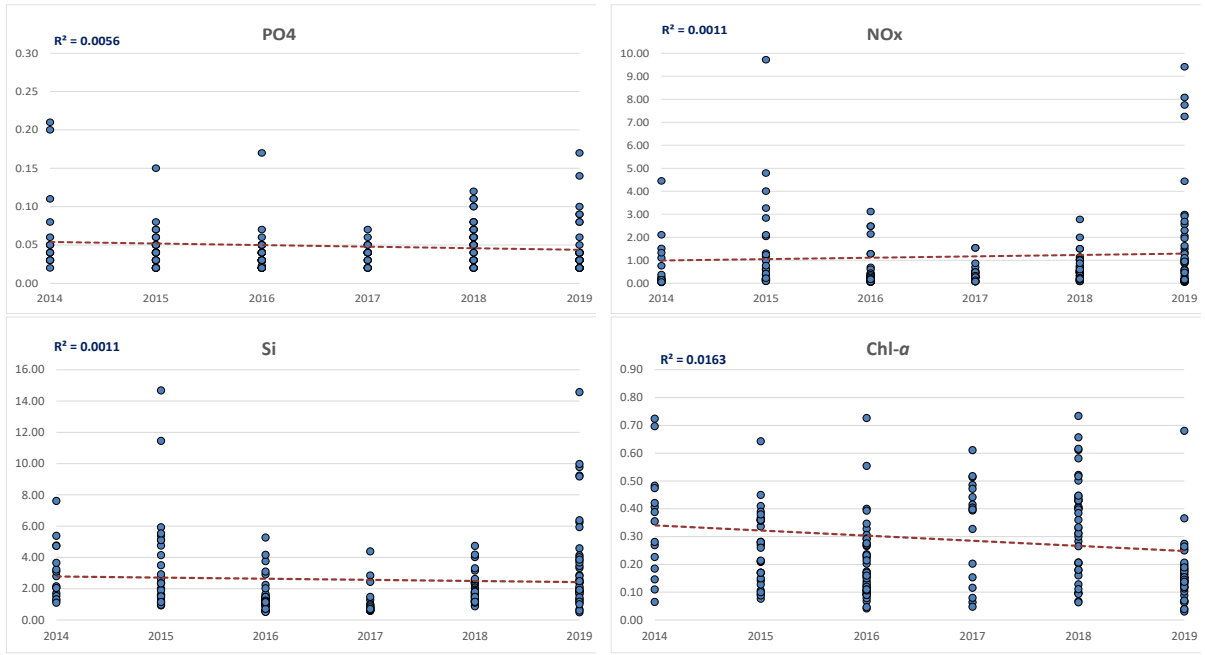
sonrası dönem karşılaştırması yapıldığında, İç-Orta Körfez sularının besin iyonları ve klorofil ortalamasında azalım eğilimi olduğu belirgindir. Karasal kaynaklı besin tuzları (azot, fosfor) girdisindeki artışın etkisiyle yarı kapalı deniz sularında reaktif silikat tüketimi artmış ve suyun silikat derişimi belirgin azalım eğilimi göstermiştir



**Şekil 11.** Mersin Körfezi bölgesi 2004-2019 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a); fosfat (PO<sub>4</sub>), nitrat+nitrit (NO<sub>x</sub>) 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 kütesinden dolayı Mersin Körfezi kadar yüksek karasal girdilere sahip olmasada dönemsel ötrofikasyona yönelimler gözlenmektedir. İskenderun Körfezinde son 6 yıllık verilerin eğilimine baktığımızda PO<sub>4</sub>, Si ve NO<sub>x</sub> değerlerinde önemli bir değişim ve trendin olduğu görülmemektedir (Şekil 12). Benzer olarak chl-a değerlerinde grafiksel olarak

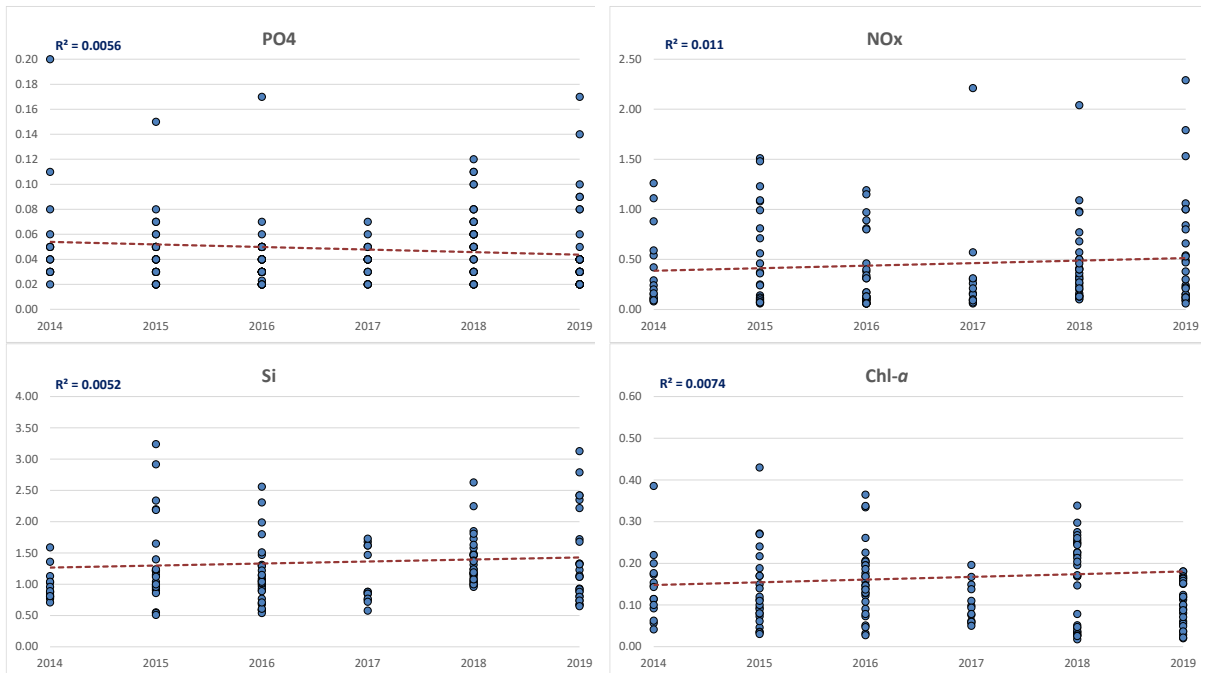
görülsede bu eğilimler bu dönem için istatistiksel olarak anlamlı gözükmemektedir. PO<sub>4</sub> değerleri yıllık yaklaşık 0,01 µM, NO<sub>x</sub> değerleri 1,0 µM, Si değerleri 3,0 µM ve Chl-a değerleri 0,3 µg/L olarak ölçülmüştür. Mersin Körfezi gibi, bu etkilenmiş alanların ve geçiş sularının mevsimsel izlemesinin tüm ötrofikasyon göstergelerini içerecek detayla ve sıklıkta özel izleme programı ile izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekir.



**Şekil 12.** İskenderun Körfezi bölgesi 2014-2019 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO<sub>4</sub>), nitrat+nitrit (NO<sub>x</sub>) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri

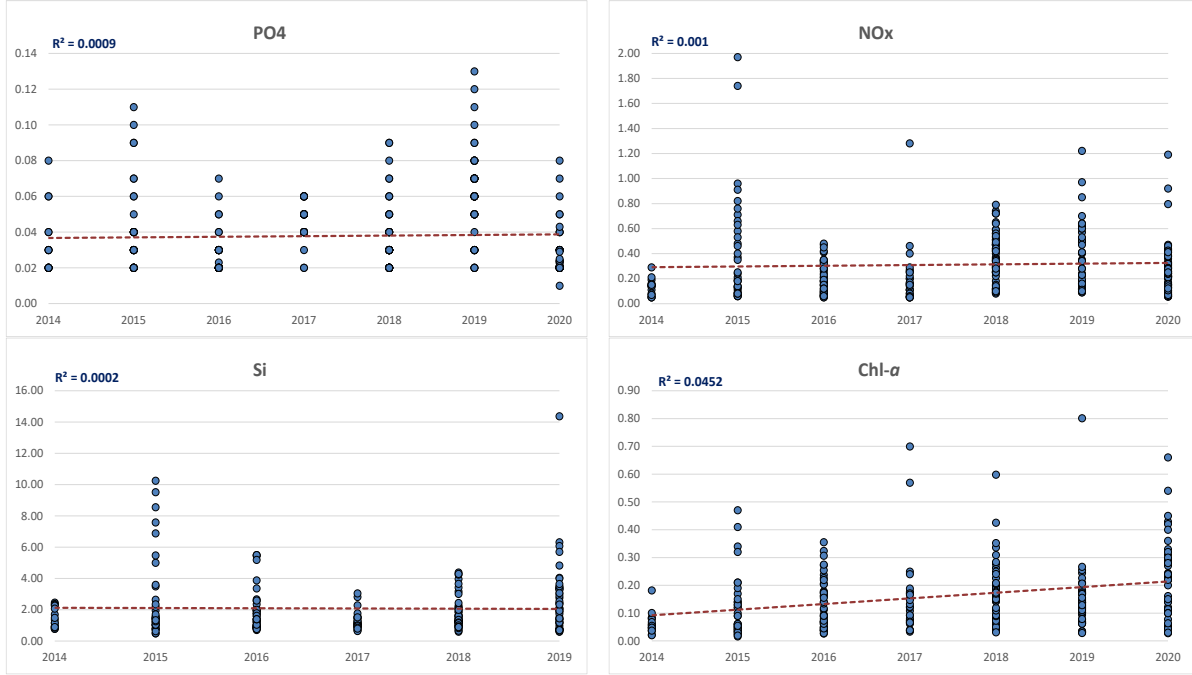
Mersin Körfezinin batısında yer alan Antalya Körfezinde açık deniz kıyı su etkileşimleri daha yüksek olmakla beraber bu bölgede bulunan nehirlerin daha düşük debili olmasından da dolayı ötrofikasyon parametreleri Mersin ve İskenderun Körfezlerine göre daha düşük seviyededir (Şekil 13). Bu bölgede besin tuzları ve

klorofil değerlerinin yıllık ortalamalarında zamansal belirgin değişimler olmamıştır. PO<sub>4</sub> değerlerinde azalan bir eğilim görülse de bu değişimin zayıf yönlü olduğu görülmektedir. NO<sub>x</sub>, Si ve klorofil değerlerindeki eğilim artan yönde olmasına karşın bu parametrelerde de artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.



**Şekil 13.** Antalya Körfezi bölgesi 2014-2019 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO<sub>4</sub>), nitrat+nitrit (NO<sub>x</sub>) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri

Finike bölgesi 2014-2019 yılı ötrofikasyon parametreleri incelendiğinde PO<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub> ve Si değerlerinin yıllar içerisinde çok değişmediği görülmektedir (Şekil 14). 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 trend 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 14. Finike Körfezi bölgesi 2014-2019 döneminde 12 mil içinde kalan istasyonlara ait klorofil (Chl-a), fosfat (PO<sub>4</sub>), nitrat+nitrit (NO<sub>x</sub>) ve silikat (Si) derişimi yönelim analizleri

Doğu Akdeniz kıta sahanlığı suları yıl boyunca fosfat iyonlarınca fakir (<0,05 µM) 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

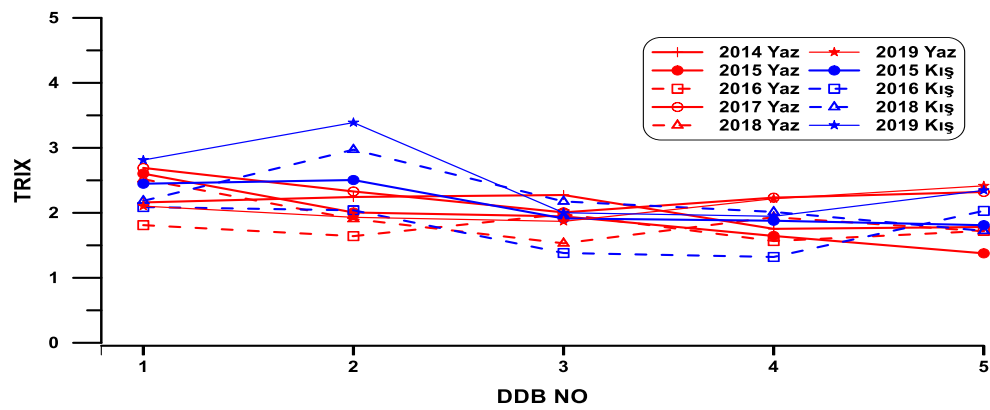
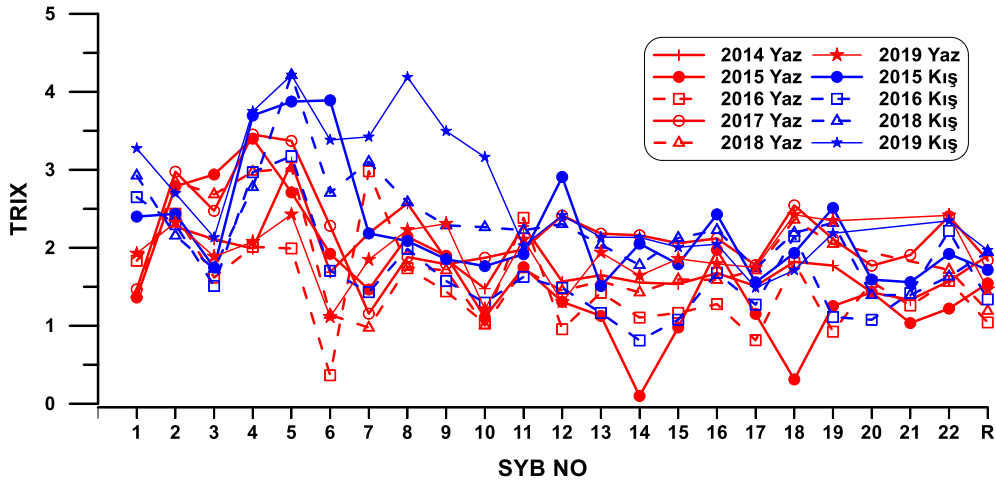
Si/NO<sub>x</sub> oranı azalmıştır. Artan besin yükü girdileri kıyı sularda süregelen fitoplankton üretimi ve bolluğunu artırmış; ancak diyatom ve diğer baskın türler oranını da olumsuz yönde etkilemeye devam etmektedir. Özellikle büyük akarsular üstüne barajların yapımı denize ulaşan yıllık NO<sub>x</sub>, Si yükleri değiştirmiş; artan barajlar ve tarımsal faaliyetlerle birlikte denize ulaşan tatlı suların Si/NO<sub>x</sub> 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 kıyısal alanlarda ötrofik duruma bir meyil söz konusudur. Noktasal olarak sıcak alanlarda yüksek (>5) olan TRIX indeksi, kıyıdan ve kirli noktalardan uzak alanları da kapsayan SYB alanı ortalaması alındığında TRIX indeksi 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 indeksi 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 kıyısal deniz alanları yüzey sularının oligotrofik özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir. Ancak, son yıllarda bölgede artan nüfus ile kirlilik yükleri İskenderun-Mersin arasındaki sığ kıyısal sularda (derinlik <20m) da çok belirgin hale gelmiştir. Kıyı sularındaki renk değişimi kalıcı hale gelmiş durumdadır ve SDD derinliği düşmüştür. Ancak bu bölgedeki kıyıya yakın alanda yeterli sayıda ölçüm noktaları yoktur ve sistematik gözlem yapılamamaktadır. Bu alanlarda daha fazla gözleme ihtiyaç vardır.

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 15). 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). Akdeniz bölgesinde SYB'lerin mevcut trofik durum tespitinin, revize TRIX skalası ve Baltık Denizi'nde uygulanmaya başlanan multi-metrik (çok parametrelili) HEAT sınıflamasına göre yapılması halinde daha güvenilir sonuçlara ulaşılabilecek ve alan ölçekli eğilim belirleme daha güvenilir olacaktır.



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 15.** 2014-2019 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

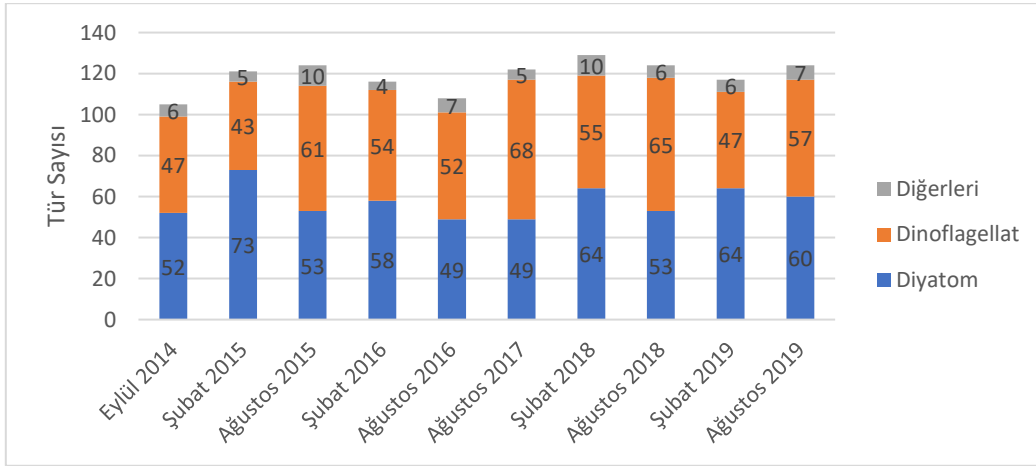
trofik seviyelerinde, pelajik balıklar ve kafadanbacaklılar yer alır. Su kolonunda oluşan besin zincirine su kuşları ile deniz memeli ve reptilleri de dahildir. DŞÇD T1 (biyolojik çeşitlilik), T2 (yabancı türler) ve T4 (besin ağı)'ü destekleyen izleme bileşenidir.

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

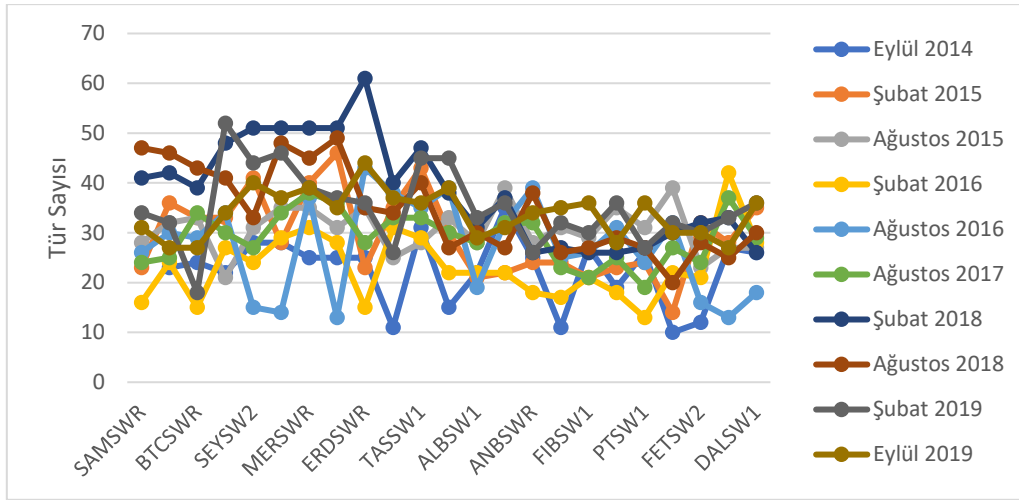
### 3.3.1. Fitoplankton

2014-2019 Yılları arasında kış ve yaz dönemlerinde 25 istasyonda fitoplankton örnekleme yapılmıştır. Akdeniz Bölgesi yüzey sularında 2014-2019 döneminde elde edilen fitoplankton bolluk (birim hacimde hücre sayısı) ortalama sonuçları toplu olarak gruplar bazında değerlendirildiğinde, kış ve yaz dönemlerinin tamamında diyatome türü planktonların dinoflagellat ve diğer gruplara oranla belirgin şekilde baskındır (Şekil 18). Bu durum Akdeniz kıyısal deniz alanı sularında diyatome ağırlıklı plankton bolluğu olduğu ve bir anlamda sağlıklı ekosistem yapısında sahip olduğunu göstermektedir. Toplu olarak verilen sonuçlar, farklı basenler bazında değerlendirmeye alındığında yüzey suları ortalama diyatome sıklığı açısından Mersin Körfezi'ni ( $4.4 \times 10^5$  hücre/litre) sırası ile Antalya ( $1.4 \times 10^5$  hücre/litre), İskenderun ( $1.2 \times 10^5$  hücre/litre) ve Finike ( $5.1 \times 10^4$

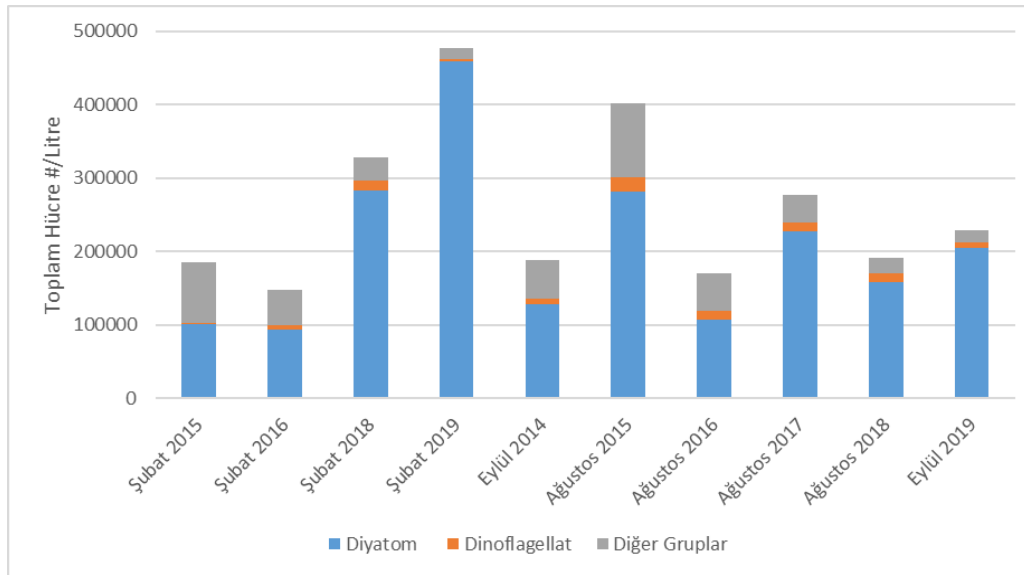
hücre/litre) izlemişlerdir. Bu sonuçlar klorofil ve besin iyonları bölgesel dağılımı ile de uyumludur. Dinoflagellat bolluğu açısından yine Mersin Körfezi'ni ( $1.5 \times 10^4$  hücre/litre) sırası ile İskenderun ( $9.0 \times 10^3$  hücre/litre) Antalya ( $7.4 \times 10^3$  hücre/litre) ve Finike ( $4.6 \times 10^3$  hücre/litre) izlemişlerdir. Diyatome ve dinoflagellat harici diğer grupların da bölgelere göre bolluk sırası değişmemiş; en fazla Mersin Körfezi'nde, ( $8.8 \times 10^4$  hücre/litre) sırası ile İskenderun ( $5.7 \times 10^4$  hücre/litre) Antalya ( $2.9 \times 10^4$  hücre/litre) ve Finike ( $2.5 \times 10^4$  hücre/litre) bölgesinde ölçülmüştür. Akdeniz bölgesi 2014-2019 yaz dönemi ortama sonuçlarına göre; en yüksek Ağustos 2015 döneminde, en düşük ise Ağustos 2016 döneminde oluşturmuştur (Şekil 18). Kış dönemi sonuçlarına göre; Şubat 2019'da en yüksek , şubat 2016 ise en düşük plankton bolluğunun ölçüldüğü kış dönem olmuştur.



Şekil 16. Farklı fitoplankton gruplarının zamanla tür sayısı değişimleri



Şekil 17. Yıllara göre istasyonlardaki tür sayısı değişimleri



Şekil 18. Akdeniz yüzey sularında farklı fitoplankton gruplarının yıllar içinde sıklık (birim hacimde toplam hücre sayısı bolluğu) dağılımları

### Fitoplankton Bolluk değişimi

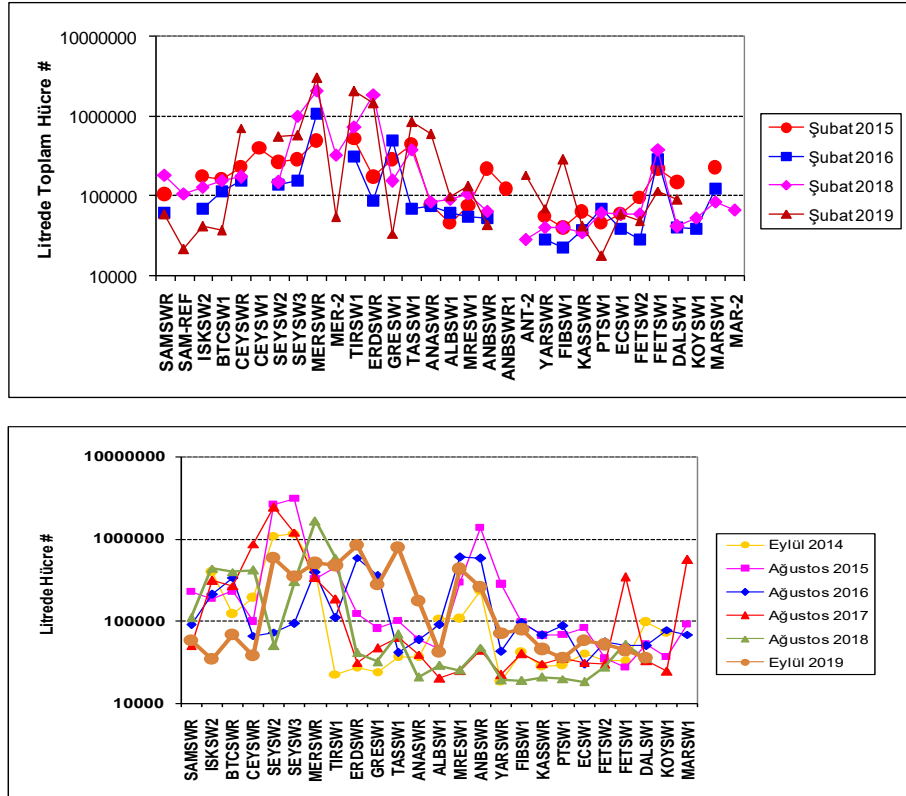
Akdeniz Bölgesi 2015-2019 kış dönemleri istasyon bazlı ortalama hücre bolluğu değişimi Şekil 19'te çizilmiştir. Elde edilen dağılımlara göre; en yüksek hücre bolluğu ( $4.3 \times 10^5$  hücre/litre) Şubat 2019 döneminde ölçülmüştür. En düşük sayı ise Şubat 2016 dönemindedir (Şekil 19). Şubat 2015 ve Şubat 2019 arası yapılan toplam 4 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

( $6.14 \times 10^5$  hücre/litre) İskenderun Körfezi'ne oranla 3.8 kat ( $1.61 \times 10^5$  hücre/litre), Antalya Körfezi'ne oranla 6.8 kat ( $9.07 \times 10^4$  hücre/litre) ve Finike Körfezi'ne oranla 7.1 kat ( $8.66 \times 10^4$  hücre/litre) daha zengin popülasyona sahip olduğu görülmektedir.

Akdeniz Bölgesi 2014-2019 yaz dönemi yüzey ortalaması sonuçlarına göre (Şekil 19); Ağustos 2015 döneminde hücre bolluğu en yüksek ( $4.02 \times 10^5$  hücre/litre), en düşük ise Ağustos 2016 döneminde

ölçülmüştür ( $1.7 \times 10^5$  hücre/litre). Eylül 2014 ve Eylül 2019 döneminde diğer yıllarda Ağustos ayında yapılan toplam 6 yaz seferine ait tüm fitoplankton istasyonlarında elde edilen verilerden hesaplanan 4 farklı deniz alanı için yüzey suyu ortalama değerlerine göre hücre sıklığı en fazla Mersin Körfezi'ndedir ( $4.64 \times 10^5$

hücre/litre); İskenderun Körfezi'nde 2.1 daha düşük ( $2.25 \times 10^5$  hücre/litre); Antalya Körfezi'ndeki ortalama hücre bolluğu İskenderun'a yakındır ( $2.38 \times 10^5$  hücre/litre). En düşük sayı Finike Körfezi'ndedir; Mersin Körfezi'ne kıyasla 7.1 kat ( $6.6 \times 10^4$  hücre/litre) daha düşüktür.



Şekil 19. Toplam fitoplankton bolluk değişimi (Üst:Kış, Alt:Yaz)

Toplam 10 dönemin (6 yaz, 4 kış) fitoplankton alansal dağılım sonuçları incelendiğinde doğudan batıya tüm seferlerde farklı bölgeler için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Doğu Akdeniz açık suları aşırı oligotrofik sistem olarak bilinmesine karşın kuzeydoğusundaki geniş kıta sahanlığı bölgenin büyük akarsularının etkisindedir ve fazla miktarda besin tuzu girdisi vardır. Bu da doğrudan plankton üretimi ve bolluğunu etkilemektedir. Görece geniş sığ kıta sahanlığına sahip Mersin ve İskenderun körfezleri üretim yönünden açıklara ve batı kıyı sularına oranla taban tabana zıt zengin ekosistemleri barındırır. Göksu nehri batı tarafında (Anamur yönünde) ise bu tatlı su etkisi

giderek kaybolmuştur; Özellikle Taşucu-Alanya arası kıyı boyunca oligotrofik açık su karakterinde sular gözlenmektedir. Batıda tatlı su etkisi özellikle Antalya iç körfezde Manavgat, Köprü ve Aksu ırmaklarının beslediği alanlarda gözlenmektedir. Özetle doğudan batıya su kalitesinde artış (oligotrofik özellik), fitoplankton bolluğunda doğal olarak belirgin düşüş olmuştur. Ancak, özellikle yaz döneminde Mersin ve İskenderun Körfezlerine benzer şekilde Antalya ve Fethiye iç körfez sığ sularında ötrofik koşulların gelişim sinyalleri alınmaktadır.

Kış dönemlerinde görülme sıklıkları en yüksek olanlar diyatomlardan *Chaetoceros*



*socialis*, *Chaetoceros* sp., *Cylindrotheca closterium*, *Bacteriastrum delicatulum*, *Asterionella japonica*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Nitzschia tenuirostris*, *Skeletonema costatum*, dinoflagellatlardan *Amphidinium* sp, *Gonyaulax grindleyi*, *Prorocentrum minimum*, *Ceratium kofoidii*, *Heterocapsa* sp, kokkolitoforit *Emiliana huxleyi* ve cryptofit *Hillea fusiformis*'tir.

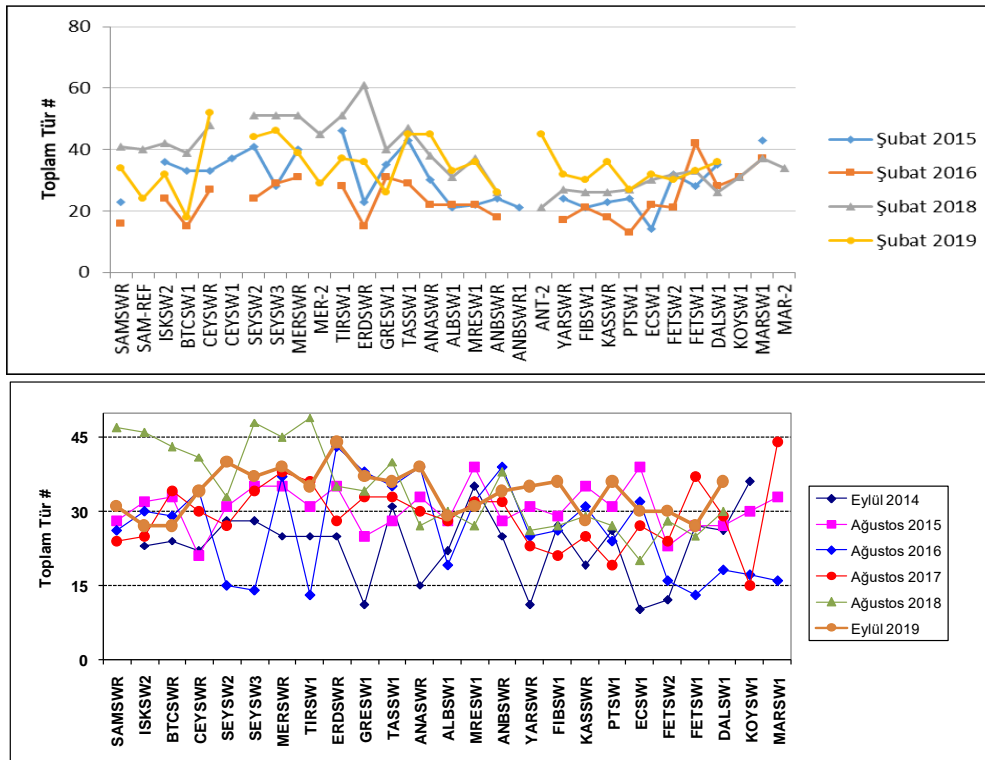
Yaz dönemlerinde görülme sıklıkları en yüksek olanlar diyatomlardan *Nitzschia*

*tenuirostris*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Thalassiosira* sp., *Chaetoceros brevis*., *C. tortissimus*, *C. simplex*, *C. Didymus*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Rhizosolenia styliformis*, *Leptocylindrus danicus*, dinoflagellatlardan *Heterocapsa* sp., *Oxytoxum variabilis*, *Oxytoxum crassum*, *Gymnodinium* sp, *Prorocentrum minimum*, *Amphidinium* sp. kokkolitoforit *Emiliana huxleyi* ve cryptofit *Hillea fusiformis*'tir.

### Tür Sayısı Değişimi

Ortalama tür sayısı Şubat 2018'de en yüksek sonra sırası ile Şubat 2019, 2015 ve 2016 olarak (sırası ile ortalama 38, 35, 30 ve 24 tür) gözlenmiştir. Her dört kış dönemi ortalama tür zenginliği açısından Mersin Körfezini sırası ile İskenderun, Finike ve Antalya körfezleri izlemiştir (sırası ile ortalama 37, 32, 28, 27 tür) (Şekil 20). Yaz dönemleri göz önüne alındığında ortalama

tür sayısı Ağustos 2018'de en yüksek sonra sırası ile Eylül 2019, Ağustos 2015, 2017, 2016 ve en düşük olarak Eylül 2014 döneminde (sırası ile ortalama 35, 34, 31, 29, 26 ve 23 tür) gözlenmiştir. Tür zenginliği açısından Mersin körfezi öne çıkmakta ve sırası ile İskenderun, Antalya ve Finike körfezleri takip etmektedir (sırası ile basen ortalamaları 32, 31, 30 ve 26 tür)



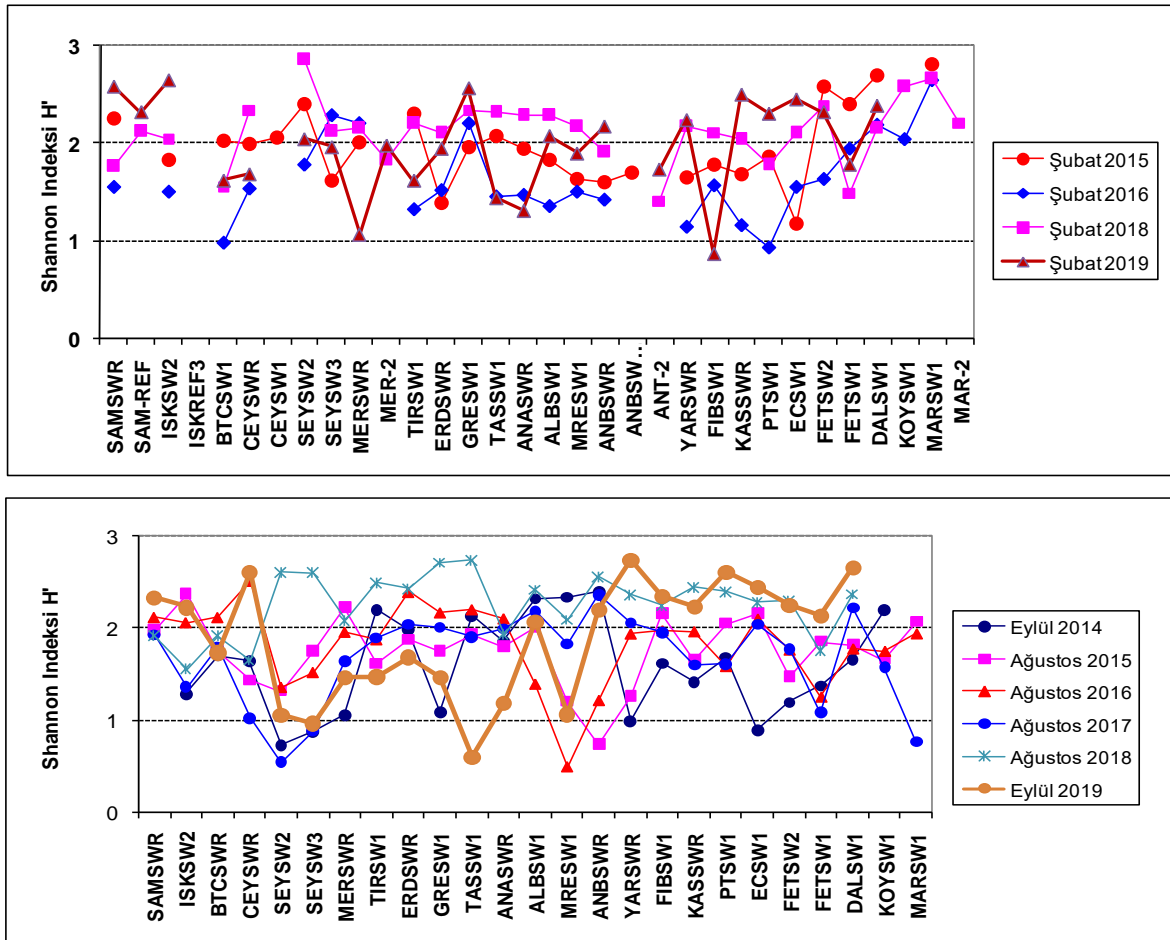
Şekil 20. Fitoplankton tür sayısı değişimi (Üst:Kış, alt:yaz)

### Tür Çeşitliliği Değişimi

Akdeniz Bölgesi SYB istasyonları tür çeşitliliği ve türlerin sayıca homojen temsiliyeti açısından incelendiğinde; Şubat 2018 dönemi Shannon indeks değerleri diğer dönemlere oranla yüksek çıkmıştır (Şekil 21). Bu değerlerin en düşük gözleendiği dönem ise Şubat 2016'dır. İstasyonlar arası farklılıklar bu dönemde önemli iniş çıkışlar göstermiştir. Türlerin sayıca homojen temsili tüm kış dönemlerinin ortalamaları göz önüne alındığında İskenderun ve Finike Körfezlerinde 0.6 Mersin ve Antalya Körfezlerinde 0.5 olarak bulunmuştur. Toplamda diğer türlere oranla az sayıda baskın türün patlama yaptığı alanlarda Shannon indeksleri düşük çıkmaktadır, bu nedenle Mersin Körfezi'nde bu indeks diğer bölgelere oranla en düşük çıkmıştır. Yaz dönemleri açısından ise Ağustos 2018 dönemi Shannon indeks değerleri diğer dönemlere oranla yüksek çıkmıştır (Şekil 21). Bu değerlerin en düşük gözleendiği dönemi ise Eylül 2014 dönemi oluşturmuştur. İstasyonlar arası farklılıklar bu dönemde de önemli iniş çıkışlar göstermiştir. Kışa benzer şekilde yaz dönemlerinde de türlerin sayıca homojen temsili en düşük düzeyde Mersin Körfezi'nde gözlenmiştir. Aynı durum Antalya Körfezi nehir etkisindeki istasyonlarda da gözlenmiştir. Bu alanlarda az sayıda tür (genelde diyatom türleri) patlama yaparak toplam sıklık içinde yüksek bir yüzdeyi temsil edebilmektedir.

**Tablo 2.** 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
<b>Bacillariophyceae</b>	29 : 52	39 : 73	26 : 53	33 : 58	29 : 49	26 : 49	36 : 64	27 : 53	37 : 64	31 : 60
<b>Dinophyceae</b>	20 : 47	16 : 43	25 : 61	18 : 54	20 : 52	24 : 68	22 : 55	23 : 65	16 : 47	22 : 57
<b>Prymnesiophyceae</b>	2 : 2	2 : 2	3 : 3	3 : 3	3 : 3	3 : 3	7 : 8	4 : 4	3 : 3	3 : 3
<b>Ebriophyceae</b>	1 : 1		1 : 1		1 : 1				1 : 1	
<b>Euglenophyceae</b>	1 : 2	2 : 2	2 : 2		1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1		1 : 1
<b>Cryptophyceae</b>	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 1
<b>Chlorophyceae</b>			1 : 1		1 : 1				1 : 1	2 : 2
<b>Cyanophyceae</b>			1 : 1							
<b>Toplam</b>	<b>54 : 105</b>	<b>60 : 121</b>	<b>60 : 123</b>	<b>55 : 116</b>	<b>56 : 108</b>	<b>55 : 122</b>	<b>67 : 129</b>	<b>56 : 124</b>	<b>59 : 117</b>	<b>60 : 124</b>



Şekil 21. Akdeniz'de fitoplankton için Shannon çeşitlilik indeksinin ( $H'$ ) kış (üst) ve yaz (alt) dönemlerinde yıllara göre dağılımı (2014-2019)

### 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 teşkil etmektedir. 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, 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. Akdeniz kıyı istasyonları boyunca zararlı türlerin bolluk dağılımları, Mersin iç körfez ve batıda FETSW1 ve MARSW1 istasyonlarında risklerin yoğunlaştığını göstermektedir. Örneğin Mersin iç körfez istasyonlarından MERSWR ve ERDSWR yanısıra uç batı MARSW1 istasyonunda zararlı türlerin toplam sıklığa oranı sırası ile yüzde 13.8, 17.4 ve 7.1 seviyelerine çıkmıştır. Bu bağlamda batı uç istasyonlara da giderek bir artışın olduğu söylenebilir. Önlem olarak iç körfezlere doğal yollar haricinde insan kaynaklı girdilerin (azot, fosfor ve silis) kontrollü olarak azaltılması önerilebilir.

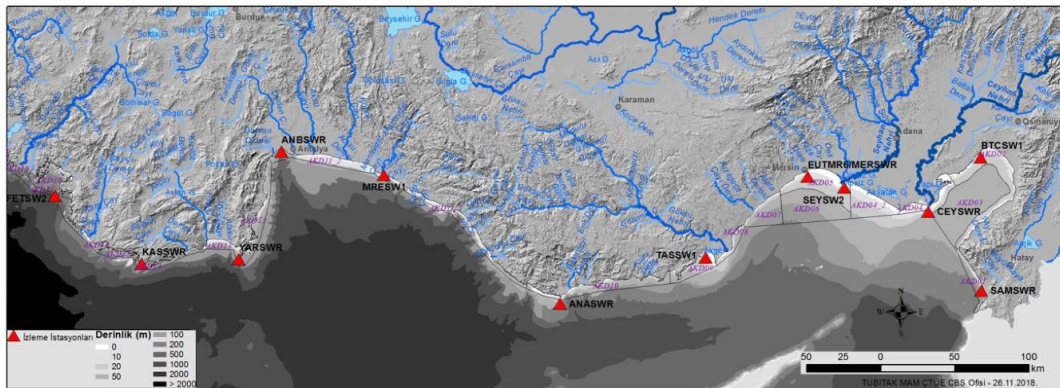
**Tablo 3.** 2014-2019 izleme dönemi yüzey fitoplanktonunda toksik / potansiyel toksik tür sayıları ve baskınlık oranları (%)

YAZ	TÜR SAYISI		BOLLUK (%)	
	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
KIŞ	TÜR SAYISI		BOLLUK (%)	
	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

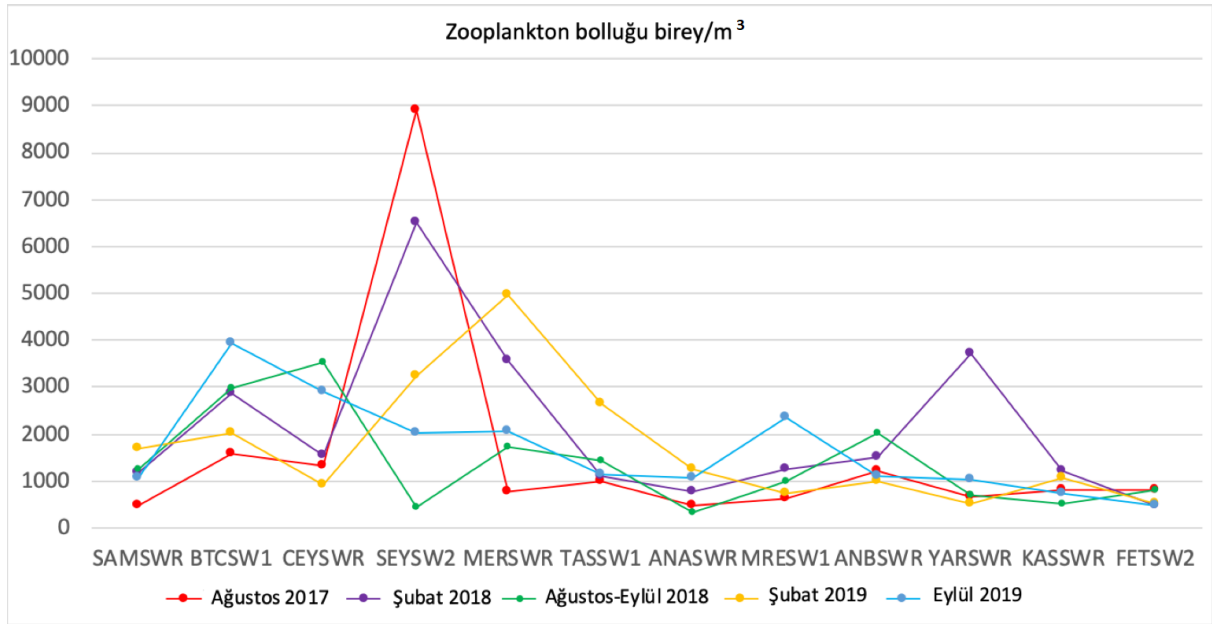
### 3.3.2. Zooplankton

“Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2017-2019” kapsamında Akdeniz’de toplam 12 istasyonda örnekleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 22). Zooplankton örnekleri 200 µm ağ göz açıklığına sahip WP-2 zooplankton kepçesi ile derinliğin 200 m’den düşük olduğu istasyonlarda dip derinliğinin 3 m yukarısından yüzeye, derinliğin 200 m’nin üstünde olduğu istasyonlarda ise 200 m’den yüzeye çekilerek alınmıştır. 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. Genel olarak değerlendirildiğinde en düşük ortalama zooplankton bolluğu 2018 yılı yaz

mevsiminde ( $1400 \pm 979$  birey/m<sup>3</sup>), en yüksek ortalama zooplankton bolluğu 2018 yılı kış mevsiminde ( $2142 \pm 1661$  birey/m<sup>3</sup>) gözlenmiştir. Zooplankton toplam bolluk miktarı ve zamansal değişimleri kıta sahanlığının geniş olduğu Mersin ve İskenderun Körfez’lerinde daha fazla olup, basenin ortası ve batı bölgelerinden belirgin bir şekilde ayrılmıştır (Şekil 23). Nehir girdilerinin ve kentsel atık suların etkilediği Mersin Körfezi’ndeki istasyonlarda (SEYSW2 ve MERSWR) bolluktaki salınım en yüksek düzeydedir (Şekil 23). Özellikle nehir girdilerinin etkisinin arttığı kış periyodunda en yüksek basen geneli ortalama zooplankton bolluk değerleri gözlenmiştir.



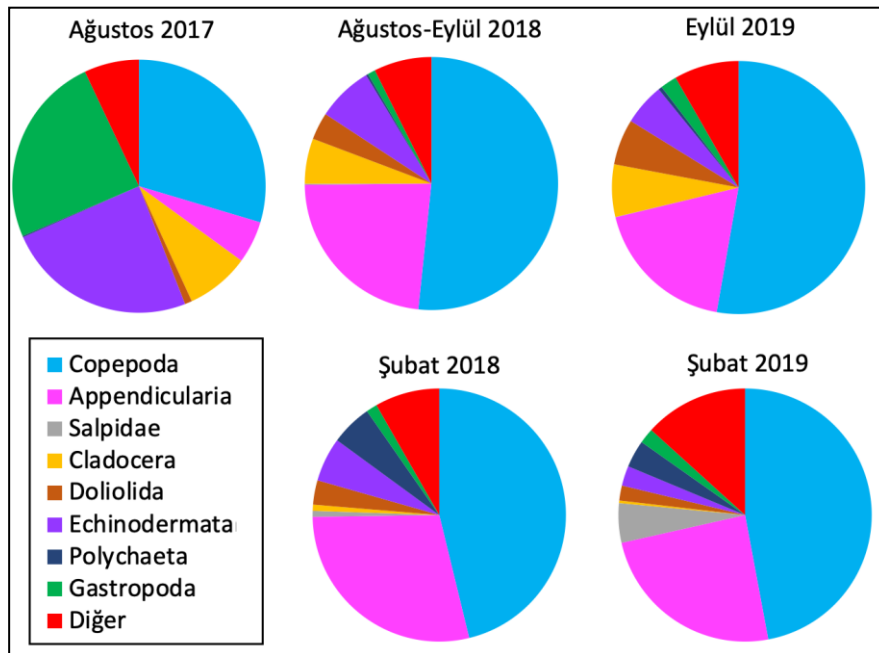
**Şekil 22.** Zooplankton örnekleme istasyonları



Şekil 23. Toplam zooplankton bolluğunun örnekleme istasyonlarındaki yıllar arası değişimleri

2017-2019 yılları arasında Akdeniz kıyılarımızda zooplankton ana gruplarının sayısı 26 (Şubat 2019) ila 28 (Ağustos-Eylül 2018) arasında değişmiştir. Tüm örnekleme periyotlarında dağılımları alansal olarak değişmekle birlikte, genel itibariyle Copepoda ve Appendicularia en baskın gruplardır. Kış periyotlarında bu

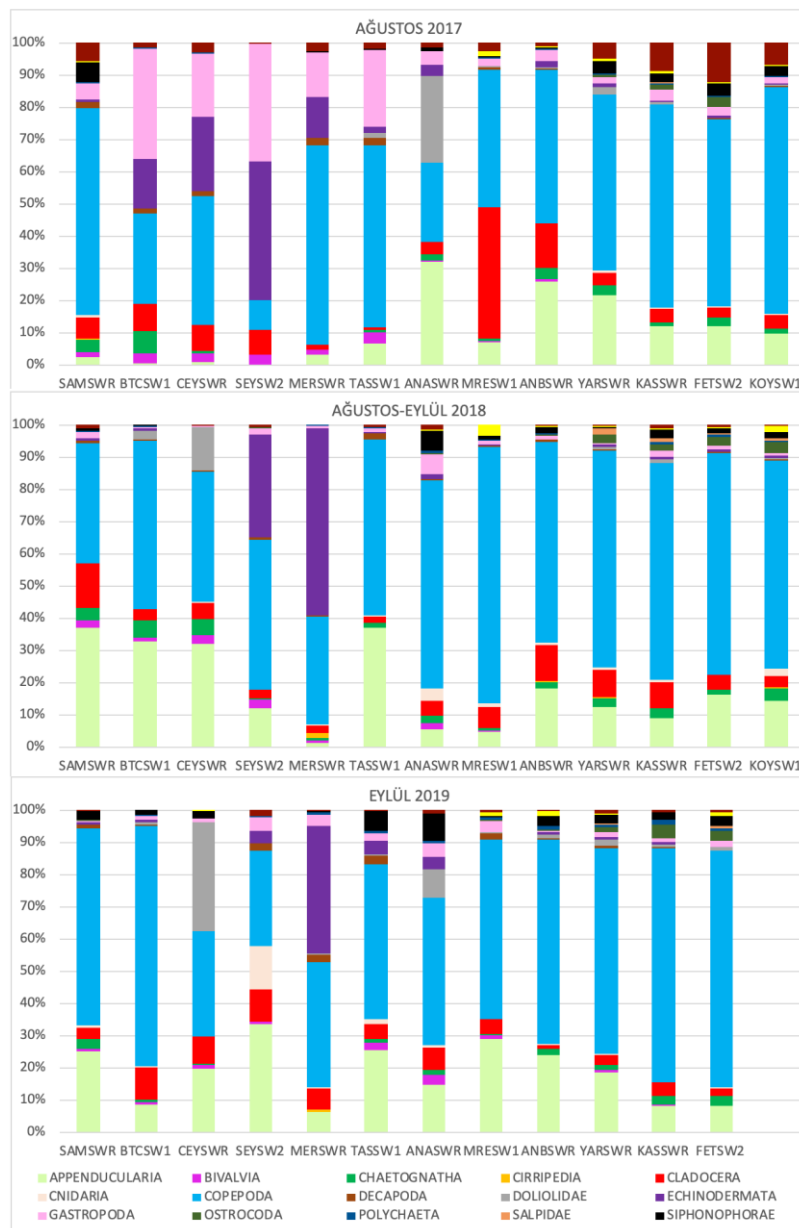
grupların yanı sıra Echinodermata ve Cladocera, yaz periyotlarında ise Polychaeta ve Echinodermata baskın gruplar arasındadır (Şekil 24). Ayrıca Şubat 2019 periyodunda İskenderun Körfezi'ndeki lokal artışından ötürü Salpidae baskın gruplar arasında yer almıştır.



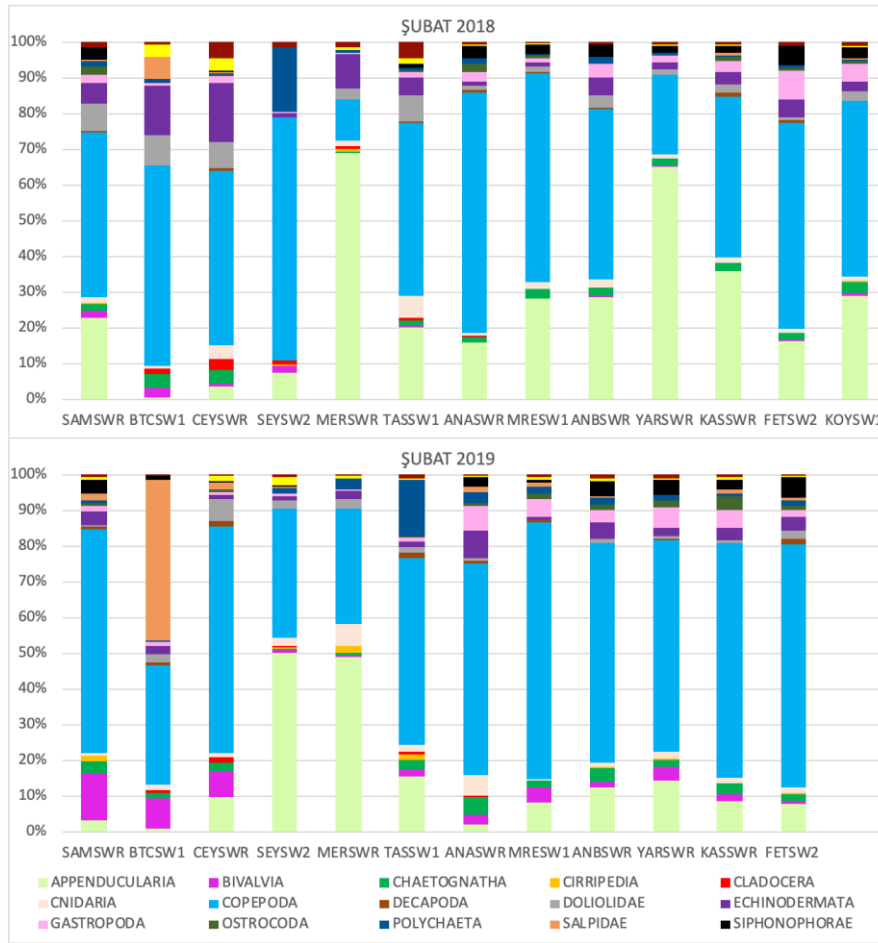
Şekil 24. 2017-2019 izleme dönemlerinde zooplankton gruplarının yüzde oranları

2017 yılı ağustos ayında zooplankton gruplarının katılımı açısından basenin doğusu ile batısı belirgin bir şekilde ayrılmaktadır (Şekil 25). Copepoda çoğu bölgede baskın gruptur. İskenderun ve Mersin Körfez’lerinde Echinodermata ve Gastropoda gruplarının oranı oldukça yüksektir. Basenin batısında ise Appendicularia’nın oransal katılımı göreceli olarak artmıştır. Manavgat nehri önünde ise Cladocera, Anamur kıyılarındaki ise Doliolida gruplarında artış gözlenmiştir. 2018- 2019 yılları yaz periyodunda

Copepoda hemen hemen tüm alanlarda baskındır (Şekil 25). Fakat oransal olarak basenin doğusunda daha düşüktür. Mersin Körfezi basenin geri kalanından farklılık göstermekte olup, Echinodermata’nın komüniteye katılımı artmıştır (Şekil 25). 2018 yılı kış periyodunda ise Copepoda ve Appendicularia baskın gruplar arasındadır (Şekil 26). Sadece BTCSW1 (Yumurtalık kıyı alanı) kodlu istasyonda belirgin ve İskenderun Körfezi’nde kışın gözlenmesi olağan olan Salpidae artışı dikkati çekmiştir.



Şekil 25. Yaz mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı



Şekil 26. Kış mevsimi zooplankton gruplarının örnekleme istasyonlarındaki oransal dağılımı

Tür sayısında örnekleme dönemleri bakımından belirgin farklılıklar gözlenmemiş olup, biyoçeşitliliğin korunduğu dikkati çekmiştir. En yüksek tür sayısı (111 tür) 2018 yılı Şubat (98 copepoda, 4 Cladocera ve 9 Chaetognatha) döneminde gözlenmiş olup, Ağustos-Eylül 2018 döneminde ise toplam 109 tür tespit edilmiştir (96 Copepoda, 4 Cladocera ve 9 Chaetognatha). 2017 yılı ağustos ayı (96 Copepoda, 5 Cladocera ve 8 Chaetognatha) ile 2019 yılı Şubat-Mart (97 Copepoda, 2 Cladocera ve 9 Chaetognatha) ve Eylül (98 Copepoda, 4 Cladocera ve 6 Chaetognatha) dönemlerinde de toplam 108 tür bulunmuştur.

Tür sayısı derinliğin düşük olduğu kıyısız istasyonlarda düşük değerdedir (Şekil 27). Kıyı açık etkileşiminin fazla, kıta sahanlığının dar olduğu alanlarda ise daha yüksek değerlerdedir. Tür sayısı Finike bölgesine kadar olan alt bölgelerde kış karışımını etkisi ile kış periyotlarında tüm istasyonlarda yüksek ölçülmüştür (Şekil 27). Finike bölgesindeki derin istasyonlarda ise ozeanik ve mezopelajik türlerin katılımı ile yaz ve kış dönemlerinde hemen hemen yakın sayıdadır. Tür sayısının yanısıra ekolojik indeks değerleri de Finike bölgesindeki istasyonlarda (YARSWR, KASSWR, FETSW2) en yüksek düzeydedir (Şekil 27). Basenin doğusunda, özellikle yaz döneminde düşmüştür. Kış döneminde ise kuvvetli kış karışımların

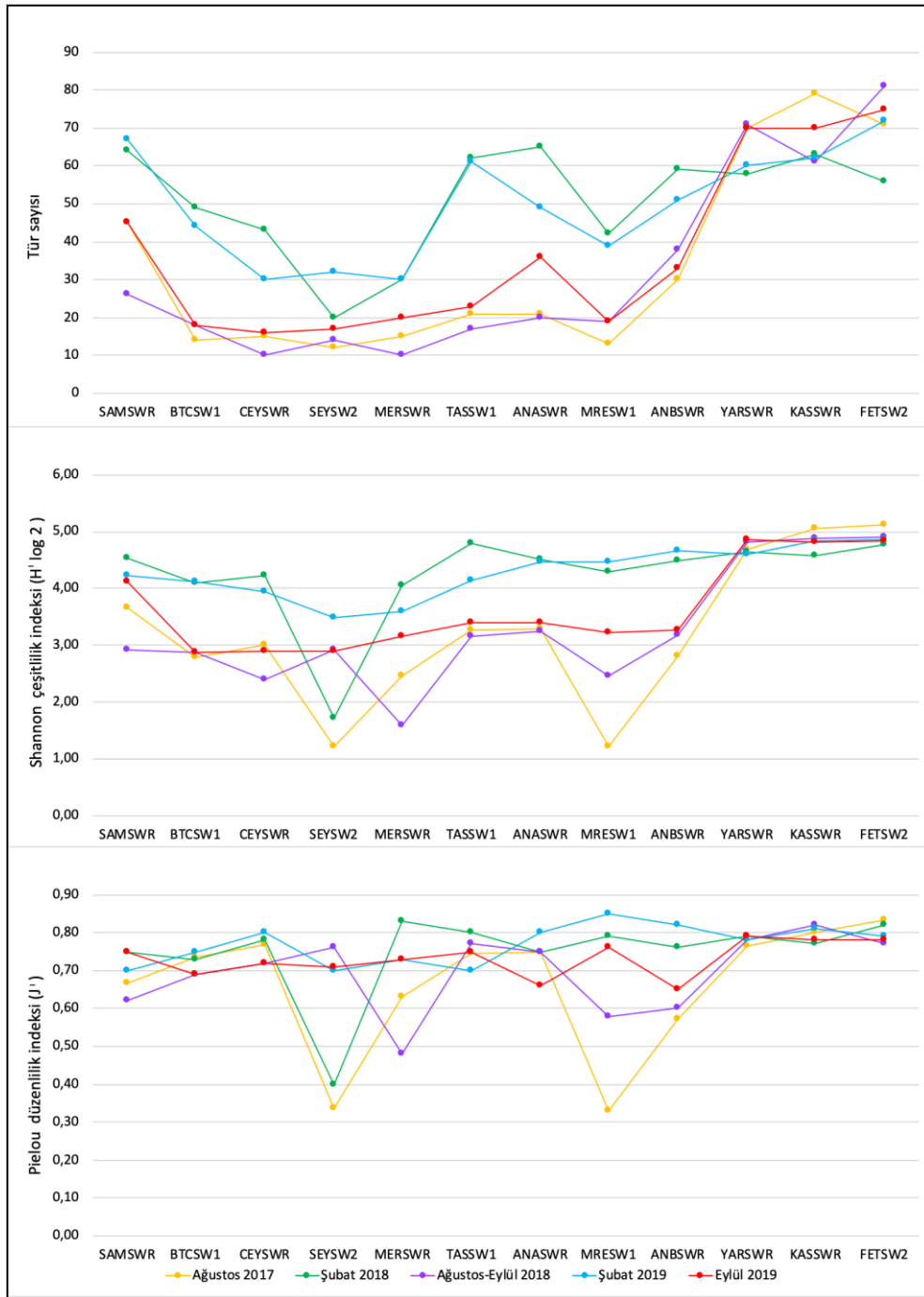
etkisiyle, özellikle kıyı açık etkileşiminin yüksek olduğu derinliğin düşük olduğu istasyonlarda körfezlerin iç bölgelerine nazaran daha yüksektir (Şekil 27). Muhtemelen yaz tabakalaşmasının etkisiyle Finike bölgesi dışındaki bölgelerde kış mevsimine nazaran daha düşük Shannon çeşitlilik indeks değerleri ölçülmüştür. Sadece 2018 yılı kış döneminde SEYSWR kodlu istasyonda yabancı Copepoda türü olan *Parvocalanus crassirostris* türünün diğer Copepoda türleri üzerindeki yüksek baskınlığı nedeniyle Shannon çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indeks değerleri oldukça düşüktür. MRESW1 kodlu istasyonda ise düşük zooplankton bolluğu gözlenmekle birlikte, tür sayısı düşük ve *Evadne spinifera* diğer türler üzerinde yüksek orada baskınlığa sahiptir. Bu da ekolojik indeks değerlerinde düşüşe neden olmuştur. Yaz döneminde fiziksel karışımların azalması ve sıcaklık tabakalaşmasının etkisiyle karasal baskıların etkisi daha belirgin olmuştur. Yaz 2018 döneminde de yine karasal etkilerin fazla olduğu Mersin iç Körfez bölgesi ile Ceyhan ve Manavgat Nehir sularının etkisindeki (MRESW1) kıyısal bölgede düşük değerler gözlenmiştir (Şekil 27).

2017-2019 yılları arasında Akdeniz kıyılarımızda *Acrocalanus gibber*, *Calanopia elliptica*, *Centropages furcatus*, *Diothona oculata*, *Ditrichocorycaeus erythraeus*, *Ditrichocorycaeus minimus indicus*, *Labidocera pavo*, *Oithona davisae*, *P. crassirostris*, *Pleopis schmackeri*, *Pontellina plumata* ve *Triconia hawii* türleri olmak üzere toplam 12 yabancı tür gözlenmiştir. Bu türler genel itibariyle yoğun populasyonlar oluşturmamıştır. Sadece *P. crassirostris* türü 2018 yılı kışın Seyhan Nehri ağzına yakın alanda yüksek

bolluk düzeyine ulaşmıştır (Kış 2017 ve 2018). Yabancı türlerin bolluk ve sayısal olarak kominiteye katılımı İskenderun ve Mersin Körfez'lerini içine alan Kilikya baseni kıyılarında daha fazladır. Ayrıca yabancı tür sayısı yaz periyotlarında daha yüksektir.

İnsan nüfusunun artışı ve buna paralel olarak kentsel atık deşarjlarında artış, taleplerin karşılanması için doğal kaynakların kullanımı, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin artışı, gemicilik faaliyetleri ve buna bağlı balast sularıyla yabancı türlerin farklı ekosistemlere taşınması gibi olaylar denizel ekosistemlerin birçoğunda biyolojik çeşitliliği etkilemekte ve buna bağlı biyokimyasal döngüleri değiştirmektedir. Antropojenik etkiler habitat ve tür çeşitliliğinin azalmasına ve buna bağlı olarak ekosistemin işleyişinde değişime yol açmaktadır. Çeşitlilik kararlılık hipotezinde ekolojik sistemlerin verimliliği, karmaşıklığa olan tepkileri ve enerjinin verimli kullanımı tür sayısı arttıkça artmaktadır. Ayrıca tür sayısı ekolojik işleyişin sigortasıdır; deniz ekosisteminin kararlılığını sağlar. Bu bağlamda tür çeşitliliği bir ekolojik sistemin sağlığını ve kararlılığını değerlendirmek için kullanılabilir en iyi araçlardan biridir. Akdeniz kıyısal sularımızda kentleşmenin yoğun olduğu İskenderun, Mersin ve Antalya Körfezlerinin özellikle iç bölgelerinde baskıların zooplankton tür çeşitliliği ve dağılımı üzerine etkisi belirgin bir şekilde görülmektedir. Seyhan, Ceyhan ve Manavgat nehirlerinin açıklarındaki bölgelerde de Pielou ve Shannon indekslerinde göreceli düşük değerler bu bölgelerdeki etkilerin derecesini göstermektedir.





Şekil 27. 2017- 2019 izleme dönemlerinde tür sayısı, Shannon çeşitlilik ve Pielou düzenlilik indekslerinin alansal dağılımı

### 3.4. Deniz Tabanı Habitatlari

Bu izleme bileşeninde makro flora, deniz çayrları, 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 direk, T2, T3 ve T4 ile de dolaylı olarak ilişkilidir.

#### 3.4.1. Makro Flora

İkinci üç yıllık izleme çalışmalarında Akdeniz kıyılarında makro flora kıyısai bölgede 2017-2019 yaz dönemlerinde toplam 22 alanda, 2014-2016 döneminde ise toplam 11 alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 28, Tablo 4). Araştırma alanlarının yıllara göre sayısal dağılımı ise 2014'te 10, 2015'te 11, 2016'da 11, 2017'de 13, 2018'de 17 ve 2019 yılında 18'dir (Tablo 1).

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 tespit edilmiştir. Bunların farklı

sınıf/filum ve yıllara göre değişimleri Tablo 4'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 oluşturdukları % örtü değerleriyle (Orfanidis ve diğ., 2011) EEI-c değeri bulunmuştur. Çalışma istasyonlarının 2019 yılındaki ESG I ve ESG II takson sayısı dağılımları Şekil 29'de sunulmuştur. Sonrasında da SÇD'ye yönelik Ekolojik Kalite Oranı  $EEI_{EQR}$  bulunmuş ve Ekolojik Durum Sınıfları (EDS) tespit edilmiştir (Tablo 5).

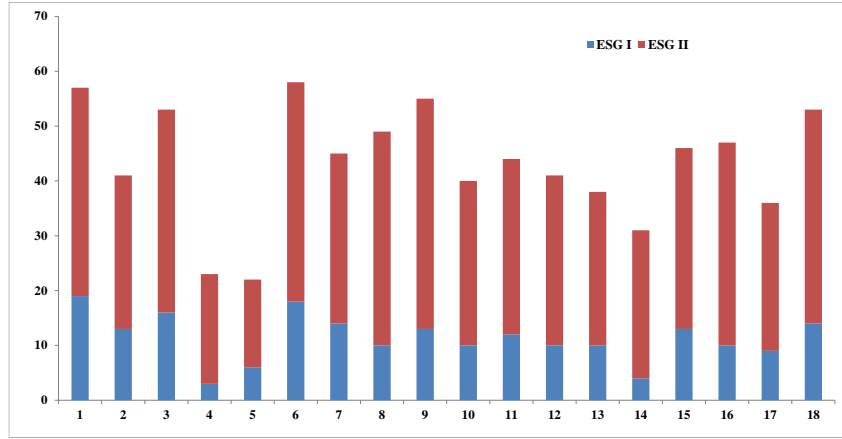


İstasyonlarda Ekolojik Değerlendirme İndeksi - (EEI) ile ortamın ekolojik durumunun belirlenebilmesi için 0-3 m derinlik aralığından doğrudan elle ya da maske-şnorkel ile serbest dalış yapılarak 20x20 cm'lik kare ile 3 tekrarlı makroflora örnekleme yapılmış, tür dağılımları ve % örtü durumu saptanmıştır.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

Şekil 28. Akdeniz makroflora istasyonları

**Tablo 4.** 2014-2019 izleme döneminde saptanan makro flora takson sayıları

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



**Şekil 29.** Akdeniz istasyonlarının 2019 yılı ESG I ve ESG II gruplarının takson sayıları (1:Marmaris, 2:Köyceğiz-İztuzu, 3:Dalaman, 4:Fethiye Dış K., 5:Eşen Ç., 6:Kaş, 7:Finike, 8:Kemer, 9:Antalya, 10:Manavgat, 11:Taşucu, 12:Silifke, 13:Erdemli, 14:Mersin K., 15:Karataş, 16:Yumurtalık, 17:İskenderun K., 18:Çevlik)

**Tablo 5.** 2014-2019 izleme döneminde makro flora çalışma istasyonlarının “Ekolojik kalite İndeksi: EEI” ile yapılan kalite sınıflandırması

S.No	İstasyon	2014 EEI-c		2015 EEI-c		2016 EEI-c		2017 EEI-c		2018 EEI-c		2019 EEI-c	
		EEI <sub>EQR</sub>	EDS	EEI <sub>EQR</sub>	EDS	EEI <sub>EQR</sub>	EDS	EEI <sub>EQR</sub>	EDS	EEI <sub>EQR</sub>	EDS	EEI <sub>EQR</sub>	EDS
1	Marmaris	te	te	0,86	ÇOK İYİ	0,87	ÇOK İYİ	0,83	ÇOK İYİ	0,9	ÇOK İYİ	0,93	ÇOK İYİ
2	Dalaman	0,63	İYİ	0,7	İYİ	0,67	İYİ	0,5	İYİ	0,67	İYİ	0,68	İYİ
3	Fethiye Dış K.	0,19	ZAYIF	0,5	İYİ	0,52	İYİ	0,5	İYİ	0,6	İYİ	0,69	İYİ
4	Fethiye İç K.	te	te	te	te	te	te	0,04	KÖTÜ	0,08	ZAYIF	te	te
5	Kaş	0,76	ÇOK İYİ	0,81	ÇOK İYİ	0,85	ÇOK İYİ	0,76	ÇOK İYİ	te	te	0,72	İYİ
6	Finike	0,59	İYİ	0,81	ÇOK İYİ	0,8	ÇOK İYİ	0,76	ÇOK İYİ	te	te	0,71	İYİ
7	Antalya	0,6	İYİ	0,65	İYİ	0,67	İYİ	0,64	İYİ	0,67	İYİ	0,69	İYİ
8	Alanya	0,4	ORTA	0,59	İYİ	0,65	İYİ	0,6	İYİ	0,64	İYİ	te	te
9	Anamur	0,77	ÇOK İYİ	0,82	ÇOK İYİ	0,84	ÇOK İYİ	0,77	ÇOK İYİ	te	te	te	te
10	Taşucu	0,75	ÇOK İYİ	0,83	ÇOK İYİ	0,81	ÇOK İYİ	0,77	ÇOK İYİ	te	te	0,85	ÇOK İYİ
11	Mersin	0,14	ZAYIF	0,21	ZAYIF	0,2	ZAYIF	0,19	ZAYIF	te	te	0,17	ZAYIF
12	İskenderun K.	0,61	İYİ	0,68	İYİ	0,7	İYİ	0,59	İYİ	te	te	te	te
13	Köyceğiz-İztuzu	te	te	te	te	te	te	te	te	0,8	ÇOK İYİ	0,77	ÇOK İYİ
14	Eşen (Geçiş Suyu)	te	te	te	te	te	te	te	te	0,34	ORTA	0,64	İYİ
15	Kemer	te	te	te	te	te	te	te	te	0,73	İYİ	0,81	ÇOK İYİ
16	Manavgat	te	te	te	te	te	te	te	te	0,82	ÇOK İYİ	0,86	ÇOK İYİ
17	Silifke	te	te	te	te	te	te	te	te	0,77	ÇOK İYİ	0,79	ÇOK İYİ
18	Erdemli	te	te	te	te	te	te	te	te	0,74	İYİ	0,94	ÇOK İYİ
19	Karataş-Batı	te	te	te	te	te	te	te	te	0,83	ÇOK İYİ	0,86	ÇOK İYİ
20	Yumurtalık	te	te	te	te	te	te	te	te	0,71	İYİ	0,8	ÇOK İYİ
21	İskenderun K.-Gölovası	te	te	te	te	te	te	te	te	0,68	İYİ	0,71	İYİ
22	Çevlik	te	te	te	te	te	te	te	te	0,78	ÇOK İYİ	0,74	İYİ

Te: test edilmedi

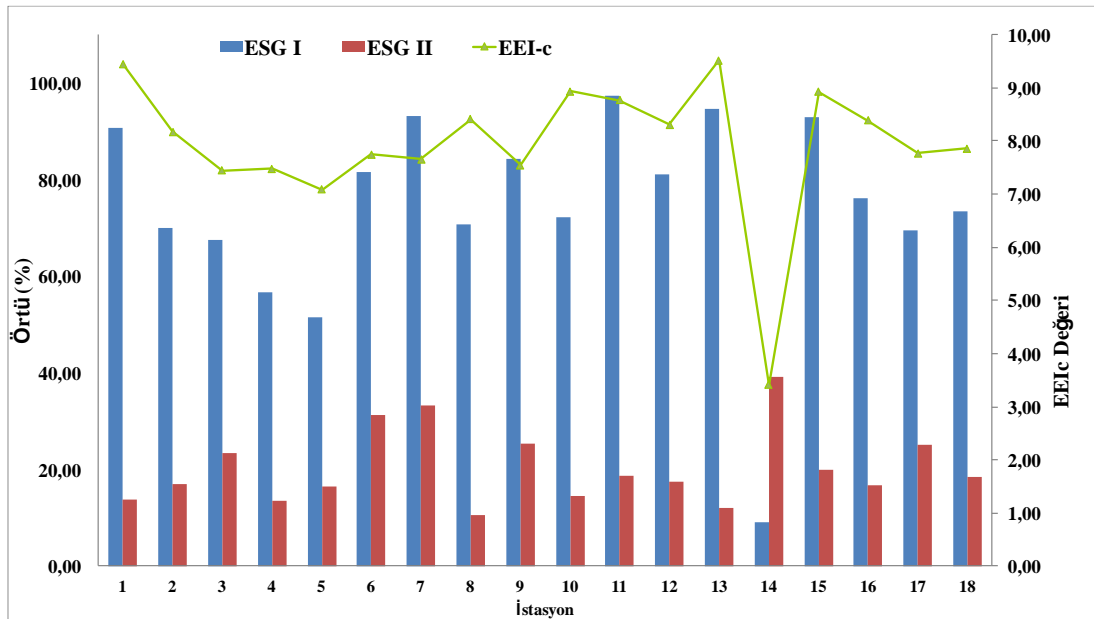
Genel değerlendirmede, 2014 yılı makroflora (makroalg ve angiosperm) ait izleme çalışmasında Akdeniz kıyılarında 10 istasyonda EEI-c ile yapılan değerlendirme sonuçlarına göre; Kaş, Anamur ve Taşucu Körfezi istasyonları “ÇOK İYİ”, Dalaman, Finike, Antalya ve İskenderun Körfezi “İYİ”, Alanya “ORTA”, Fethiye (İç Körfez) ve Mersin Körfezi istasyonları ise “ZAYIF” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. Marmaris, Kaş, Finike, Anamur ve Taşucu Körfezi istasyonları 2015 yılı sonuçlarına göre “ÇOK İYİ”, Dalaman, Fethiye, Antalya,

Alanya ve İskenderun Körfezi ise “İYİ”, ve Mersin Körfezi istasyonunun ise “ZAYIF” bir ekolojik durum sınıfındadır. Akdeniz Bölgesi 2015 yılı izleme döneminde Kemer ve Eşen Çayı bölgesinde gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 2016 yılı gözlemlerine göre; Marmaris, Kaş, Finike, Anamur ve Taşucu Körfezi istasyonları “ÇOK İYİ”, Dalaman, Fethiye, Antalya, Alanya ve İskenderun Körfezi “İYİ”, ve Mersin Körfezi istasyonunun ise “ZAYIF” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. 2015 ve 2016 yıllarında örnekleme çalışmalarına ek olarak Kemer

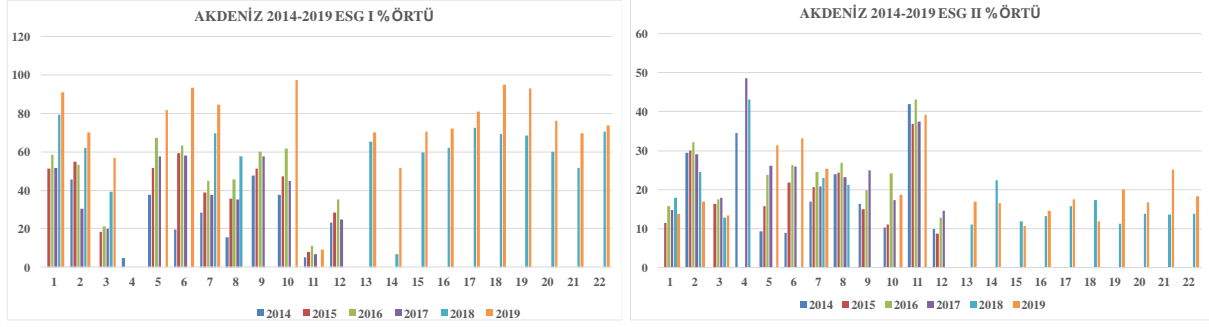
ve Eşen Çayı bölgesinde gözlem çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

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” bir 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” bir ekolojik durum sınıfında oldukları belirlenmiştir. Bu dönemde Kaş ve Finike’de gözlem

çalışması yapılmıştır. 2019 yılında çalışma yapılan 18 istasyonda, ESG I örtü yüzdesi (Orfanidis ve diğ., 2011; DİSSP, 2019) 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 (Şekil 30, Şekil 31). 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.



**Şekil 30.** 2019 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:Eşen Ç., 6:Kaş, 7:Finike, 8:Kemer, 9:Antalya, 10:Manavgat, 11:Taşucu, 12:Silifke, 13:Erdemli, 14:Mersin K., 15:Karataş, 16:Yumurtalık, 17:İskenderun K., 18:Çevlik)



**Şekil 31.** Akdeniz makro flora istasyonları 2014-2019 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**

Akdeniz kıyılarında son yıllarda özellikle yabancı ve yayılımcı Leseptsiyan türlerin (*Halophila stipulacea*, *Caulerpa scalpelliformis*, *Asparagopsis taxiformis*, *Styopodium schimperi*, *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*, *Caulerpa cylindracea* gibi) varlığı ve artışı dikkat çekmektedir. Yabancı ve yayılımcı türlerden özellikle kırmızı alg *Asparagopsis* Kaş-Finike arası bölgede yoğun bir şekilde yayılış göstermekte olup diğer bölgelerde de ipliksi tetrasporofit formu olan "*Falkenbergia*" evresinde bol olarak bulunmaktadır (Şekil 32). *Halophila stipulacea*, *Asparagopsis* spp., *Ganonema farinosum*, *Styopodium schimperi*, *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*, *Caulerpa cylindracea* gibi yabancı ve yayılımcı türlerin Batı Akdeniz ve Kuzey Ege kıyılarına doğru yayılışlarına hızla devam ettikleri gözlenmektedir. Ayrıca yeşil alg *Ulva fasciata* Samandağ'ın Çevlik kıyılarından gözlem olarak tespit edilmiştir. Kırmızı alg *Galaxaura rugose*, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarından yabancı tür olarak rapor edilmiştir (Taşkın ve diğ. 2019). Bunun yanı sıra kırmızı alg *Gayliella fimbriata* ile yeşil alg *Pseudocodium okinawense* türlerinin Akdeniz ve Türkiye kıyılarından ilk kaydı verilmiştir (Taşkın ve diğ. 2015, 2018). Korunması gerekli olan

türler ve ait oldukları habitatlar 3 ana grupta toplanabilir: 1) Kahverengi alg *Cystoseira* fasiyesleri; kahverengi alglerden *Cystoseira* türleri genelde Akdeniz'de yayılış göstermekte olup Türkiye kıyılarında yaklaşık 30 takson bulunmaktadır. İzleme çalışmasında özellikle *C. corniculata*, *C. crinita*, *C. compressa*, *Cystoseira spinosa* ve *C. spinosa* var. *compressa* tespit edilmiştir. *Cystoseira* dışında yine hassas bir diğer hassas kahverengi alg *Sargassum* olup bu cinsin türleri de karasal baskılardan ve özellikle *S. acinarum* türünün derindeki popülasyonlarının çeşitli balıkçılık faaliyetleri nedeniyle etkilendiği düşünülmektedir. 2) Denizel çiçekli bitkiler (deniz çayırları=angiosperm) fasiyesleri; deniz çayırlarından özellikle *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica* türleri araştırma bölgesinde gözlenen ve koruma altında olan türlerdir.

Bu türlerin yanı sıra bu çalışmada bulunmayan ancak literatürde kaydı bulunan ve korunması gereken türler arasında *Zostera* türleri de bulunmaktadır. 3) Kalkerli kırmızı alglar ve korallijenli habitatlar; Akdeniz için önemli bir habitat olan korallijenli habitatlar, Türkiye kıyılarında da kayalık ve taşlık bölgelerde genelde yayılış gösteren kalkerli kırmızı alg

türleri ile derinlerdeki korallijenli türleri içermektedir. Korallijenli türlerin (*Lithophyllum*, *Lithothamnion*, *Mesophyllum*, *Jania*, *Corallina*, *Halimeda*, *Flabellia* vb.) ve buldukları habitatların korunması Akdeniz ekosistemi açısından son derece önemlidir (Şekil 33).

Akdeniz’de makroflora türlerinden özellikle karasal baskının fazla görüldüğü Fethiye İç Körfez, Eşen Çayı, Mersin Körfezi noktalarında yeşil alglerden *Ulva* ve *Cladophora* türleri ile katman halindeki mavi yeşil algler (Cyanophyceae) ortamı olumsuz yönde etkilemekte ve tehdit etmektedir. Bu türler diğer istasyonlarda da zaman zaman dönemsel artışlar gösterebilmektedir. Fırsatçı yeşil alglerin yanı sıra birçok istasyonda ESG II grubu üyesi kırmızı alg türü de bulunmaktadır (Şekil 34).

Akdeniz kıyılarında yapılan örnekleme çalışmalarında *Posidonia oceanica* türü özellikle Batı Akdeniz’de yayılış gösterirken Doğu Akdeniz kıyılarında tespit edilememiştir. *P. oceanica*’nın Türkiye ve Akdeniz’deki yayılışı Giakoumi ve diğ. (2013) tarafından ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bu türün Doğu Akdeniz kıyılarında en son yayılış gösterdiği bölgenin literatüre göre Mersin-Aydıncık tarafları olduğu belirtilmektedir. 2019 yılında Marmaris ve Manavgat istasyonlarından örneklenmiş olup bu örnekleme istasyonları dışında Dalaman, Fethiye, Kalkan, Kaş, Kekova, Alanya kıyılarında da yayılış gösterdiği bilinmektedir (Şekil 36).

Batı Akdeniz’de bulunan istasyonlarda genelde tespit edilmemesinin nedeni örnekleme derinliği ve habitatından kaynaklanmaktadır. Yabancı ve yayılcı angiosperm *Halophila stipulacea* türü Antalya falez bölgesinden örneklenirken, İskenderun ve Mersin kıyılarında da varlığı bilinmekte olup Kuzey Ege kıyılarına kadar yayılışına devam etmektedir. *Cymodocea*

*nodosa* türü Marmaris ve Köyceğiz-İztuzu istasyonlarından örneklenmiş olmasına karşın Antalya, Mersin ve İskenderun Körfezlerinin farklı bölgelerinde yayılış gösterdiği bilinmektedir. *C. nodosa*, İskenderun Körfezi ile Adana Yumurtalık bölgesinde oldukça yaygın bulunmaktadır, ancak Yumurtalık Lagününde 2019 yılı itibariyle yapılan gözlem sonucunda popülasyonun çok azaldığı görülmüş olup bölgedeki balıkçılarla yapılan görüşmelerle de bu durum teyit edilmiştir. Diğer deniz çayırlarından *Zostera noltei* yine Yumurtalık Lagününde (Adana) gözlem olarak tespit edilmiştir.

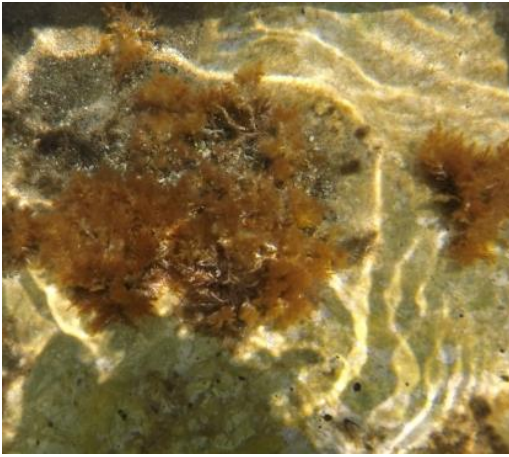
MA-LUSI Değerlendirmesi: MA-LUSI, LUSI indeksinden farklı olarak, makroalg toplulukları üzerine etkili marikültür, kanalizasyon deşarjı, liman ya da düzensiz tatlısu girişleri gibi diğer bazı baskıları da içermekte olup özellikle sığ sulardaki makroalg toplulukları için kullanılabilir (Flo ve diğ., 2011, 2019; MEDGIG, 2013). MA-LUSI indeksi marikültür, sedimandan besin maddesi taşınımı, şehirleşme, ticaret ve endüstri, tarım, düzensiz tatlısu girişi, liman, geçmiş trofik durum gibi baskı-etkileri içermekte olup her kategorinin bir puanlaması mevcuttur. 2017-2019 yılları arasındaki izleme çalışmalarında her bir örnekleme istasyonunun MA-LUSI değeri hesaplanmış olup elde edilen değerlerin etki indeksi (EEI-c) ile ilişkisi test edilmiştir. 2019 yılında baskı indeksi (MA-LUSI) ve etki indeksi (EEI-c) arasındaki değerlendirme sonucunda diğer dönemlerdeki gibi negatif lineer bir ilişki bulunmuştur (Şekil 36). MA-LUSI 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 32. Yabancı ve yayılımcı kırmızı alg *Asparagopsis taxiformis* (Finike)



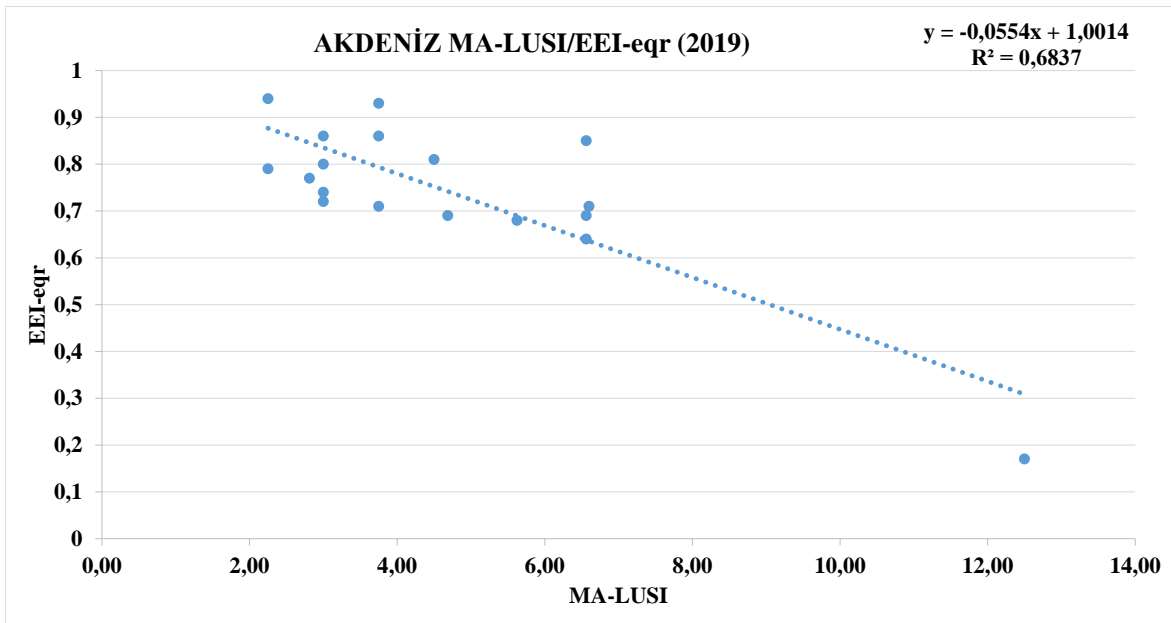
Şekil 33. Hassas kırmızı alg *Corallina officinalis* (Antalya)



Şekil 34. Toleranslı kırmızı alg *Laurencia obtusa* (Marmaris)



Şekil 35. Deniz çayırı *Posidonia oceanica fasciyesi* (Marmaris)



Şekil 36. Akdeniz istasyonlarının MA-LUSİ ve EEI-c ilişkisi



### 3.4.2. Makrozoobentos

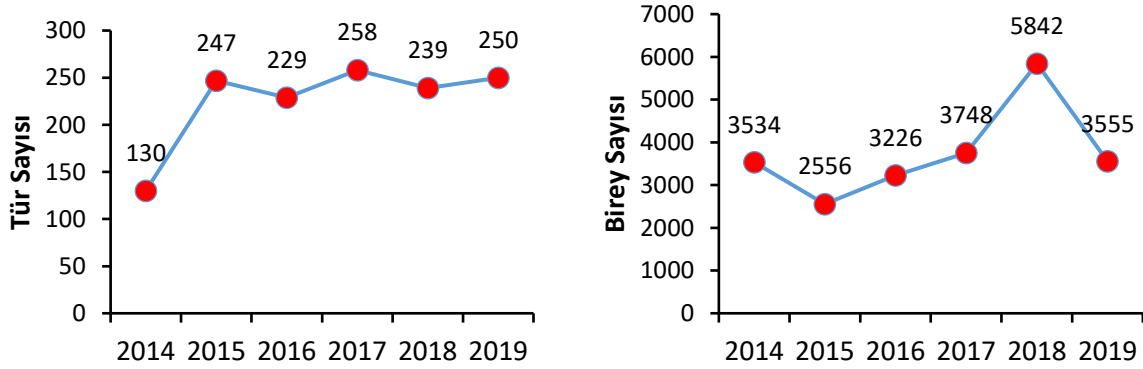
Akdeniz’de 2014-2019 yıllarının yaz/sonbahar aylarında 15-17 istasyonda, 12–90 m derinlik aralığında, 3 replikatlı yumuşak substrat bentik örnekler standart bir Van Veen Grab ile alınmıştır (Şekil 37). Örnekler 0,5 mm göz açıklığına sahip elekten geçirilmiş ve elek üzerinde kalan materyal kavanozlara konularak %4’lük formaldehit ile fikse edilmiştir.

Elde edilen bireylerin uzman araştırmacılar tarafından tayinleri yapılmış ve %70’lik alkolde saklanmıştır.

Akdeniz’de örnekleme dönemlerinde belirlenen toplam makrozoobentik tür sayısı 130 (2014 yılı) ile 258 (2015 yılı) arasında, toplam birey sayısı ise 2556 (2015 yılı) ile 5842 (2018 yılı) arasında değişim göstermiştir (Şekil 38).



Şekil 37. Akdeniz makrozoobentos istasyonları

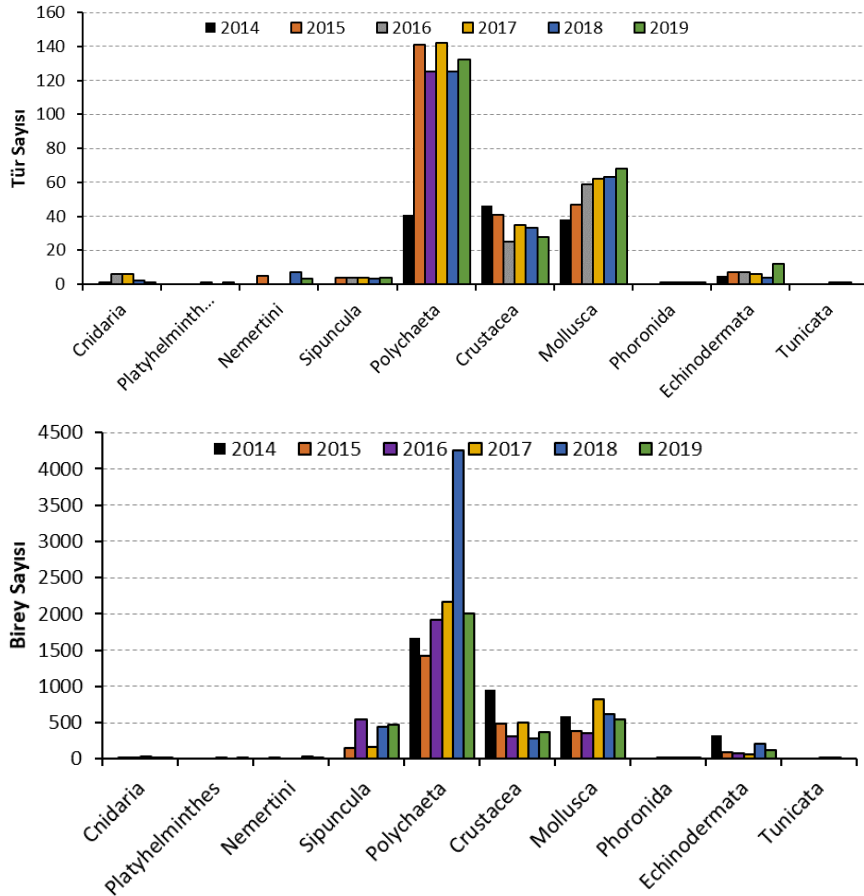


Şekil 38. Akdeniz ’de 2014-2019 yılları arasında tespit edilen makrozoobentik tür ve birey sayısı.

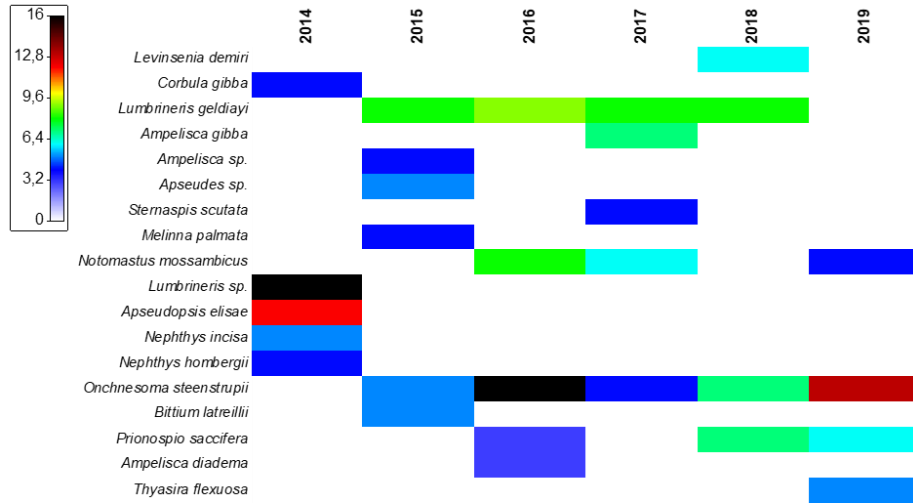
Araştırma bölgesinde son 6 yılda tespit edilen tür ve birey sayılarının büyük bir kısmı (>%50-60; 2018 yılında toplam bireyin %73’ü) Polychaeta grubuna dahildir (Şekil 39). Bu grubu Mollusca ve Crustacea takip etmektedir. 2014 yılı hariç diğer yıllarda Polychaeta grubu bölgede 120’den daha fazla türle ve 1400’den fazla bireyle (2018 yılında 4249 birey) temsil edilir.

2015-2019 yılları arasında Akdeniz’deki istasyonlarda en baskın

türler Şekil 40’de verilmiştir. Yıllara bağlı olarak bölgede tespit edilen baskın türlerde ve baskınlık değerlerinde benzerlikler mevcuttur. *Lumbrineris* sp. (%16’lık baskınlık değeri) 2014 yılında; *Lumbrineris geldiaiyi* 2015 (%8), 2017 (%8) ve 2018 (%8) yıllarında; *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* 2016 (%16) ve 2019 (%13) yıllarında en baskın türlerdir. Bu türlerden *L. geldiaiyi* ve *O. steenstrupii* 3 farklı yılda en baskın 5 tür arasına girmiştir.



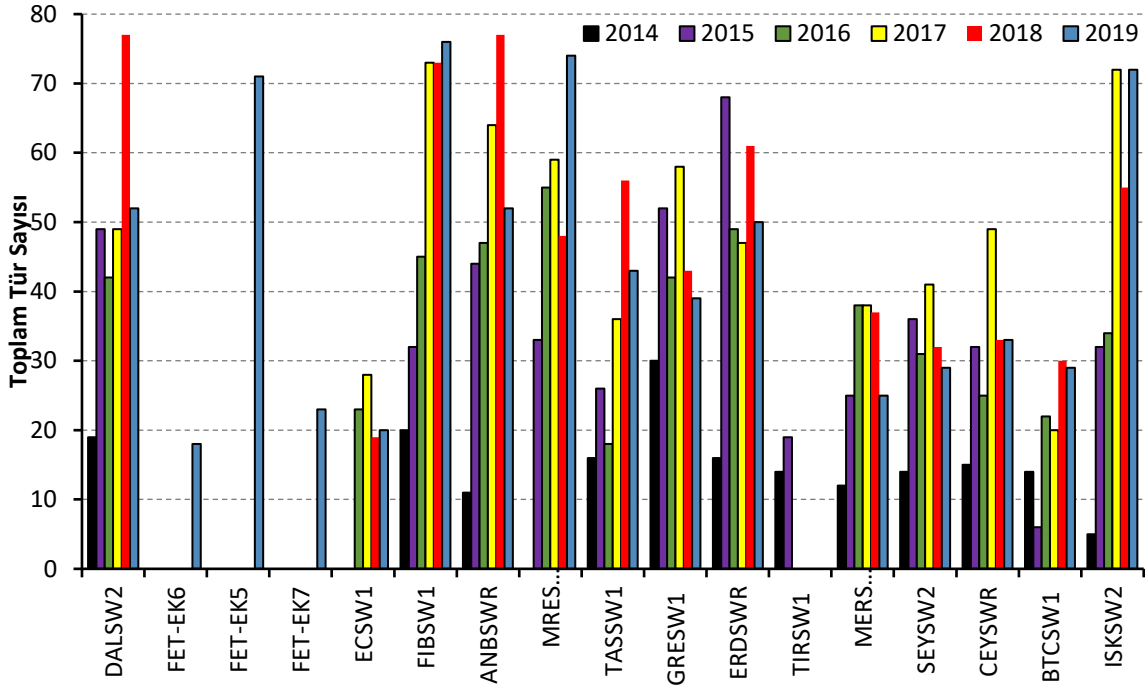
Şekil 39. Akdeniz’de 2014-2019 yılları arasında tespit edilen makrozoobentik tür ve birey sayısının taksonomik gruplara göre dağılımı



Şekil 40. Akdeniz’de 2014-2019 yılları arasında tespit edilen en baskın türler ve baskınlık değerleri (%)

Akdeniz’nde seçilen istasyonlarda 2014-2019 yıllarında en az tür sayısı ECSW1 (tür sayısı değişimi: 20-28 tür) ve BTCSW1 (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) ve ISKSW2 (değişim: 5-72 tür) nolu istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 41).



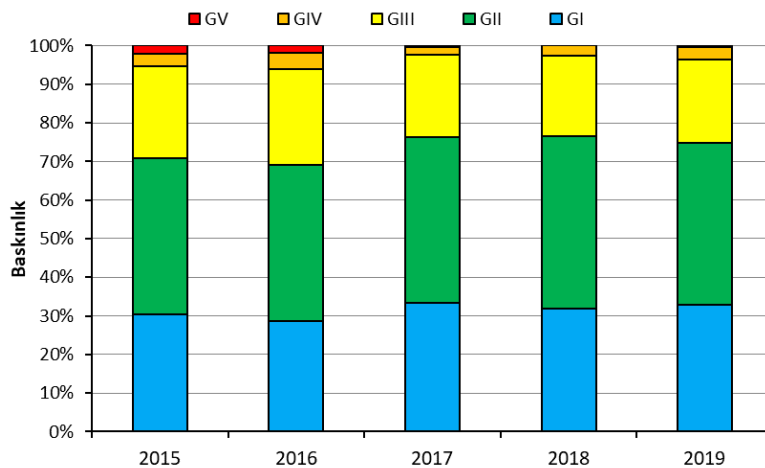
Şekil 41. Akdeniz’de 2014-2019 yıllarında istasyonlara tespit edilen toplam tür sayıları

### Ekolojik grup ve indeksler

Akdeniz’in ülkemiz kıyıları genelinde tespit edilen makrozoobentik türlerin büyük çoğunluğu (%70-80), duyarlı (GI) ve duyarsız (GII) ekolojik gruplara dahildir (Şekil 42). Fırsatçı türlerin dahil olduğu GIV ve GV ekolojik grupların değerleri %5’in altındadır. 2018 yılından GV

ekolojik gruba dahil hiçbir tür bulunmamıştır.

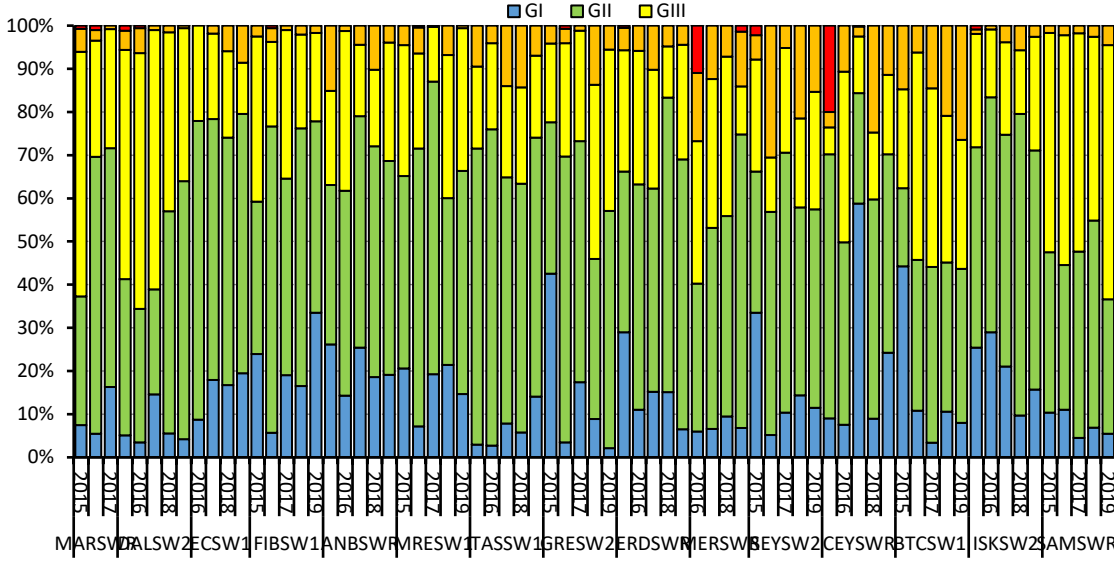
Ekolojik grupların yıllara bağlı dağılımlarında (veri olmadığından 2014 yılı dahil edilmemiştir) çok büyük bir farklılık bulunmamaktadır. Değişim maksimum %10’luk bir değerle sınırlı kalmaktadır.



Şekil 42. Akdeniz’de 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 43). İstasyonların genelinde GI ve GII ekolojik grup yüksek oranlara (>%40) sahiptir. Ancak MERSWR nolu istasyonda 2016 yılında ve CEYSWR nolu istasyonda

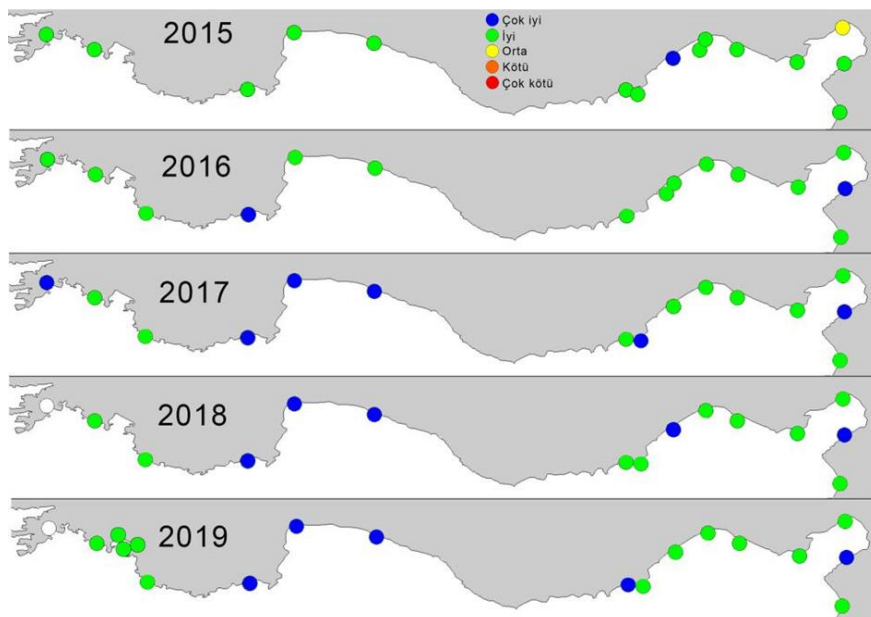
2015 yılında alınan örneklerde 1. sınıf fırsatçı türlerin dahil olduğu GV ekolojik grubun oranı %10-20 civarındadır. Toleranslı türlerin dahil olduğu GIII ekolojik grup bazı yıllarda DALSW2 ve SAMSWR nolu istasyonlarda yüksek değerlerle temsil edilir.



Şekil 43. Akdeniz’de 2015-2019 yıllarında istasyonlarda tespit edilen ekolojik grupların yüzde oranları.

Akdeniz’de yıllara bağlı TUBI değerlerindeki değişime göre sadece 2015 yılında 1 istasyonun (BTCWS1) ekolojik kalite durumu orta olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 44). Diğer yıllarda istasyonların ekolojik kalite durumları iyi veya çok iyi

seviyededir. 2016 yılında 2 istasyonun; 2017 yılında 6 istasyonun; 2018 yılında 5 istasyonun; 2019 yılında ise 5 istasyonun ekolojik kalite durumu çok iyi olarak tespit edilmiştir.



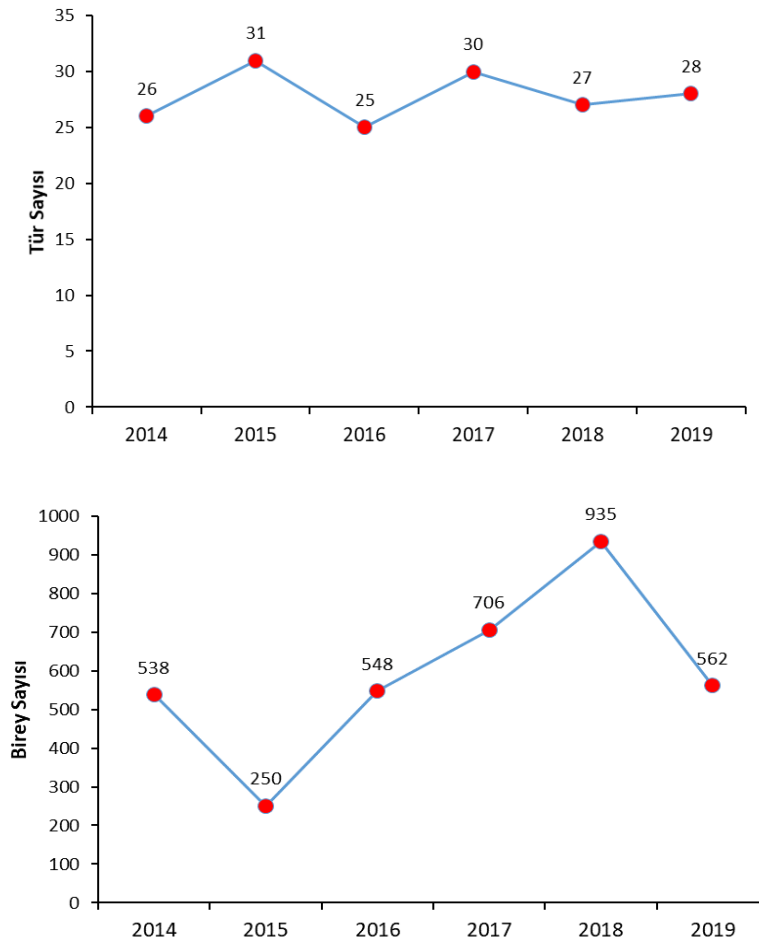
Şekil 44. TUBI değerlerinde göre Akdeniz istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları

### Yabancı türler

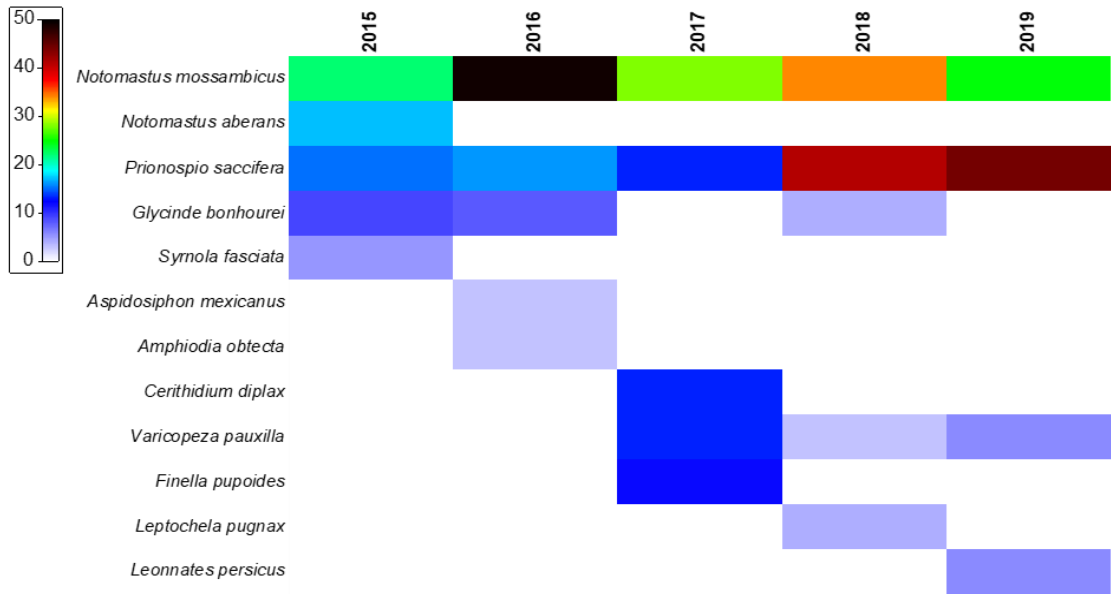
Akdeniz’de 2014-2019 yıllarında örneklenen istasyonlarda tespit edilen yabancı tür sayısı 25 (2016 yılı) ile 31 (2015 yılı) arasında; yabancı türlere ait birey sayısı ise 250 (2015 yılı) ile 935 (2018 yılı) arasında değişim gösterir (Şekil 45).

Akdeniz’de 2015-2019 yılları arasında tespit edilen baskın türler Şekil 46’da sunulmuştur. *Notomastus mossambicus*

2015-2017 yıllarında; *Prionospio saccifera* ise 2018-2019 yıllarında bölgedeki en baskın yabancı türlerdir. *Notomastus mossambicus* 2016 yılında (%46), *P. saccifera* ise 2018 (%41) ve 2019 (%44) yıllarında baskınlık değerleri %40’ın üzerindedir. *Notomastus mossambicus*, *P. saccifera*, *Varicopeza pauxilla* ve *Glycinde bonhourei* 3 farklı yılda en baskın 5 tür arasına girmişlerdir.



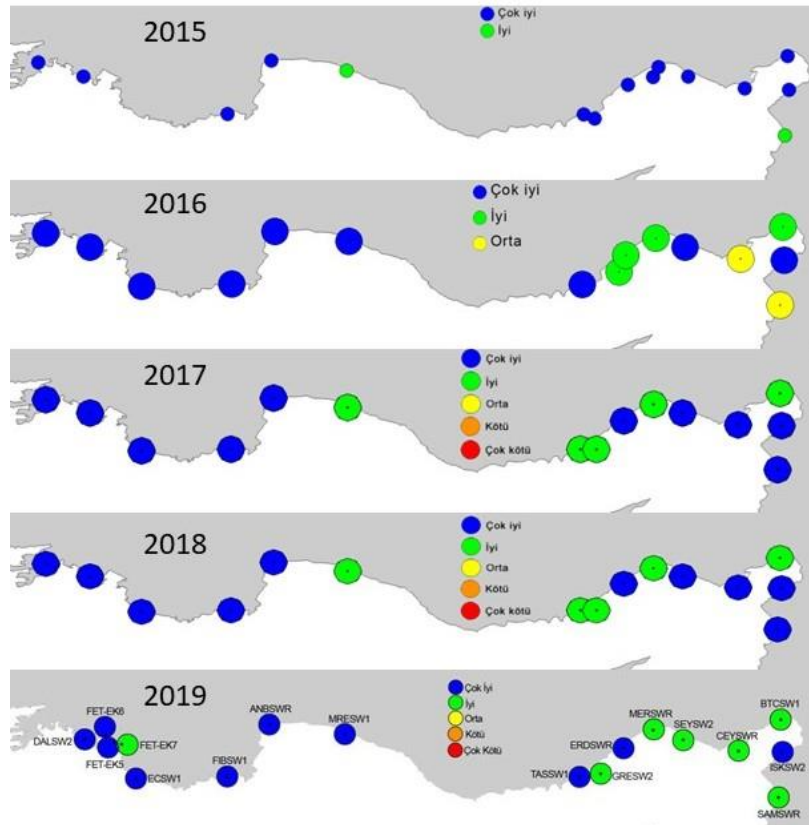
Şekil 45. Akdeniz ’de 2014-2019 yılları arasında tespit edilen yabancı türlere ait tür ve birey sayısı



Şekil 46. Akdeniz’de 2015-2019 yılları arasında tespit edilen en baskın yabancı türler ve baskınlık değerleri (%).

Akdeniz’de yabancı türlerin (tür ve birey sayısının) son 5 yılda bentik topluluklardaki önemleri Şekil 46’de gösterilmiştir. Akdeniz’de 2015-2019 yıllarında yabancı tür sayısı toplam tür sayısının %11-14’ünü; yabancı türlere ait birey sayısı toplam birey sayısının %11-19’unu oluşturur.

ALEX indeksinin sonuçlarına göre yabancı türler 2015-2019 yılları arasında Akdeniz’in genelinde bentik topluluklar üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. İstasyonların genelinde iyi ve çok iyi ekolojik durumlar saptanmıştır (Şekil 47).

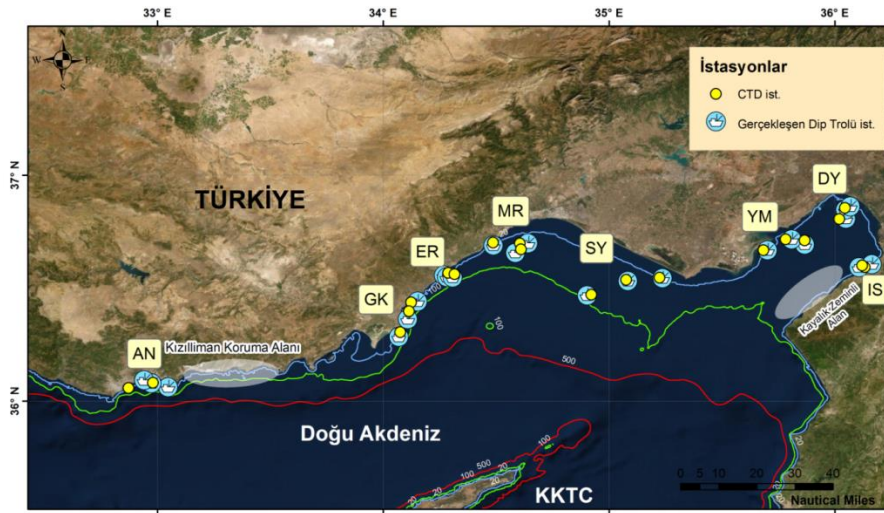


Şekil 47. ALEX değerlerinde göre Akdeniz istasyonlarının yıllara bağlı ekolojik kalite durumları

### 3.4.3. Deniz Tabanı Trol Çalışması (Doğu Akdeniz)

Akdeniz Bölgesi İzleme çalışması kapsamında 2016 ve 2019 Eylül döneminde trol çalışması yapılmıştır. Tipolojik ve ekolojik olarak alansal farklılık gösteren toplam 8 (7+1) alt bölge (Anamur, Göksu, Erdemli, Mersin, Seyhan, Yumurtalık, Dört Yol 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 48).

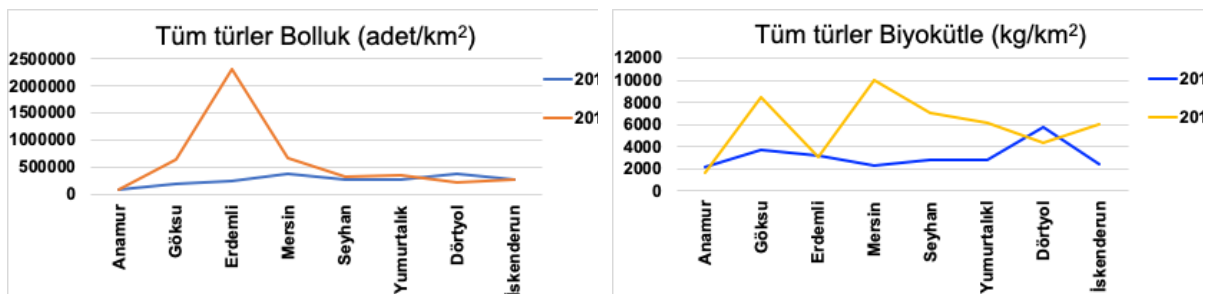


Şekil 48. 2016 ve 2019 yılında Kuzeydoğu Akdeniz’de gerçekleştirilen trol örnekleme ve CTD ile yerinde ölçüm istasyonları

### Bolluk ve biyokütle

Belirlenen alanlarda 2016 ve 2019 yaz döneminde gerçekleştirilen trol çalışması sonuçlarına göre; ortalama balık bolluğu, 2016 yılında olduğu gibi 2019 yılında da en yüksek olarak Mersin bölgesindeki trol istasyonlarında gözlenmiştir; bunu Göksu bölgesi izlemiştir. Biyokütle açısından sonuçlar değerlendirildiğinde; Mersin ve Göksu yine en yüksek biyokütle değerlerine

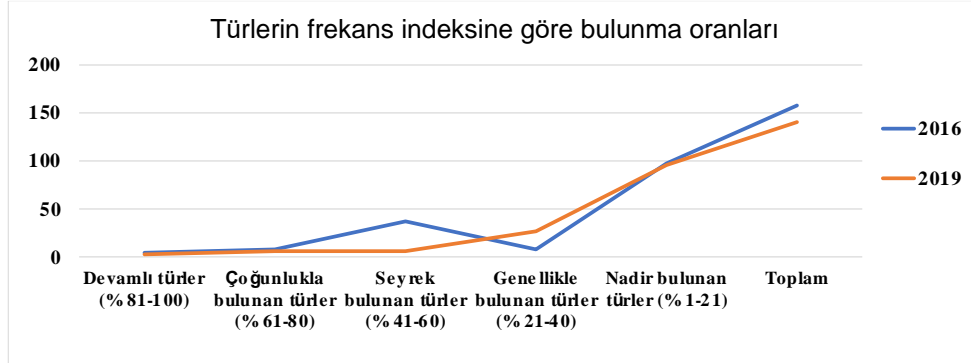
sahip bölgeler olmuştur. 2016 yılındaki çalışmada öne çıkan Dört Yol alt bölgesinin yerini bu çalışmada Erdemli almıştır; Anamur alt bölgesi istasyonlarında ise iki dönemde de düşük bolluk ve biyokütle değerleri belirlenmiştir (Şekil 49).



Şekil 49. 2016 ve 2019 izleme dönemlerinde tüm türler için bolluk ve biyokütle bölgelere göre alansal değişim.

Bu türlerin örnekleme istasyonlarındaki bulunurluklarının değerlendirilmesi amacıyla yapılan Frekans indeksi değerlendirme sonuçlarına göre; 2016 ve 2019 yaz dönemi yapılan çalışmalarda

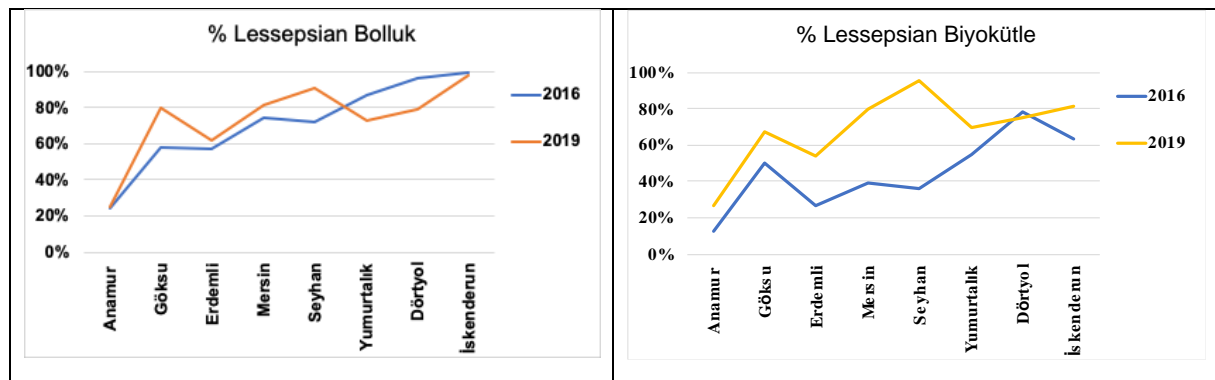
benzer bir yönelim izlemiştir. Ancak seyrek bulunan türlerde 2019 yılında 2016 yılına göre bir azalma olurken, buna karşı genellikle bulunan türlerde az bir artış gerçekleşmiştir (Şekil 50).



Şekil 50. 2016 ve 2019 yaz dönemi yapılan çalışmalarda türlerin frekans indeksine göre bulunma oranları

Tür sayıları karşılaştırıldığında, 2016'da 102 tür, 2019 yılında ise az bir artışla 109 balık türü saptanmıştır. Bunların 34'ü (% 31) Lessepsiyan (Kızıldeniz) kökenlidir; ki bu değerler de 2016 yılı ile benzerdir (34 adet lessepsiyan tür; %33 ). Göksu bölgesi hem 2016 hem de 2019 yılında lessepsiyan tür sayısının en fazla gözleendiği alan olmuştur. Lessepsiyan türlerin biyokütle ve bolluk içindeki yüzdeleri açısından alansal dağılımı incelendiğinde, 2016 yılında olduğu gibi 2019 yılında da batıdan doğuya

doğru (Anamur'dan İskenderun Körfezi'ne) gidildikçe genel bir artış eğilimi gözlenmiştir; en yüksek değerler Mersin ve İskenderun körfezlerinde belirlenmiştir. Sonuç olarak; Anamur bölgesi hariç tüm alt bölgelerde lessepsiyan baskısının tüm göstergelerde çok yüksek olduğu görülmüştür. Bunun başlıca nedeni 2016 yılında çok az bir yüzde ile temsil edilen P. stridens türünün 2019'da daha fazla alt alanda (örneğin Seyhan ve Göksu alt bölgelerinde) baskın tür olmasıdır (Şekil 51).



Şekil 51. 2016 ve 2019 yaz dönemi yapılan çalışmalarda alt bölgelere göre Lessepsiyan türlerin tür sayısı, bolluk ve biyokütle dağılımları



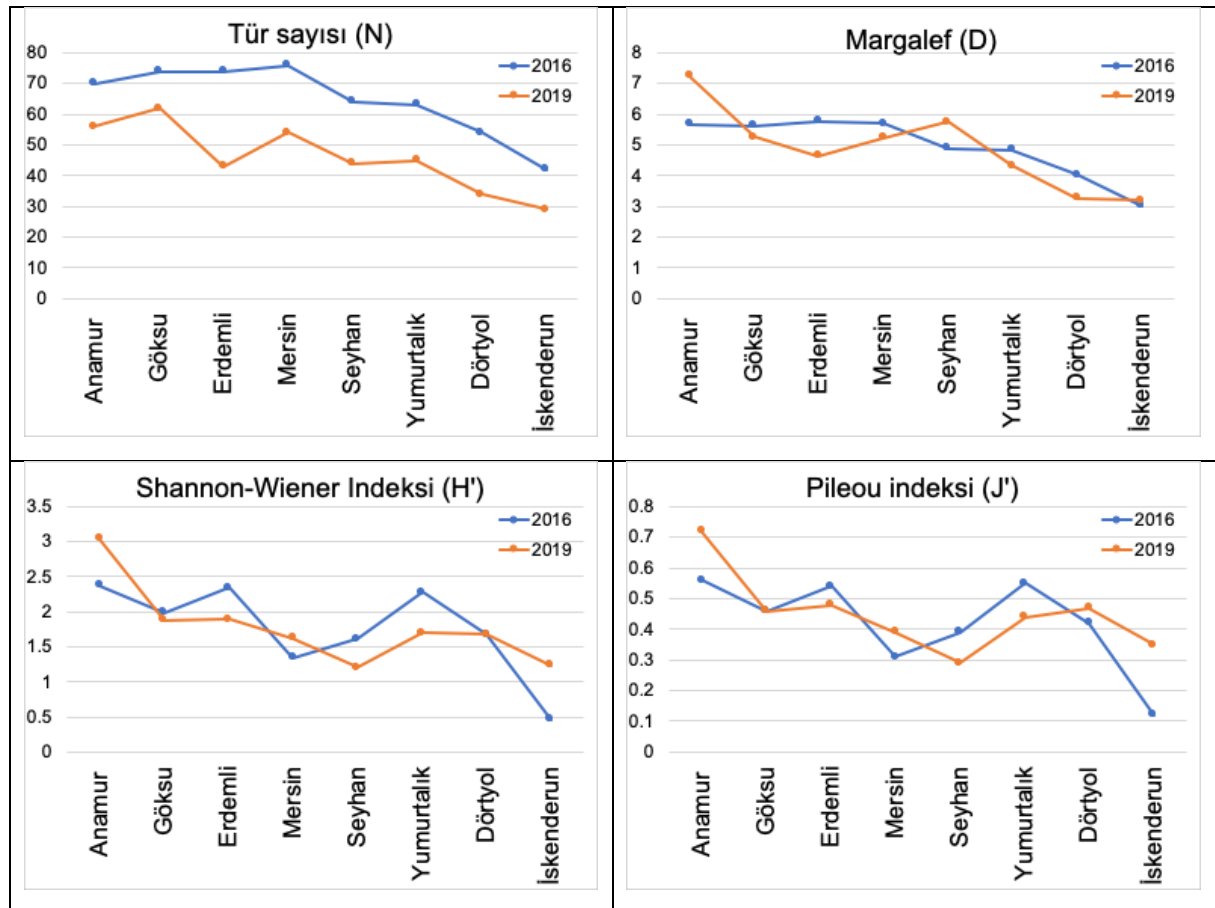
### Yaşam birliğinin yapısı açısından değerlendirme

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

2016 yılında Erdemli ve Mersin’de en yüksek tür sayısı (N) ve Margalef indeksi (D) değerleri gözlenmiştir. 2019 yılında öne çıkan bölgenin, sayıca ve ağırlıkça en yüksek lessepsiyan tür yoğunluğu nedeniyle, Seyhan olduğu görülmektedir (Şekil 52).

Biyolojik çeşitlilik (H’) ve türlerin temsiliyetindeki denge açısından (J) Anamur 2016 yılında olduğu gibi 2019 yılında da en dengeli alt bölge olarak gözlenmiştir (Şekil 52).

Sonuç olarak, yabancı türler olarak sınıflandırılan Lessepsiyan göçmeni türlerin bir bölgede kendilerine baskın olarak yer bulabilmiş olmaları o bölgedeki yerli ekosistemin zayıflığına işaret etmektedir. Yukarıda değinildiği gibi batıdan doğuya gidildikçe % lessepsiyan bolluk ve biyokütle artışı ile biyolojik çeşitlilik göstergelerinde batıdan doğuya gözlenen düşüş ekosistem durumunun batıdan doğuya doğru daha düzensiz olduğuna işaret etmektedir (Şekil 52).



Şekil 52. 2016 ve 2019 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, kendi ekosistemindeki durumu hakkında fikir verebileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda incelenen türler dikkate alındığında barbun balığının yerli tür olması ve bulunurluğunun yüksek olması nedeniyle aday türlerin başında olduğu belirtilmiştir. Bu kapsamda barbun balığı 2016 ve 2019 yılı kondisyon ve HSI değerleri iyi çevresel durum açısından karşılaştırılmıştır (Tablo 6).

2016 yılında 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. Artan karasal baskıların etkisiyle 2019 yılında yapılan balıkçılık çalışmasında yine bu her iki indeks için genel ortalamanın altında kalan tek alt bölge Mersin olmuştur. Elde edilen sonuçların ışığında, izleme programı kapsamında balık kondisyon ve Hepatosomatik indeksinin ilerleyen dönemdeki çalışmalarda da izlenmesinin standart bir indeks olarak değerlendirilebilmesi için önemli olacağı düşünülmektedir.

**Tablo 6** Barbun balığının alt bölge kondisyon ve Hepatosomatik indeks değişimleri. Yeşil: genel ortalamanın üzerinde kalan alt bölgelerdir

Alt bölge	Kondisyon		HSI	
	2016	2019	2016	2019
Anamur	1.037	0.968	1.148	1.382
Göksu	0.978	0.988	0.896	1.186
Erdemli	1.017	0.999	0.813	1.215
Mersin	0.973	0.996	0.471	1.123
Seyhan		0.981		1.157
Yumurtalık	0.993	1.016	0.928	0.959
Dört Yol	1.053	1.025	1.259	1.131
İskenderun		1.07		1.556
<b>Genel ortalama</b>	<b>1.004</b>	<b>1.006</b>	<b>0.854</b>	<b>1.17</b>

\* Balık kondisyonu (Kn) hesaplamalarında Le Cren Göreceli Kondisyon yaklaşımı uygulanmıştır. Burada  $Kn = \frac{A}{L^b}$  (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 kondisyon ve enerji seviyelerinin iyi durumunu, ortalamanın altında kalan değerler görece bunun altında değerleri ifade ettiği kabul edilmiştir.

### 3.5.Kirleticiler

Kontaminantlar, Avrupa Birliği mevzuatında; zehirli, kalıcı ve biyolojik birikime neden olan madde (kimyasal elementler ve bileşikler) veya maddeler grubu ile benzer sorunlara yol açan diğer madde veya maddeler grubu "(Su Çerçeve Direktifi, Madde 2-29) şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanım OSPAR, HELCOM ve Barselona Sözleşmelerinde belirtilen "tehlikeli madde" tanımı ile benzerdir.

Bu bölümde, Deniz Strateji Çerçeve Direktifinin (DSÇD) T8 ve T9 İÇD tanımlayıcıları ele alınmaktadır. Küresel ve bölgesel düzeyde uluslararası taahhütler doğrultusunda, kirliliğin aşamalı olarak kaldırılması amacıyla deniz ortamına girdilerin önlenmesi ve azaltılması, Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi'nin ana

hedeflerinden biri olarak açıkça belirtilmektedir.

Her iki tanımlayıcıda da (T8 ve T9) kirletici kaynaklar (baskılar) benzer olup, özellikle kara kökenli endüstriyel faaliyetler, evsel kaynaklar (deniz deşarjları), gemilerden kaynaklı kirlilik, atmosferik birikim, petrol, gaz ve maden arama ve işletme, tarama/boşaltım faaliyetleri ve nehir girdileri gibi çok sayıda antropojenik kaynaklardan ortaya çıkmaktadır. İnsan faaliyetleri tarafından harekete geçirilen sentetik kimyasallar ve ağır metaller denizlerimiz için büyük ölçekli bir risk oluşturmaktadır.

Sediman ve biyota matrislerinde çalışılan kirletici grupları Tablo 7'de sunulmuştur.

#### **Değerlendirmelerde kullanılan kirletici 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 seviyelerin aşılma durumu (IMAP/E9: CI 17,20 & MSFD/D9C1\*)

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

**Tablo 7.** Değerlendirmede Dikkate Alınan Sentetik ve Sentetik Olmayan Kirleticiler

Tür	Kirletici gurubu	Kirleticiler
Sentetik olmayan kirleticiler	Metaller	Kadmiyum, cıva, kurşun, bakır, çinko, alüminyum, arsenik, kobalt, krom, demir, manganez, nikel
	Poliaromatik Hidrokarbonlar	Acenaphthene, acenaphthylene, anthracene, benzo[a]anthracene, benzo[a]pyrene, benzo[b]fluoranthene, benzo[g,h,i]perylene, benzo[k]fluoranthene, chrysene, dibenz[a,h]anthracene, fluoranthene, fluorine, indeno[1,2,3-cd]pyrene, naphthalene, phenanthrene, pyrene
Sentetik kirleticiler	Poliklorlu Bifeniller (PCB)	PCB28, PCB31, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 ve PCB180
	Organoklorlu Pestisitler	a-BHC, b-BHC, d-BHC, heptachlor, aldrin, endrin, dieldrin, hexachlorobenzene, 4,4-DDT, 4,4-DDE, 4,4-DDD

### 3.5.1. Sedimanda Kirleticiler

Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) kapsamında denizlerin iyi çevresel duruma ulaşması değerlendirilirken, tanımlayıcılardan biri (T8) olan kontaminantlar için düzeye ve eğilim kriterlerine bağlı olarak suda, sedimanda ve biyotadaki konsantrasyonlarının “kirlilik etkileri yaratmayacak düzeyde olması” istenir.

Partikül maddeye yapışmış kontaminantlar, su kolonundan çökerek sedimanda depolanır. Doğal veya fiziksel olaylara bağlı olarak resüspansiyon yoluyla parçacıklarla beslenen canlılar için kontaminasyon kaynağı olarak davranır ya da desorpsiyon yoluyla tekrar su fazına geçer.

Belirli bir seviyenin üzerindeki kontaminasyon biyoçeşitliliğin kaybı gibi olumsuz sonuçlara yol açar. Sediman Kalite Kriterleri (SKK) ile karşılaştırmak, sediman kalitesini değerlendirmek için kullanılan yöntemler arasındadır (ICES CM 2003/E:04). Sedimanda biriken kirleticilerin sucül ekosisteme olan olası etkilerini göz önüne alarak çeşitli çalışmacılar 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) (Long & Morgan, 1990; Long vd., 1995) 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

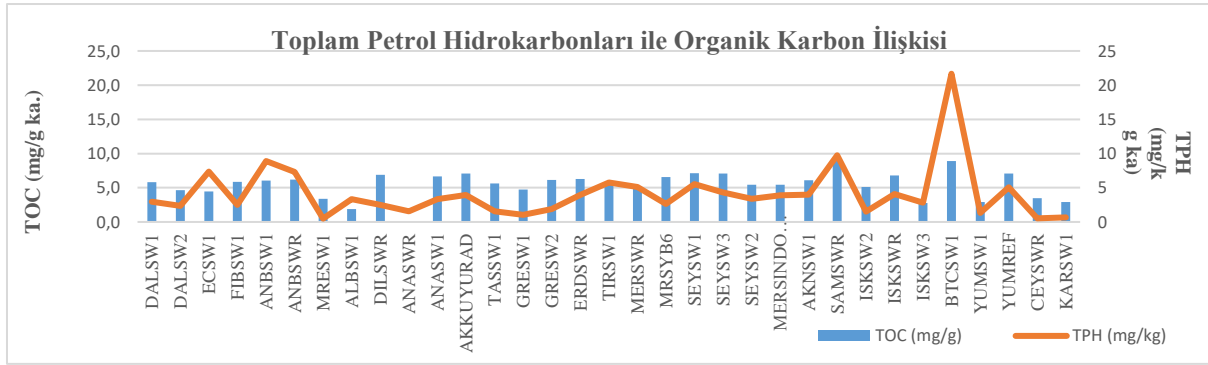
Akdeniz’de 11 istasyonda yüzey sedimanında yönelim analiz çalışması yapılmıştır. 2016 yılında yönelim analizi yapılan istasyonlara ek olarak 22 ek istasyonda sediman kirliliğinin alansal yayılımı da çalışılmıştır. 2017-2019 Programında ise sedimanda kirleticiler çalışması 3 yılda bir kez olarak planlanmış ve 2018 yılında Akdeniz’in kıyı ve deniz alanlarını ve bunlara referans oluşturması beklenen alanları temsilen 33 istasyondaki yüzey çökellerinden örneklemeler yapılmıştır.

2018 Yılı istasyon konumlarının yer aldığı harita Şekil 53’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 çökme hızı görece düşük ince taneli sedimandan oluşmaktadır (Şekil 54).

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





Şekil 55. Akdeniz yüzey sedimanlarında TPH ve TOC ilişkisi

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların (PAH) dağılımına bakıldığında genel olarak çok düşük PAH bileşenleri ölçülmek ile birlikte, Akdeniz sedimanlarını kendi aralarında değerlendirdiğimizde en yüksek dağılım BOTAŞ (BTCSW1) nolu istasyonda olduğu tespit edilmiştir. Toplam PAH dağılımları 6,88- 622,48 µg/kg kuru ağırlık aralığında değiştiği gözlenmektedir.

Akdeniz’de tüm istasyonlarda PAH bileşenleri ekosisteme etki açısından etki sınırının altında (ERL) olduğu tespit edilmiştir.

Sedimanda tespit edilen PAH'ların çoğunlukla pirolitik (yanma sonucu açığa çıkan) kökenli olduğu görülmektedir. Sadece Finike ve Erdemli istasyonu petrojenik (kömür veya petrol) kaynaklıdır (Tablo 8).

Tablo 8. PAH'ların pirolitik ve petrojenik kökenleri için Akdeniz sedimanlarının karakteristik değerleri

NUMUNE ADI	PHE/ANT	FLTH/PYR	(PHE/ANT)/(FLTH/PYR)
ALBSW1	9,10	1,06	8,56
ANBSW1	7,60	1,18	6,44
NBSWR	13,34	1,16	11,47
ANASW1	13,46	1,11	12,07
AKNSW1	6,53	0,99	6,60
DALSW1	13,06	1,00	13,11
DALSW2	14,15	0,87	16,31
DILSWR	18,75	1,26	14,86
TIRSWR	5,82	1,03	5,66
ANASWR	25,78	1,24	20,78
SEYSW1	5,95	1,18	5,02
SEYSW2	5,61	1,16	4,84
SEYSW3	5,91	1,19	4,97
SAMSWR	2,01	1,13	1,78
ISKSW2	7,49	1,29	5,79
ISKSW3	4,42	1,17	3,78
ISKSWR	7,44	1,08	6,89
YUMSW1	6,35	1,24	5,13
YUMREF	6,86	1,22	5,61
AKKUYURAD	9,80	1,06	9,26
CEYSWR	6,65	1,45	4,58
GRESW1	28,02	1,33	21,11
BTCSW1	5,16	1,16	4,43
ECSW1	102,06	0,68	149,69
ERDSWR	18,89	1,00	18,81
KARSW1	8,45	1,37	6,17
TASSW1	9,78	1,38	7,08
FIBSW1	15,39	1,15	13,44
MRSYB6	7,74	0,96	8,03
GRESW2	13,32	1,18	11,26
MRESW1	13,55	1,20	11,28
MERSWR	5,41	1,09	4,97
MERSINDOĞUREF	8,10	1,26	6,41

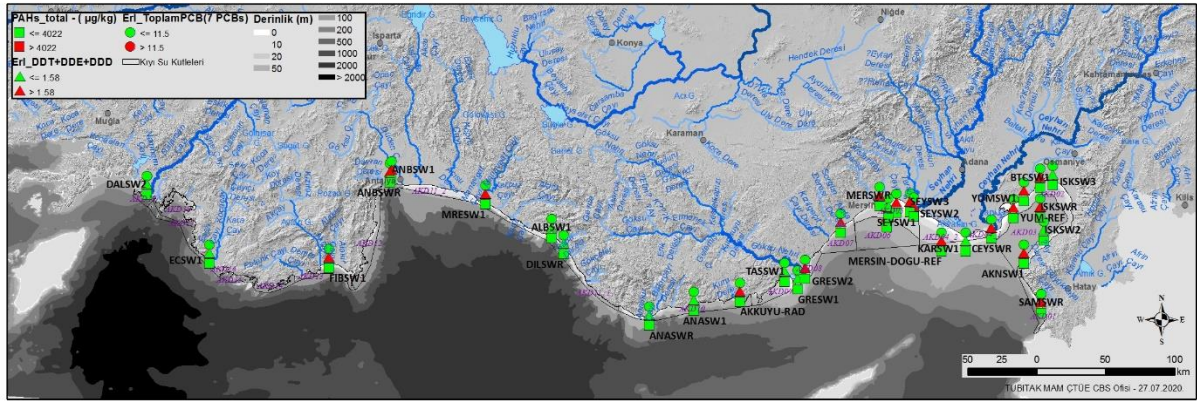
	PHE/ANT	FLTH/PYR	(PHE/ANT)/(FLTH/PYR)
<b>Pirolitik kökenli</b>	< 10	> 1	0-10
<b>Petrojenik kökenli</b>	> 15	< 1	> 10
<b>Referans</b>	Soclo (1986, Gschwend ve Hites (1981)	Sicre ve diğerleri (1987), Baumard ve diğerleri (1988)	Baumard ve diğerleri (1988)
PAH oranları	0,07-0,24		Kömür yakma
		0,49	Benzin
BaP/(BaP+Chr)	0,73		Dizel motor
		0,3-0,7	Dizel motor

Akdeniz’de ölçümü yapılan tüm yüzey sedimanlarında Poliklorlu bifenillerin (PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 ve PCB180 (İICES-7) toplamı ERL değerinin (11,50 ng/g) altında bulunmuştur. Akdeniz sedimanlarında 7 PCB bileşeninin toplamı incelendiğinde, 0,067-1,608 (ng/g kuru ağırlık) aralığında ölçüldüğü belirlenmiştir. En yüksek toplam PCB değeri Mersin’de MERSWR nolu istasyonda (1,608 ng/g kuru ağırlık) belirlenmiştir.

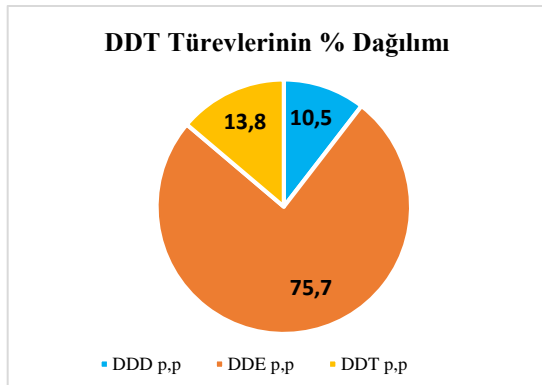
Pestisit olarak DDT’nin kullanımı 1985 yılında tamamen yasaklanmasına rağmen deniz suyunda ölçüm sınırlarının altında gözlenmekte, ancak organizma ve sedimanda bazı bölgelerde hala ölçüm sınırlarının üzerinde bulunmaktadır. Akdeniz sediman istasyonlarında da DDT ve türevlerine rastlanmıştır.

Akdeniz’de; en yüksek DDT ve türevleri toplamına Antalya Körfezi (ANBSW1 ve ANBSWR), Mersin Körfezi (MRSYB6), İskenderun Körfezi (YUMREF), , BOTAŞ (BTCSW1), Seyhan Nehri ağzı (SEYSW3, SEYSW2 ve SEYSW1), Ceyhan Nehri ağzı (CEYSWR) ve Samandağ (SAMSWR) istasyonlarında gözlenmiştir.

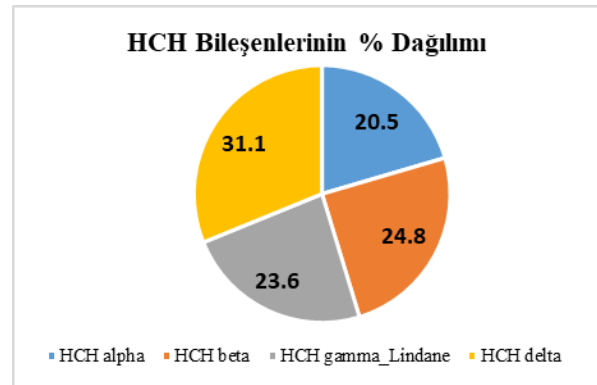
Sediman örneklerinde saptanan DDT türevlerinin ortalama bileşimlerine bakıldığında (p’p- DDE (% 75,7) > p’p- DDT (% 13,8) > p’p- DDD (% 10,5)) DDE’nin daha hakim olduğu belirlenmiştir. DDT, aerobik koşullar altında DDE’ye ve anaerobik koşullar altında ise DDD’ye biyolojik olarak parçalanabilir (Da C., ve diğ., 2013).



Şekil 56. Akdeniz sediman istasyonlarında organik kirletici bulgularının ERL değerlendirilmesi ile kalite sınıflandırması (2018)



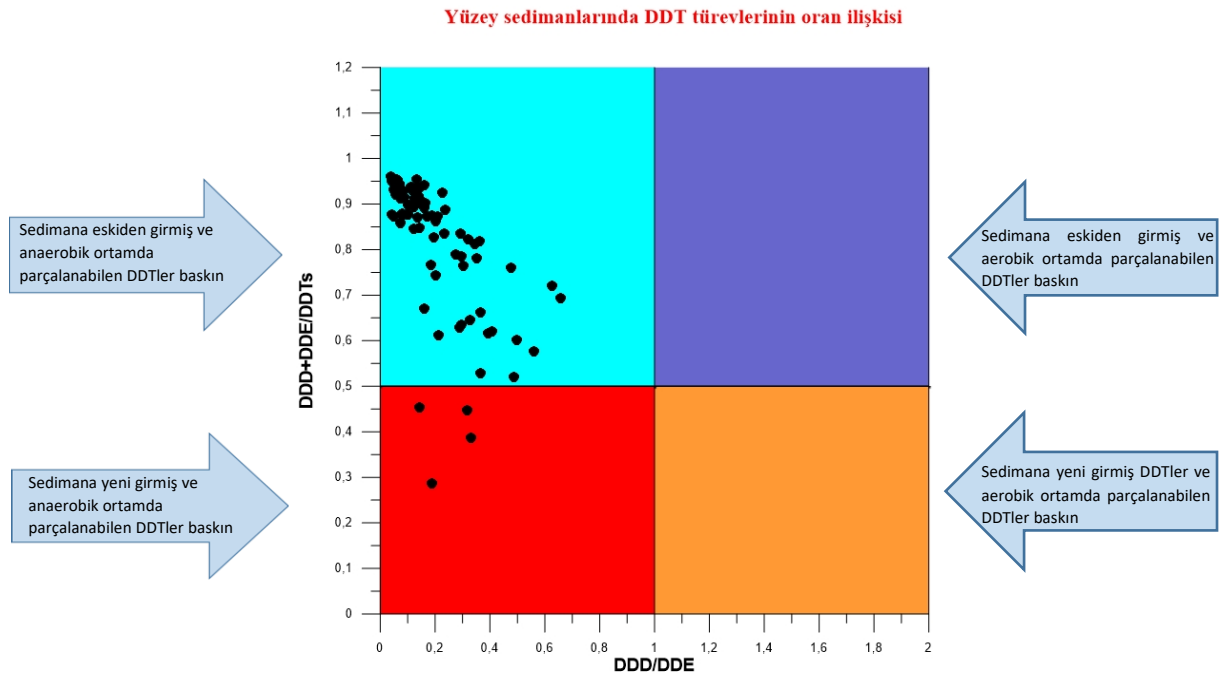
Şekil 57. Akdeniz sedimanlarında DDT ve türevlerinin % dağılımı



Şekil 58. Akdeniz sedimanlarında HCH bileşenlerinin % dağılımı

Ayrıca DDT'lerin "yeni" veya "eski" kirlilik kaynakları (DDD+DDE)/ $\Sigma$ DDT'lerin oranı ile ayırt edilmektedir. 0,5'ten daha yüksek (DDD+DDE)/ $\Sigma$ 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)/ $\Sigma$ DDT oranları incelendiğinde istasyonların % 4,9'u 0,5'in

altındadır (Şekil 59). 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.



**Şekil 59.** Akdeniz yüzey sedimanlarında DDT ve türevlerinin oran ilişkisi

Şekil 58'de gösterildiği gibi bu çalışmada a-HCH, b-HCH, g-HCH ve d-HCH izomerleri, toplam HCH'lerin sırasıyla yaklaşık %20,5; %24,8; %23,6 ve %31,1'ini oluşturmuştur.

Akdeniz sedimanlarında ölçülen diğer Pestisit değerlerine bakıldığında, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor genel olarak ya çok düşük seviyelerde, ya da ölçüm sınırlarının altında tespit edilmiştir.

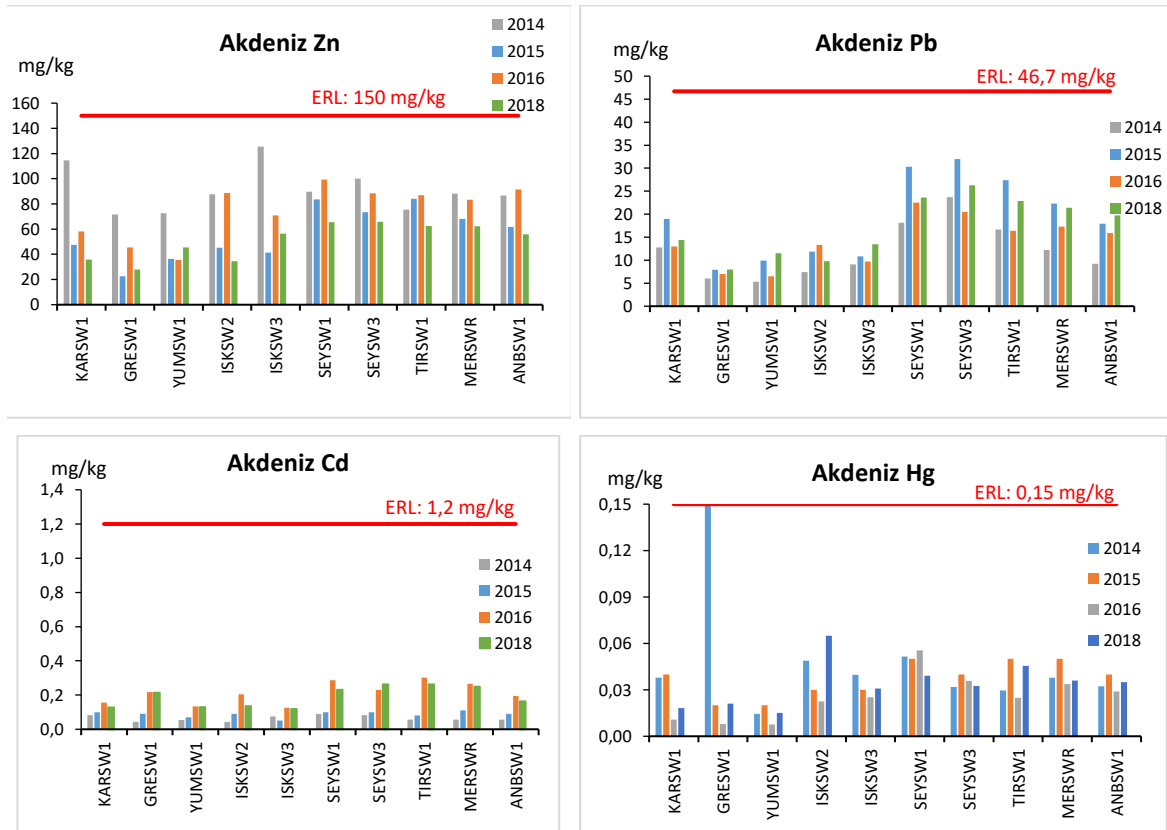


### Anorganik kirlenmeler (Metaller)

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 60 ve Şekil 62’de yer almaktadır.

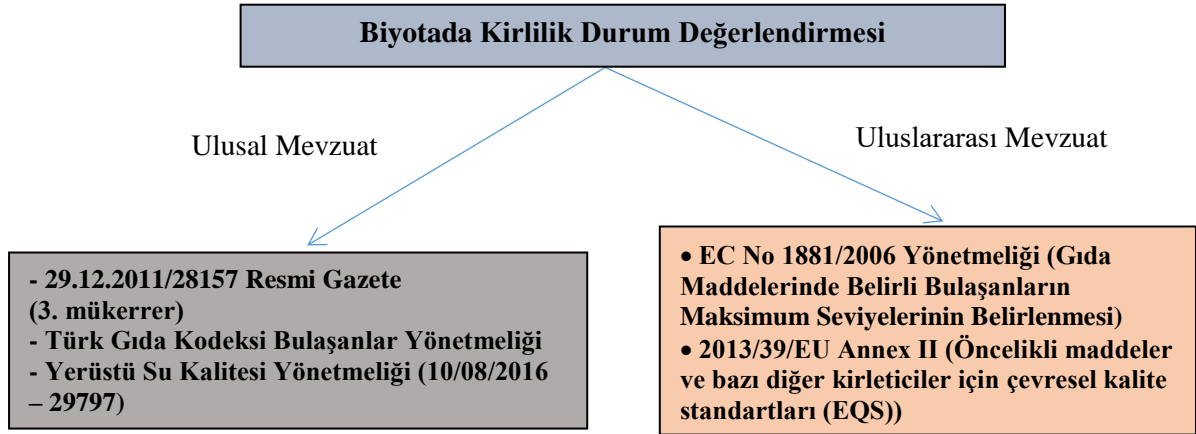
Akdeniz bölgesinin birçok yerinde aktif veya sonradan kapatılan Cr maden ocakları mevcuttur. Özellikle Dalaman bölgesindeki yüksek değerler dağlardaki zengin Cr yataklarının yağışlar ve sellerle taşınan Cr içerikli doğal katı maddenin ulaştığı deniz alanının sediman kompozisyonunu etkilediği görülebilmektedir.

Kuzeydoğu Akdeniz kıta sahanlığında elde edilen yüzey sediman örneklerinde genellikle zenginleşme faktörü düşük seviyededir. Hesaplanan ZF değerlerine göre İskenderun iç körfez yüzey sedimanında noktasal Pb, Zn, Cr kirliliği, Taşucu-Göksu bölgesinde ise zayıf yönlü Cd kirliliğini işaret etmektedir. İskenderun körfezindeki kirlilik ağırlıklı olarak endüstriyel kaynaklıdır. Göksu bölgesinde ise partikül madde içeriği yüksek olan Göksu nehir sularının sediman fazında kıyısız alana tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan Cd taşıdığı ifade edilebilir. Elde edilen ZF sonuçlarına göre, Akdeniz yüzey sedimanlarında belirgin Hg kirliliği belirlenmemiştir.



Şekil 60. Akdeniz sediman yönelim istasyonlarında metallerin yıllara göre değişimi (2014-2018)

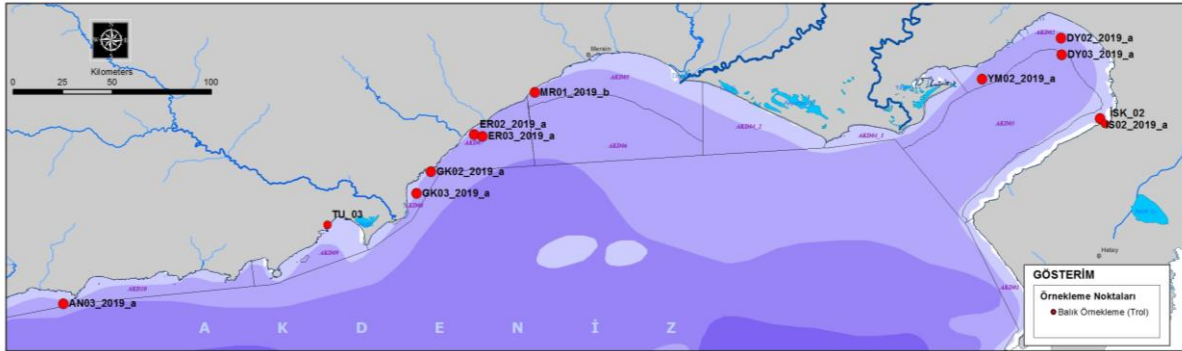




**Şekil 63.** Biyotada kirletici durum değerlendirmesine dair mevzuat

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı kapsamında, 2019 yılı Eylül ayı biyotadaki kirletici çalışmaları için, Doğu Akdeniz’de belirlenen 11 farklı alandaki trol çalışmasında hem ticari ve çevresel önemi hem de denizdeki mekânsal dağılımı nedeniyle barbun balığı (*Mullus barbatus*) seçilmiştir (Şekil 64).

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



**Şekil 64.** Akdeniz biyota örnekleme istasyonları

### **Biyotada metal kirliliği**

Yaz döneminde Dörtyol 1 ve Taşucu istasyonlarında Cd değerleri diğer istasyonlara göre yüksek bulunmuştur. Balık etinde diğer metal konsantrasyonlarında belirgin bölgesel farklar görülmemiştir. Toplam Cu derişimi 0.7-1.0 mg/kg (kuru ağırlık) arasındadır; toplam Cr derişimi ise 0.24-0.78 mg/kg aralığında ölçülmüştür (Tablo 9).

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

**Tablo 9.** Akdeniz’de 2014-2019 yılları arasında biyotada ölçülen metallerin sınır değerlerle karşılaştırılması (mg/kg yaş ağırlık)

<i>M. barbatus</i> (yaş ağırlık mg/kg)	Tarih	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cd (µg/kg)	Hg (mg/kg)
Anamur	2014	0,34	3,14	0,02	0,002	0,38
	2015	0,26	3,75	0,05	0,006	0,17
	2016	0,25	4,62	0,05	0,001	0,13
	2019	0,22	3,05	0,09	0,001	0,02
Göksu	2014	0,27	3,63	0,06	0,001	1,07
	2015	0,21	2,81	0,15	0,003	0,13
	2016	0,20	3,70	0,04	0,001	0,03
	2019	0,16	3,00	0,06	0,001	0,03
Tırtar	2014	0,31	3,74	0,06	0,002	1,37
	2015	0,22	3,13	0,08	0,003	0,03
Seyhan	2014	0,19	3,53	0,03	0,001	0,03
	2015	0,31	4,55	0,08	0,005	0,02
Karataş	2014	0,39	4,28	0,03	0,002	0,04
	2015	0,35	4,16	0,13	0,004	0,03
Dört Yol	2016	0,17	3,69	0,04	0,000	0,04
	2019	0,18	3,36	0,14	0,002	0,03
Erdemli	2016	0,20	3,64	0,03	0,001	0,04
	2019	0,16	2,81	0,06	0,0003	0,04
Mersin	2019	0,14	3,08	0,06	0,000	0,03
Taşucu	2019	0,16	2,90	0,08	0,001	0,03
Yumurtalık	2016	0,27	4,47	0,04	0,001	0,02
	2019	0,18	3,34	0,07	0,001	0,03
İskenderun	2019	0,21	3,77	0,06	0,0002	0,02
<b>Türk Gıda Kodeksi</b>					0,050	1,00
<b>AB direktifi*</b>						0,02

\*Öncelikli Kirleticiler (2013/39/EU-Ek1)

### **Biyotada organik kirleticiler**

Deniz ortamına giren petrol hidrokarbonlarının önemli bir fraksiyonu buharlaşarak uzaklaşmasına rağmen, bir kısmı su içinde dağılarak zaman içinde sedimanda birikir ve/veya biyotaya transfer olur (Chouksey vd., 2004). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından tüm petrol hidrokarbonları arasında sadece benzen ve benzo(a)piren’in insanlarda kansere sebep olduğu kabul edilmektedir (Zhou vd., 2004, Zhou vd., 2014).

Türk Gıda Kodeksinde (TGK) maksimum limit olarak belirtilen 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.

Akdeniz’de örnekleme yapılan bölgelerde, *M. barbatus* 85,4-214,7 µg/kg

(kuru ağırlık) aralığında toplam PAH (16 bileşenin toplamı) ölçümü yapılmıştır. **Benzo(a)pyrene** konsantrasyonları ösa-0,06 µg/kg yaş ağırlık aralığında ölçülmüştür. TGK ve AB Su Çerçeve Direktifinde verilen sınır değerinin altında Benzo(a)pyrene konsantrasyonları tespit edilmiştir.

**Fluoranthene** konsantrasyonları ise *M. barbatus* 1,18-3,59 µg/kg yaş ağırlık aralığında ölçülmüştür. Tüm değerler AB Öncelikli Kirleticiler Direktifi Ek1 (2013/39/EU)’de biyotalar için verilen sınır değerinin (30 µg/kg yaş ağırlık) altında bulunmuştur.

Yenilebilir dokulardaki **toplam PCB’lerin** (ICES-7) (PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 ve PCB180) konsantrasyonları, Türk gıda kodeksinin izin verilen maksimum limit değerlerinin (75 ng/g ya) altındadır. İstasyonlar arasında en yüksek toplam PCB değerleri İskenderun

Bölgesi'nde (İSK\_02; 2,21 ng/g ya.) toplanan *M. barbatus* örneklerinde ölçülmüştür.

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. 2014-2016 yıllarında olduğu gibi 2019 izleme programında da tüm istasyonlardan toplanan, balıkta yapılan ölçümlerde DDT ve türevlerine rastlanmıştır.

2019 yılı izleme programı kapsamında yapılan çalışmada *mullus barbatus* örneklerinde konsantrasyon değişimi 1,00-

### 3.2.2 Radyoaktivite Düzeyleri

DEN-İZ Programı kapsamında yapılan radyoaktivite izlemeleri Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK), Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü-İstanbul ( Mülga Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM)) işbirliği ile gerçekleştirilmektedir. Akdenizde, 2015-2019 yılları arasında toplam 4 istasyonda (EUTMR6-MRSWR, AKKUYU-RAD, ANBSW1, İSK-RAD ve MARSWR) yüzey suyu ve sedimanda radyoaktivite düzeyleri izlenmiştir. Deniz radyoaktivitesi doğal ve yapay izotoplardan kaynaklanır. Doğal radyoaktivite Uranyum, Toryum, Aktinyum

### Deniz Suyunda Doğal ve Yapay (Antropojenik) Radyoaktivite

2014-2019 izleme döneminde deniz suyunda 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 küçük farklılıklar olmasına rağmen **önemli bir değişiklik izlenmemiştir**. En yüksek U-234 aktivitesi 2018 yılında ANBSW1 (Antalya Körfezi) istasyonunda 62,0±15,5 mBq/L, en düşük 2018 yılında EUTMR6-MRSWR (Mersin) istasyonunda 40,8±10,5 mBq/L, altı yıllık

14,79 ng/g 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.

**HCH-alpha** konsantrasyonları 0,018-0,055 ng/g ka., **HCH-beta** konsantrasyonları ÖSA-0,108 ng/g ka., **HCH gamma (Lindane)** konsantrasyonları 0,019-0,074 ng/g ka. olarak değişim göstermiştir. **Diğer organoklorlu pestisitler** ise (aldrin, HCH-delta ve heptaklor) ölçüm limitlerinin altında tespit edilmiştir.

serisi ve K-40 v.b. izotoplardan meydana gelir ve toplam radyoaktivitenin önemli bir bölümünü oluştururlar. Antropojenik (yapay) kaynaklı radyoaktivite ise Sezyum, Stronsiyum, Plutonyum vb. izotoplardan kaynaklanır, nispeten düşük aktiviteye sahip olmasına rağmen asıl kirlilik kaynağını oluştururlar. İzleme döneminde deniz suyunda izlenen parametreler Cs-134, Cs-137, Sr-90, Pu-239/240, toplam alfa/beta sayımı, U-238, H-3 iken, sedimanda ise antropojenik (Cs-134, Cs-137, Pu 239/240) ve doğal (Ra-226, K-40, Th-232, U-238) radyoizotoplardır.

ortalama aktivite 53,3 ± 5,1 mBq/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek U-238 aktivitesi 2018 yılında ANBSW1 istasyonunda 52,9±13,9 mBq/L, en düşük 2017 yılında AKKUYU-RAD istasyonunda 37,8±6,1 mBq/L, altı yıllık ortalama aktivite 46,6±4,1 mBq/L olarak ölçülmüştür. En yüksek U-235 aktivitesi 2017 yılında ANBSW istasyonunda 2,59±0,82 mBq/L, en düşük ise 2018 yılında yine aynı istasyonunda ölçüm limitinin altında (<0,3 mBq/L), altı yıllık ortalama aktivite 2,0±0,5

mBq/L olarak ölçülmüştür. İzleme döneminde denizlerimiz içerisinde uranyum aktivitesi en yüksek konsantrasyon Akdenizde ölçülmüştür. Denizlerdeki uranyum konsantrasyonu yaklaşık olarak 1,3 pbb (0,1 ile 5,9 pbb) bu da yaklaşık olarak 32,8 mBq/L aktivite değerine eşit olup sonuçlarımızla uyumludur. Deniz suyundaki uranyumun temel kaynakları, magmatik, metamorfik ve tortul kayalardır. Bunlar çeşitli atmosferik proseslerle 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 önemli farklar olduğu ancak yıllara göre anlamlı bir değişim göstermediği görülmektedir. 2014-2019 yılı ortalama beş 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 2016 yılında AKKUYU-RAD istasyonunda  $0,69 \pm 0,05$  mBq/L, altı yıllık ortalama aktivite  $1,60 \pm 0,53$  mBq/L olarak tespit edilmiştir. İzleme sürecinde altı yıllık verilere dayanarak Akdenizdeki radyum aktivitesi diğer denizlerimizle kıyaslandığında Ege ile benzerlik göstermiş, Marmara ve Karadenize göre daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Suda çözünürlüğü yüksek olduğundan deniz sularında çözülmüş halde bulunur. Radyumun denizlerdeki aktivite düzeyleri oldukça düşük olmasına rağmen radyotoksitesitesi oldukça yüksektir. Besin zinciri ile sindirim kanalından vücuda alınır ve özellikle kemik dokularına yerleşirler. Toplam alfa ve beta aktivitelerinde beş yıllık izlem süresince herhangi bir anormal değişim izlenmemiştir.

2014-2019 izleme döneminde deniz suyunda antropojenik radyoizotoplar

içerisinde deniz kirliliği açısından en önemlileri olan sezyum (Cs-137 ve Cs-134), stronsiyum (Sr-90), polütonyum (Pu-239+240) ve trityum (H-3). İzotopları izlenmiştir. Karadenizdeki 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 altı 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 önemli 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 2014-2019 ortalama aktivite  $1,46 \pm 0,19$  mBq/L'dir. Akdenizdeki sezyum aktivitesi Karadeniz ve Marmaraya göre anlamlı derecede düşük tespit edilmiştir. Bu değerler oldukça küçük değerler olup, çevresel kirlilik açısından önemsizdir.

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, altı yıllık ortalama  $1,25 \pm 0,71$  mBq/L'dir. Stronsiyum aktivitesi de tıpkı sezyum gibi Akdenizde diğer denizlerimize göre daha düşük konsantrasyonda tespit edilmiştir. Bu değerler oldukça küçük değerler olup, çevresel kirlilik açısından önemsizdir.

H-3 aktivitesi istasyonlar ve yıllara göre önemli 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.

Son altı yıllık izleme döneminde Akdenizdeki Pu-239+240 aktivitesi diğer denizlerimize göre daha yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. En yüksek aktivite 2014 yılında AKKUYU istasyonunda  $0,070 \pm 0,004$  mBq/L, en düşük 2017 yılında aynı istasyonda  $<0,001$  mBq/L, altı yıllık ortalama  $0,0039 \pm 0,0018$  mBq/L'dir. Bu değerler oldukça düşük olup deniz kirliliği açısından herhangi bir risk oluşturmamaktadır.

Radyoaktif kirlilik ve “Radyasyon Güvenliği” konularında en üst kurum olan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA), yüksek seviyeli atıkların tanımlanması ve özel izin gerektiren atıkların sınır değerleri konusunda önerilerde bulunmaktadır. İlk olarak 1974'te denizlere atılmaya elverişli olmayan yüksek seviyeli radyoaktif atıklar için geçici tanımlamalar getirilerek önerilerde bulunmuş ve bunlar 1978 ve 1986 yıllarında yeniden gözden geçirilmiştir. Radyoizotopların oşinografik davranışları ile ilgili artan bilgi ve gelişmiş

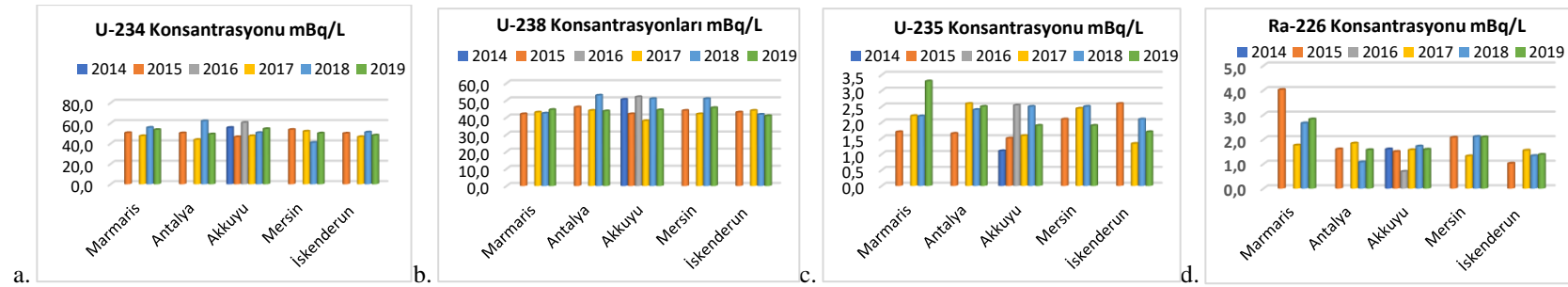
değerlendirme yetenekleri doğrultusunda gerekli revizyonlar yapılmıştır.

1986'da denize boşaltmak için uygun olmayan yüksek seviyeli radyoaktif atık veya diğer yüksek seviyeli radyoaktif madde tanımları aşağıdaki gibidir.

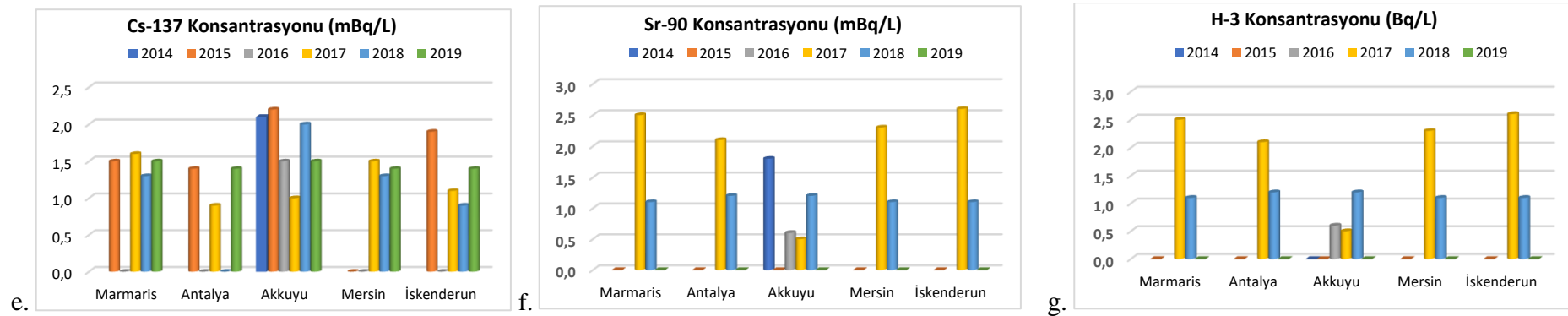
- Işınlanmış reaktör yakıtları; kimyasal çözücüler kullanılarak ekstraksiyon yoluyla yeniden işlenmesinden oluşan sıvı atıklar, ya da eşdeğerleri ve bunların katılaştırılmış formları.
- Diğer herhangi bir atık veya radyoaktif maddeler, aşağıda belirtilen sınır değerleri geçemez:
  - a) Bu sınır değer alfa yayınlı izotoplar için  $5 \times 10^{-5}$  TBq/kg,
  - b) Yarı ömrü bir yıldan fazla olan beta ve gama yayınlı izotoplar için  $2 \times 10^{-2}$  TBq/kg (trityum hariç),
  - c) Trityum ve yarı ömrü bir yıl veya daha kısa beta ve gama yayınlı izotoplar için 3 TBq/kg olarak belirlenmiştir.

UAEA yüksek düzeyli radyoaktif atıklarla ilgili önemli sınırlamalar getirmektedir. Ancak denizlerdeki radyoaktif kirlilik aynı zamanda düşük seviyeli birçok farklı kaynaktan da etkilenmektedir.

Yüzey sularında doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonlarının yıllara göre değişimi Şekil 65 ve Şekil 66'da gösterilmiştir.



Şekil 65. Deniz suyunda doğal radyoizotop konsantrasyonları (2014-2019), a, b, c Uranyum, d. Radyum



Şekil 66. Deniz suyunda antropojenik ve kozmojenik radyoizotop konsantrasyonları (2014-2019), e. Sezyum, f. Stronsiyum ve g. Tritiyum



## Sedimanda Radyoaktivite

İzleme programı kapsamında 6 istasyonda doğal izotoplardan potasyum (K-40), radyum (Ra-226) ve toryum (Th-232) ile antropojenik izotoplardan sezyum (Cs-137 ve Cs-134) izotopları izlenmiştir.

2014-2019 izleme döneminde istasyonlara göre önemli farklılıklar olmasına rağmen yıllara göre ortalama doğal ve yapay izotop konsantrasyonlarında önemli değişimler gözlenmemiştir. Altı yıllık dönemde en yüksek K-40 aktivitesi 2018 yılında ANBSW1 istasyonunda  $459 \pm 67$  Bq/kg, en düşük 2014 yılında AKKUYU istasyonunda  $162 \pm 11$  Bq/kg ve altı yıllık ortalama  $315 \pm 42$  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 ışınlanmalara neden olur. Topraklardaki K-40 aktivitesinin dünya ortalaması 400 Bq/kg mertebesindedir. Doğal izotop olduğu için deniz sularındaki ve sedimetlerdeki düzeyleri tamamen deniz jeolojisi ve oşinografik proseslerle açıklanabilir.

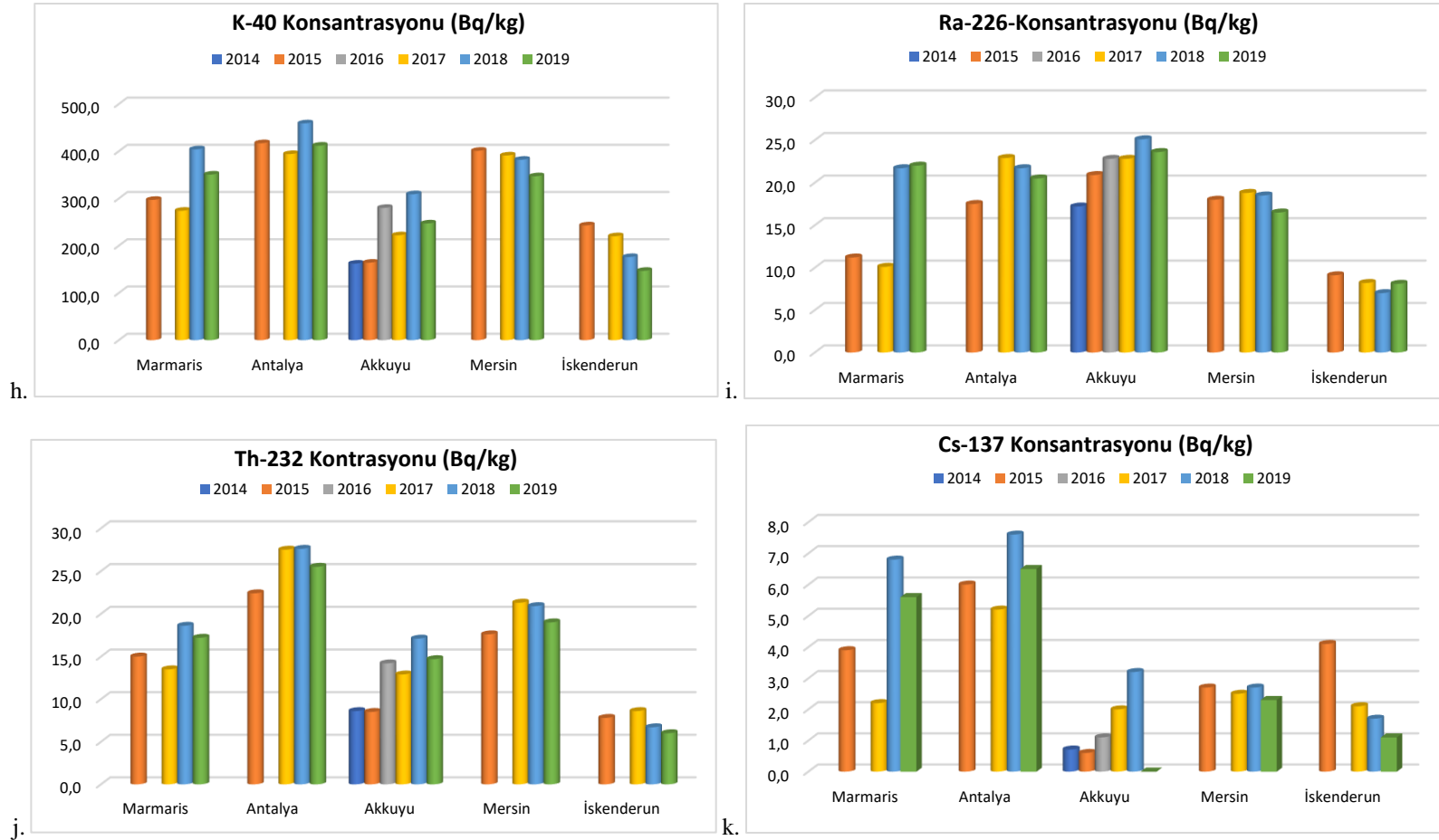
En yüksek Ra-226 aktivitesi 2018 yılında AKKUYU istasyonunda  $25,1 \pm 1,9$  Bq/kg, en düşük 2018 yılında İSK-RAD istasyonunda  $7,0 \pm 0,7$  Bq/kg ve altı yıllık ortalama  $18,3 \pm 2,8$  Bq/kg olarak tespit edilmiştir. Radyum yer kabuğunda çok düşük konsantrasyonlarda, yani ppt (miligram/ton) düzeyindedir. Uranyumun bozunumundan oluşur ve radyoaktivitesi oldukça yüksektir. Spesifik aktivitesi 36,6 cıgabekerel ( $36,6$  GBq/g), olup

bozunumunda hem alfa hem de gama ışıması yaptığı için iç ve dış ışınlanmalara neden olur. Doğal radyoizotop olduğu için deniz suyu ve sedimanlardaki konsantrasyonları deniz jeolojisi ve oşinografik proseslerle farklılık göstermektedir.

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 altı yıllık ortalama  $16,5 \pm 2,1$  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 radyoizotop olduğu için deniz suyu ve sedimanlardaki konsantrasyonları bölgesel farklılık gösterebilir.

2014-2019 döneminde izlemeye alınan tek antropojenik izotop olan Cs-137 istasyonlar arasında önemli derecede farklılık göstermiştir. En yüksek Cs-137 aktivitesi 2018 yılında ANBSW1 istasyonunda  $7,6 \pm 0,7$  Bq/kg, en düşük 2015 yılında AKKUYU istasyonunda  $<0,1$  Bq/kg ve altı yıllık ortalama  $3,50 \pm 1,13$  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 sedimanda da Akdenizdeki sezyum aktivitesi diğer denizlerimize göre daha düşük bulunmuştur.

Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonlarının yıllara göre değişimi Şekil 67'de verilmiştir.



Şekil 67. Sedimanda doğal ve antropojenik radyoizotop konsantrasyonları (2014-2019), 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

#### 3.6.1. Mikroplastik

##### Su yüzeyi, su kolonu ve sedimanda mikroplastikler

Tablo 10'da Doğu Akdeniz'in Mersin Körfezindeki 3 istasyonda (MERSWR - Mersin, TASSW1 – Taşucu ve SEYSW3-Seyhan) 2015-2019 arasındaki mikroplastik miktarları karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Bu yıllara ait değerler genelde 3 replikata ait ölçümlerin ortalaması olduğundan istatistiksel sapmanın hesaplanması mümkündür ve dolayısıyla veriler daha güvenilir olarak değerlendirilebilir.

Elde edilen değerlerin hem yıllar ve hem de istasyonlar açısından oldukça değişken olduğu görülmektedir (Tablo 8). Örneğin su yüzeyinde km<sup>2</sup> başına değerler 80 000 ile 3 046 667 parçacık olarak değişmiştir. Su yüzeyi ya da kolonuna göre daha yavaş bir değişime maruz kalan sediman tabakasında mikroplastik sayısı oldukça birbirine yakın olarak bulunmuştur; en yüksek ve en düşük yıllık ortalama değerler arasında sedimanda yaklaşık 7 kat fark varken, su kolonunda bu

belirlenen 3 istasyonda yaz aylarında düzenli olarak yapılmaktadır. Mikroplastik çalışmalarının başlangıcı olan 2014 yılında tek örnekleme yapılmış olup istatistiksel olarak ortalama 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 (Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İş 2014-2016 Akdeniz Özet Raporu“ ISBN: 978-605-5294-68-7) yılında çalışıldığından burada ayrıca bir özet sunulmamıştır. Ulusal izleme programı kapsamında sahil çöplerinin izlenmesi ilk defa 2019 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 yılında olduğu gibi 2019 yılında da deniz tabanında çalışılmıştır.

fark 10 katına ve de yüzey suyu çekiminde ise yıllık değişim 58 katına çıkmaktadır. Bu nedenle, sedimanda mikroplastiklerin izlenmesi, daha iyi bir indikatör ortamı 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 kıyısal 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 2019'da önceki yıllara göre hem alan (km<sup>2</sup>) hem de hacim (m<sup>3</sup> veya

litre) olarak son yıllardaki en düşük mikroplastik değerleri gözlenmiştir (Tablo 8).

UNEP/MAP tarafından Deniz Yüzeyi için hesaplanan “ortalama değerler” 2015 yılı için km<sup>2</sup>'de 115 000 adet mikroplastik (bir başka dökümünde 340 000 adet mikroplastik) olup (Tablo 11), 2019 yılı hariç proje kapsamındaki örneklemelemlerde

bu ortalamanın çok kez aşıldığı gözlenmiştir (

Tablo 10). 2019 yılında ise Mersin ve Taşucu istasyonlarında ortalamanın aşılmamış olması trend açısından olumlu bir sonuç olarak kabul edilebilir.

**Tablo 10.** 2015-2019 yılları arasında Mersin Körfezindeki 3 istasyonda değişik ortamlardan örneklenen ortalama mikroplastik yoğunlukları

İstasyon	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Su yüzeyi (parçacık/km<sup>2</sup>)</b>					
Mersin	140,000	508,000	3,046,667	1,162,667	74,775
Seyhan	840,000	314,667	685,333	526,667	377,477
Taşucu	80,000	218,667	353,333	597,333	52,252
<i>Ortalama</i>	<i>353,333</i>	<i>347,111</i>	<i>1,361,778</i>	<i>762,222</i>	<i>168,168</i>
<b>Su yüzeyi (parçacık/m<sup>3</sup>)</b>					
Mersin	0.7	2.6	15.4	5.9	0.3
Seyhan	4.3	1.6	3.5	2.7	1.5
Taşucu	0.4	1.1	1.8	3	0.2
<i>Ortalama</i>	<i>1.8</i>	<i>1.8</i>	<i>6.9</i>	<i>3.9</i>	<i>0.7</i>
<b>Su kolonu (parçacık/m<sup>3</sup>)</b>					
Mersin	3.3	3	10.5	17.9	4.1
Seyhan	6.3	14.1	10.7	16.4	6.0
Taşucu	3.7	2.5	2.1	1.9	1.8
<i>Ortalama</i>	<i>4.4</i>	<i>6.5</i>	<i>7.8</i>	<i>12.1</i>	<i>4.0</i>
<b>Sediman (parçacık/L)</b>					
Mersin	500	313	587	293	167
Seyhan	80	133	293	220	167
Taşucu	260	440	160	173	133
<i>Ortalama</i>	<i>280</i>	<i>296</i>	<i>347</i>	<i>229</i>	<i>156</i>

**Tablo 11** Akdeniz yüzey suyu için belirlenen ortalama ve baz mikroplastik değerleri (parçacık/km<sup>2</sup>)

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 yılının Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında, Doğu Akdeniz’de Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü (DBE) sahilindeki 3 istasyonda 3 ay boyunca çöp araştırmasının sonuçları sunulmaktadır (Şekil 68). ODTÜ-DBE sahiline girişler son derece kontrollü olup, tüm istasyonlar doğrudan insan baskısının az olduğu bir bölgedir.

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).



**Şekil 68.** Ağustos, Eylül ve Ekim 2019’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.)

Çalışma alanında 3 istasyondan 3 ay boyunca toplamda 1206 adet ve 19060 gr katı atık tespit edilmiştir (Tablo 12). Söz konusu 3 istasyondaki (yani toplam 300 metredeki) toplam çöp sayısı 397-431 arasında değişmişse de birbirlerinden sayısal olarak çok ta farklı olmadıkları gözlenmiştir. 100 metrede bulunan sahil çöpü sayıları ise 52 ile 194 arasında değişmiştir. Ancak ağırlık olarak Lamas nehrine en yakın olan L2 istasyonu 8715 gr ile en fazla çöpe sahip istasyon olarak tesbit edilmiştir. Bu çalışmada 3 örnekleme sahilinin hiçbirinin alanı ölçülmemiştir. Bunun nedeni dalganın ulaştığı sahil

çizgisinin her ay farklı olması, dolayısıyla dar örnekleme bölgesinde alanın değişken olmasındandır. Bu nedenle Alkalay ve diğ. (2007) makalesinde metre kare için verilen Temiz-Sahil İndeksinin (Clean-Coast Index) kullanılması söz konusu değildir.

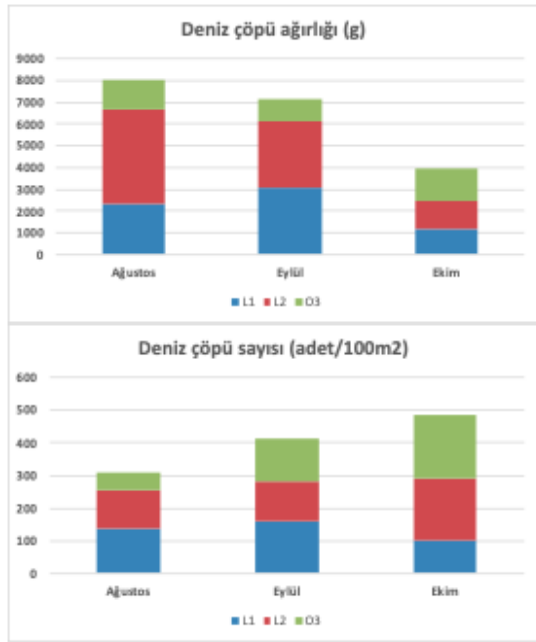
Ancak, 2 Kasım 2020 tarihli taslak UNEP/MED WG.482/23Rev.1 dökümanına göre 100 m için örnekleme bölgesindeki 3 istasyondan 3 ay boyunca elde edilen değerler (yani 52-194 parça/100m), Akdeniz’de 2016 için bulunan 400-1400 baz değerlerinin oldukça altında ve hatta 2020 için önerilen eşik

değerinin de (177 parça/100m) genelde altındadır. Burada göz önüne alınması gereken önemli bir husus, ODTÜ-DBE sahiline girişlerin ve dolayısıyla ziyaretçi sayısının son derece az olmasıdır. Bu örnekleme bölgesinde sahil çöpü azlığının önemli bir nedenidir. Aydın vd (2016) 2014

yılında örnekleme bölgesine yakın 13 farklı sahilde 550-6040 parça/100m gibi yüksek değerler rapor etmişlerdir. Özhan vd (2016) ise 205 ve 2016'da örneklemedikleri 9 Mersin sahilinden ise 90 ile 650 arasında değişmiştir (yani genelde belirlenen eşik değerinin üzerindedir).

**Tablo 12.** Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsündeki plajda sahil çöpleri araştırma istasyonlarındaki katı atıkların 2019 yılında aylara göre toplam sayısı ve ağırlığı

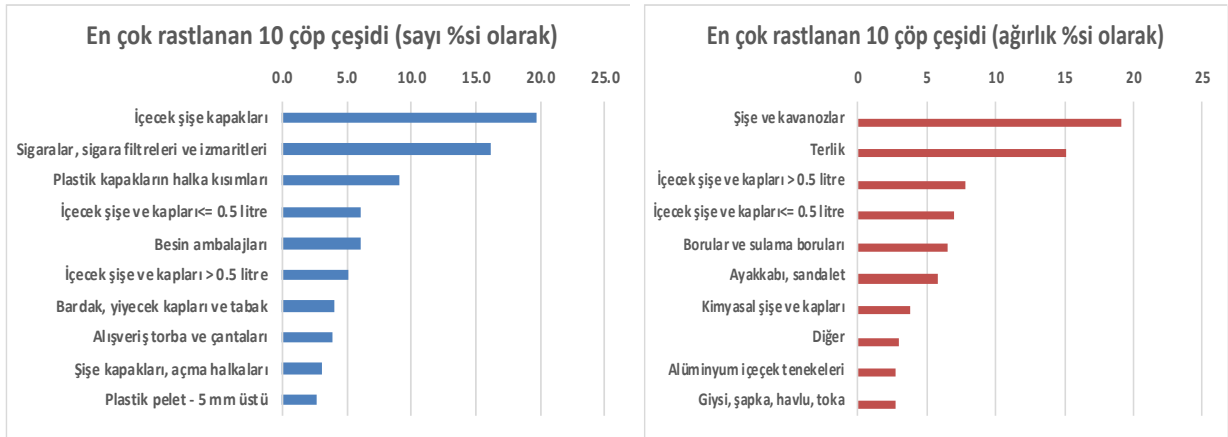
İstasyon	Çöp Ağırlığı (g)			Çöp Sayısı			Toplam Çöp Ağırlığı (g)	Toplam Çöp Sayısı
	Ağustos	Eylül	Ekim	Ağustos	Eylül	Ekim		
L1	2315	3055	1180	137	160	100	6550	397
L2	4350	3055	1310	119	120	192	8715	431
O3	1335	1015	1445	52	132	194	3795	378
<b>Genel Toplam</b>	<b>8000</b>	<b>7125</b>	<b>3935</b>	<b>308</b>	<b>412</b>	<b>486</b>	<b>19060</b>	<b>1206</b>



**Şekil 69.** Erdemli’de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsündeki plajda sahil çöpleri araştırma istasyonlarındaki katı atıkların 2019 yılında toplam sayısı ve ağırlığının aylara göre

Aylara göre bakıldığında turizmin yoğun olduğu Ağustos ve Eylül aylarında (19 kg civarında) Ekim ayına göre yaklaşık 1,5 kat daha fazla ağırlıkta çöp gözlenmiştir. (Tablo 12 Şekil 71). Ancak aynı azalma trendi çöp sayısında gözlenmemiş, tersine 308’den 486’ya bir artış olduğu görülmüştür.

Sayısal olarak 237 adet ile toplamda en çok görülen çöp çeşidi %19.7’lik bir oranla “içecek şişe kapakları”dır (Şekil 70). Bunu 195 adet (%16.2) ile sigara izmaritleri, 110 adet (%9.1) ile plastik kapakların halka kısımları, 74 adet (%6.1) ile pet şişeler, 73’er adet ile (%4) ile plastik bardak ve yiyecek kapları ile alışveriş poşetleri takip etmektedir. Sigaralar hariç tutulduğunda tek kullanımlık plastikler deniz çöpünün çoğunluğunu oluşturmaktadır. Ağırlık olarak ise en fazla çıkan atık türleri sırasıyla cam şişe ve kavanozlar (%19.1), Terlik (%15.1), pet şişeler (%14.8) olmuştur (Şekil 70).

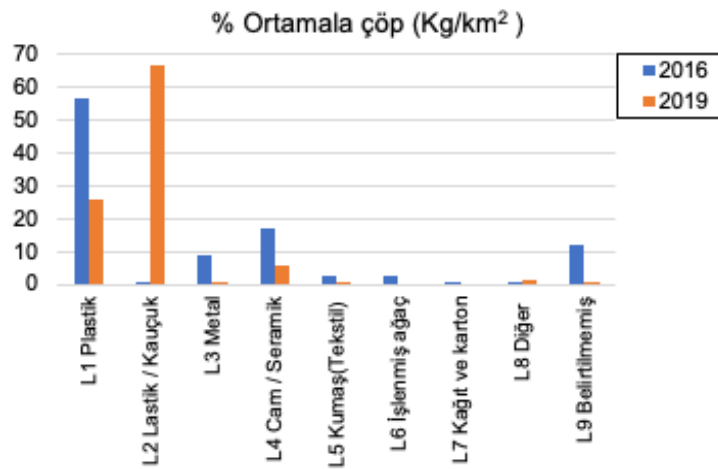


**Şekil 70.** Ağustos, Eylül ve Ekim 2019'da Türkiye'nin doğu Akdeniz kıyısında Erdemli'de yerleşik ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü sahilinde en fazla rastlanan çöp çeşitlerinin yüzdeleri (sayısal olarak- üstteki ve ve ağırlık olarak- alttaki)

### 3.6.3. Deniz Tabanı Katı Atık Dağılımı (Doğu Akdeniz)

2016 ve 2019 yaz döneminde trol ile yapılan deniz tabanı çalışmasından elde edilen katı atıklar MEDITS protokolüne göre değerlendirilmiştir. Tüm istasyonlarda çıkan çöplerin sınıflandırmaya göre miktarlarındaki % ortalama çöp

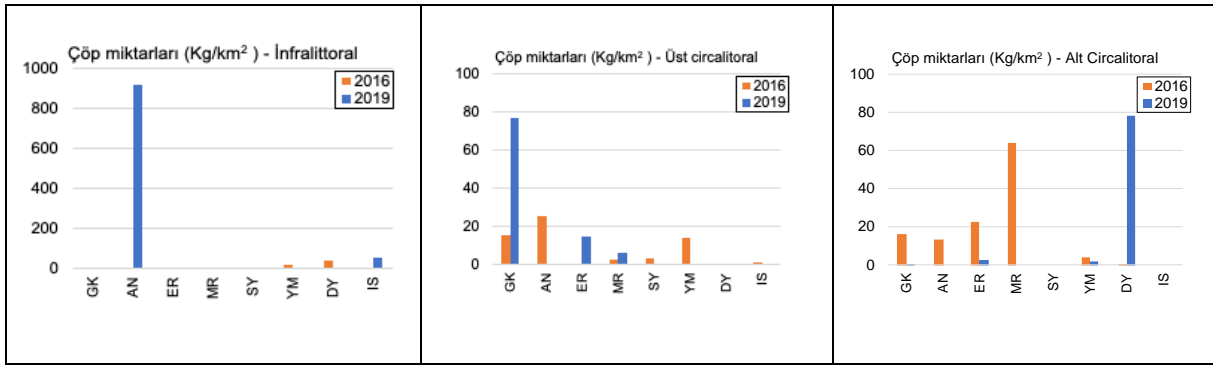
dağılımlarında 2016 yılında plastik kategorisi genellikle en yüksek değerlerde bulunurken, 2019'da lastik/kauçuk kaynaklı materyalin (çoğunlukla araba öne çıktığı bunu plastik ve cam materyalin oluşturmaktadır (Şekil 71).



**Şekil 71.** 2016 ve 2019 yıllarındaki çalışmada örneklenen tüm istasyonlarda çıkan çöplerin sınıflandırmaya göre biyokütle miktarlarındaki % ortalama dağılımlar

Örnekleme yapılan tüm bölgede infralittoralı oluşturan 0-25 metre derinlikli kıyı alanlarında daha derin istasyonlara göre görece daha az katı atık elde edilmiştir (Şekil 72). Bunun nedeni çoğu bölgede akıntılar sebebiyle bu atıkların daha derin sulara taşınmasıdır. Bu derinlik aralığında 2019 yılında en yüksek miktar yoğun bir şekilde araba lastiği çıkan alan Anamur'dur; yoğun plastik materyal gözlenen alan ise İskenderun Körfezi olmuştur. Bu bölgede İç-Dış Körfez etkileşimi zayıftır ve denize atılan atıklar iç körfez sularında ve tabanında birikmektedir. Üst sirkalittoralı oluşturan

25-50 metre derinlik aralığında en yüksek katı atık miktarları 2016 yılında yine Anamur olmuş, 2019 yılında ise Göksu ve Erdemli'de en yüksek değerler bulunmuştur (Şekil 72). Üst sirkalittoralı oluşturan 50-100 metre derinlik aralığında (bu derinlik aralığı bu çalışmada her alt bölgede (özellikle İskenderun ve Seyhan) uygun derinlik aralığı olmadığından 70 metre ile sınırlandırılmıştır. Bu derinlik aralığında 2016 yılında özellikle Göksu- Mersin hattında yoğun olarak katı atıklar, 2019 yılında Dört Yol'da gerek sert plastik gerekse plastik poşet olarak yoğun miktarda plastik materyal çıkmıştır (Şekil 72).



Şekil 72. Çöp miktarlarının alt bölgelerdeki derinlik tabakalarına göre değişimi

### 3.7. Kıyı Su Yönetim Birimlerinin Baskı, Ekolojik Kalite ve Kimyasal 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 subjektif tahminler yerine bilimsel veriler ile yapılabilmesi için geliştirilen yöntemlerden olan LUSI/LUSIVAL 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, LUSIVAL 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).

Ayrıca, DEN-İZ Programı kapsamında, Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği temel alınarak 2009 yılında Bakanlığımızca yayımlanan, 2016 yılında ise mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığınca revize edilen Hassas ve Az Hassas alanların güncellenmesi çalışması gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışma 2014-2019 yılı izleme sonuçları su yönetim birimlerine göre kümelenerek, yüzey (0-10 m) ortalamaları KAAY Hassas ve Az Hassas Alanlar Tebliği EK-3 Tablo 2 ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.



DEN-İZ Programında değerlendirilen HA/AHA sonuçlarıyla LUSIVAl indeksi ile gerçekleştirilen baskı-etki çalışması çıktıları paralellik göstermektedir (Şekil 73 ve Şekil 74).

Akdeniz Bölgesi, 2014 - 2019 izleme sonuçlarına göre SYB ölçeğinde yapılan HA sınıflaması; 2009'da yayınlanan HA ve AHA sınıflama sonuçlarını değiştirecek seviyede ekolojik/su kalitesi değişimi gözlenmemiştir. Ancak; İskenderun Körfezi içinde, doğu bölgesi kıyı sularında mesotrofik su kalitesi özellikleri, özellikle kentsel atıksu deşarjının olduğu ve etkilediği alanda, yetersiz arıtma ve yayılı kaynaklardan yağışlı dönemlerde denize ulaşan kirlilik yükünün aşırı artması nedeniyle kıyı sularının ötrofik olma riski devam etmektedir. Benzer yorum, su dolaşımının zayıf olduğu sığ yapıdaki Taşucu İç Körfezi için de geçerlidir.

Yüksek debili Göksu Deltası'nın önu ötrofik yapıda olması ile beraber balıklar için yumurtlama, beslenme alanıdır; koruma gerektiren hassas alan özellikleri taşır. Bölgedeki nehir sularında insan kaynaklı belirgin kirlilik artışı gözlenmemiştir. Ancak, Silifke Bölgesi'nde evsel atıksuları ve tarımsal alandan özellikle yağışlı dönemlerde besin tuzları ve organik madde taşınımı artmaktadır. Ayrıca, bölgenin coğrafik ve jeolojik özellikleri nedeniyle nehir sularına fazla

miktarda partikül madde ulaşmaktadır. Bu maddelerin bir kısmı barajda tutulurken, özellikle yağışlı dönemlerde önemli bir miktarı da denize taşınmaya devam etmektedir. Bu sular, genel akıntının etkisiyle Taşucu Körfezi iç bölgesini etkilemektedir. Körfezin sığ suları ayrıca kentsel atıksu deşarjı da aldığından karasal baskılara karşı hassastır ve Hassas Alan özelliğini sürdürmektedir.

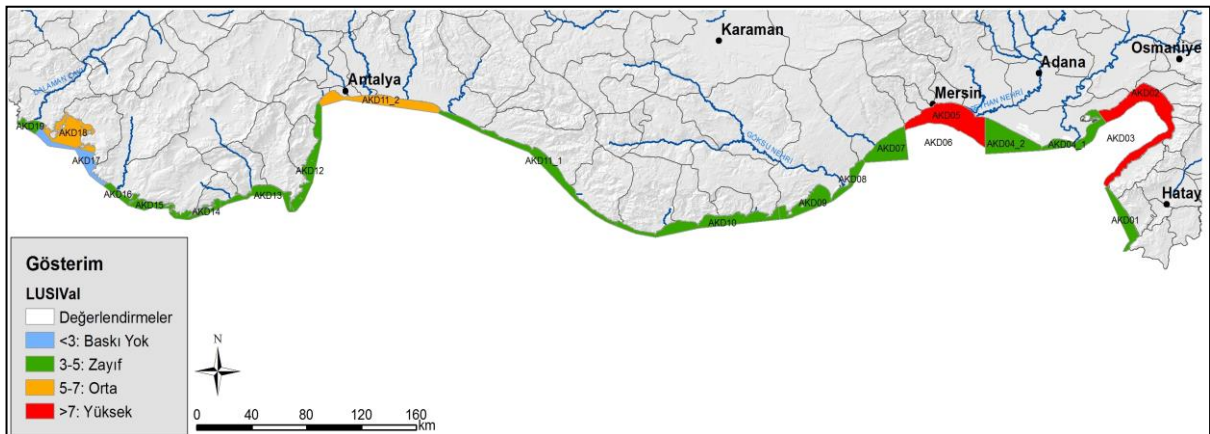
Kıyusal alanlardaki kış/yaz nüfus farklılığı nedeniyle atıksu arıtma tesisleri verimli çalıştırılmamaktadır (TÜBİTAK MAM, 2010).

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).

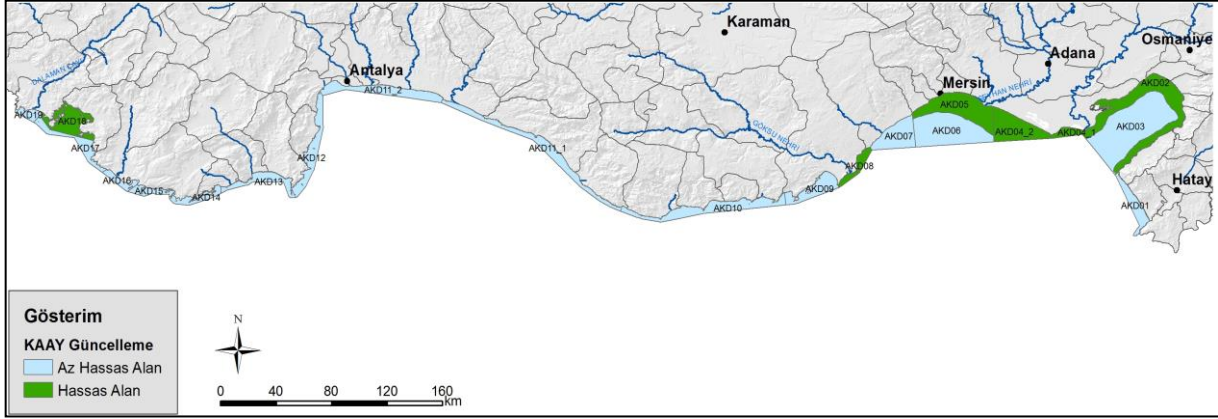
Kıyusal alana dökülen katı atıkların oluşturdukları sızıntı suları ciddi baskı oluşturmaktadır ve kıyılarıdaki organik yükü arttırmaktadır.

Akdeniz havzalarındaki yoğun seracılık, su kaynakları üzerine önemli bir baskı oluşturmaktadır.

Tarım faaliyetlerinde, yüksek miktarda pestisit /gübre kullanımı kıyı alanlarıdaki organik yükü arttırmaktadır.



Şekil 73. Akdeniz LUSIVAl Haritası



Şekil 74. Kentsel Atıksu Artırımı Yönetmeliği'ne göre Akdeniz Kıyı Su Kütlelerinin Hassas/Az Hassas durumlarının 2014-2019 yılı verisine göre değerlendirilmesi

### 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 75'de gösterilmiştir. 2019 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



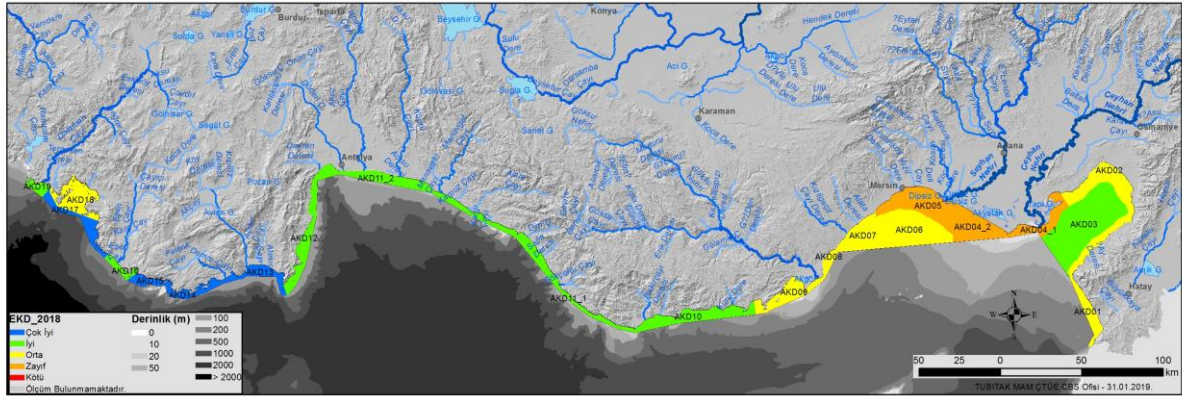
b) 2015 Yılı



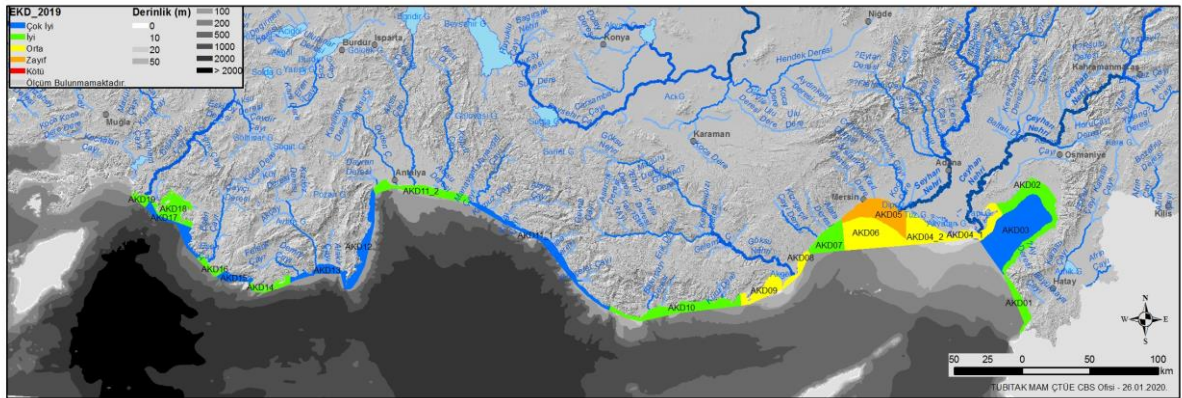
c) 2016 Yılı



d) 2017 Yılı



e) 2018 Yılı



f) 2019 Yılı

Şekil 75. Kıyı su kütleleri ekolojik kalite değerlendirmesi (2017-2019)

### 3.7.3. Kimyasal Kirlenme Durumunun Değerlendirilmesi

“Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (DEN-İZ)” kapsamında 2018 yılında Akdeniz istasyonlarından alınan yüzey sediman örneklerinin kontaminant (sentetik –pestisitler, PCBler ve sentetik olmayan kirlenimler-metaller, PAH’lar) içerikleri, kimyasal durum belirleme amaçlı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, sedimanda kimyasal durum değerlendirmesi için Çevresel Değerlendirme Kriteri (EAC) değeri olarak ERL değerleri kullanılmıştır (Tablo 13).

DEN-İZ Programı kapsamında Akdeniz’de 2014-2015 yıllarında 11 istasyon, 2016 yılında ise alansal yayılımı görmek için toplam 32 istasyon, 2018 yılında ise 33 istasyon bu değerlendirmeye alınmıştır. 2014, 2015 ve 2016 yıllarına göre istasyonların kimyasal durumu 2018 yılında da genellikle korunmuş olduğu belirlenmiştir.

Şekil 72’de sedimanda ölçülen tüm kirlenici parametrelerin, ERL ve ERM sınır değerlerine göre durumu, istasyon sayısına göre (% olarak) değerlendirilmektedir.

Akdeniz’in metal kirlilik durumu 2014-2016 yılında olduğu gibi 2018 yılında da genellikle korunmuş olduğu ve tüm su yönetim birimlerinde iyi durumda olduğu belirlenmiştir. Akdeniz sediman istasyonlarının % 67’sinde Cr ERL üzerinde, %15’inde ise ERM üzerinde olduğu belirlenmiştir. Nikel, krom gibi elementlerin kayaç yapısında olabileceği ve zemin değer çalışması ile hesaplanan değerlerin de dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

Su Yönetim Birimleri organik kirlenimler açısından değerlendirildiğinde özellikle pestisit kullanımına bağlı olarak çoğu Su Yönetim Birimlerinin (SYB) DDT ve türevlerinin ERL değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Akdeniz kıyı su

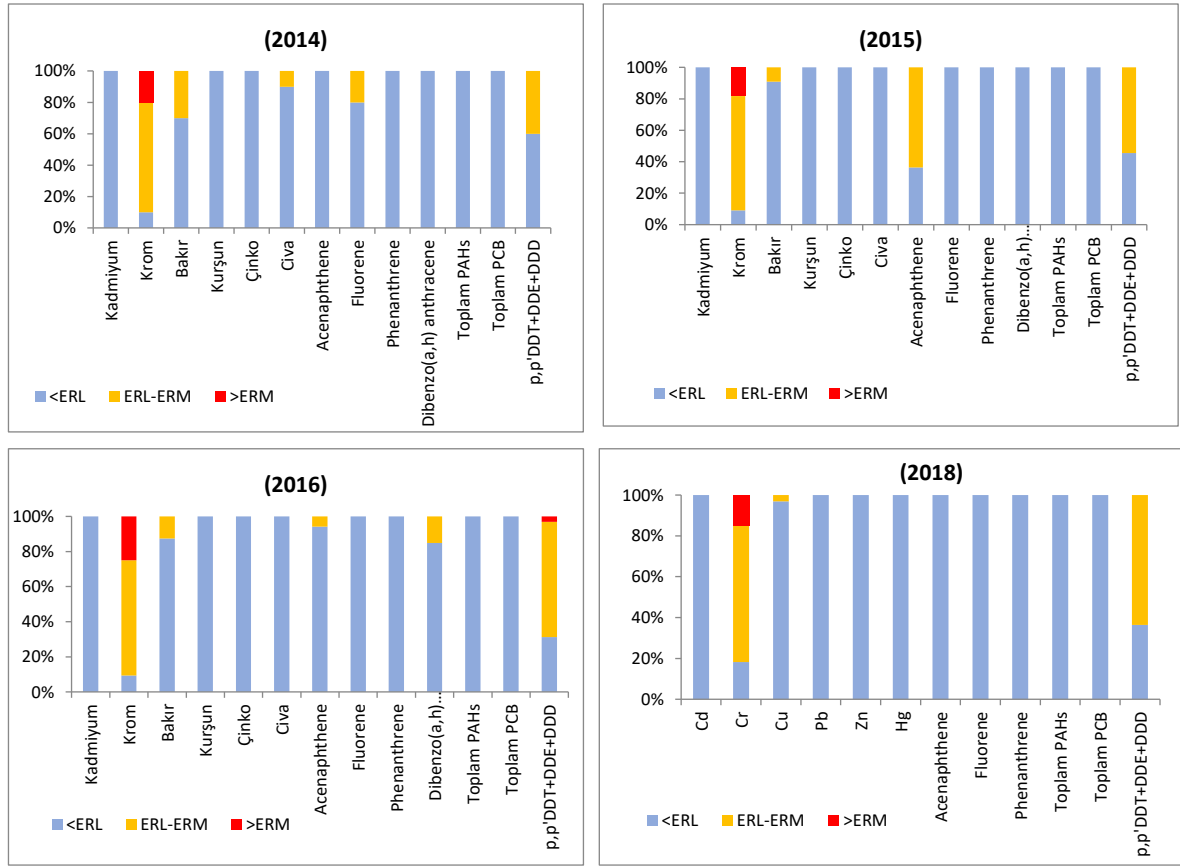
kütlelerinin sediman organik kimyasal durumu bozan en büyük etken tarımda kullanılan zirai ilaçların kontrolsüz ve fazla kullanılması sonucu su kaynaklarını kirletmesi olduğu vurgulanmıştır. Bu kapsamda, iyi tarım uygulamaları, halkın eğitilmesi ve ilaçların kontrol dahilinde tüketicilere verilmesi önemli hususlar arasında belirtilmiştir. DDT ve türevleri toplamının Akdeniz sediman istasyonlarının %64'ünde ERL üzerinde tespit edildiği görülmektedir. Akdeniz'de; en yüksek DDT ve türevleri toplamına Antalya Körfezi (ANBSW1 ve ANBSWR), Mersin Körfezi (MRSYB6), İskenderun Körfezi (YUMREF), BOTAŞ (BTC SW1), Seyhan Nehri ağzı (SEYSW3, SEYSW2 ve SEYSW1), Ceyhan Nehri ağzı (CEYSWR) ve Samandağ (SAMSWR) istasyonlarında gözlenmiştir. Ayrıca DDT'lerin "yeni" veya "eski" kirlilik kaynakları (DDD+DDE)/DDTs'lerin oranı ile ayırt edilmektedir. 0,5'ten daha yüksek (DDD+DDE)/DDTs'lerin oranı tarihsel bozulmadan kaynaklandığını göstermektedir. 0,5'ten düşük oran yeni DDT girişinin gerçekleştiğini göstermektedir (Da C., vd., 2013). Bu çalışmada (DDE+DDD)/DDTs'lerin ortalama oranı 0,8'dir ve oranların % 4,9'u 0,5'in altındadır. Bu da birçok istasyonda tarihsel DDT'nin bozulmadan kaynaklı olduğunu gösterir. Bunun yanında çok az da olsa hala DDT'lerin baskın olduğu istasyonlarda mevcut olup, izleme çalışmalarının belirli aralıklarla devam ettirilerek DDT'lerin yeni giriş yapıp yapmadığı veya DDT'lerin tarihsel bozulmadan kaynaklı olarak DDE ve

DDD'ye biyolojik olarak parçalanmaları takip edilmelidir.

Akdeniz sedimanlarında ölçülen diğer Pestisit değerlerine bakıldığında, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor genel olarak ya çok düşük seviyelerde ya da ölçüm sınırlarının altında tespit edilmiştir

Akdeniz sedimanlarında 7 PCB bileşeninin toplamı incelendiğinde tüm istasyonlarda, ekosisteme etki açısından etki sınırının altında olduğu, 0,067-1,608 (ng/g kuru ağırlık) aralığında ölçüldüğü belirlenmiştir. En yüksek toplam PCB değeri Mersin'de MERSWR nolu istasyonda (1,608 ng/g kuru ağırlık) tespit edilmiştir.

Sediman örneklerinde ölçülen TOC derişimi 1.89-8.93 mg/g aralığında değişim göstermiştir. En yüksek TOC değerleri nehirlerin ve evsel/kentsel atıksuların etkilediği, organik madde sentezinin yüksek olduğu Mersin ve İskenderun iç körfez yüzey sedimanlarında yüksek ölçülmüştür. Toplam PAH dağılımları incelendiğinde 6,88- 622,48 µg/kg kuru ağırlık aralığında değiştiği görülmektedir. Genel olarak çok düşük PAH bileşenleri ölçülmek ile birlikte, Akdeniz sedimanlarını kendi aralarında değerlendirdiğimizde en yüksek dağılım BOTAŞ (BTC SW1) nolu istasyonda olduğu tespit edilmiştir. Çevreye salınan PAH'lar çoğunlukla pirolitik kökenli olduğu görülmektedir. Sadece Finike ve Erdemli istasyonu petrojenik kaynaklıdır. Akdeniz'de tüm istasyonlarda PAH bileşenleri ekosisteme etki açısından etki sınırının altında olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 76.** Akdeniz sediman istasyonlarında kirleticilerin % dağılımları (2014-2018)

**Tablo 13.** Sedimanda Metal ve Organik Kirlenici Bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması

İst No	SYB No	Naphthalene	Acenaphthylene	Acenaphthene	Fluorene	Phenanthrene	Anthracene	Fluoranthene	Pyrene	Benzoanthracene	Chrysene	Benzoapyrene	Dibenzanthracene	Toplam PAH	Toplam PCB	DDT+DDE+DDD	ppDDE	ppDDT	ppDDD	Cd	Pb	Zn	Hg
SAMSWR	AKD01																						
AKNSW1	AKD02																						
ISKSW2	AKD02																						
ISKSW3	AKD02																						
BTCSW1	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																						
AKKUYURAD	AKD10																						
ANBSW1	AKD11																						
ANBSWR	AKD11																						
MRESW1	AKD11																						
ALBSW1	AKD11																						
DILSWR	AKD11																						
FIBSW1	AKD13																						
ECSW1	AKD16																						
DALSW1	AKD19																						
DALSW2	AKD19																						
ANASWR	AKDD3																						
MERSIN DOGUREF	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).

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.

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., Feyziođlu 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<sup>[1]</sup><sub>[SEP]</sub>.

Flo, E., Camp, J., Garcés, E., (2011), “Assessment Pressure methodology, Land Uses Simplified Index (LUSI)”. (Personal communication WFD-CIS- phase II, Technical paper).

Flo, E., Garcés, E., Camp, J., (2019), “Land Uses Simplified Index (LUSI): Determining Land Pressures and Their Link With Coastal Eutrophication”. *Frontiers in Marine Science*, 6, 10.3389/fmars.2019.00018.

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. Çinar, P. Dendrinou, A. C. Gucu, A. A. Karamanlidis, P. Rodic, P. Panayotidis, E. Taşkın, A. Jaklin, E. Voultziadou, 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.

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.

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 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

İstasyon numarası	İstasyon tipi (kıyı /deniz)	İstasyon kodu	İstasyon yeri	SYB/DDB No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Kıydan Uzaklık (km)	Fizikokimyasal Değişkenler CTD, Çözülmüş Oksijen, Besin Maddeleri, Klorofil-a, Seki Disk Derinliği	Biyolojik parametreler			Sedimanda Kirleticiler	Radyoaktivite (yüzey suyu ve sediman)
					Enlem	Boylam				Fitoplankton	Zooplankton	Makrozoobentik		
1	Kıyı	SAMSWR	Samandağ	AKD01	36 02.9258N	35 56.2222E	66.5	2.23	X	X	X	X		
2	Kıyı	SAMSW1	Samandağ	AKD01	36 02.3220N	35 57.0493E	20	1.69	X					
3	Deniz	SAM-REF(EK)	Samandağ- açık	AKDD4	36 07.0730N	35 45.8072E	205	18.99	X	X				
4	Kıyı	AKNSW1	Akıncı Burnu	AKD02	36 18.7892N	35 45.5537E	70.5	1.91	X			X		
5	Kıyı	ISKSW2	İskenderun Körfezi	AKD02	36 31.2694N	35 58.4475E	42	3.43	X	X		X	X	
6	Kıyı	ISK-1	İskenderun Körfezi	AKD02	36 46.5428N	36 09.1856E	24	5.09	X					
7	Kıyı	ISK-2	İskenderun Körfezi	AKD02	36 38.9637N	36 11.3748E	37	1.65	X					
8	Kıyı	ISK-RAD	İskenderun Körfezi	AKD02	36 37.2318N	36 09.8393E	45.5	2.56	X				X	
9	Kıyı	ISKSW1	İskenderun Körfezi	AKD02	36 43.4679N	36 10.0878E	27	1.93	X					
10	Kıyı	ISKSW3	İskenderun Körfezi	AKD02	36 52.4898N	36 03.4038E	20	4.33	X				X	
11	Kıyı	BTC SW1	BOTAŞ/BTC	AKD02	36 51.7207N	35 57.8816E	34.5	2.10	X	X	X	X	X	
12	Kıyı	YUMSW1	Yumurtalık	AKD02	36 46.3104N	35 49.5865E	15	1.91	X				X	
13	Kıyı	ISK-1(EK)	İskenderun Körfezi	AKD02	36 47.4009N	36 06.7018E	41.5	7.40	X					
14	Deniz	ISK(EK)	İskenderun Körfezi	AKD02	36 48.7945N	36 02.8904E	52	9.36	X					
15	Deniz	ISKSWR3	İskenderun Körfezi	AKD03	36 28.0855N	35 44.2201E	83	14.00	X					
16	Deniz	ISKSWR	İskenderun Körfezi	AKD03	36 40.2787N	35 57.0820E	66	17.43	X				X	
17	Deniz	YUM-REF	İskenderun Körfezi	AKD03	36 40.1101N	35 44.1851E	52.5	4.94	X				X	
18	Deniz	CEYSWR	Ceyhan Ağızı	AKD04	36 32.7457N	35 33.6465E	12	2.02	X	X	X	X	X	
19	Geçiş	CEYSW1	Ceyhan Ağızı	AKD04	36 33.1865N	35 33.9751E	9	1.83	X					
20	Geçiş	YUM-EK1	İskenderun Körfezi	AKD04	36 38.0478N	35 40.2188E	18	2.69	X					
21	Geçiş	CEY-EK1	İskenderun Körfezi	AKD04	36 32.4664N	35 25.9478E	15	3.56	X					

İstasyon numarası	İstasyon tipi (kıyı /deniz)	İstasyon kodu	İstasyon yeri	SYB/DDB No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Kıyıda Uzaklık (km)	Fizikokimyasal Değişkenler CTD, Çözülmüş Oksijen, Besin Maddeleri, Klorofil-a, Seki Disk Derinliği	Biyolojik parametreler			Sedimanda Kirleticiler	Radyoaktivite (yüzeysel su ve sediman)
					Enlem	Boylam				Fitoplankton	Zooplankton	Makrozoobentik		
22	Geçiş	SEYS-EK2	Mersin Körfezi	AKD04	36 33.8343N	35 08.9545E	21	7.11	X					
23	Geçiş	SEYS-EK1	Mersin Körfezi	AKD04	36 39.1166N	35 01.1373E	16.5	5.16	X					
24	Deniz	TIRSW1	Tırtar	AKD05	36 40.9434N	34 34.7470E	51	7.12	X	X			X	
25	Kıyı	SEYSW2	Seyhan Ağızı	AKD05	36 40.9804N	34 55.4266E	16.5	5.03	X	X	X	X	X	
26	Kıyı	SEYSW3	Seyhan Ağızı	AKD05	36 41.3895N	34 53.5547E	17	3.93	X	X			X	
27	Geçiş	SEYSW1	Seyhan Ağızı	AKD05	36 42.8861N	34 47.4674E	25	8.48	X				X	
28	Kıyı	MERSWR	Mersin Körfezi	AKD05	36 45.3681N	34 38.8682E	18	2.99	X	X	X	X	X	X
29	Kıyı	MERSW1	Mersin Körfezi	AKD05	36 46.4134N	34 38.4710E	15	1.18	X					
30	Kıyı	M-EK1	Mersin Körfezi	AKD05	36 44.0340N	34 48.0704E	16	6.96	X					
31	Kıyı	M-EK2	Mersin Körfezi	AKD05	36 45.6385N	34 41.9896E	17	5.19	X					
32	Kıyı	MRSYB6	Mersin Körfezi	AKD06	36 37.3462N	34 42.5686E	70	20.66	X				X	
33	Açık Deniz	MER-1	Mersin Körfezi açıkları	AKDD3	36 40.9443N	34 42.1998E	50	13.32	X					
34	Açık Deniz	MER-2	Mersin Körfezi açıkları	AKDD3	36 28.0963N	34 42.6060E	160	33.01	X	X				
35	Deniz	DBE-8	Erdemli	AKD07	36 32.1164N	34 16.5544E	77	3.56	X					
36	Deniz	ERDSWR	Erdemli	AKD07	36 35.3231N	34 19.2653E	37	1.72	X	X		X	X	
37	Kıyı	GRESW2	Göksu Ağızı	AKD08	36 16.7249N	34 02.9876E	25	2.02	X			X	X	
38	Kıyı	GRESW1(EK1)	Göksu Ağızı	AKD08	36 17.1865N	34 02.9848E	17	1.21	X				X	
39	Kıyı	TASSW1	Taşucu	AKD09	36 15.9343N	33 52.7248E	37	3.47	X	X	X	X		X
40	Kıyı	TASSW1(EK1)	Taşucu	AKD09	36 18.4041N	33 52.8285E	20	5.31	X				X	
41	Kıyı	AKKUYU-RAD	Akkuyu	AKD10	36 07.9579N	33 31.3357E	46	0.86	X				X	X
42	Kıyı	ANASW1	SYB 10 Yeni istasyon	AKD10	36 04.1784N	33 09.4375E	189	5.57	X				X	
43	Kıyı	DILSWR	Dildare Burnu	AKD11	36 25.6325N	32 06.1357E	60.5	3.43	X				X	
44	Kıyı	ALBSW1	Alanya	AKD11	36 31.9330N	32 00.5316E	20	0.59	X	X			X	
45	Deniz	ALANYA-REF	Alanya açık	AKDD21	36 32.2784N	31 43.6962E	755	8.72	X					
46	Geçiş	MRESW1	Manavgat Ağızı	AKD11	36 44.0571N	31 27.5748E	24	1.34	X	X	X	X	X	

İstasyon numarası	İstasyon tipi (kıyı /deniz)	İstasyon kodu	İstasyon yeri	SYB/DDB No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Kıyıdan Uzaklık (km)	Fizikokimyasal Değişkenler CTD, Çözülmüş Oksijen, Besin Maddeleri, Klorofil-a, Seki Disk Derinliği	Biyolojik parametreler			Sedimanda Kirlenmeler	Radyoaktivite (yüzeysel su ve sediman)
					Enlem	Boylam				Fitoplankton	Zooplankton	Makrozoobentik		
47	Kıyı	SRKSW1	SYB 11 Yeni istasyon	AKD11	36 48.3295N	31 01.9590E	50	5.41	X					
48	Deniz	ANT-REF	Antalya Körfezi-açık	AKD11	36 50.6539N	30 39.5050E	422	2.18	X					
49	Deniz	ANT-REF5	Antalya açık	AKDD21	36 45.7720N	30 42.7704E	656	13.00	X					
50	Açık Deniz	ANT-1	Antalya Körfezi-açık	AKDD2	36 43.1231N	30 48.0986E	458	20.67	X					
51	Açık Deniz	ANT-2	Antalya Körfezi-açık	AKDD2	36 37.5045N	30 54.7608E	459	29.29	X	X				
52	Deniz	ANBSWR	Antalya Körfezi	AKD11	36 51.8523N	30 41.4521E	48	2.51	X	X	X	X	X	
53	Kıyı	ANBSW1	Antalya Körfezi	AKD11	36 52.2170N	30 41.7486E	42.5	1.64	X				X	X
54	Kıyı	KMSW1	SYB 12 Ek istasyon	AKD12	36 34.3420N	30 36.6436E	73	2.14	X					
55	Deniz	YARSWR	Yarımcı Burnu	AKD13	36 12.5398N	30 22.4755E	140	2.11	X	X	X			
56	Deniz	FIBSW1	Finike Körfezi	AKD13	36 17.2518N	30 12.9196E	55.5	2.54	X	X		X	X	
57	Kıyı	KFSW1	SYB 13 Yeni istasyon	AKD13	36 14.4699N	30 03.6548E	24.5	1.74	X					
58	Kıyı	KASSWR	Kaş	AKD14	36 07.0534N	29 39.9470E	322	2.10	X	X	X			
59	Kıyı	PTSW1	SYB 15 Ek istasyon	AKD15	36 11.5778N	29 30.0905E	164	1.80	X	X				
60	Kıyı	ECSW1	SYB 16 Yeni istasyon	AKD16	36 16.4813N	29 15.1379E	90	2.26	X	X		X	X	
61	Kıyı	FETSW2	SYB 17 Yeni istasyon	AKD17	36 31.3825N	29 00.0183E	675	2.26	X	X	X			
62	Deniz	FETSW1	Fethiye Körfezi	AKD18	36 37.4603N	28 57.4064E	322	4.94	X	X				
63	Deniz	FET-EK1	Fethiye Körfezi	AKD18	36 40.9729N	28 55.6817E	129	0.49	X					
64	Deniz	FET-EK3	Fethiye Körfezi	AKD18	36 38.6044N	29 02.7932E	153	2.10	X					
65 <sup>s</sup>	Deniz	FET-EK6	Fethiye Körfezi	AKD18	36 44.5000N	28 56.3114E	48	0.58	X			X		
66 <sup>s</sup>	Deniz	FET-EK7	Fethiye Körfezi	AKD18	36 37.8510N	29 06.2906E	15	0.37	X			X		
67 <sup>s</sup>	Deniz	FET-EK5	Fethiye Körfezi	AKD18	36 39.2405N	29 05.1105E	47	1.06	X			X		

İstasyon numarası	İstasyon tipi (kıyı /deniz)	İstasyon kodu	İstasyon yeri	SYB/DDB No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Kıyıda Uzaklık (km)	Fizikokimyasal Değişkenler CTD, Çözülmüş Oksijen, Besin Maddeleri, Klorofil-a, Seki Disk Derinliği	Biyolojik parametreler			Sedimanda Kirlenmeler	Radyoaktivite (yüzeysel su ve sediman)
					Enlem	Boylam				Fitoplankton	Zooplankton	Makrozoobentik		
68	Deniz	FET-EK8	Fethiye Körfezi	AKD18	36 38.8509N	29 05.5227E	37	0.19	X					
69	Deniz	FET-EK9	Fethiye Körfezi	AKD18	36 39.0554N	28 59.9981E	173	3.89	X					
70	Deniz	FET-EK10	Fethiye Körfezi	AKD18	36 40.5794N	29 01.6535E	57	0.92	X					
71	Deniz	FET-EK11	Fethiye Körfezi	AKD18	36 42.5531N	28 57.2948E	103	1.85	X					
72	Deniz	FET-EK12	Fethiye Körfezi	AKD18	36 39.9834N	28 52.5428E	151	0.74	X					
73	Deniz	DALSWR	Dalaman Ağzı	AKD19	36 41.3496N	28 43.4645E	301	1.96	X					
74	Geçiş	DALSW1	Dalaman Ağzı	AKD19	36 41.8992N	28 43.5785E	82	0.69	X	X			X	
75	Kıyı	DALSW2	Dalaman Ağzı	AKD19	36 42.0059N	28 43.6689E	68	0.34	X			X	X	
76	Kıyı	MARMARIS	Akd SYB 22 için Ege'den	AKD22	36 50.6764N	28 16.2003E	20	0.56	X					
77	Deniz	KARSW1	Karataş	AKDD3	36 27.2359N	35 20.4143E	36	9.92	X				X	
78	Deniz	MERSIN-DOĞU-REF	Mersin Körfezi-açık	AKDD3	36 27.4696N	35 07.8333E	61	19.48	X				X	
79	Deniz	MERSIN-BATI-REF	Mersin Körfezi-açık	AKDD3	36 25.8004N	34 19.9545E	215	15.91	X					
80	Deniz	GRESW1	Göksu açık	AKDD3	36 13.1766N	33 59.7944E	32	3.35	X	X				
81	Deniz	GRESW1(EK2)	Göksu açık	AKDD3	36 10.0510N	33 54.4084E	73	8.66	X					
82	Deniz	AYDINCIK-REF	Aydıncık-Akkuyu açık	AKDD3	36 04.8999N	33 22.4795E	137	5.38	X					
83	Deniz	ANASWR	Anamur açık	AKDD3	35 58.7457N	32 47.6132E	46	4.11	X	X	X		X	



## EK2. Trol çekim sahalarının koordinatları, derinlikler ve çekim süreleri

İst kod	Tarih	Başlangıç Saat	Başlangıç Derinlik (m)	Başlangıç Enlem	Başlangıç Boylam	Bitiş Saat	Bitiş Derinlik (m)	Bitiş Enlem	Bitiş boylam
SY01	04-Sep-19	13:42	78.5	3629.048	3454.128	14:13	77.5	3628.100	3455.382
SY2	04-Sep-19	15:54	36	3632.124	3504.943	16:24	35	3631.933	3506.681
SY3	04-Sep-19	17:53	16	3632.672	3514.193	18:08	16	3632.683	3515.038
IS01	06-Sep-19	16:53	16	3634.740	3606.415	17:23	16	3635.537	3607.937
IS02	07-Sep-19	9:05	34.5	3636.655	3609.799	9:35	34.5	3636.383	3608.221
DY03	07-Sep-19	11:37	50	3648.205	3602.902	12:07	50	3648.494	3601.207
DY02	07-Sep-19	13:21	36	3651.161	3602.783	13:51	35	3650.872	3604.303
DY01	07-Sep-19	15:55	16	3652.448	3604.091	16:25	18	3651.721	3605.539
YM03	08-Sep-19	7:53	52	3642.680	3551.957	8:23	56	3641.561	3550.973
YM02	08-Sep-19	10:00	37	3643.810	3548.522	10:30	38	3642.953	3546.950
YM01	08-Sep-19	11:47	16	3641.151	3542.059	12:17	15.5	3640.065	3541.031
MR02	09-Sep-19	8:29	38	3642.287	3438.481	8:59	38	3641.948	3436.726
MR03	09-Sep-19	10:20	60	3639.874	3435.082	10:50	62	3639.392	3433.373
MR01	09-Sep-19	12:41	16	3642.190	3429.225	13:11	16	3641.375	3427.829
GK02	11-Sep-19	11:45	37	3627.075	3409.108	12:15	38	3626.460	3407.648
GK03	11-Sep-19	14:43	66	3623.200	3406.506	15:13	65	3621.772	3406.178
GK01	11-Sep-19	16:37	16	3618.028	3404.120	17:07	17	3617.101	3402.867
AN03	14-Sep-19	8:22	65	3603.327	3302.827	8:56	68	3603.725	3301.025
AN02	14-Sep-19	10:42	36	3604.850	3258.413	11:12	37	3604.795	3256.730
AN01	14-Sep-19	13:00	20	3605.297	3256.433	13:10	19	3605.572	3256.955
ER01	16-Sep-19	9:02	16.5	3633.082	3416.116	9:17	17	3633.442	3415.391
ER02	16-Sep-19	10:48	37	3633.830	3416.935	11:18	38	3632.967	3415.583
ER03	16-Sep-19	12:45	65	3633.501	3418.444	13:15	65.5	3632.828	3417.199

## EK3. Makro flora istasyon bilgileri

İst. No	İstasyon	Su Kütleli No	Örnekleme Yapılan Koordinat		Örnekleme Tarihi
			Kuzey	Doğu	
1	Marmaris	AKD22	36°45'34"N	28°16'01"E	20.07.2019
2	Köyceğiz-İztuzu	AKD20	36°46'27"N	28°37'48"E	21.07.2019
3	Dalaman	AKD19	36°42'15"N	28°42'32"E	21.07.2019
4	Fethiye Dış K.	AKD18	36°38'27"N	29°05'40"E	21.07.2019
5	Eşen (Kıyı Suyu)	AKD16	36°17'35"N	29°15'43"E	21.07.2019
6	Kaş	AKF14	36°11'45"N	29°38'45"E	21.07.2019
7	Finike	AKD13	36°16'43"N	30°08'19"E	21.07.2019
8	Kemer	AKD12	36°36'02"N	30°34'41"E	21.07.2019
9	Antalya	AKD11_2	36°52'33"N	30°42'25"E	21.07.2019
10	Manavgat	AKD11_1	36°46'02"N	31°23'06"E	21.07.2019
11	Taşucu	AKD09	36°17'30"N	33°50'26"E	22.07.2019
12	Silifke-Sazbaşı	AKD08	36°24'55"N	34°05'25"E	22.07.2019
13	Erdemli	AKD07	36°31'13"N	34°12'46"E	22.07.2019
14	Mersin	AKD05	36°47'01"N	34°38'08"E	22.07.2019
15	Karataş-Batı	AKD04_2	36°32'59"N	35°21'40"E	22.07.2019
16	Yumurtalık	AKD04_1	36°46'04"N	35°46'36"E	22.07.2019
17	İskenderun K.	AKD02	36°51'39"N	35°54'39"E	22.07.2019
18	Samandağ-Çevlik	AKD01	36°17'31"N	35°46'58"E	23.07.2019