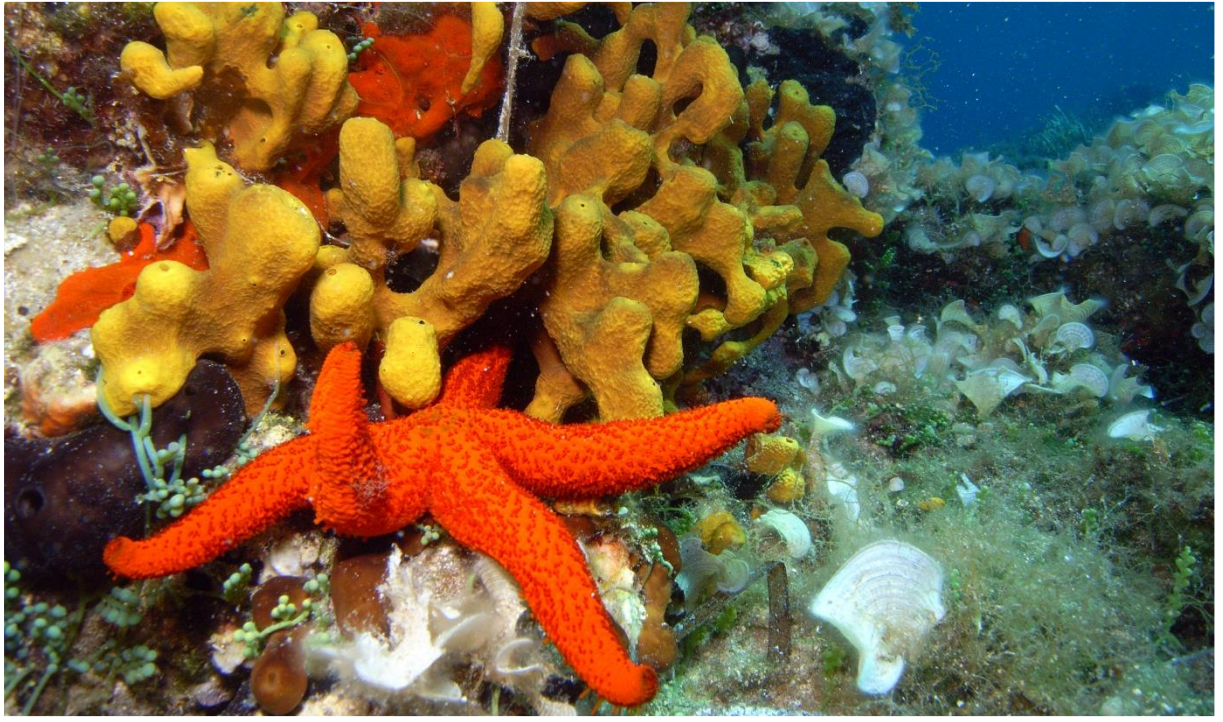


T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DENİZLERDE BÜTÜNLEŞİK KİRLİLİK İZLEME
PROGRAMI

2014-2016 YILI

AKDENİZ ÖZET RAPORU



2017

Bu çalışma Çevre ve Şehircilik 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 ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğüne aittir. Rapor izinsiz olarak çoğaltılamaz ve dağıtılamaz.

ANKARA – 2017

Eser Adı : Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşi 2014-2016 Akdeniz Özet Raporu

ISBN : 978-605-5294-68-7

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

Tel : 0 312 410 10 00
Faks : 0 312 419 21 92
web : www.csb.gov.tr/gm/ced

Baskı : TÜBİTAK MAM Matbaası Gebze/Kocaeli
Baskı No : 5148704 (ÇTÜE.16.332)

Kapak Fotoğrafları : Dr. Bülent GÖZCELİOĞLU (Üst)
Prof. Dr. Bülent CİHANGİR (Alt sağ)
Onur AKYOL (Alt sol)



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



DENİZLERDE BÜTÜNLEŞİK KİRLİLİK İZLEME PROGRAMI 2014-2016

AKDENİZ ÖZET RAPORU

Koordinatör

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
M. Mustafa SATILMIŞ, Genel Müdür
Ali Rıza TANAS, Genel Müdür Yardımcısı

Proje Yürütücülere

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Soner OLGUN, Daire Başkanı
Serap KANTARLI, Şube Müdürü
Ebru OLGUN EKER, Çevre ve Şehircilik Uzmanı
Şule BEKTAŞ, Çevre ve Şehircilik Uzmanı
Hacer SELAMOĞLU ÇAĞLAYAN, Çevre ve Şehircilik Uzmanı

TÜBİTAK- Marmara Araştırma Merkezi - Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü

Doç. Dr. S. Çolpan POLAT BEKEN, Proje Yürütücüsü

Hakan ATABAY, Proje Yürütücü Yardımcısı

Dr. Hüseyin TÜFEKÇİ, Proje Yürütücü Yardımcısı

Raporu Hazırlayanlar

Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Deniz Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Süleyman TUĞRUL

Prof. Dr. Zahit UYSAL

Prof. Dr. Ahmet KIDEYŞ

Prof. Dr. Ali Cemal GÜCÜ

Yrd. Doç. Dr. Koray ÖZHAN

Dr. Meltem OK

Dr. Olgaç GÜVEN

İsmail AKÇAY

Kerem GÖKDAĞ

TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi-Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü

Doç. Dr. Çolpan POLAT BEKEN

Dr. İbrahim TAN

Hakan ATABAY

Dr. Leyla TOLUN

Ege Üniversitesi- Su Ürünleri Fakültesi

Prof. Dr. Melih Ertan ÇINAR

Prof. Dr. Bilal ÖZTÜRK

Dr. Ertan DAĞLI

Doç. Dr. Alper DOĞAN

Doç. Dr. Kerem BAKIR

Yrd. Doç. Dr. Fevzi KIRKIM

Celal Bayar Üniversitesi – Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

Prof. Dr. Ergun TAŞKIN

Doç. Dr. Ersin MİNARECİ

Murat ÇAKIR

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi- Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu

Doç. Dr. Herdem ASLAN

ÖNSÖZ



Denizlerimiz çok eski zamanlardan beri, insanların en büyük geçim ve besin kaynağı olmuş, ticari, balıkçılık, ekolojik, kültürel, sosyal, ekonomik ve biyolojik çeşitlilik açısından değerli bir zenginlik kaynağı olmuştur.

Politik ve stratejik açıdan ise, Türk Boğazları Sisteminin varlığı ve kontrolü, Karadeniz’de geniş bir ekonomik münhasır bölgeye sahip olmamız ve Ege Denizi ile Akdeniz’i kapsayan Barselona Sözleşmesi kapsamındaki yetkin ve etkili varlığımız ile denizlerimiz ülkemiz için büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde büyük bir zenginlik olan deniz ve kıyılarımızın araştırılması, etkin yönetimi, denizlerimizin korunması, izlenmesi, kirliliğinin önlenmesi ve buna yönelik ekosistem temelli bir yaklaşımla politikaların geliştirilmesine Bakanlık olarak büyük önem vermekteyiz. Bu doğrultuda, Bakanlığımızca ulusal mevzuatımız, uluslararası mevzuat ve ülkemizin taraf olduğu Bükreş ve Barselona Sözleşmeleri kapsamında denizlerimizde

meydana gelen kirliliği düzenli olarak izlemekte ve izleme verilerini uluslararası platformlarda raporlamaktayız.

Deniz izleme çalışmalarımız 1990’lı yıllara dayanmaktadır. 2000’li yıllarda Avrupa Birliği direktiflerince ekosistem tabanlı yönetim yaklaşımı ve bütüncül izleme yaklaşımının getirilmesiyle, izlemeler 2011 yılında bütünleşik ve ekosistem odaklı bir yaklaşımla birleştirilmiştir. 2011 yılından itibaren deniz izleme çalışmaları “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme” adı altında yürütülmektedir. Yıllık olarak yürütülen izleme çalışmaları 2014 yılında üçer yıllık olarak düzenli hale getirilmiş ve 2014-2016 dönemini kapsayan izleme çalışmaları TÜBİTAK-MAM ile birlikte geniş kapsamlı olarak yürütülmüştür.

Bakanlığımızın sahibi olduğu ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi tarafından 2014-2016 yılları arasında yürütülen “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı” kapsamında tüm denizlerimiz için ayrı ayrı hazırlanan “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşleri 2014-2016 Özet Raporları”nın 2014-2016 döneminde elde edilen bulguların kamuoyunun bilgisine sunulması, çevreyle ilgili tüm kurum ve kuruluşlara rehberlik etmesi ve karar alım süreçlerinde yol gösterici olması amacıyla faydalı birer kaynak olmasını diliyor, çalışmada emeği geçen herkese teşekkür ediyorum.

Mehmet ÖZHASEKİ

Çevre ve Şehircilik Bakanı

İÇİNDEKİLER

TABLO DİZİNİ.....	ii
ŞEKİL DİZİNİ.....	iii
KISALTIMA VE TANIMLAR	5
1. GİRİŞ.....	8
2. YASAL ÇERÇEVE	9
3. AKDENİZ BÖLGESİ BÜTÜNLEŞİK DENİZ İZLEME VE DEĞERLENDİRME SONUÇLARI.....	9
3.1. Su Kolonu Fiziksel Özellikleri (T7).....	11
3.1.1. Tuzluluk & Sıcaklık	11
3.2. Ötrofikasyon (T5).....	14
3.2.1. Besin Elementleri	15
3.2.2. Çözünmüş Oksijen.....	17
3.2.3. Klorofil-a	18
3.2.4. Işık Geçirgenliği (Seki Disk Derinliği)	19
3.2.5. Ötrofikasyon Parametrelerinde Yönelim Analizi	20
3.2.6. TRIX.....	22
3.3. Su Kolonu Habitatları (T1).....	23
3.3.1. Fitoplankton.....	24
3.4. Deniz Tabanı Habitatları (T1, T6).....	28
3.4.1. Makro Flora.....	28
3.4.2. Makrozoobentos	33
3.4.3. Deniz Tabanı Trol Çalışması (Doğu Akdeniz).....	40
3.5. Kirleticiler (T8, T9)	42
3.5.1. Sedimanda Kirleticiler (T8).....	42
3.5.2. Biyotada Kirleticiler (T9, T8).....	47
3.6. Deniz Çöpleri (T10)	49
3.6.1. Mikroplastik	50
3.6.2. Deniz Tabanı Katı Atık Dağılımı (Doğu Akdeniz)	54
3.7. Kıyı Su Yönetim Birimlerinin Baskı, Ekolojik Kalite ve Kimyasal Durum Değerlendirmesi.....	55
3.7.1. Baskıların Değerlendirilmesi.....	55
3.7.2. SÇD Biyolojik Kalite ve Ötrofikasyon Göstergelerine Bağlı Ekolojik Kalite Değerlendirmesi	57
3.7.3. Kimyasal Kirlenme Durumunun Değerlendirilmesi.....	58
KAYNAKLAR.....	60

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Akdeniz Kirlilik İzleme bileşenleri ve istasyon sayıları.....	11
Tablo 2. 2014-2016 izleme dönemlerindeki fitoplankton toplam tür sayıları	24
Tablo 3. 2014-2016 izleme dönemi toksik/potansiyel toksik tür sayıları ve baskınlık oranları (%)	27
Tablo 4. 2014-2016 İzleme dönemi fitoplankton baskın türleri ve sayıları.....	27
Tablo 5. 2014-2016 izleme döneminde saptanan makro flora takson sayıları.....	28
Tablo 6. Akdeniz istasyonlarının 2016 yılı makro flora ESG I ve ESG II gruplarının takson sayıları	29
Tablo 7. 2014-2016 izleme döneminde makro flora çalışma istasyonlarının “Ekolojik Kalite İndeksi: EEI” ile yapılan kalite sınıflandırması	31
Tablo 8. Deniz tabanı alt bölgelerine göre indekslerin sıralamaları	41
Tablo 9. Sediman matriksinde analiz edilen kirletici grupları	43
Tablo 10. 2014-2016 yılları arasında Akdeniz <i>Mullus barbatus</i> örneklerindeki konsantrasyonların metal sınır değerleriyle karşılaştırılması (mg/kg yaş ağırlık).....	48
Tablo 11. 2016 yılında Mersin Körfezi’ndeki her bir mikroplastik istasyonunda üçlü örnekler arasındaki farklılıkların Friedman Test istatistik yöntemi ile değerlendirilmesi.....	50
Tablo 12. Mersin Körfezi’nde 2015 ve 2016 yıllarındaki 3 istasyona ait mikroplastik parçacık sayıları	52
Tablo 13. Sedimanda kimyasal durum değerlendirmesi.....	59

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Akdeniz Bölgesinde tanımlanan 22 Su Yönetim Birimleri (SYB) içinde 2014-2016 döneminde örnekleme ve ölçüm yapılan istasyon noktaları (üst); Akdeniz Bölgesinde 4 Deniz Değerlendirme Birimi (DDB) adları ve kapsadığı alanın sınırları (alt).....	10
Şekil 2. Doğu Akdeniz bölgesi Eylül 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).....	12
Şekil 3. 2014-2016 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)	13
Şekil 4. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda 2016 kış (sol) ve yaz (sağ panel) döneminde ölçülen sıcaklık, tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi.....	13
Şekil 5. 2014-2016 izleme döneminde NO ₂ +NO ₃ -N (NO _x) kış (mavi) ve yaz (kırmızı) dönemleri yüzey suyu konsantrasyonlarının (0-10m ortalama) 22 SYB ve daha geniş alanları kapsayan 4 DDB’deki ortalama değerleri (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı-Marmaris bölgesi).....	16
Şekil 6. Akdeniz Bölgesi 2014-2016 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 (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı- Marmaris bölgesi).....	17
Şekil 7. Akdeniz 2014-2016 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)	18
Şekil 8. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda 2016 kış (sol panel) ve yaz (sağ panel) döneminde ölçülen Çözünmüş Oksijen (ÇO) değerlerinin derinlikle değişimi.....	18
Şekil 9. 2014-2016 izleme döneminde yüzey suyu (0-10m) klorofil-a konsantrasyon değerleri SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamalarının mevsimsel ve alansal değişimleri.....	19
Şekil 10. 2014-2016 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)	19
Şekil 11. Akdeniz-Mersin bölgesi 2005-2016 döneminde 12 mil içinde (derinlik<50m) kalan istasyonlara ait besin elementleri ve klorofil derişimi yönelim analizleri.....	22
Şekil 12. 2014-2016 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	23
Şekil 13. 2014-2016 izleme döneminde izleme yapılan 22 SYB’de ölçülen fitoplanktonun farklı gruplara ait tür sayıları	24
Şekil 14. 2014-2016 izleme dönemlerinde fitoplankton gruplarının baskınlık durumları (%)	25
Şekil 15. 2016 kış (üst) ve yaz (alt) döneminde yüzey fitoplankton bolluğunun istasyonlara göre dağılımı.....	26
Şekil 16. 2016 kış (üst) ve yaz (alt) döneminde fitoplankton tür çeşitliliğinin (H’) istasyonlara göre dağılımı.....	26
Şekil 17. Akdeniz makroflora istasyonları.....	28
Şekil 18. 2016 yılı Akdeniz istasyonları makro flora ESG I ve ESG II türlerinin ortalama örtü değerleri (% olarak) ile EEI-c değerleri	30
Şekil 19. Akdeniz makro flora istasyonları 2014-2016 ESG I (üst) ve ESG II (alt) değişimleri.....	31
Şekil 20. Kemer gözlem alanı “iyi” kalite	32
Şekil 21. Yabancı ve yayılımcı kırmızı alg <i>Asparagopsis taxiformis</i>	32
Şekil 22. Akdeniz makrozoobentos istasyonları	33

Şekil 23. Makrozoobentozun Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen toplam tür sayısı ile birey sayısının yıllara göre taksonomik gruplara dağılımı	34
Şekil 24. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen en baskın makrozoobentik türler ve baskınlık değerleri (%).....	35
Şekil 25. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen makrozoobentik türlerin frekans indeks gruplarına dağılımları	35
Şekil 26. Akdeniz'deki istasyonlarda 2014, 2015 ve 2016 yaz dönemlerinde tespit edilen toplam makrozoobentik tür sayıları.....	36
Şekil 27. 2016 yılında makrozoobentos ekolojik grupların yüzde baskınlıkları.....	36
Şekil 28. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen makrozoobentik ekolojik grupların ortalama yüzdeleri.....	37
Şekil 29. Akdeniz istasyonlarında çalışma dönemlerinde makrozoobentoz için hesaplanan biyotik indekslerin istasyonlara bağlı değişimi	38
Şekil 30. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen yabancı makrozoobentik türlerin yüzde baskınlıkları	39
Şekil 31. Kuzeydoğu Akdeniz'de gerçekleştirilen trol örnekleme ve CTD (tuzluluk, sıcaklık, derinlik) probu ile yerinde ölçüm istasyonları.....	40
Şekil 32. Doğu Akdeniz barbunya balığı stoğunun T3 kapsamında yapılan değerlendirme sonuçları. 41	
Şekil 33. Akdeniz sediman istasyon haritası (2014-2016).....	43
Şekil 34. Akdeniz sediman istasyonlarında organik kirletici bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2016)	44
Şekil 35. Akdeniz sediman yönelim istasyonlarında metallerin yıllara göre değişimi (2014-2016)	45
Şekil 36. Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ZF değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2016)	45
Şekil 37. Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (2016)	45
Şekil 38. Akdeniz sediman istasyonlarında kirleticilerin % dağılımları (2014-2016).....	46
Şekil 39. Biyotada kirletici durum değerlendirmesine dair mevzuat	47
Şekil 40. Akdeniz biyota örnekleme istasyonları.....	47
Şekil 41. Mersin Körfezinde deniz yüzeyi (SW), su kolonu (WC) ve sedimanda (SE) mikroplastik tiplerinde yıllara göre değişimler.....	51
Şekil 42. Mersin Körfezinde her bir istasyonda deniz yüzeyi, su kolonu ve sedimanda mikroplastik kirliliğinin yıllara göre değişimi.....	52
Şekil 43. Mersin Körfezindeki istasyonlardan örneklenen iki balık türünün sindirim kanallarında tespit edilen mikroplastiklerin tipleri (F:Fiber, H: Sert plastik, N:naylon) ve sayıları	53
Şekil 44. Deniz tabanı katı atık miktarlarının alt bölge ve derinlik tabakalarına göre dağılımı.....	54
Şekil 45. Deniz tabanı katı atık miktarlarının derinlik tabakalarına göre toplam dağılımı	54
Şekil 46. Deniz tabanı katı atıklarının materyal tipi sınıflandırmasına göre dağılımları	55
Şekil 47. Akdeniz LUSIVa1 Haritası.....	56
Şekil 48. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'ne göre Akdeniz Kıyı Su Kütlelerinin Hassas/Az Hassas durumlarının 2014-2016 yılı verisine göre değerlendirmesi	56
Şekil 49. Akdeniz kıyı su kütleleri ekolojik durum değerlendirmesi (2016)	57

KISALTMA VE TANIMLAR

Kısaltmalar

AB: Avrupa Birliği

Al: Alüminyum

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

BKE: Biyolojik Kalite Elemanı

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

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi

Cd: Kadmiyum

Chl-a: Klorofil-a

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

DBKİ: Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi

DDA/DDB: Deniz Değerlendirme Alanı (Birimi)

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

DŞÇD: Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (MSFD: Marine Strategy Framework Directive)

EEl: Ekolojik değerlendirme indeksi (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)

H': Shannon-Weiner (tür çeşitlilik) İndeksi

HEAT: HELCOM Eutrophication Assesment Tool (Ötrofikasyon Değerlendirme Aracı)

Hg: Civa

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

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

J': Pileu düzenlilik İndeksi

KAAAY: 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

NH₄-N: Amonyum Azotu

NO₃+NO₂-N: Nitrat+Nitrit azotu

ODTÜ-DBE: Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Deniz Bilimleri Enstitüsü

PAHs: Çok halkalı aromatik hidrokarbonlar

Pb: Kurşun

PCBs: Poliklorlu bifenil

PH: Petrol hidrokarbonları

PO₄-P: Orto-fosfat veya anorganik fosfor olarak adlandırılır.

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 yönetim birimleri)

T: Sıcaklık

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

TN: Toplam Azot (Total nitrogen)

TP: Toplam Fosfor (Total phosphorus)

TRIX: Denizler için trofik indeks

UNEP/MAP: *Birleşmiş Milletler Çevre Programı/Akdeniz Eylem Planı* (United Nations Environment Programme / Mediterranean Action Plan)

ZF: Zenginleşme Faktörü

Tanımlar

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

Deniz Değerlendirme Birimleri (DDB): Uzman görüşleri ile DSÇD AB kılavuzları da dikkate alınarak ayrıştırılan alt deniz değerlendirme birimleridir.¹

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 5-sınıf 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 arasında değişmesi beklenir.

Geçiş Suyu: Nehir ağızları civarındaki, kıyı sularına yakın olmaları ancak aynı zamanda tatlı su akıntılarında 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 sürdürülebilirliğin garanti edilebildiği çevresel durumu temsil eder.

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

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

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

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

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

1. GİRİŞ

Barcelona ve Bükreş Sözleşmeleri gereği; Türkiye Denizleri İzleme Çalışmalarının organizasyonu 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. Tüm denizlerimizde ortak olarak uygulanabilecek bir izleme stratejisi ise 2011 yılında Bakanlığımızın sahibi olduğu SINHA Projesi'nin de katkısı ile geliştirilmiş ve "Denizlerimizde Bütünleşik Kirlilik İzleme" olarak adlandırılarak uygulamaya konulmuştur. DEKOS Projesi ile ise kıyı su kütleleri ve denizel alanlar belirlenmiş ve SÇD-DŞÇD'ye göre gözden geçirilen bütünleşik izleme programı detayları oluşturulmuştur. Bu program ile SÇD'de yer alan ve kıyı suları için izlenmesi gerekli biyolojik kalite elemanlarının, bunları destekleyen fizikokimyasal değişkenlerin ve kirleticilerin izlenebilmesine yönelik olarak yeni parametreler, istasyonlar ve örnekleme/analiz yöntemleri dikkate alınmıştır. 2013 yılından itibaren ise Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme (DBKİ) Çalışması adı ile izlemeler düzenli hale getirilmiştir. 2014-2016 dönemi için program sürekli olarak kış dönemlerini de kapsayacak şekilde 3'er yıllık periyodlar ile geliştirilmiştir. Bu sayede denizlerimiz için uzun dönemdir eksik olan kış verilerinin toplanmasına başlanılmış ve bu verilerin yaz dönemi ile birlikte değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bu Program ile karasularımız da izleme alanlarına dahil edilerek deniz izlemelerinin coğrafik kapsamı genişletilmiştir. Sonuç olarak, DBKİ Programı çerçevesinde 76 kıyı su kütlesi

(22'si Akdeniz için) ile 15 deniz değerlendirme alanı (4'ü Akdeniz için) izleme ve değerlendirmeye alınmıştır. Bu dönemde, ayrıca, DŞÇD kapsamındaki izleme ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik pilot ölçekli çalışmalar da başlatılmıştır. Bu çalışmaların organizasyonunda DeKoS Projesi çıktı ve önerilerinden yararlanılmıştır. Pilot ve geniş ölçekli çalışmalar ile DŞÇD İÇD Tanımlayıcılarından, T1: Biyoçeşitlilik (kısmi olarak T2: Yabancı türler, T3: Ticari deniz ürünleri ile beraber ve T6: Deniz tabanı bütünlüğü), 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 olarak izlenmiştir (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 kapsamda Bakanlığımızca, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme (DBKİ) çalışması, ekosistem temelli yaklaşım esas alınarak düzenli olarak yürütülmektedir. 2014-2016 dönemi kapsamında herbir deniz için 3 yılın genel değerlendirmesini içeren özet raporlar hazırlanmıştır.

Bu raporda; Akdeniz ile ilgili 3 yıllık değerlendirme sunulmuştur. Raporun 2. Bölümü'nde yükümlülüklerimiz ve komşu denizlerimizde uygulamaya başlanmış olan bütüncül deniz yönetimi yaklaşımı çerçevesindeki ihtiyaçlarla olan ilişkisi, 3. Bölüm'de ise izleme çalışmalarının sonuçları izleme bileşenleri altında verilmiştir. 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 Bölge Denizleri Sözleşmeleri (BDS)'nin konu ile ilgili uygulamalarının uyumlu olmasından dolayı ülkemizin sorumlu kuruluşları tarafından ilgili çalışmaların yapılması ve stratejilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

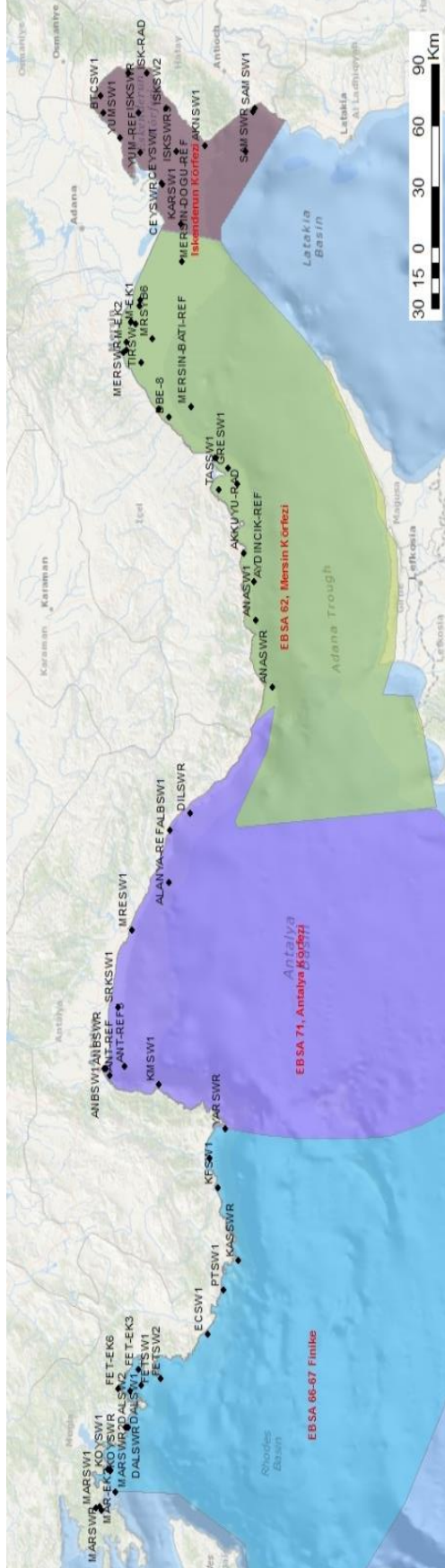
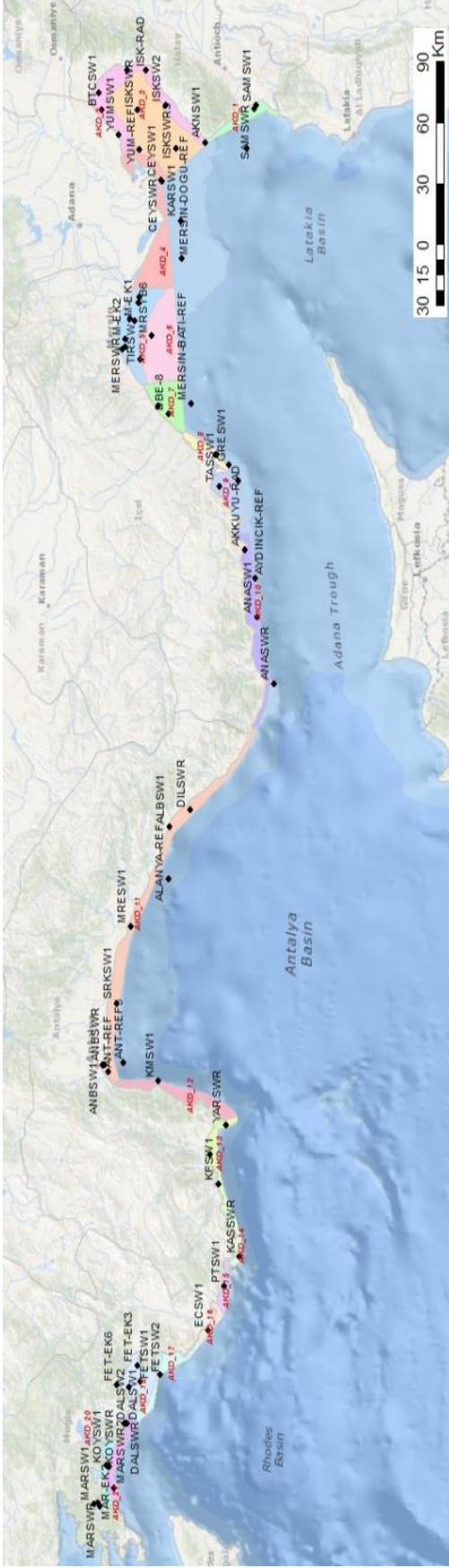
Ülkemizdeki izleme faaliyetleri, yukarıda belirtilen amaç ve kapsam doğrultusunda, özellikle kıyı sularında yer alan ve insan aktivitelerinden yoğun olarak etkilenmiş alanlarda 2000'lerin başlarından beri ilgili Bakanlıklar tarafından düzenli olarak organize edilmekte ve sonuçlar BDS'lere raporlanmaktadır. Özellikle ekosistem yaklaşımıyla yönetim temeline dayalı DSÇD ve bu yaklaşımı temel alan BDS'ler

bölgesel izleme faaliyetlerini yeni yaklaşımlar ile tekrar düzenlemektedirler. Buna paralel olarak ülkemizde de özellikle etkilenmiş kıyı sularının ötesinde kalan açık deniz suları ve farklı çevresel unsurları da içine alan izleme programları aşamalı olarak organize edilmekte olup bu programlar, ulusal mevzuat ihtiyaçlarına da cevap verecek nitelikte planlanmaktadır. Her iki yasal aracın en önemli bileşenlerinden birisi "izleme ve değerlendirme" dir. 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 yansıtılmakta olup UNEP/MAP kapsamında Akdeniz için "ekolojik hedefler" (UNEP/MAP 2013) tanımlanmış ve bu hedefler için takip edilmesi gereken ortak göstergeler Akdeniz için belirlenmiştir. Bu çalışmaları tamamlayan izleme programı da üye ülkelerce onaylanarak uygulamaya alınmıştır (UNEP/MAP 2016 a, b).

3. AKDENİZ BÖLGESİ BÜTÜNLEŞİK DENİZ İZLEME VE DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Denizlerimizde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşi (ÇŞB, TÜBİTAK-MAM, 2015, 2016, 2017) kapsamında Akdeniz bölgesi 2014-2016 izleme dönemi için, Şekil 1'de belirtilen 22 SYB içinde belirlenen ve sayısı 62-68 arasında değişen istasyonda örnekleme ve ölçümler yapılmıştır. Bu izleme çalışmasında, özellikle SÇD'ye uygun olarak 1 mil kıyısal 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 kapsamında, Tablo 1'de toplu olarak sayıları verilen istasyonlarda yaz ve kış dönemi trofik durum ve kirlilik izleme çalışmaları yapılmış ve elde edilen sonuçların genel değerlendirmesi burada özetlenmiştir.



Şekil 1. Akdeniz Bölgesinde tanımlanan 22 Su Yönetim Birimleri (SYB) içinde 2014-2016 döneminde örnekleme ve ölçüm yapılan istasyon noktaları (üst); Akdeniz Bölgesinde 4 Deniz Değerlendirme Birimi (DDB) adları ve kapsadığı alanın sınırları (alt)

Tablo 1. Akdeniz Kirlilik İzleme bileşenleri ve istasyon sayıları

İzleme Bileşenleri	2014	2015		2016	
	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz
Su kolonu (T5, T7)	66	62	64	66	68
Fitoplankton (T1)	24	26	25	25	25
Makrozoobentos (T1, T6)	15	0	15	0	15
Makro flora (T1, T6)	10	0	11	0	11
Mikroplastik-su, sediman (T10)	3	0	3	0	3
Mikroplastik-balık midesi (T10)	0	0	0	0	3
Kirleticiler-Sediman (T8)	10	0	11	0	32
Kirleticiler-Biyota (T9)	5	0	5	0	5
Radyoaktivite (T8)	1	0	5	0	1
Deniz tabanı balık ve katı atıkları (T1, T3, T10)	0	0	0	0	24

Projedeki 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: bentoz, alg ve balık) olarak gruplandırılmıştır. Su kolonu fiziksel özellikleri de T1, T5 ve

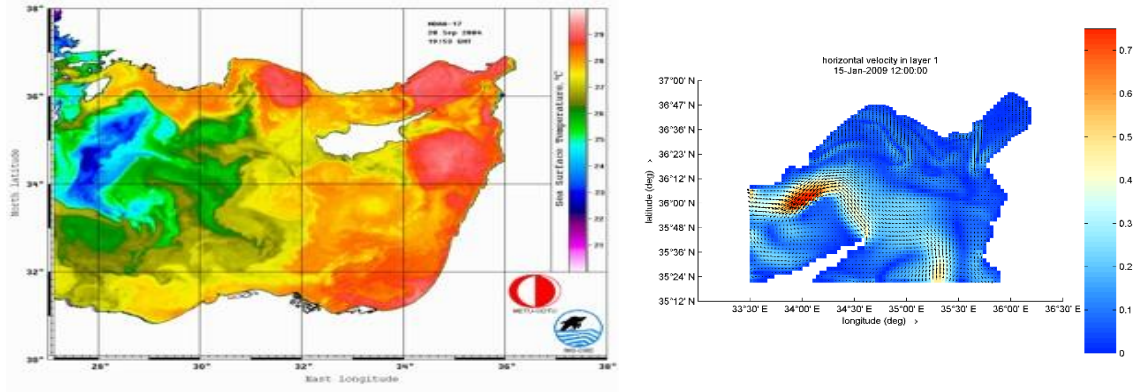
T7'yi destekler nitelikte izlemeler dahilinde değerlendirilmiştir. Tablo 1'de Akdeniz Bölgesinde 2014-2016 izleme dönemlerinde her bileşen altında yapılan çalışmaların içerikleri, örnekleme matrisi (su, sediman, biyota) ile her dönemdeki istasyon sayıları yer almaktadır.

3.1. Su Kolonu Fiziksel Özellikleri (T7)

3.1.1. Tuzluluk & Sıcaklık

Doğu Akdeniz üst tabaka su sıcaklığının basen ölçekli alansal değişimleri, doğu Akdenizin genel akıntı rejimini (su dolaşımını) yansıtır (Şekil 2). Yaz döneminde, genellikle, Lübnan ve Suriye kıyılarını izleyerek kuzeye yönelen sıcak ve tuzlu yüzey suyu, Taşeli basenine Kıbrıs'ın doğusundan girer ve Türkiye'nin güney kıyıları boyunca girdaplar yaratarak batı yönünde ilerler. İskenderun, Mersin ve Antalya Körfezlerini ve doğudaki

geniş kıta sahanlığı bölgesi, kuzeydoğu Akdeniz'in doğu-batı yönlü genel akıntı rejiminin etkisi altındadır. Bu nedenle, Akdeniz'in yüzeyindeki sıcak ve tuzlu suları belli dönemlerde geniş kıta sahanlığını doldurur ve sürekli yenilenir. Geniş kıta sahanlığı ve derin bölgenin hidrografik ve biyo-kimyasal özellikleri, doğu Akdeniz oşinografik özelliklerini yansıtır.

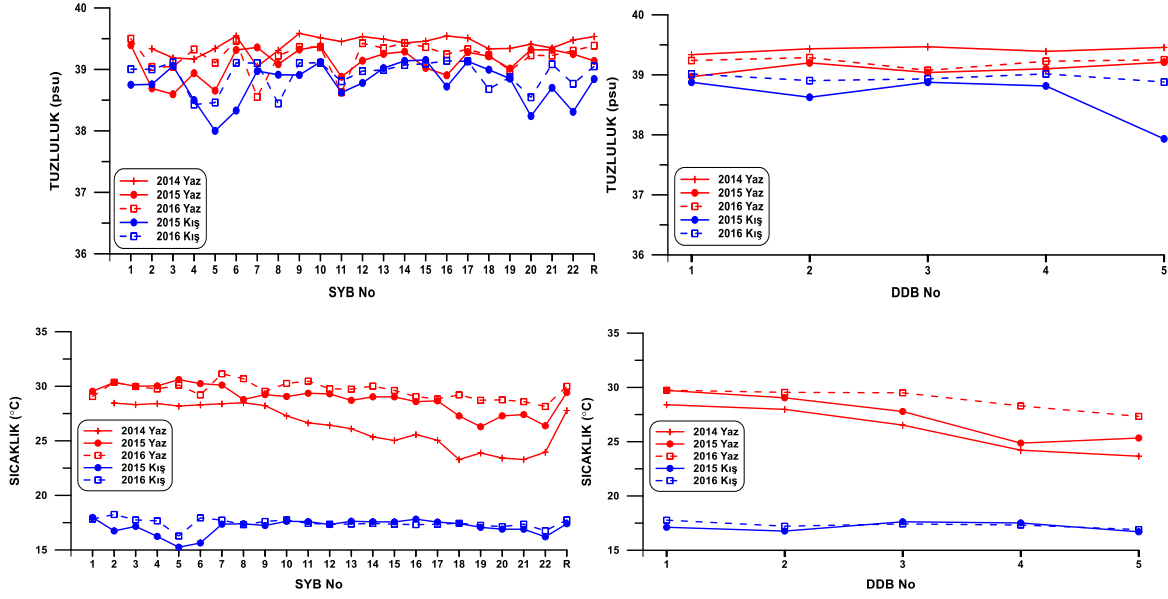


Şekil 2. Doğu Akdeniz bölgesi Eylül dönemi yüzey suyu sıcaklık dağılımı ve üst tabaka akıntılarının yarattığı filamentlerin basen ölçekli değişimini gösteren uydu verisi (sol panel); Kış dönemi üst tabaka akıntı durumunu gösteren akıntı modeli simülasyonu sonucu (sağ panel)

Sadece nehir etkisindeki kıyısız alan yüzey sularında tuzluluk değerleri, özellikle nehir debilerinin arttığı kış döneminden daha geniş alanda göreceli düşüktür. Yaz döneminde nehir debisinin azalmasına bağlı olarak doğu Akdeniz SYB2-5 alanlarında ortalama tuzluluk değerleri 38,6-39,0 arasında değişmiştir. Nehir etkisi dışında kalan körfezlerde ve açık deniz bölgesi yaz dönemi üst tabaka (0-10 m ortalama) tuzluluğu 39,0-39,6 aralığında değiştiği gözlenmiştir (Şekil 3). Buharlaşmanın devam ettiği yaz döneminde nehir etkisi dışında kalan kıyısız deniz alanlarında yüzey suyu tuzluluğu İskenderun-Marmaris Körfezi arasında çok belirgin değişim göstermemiştir. Yüzey suyu sıcaklığı ise yaz döneminde ölçüm zamanına bağlı olarak gözlenebilir değişim göstermiştir. Eylül döneminde yapılan 2014 yaz seferinde doğudan batıya (İskenderun'dan Marmaris Körfezine) doğru sıcaklıkta belirgin (29 °C den 25 °C ye) azalım eğilimi gözlenmiştir. Yoğun kış dönemi yağışları sonrası yapılan 2015 kış dönemi ölçümlerinde yüzey tuzluluk değerleri Mersin, Antalya, Fethiye ve Marmaris Körfezi kıyı sularında sellerin etkisiyle çok belirgin alansal değişimler gözlenmiştir. Akarsu girdileri özellikle

Antalya iç körfezdeki referans alanı 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) ortalamalarından daha belirgin görülmektedir. Yaz döneminde buharlaşmanın etkisiyle 39,5 seviyesine ulaşan yüzey tabakası (0-10 m) ortalama tuzluluğu, kış döneminde yüzey sularının soğuması ve artan tatlı su girdilerinin etkisiyle tuzluluk ortalamaları 39,0 birimin altına düşebilmektedir.

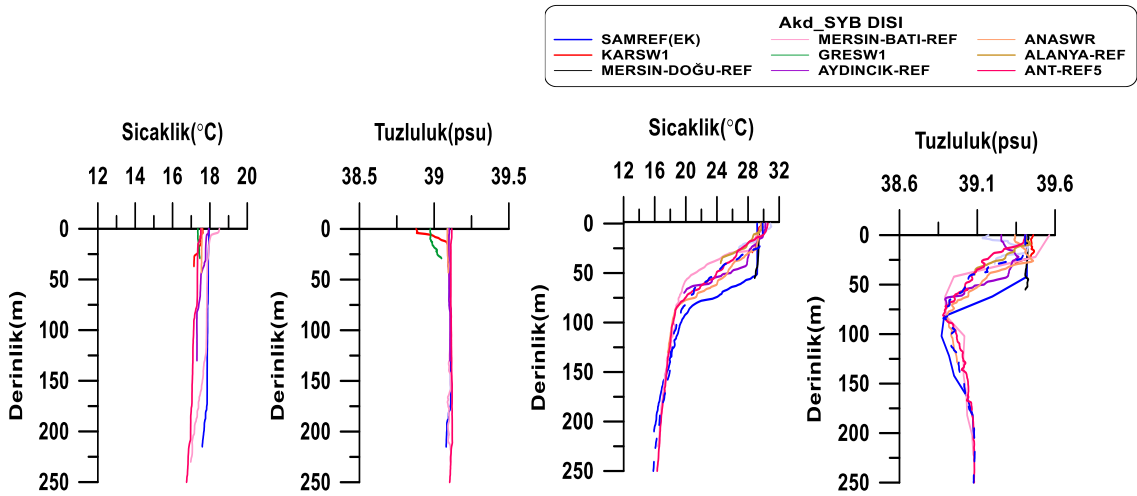
İzleme sonuçlarına göre, doğu Akdeniz'de belirlenen 22 SYB içinde nehir deltası istasyonu bulunan alanlar için hesaplanan tuzluluk ortalamasının standart sapmaları, beklenildiği üzere özellikle kış döneminde yüksektir. Yaz döneminde ise her SYB için hesaplanan ortalama tuzluluk değerlerinin standart sapma değerleri, nehir debilerinin düşmesi ve etki alanının daralması ile daha düşük bulunmuştur. Fiziksel ölçümlerdeki alansal değişkenlikler doğal olarak aynı sularda ölçülen biyo-kimyasal parametre değerlerine de yansımıştır.



Şekil 3. 2014-2016 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)

Doğu Akdeniz kıta sahanlığında 200 m derinliğe kadar uzanan su kolonunda kalıcı yoğunluk tabakalaşması gözlenmemiştir. İlkbahar döneminden başlayarak oluşan/gelişen mevsimsel sıcaklık-tuzluluk tabakalaşması, kış döneminde suların soğumasına bağlı olarak etkin düşey karışımların etkisiyle su kolonu fiziksel ve kimyasal özellikleri homojen hale gelmiştir (Şekil 4).

Kış dönemindeki fiziksel karışımlar, doğu Akdeniz kıta sahanlığı, özellikle yarı kapalı körfezler içinde kalan kıyısız deniz alanları dip sularının her yıl kış döneminde açık denizden (referans alanlar) akıntılarla taşınan temiz tuzlu su kütleleri ile yenildiğini açıkça göstermektedir.



Şekil 4. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesi referans istasyonlarda 2016 kış (sol) ve yaz (sağ panel) döneminde ölçülen sıcaklık, tuzluluk değerlerinin derinlikle değişimi

3.2. Ötrofikasyon (T5)

Ötrofikasyon organik madde girdi hızındaki artış olarak tanımlanmakta ve kıyı ekosistemlerine karadan ve atmosferden aşırı derecede besin tuzu girdileriyle oluşmaktadır (Nixon,1995). Ötrofikasyonun kıyı ekosistemlerine, su berraklığının azalması, su bitkilerinde azalma, oksijen azalması (hipoksi) ve besin ağında değişiklikler gibi birçok negatif etkisi söz konusudur (Conley ve diğ, 2007).

Ötrofikasyon değerlendirmeleri baskı-durum-etki göstergelerinden oluşur. Baskılar, besin maddeleri ile organik maddenin karasal kaynaklardan nehirler, havzalar ve noktasal deşarjlar yolu ile taşınımı, atmosfer yolu (yağışlar) ile girdiler olarak değerlendirilir. Ötrofikasyon değerlendirilmesinde durum ve etki göstergeleri olarak DSÇD ve IMAP'ta belirtilenlerden deniz suyundaki besin maddesi derişimi artışı ve oranlarının değişimidir. Direk etkileri ise plankton biyo-kütle ve organik madde artışı, ışık geçirgenliğinin azalması, baskın plankton türlerin dağılımındaki değişimlerdir. Aşırı organik madde üretimi sürecinde alt tabakaya çökelen organik maddenin parçalanarak dip sularda oksijen eksikliği yaratması, taban flora ve faunasında ekolojik bozulmalar gözlenir. Bu durum, özellikle üst tabaka su kolonunda kalıcı tabakalaşmanın olduğu yarı kapalı körfez ve denizlerde ötrofikasyonun en belirgin dolaylı etkisi olarak tanımlanır.

Ülkemiz karasuları içerisinde en geniş kıta sahanlığının yer aldığı kuzeydoğu Akdeniz'de, özellikle nehir sularının beslediği Mersin Körfezinde ve yarı kapalı konumda olan İskenderun İç Körfez suları karasal baskıların en belirgin olduğu ve ötrofik duruma meyil gösteren ekolojik özellikler son yıllarda gözlenebilir olmuştur. Doğu Akdeniz'in genel akıntı rejimi yıl boyunca doğu-batı yönündedir ve doğu tuzlu akar ve karasal girdiler bu akıntıların etkisiyle seyrelir. Ancak,

İskenderun ve Mersin Körfezleri iç bölgesinde kalan sığ suların, hacmi sınırlıdır ve kıyı-açık etkileşimi özellikle yaz-sonbahar döneminde zayıflar, karasal baskılar 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. 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 nüfus yoğunudur; bunların yarattığı kirlilik yükleri kıyıdaki yarı kapalı körfez ve koylarda kirlilik riski yaratmaktadır.

Kıyısal deniz alanlarımızda, körfezlerde ve kapalı denizlerimizin kıyısal bölgelerinde aşırı kentleşme, sanayileşme ve tarımsal faaliyetler, turizm yoğunluğunun sürekli artışına bağlı olarak akarsular ve atık su deşarjları yoluyla deniz ortamına taşınan organik ve inorganik besin tuzları (N, P) aşırı artmış ve denizlerimiz temel ekolojik özelliklerini değiştirmiştir. Birleşen baskılarla kıyı sularda aşırı organik madde üretimi ve kirliliği oluşmuş, su kalitesi kötüleşmiş, besin zinciri içinde yer alan doğal canlı/cansız doğal kaynaklar zarar görmüş, bazı türler yok olmuştur. İnsan kaynaklı baskılar sonucu gelişen ve doğal ekolojik yapıyı değiştiren, kalıcı tahribatlar yaratan bu olayların bütünü çevre bilimi uzmanlarınca ötrofikasyon olarak tanımlanmıştır. Ötrofikasyon baskısı altındaki deniz alanlarında trofik durum değerlendirmesine imkan veren, ötrofikasyonun doğrudan ve dolaylı göstergesi olan parametrelerin öncelikli listesi (besin elementleri, klorofil-a, Seki derinliği, fitoplankton tür dağılımı ve bolluğu, fırsatçı/zararlı türlerin oranı, dip su oksijen doygunluk değeri) oluşturulmuş ve sistematik ölçüm sonuçlarına bağlı, ekolojik kalite sınıflama yöntemleri

geliştirilmiştir. Nehir etkisinde kalan kuzeydoğu Akdeniz kıyı ve açık deniz alnı suları oligotrofik özelliklere sahiptir. Besin elementleri girdisi çok düşük olduğundan plankton bolluğu ve organik madde

derişimi düşüktür; yüzey suları çok berraktır ve Seki derinliği kurak yaz döneminde 30-35m seviyesine kadar ulaşır.

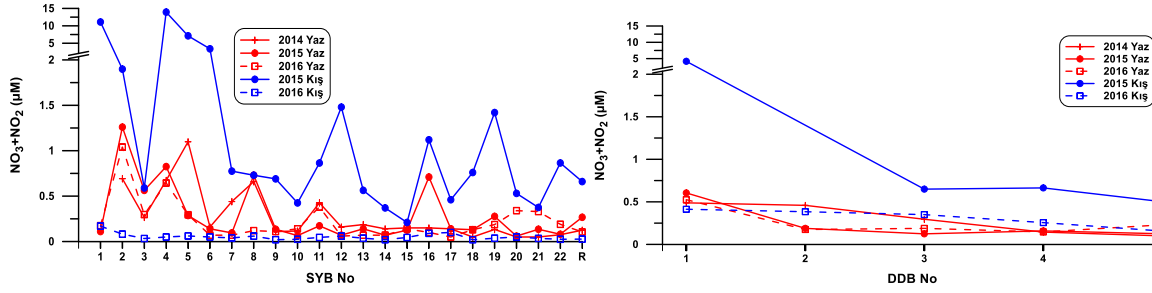
Değerlendirmelerde kullanılan ötrofikasyon göstergeleri:

- Su kolonunda önemli/kilit besin elementlerinin (N, P, Si) konsantrasyonları (IMAP/EO5 & DSÇD/T5.1.1) ve oranlarındaki (DSÇD/T5.1.2) değişimler
- Su kolonunda klorofil-a konsantrasyonu (IMAP/EO5 & DSÇD/T5.2.1)
- Askıda alg artışına bağlı su şeffaflığı (DSÇD/T5.2.2)
- Fırsatçı makroalglerin bolluğu (DSÇD/T5.2.3, DSÇD/T1,T6)
- Türlerde ve topluluklarda kaymalar, farklılaşmalar örn. Diatom-dinoflagellat, bentik-pelajik türler, insan aktivitelerinin neden olduğu istenmeyen/toksik alg patlamaları (DSÇD/T5.2.4, DSÇD/T1)
- Çözünmüş oksijen, organik madde dekompozisyonuna bağlı zamana bağlı değişimler (DSÇD/T5.3.2)

3.2.1. Besin Elementleri

Akdeniz Bölgesi 2014-2016 izleme çalışmalarında yüzey suyu (0-10m) NO_x (NO₂+NO₃-N) konsantrasyon değerleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Kış dönemi yağışların yoğun olduğu ve nehir debilerinin aşırı yükseldiği 2015 Şubat ayında gerçekleştirilen saha çalışması sonuçlarına göre NO_x SYB ortalama değerleri 2015 kış döneminde belirgin artış (>10 µM) göstermiştir. Kış döneminde SYB'lerde yüzey suları nitrat ortalaması 0,5-15,0 µM aralığında değişmiştir. Ancak daha az yağış olan 2016 kış dönemi NO_x ortalamaları yaz dönemi kadar düşüktür (<0,3 µM). Gözlenen kış dönemi yıllık değişimin ana nedeni özellikle nitrat iyonlarınca zengin olan yağmur ve nehir suları girdilerinin 2016 Şubat döneminde düşük kalması ve yüzey sularına karışan NO_x iyonlarının uygun güneş ışığında

fotosentez yoluyla tüketilmesidir. Aynı SYB içinde nehir etkisine bağlı olarak kıyıdan açığa doğru azalan yüzey suları NO_x derişimi gözlenmiştir. Benzer şekilde, karasal girdilerin azalmasına bağlı olarak doğudan batıya (İskenderun'dan Marmaris Bölgesine) doğru gidildikçe de NO_x derişimine belirgin azalım eğilimi gözlenmiştir (Şekil 5). Küçük akarsuların beslediği Taşucu-Marmaris arasındaki SYB'lerde NO_x derişimi üst tabakada düşüktür (<0,2 µM). Açık deniz alanını da kapsadığında nehir etkisinin zayıf olduğu DDB'lerde (Açık deniz) NO_x derişimi yaz döneminde 0,2-0,6 µM aralığında değişmiştir ve doğudan batıya doğru azalan bir eğilim vardır (Şekil 5).



Şekil 5. 2014-2016 izleme döneminde NO₂+NO₃-N (NO_x) kış (mavi) ve yaz (kırmızı) dönemleri yüzey suyu konsantrasyonlarının (0-10m ortalama) 22 SYB ve daha geniş alanları kapsayan 4 DDB'deki ortalama değerleri (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı-Marmaris bölgesi)

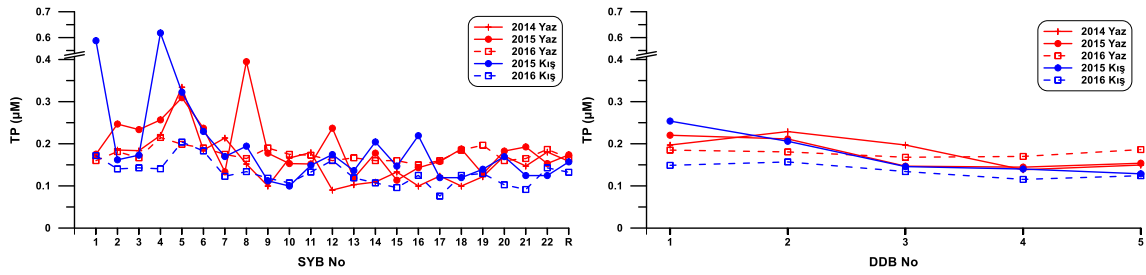
Kıta sahanlığında 100 m derinliğin altına yeterli güneş ışığı ulaşmadığından (Seki derinliği <30m), fotosentez yoluyla NO_x tüketimi düşüktür ve yüzeyden çökelen organik maddenin parçalanmasıyla dip sularda düşük seviyede NO_x artışı gözlenmiştir. Bölgenin kıyı suları dip sularının yenilenme süresi en fazla bir yıl olduğundan dip sularda NO_x birikimi ve yıllık artış/birikim eğilimi gözlenmemiştir.

Karasal kaynaklı baskıların bir göstergesi olan NH₄ değerleri, AKD-2 (İskenderun İç Körfez) ve AKD-5 (Mersin İç Körfez) gibi kentsel nüfusun yoğun olduğu SYB alanları içinde kentsel atık su deşarjları vardır ve akarsular kirletilmiş olarak denize ulaşmaktadır. Akdeniz kıyı sularında en yüksek NH₄ değerleri, karasal girdilerin belirgin olduğu İskenderun ve Mersin iç körfezinde, özellikle fiziksel seyrelmenin zayıf olduğu yaz mevsiminde sıcak noktalarda daha yüksek gözlenmiştir.

Denizlerdeki toplam fosfor (TP) konsantrasyon değerlerindeki artışlar, tarımsal alanlardan ve evsel atıklar yoluyla denize taşınan/deşarj edilen TP yüklerinin en temel göstergesidir. Ötrofikasyona neden olan karasal kaynaklı besin tuzları girdilerin alansal değişimini belirlemek amacıyla 2014-2016 döneminde tüm örnekleme noktalarında TP ölçümü yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan her SYB için hesaplanan yaz ve dönemi yüzey

suyu ortalamaları 0,1-0,6 µM arasında değişim göstermiştir (Şekil 6). Nehir ve evsel atıksu deşarjının olduğu içi körfez sularında yüksek TP gözlenmiştir. Yaz dönemi TP değerleri, kirli SYB içinde kış dönemine göre göreceli yüksektir. En düşük TP ortalamaları 2016 kış döneminde gözlenmiştir ve doğu Akdeniz açık deniz özelliklerinin tüm kıyısız deniz alanlarını kapladığının göstergesidir. Doğudan batıya doğru karasal baskıların azalmasıyla TP ortalamalarında gözlenebilir azalma eğilimi vardır. SYB'lerin yer aldığı dört DDB için hesaplanan ortalama TP değerleri ise 0,1-0,25 µM arasında değişmiştir (Şekil 6).

Her SYB için hesaplanan yüzey suyu (0-10 m) besin tuzları ortalamalarının en yüksek standart sapma değerleri, nehir sularının çok belirgin etkilediği AKD-1(Yayladağ-Samandağ),AKD-2 (İskenderun İç Körfez), AKD-4 (Karataş), AKD-7 (Erdemli), AKD-8 (Silifke), AKD-16 (Patara ÖÇK) ve AKD-19 (Dalaman-Ortaca) SYB alanları için hesaplanmıştır. Bu yüksek standart sapma değerleri, karasal baskıların çok belirgin olduğu SYB alanlarında karasal baskıdan etkilenen kıyısız deniz alanı sınırlarının daha hassas belirlenmesi, ölçüm noktaları arasındaki alansal değişim farklarını ve hesaplanan standart sapmaların azaltılması için bu SYB'ler içinde ek ölçüm noktalarına ihtiyaç olduğunu göstermektedir.



Şekil 6. Akdeniz Bölgesi 2014-2016 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 (DDB No 1: İskenderun Körfezi, 2: Mersin Körfezi, 3: Antalya Körfezi, 4: Finike, 5: DDB Dışı- Marmaris bölgesi).

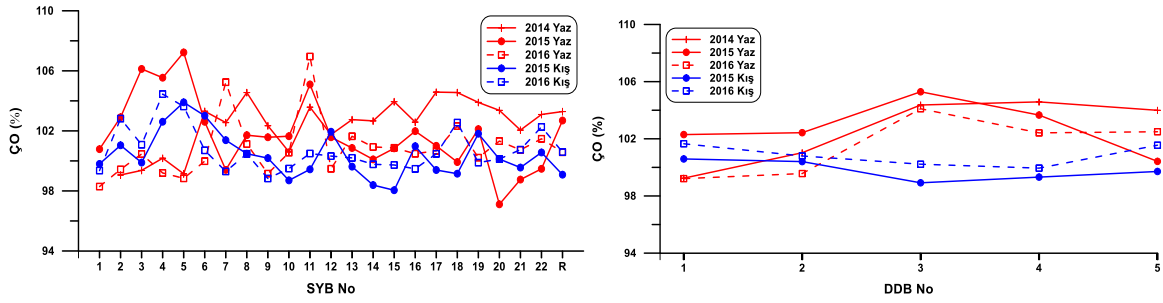
3.2.2. Çözünmüş Oksijen

Akdeniz Bölgesinde 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. Batıdaki 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 soğumanın ve etkin fiziksel karışımların nedeniyle üst tabaka sularında doygunluk değerine (%100) yakın ÇO derişimi gözlenmemiştir (Şekil 7).

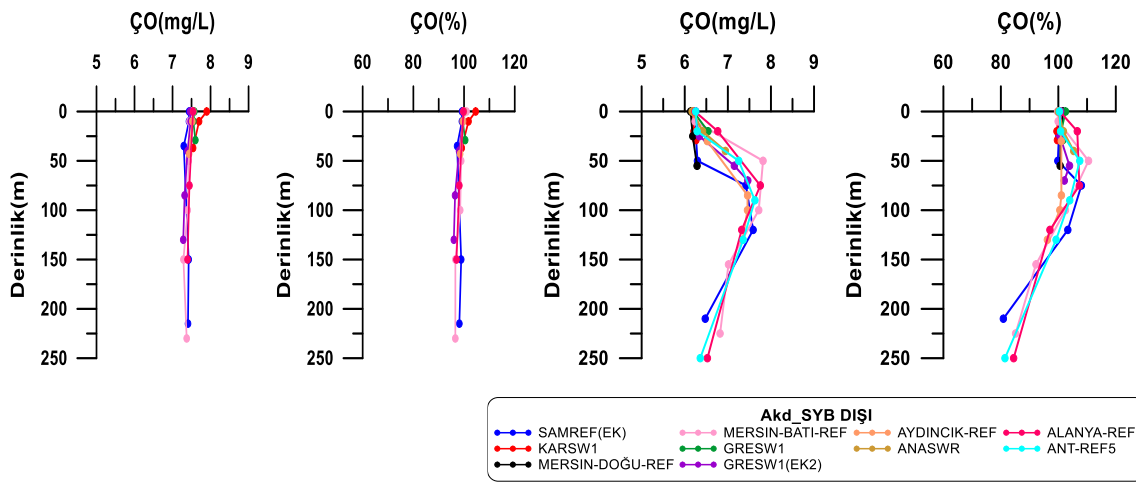
Akdeniz'in kıta sahanlığı üst tabakasinda yaz döneminde ölçülen ÇO değerleri yaklaşık 6-6,3 mg/L (~190 – 200 µM) arasında değişim göstermiştir (Şekil 8). Kış döneminde ise suların soğumasıyla ÇO konsantrasyonu su kolonunda artmıştır; fiziksel olarak tam karışan kıta sahanlığı su kolonunda ÇO derişimi yüzeyden tabana

kadar homojen dağılım göstermiştir. Soğuyan sularda kış dönemi ÇO derişimi 7,5-8,0 mg/L (~230 – 250 µM) seviyesine kadar ulaşmıştır (Şekil 8).

Akdeniz bölgesi izleme noktalarında yaz ve kış döneminde dip sularında belirgin oksijen eksikliği gözlenmemiştir. Yaz döneminde yüzeydeki sıcak ve tuzlu suların altındaki daha soğuk sularda daha fazla oksijen vardır; bu derinliğe güneş ışığı ulaştığından fotosentez yoluyla suya oksijen girdisi, tüketimden fazla olmaktadır (Şekil 4 ve Şekil 8). Kış döneminde üst tabaka sularının 200-250m derinliğe kadar homojen karışması sonucunda yüzeyden tabana oksijen taşınır ve tuzlu kıta sahanlığı suları tabana kadar kıta oksijenince doymun hale gelmiştir (Şekil 8). Bu hidrodinamik özelliğe bağlı olarak, doğu Akdeniz kıyısız sularında karasal yüklere bağlı olarak dip sularda sadece mevsimsel oksijen eksikliği gelişebilir; etkili kış karışımları ve dip suların yenilenmesi, uzun dönemli oksijen eksikliği gelişimine imkan vermeyen temel faktörlerdir.



Şekil 7. Akdeniz 2014-2016 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 2016 kış (sol panel) ve yaz (sağ panel) döneminde ölçülen Çözünmüş Oksijen (ÇO) değerlerinin derinlikle değişimi

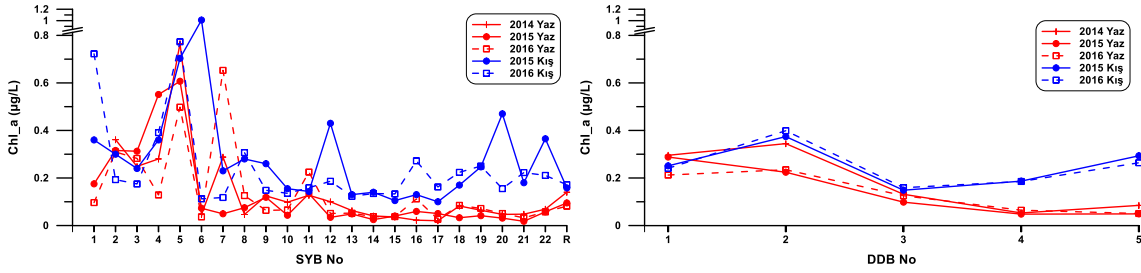
3.2.3. Klorofil-a

Akdeniz'de belirlenen 22 SYB içinde su kalitesi sınıflamasına yönelik olarak 2014-2016 döneminde ölçülen klorofil-a (Chl-a) değerlerinin, yüzey suları (0-10m) ortalamaları her SYB deki ve DDB alanlarında dönemsel (yaz, kış) olarak hesaplanmış ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Noktasal olarak kirli alanda 1.0 $\mu\text{g/L}$ seviyesinin üstüne çıkan Chl-a değerleri, güneş ışığının yeterli olduğu ve karasal kaynaklı besin tuzları girdilerinin artış gösterdiği kış döneminde birincil üretimin artmasıyla, nehir sularının beslediği SYB'ler içinde en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Kış döneminde, özellikle İskenderun ve Mersin Körfezi'nde nehir

girdilerinin belirgin şekilde çok etkilediği (örneğin; AKD-1 (Asi Nehri), AKD-4 (Ceyhan Nehri), AKD-5 (Seyhan Nehri)) SYB ortalamalarından açıkça görülmektedir. Nehir debilerinin azaldığı, kurak geçek yaz döneminde biyo-kütle değerleri, kış dönemine göre oldukça düşüktür (Şekil 9). Mersin iç körfezde yeterli sayıda ölçüm noktası olduğundan, atıksuların beslediği iç körfezde Chl-a değerleri yaz ve kış devamlı yüksektir. Noktasal olarak AKD-5 alanı incelendiğinde, özellikle Seyhan nehir suları ve evsel atıksular etkisindeki kıyısız bölgede yüksek mertebelerde ölçülen ve oldukça değişken chl-a değerlerinden dolayı, bu SYB içindeki kıyı ve açıktaki istasyonlardaki ölçümlerden hesaplanan

SYB ortalamasının standart sapması diğer SYB'lere göre daha yüksek bulunmuştur. Hassas alan özelliği gösteren Mersin Körfezi'nin yer aldığı SYB'de her parametre için hesaplanan standart sapmayı azaltmanın yolu, nehir etkisinin zayıfladığı yönde ek istasyon konulması, aynı SYB içindeki veri sayının

artırılmasıdır. Taşucu Körfezi'nden Marmaris'e kadar uzanan bölge içindeki SYB'lerde biyo-kütle (*Chl-a* cinsinden) ortalamaları özellikle yaz döneminde çok düşüktür ($<0.1 \mu\text{g/L}$). Kış döneminde ise akarsu gidileri ve karışımların etkisiyle belirgin artış göstermiştir ($> 0,2 \mu\text{g/L}$).

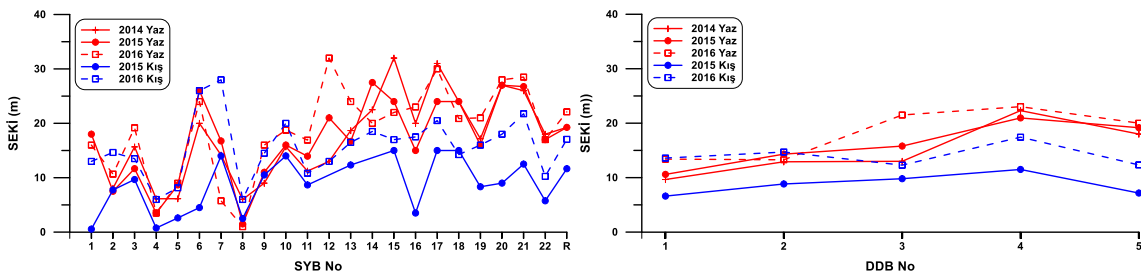


Şekil 9. 2014-2016 izleme döneminde yüzey suyu (0-10m) klorofil-a konsantrasyon değerleri SYB ve DDB kış (mavi) ve yaz (kırmızı) ortalamalarının mevsimsel ve alansal değişimleri

3.2.4. Işık Geçirgenliği (Seki Disk Derinliği)

Deniz suyunda güneş ışığı geçirgenliğinin bir göstergesi olan Seki disk derinliği ölçümü Akdeniz Bölgesi 2014-2016 çalışmasında 22 SYB'de belirlenen istasyonlarda gerçekleştirilmiştir. Her SYB

için hesaplanan ortama SDD değerlerin mevsimsel ve alansal değişimleri Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. 2014-2016 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 alanlarında ölçülen SDD değerlerinin ortalamaları, kış döneminde karasal baskıların artış göstermesine bağlı olarak, özellikle nehir girdilerin beslediği kuzeydoğu Akdeniz kıta sahanlığında yer alan SYB alanlarında (AKD-1, 4, 5, 8) belirgin düşük ölçülmüştür. Genel

değerlendirme yapılacak olursa, Akdeniz'de kıyısal deniz alanında doğudan batıya (İskenderun Körfezinden Marmaris bölgesine) gidildikçe karasal baskıların zayıf olduğu kıyısal alanlarda SDD değerlerinin çok belirgin yükseldiği gözlenmiştir. Kış döneminde özellikle

AKD-4, AKD-5 ve AKD-8 gibi nehir sularının çok etkilediği SYB bölgelerinde SDD çok düşüktür (2-5m) fazla düşmüştür. Yaz döneminde ise, nehir etkisinin zayıf/gözlenmediği SYB'lerde SDD 20-30m arasında değişmiştir. Doğudan batıya doğru SDD derinliğindeki artış, yaz döneminde DDB ortalamaları arasında da belirgindir (Şekil 10).

3.2.5. Ötrofikasyon Parametrelerinde Yönelim Analizi

Deniz ortamı ötrofik durumun gelişmesinin kaynağı olan ve mevcut durum göstergesi olarak besin iyonlarının yüzey sularındaki ölçüm değerleri kullanılır. Su kalitesindeki değişimin tam ve doğru olarak anlaşılabilmesi için besin iyonlarının 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 kuşağında yüzey suları besin tuzları derişiminin en yüksek seviyede kış mevsiminde ulaşmasıdır. Bu dönemde Akdeniz bölgesinde yağışlar ve nehir debileri artar; meydana gelen sellerle yayılı kaynaklardan denize ulaşan kirleticilerin miktarı da çok artış göster. Ayrıca, kış döneminde doğu Akdeniz'de 200-250 m derinliğe kadar ulaşan yoğun fiziksel karışımlarla alt tabakadan yüzeye besin iyonları girdisi en yüksek seviye ulaşır. Bu dönemde güneş ışığı şiddeti ve gündüz süresinin kısılmasıyla denizdeki fotosentez hızı ve derinliği azalır; fotosentez yoluyla besin iyonları tüketim hızı, girdilerin gerinde kalır ve üst tabakada birikim gözlenir. Kış döneminde yüzey sularında göreceli artan inorganik besin tuzları, bahar dönemine birincil üretim hızı artmasıyla tüketilir; konsantrasyon değerli hızla azalırken üst tabakadaki fitoplankton biyokütlesi (Klorofil-a) artar. Bundan dolayı Akdeniz bölgesinde ötrofikasyonun etkisini gösteren klorofil-a yönelim analizlerinin fiziksel karışımların zayıfladığı ve fitoplankton üretiminin (çoğalmasının) arttığı kış sonu-bahar başında dönemi

Akdeniz bölgesinde son 3 yılda yaz ve kış dönemlerinde ölçülen SDD değerlerindeki alansal ve mevsimsel değişimler, sudaki bulanıklığın kaynağı olan besin iyonları ve klorofil-a derişimindeki artışlar ile yakın ilişki göstermiştir ve ötrofikasyon göstergesi olarak uygun bir değişkendir.

ölçümleriye yapılması ve mevsimsel değişim aralığının belirlenmesi esastır. Kıyusal deniz alanlarında karasal baskıların durumunu ve değişimini belirlemeye yönelik elde edilen verilen yönelim analizleri yukarıda belirtilen koşullar sağlanmadan yapılırsa doğru sonuçlara ulaşmak ve üst sınır değerini tespiti güçleşir.

Yönelim analizlerinde verilerin en az kesintisiz 5 yıl aynı mevsimlerde elde edilmesi önemlidir. Bu nedenle, sadece Mersin Körfezin doğu bölgesinde (Mersin-Mezitli ile Seyhan deltası arasında kalan iç ve orta körfez suları) mevcut veri seti birleştirilerek yönelim analizi gerçekleştirilmiştir (Şekil 11).

Doğu Akdeniz kıta sahanlığı suları yıl boyunca fosfat iyonları fakir ($<0,05 \mu\text{M}$) ve karasal etki altındaki kıyı sularda DIN/P oranı yüksek (>20) olduğundan, Mersin körfezi kıyı sularında karasal (nehir + kentsel atıksu deşarjı) kaynaklı reaktif fosfat artışı gözlenmemiştir. Sadece 2008-2010 döneminde düşük seviyeli artış ($0,05-0,1 \mu\text{M}$), Mersin doğu bölgesi kentsel atıksu arıtma sisteminin henüz tamamlanmadığı fakat derin deniz deşarjının arıtmasız yapıldığı dönemdir (Şekil 11). Arıtma sistemin devreye girmesi ile TP arıtımı sonrasında belli alandaki fosfat birikimi de çok azalmış ve körfez içinde alansal değişim gözlenemez olmuştur. Bunun sonucu olarak, Karasal baskılar altındaki Mersin Körfezinde reaktif fosfat zenginleşmesini gösteren eğilim tespit edilmemiştir. Son 3 yıllık veri seti

DDB bazında incelendiğinde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Sadece noktasal olarak risk taşıyan iç körfez alanları vardır; bunlar, öncelikle evsel atıksu deşarjının yapıldığı İskenderun ve Mersin iç körfez kıyısız sularındır.

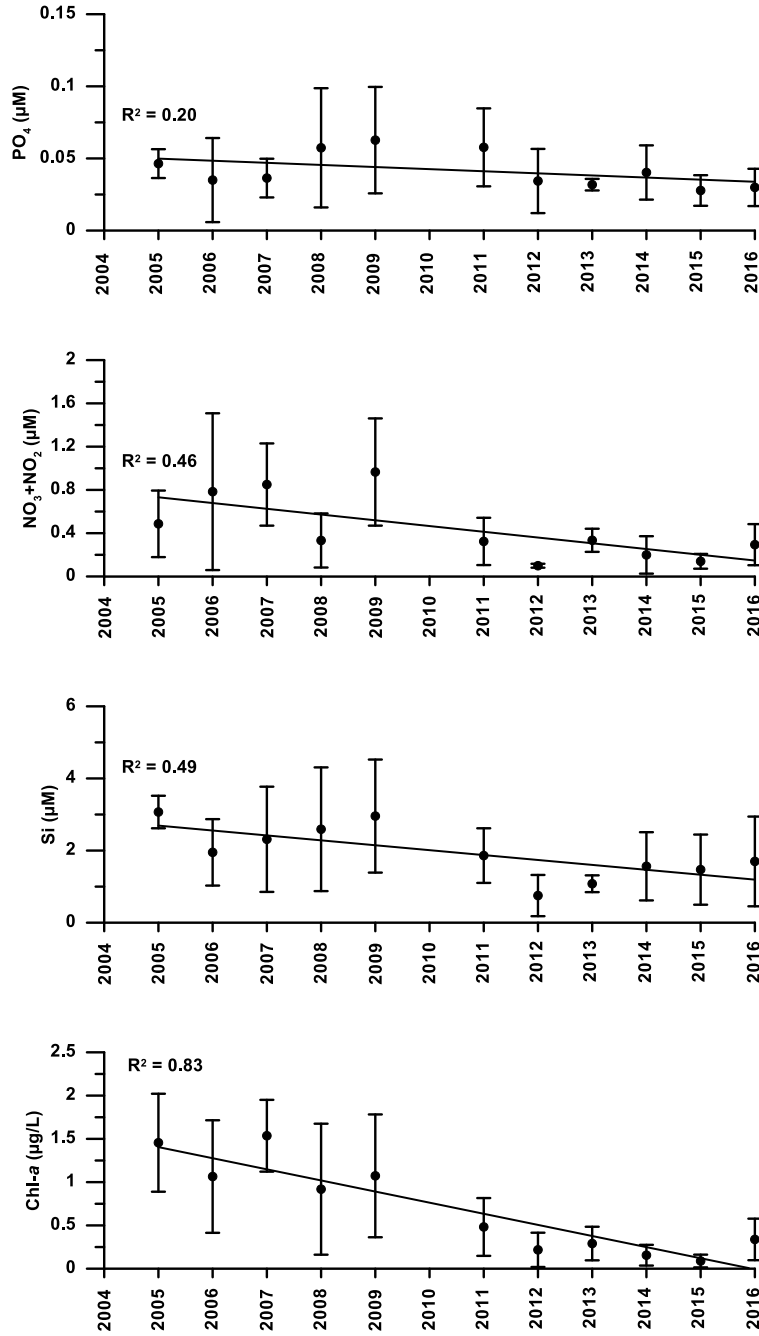
Mersin Körfezinde evsel atıksu deşarjının arıtmasız dönemi ile arıtmalı deşarj dönemindeki NO_x değerleri arasında zayıf değişim vardır (Şekil 11). Atıksu deşarj bölgesi aynı zamanda Seyhan ve Berdan nehri sularının etki alanındadır ve akarsular bölgeye yüksek miktarlarda NO_x taşımaktadır. Üzerinde baraj bulunan, tarım alanları sulamada ve yerleşim alanlarında kullanılan nehir sularının yaz dönemindeki debileri azaldığından iç körfez kıyısız deniz alanında önemli mevsimsel değişim gözlenmiştir. İç Körfezde 2010 öncesi dönemde arıtmadan verilen atıksuların ve kirli nehri sularının kıyı sularda az da olsa NO_x birikimi yarattığı ve kış döneminde yüzey suları NO_x zenginleşmesinin daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Bu durum, karasal baskıların aynı alan içinde etkisinin belirlenmesinde mevsimsel (yaz/kış) veri setinin kendi içinde karşılaştırmasını zorunlu hale getirmektedir. Bütünleşik değerlendirmede nehir sularınca fazla seyrelen (tuzluluk <38,0) kıyı suları ölçüm sonuçlarının alansal ortalama kullanılmaması önemlidir. Mevcut veri setine göre, Körfez iç ve orta bölgesi sularında karasal kaynaklı kirlilik yüklerinin (yağış ve nehir sularının taşıdığı

besin tuzları toplamı genelde NO_x değerleri 0,2-0,6 µM arasında değişirken) yıllık/mevsimsel değişimlerine bağlı olarak (yaz/kış) nadiren bu değerlerin dışına çıkmıştır.

Sıcaklık/tuzluluk tabakalaşmasının kaybolduğu kış döneminde körfezde kıyı-açık etkileşimi güçlüdür. Bu nedenle, doğu-batı yönlü genel akıntıların etkisinde olan körfez suları, NO_x derişimi daha düşük olan doğu Akdeniz açık sularıyla seyrelerek bölgeden taşınır.

Karasal kaynaklardan giren besin tuzları yükleri, kıyısız alan yüzey sularında çok çarpıcı NO_x birikimi yaratmamış olsa da, insan kaynaklı girdiler kıyı sularda plankton üretimi ve sudaki plankton biyo-kütle derişimini belirgin artırmıştır. Bölgede 2009'dan sonra kentsel atıksu arıtma sisteminin devreye alınması ve nehir sularına karışan kirlilik yüklerinin de azaltılması ve kontrol altına alınmasıyla denize ulaşan TP ve DIN (nitrat +amonyak) yüklerinde azalma olduğunu, kıyı sulardaki göreceli NO_x ve biyo-kütle (*Chl-a*) derişimi değerlerindeki azalım eğilimi de desteklemektedir.

Karasal kaynaklı besin tuzları girdisindeki artışın etkisiyle deniz suyundaki reaktif silikat derişimi belirgin azalım eğilimi göstermiştir. Bu olumsuz değişim doğal olarak, kış-ilkbahar döneminde kıta sahanlığında süregelen fitoplankton üretimi ve bolluğunda diatome/diğer baskın türler oranını da olumsuz etkilemektedir.



Şekil 11. Akdeniz-Mersin bölgesi 2005-2016 döneminde 12 mil içinde (derinlik<50m) kalan istasyonlara ait besin elementleri ve klorofil derişimi yönelim analizleri (veri kaynağı: ODTÜ-DBE)

3.2.6. TRIX

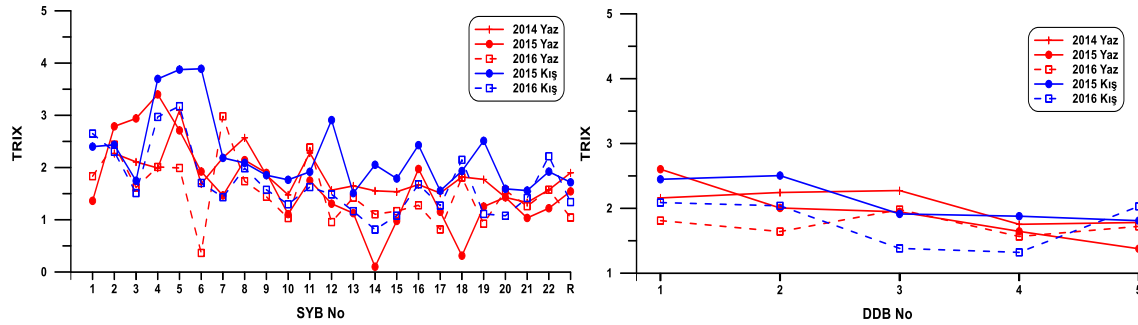
Trofik durum göstergesi (besin tuzları, klorofil ve oksijen doygunluk yüzdesi) parametrelerinden hesaplanan TRIX indeksi değerlerine göre Mersin ve İskenderun Körfezi içinde karasal baskılara bağlı AKD-4 ve AKD-5 içindeki kıyıs alarlarda ötrofik duruma meyil söz konusudur. Ancak SYB ortalaması

alındığında TRIX indeksi 3-4 aralığındadır. Referans alanın oligotrofik özelliğine göre, bu iki SYB genelinde mesotrofik durumun oluştuğu, iç körfezdeki 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 azalış 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 ölçümleri hariç, özellikle yaz döneminde kıyısal deniz alanları yüzey sularının oligotrofik özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir.

Yoğun yağışlar sonrası gerçekleştirilen 2015 kış (Şubat) dönemi saha çalışması tatlısu girdilerindeki kısa dönemli ani artışlar, ulaştığı deniz ortamında daha geniş kıyısal alanları etkilemiş ve taşıdığı besin iyonlarıyla kıyı suları daha üretken hale getirmiştir. Etki alanı Antalya iç körfezde akıntı nedeniyle iç körfeze yönelmiş ve referans noktaya kadar ulaştığı

gözlenmiştir. Sel sularının getirdiği çökeltme hızı düşük askıda katı madde özellikle kıyıda 3-5 mil mesafeye kadar uzanan kıyısal bölge yüzey sularında aşırı bulanıklık yaratmış ve suyun biyo-optik özellikleri olumsuz yönde değişmiştir. Çökeltme sonrasında yüzey sularında besin elementleri derişimleri ve buna bağlı olarak Chl-a derişimi (biyo-kütle) artmış; suda ışık geçirgenliği göstergesi olan SDD belirgin azalmıştır. Diğer yandan, Akdeniz’de belirlenen 4 DDB bölgesi üst tabaka sularının ortalama TRIX değerleri yaz ve kış döneminde 3’ün altındadır (Şekil 12); özellikle yaz döneminde Antalya-Marmaris arasındaki DDB deniz ekosisteminin oligotrofik durum özellikleri çok daha belirgindir (düşük besin besin tuzları ve düşük klorofil derişimi, yüksek SDD ve $TRIX < 2$).



Şekil 12. 2014-2016 örneklem 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 (T1)

Su kolonu habitatları biyotik ve abiyotik bileşenlerden oluşur. Biyotik bileşenler daha çok suyun hareketi ile hareket etme özelliğine sahip ve alt trofik seviye bileşenleri olan fitoplankton ve zooplanktondur. Ayrıca, balık yumurta/larvaları da bu sınıfta yer alır. Diğer yandan, su kolonu boyunca besin maddelerinin tüketimi ve ışığın kullanımı ile başlayan ototrof üretim organik maddenin oluşmasını sağlar ve ölüm

sonrası bu madde bakteriler tarafından parçalanarak sisteme anorganik bileşenler olarak iade edilir. Su kolonu habitatları üst trofik seviyelerinde, pelajik balıklar ve kafadanbacaklılar yer alır. Su kolonunda oluşan besin zincirine su kuşları ile deniz memeli ve reptilleri de dahildir. DSÇD T1 (biyolojik çeşitlilik), T2 (yabancı türler) ve T4 (besin ağı)’ü destekleyen izleme bileşenidir.

DBKİ Projesi (2014-2016) kapsamında su kolonu habitatları izlemelerine sadece

fitoplankton ve abiyotik bileşenler (deniz fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ışık geçirgenliği) dahil edilmiş olup 2017 yılından itibaren zooplankton çalışmaları da izleme kapsamına alınacaktır.

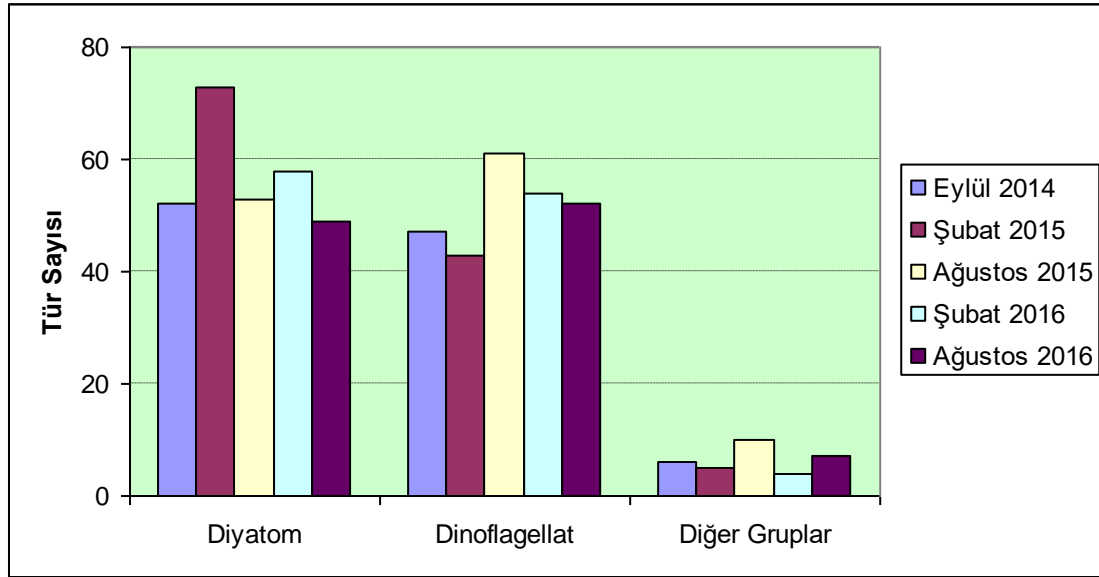
3.3.1. Fitoplankton

Akdeniz bölgesi İzleme Çalışmasında 2014-2016 örnekleme döneminde en yüksek tür sayısı Ağustos-2015 döneminde 124 tür ve en düşük tür sayısı ise Eylül-2014 döneminde 105 tür olarak tespit edilmiştir (Tablo 2 ve Şekil 13). Genel olarak bakıldığında toplam tür sayılarının yıllar içinde fazla değişmediği görülmektedir. Bu fitoplankton düzeyinde biyoçeşitliliğin korunduğunu göstermektedir (Tablo 2). Bunun dışında iki baskın grup olan diyatom ve

dinoflagellatların her dönemde fitoplankton komünitesinin büyük çoğunluğunu (>%80) oluşturduğu görülmektedir. Bu iki grubun birbirine olan tür sayıları oranı çok büyük değişikliğe uğramamıştır (Şekil 13). Bu iki veri bize toplam tür sayıları ve bu türleri oluşturan grupların yıllar içerisinde çok ciddi değişmediğini göstermektedir.

Tablo 2. 2014-2016 izleme dönemlerindeki fitoplankton toplam tür sayıları

Yıl	Kış	Yaz
2014	-	105
2015	121	124
2016	116	108



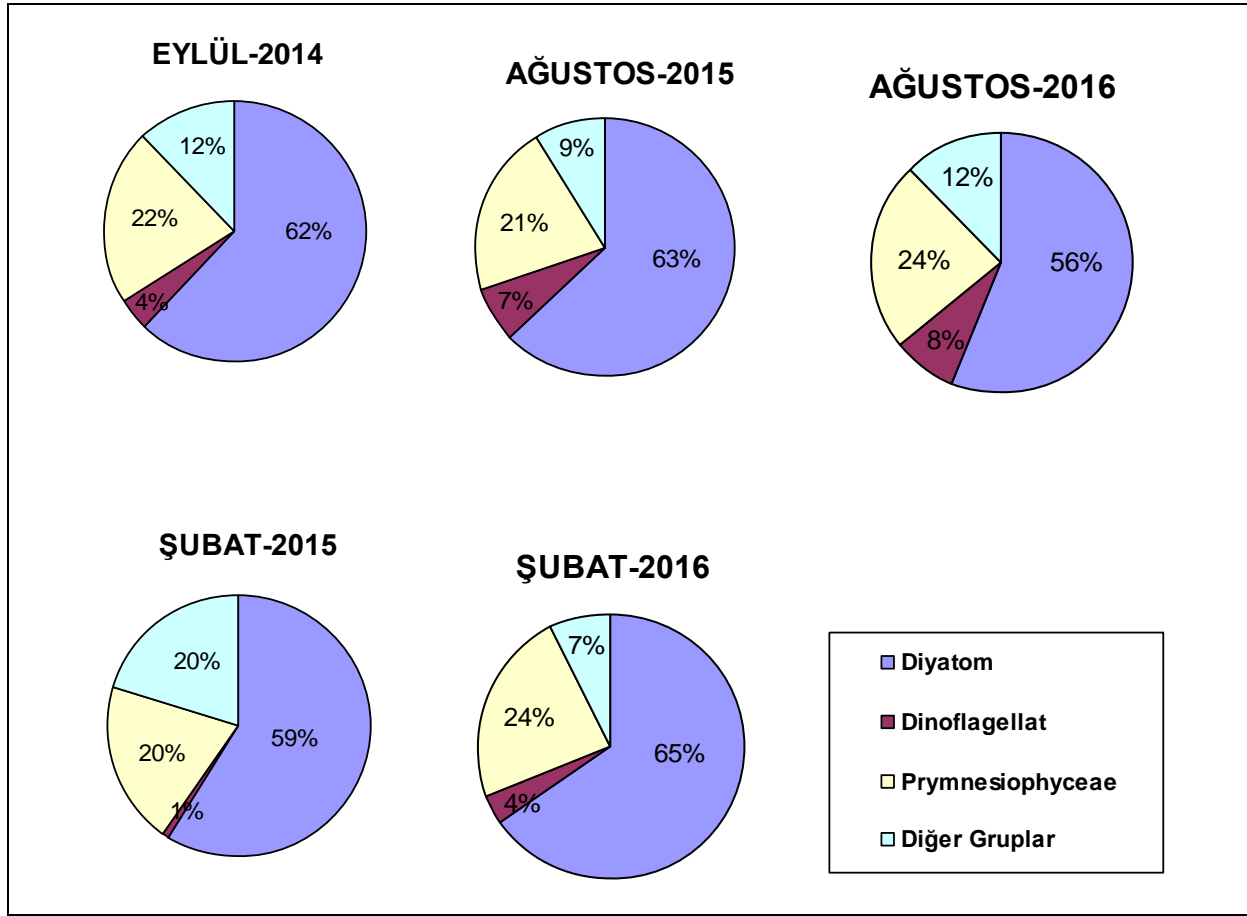
Şekil 13. 2014-2016 izleme döneminde izleme yapılan 22 SYB'de ölçülen fitoplanktonun farklı gruplara ait tür sayıları

Akdeniz'de fitoplankton bolluk değerleri irdelendiğinde doğu ve batı arasında keskin bir ayrımın olduğu, Mersin ve İskenderun körfezlerini içine alan doğu kesiminde kış döneminde nehir girdileri nedeni ile diyatom ağırlıklı patlamaların öne çıktığı, batıda ise oligotrofik açık sular etkisi altındaki kıyıl kesimin düşük fitoplankton sıklık ve çeşitliliğine sahip

olduğu görülmektedir (Şekil 14). Hücre sıklığı açısından diyatomları açıkların da belirleyici elemanı olan kokkolitoforit *Emiliana huxleyi* (Prymnesiophyceae) izlenmektedir. Mevsime bağlı gelişime bağlı olarak yaz dönemlerinde dinoflagellatlar kışa oranla ortamda daha yoğun bulunmaktadır. Batıda Antalya iç Körfezde kıyıl sularda sıklıkla gözlenen hücre

sayılarındaki artışını sağlayan besin elementleri girdisi kaynağı, falezlerden iç

körfeze ulaşan kirletilmiş yer altı suları olması çok muhtemeldir.



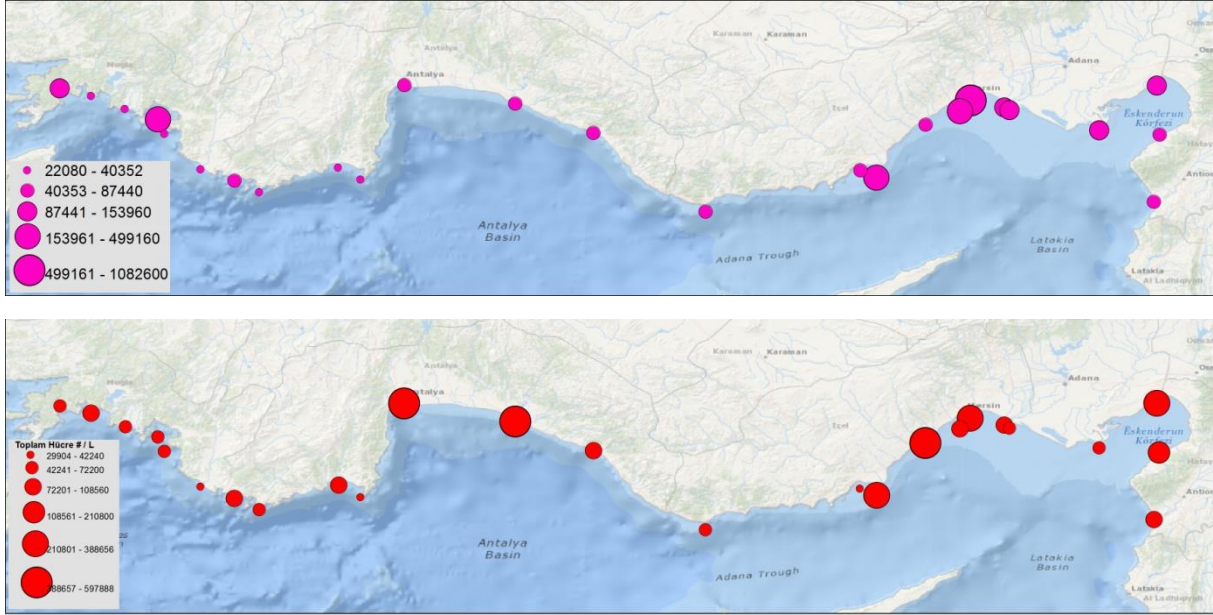
Şekil 14. 2014-2016 izleme dönemlerinde fitoplankton gruplarının baskınlık durumları (%)

Şekil 15’de ise yaz ve kış dönemlerinde fitoplankton toplam bolluk değerlerinin istasyonlara göre dağılımları harita üzerinde gösterilmiştir. Buna örnek olarak 2016 yılı seçilmiş olup, burada amaç dönemsel ve bölgesel farklılıkları göreceli olarak göstermektir. Buna göre, Akdeniz’in en üretken bölgeleri besin maddelerinin zengin olduğu körfez içleri (Mersin, Fethiye, Antalya, İskenderun) ve nehir (Göksu) ağızlarıdır. Buna ek olarak, kentsel ve turizm nüfusunun yoğun olduğu kıyı bölgeleri (Antalya, Alanya, Erdemli gibi) özellikle yaz döneminde daha yüksek üretim göstermiştir.

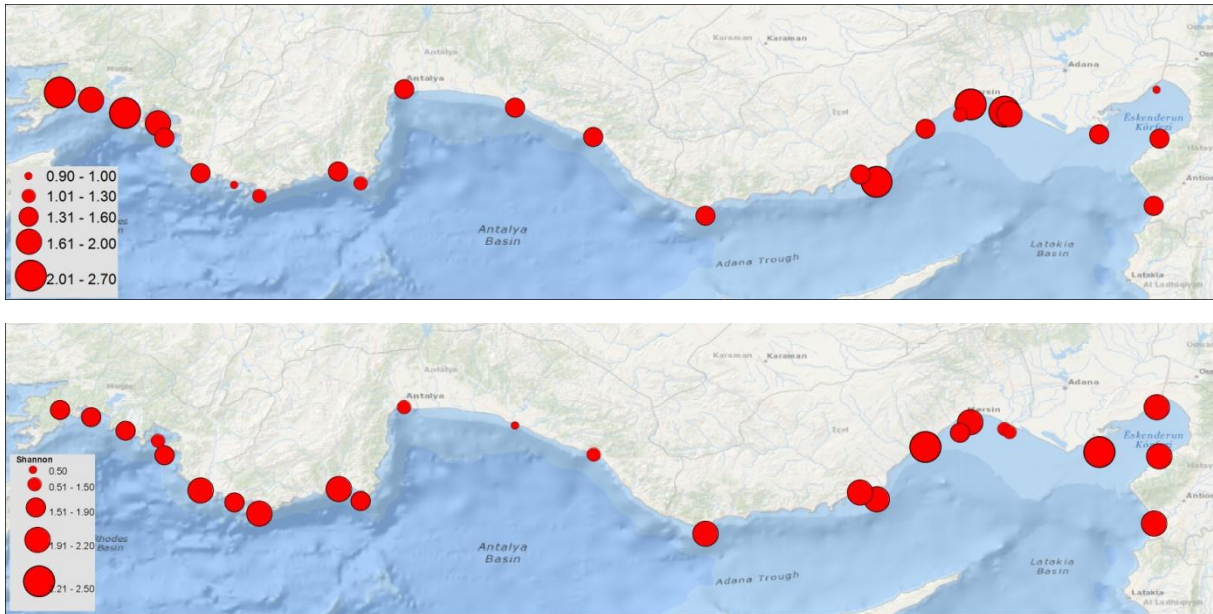
Şekil 16 fitoplankton komünite yapısının belirlenmesinde kullanılan başlıca ekolojik indekslerden olan Shannon&Weaver çeşitlilik indeksi (H')’nin 2016 yılındaki kış ve yaz dönemi dağılımlarını göstermektedir. Kış döneminde, Batı Akdeniz kıyıları ile Doğu Akdeniz’deki nehir ağızı ve körfez içleri tür açısından zengindir. Yaz döneminde ise Antalya-Alanya bölgesi haricinde tür zenginliği artmıştır. Bu bölgelerde yaz dönemindeki yüksek bolluk düzeylerinin az sayıda tür üzerinden oluştuğu görülmektedir. Batı Akdeniz’de, tür zenginliğinin yanı sıra bolluk değerleri göreceli olarak düşüktür.

Bu daha sağlıklı bir habitat özelliğini vurgular. Doğu Akdeniz’de ise tür zenginliği görece yüksek bolluk değerleri ile paralellik göstermektedir. Akdeniz kıyı şeridi için kıyı açık etkileşiminin seviyesi fitoplanktonu nicel ve nitel açıdan şekillendiren birinci etmen olarak düşünülmelidir. Açık suların istila ettiği alanlarda fitoplankton sayıca ve türce fakir olmakta, doğuda nehir etkisi batıda ise artan

kıyı açık etkileşimi bu farklılıklara neden olan ana unsurlar olarak değerlendirilebilir. Antalya sahilleri ötrofikasyon açısından sinyaller vermekte, izlemelerin sıklaştırılması gerekmektedir. Kıyıya çok yakın istasyonlarda yapılan çalışmalarda ise karadan olacak en ufak bir girdi (yağmur, sel vs) yakın civarı hemen etkilemektedir.



Şekil 15. 2016 kış (üst) ve yaz (alt) döneminde yüzey fitoplankton bolluğunun istasyonlara göre dağılımı



Şekil 16. 2016 kış (üst) ve yaz (alt) döneminde fitoplankton tür çeşitliliğinin (H') istasyonlara göre dağılımı

Zararlı türlerin varlığı

Örnekleme döneminde tespit edilen toksik ve potansiyel toksik türlerin sayıları ve bunların buldukları gruplar içindeki oranları tabloda verilmiştir. Potansiyel toksik dinoflagellat türleri tüm dönemlerde sayıca diyatomları geçmiş olmasına karşın diyatom türleri hücre sıklığı açısından ön plana çıkmışlardır. *Pseudo-nitzschia delicatissima* türü ileride doğuda Körfezler bölgesinde potansiyel tehdit olarak değerlendirilebilir (Tablo 3).

Türlerin baskınlıkları

Tablo 4'te örnekleme dönemlerinde litrede 10.000 hücreyi aşan tür sayıları ve bu değeri aştıkları istasyon sayıları verilmiştir. Bunun yanında örnekleme yıllarında istasyonlarda tek başına en yüksek bolluk değerine ulaşan tür ile bu türlerin bolluk değerleri verilmiştir. Görüldüğü üzere tüm bu türler diyatom grubuna ait olup sistemdeki Si değerlerinin bu habitatların ayakta durması için destek sağladığı görülmektedir. Ağustos 2015 'te *Chaetoceros brevis* türü litrede bir buçuk milyona ulaşmıştır.

Tablo 3. 2014-2016 izleme dönemi toksik/potansiyel toksik tür sayıları ve baskınlık oranları (%)

YAZ	TÜR SAYISI		BOLLUK (%)	
	Dinoflagellat	Diyatom	Dinoflagellat	Diyatom
Eylül-2014	5	2	4	4
Ağustos-2015	6	2	2	1
Ağustos-2016	4	2	3	8
KIŞ	TÜR SAYISI		BOLLUK (%)	
	Dinoflagellat	Diatom	Dinoflagellat	Diatom
Şubat-2015	5	2	5	25
Şubat-2016	3	2	9	7

Tablo 4. 2014-2016 İzleme dönemi fitoplankton baskın türleri ve sayıları

YAZ	Tür Sayısı	İstasyon Sayısı	Tür	Bolluk (hücre.l ⁻¹)
Eylül-2014	12	56	<i>Nitzschia tenuirostris</i>	883920
Ağustos-2015	16	84	<i>Chaetoceros brevis</i>	1470880
Ağustos-2016	16	73	<i>Chaetoceros sp.</i>	545664
KIŞ	Tür Sayısı	İstasyon Sayısı	Tür	Bolluk (hücre.l ⁻¹)
Şubat-2015	19	101	<i>Chaetoceros sp.</i>	207872
Şubat-2016	16	62	<i>Chaetoceros socialis</i>	303920

3.4. Deniz Tabanı Habitatlari (T1, T6)

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

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

3.4.1. Makro Flora

Makro flora çalışmaları kıyısal bölgede yaz dönemlerinde (2014-2016) 11 alanda gerçekleştirilmiştir (Şekil 17, Tablo 5 ve Tablo 6).

Makroflora tür çeşitliliği yıllara göre değerlendirildiğinde; 2014 yılında 96 takson, 2015 yılında 108 takson ve 2016 yılında ise 117 takson tespit edilmiştir. Bunların farklı sınıflara ve yıllara göre değişimleri Tablo 5'te 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 *et al.*, 2011) EEI-c değeri bulunmuştur. Çalışma istasyonlarının 2016 yılındaki ESG I ve ESG II takson sayısı dağılımları Tablo 6'da sunulmuştur. Sonrasında da SÇD'ye yönelik Ekolojik Kalite Oranı EEI_{EQR} bulunmuş ve Ekolojik Durum Sınıfları (EDS) tespit edilmiştir (Tablo 7).



İstasyonlarda Ekolojik Değerlendirme İndeksi - (EEI) ile ortamın ekolojik durumunun belirlenebilmesi için 0-3 m derinlik aralığından doğrudan elle ya da serbest dalış yapılarak 20x20 cm'lik kuadrat ile 3 tekrarlı olarak makroflora örnekleme yapılmış, tür dağılımları ve % örtü durumu saptanmıştır.

Şekil 17. Akdeniz makroflora istasyonları

Tablo 5. 2014-2016 izleme döneminde saptanan makro flora takson sayıları

Sınıf/Filum	2014	2015	2016
Phaeophyceae	20	21	23
Rhodophyta	55	61	66
Chlorophyta	18	23	25
Spermatophyta	3	3	3
Toplam Takson Sayısı	96	108	117

Tablo 6. Akdeniz istasyonlarının 2016 yılı makro flora ESG I ve ESG II gruplarının takson sayıları

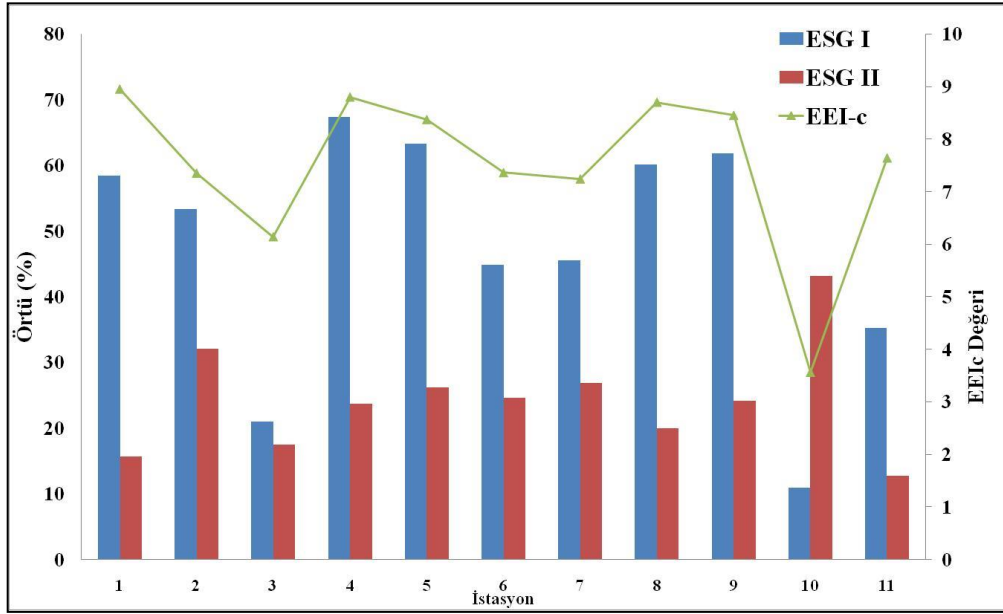
İstasyonlar	Ekolojik Durum Grupları					
	Takson Sayısı					
	ESG I			ESG II		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Marmaris (1)	-	18	18	-	36	39
Dalaman (2)	18	20	20	37	39	41
Fethiye (3)	2	2	4	19	31	22
Kaş (4)	21	19	19	36	39	40
Finike (5)	12	14	15	34	35	38
Antalya (6)	12	12	14	42	44	46
Alanya (7)	5	8	8	28	30	35
Anamur (8)	10	14	14	37	37	39
Taşucu (9)	10	12	12	31	33	36
Mersin (10)	2	5	5	26	29	29
İskenderun (11)	6	10	10	32	34	32

ESG I: Hassas türlerin bulunduğu ekolojik grup

ESG II: Fırsatçı, kirliliğe toleranslı türlerin bulunduğu ekolojik grup

ESG I türleri en fazla Dalaman, Kaş, Marmaris ve Finike (15 -20 takson) istasyonlarında, en az türler ise Fethiye, Mersin ve Alanya'da (4-8 takson) belirlenmiştir (Tablo 7). Ekolojik grup ESG II türleri ise en fazla Antalya (46 takson), Dalaman (41 takson), Kaş (40 takson) ve 39'a taksonla Marmaris ile

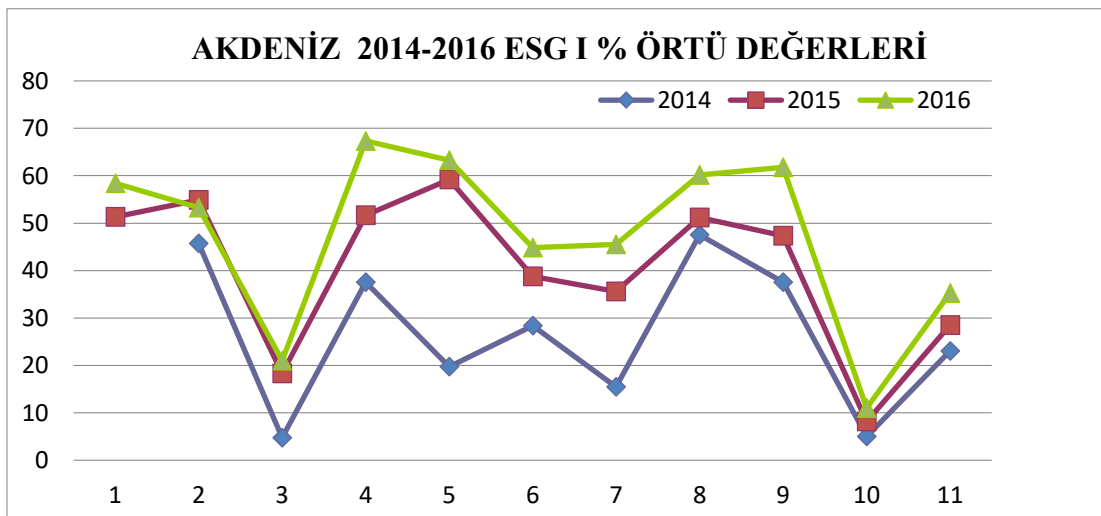
Anamur istasyonlarında bulunmuştur. 2015 yılı izleme çalışmasında olduğu gibi bu istasyonlarda etkilenmiş ortamların türlerini içeren ekolojik grup ESG II'nin takson sayıları fazla bulunsun da birçoğunun mikroskopik ve düşük yüzde örtü değerlerine sahip olduğu da belirlenmiştir.

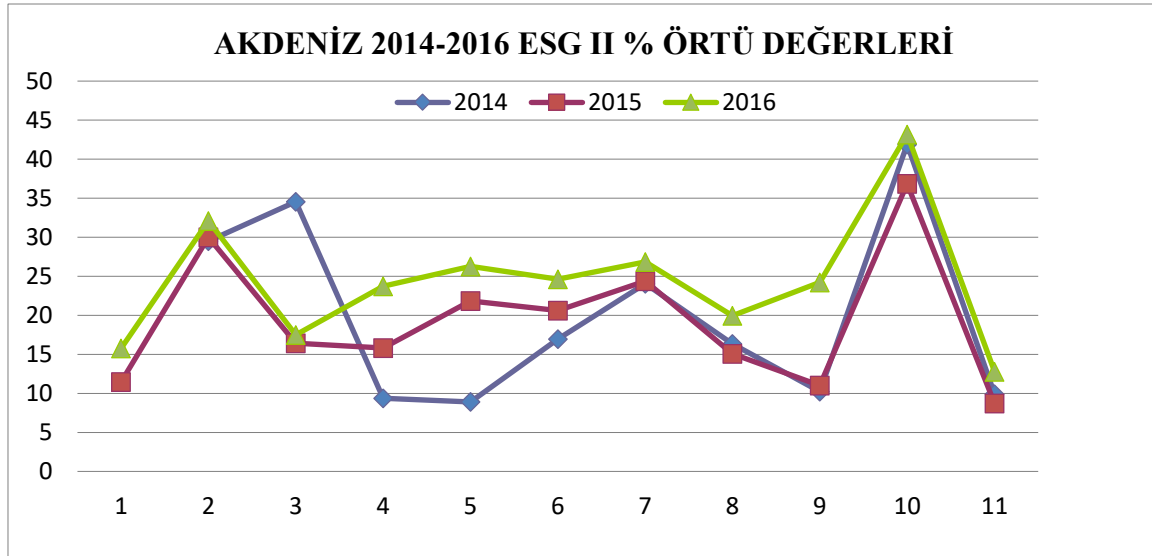


Şekil 18. 2016 yılı Akdeniz istasyonları makro flora ESG I ve ESG II türlerinin ortalama örtü değerleri (% olarak) ile EEI-c değerleri

2016 yılında, ESG I örtü yüzdesi (Orfanidis vd., 2011) değeri en yüksek Kaş (ESG I % 67,35) istasyonunda, bunu Finike (ESG I % 63,25), Taşucu (ESG I % 61,77), Anamur (ESG I % 60,14) takip ederken, en düşük ESG I % örtü değerleri ise 2015 yılındaki gibi Mersin (ESG I % 11) ve Fethiye (ESG I % 21) istasyonlarında bulunmuştur. ESG II değeri ise en yüksek Mersin Körfezi'nde (ESG II

% 43,18) bulunurken ve bunu Dalaman (ESG I % 32,11) ve Alanya (ESG I % 26,84) takip etmiştir. ESG II grubunun % örtü değeri en düşük İskenderun Körfezi, Marmaris'te bulunmuştur (Şekil 18-19). Ekolojik kalite indeksi değeri ise ESG I & II 'nin dağılım ve % örtü durumlarına bağlı olarak en düşük Mersin istasyonunda saptanmıştır (Şekil 19).





Şekil 19. Akdeniz makro flora istasyonları 2014-2016 ESG I (üst) ve ESG II (alt) değişimleri

Tablo 7. 2014-2016 izleme döneminde makro flora çalışma istasyonlarının “Ekolojik Kalite İndeksi: EEI” ile yapılan kalite sınıflandırması

S.No	İstasyonlar	2014 EEI		2015 EEI		2016 EEI	
		EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS	EEI _{EQR}	EDS
AKDENİZ							
1	Marmaris	te		0,86	Yüksek	0,87	Yüksek
2	Dalaman	0,63	İyi	0,7	İyi	0,67	İyi
3	Fethiye *	0,19	Zayıf	0,5	İyi	0,52	İyi
4	Kaş	0,76	Yüksek	0,81	Yüksek	0,85	Yüksek
5	Finike	0,59	İyi	0,81	Yüksek	0,8	Yüksek
6	Antalya	0,6	İyi	0,65	İyi	0,67	İyi
7	Alanya	0,4	Orta	0,59	İyi	0,65	İyi
8	Anamur	0,77	Yüksek	0,82	Yüksek	0,84	Yüksek
9	Taşucu	0,75	Yüksek	0,83	Yüksek	0,81	Yüksek
10	Mersin	0,14	Zayıf	0,21	Zayıf	0,2	Zayıf
11	İskenderun	0,61	İyi	0,68	İyi	0,7	İyi

te: test edilmedi *Fethiye istasyonu 2014 yılında körfez iç bölgede çalışılmış olup diğer dönemlerde AKD_18 nolu SYB ‘yi daha iyi temsil eden konuma taşınmıştır.

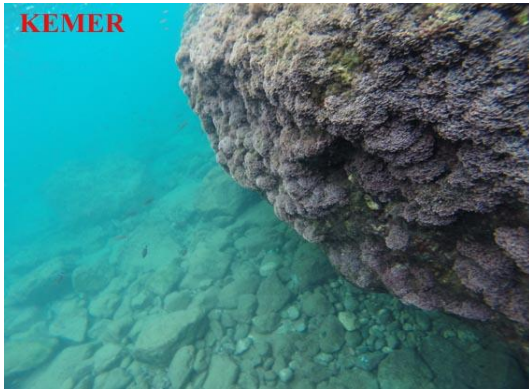
2016 yılı izleme çalışmasında Akdeniz’de yine 10 istasyondan örneklemeler yapılmış ve biyotik indeks EEI ile yapılan değerlendirme sonucunda 2015 yılındaki gibi Marmaris, Kaş, Finike, Anamur ve

Taşucu Körfezi istasyonları “yüksek”, Dalaman, Fethiye, Antalya, Alanya ve İskenderun Körfezi “iyi”, ve Mersin Körfezi istasyonunun ise “zayıf” bir ekolojik durum sınıfında oldukları tespit

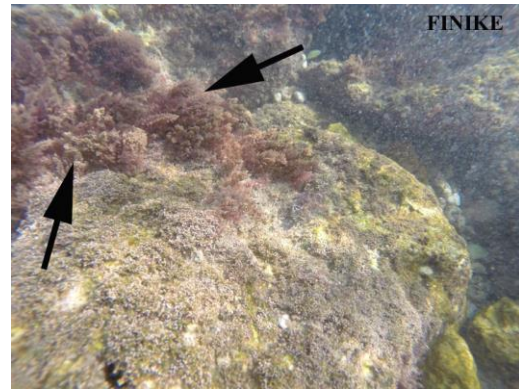
edilmiştir (Tablo 8). 2016 yılında “iyi” bir ekolojik durum sınıfında olduğu belirlenen Fethiye istasyonu ve çevresinin dikkatle izlenmesi gerekmektedir. Bu istasyon Fethiye Körfez içine taşındığında (2014) kalite “zayıf” baskıdan uzaklaştığında “iyi” kaliteyi göstermektedir. Örneklem yapılan 10 istasyona ek olarak Kemer ve Eşen Çayı bölgesi 2016 yılında da örneklem yapılmıştır.

2015 ve 2016 dönemlerinde Eşen Çayı bölgesinde Patara noktasında gözlem yapılmış olup iyi ortamların gösterge türlerinden ESG I grubu üyeleri özellikle kalkerli kırmızı alglerden *Amphiroa rigida*, *Jania rubens*, *Ellisolandia elongata*, *Corallina officinalis*, *Phymatolithon lenormandii* bulunurken ESG II grubu

Gelidiales ordosu üyelerinden *Pterocladia capillacea*, *Laurencia obtusa* gibi türler gözlenmiştir. Gözleme dayalı yapılan uzman değerlendirmesinde bu noktanın “iyi/yüksek” bir ekolojik sınıf durumunda olacağı düşünülmüştür. Benzer şekilde gözlem yapılan Kemer Limanı mendirek ve çevresindeki çalışmada ESG I üyelerinden özellikle kalkerli kırmızı alglerden *Amphiroa rigida*, *Jania rubens*, *Ellisolandia elongata*, *Corallina officinalis* baskın ve yüksek % örtü değerlerine sahip bulunurken ESG II grubu üyelerinden de *Pterocladia capillacea*, *Laurencia obtusa* gibi türler gözlenmiştir. Bu noktada yapılan uzman değerlendirmesinde ortamın “iyi/yüksek” bir ekolojik sınıf durumunda olacağı düşünülmüştür.



Şekil 20. Kemer gözlem alanı “iyi” kalite



Şekil 21. Yabancı ve yayılımcı kırmızı alg *Asparagopsis taxiformis*.

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

2016 yılı izleme çalışmasında Akdeniz kıyılarından yabancı tür olarak *Caulerpa scalpelliformis*, *Asparagopsis taxiformis* ile *Halophila stipulacea* türlerine rastlanılmıştır.

Akdeniz kıyılarından yabancı türlerden Taşkın ve ark. (2011) tarafından 4 kahverengi alg (*Ectocarpus siliculosus* var. *hiemalis*, *Cladosiphon zosterae*, *Halothrix lumbricalis*, *Styopodium schimperi*), 6 kırmızı alg [*Rhodothamniella codicola*,

Asparagopsis armata, *Botryocladia madagascariensis*, *Trilliella intricata* (*Bonnemasoinia hamifera*'nın evresi), *Hypnea spinella*, *Lophocladia lallemandii*], 5 yeşil alg [*Ulva fasciata*, *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*, *Caulerpa cylindracea*, *Caulerpa scalpelliformis*, *Caulerpa racemosa* var. *lamourouxii* f. *requienii*] ve bir deniz çiçekli bitkisi (*Halophila stipulacea*) olmak üzere toplam 16 yabancı makrofit rapor edilmiştir.

Akdeniz’de 2014 ve 2015 yıllarındaki izleme çalışmalarında olduğu gibi koruma altında ve korunması gerekli olan türler özellikle *Cystoseira* türleri (*C. corniculata*, *C. crinita* ve *C. spinosa* var. *compressa*) ile denizel çiçekli bitkilerden *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica* türleridir. Bu türlere ek olarak korunması gereken türler arasında bu çalışmada bulunmayan *Zostera* türleriyle birlikte özellikle birçok istasyondan örneklenen kayalık ve taşlık bölgelerde genelde yayılış gösteren kalkerli kırmızı alg türleri ile derinlerdeki korallijenli habitatlardır.

2016 yılı izleme çalışmasında deniz çayırlarının Akdeniz kıyılarında yayılışını belirlemek amacıyla örnekleme çalışmalarında *Posidonia oceanica* türü örnekleme bölgelerinde çok yaygın bulunmasa da 2015 yılındaki gibi uzman ve balıkçılarla yapılan görüşmelerde istasyonlar dışındaki alanlarda bu deniz çayırlarının yayıldığı bildirilmiştir. Antalya şehir merkezi dışında Side-Manavgat bölgesine doğru *Posidonia* toplulukları öbekler halinde yayılış göstermektedir.

3.4.2. Makrozoobentos

2014-2016 döneminde yaz aylarında toplam 15 istasyonda (8-57 m) 3 replikatlı çalışma gerçekleştirilmiştir (Şekil 22). Akdeniz’de toplanan örneklerde tespit edilen taksonomik gruplar içinde Polychaeta tür sayısı bakımından en zengin gruptur (Şekil 23). Poliketler bölgede tespit

Halophila stipulacea türü Antalya falez bölgesinde, *Cymodocea nodosa* ise İskenderun Körfezi ile Adana Yumurtalık bölgesinde oldukça yaygın bulunmaktadır. Diğer deniz çayırlarından *Zostera noltei* yine Yumurtalık Lagünü’nde (Adana) rastlanılmıştır. *P. oceanica*’nın Türkiye ve Akdeniz’deki yayılışı Giakoumi et al. (2013) tarafından verilmiştir.

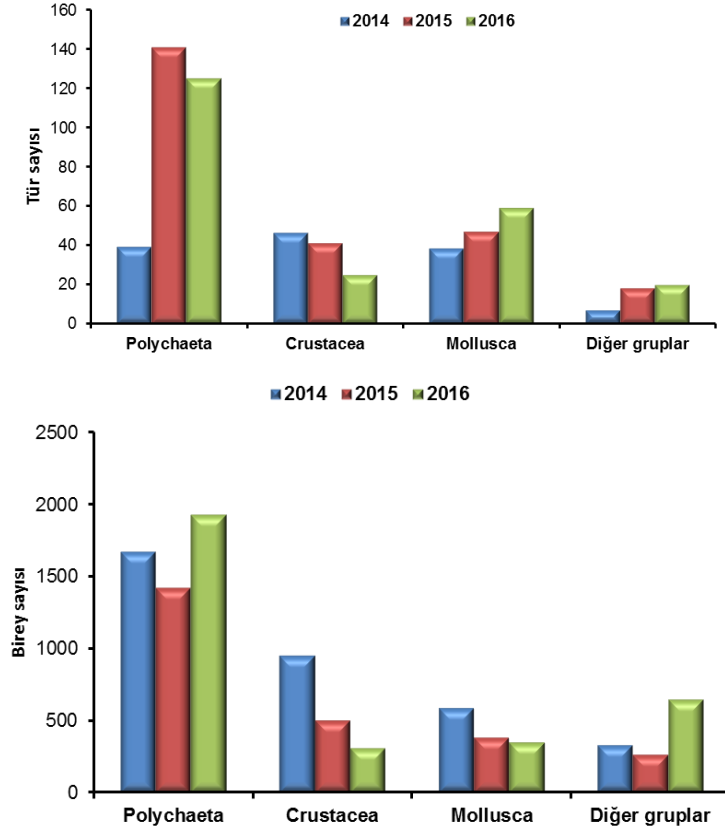
2014 ve 2015 yıllarındaki gibi Akdeniz’de tehdit oluşturan türlerden özellikle karasal baskının fazla görüldüğü Mersin Körfezi’nde yeşil alglerden *Ulva* türleri ile bazı istasyonlarda (Dalaman, İskenderun gibi) mediolittoral zonda katman oluşturan mavi yeşil alg (Cyanophyceae) türleri ortamı olumsuz yönde etkilemekte ve tehdit etmektedir. Antalya’da bulunan yabancı ve yayılımcı iki tür *Halophila stipulacea* ile yeşil alg *Caulerpa scalpelliformis* yayılışlarına devam etmektedirler ancak bunlar fazla tehlike arz etmemektedir. Bunlardan başka Kaş-Finike arası bölgede egzotik kırmızı alg *Asparagopsis taxiformis* türünün yayılışına yoğun şekilde rastlanılmıştır.

edilen toplam tür sayısının %55’ini içermektedir.

Araştırma bölgesinde alglerden *Flabellina petiolata*’ya MARSW1 nolu istasyonda, *Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*’ya MRESW1 nolu istasyonda rastlanılmıştır.



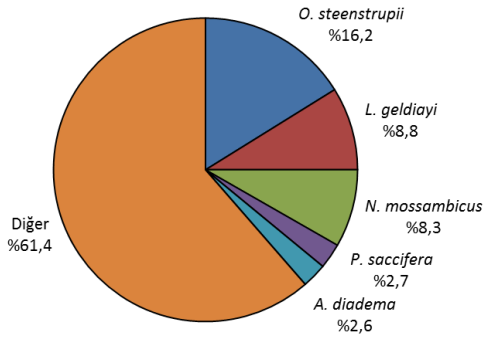
Şekil 22. Akdeniz makrozoobentos istasyonları



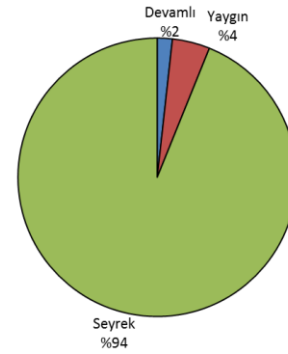
Şekil 23. Makrozoobentozun Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen toplam tür sayısı ile birey sayısının yıllara göre taksonomik gruplara dağılımı

Araştırma bölgesinde tespit edilen toplam bireyin %60'ı Polychaeta grubuna aittir. Birey sayısı bakımından dominant olan diğer taksonomik gruplar ise Sipuncula (%17) ve Mollusca (%11)'dir. Diğer gruplar (Crustacea, Phoronida ve Echinodermata) toplam birey sayısının %12'sini kapsar.

Tespit edilen türlerden *Onchnesoma steenstrupii steenstrupii* (toplam birey sayısının %16,2'si) araştırma bölgesindeki en dominant türdür. Bu türü sırasıyla, *Lumbrineris geldiaei* (%8,8), *Notomastus mossambicus* (%8,3), *Prionospio saccifera* (%2,7) ve *Ampelisca diadema* (%2,6) izlemektedirler (Şekil 24). Bu türler bölgede saptanan toplam birey sayısının %38,6'sını oluşturur.



Şekil 24. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen en baskın makrozoobentik türler ve baskınlık değerleri (%)



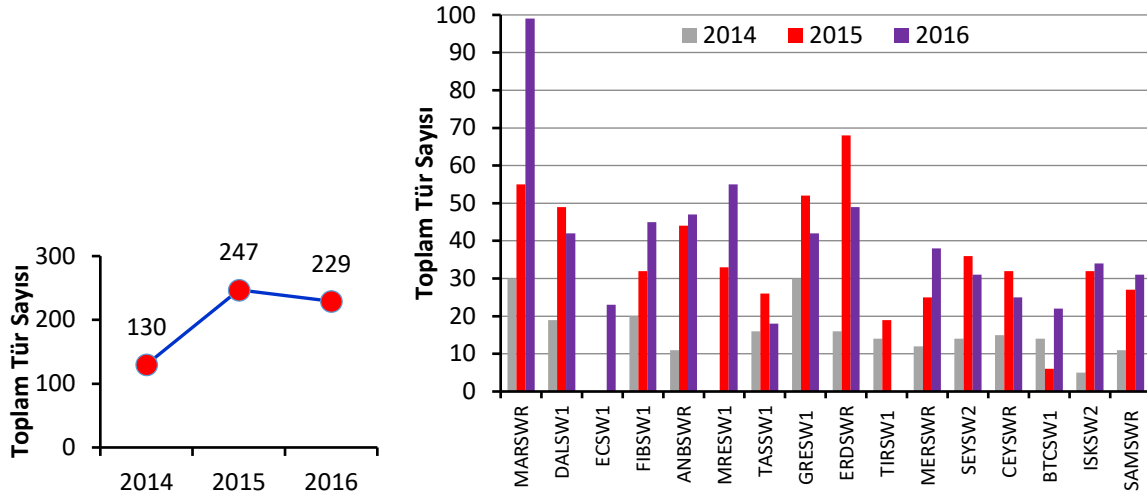
Şekil 25. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen makrozoobentik türlerin frekans indeks gruplarına dağılımları

İstasyonlarda tespit edilen türlerin büyük çoğunluğu (toplam tür sayısının %94'ü) bölgede seyrek ($F < 25$) dağılım göstermektedir (Şekil 25). Bölgede yaygın ve devamlı dağılım gösteren türlerin oranı ise sadece %6'dır. İstasyonlardan toplanan örnekleri genelinde dağılım gösteren ($F > 49$, devamlı tür) toplam 4 türe rastlanılmamıştır; *Lumbrineris geldiaiyi* ($F = 76$), *Notomastus mossambicus* ($F = 76$), *Prionospio saccifera* ($F = 58$) ve *Ampelisca diadema* ($F = 56$). Toplam 79 türün frekans indeks değeri %2'den; 126 türün frekans indeks değeri %5'den; ve 165 türün frekans indeks değeri ise %10'dan daha düşüktür.

Akdeniz'deki istasyonlar arasında en fazla tür sayısı (99 tür) MARSW1 nolu istasyonda (2016 ve 2015) yılında, en az

tür sayısı (18 tür) ise TASSW1 nolu istasyonda saptanmıştır (Şekil 26). MRESW1 (55 tür) ve ERDSWR (49 tür) nolu istasyonlarda da nispeten çok sayıda tür kaydedilmiştir. ERDSWR 2015 yılında en çok türün kaydedildiği istasyon olmuştur. 2016 yılında araştırma bölgesindeki çoğu istasyonda (8 istasyon) tespit edilen toplam tür sayısı 40'ın altında olup, 2015 yılında bu durum 10 istasyonda tespit edilmiştir.

Batı Akdeniz sahillerimizde yer alan istasyonlarda (MARSW1 ve DALSW2) nispeten çok sayıda birey saptanmıştır. Toplam 4 istasyonda (ECSW1, BTCSW1, TASSW1 ve CEYSWR) makro-zoobentik türlere ait toplam birey sayısı 100'ün altındadır.

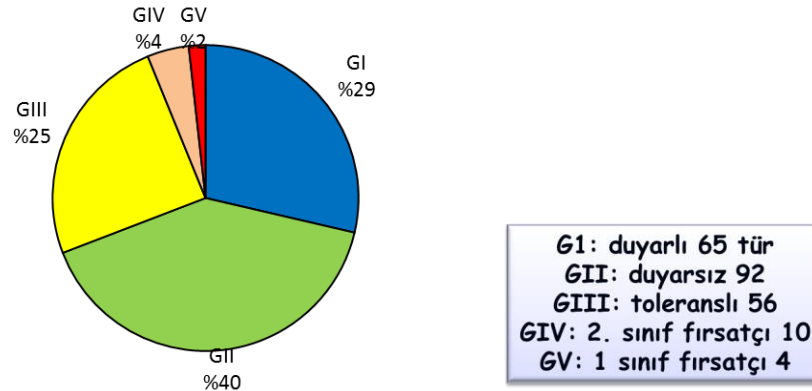


Şekil 26. Akdeniz'deki istasyonlarda 2014, 2015 ve 2016 yaz dönemlerinde tespit edilen toplam makrozoobentik tür sayıları

Ekolojik grup ve indeksler

Fırsatçı türlerin (GIV, GV) toplam faunadaki yeri % 6'dır (Şekil 27). Bölgede tespit edilen 1. sınıf fırsatçı türlerin (GV) (*Oxydromus pallidus*, *Schistomeringos* sp., *Heteromastus filiformis* ve *Prionospio fallax*) tamamı; 2. sınıf fırsatçı türlerden (GIV) 1'i (*Corbula gibba*) hariç diğerleri

(*Podarkeopsis galangau*, *Syllidia armata*, *Sigambra tentaculata*, *Nephtys hombergii*, *Spio decoratus*, *Prionospio krusadensis*, *Kirkegaardia heterochaeta*, *Mediomastus* sp., *Mediomastus cirripes*) Polychaeta grubuna aittir. Toleranslı türlerin (GIII) toplam faunadaki yeri %25 'dir.



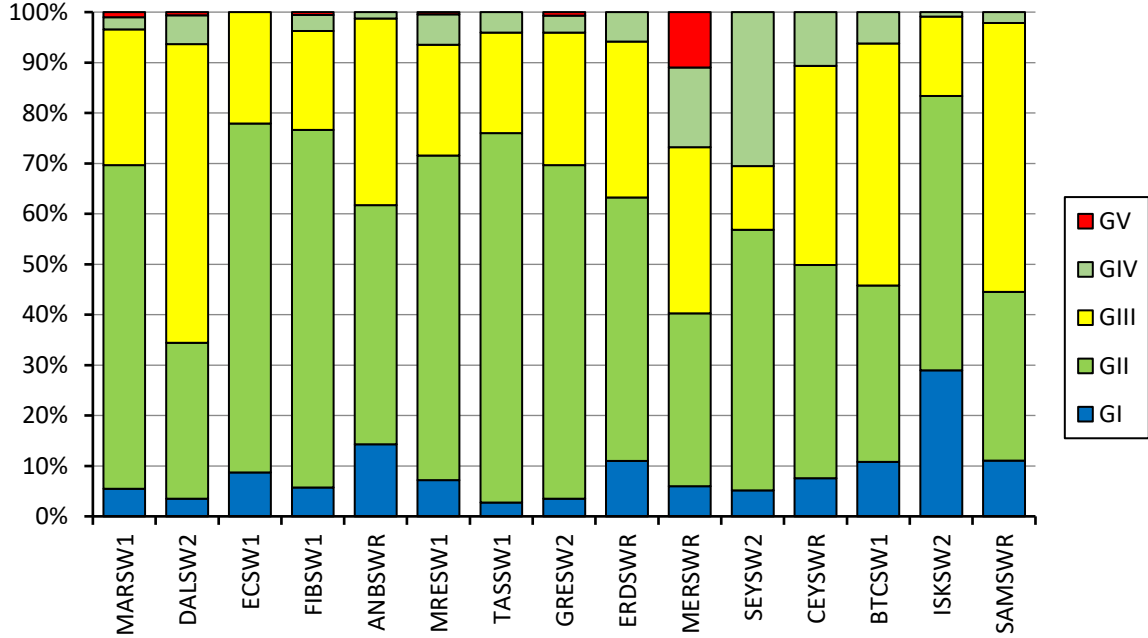
Şekil 27. 2016 yılında makrozoobentos ekolojik grupların yüzde baskınlıkları

2016 yılında en yüksek GI oranları (>%20) ISKSW2 nolu istasyonda tespit edilmiştir. İstasyonların genelinde GII yüksek oranlara (>%25) sahiptir, ancak TASSW1 ve FIBSW1 nolu istasyonlarda bu grubun

oranı %70'in üzerindedir (Şekil 28). Toleranslı türlerin oluşturduğu GIII'ün istasyonlardaki ortalama yüzdeleri 13 (SEYSW2) ile 59 (DALSW2) arasında değişir. GIV'e dahil olan türlere, ECSW1

nolu istasyon hariç, diğer tüm istasyonlarda rastlanılmıştır. Bu gruba ait en yüksek oranlar (>%10) SEYSW2 (%31), MERSWR (%16) ile CEYSWR (%11) nolu istasyonlarda tespit edilmiştir. GV'e ait türlere sadece MERSWR,

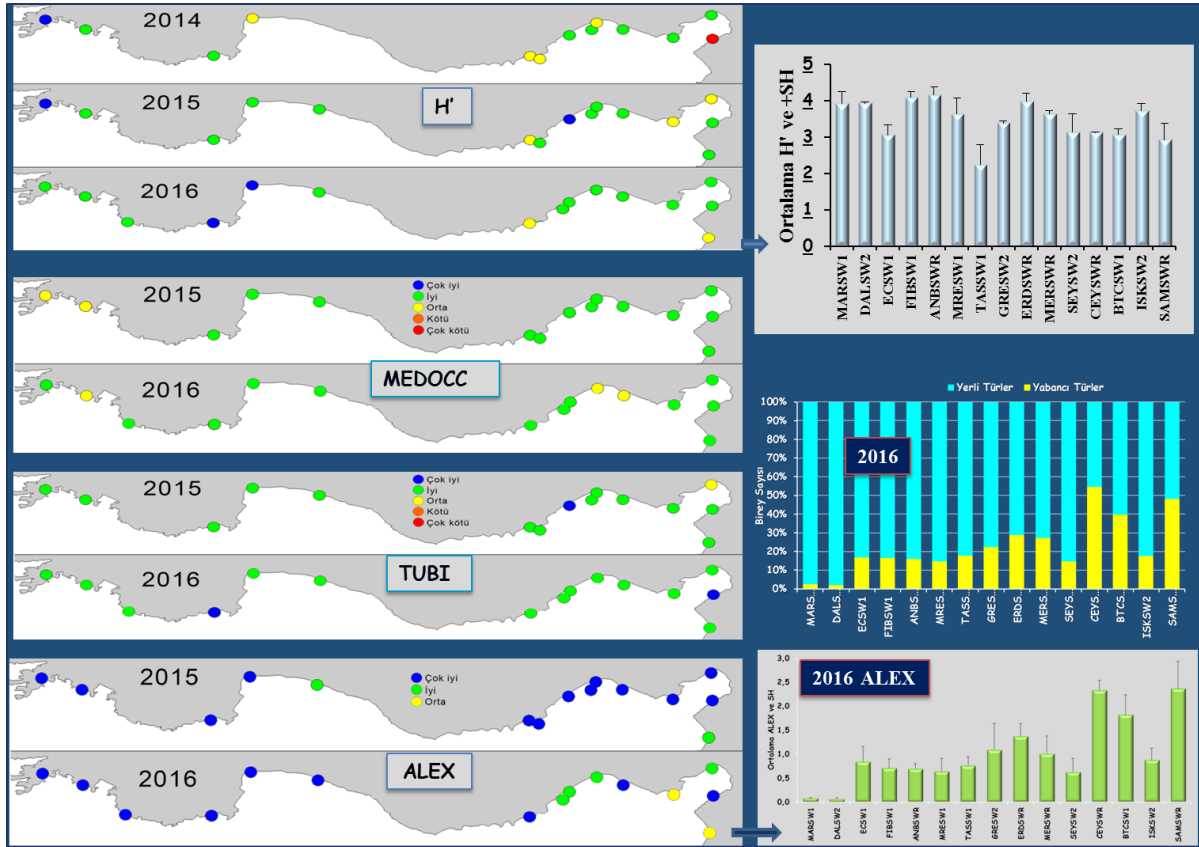
MARSWR, GRESW2, DALSW2, FIBSW1 ve MRESW2 nolu istasyonlarda rastlanılmıştır. Bu gruba ait en yüksek oran (%11) MERSWR nolu istasyonda hesaplanmıştır.



Şekil 28. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen makrozoobentik ekolojik grupların ortalama yüzdeleri

Akdeniz bölgesi istasyonlarında son üç yıllık dönemde makrozoobentozaya dayanarak hesaplanan ortamın ekolojik kalite durumu Şekil 29'da özetlenmiştir. Çeşitlilik indeksi (H') 2014 yılında 1 istasyonun çok kötü (ISKSW2), 4 istasyonun ıste orta ekolojik kalite durumuna sahip olduğunu göstermiştir. 2015 yılında 3 istasyonun orta, diğerlerinin ise iyi ve çok iyi kalitede olduğu saptanmıştır. 2016 yılında ise 2 istasyonun ekolojik kalite durumu orta, 2 istasyonun ekolojik kalite durumu çok iyi, diğer istasyonların ekolojik kalite durumu ise iyi seviyededir. TUBI (Çınar ve ark., 2015) 2015 yılında sadece 1 istasyonun (BTCSW1) ekolojik kalitesinin orta

olduğu, diğer istasyonların ise iyi veya çok iyi kalitede olduğunu göstermiştir. 2016 yılında ise istasyonların tamamında iyi veya çok iyi ekolojik kalite durumu saptanmıştır. ALEX, yabancı türlerin 2015 yılında Akdeniz bentik komüniteleri üzerine önemli bir etki yaratmadığını göstermektedir. 2016 yılında ise CEYSWR ve SAMSWR nolu istasyonların ekolojik kalite durumlarının orta seviyede olduğu belirlenmiştir. MEDOCC 2015 yılında araştırma bölgesinin en batısında yer alan iki istasyonun ve 2016 yılında Mersin Körfezi'nde ve Dalaman açıklarında yer alan bir istasyonun ekolojik kalite durumunu orta, diğerlerinin ekolojik kalite durumunu ise iyi olarak sınıflandırmıştır.



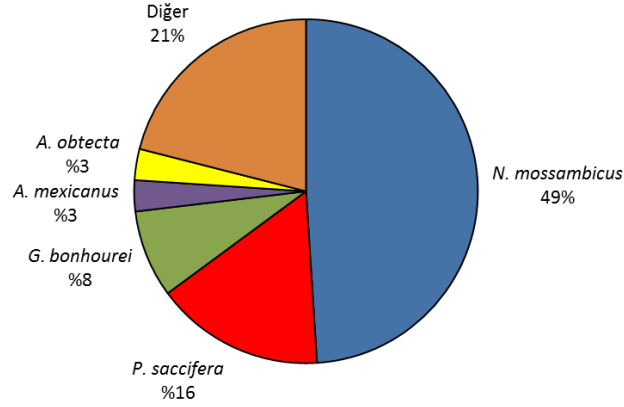
Şekil 29. Akdeniz istasyonlarında çalışma dönemlerinde makrozoobentoz için hesaplanan biyotik indekslerin istasyonlara bağlı değişimi

Yabancı türler

Akdeniz kıyılarında 15 istasyondan toplanan bentik örneklerde 6 taksonomik gruba (Thallophyta, Sipuncula, Polychaeta, Crustacea, Mollusca ve Echinodermata) ait 25 yabancı tür ve bu türlere ait toplam 548 birey tespit edilmiştir. Taksonomik gruplar içinde Polychaeta en fazla türle (9 tür) temsil edilmektedir. Bu gurubu Mollusca (7 tür) ve Crustacea (5 tür) izlemektedir (Şekil 30). Araştırma bölgesinde Sipuncula'ya ait 2 yabancı tür [*Aspidosiphon (Akrikos) mexicanus* ve *Apionsoma (Apionsoma) misakianum*], alglere ait 1 yabancı tür (*Caulerpa taxifolia* var. *distichophylla*) ve Echinodermata'ya ait 1 yabancı tür [*Amphiodia (Amphisipina)*

obtecta] tespit edilmiştir. Yabancı türlerden 5'i gemilerin balast sularıyla, diğerleri ise Süveyş Kanalı vasıtasıyla Akdeniz'e taşınmışlardır.

Tespit edilen yabancı türlerden *Notomastus mossambicus*, *Prionospio saccifera*, *Glycinde bonhourei*, *Aspidosiphon mexicanus* ve *Amphiodia obtecta* en baskın türler olup, yabancı türlere ait toplam birey sayısının %79'unu kapsarlar (Şekil 30). Frekans indeks değeri en yüksek türler ise *N. mossambicus* (F=%76), *P. saccifera* (F=%58), *G. bonhourei* (F=%29) ve *Amphiodia obtecta* (F=%24)'dır.



Şekil 30. Akdeniz'deki istasyonlarda tespit edilen yabancı makrozoobentik türlerin yüzde baskınlıkları

2016 yılında, yabancı türler toplam tür sayısının %10,9'unu, toplam birey sayısının ise %17'sini kapsamaktadır. Yabancı türler istasyonların genelinde toplam tür sayısının %10'nundan fazlasını teşkil eder. Ancak, DALSW2 ve ECSW1 nolu istasyonlarda yabancı türlerin oranı %10'nun altındadır. Araştırma bölgesinde Doğu Akdeniz kıyılarında bulunan TASSW1, SEYSW2 ve CEYSWR nolu istasyonlarda ise yabancı türlerin toplam faunadaki oranı %30 veya daha üzerindedir. Birey sayısı bakımından istasyonlardaki yabancı tür oranları genellikle %20'nin altındadır. Ancak CEYSWR, BTCW1 ve SAMSWR nolu istasyonlarda (İskenderun Körfezi istasyonları) yabancı türlere ait birey sayısı, toplam birey sayısının %40'ından daha fazladır. En yüksek yabancı tür oranı (>%50) CEYSWR nolu istasyonlarda tespit edilmiştir (Şekil 30). Bu istasyonlar hem deniz taşımacılığının yoğun olduğu bölgelere hem de Süveyş Kanalı'na daha yakındır. Bu bölgelerde ayrıca bazı yabancı türlerin tercih ettiği nehir ağzları bulunmaktadır.

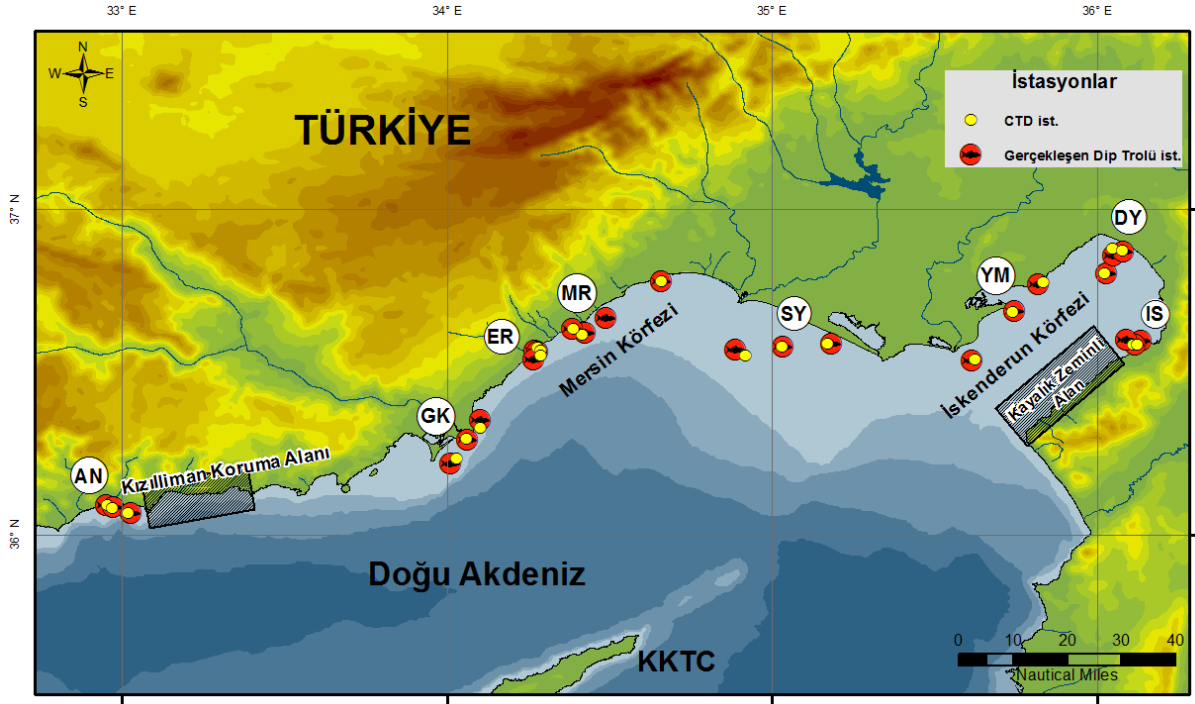
Akdeniz'de ilk kez Mersin Körfezi'nde bulunan istilacı yabancı yılan yıldız türü *Amphiodia obtectata* (Stöhr ve diğ., 2010), 2015 yılında Ceyhan Nehri açıklarında ve Tırtar'da; 2016 yılında ise FIBSW1, ERDSWR, MERSWR, SEYSW2, BTCW1, ISKSW2 ve SAMSWR nolu istasyonlarda saptanmıştır. 2015 ve 2016 yılından bölgede nispeten yoğun populasyon oluşturduğu (420 birey.m⁻²) bildirilen bu tür karnivor olup, bazı türlerle besin ve yer için rekabete girdiği rapor edilmiştir (Stöhr ve diğ., 2010).

Yabancı türler besin ağlarını yeniden yapılandırmaları, yerli türleri ortamdaki uzaklaştırmaları, parazit ve hastalık bulaştırmaları ve gen havuzunu değiştirmeleri nedeniyle mevcut ekosisteme büyük zararlara yol açarlar. Bu nedenle ülkemiz sularına taşınmalarının zamanında tespit edilebilmesi, etkilerinin olabildiğince minimize edilebilmeye yönelik yönetim planlarının oluşturulması için yabancı türlerin mekânsal ve zamansal dağılımlarının izlenmesi gereklidir.

3.4.3. Deniz Tabanı Trol Çalışması (Doğu Akdeniz)

T1 ve T3 kapsamında Doğu Akdeniz’de çalışılan trol istasyonlarının konumları Şekil 31’de verilmiştir. Çalışmada ekolojik olarak farklı olduğu düşünülen bölgeler (Anamur, Göksu, Erdemli, Mersin, Seyhan, Yumurtalık, Dört Yol ve İskenderun) ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu

bölgeler içerisinde batimetrinin etkisi ile yapısal faunal değişimlerin görüldüğü infralittoral (0-25 metre), sıgırcalittoral (25-50 metre) ve altircalittoral (50-100 metre) zonlar temsil edilecek şekilde örnekleme yapılmıştır.



Şekil 31. Kuzeydoğu Akdeniz’de gerçekleştirilen trol örnekleme ve CTD (tuzluluk, sıcaklık, derinlik) probu ile yerinde ölçüm istasyonları

Doğu Akdeniz diğer denizlerimizden farklı olarak Kızıldeniz’den Süveyş kanalı yoluyla Akdeniz’e geçen ve Lessepsiyan göçmeni olarak adlandırılan türlerin etkisi altında olup bu etki balık biyoçeşitliliği (T1) kapsamında incelenen indekslerin (Tür sayısı, N; Frekans indeksi; Margalef, H; Shannon Wiener, D; Pileou, J’) tümünde bariz olarak görülmüştür.

Tablo 8’de özetlendiği üzere etki en fazla örneklerin sayıca % 99 ağırlıkça % 63’ünün Lessepsiyan türlerin oluşturduğu

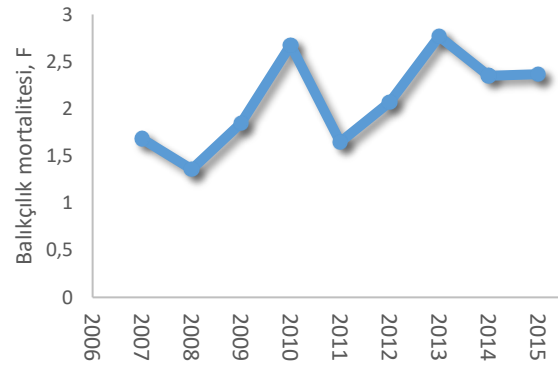
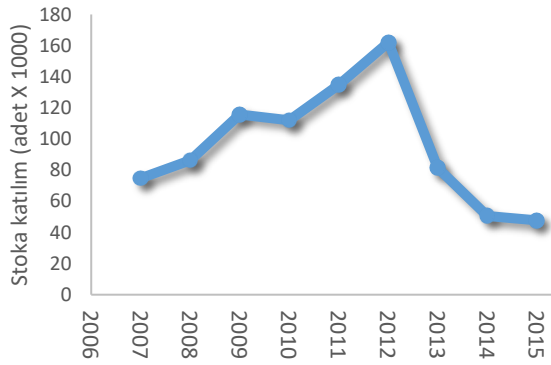
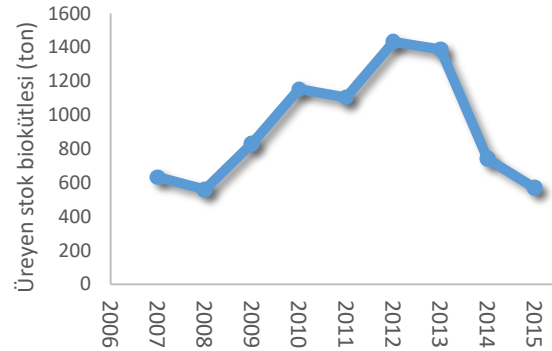
gözlenen İskenderun Körfezi’ndedir. Biyolojik çeşitlilik (H) ve türlerin temsilindeki denge açısından (J) Anamur bu etkiden en az nasibini alan bölge olarak ön plana çıkmıştır. Mersin ve Erdemli ise yüksek sayıda tür barındırmasına (N) karşın bunların sadece tek bir bireyle temsil edilen tesadüfi türlerden oluşması ve genel faunal yapının belirli türlerce domine edilmesi (H) sebebiyle bu alanların geçiş zonu olarak yorumlanması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 8. Deniz tabanı alt bölgelerine göre indekslerin sıralamaları

İndeks	Alt Bölge Sıralaması
N	Mersin > Göksu = Erdemli > Anamur > Seyhan > Yumurtalık > Dörtyol > İskenderun
H	Anamur > Erdemli > Yumurtalık > Göksu > Dörtyol > Seyhan > Mersin > İskenderun
D	Erdemli > Mersin > Anamur > Göksu > Seyhan > Yumurtalık > Dörtyol > İskenderun
J'	Anamur > Yumurtalık > Erdemli > Göksu > Dörtyol > Seyhan > Mersin > İskenderun

Diğer taraftan ticari olarak avlanan stokların değerlendirilmesi tek dönemlik bir örnekleme ile mümkün olmadığı, ancak aralıksız ve birbirini izleyen yıllarda yapılacak örnekleme ile mümkün olabileceğinden T3 için ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'nün indikatör tür olarak nitelendirilebilecek barbunya balığının geçmiş döneme ait verileri kullanılmıştır. Bu kapsamda üreyen stok biyokütlesi, stoka katılım ve balıkçılık nedeniyle ölümler dikkate alınmıştır. Sonuçlar son 3 yıllık dönemde üreyen stokta azalma ve stoka katılımında düşme olduğuna işaret

etmektedir. Bu durum stok üzerindeki baskının önemli düzeyde artmış olduğunu göstermektedir. Ancak avcı filo büyüklüğü sabit kalırken balıkçılık kaynaklı ölümlerde (F) artış olması bu durumun balıkçılığın kendisinden ziyade lessepsiyan türlerin (*Pomadasys stridens*, *Ostorhinchus fasciatus* gibi) aynı dönemde ekosistem içerisinde biyokütle ve bolluk açısından yüksek seviyelere ulaşması ve bunun sonucunda ortaya çıkan türler arası rekabetten kaynaklanıyor olabileceğini göstermektedir (Şekil 32).



Şekil 32. Doğu Akdeniz barbunya balığı stoğunun T3 kapsamında yapılan değerlendirme sonuçları

Sonuç olarak, Doğu Akdeniz'de hem balık biyoçeşitliliği (T1) hem de balık stokları (T3) üzerindeki ana baskının Lessepsiyan göçmeni türlerden kaynaklandığı, bu baskının aşırı avcılık, kirlilik ve ötrofikasyon gibi diğer olası baskıları maskeleydiği ve bunların ayrıştırılmasının ise tek bir dönemde yapılan örnekleme ile mümkün olamayacağı değerlendirilmiştir.

Diğer taraftan, Lessepsiyan göçmeni türlerin artık bölge ekosisteminin bir parçası olduğu ve bu durumun geri dönülmez bir noktaya ulaştığı düşünüldüğünde Doğu Akdeniz için İyi Çevresel Durumun, bu değişimin de dikkate alınarak tanımlanması gerekmektedir.

3.5. Kirleticiler (T8, T9)

AB mevzuatında kirleticiler “toksik”, kalıcı ve biyolojik birikim yapma özelliklerine sahip maddeler (kimyasal element ve bileşikler) ve madde grupları olarak tanımlanır (SÇD, 2000), 2.madde (29)). Bu tanım, Barcelona, OSPAR ve HELCOM sözleşmelerindeki “zararlı maddeler” tanımı ile benzerdir. İnsan aktiviteleri, kimyasal kirleticilerin karışması/bulaşması yoluyla, deniz sularının durumunu bozacak ve işleyişine ciddi zararlar verecek şekilde, deniz ortamını etkiler. Partikül maddeye

yapışmış kirleticiler, su kolonundan çökerek sedimanda depolanır. Doğal veya fiziksel olaylara bağlı olarak sedimandan suya yeniden geçiş yoluyla parçacıklarla beslenen canlılar için kirletici kaynağı olarak davranır ya da parçacıklardan ayrışma yoluyla tekrar su fazına geçer. Belirli bir seviyenin üzerindeki kirlilik, canlılarda moleküler düzeyde bozulmalara ve biyolojik çeşitliliğin kaybı gibi kesinlikle istenmeyen sonuçlara yol açar.

Değerlendirmelerde kullanılan kirletici göstergeleri:

- Su kolonu, sediman ve biyotada belirli kirleticilerin konsantrasyonları (IMAP/EO9 CI 17 & DSÇD/T8.1.1) ve seviyelerindeki zamansal değişimler
- Balık ve diğer deniz ürünlerindeki kirleticilerin seviyeleri ve yönetmeliklerdeki maksimum uyum seviyelerin aşılma durumu (IMAP/E9: CI 17,20 & DSÇD/T9.1.1, 9.1.2)

3.5.1. Sedimanda Kirleticiler (T8)

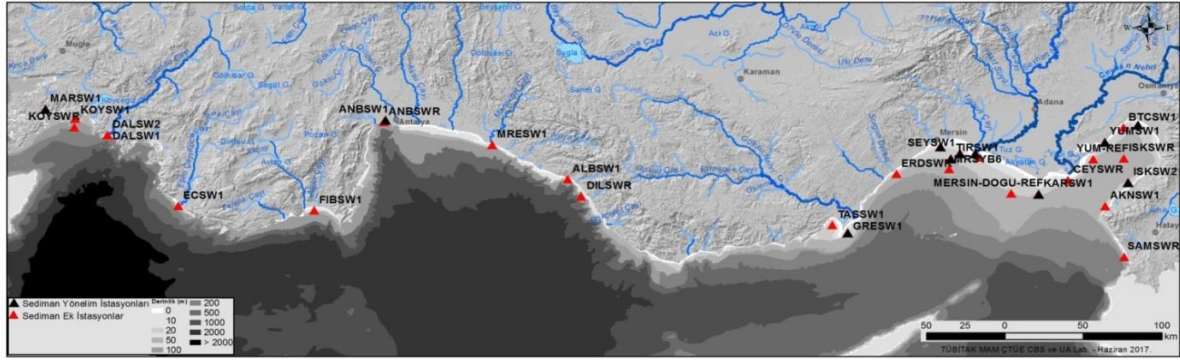
Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi (2008/56/EC) kapsamında denizlerin iyi çevresel duruma ulaşması değerlendirilirken, tanımlayıcılardan biri (T8) olan Kontaminantlar için düzeye ve eğilim kriterlerine bağlı olarak suda, sedimanda ve biyotadaki konsantrasyonlarının “kirlilik etkileri yaratmayacak düzeyde olması” istenir. Genel olarak kontaminantların etkileri ile ilgili değerlendirmeler düşük ve orta etki (ERL ve ERM) değerleri ile veya AB ÇKS değerleri ile karşılaştırılarak

değerlendirilir. Ayrıca sedimanda Alüminyuma göre normalize edilmiş metal derişimlerinin, referansa göre (şeyl ortalaması) değerlendirmeleri yapılmaktadır (zenginleşme faktörü: ZF).

Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi kapsamında 2014-2016 yılları arasında 3 yıl boyunca yaz döneminde Akdeniz'de 11 istasyonda yüzey sedimanda yönelim analiz çalışması yapılmıştır. 2016 yılında yönelim analizi yapılan istasyonlara ek olarak 22 ek istasyonda sediman kirliliğinin alansal yayılımı da çalışılmıştır. İstasyon konumlarının yer aldığı harita Şekil 33'de

yer almaktadır. Akdeniz istasyonları kirliliğin takibi açısından seçilmiş istasyonlar olup sediman matrisinde çalışılan kirlenici grupları Tablo 9’da sunulmuştur. Ayrıca, SÇD isterlerine göre referans alanların belirlenmesi

kapsamında, baskının düşük olduğu bölgelerden referans istasyonlardan da (Taşucu, Alanya, Yumurtalık, Fethiye yakınları) örneklemeler yapılmıştır.



Şekil 33. Akdeniz sediman istasyon haritası (2014-2016)

Tablo 9. Sediman matrisinde analiz edilen kirlenici grupları

Tip	Kirlenici Grup	Spesifik Kirleniciler
Sentetik olmayan kirleniciler	Metaller	Kadmiyum, civa, 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 kirleniciler	Poliklorlu Bifeniller (PCBs)	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

Organik kirleniciler

Akdeniz’de ölçümü yapılan tüm yüzey sedimanlarında Poliklorlu bifenillerin (PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB138, PCB153 ve PCB180 (ICES-7) toplamı ERL² değerinin (11,50 ng/g) altında bulunmuştur. En yüksek toplam PCB değerleri İskenderun’da bulunan İSKSWR nolu istasyonunda ölçülmüştür (2016 yılında 0,80 ng/g ka) (Şekil 34).

Akdeniz yüzey sedimanlarında DDT ve türevlerine rastlanmıştır. Akdeniz’de en

yüksek DDT ve türevlerine Antalya (ANBSW-1, ANBSWR), Ceyhan Ağızı (CEYSWR), İskenderun Körfezi (YUMREF), BOTAŞ (BTCSW1) nolu istasyonlarda gözlenmiştir. Bu istasyonlara ek olarak Marmaris (MARSW1), Mersin Körfezi (MERSWR, MERSİN DOĞU REF), Seyhan ağızı (SEYSW1, SEYSW2, SEYSW3), İskenderun Körfezi (ISKSW2, ISKSWR), Finike (FIBSW1), Samandağ (SAMSWSR), Dalaman ağızı (DALSW1, DALSW2), Manavgat ağızı (MRESW1), AKNSW1, MRSBY-6, KOYSWR nolu istasyonlardaki DDT ve türevleri toplamı ekosisteme etki açısından etki sınırının üstünde değerler elde edilmiştir (Şekil 32).

² ERL; ERM: Effects Ranges Low ; Effect Range Medium (Long & Morgan, 1990; Long et al., 1995)

Diğer organoklorlu bileşikler (HCB, a-BHC, b-BHC, d-BHC, lindane, heptachlor, aldrin, dieldrin, endrin) dedeksiyon limitinin altında veya çok düşük değerlerde ölçülmüştür.

PAH bileşenlerinin dağılımına bakıldığında Seyhan ağzı (SEYSW1), Tırtar (TIRSW1), Antalya Körfezi (ANBSW1) ve Marmaris (MARSW1) de Dibenzo(a,h)anthracene bileşeninin ekosisteme etki açısından etki sınırının üstünde olduğu tespit edilmiştir. Akdeniz’de sediman örnekleme yapılan tüm istasyonlarda elde edilen 16 PAH bileşeninin toplamı ise ekosisteme etki açısından etki sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam PAH Marmaris’te (MARSW1) 878 ng/g seviyesinde ölçülmüştür. En düşük t-PAH derişimi Alanya kıyısı (MRESW1) istasyonunda 77.0 ng/g olarak belirlenmiştir.

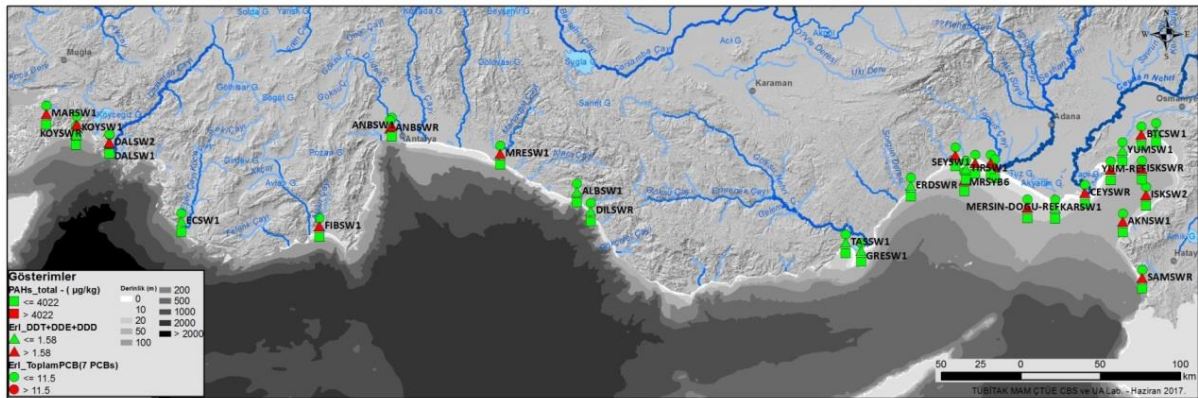
Metal kirleticiler

Akdeniz sediman örneklerinin metal içeriklerinin referansa (ZF) ve ekosisteme etki sınır değerlerine (ERL-ERM değerleri)

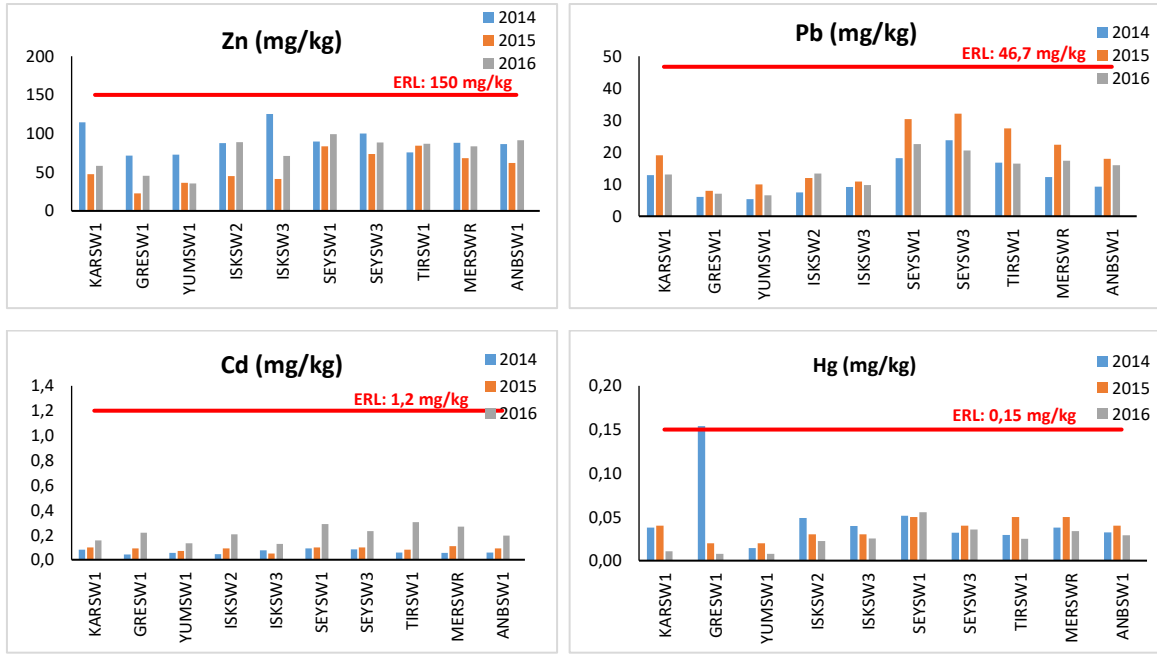
göre durumunu yansıtan dağılım haritaları Şekil 35-Şekil 37’de yer almaktadır. Akdeniz genelinde sedimanda kadmiyum, kurşun, çinko ve civa içerikleri ERL sınır değerlerinin altında kalmaktadır (Şekil 35-Şekil 37).

Krom (Cr) derişimi, Akdeniz kıyısı alanında bölgesel değişimler göstermiştir. Metal endüstrisinin yoğun olduğu İskenderun Körfezinde daha yüksektir; batı kıyılarına doğru Antalya Körfezine kadar azalım eğilimi gözlenmiştir. Ancak Marmaris bölgesinde yine doğal karasal girdilere bağlı olarak tekrar yüksek değerlere ulaşmıştır. En düşük değer, Göksu nehir sularının taşıdığı katı maddeler ile oluşan Taşucu bölgesi yüzey sedimanda ölçülmüştür.

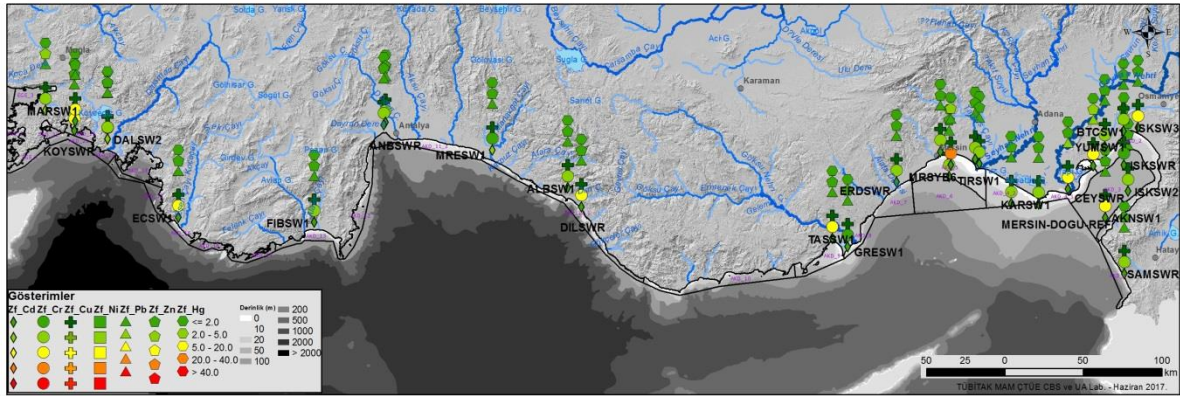
Sedimanda bakır (Cu) değerleri, Mersin Körfezi içinde özellikle Seyhan Nehri kıyısında ve batı Akdeniz’de Marmaris Körfezi bölgesinde göreceli yüksektir. Metal endüstrisinin daha yoğun olduğu İskenderun iç Körfezi ve Alanya kıyısı alan yüzey sedimanda göreceli düşük ölçülmüştür.



Şekil 34. Akdeniz sediman istasyonlarında organik kirlenme bulgularının ERL değerlendirilmesi ile kalite sınıflandırılması (2016)



Şekil 35. Akdeniz sediman yönelim istasyonlarında metallerin yıllara göre değişimi (2014-2016)



Şekil 36. Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ZF değerlendirilmesi ile kalite sınıflandırması (2016)

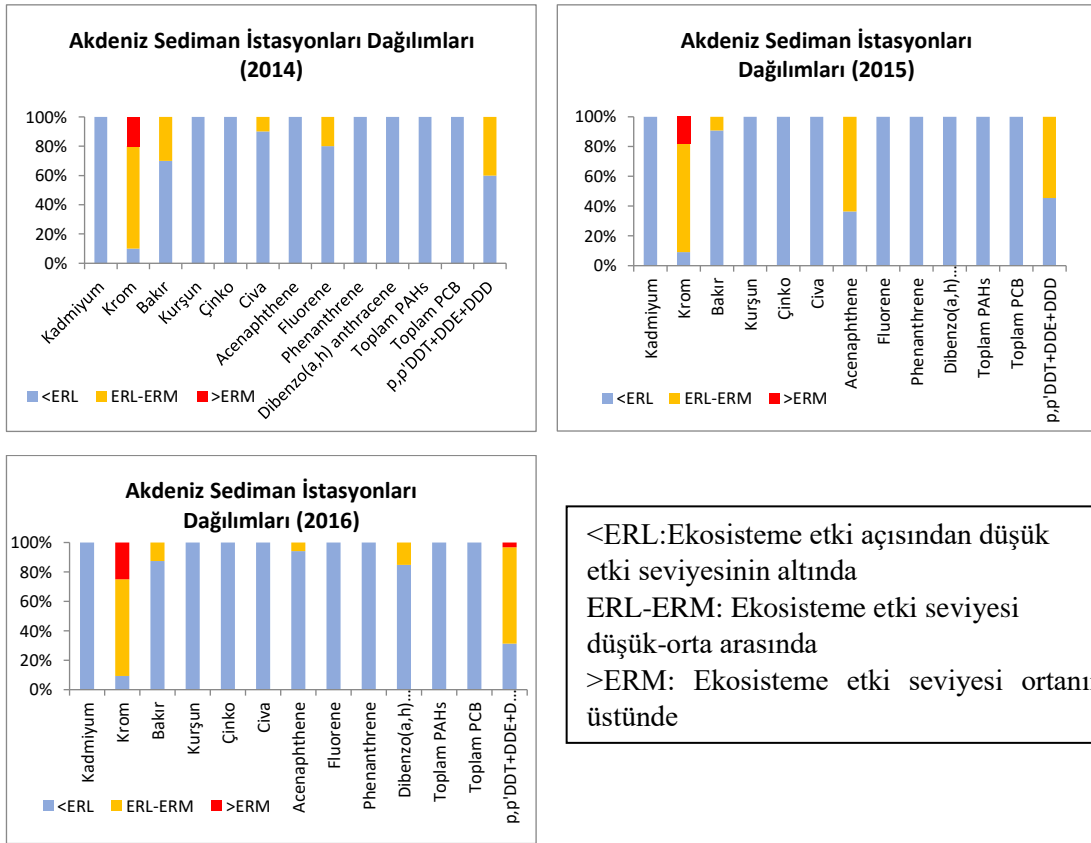


Şekil 37. Akdeniz sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL değerlendirilmesi ile kalite sınıflandırması (2016)

Genel Değerlendirme

Şekil 38’de kirletici parametrelerin, Akdeniz’deki tüm sediman istasyonlarında sınır değerlere göre (ERL-ERM) bulunma yüzdeleri gösterilmektedir. 2014-2015 yıllarında 11 istasyon, 2016 yılında ise alansal yayılımı görmek için toplam 32 istasyon bu değerlendirmeye alınmıştır. Buna göre DDT ve türevleri toplamının 2016 yılında Akdenizdeki sediman istasyonlarının %65’ inde ERL üzerinde tespit edildiği görülmektedir.

Özellikle metaller içinde, Krom’un % 90 civarında ERL üzerinde olduğu, 2016 yılında 8 istasyonda (% 25) ERM seviyesini de geçtiği gözlenmektedir. Toplam PAH açısından tüm istasyonlar ERL değerleri altında tespit edilmiştir.

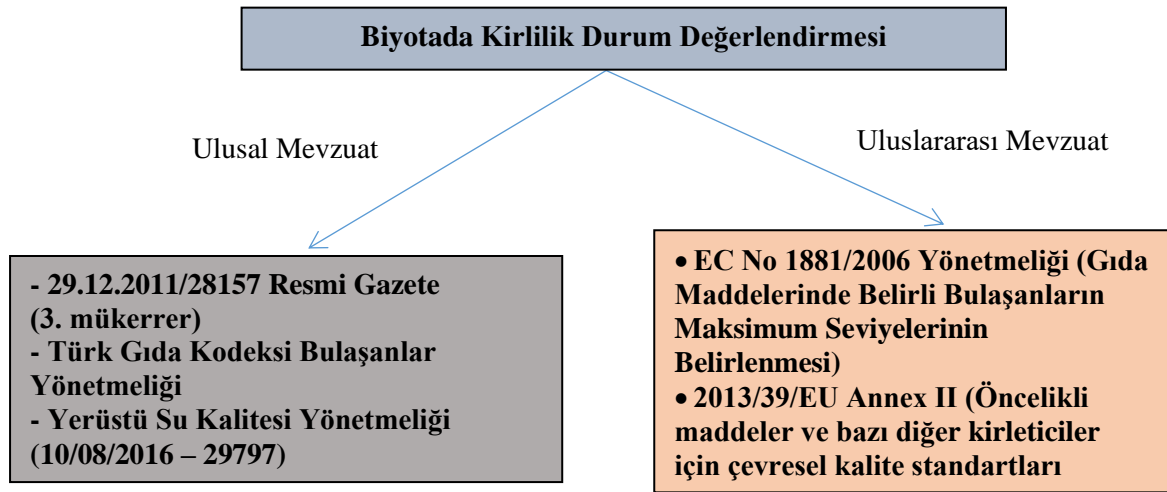


Şekil 38. Akdeniz sediman istasyonlarında kirleticilerin % dağılımları (2014-2016)

3.5.2. Biyotada Kirleticiler (T9, T8)

DSÇD İÇD tanımlayıcılarından olan T9 'a göre, insani tüketim amaçlı deniz ürünlerindeki kirlenici miktarı, ulusal mevzuatta verilen ve uluslararası standartlarda belirlenen sınırların üzerinde olamaz. DSÇD T8 tanımlayıcısında ise biyotadaki kirlenici konsantrasyonlarının “kirlilik etkileri yaratmayacak düzeyde olması” istenir. Bu nedenle biyotada

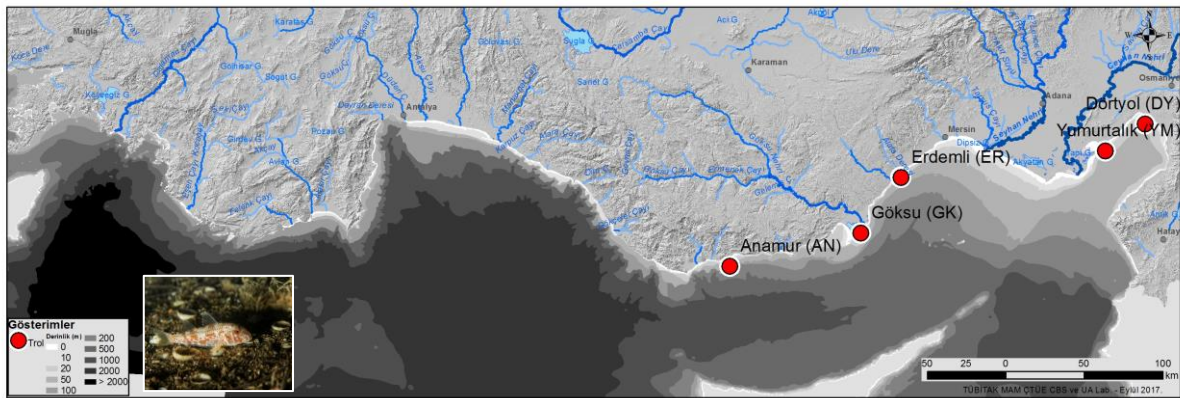
kirlilik durum değerlendirmesi her iki tanımlatıcı için yapılmıştır (Şekil 39). Kirleniticilerin balık ve diğer deniz ürünlerinde, kabul edilen seviyenin üzerindeki varlığı hem halk sağlığını hem de deniz ürünleri üzerinden beslenen diğer canlıları olumsuz yönde etkiler.



Şekil 39. Biyotada kirlenici durum değerlendirmesine dair mevzuat

2014-2016 yıllarında Doğu Akdeniz’de 5 alanda Seyhan, Karataş, Tırtar, Göksu ve Anamur’da dip dip trolü ile barbun balığı (*Mullus barbatus*) örnekleme yapılmıştır (Şekil 40). Trol çekimi ile örneklenen

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



Şekil 40. Akdeniz biyota örnekleme istasyonları

Tablo 10. 2014-2016 yılları arasında Akdeniz *Mullus barbatus* örneklerindeki konsantrasyonların metal sınır değerleriyle karşılaştırılması (mg/kg yaş ağırlık)

<i>M. barbatus</i> (yaş ağırlık mg/kg)		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
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
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
Erdemli	2016	0,20	3,64	0,03	0,001	0,04
Yumurtalık	2016	0,27	4,47	0,04	0,001	0,02
Türk Gıda Kodeksi ve AB 1881/2006					0,050	1
AB ÖK direktifi (2013/39/EU-Ek1)						0,02

Biyotada metal kirliliği

2014-2016 yılları arasında örnekleme yapılan tüm alanlarda genel olarak kadmiyum içeriğinin sınır değerinin (TGK) altında olduğu görülmüştür. 2016 yılında Anamur bölgesi balık örneklerinde Cd ve Hg göreceli yüksektir. Balık etinde diğer metal konsantrasyonlarında belirgin bölgesel farklar görülmemiştir (Tablo 10).

Tüm bölgelerdeki balıklarda Civa değerleri TGK sınır değerlerinin altında olmasına rağmen, AB Öncelikli Kirleticiler Direktifi Ek1 (2013/39/EU) de ekosistem sağlığı için verilen sınır değer olan 0,02 mg/kg (yaş ağırlık (ya)) değerinin üstünde olduğu görülmektedir (Tablo 10).

Biyotada organik kirleticiler

Benzo(a)pyrene ve fluoranthene gibi PAH bileşikleri AB direktifinde (2013/39 / AB) öncelikli madde olarak ilan edilir. Ayrıca Türk Gıda Kodeksinde (TGK) maksimum limit olarak belirtilen benzo(a)pyrene, kanserojenik PAH oluşumunda ve etkisinde bir marker olarak kullanılır. Tüm *M. barbatus* örneklerinde benzo(a)pyrene (5 µg/kg ya) ve fluoranthene içeriği (30 µg/kg ya), 2013/39 / AB sayılı direktifte verilen EQSbiota değerlerinin ve TGK sınır değerinin (benzo(a)pyrene; (balık eti için 2 µg/kg ya) 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.

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. Tüm istasyonlardan toplanan, balık etinde yapılan ölçümlerde DDT ve türevlerine rastlanmıştır. 2016 yılında en yüksek DDT ve türevleri Yumurtalık bölgesinden toplanan biyotada olduğu tespit edilmiştir. Akdeniz biyotasının genelinde DDT ve türevleri arasından en yüksek konsantrasyon olarak

4,4-DDE olduğu belirlenmiştir. 2014 yılında 6,33-123,88 ng/g ka, 2015 yılında 6,35-166,46 ng/g ka, 2016 yılında ise 11,61-198,60 ng/g ka arasında p,p DDT, p,p DDE ve p,p DDD toplamına rastlanmıştır.

Hexachlorbenzen konsantrasyonları, AB direktifi Öncelikli Kirleticiler (2013/39/EU-Ek1) de verilen 10 ng/g ya değerinden düşük bulunmuştur.

Diğer organoklorlu pestisitler (a-BHC, b-BHC, d-BHC, heptaklor, lindane ve aldrin) ise, genel olarak ölçüm sınırının altında tespit edilmiştir.

3.6. Deniz Çöpleri (T10)

Deniz ortamında biriken farklı boyut (makro, mikro) ve sınıflardaki (plastik, cam, vb.) çöplerin deniz doğal yaşamını olumsuz yönde etkilediği bilinmekte ve sahillere başlayarak ciddi bir sorun haline geldiği kabul edilmektedir. Çöplerin özellikle mikro partikül olarak varlıkları ve bunların etkileri ise yeni yeni anlaşılmaya başlamış olup bu konudaki çalışmalar küresel ölçekte oldukça sınırlıdır. AB

DSÇD ve UNEP/MAP IMAP kapsamında da ele alınmaktadır.

Deniz çöpleri, DBKİ Projesi ile pilot ölçeklerde çalışılmıştır. Mikro plastikler 2014-2016 dönemlerinde farklı matrislerde (deniz suyu, sediman, atık sular ve balık midesi) çalışılmıştır. Makro çöpler 2016 yılında deniz tabanında çalışılmıştır.

Değerlendirmelerde kullanılan deniz çöpleri göstergeleri:

- Su kolonundaki (yüzeyde sürüklenenler de dahil) ve deniz tabanında biriken çöplerin miktar yönelimleri, içerik analizleri, bölgesel dağılımı (IMAP/EO10, CI 23 & DSÇD/T10.1.2)
- Mikropartiküllerin (özellikle mikroplastiklerin) miktar, dağılım ve mümkünse içerik yönelimleri (IMAP/EO10, CI 23 & DSÇD/T10.1.3)
- Deniz hayvanları tarafından sindirilen çöplerin miktar ve içerik trendleri (örn., mide analizleri) (IMAP/EO10, CI 24 & DSÇD/T10.2.1)

3.6.1. Mikroplastik

Su yüzeyi, su kolonu, sediman ve balık midesinde mikroplastik

Akdeniz’de deniz yüzeyi (SW), su kolonu (WC) ve sediman (SE) örneklemeleri 2014, 2015 ve 2016 yıllarında yaz aylarında 3 istasyondan yapılmıştır. İlk iki yıl tekrarsız çalışılmış olup, 2016 yılında örnekler 3 tekrar olarak alınmıştır. 2016 yazında trol kullanılarak balık örneklemeleri de gerçekleştirilmiştir. Mikroplastik çalışması için belirlenen iki türün (demersal bir tür olan barbun Mullus

barbatus ve pelajik bir tür olan istavrit Trachurus mediterraneus) yeterli sayıda elde edildiği ve diğer mikroplastik örneklemelerine en yakın olan 3 istasyon seçilmiştir. Böylece örnekleme istasyonlarının ikisinin (MERSWR ve SEYSW3) kirletici etkilerin yoğun olduğu bölgeleri, üçüncüsünün (TASSW1) ise göreceli olarak daha temiz bir bölgeyi temsil ettiği söylenebilir.

Mersin Körfezi’nde (Doğu Akdeniz) Deniz Yüzeyi (SW), Su Kolonu (WC) ve Sedimanda (SE) Mikroplastik Analizleri Sonuçlarının Değerlendirmesi

Elde edilen önemli bir sonuçlardan biri tekrarlı örneklerle çalışılması gereğidir. Tablo 11’de görüldüğü gibi 2016 yazında tekrarlar arasında bilhassa deniz yüzeyi ve su kolonu örneklemelerinde istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur. Burada

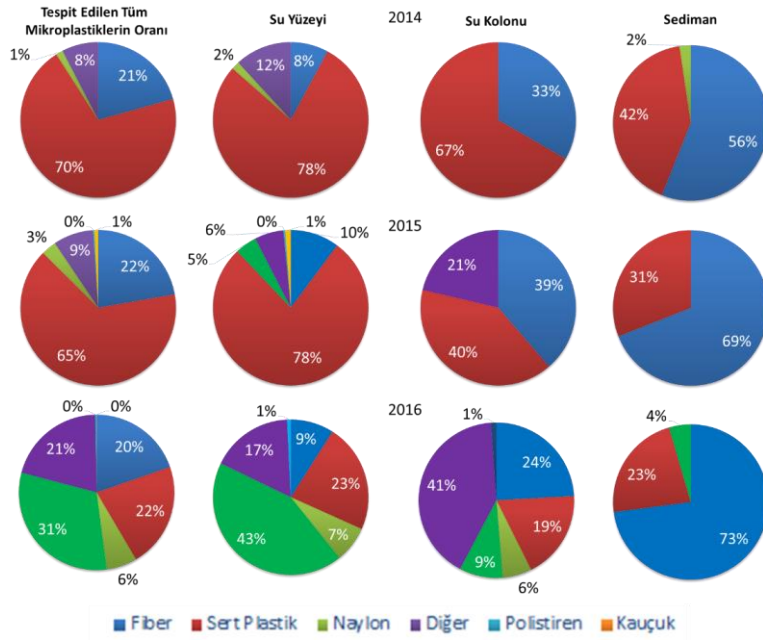
görülen bir başka önemli sonuç, bu farklılıkların en az sedimanda görüldüğü, dolayısıyla izleme çalışmalarında sedimanda mikroplastik seviyelerinin çok daha uygun bir gösterge olduğudur.

Tablo 11. 2016 yılında Mersin Körfezi’ndeki her bir mikroplastik istasyonunda üçlü örnekler arasındaki farklılıkların Friedman Test istatistik yöntemi ile değerlendirilmesi (*p 0.05 seviyesinde önemli)

İstasyon	Sediman	Deniz Yüzeyi	Su Kolonu
MERSWR	.554	.000*	.256
TASSW1	.355	.004*	.177
SEYSW3	.761	.740	.000*

Deniz yüzeyi ve su kolonu örnekleri ile karşılaştırıldığında, mikroplastik tiplerinin oranı da sedimanda farklıdır (Şekil 41). Fiber parçacıklar yıllara göre toplamın %8-10’u ile en az deniz yüzeyinde rastlanmış, su kolonunda %33-39 oranlarında gözlenmişken, sedimanda %56 ve 73 arasında bulunmuştur. Bu da fiberlerin sedimanda bozulmadan kalabildiğine işaret etmektedir.

Ayrıca tesbit edilen mikroplastik tiplerinde değişiklikler olduğu da 3 yıllık çalışma sonucu gözlenmiştir (Şekil 41). Yıllara göre oranlar dikkatle incelendiğinde 2016 yılının önceki iki yıldan farklı olduğu da görülmektedir. İlk yıllarda az görülen metal parçacıklar, 2016 yılında bilhassa deniz yüzeyindeki yüksek sayılarından dolayı, dominant mikroçöp haline gelmişlerdir.



Şekil 41. Mersin Körfezinde deniz yüzeyi (SW), su kolonu (WC) ve sedimanda (SE) mikroplastik tiplerinde yıllara göre değişimler (Toplam parçacık sayıları: 2014 SW 838, WC 249, S 214; 2015 SW 265, WC 75, S 42 ve 2016 SW 262, WC 88, S44)

Her bir istasyon için yıllara göre mikroplastik (veya mikroçöp) parçacık sayıları Şekil 42’te verilmektedir.

Burada her üç ortamda da 2014 yılının en kirli olduğu gözükse de bu kısmen çalışmanın ilk başladığı zamanlardaki laboratuvar şartlarının uygun olmaması ve dolayısıyla kontaminasyonun yüksek olması ile ilgili olabilir. Bu da bulunan önemli sonuçlardan biri olup, kontaminasyonun en aza indirgenmesi ve (sonraki yıllarda yaptığımız gibi) kontaminasyon miktarlarının ayrıca belirlenip, bunun sonuçlardan çıkarılması gerekir.

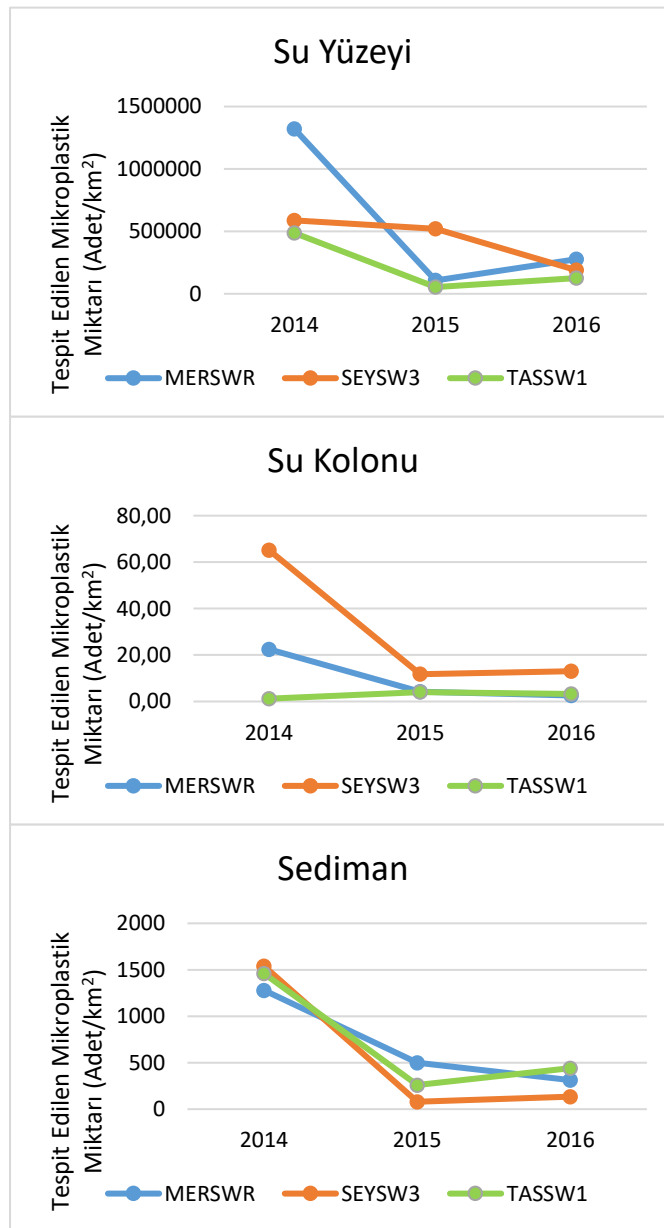
Deniz yüzeyi ve su kolonu açısından beklendiği gibi Seyhan önündeki (SEYSW3) ve Mersin şehri önündeki (MERSWR) istasyonlar daha kirliken, sedimanda en yüksek değerler genelde Taşucu önündeki istasyonda görüldü (Şekil 42). Bu akıntıların ilk iki istasyonda daha hareketli iken, Taşucu önlerinde daha

durağan olması ve dolayısıyla çökelmenin burada yoğunlaşması ile açıklanabilir. Mersin ve Seyhan açıkları ayrıca yoğun bir atıksu girdisine de sahip olup yüzeydeki veya su kolonundaki mikroplastiklerin bu kaynaklardan gelmesi muhtemeldir. Bu nedenle atıksu tesislerinden ve hatta nehirlerden gelen mikroplastik kirliliğinin de izlenmeye dahil edilmesi önemlidir.

Mersin Körfezindeki üç istasyondan 2015 ve 2016 yılları için elde edilen mikroplastik sayıları, UNEP/MAP tarafından Deniz Yüzeyi için önerilen “baseline ortalama değerler” (200 000 – 500 000 parçacık) civarındadır (Tablo 12). UNEP/MAP yıllara göre bir azalma olup olmadığını anlamak için yıllar arasında istatistiki bir azalmanın olup olmadığını analiz edilmesini istemektedir. Maalesef Mersin Körfezindeki 2 yıllık sağlıklı verilerden bu analiz yapılamamakta, en az 5 yıllık bir izleme sonucunda böyle bir analizin yapılabileceği düşünülmektedir.

Tablo 12. Mersin Körfezi'nde 2015 ve 2016 yıllarındaki 3 istasyona ait mikroplastik parçacık sayıları

İstasyon	Deniz Yüzeği				Su Kolonu		Sediman	
	Adet/km ²		Adet/m ³		Adet/m ³		Adet/L	
	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015
MERSWR	278047	107231	2,39	0,54	2,58	4,15	313	500
TASSW1	124658	53689	0,01	0,27	3,23	4,03	440	80
SEYSW3	188914	520213	0,01	2,60	13,08	11,75	133	260
Toplam	591619	681133	2,41	3,41	18,89	19,93	886	840



Şekil 42. Mersin Körfezinde her bir istasyonda deniz yüzeyi, su kolonu ve sedimanda mikroplastik kirliliğinin yıllara göre değişimi

Balık Sindirim Sistemindeki Mikroplastik Analizleri

İzleme çalışması kapsamında balık analizleri tüm denizlerden toplanan birçok tür balığın ODTÜ-DBE tarafından analiz edilmesiyle 2016 yılında başlamıştır. Yukarıda verilen istasyonlara yakın bölgelerden elde edilen biri demersal (barbun *Mullus barbatus*) ve diğeri pelajik (istavrit *Trachurus mediterraneus*) balık türlerinin mide ve bağırsaklarındaki mikroplastikler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Değerlendirilen 175 balıktan 92'sinin sindirim kanalları içerisinde (yani mide ya da bağırsakta) toplamda 169 adet mikroplastik parçacık tespit edilmiştir (Şekil 43). Diğer bir deyişle, balık fertlerinin %53'ünün sindirim kanallarında plastik bulunmuştur. Bu oran 2015 yılında Doğu Akdeniz'de 1337 balık bireyinin analiz edildiği çalışmadaki %58lik orana yakındır (Güven ve diğ. 2017).

Sindirim kanallarında mikroplastik bulunan balıkların yüzdesi, değişik istasyonlarda *M. barbatus* fertleri için %

30 – 69 ve *T. mediterraneus* fertleri için ise % 46 – 60 arasındadır.

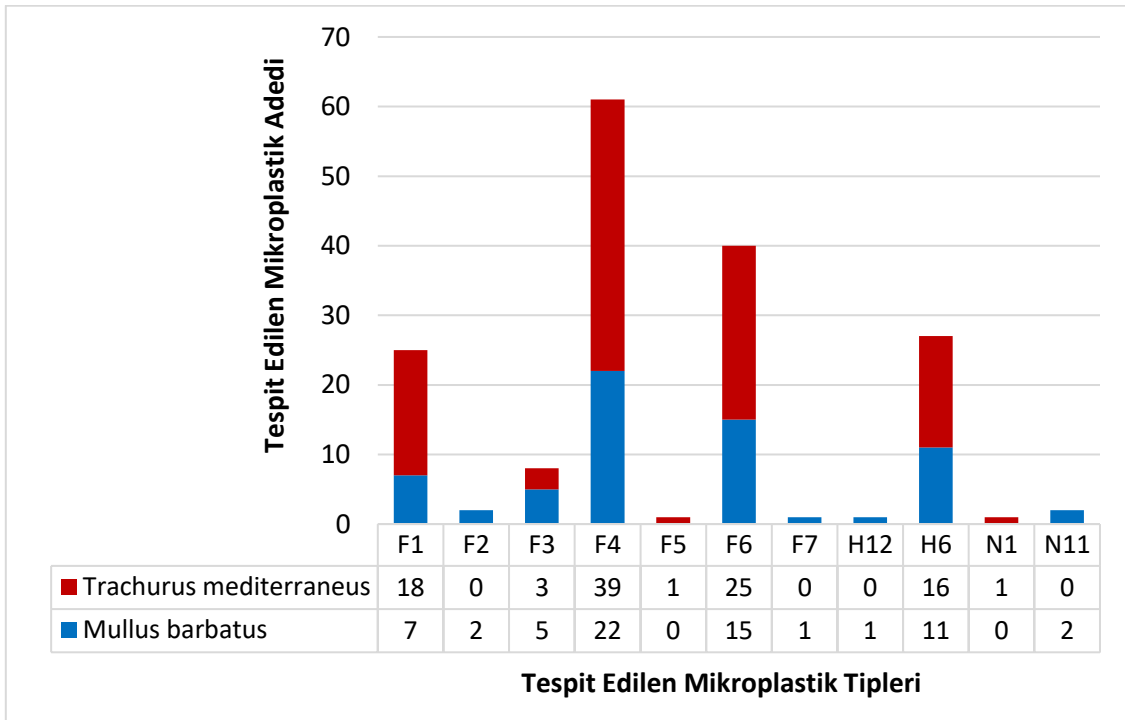
M. barbatus bireyleri yoğun olarak en SEYSW1 bölgesinde mikroplastik almışken, *T. mediterraneus* bireyleri için GRESW1 en yüksek mikroplastik parçacıkların rastlandığı istasyon olarak öne çıkmaktadır.

Her iki tür ve 3 örnekleme istasyonu için sindirim kanalları içerisinde tespit edilen mikroplastik parçacıkları çoğunun bireylerin midesinde bulunduğu görülmektedir.

Çalışma kapsamında balıkların sindirim kanallarında 7'si fiber, 2'si sert plastik ve 2'si naylon olmak üzere 11 farklı plastik tipi tespit edilmiştir.

Güven ve diğ. (2017)'nin 1337 balıkla yaptıkları çalışmada buna benzer şekilde, en sık tespit edilen mikroplastik tipi %36,1 ile mavi renkli fiber olarak gözlenmiştir.

Bu iki balık türü tüm denizlerimizde yaygın bulunduğundan izleme çalışmaları için uygun mütalaa edilmektedir.



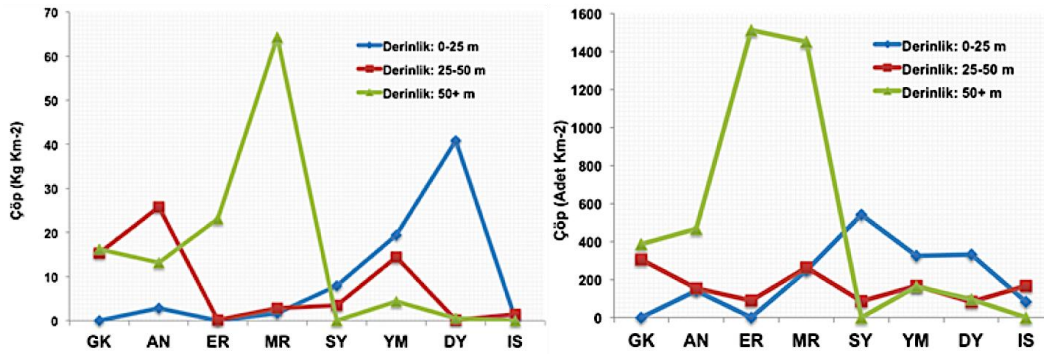
Şekil 43. Mersin Körfezindeki istasyonlardan örneklenen iki balık türünün sindirim kanallarında tespit edilen mikroplastiklerin tipleri (F:Fiber, H: Sert plastik, N:naylon) ve sayıları

3.6.2. Deniz Tabanı Katı Atık Dağılımı (Doğu Akdeniz)

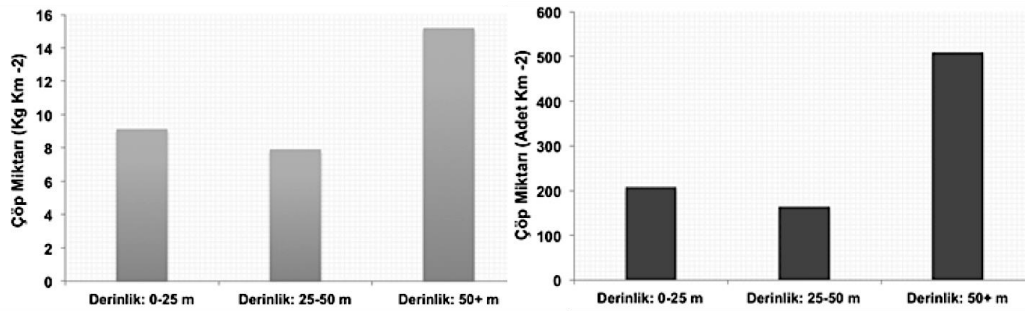
Trol örnekleri içerisinde rastlanan katı atıklar sınıflandırılarak, ayrılan örnekler ıslak olduğundan ağırlıklarda gözlenebilecek varyasyonu minimuma indirmek için 1 cm² göz açıklığında kasalar içerisinde minimum 1 saat kurumaya bırakılmıştır. Bu süreç sonunda katı atık örnekleri sayılmış ve toplam ağırlıkları alınmıştır. Elde edilen veriler taranan alan yöntemine göre km²'deki miktarlar (adet ve kilogram) olarak sunulmuştur. Alt bölge ve derinlik tabakaları boyunca elde edilen katı biyokütle (ağırlık) ve bolluk (adet) miktarlarına bakıldığında en yüksek miktarın Erdemli-Mersin'de (Şekil 44) ve en derin örnekleme tabakasında (50-100 metre) olduğu dikkat çekmektedir (Şekil 45). Ancak aynı noktada birbirini izleyen

dönemlerde yapılan örneklemelemlerde denizdeki katı atık miktarlarının kümülatif artmadığı görülmektedir. Bu durum söz konusu malzemenin akıntı vb. su hareketleri ile taşınımına işaret etmektedir. Yanıltıcı sonuçlar doğurabilecek bu durumun önlenmesi için alansal çözünürlüğü daha yüksek çalışmalarla su altı kanyonları, kıta yamacı gibi muhtemel depolanma alanlarının belirlenmesi önerilir.

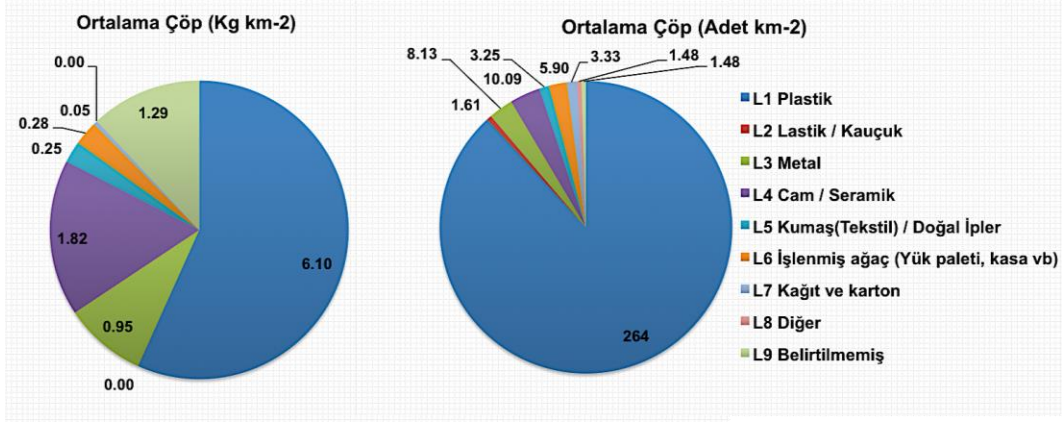
Katı atık türlerine göre tüm istasyonlar değerlendirildiğinde çalışmada en fazla rastlanan materyal tipi plastik olmuştur (Şekil 46). Bunu metal ve sınıflandırmada belirtilmemiş olarak nitelenen ahşap malzeme grubu takip etmiştir.



Şekil 44. Deniz tabanı katı atık miktarlarının alt bölge ve derinlik tabakalarına göre dağılımı



Şekil 45. Deniz tabanı katı atık miktarlarının derinlik tabakalarına göre toplam dağılımı



Şekil 46. Deniz tabanı katı atıklarının materyal tipi sınıflandırmasına göre dağılımları

Katı atıkların ve özellikle yüzey alanı geniş plastik malzemenin deniz ekosistemine verdiği önemli zararlardan biri de deniz tabanını kaplayıp bentos ile oksijen alışverişini engellemesidir. Bu sebeple katı atık değerlendirmelerinde miktar (ağırlık

ve sayı) yanında yüzey alanının da önemli bir gösterge olduğu düşünülmektedir. Bu yaklaşımla örneğin Doğu Akdeniz’de plastik kaynaklı katı atıklardan deniz tabanında ne kadarlık bir alanın etkilenebileceği tahmin edilebilecektir.

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 yönetimsel hedeflerin oluşturulması ve önlem planlamaları için gereklidir. Bu değerlendirmelerin sübjektif tahminler yerine bilimsel veriler ile yapılabilmesi için geliştirilen yöntemlerden olan LUSI/LUSIVAL baskı ölçütü ile etki (biyolojik tepki) ölçütlerinin karşılaştırılması (Flo ve ark., 2011; Romero ve ark., 2013) kıyı su yönetim birimlerimiz (SYB) için de kullanılmış olup (Ediger ve ark., 2015; Tan ve ark., 2017) DBKİ Projesi değerlendirmelerine de katılmıştır. DeKoS Projesinde, LUSIVAL indeksi (klorofil-a etki ölçütü ile ilişkili olarak) sonuçlarının denizlerimizimizin kıyı su kütleleri için daha uygun olduğu tespit edilmiştir (TÜBİTAK-MAM ve ÇŞB-ÇYGM, 2014).

Ayrıca, DBKİ İşi kapsamında, Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği temel alınarak 2009 yılında Bakanlığımızca yayımlanan, 2016 yılında ise Orman ve Su İşleri Bakanlığınca revize edilen Hassas ve Az Hassas alanların güncellenmesi çalışması gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışma 2014-2016 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.

DBKİ kapsamında değerlendirilen HA/AHA sonuçlarıyla LUSIVAL indeksi ile gerçekleştirilen baskı-etki çalışması çıktıları paralellik göstermektedir (Şekil 47 ve Şekil 48). Ancak, 3, 4 ve 8 nolu SYB’lerin değerlendirmesinde farklılık gözlemlenmiştir. Bunun nedeni, LUSIVAL indeksi su değişim kapasitesinin belirlenmesinde sadece kıyının morfoloji dikkate alınmaktadır. KAAY

değerlendirmesinde ise kıyı morfolojisinin yanı sıra akıntı ve tabakalaşma durumu da göz önünde bulundurulmaktadır. Ayrıca, KAA Y değerlendirmesinde fiziksel parametreler, su kalitesi ve biyolojik kalite elemanları değerlendirilip uzman görüşüne göre nihai karar verilmektedir. Akdeniz genel baskıları aşağıda özetlenmiştir.

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

Akdeniz genelinde yoğun turizm baskısı mevcuttur.

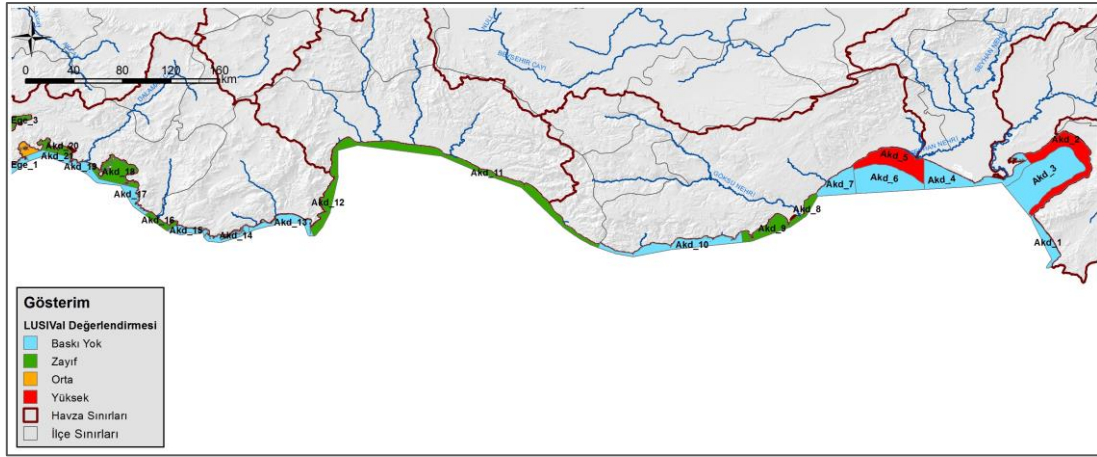
İskenderun Körfezi (İSDEMİR, Toros Gübre ve Gübretaş Gübre fabrikaları) ve

Mersin Körfez yoğun sanayi baskısı altındadır. Ayrıca, büyük kapasiteli limanlar İskenderun ve Mersin Körfezlerinde bulunmaktadır (TÜBİTAK MAM, 2010).

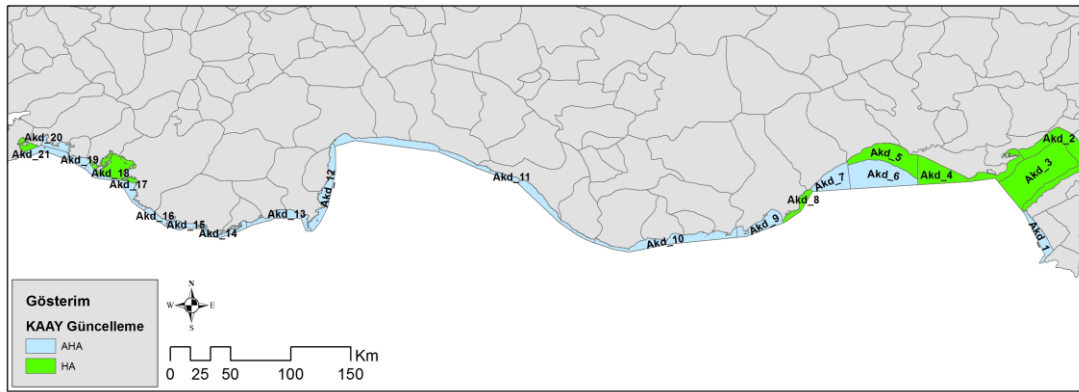
Kıyusal alana dökülen katı atıkların oluşturdukları sızıntı suları ciddi baskı oluşturmaktadır ve kıyılarıdaki organik yükünü arttırmaktadır.

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

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



Şekil 47. Akdeniz LUSIVaI Haritası



Şekil 48. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'ne göre Akdeniz Kıyı Su Kütlelerinin Hassas/Az Hassas durumlarının 2014-2016 yılı verisine göre değerlendirilmesi

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

Ekolojik kalite durumunun (EKD) belirleme çalışmasında, öncelikle kıyı suları için SÇD’de belirtildiği gibi 3 Biyolojik Kalite Elemanı (BKE) olan fitoplankton, makro alg ve bentik omurgasızlara yönelik arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve her kıyı SYB temsil edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, fitoplankton göstergesi olarak “klorofil a” dikkate alınmıştır. Destekleyici parametreler olarak TP, NO₃+NO₂-N (Nox) ve Seki Disk Derinliği değerlendirilmiştir.

Akdeniz kıyı su kütlelerinin ekolojik durumu 2014-2016 yılları için belirlenmiş olup 2016 yılına ait değerlendirme harita olarak Şekil 49’da verilmiştir. Buna göre, Ceyhan, Seyhan ve Mersin Körfezi baskılarının etkisinde kalan kıyı su yönetim birimlerinde durum “orta/zayıf”, diğer birimlerde ise “iyi/çok iyi” olarak tespit edilmiş olup “kötü” kalitede su kütlesi bulunmamıştır.

Tüm senelerin (2014 – 2016) genel olarak bakıldığında Akdeniz’in doğusunda bulunan SYB’lerin değerlendirmeleri batıya göre daha düşük seviyede, “orta” ve “zayıf” olarak tanımlanmıştır. Akdeniz’de bazı SYB birimleri belirgin karasal baskı altındadır ve kıyısularda kirlilik etkisi belirgin hale gelmiştir. Nehir girdilerinde beslediği bu SYB birimleri hassas ve ötrofikasyona meyilli alanlar olarak öne çıkmıştır. Özellikle İskenderun ve Mersin körfezleri içerisinde yer alan SYB alanlarından Akd-1, Akd-2, Akd-3, Akd-4, Akd-5, Akd-7, Akd-8, Akd-9 ve Akd-11 karasal baskılara karşı hassas/riskli bölgeler olarak görülmektedir. Yaz ve kış mevsiminde bu bölgeyi oluşturan istasyonlardan toplanan kimyasal verilerin, bölge suları için belirlenen eşik değerlerin üzerinde görülmesi ve bu bölgelerdeki bentik ölçümlerinden hesaplanan bentik indekslerine yansıyan orta ve zayıf durumun varlığı ile “kısmen” uyumludur.



Şekil 49. Akdeniz kıyı su kütleleri ekolojik durum değerlendirilmesi (2016)

Baskıların çeşitli ve yoğun olduğu SYB’ler için yapılması gerekenlerin başında; bu bölgelerde istasyon sayılarının artırılarak karasal baskılardan dağılımlarının daha iyi izlenebilmesi önerilmektedir. Özellikle nehir girdilerini ve atıksu deşarjlarını

barındıran SYB’lerde, daha fazla istasyon ile izlenme yapılarak etki alanı sınırlarının belirlenmesi ve SYB su kalitesi sınıflamasının en az 3 noktadaki ölçümlerle yapılması önerilir.

3.7.3. Kimyasal Kirlenme Durumunun Değerlendirilmesi

2014-2016 yılları arasında ‘‘Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşi’’ kapsamında Akdeniz istasyonlarından alınan yüzey sediman örneklerinin kontaminant (sentetik –pestisitler, PCB’ler ve sentetik olmayan kirleticiler-metaller, PAH’lar) içerikleri, kimyasal durum belirleme amaçlı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, sedimanda kimyasal durum değerlendirmesi için ERL değerleri kullanılmıştır. Metaller (Pb, Cd, Hg ve Zn), PAH bileşenleri, PCB’ler ve Pestisitler için yapılan ilk değerlendirme sonrasında tüm sonuçlar tedbirlilik ilkesi (one out all out prensibi) göre eleme yapılarak Kimyasal Durum iki kategoride (iyi/kötü) değerlendirilmiştir. SÇD-tedbirlilik ilkesine (one out all out prensibi) göre değerlendirme sonucunda Akdeniz su yönetim birimlerinin 2014-2016 yılı genel durumu Tablo 13’de verilmiştir.

Altı SYB’de sediman istasyonu olmadığı için değerlendirilememiştir. Bu kapsamda, dört SYB’nin kimyasal durumunun iyi

olduğu, on iki SYB’nin kimyasal durumunun ise kötü olduğu tespit edilmiştir.

Akdeniz’in metal kirlilik durumu 2014 – 2016 yıllarında değişiklik göstermediği ve tüm SYB’lerde iyi durumda olduğu belirlenmiştir. Ancak, SYB’ler organik kirleticiler açısından değerlendirildiğinde özellikle pestisit kullanıma bağlı olarak çoğu SYB’lerin DDT ve türevlerinin ERL değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, SYB’lerin kimyasal durumu genel olarak kötü sınıfta değerlendirilmiştir.

Akdeniz kıyı su kütlelerinin sediman organik kimyasal durumu bozan en büyük etken tarımda kullanılan zirai ilaçların kontrolsüz ve fazla kullanılması sonucu su kaynaklarının kirlenmesi olduğu söylenebilir. Bu kapsamda, iyi tarım uygulamaları, halkın eğitilmesi ve ilaçların kontrol dahilinde tüketicilere verilmesi alınacak önlemler arasındadır.

Tablo 13. Sedimanda kimyasal durum değerlendirmesi

İstasyon	SYB No	2014		2015		2016	
		2014 Yılı Metal Ortak Değerlendirmesi	2014 Yılı Organik Kirliliğin Ortak Değerlendirmesi	2015 Yılı Metal Ortak Değerlendirmesi	2015 Yılı Organik Kirliliğin Ortak Değerlendirmesi	2016 Yılı Metal Ortak Değerlendirmesi	2016 Yılı Organik Kirliliğin Ortak Değerlendirmesi
GRESW1*	Açık Deniz						
KARSW1*	Açık Deniz						
ANASWR	Açık Deniz						
MERSİN DOĞU REF	Açık Deniz						
SAMSWR	Akd_1						
YUMSW1*	Akd_2						
ISKSW2*	Akd_2						
ISKSW3*	Akd_2						
AKNSW1	Akd_2						
YUMREF	Akd_2						
BTCSW1	Akd_2						
ISKSWR	Akd_3						
CEYSWR	Akd_4						
TIRSW1*	Akd_5						
MERSWR*	Akd_5						
SEYSW3*	Akd_5						
SEYSW1*	Akd_5						
SEYSW2	Akd_5						
MRSYB6	Akd_6						
ERDSWR	Akd_7						
TASSW1	Akd_9						
ANBSW1*	Akd_11						
DILSWR	Akd_11						
MRESW1	Akd_11						
ALBSW1	Akd_11						
FIBSW1	Akd_13						
ECSW1	Akd_16						
DALSW2	Akd_19						
DALSW1	Akd_19						
KOYSW1	Akd_20						
KOYSWR	Akd_21						
MARSW1	Akd_22						

*Trend istasyonlarıdır ve 2014-2016 yıllarındaki kirleticiler değerlendirmelerinde kullanılan istasyonlardır. Diğer İstasyonlar sadece 2016 yılı çalışmasında örnekleme yapılmış olup, 2016 yılı kirleticiler değerlendirmesine dahil edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Conley, D. J., Carstensen, J., Aertebjerg, 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).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Deniz İzlemelerinde Standardizasyonun Sağlanması Projesi (2015-2016), 2017, Ankara.
- ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2017). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi 2014-2016: 2016 Yılı Akdeniz Sonuç Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.
- ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2016). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi 2014-2016: 2015 Yılı Akdeniz Sonuç Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.
- ÇŞB, TÜBİTAK-MAM (2015). “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi 2014-2016: 2014 Yılı Akdeniz Sonuç Raporu”, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.
- 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.
- Ediger D., Beken Ç. P., Feyzioğlu M., 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*, 15, 1-2.
- Giakoumi, S., Sini, M., Gerovasileiou, V., Mazor, T., Beher, J., Possingham, H. P., ... & Karamanlidis, A. A., 2013. Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: dealing with large-scale heterogeneity. *PloS one*, 8(10), e76449.
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B., Kıdeys, A.E., 2017. Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution* 223:286-294.
- Flo E., Camp J., Garcés E. (2011). Assessment Pressure methodology, Land Uses Simplified Index (LUSI), BQE Phytoplankton, Working Document, Spain – Catalonia.
- HELCOM, 2014. Eutrophication status of the Baltic Sea 2007–2011 – A concise thematic assessment. *Baltic Sea Environment Proceedings No. 143*.
- Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and Related Assessment Criteria UNEP/MAP Athens, Greece (2016).
- Long, E. R., Macdonald, D. D., Smith, S. L., Calder, F. D., 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental management*, 19(1), 81-97.
- Long, E. R., 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*.
- Nixon, S.W., 1995. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, 41(1), 199-219.
- Orfanidis, S., Panayotidis, P., & Ugland, K., 2011. Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI- c) application: a step forward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean marine science*, 12(1), 199-232.

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.

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., Aydoğan, Ö., Çınar, E., Öztürk, M. (2011) Alien marine macrophytes in Turkey. *European Journal of Phycology* 46 (suppl.1): 188-188.

TÜBİTAK MAM (2010) Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Nihai Raporu, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü (Proje Sahibi Kurum: OSİB-SYGM).

TÜBİTAK-MAM, 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.

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.