

MERSİN KÖRFEZİ OŞİNOGRAFIK/KİRLİLİK İZLEME PROJESİ

FINAL RAPORU

Proje Yürütücüsü Kurum

**ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ERDEMLİ-MERSİN**

Projeyi Destekleyen Kurum

MERSİN BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

Hazırlayanlar

Dr. Koray Özhan
Prof. Dr. Ahmet E. Kıdeyş
Doç. Dr. Barış Salihoğlu
Dr. Olgaç Güven
Volodymyr Myroshnychenko
Doç. Dr Ali C. Gücü
Prof. Dr. Süleyman Tuğrul

EKİM 2016

Erdemli

Teşekkür

Başta “Mersin Körfezi Oşinografik/Kirlilik İzleme Projesi”ni destekleyen Mersin Büyükşehir Belediyesi Başkanı Sn Burhanettin Kocamaz olmak üzere, Mersin Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sosyal İşler Daire Başkanı (aynı zamanda Denizcilik Hizmetleri ve Denetimi Şube Müdürü) Sn. Sinan Bayrakdar’a, Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanı Dr. Bülent Halisdemir’e, Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Personeli Sn. Özge Karaer’e teşekkür ederiz. Ayrıca bilimsel çalışmalarımızda, denizanası gözlemleri için Dr. Hasan Örek’e, sefer bilgileri için Kaptan Taylan Kızıltaş’a, çöp çalışmalarındaki emekleri için Kerem Gökdağ, Mehmet Özalp, Ünsal Gönül, Öcal Işık ve Ramazan Ülger’e teşekkür ederiz.

Mersin Büyükşehir Belediyesi için gerçekleştirilen Mersin Körfezindeki izleme projesinde görev alan ODTÜ-DBE ekibi

Uzmanlık alanı ve projedeki işi	Uzman Adı	Kurum Adı	İletişim bilgileri
Biyolojik Oşinografi (yürütücü)	Prof. Dr. Ahmet Erkan Kıdeys	ODTÜ-DBE	kideys@ims.metu.edu.tr
Kimyasal Oşinografi (yürütücü)	Prof. Dr. Süleyman Tuğrul	ODTÜ-DBE	tugrul@ims.metu.edu.tr
Fiziksel Oşinografi	Doç. Dr. Barış Salihoğlu	ODTÜ-DBE	baris@ims.metu.edu.tr
Kimyasal Oşinografi	Dr. Koray Özhan	ODTÜ-DBE	koray@ims.metu.edu.tr
Biyolojik Oşinografi	Dr. Olgaç Güven	ODTÜ-DBE	olgac@ims.metu.edu.tr
Biyolojik Oşinografi	Doç Dr Ali Cemal Gücü	ODTÜ-DBE	gucu@ims.metu.edu.tr
Kimyasal Oşinografi	Dr. Hasan Örek	ODTÜ-DBE	orek@ims.metu.edu.tr
Kimyasal Oşinografi	İsmail Akçay (Araştırma görevlisi)	ODTÜ-DBE	ismail@ims.metu.edu.tr
Metal ve PAHs kirleticiler	Şehmuz Başduvar (Kimyager)	ODTÜ-DBE	sehmuz@ims.metu.edu.tr
Uzun dönem oşinografik ölçümler	Volodymyr Myroshnychenko	ODTÜ-DBE	volodymyr@ims.metu.edu.tr
Deniz çöpleri	Kerem Gökdağ (yüksek lisans öğrencisi)	ODTÜ-DBE	kerem@ims.metu.edu.tr
Deniz çöpleri	Mehmet Özalp (Teknisyen)	ODTÜ-DBE	mozalp@ims.metu.edu.tr
Besin elementleri ölçümleri	Ramazan Ülger (Teknisyen)	ODTÜ-DBE	ramazan@ims.metu.edu.tr

Bu rapor ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü (ODTÜ-DBE) tarafından hazırlanmış olup, ODTÜ-DBE’den ilgili yazarların ya da Mersin Büyükşehir Belediyesinin izni olmadan kullanılamaz.

Referans olarak aşağıdaki metin yazılabilir:

Özhan K., A. E. Kideys, B. Salihoğlu, O. Güven, V. Myroshnychenko, A. C. Gücü, S. Tuğrul 2016. Mersin Körfezi Oşinografik/Kirlilik İzleme Projesi, Mersin Büyükşehir Belediyesine Sunulan Final Raporu. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, 64 s.

İçindekiler

1	YÖNETİCİ ÖZETİ.....	4
2	İŞ TERMİN PLANI.....	6
3	YÖNTEM	6
3.1	TEKNE ÜZERİNDE YAPILACAK ÖLÇÜMLER.....	8
3.2	ÖRNEKLEME İŞLEMLERİ VE ANALİZ YÖNTEMLERİ	9
3.2.1	Çözünmüş Oksijen (ÇO).....	9
3.2.2	Klorofil-a ölçümü	9
3.2.3	Fosfat analizi	9
3.2.4	Toplam Fosfor (TP)	10
3.2.5	Nitrit (NO ₂) analizi	10
3.2.6	Nitrat (NO ₃) analizi	10
3.2.7	Amonyum (NH ₄ -N) analizi.....	10
3.2.8	Ağır metal analizleri	10
3.2.9	Toplam çok halkalı aromatik petrol hidrokarbonları analizi.....	11
3.2.10	Fekal Koliform ölçümü	11
3.2.11	Modelleme.....	11
3.2.12	Zehirli denizaneleri gözlemleri.....	14
3.2.13	Çöp kirliliği gözlemi.....	18
4	SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	21
4.1	SICAKLIKTA UZUN SÜRELİ DEĞİŞİMLER	21
4.2	2015/2016'DAKI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖLÇÜMLER	22
4.2.1	Temel Oşinografik Parametreler	22
4.2.2	Besin elementleri ve Klorofil-a	26
4.2.1	Fekal koliform	26
4.2.2	Toplam çok halkalı aromatik petrol hidrokarbonları	26
4.2.3	İz metaller.....	28
4.2.4	Değerlendirmeler.....	28
4.3	MODELLEME ÇALIŞMASI.....	34
4.3.1	Önbilgi	34
4.3.2	Mersin Körfezi Akıntı Modeli Sonuçları	35
4.3.3	Ekosistem modelinin doğrulanması amacıyla Mersin körfezi doğal yapısının 2009 yılı ve uydu gözlem verisi ile karşılaştırılması	37
4.3.4	Mersin Körfezi Ekosistem Modeli Sonuçları	40
4.3.5	Gelecekte yapılması planlanan Mersin Körfezi ekosistem modeli senaryo çalışmaları	46
4.4	ZEHİRLİ DENİZ ANALARI GÖZLEMLERİ.....	46
4.4.1	Önbilgi	46
4.4.2	Sonuçlar	47
4.5	ÇÖP KİRLİLİĞİ.....	51
4.5.1	Önbilgi	51
4.5.2	Sonuçlar	52
5	KAYNAKÇA.....	69

1 YÖNETİCİ ÖZETİ

Mersin Büyükşehir Belediyesinin desteğiyle başlatılan bu projede Mersin Körfezinde kıyı sularının kalitesinin hem mevcut ve hem de geliştirilmekte olan yönetmeliklere göre düzenli olarak izlenmesi, seçilecek plajlarda çöplerin miktar ve kaynağının analizinin yapılması, körfezin küresel ısınmadan etkilenip etkilenmediğinin anlaşılması amacıyla sıcaklık izlemesinin başlatılmasını ve körfezin sularının ileride nasıl değişeceğini anlayanın ilk aşaması olan, geçmişe yönelik besin tuzları ve klorofil miktarlarının modellenmesinin yapılması öngörülmüştür.

2016 yılı yazında, 2015 yılına göre, sıcak suların daha derinlere indiği gözlenmiştir. Uydu verilerinin analiz edilmesiyle elde edilen ön sonuçlara göre ise 2005'ten itibaren günümüze kadar yaklaşık 0,5 °C lik bir ısınmanın meydana geldiği gözlenmiştir. Bunun dışında fiziksel ve kimyasal parametrelerin ölçümünde beklenen Akdenizin mevsimsel değerlerine rastlanmış olup, anormal bir durum ile karşılaşılmamıştır. Hem trofik değerlendirme hem de TRIX indeksi değerlendirmesinde görüldüğü üzere Karaduvar ve Mersin Liman bölgesi Mersin Körfezinin en kötü su değerlerinin alırken, batıya doğru gidildikçe su kütlesinde iyileşme görülmektedir. Ağır metal ve organik kirleticiler açısından tehlike arz edecek bir durum ortaya çıkmamıştır.

Mersin Körfezi modelleme çalışmasının sonuçlarına bakıldığında kara kökenli kirleticilerin kıyı bölgelerde oldukça etkili olduğu fakat körfez açıklarında bu etkinin oluşmadığı görülmektedir. Mersin ili kentsel atıksu deşarj noktası körfeze dökülen en önemli kara kökenli kirletici kaynağıdır ve bu noktadan giren kirlilik yükü körfezin tamamını etkilemekten çok, girdiği noktada üretimi artırarak doğal yapının bozulmasına neden olmuşlardır. Ayrıca, modelleme çalışmaları sayesinde Mersin Körfezi kıyı bölgelerindeki su kalitesinin kara kökenli kirleticiler sebebiyle düştüğü, ve atıksu arıtımı konusunda ileride yapılacak iyileştirmelerin körfez ekosisteminin sağlığı açısından çok önemli olduğu açıkça ortaya konulmuştur. Geleceğe yönelik yapılacak senaryo çalışmaları ile bölgeye giren yük miktarlarındaki değişimlerin üretimin ve ekosistemi ne şekilde etkileyeceği anlaşılacaktır.

Proje süresince Mersin Körfezinde denizde seferler esnasında zehirli denizanası görülmemiştir. Ancak 2015 yılı Aralık ayında Limonlu ve Kocahasanlı plajlarında bir kaç adet *Rhopilema nomadica* adlı Hint Okyanusu kökenli denizaneları kıyıya vurmuş olarak görüntülenmiştir. Bunun yanında İskenderun Körfezinde 28 Ağustos 2016 tarihindeki trol ağı örneklemesinde yine Hint Okyanusu kökenli zehirli benekli mavi deniz analarına (*Phyllorhiza punctata*) rastlanmıştır.

Dokuz adet Mersin plajındaki atıkların takibi ve analizine yönelik çalışmada yazın 2 kez (2016 turizm sezonu öncesi ve sonrası) ve kış döneminde de 1 kez (2015 Kasım'da) olmak üzere toplamda 3 örnekleme gerçekleştirilmiştir. Yürütülen çalışmalar süresince, en yüksek atık miktarı 1730 adet ve 22,3 kg ağırlık ile Karaduvar plajında gözlemlenmiştir. Mersin ili merkez ve doğusunda seçilen ve sanayi etkisinde olan üç plajda (Marina, Mezitli ve Karaduvar) sayısal ve atık ağırlığı anlamında en yüksek değerler tespit edilmiştir. Örnekleme kapsamında tespit edilen atık miktarı yoğunluklarına ait veri seti materyal çeşidine göre (Plastik, Tekstil, Cam-Seramik, Metal, Kağıt-Karton, Kauçuk ve Ahşap vs) ayrıştırılmıştır. Buna göre her örnekleme dönemi ve her istasyon için plastik atıkların tüm atıkların % 78,8 – 98,1'ini oluşturduğu

görülmüştür. Buna göre Mersin ili sahil kesiminde plastik atıkların birincil kirletici unsur olduğu görülmektedir. Plastiklerin içinde de içecek şişesi ve kapakları genelde ilk sıradadır. Özellikle kış dönemi ve turizm sezonu öncesinde “Mersin Marina” istasyonunda metal atıkların miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Fonksiyonel gruplara göre atık miktarı yoğunlukları incelendiğinde; sigara ve sigara kullanımına ait atıklarının, günlük kullanıma ait atıkların, genel paketleme malzemelerinin atıkları ve balıkçılık faaliyetlerine ait atıkların, diğer gruplara sayıca daha fazla bulunduğu görülmüştür. Yalnızca 10 m’lik sahil çizgisi içerisinde toplanmış olmasına karşın sigara ve sigara kullanımına ait atıklar sayıca yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Mersin plajlarında zamana ve coğrafik lokasyona göre hangi tip atıkların hangi tedbirlerle engellenebileceğine dair fikir sunmaktadır.

2 İŞ TERMİN PLANI

İşin amacı: Mersin Büyükşehir Belediyesi desteğiyle, Mersin Körfezi içerisinde Mersin'in doğusunda Karaduvar ve batısında bulunan Silifke ilçesinin arasındaki deniz bölgesindeki kıyı sularının kalitesinin hem mevcut ve hem de geliştirilmekte olan yönetmeliklere göre düzenli olarak izlenmesini öngörülmektedir. İzleme kapsamında denizde (sıcaklık, tuzluluk gibi) temel oşinografik ölçümler yapılacak, böylece (Mersin Körfezinde 1980'lerden beri toplanan verilerin analizi ile) hem Mersin körfezinin küresel ısınmaya maruz kalıp kalmadığı araştırılacak, ve hem de insanlardan kaynaklanan ve nehirlerle taşınan (endüstri, evsel ve tarım kaynaklı olanlar dahil) kara kökenli kirleticilerin, çöplerin (plajlarda) ve zararlı bakterilerin kıyılardaki seviyesi tespit edilecek, ayrıca zehirli deniz anaları gözlemleri yapılacaktır. Tüm bu ölçümler, Mersin Körfezi kıyı ekosisteminin sağlık durumunun ortaya konmasına yarayacak ve uzun süreli değişimlerin izlenmesine temel sağlayacaktır. Ayrıca, hem elde edilecek ve hem de geçmiş verilerin analizi ile nehirlerden gelen besin elementlerinin değişiminin tüm körfeze etkileri, modelleme çalışmaları ile araştırılacaktır.

İşin Kapsamı: Araştırma gemisi kullanılarak Mersin Körfezinde plajlar, su arıtma tesislerinin dışarı sularının denize girdiği alanlar ve liman bölgeleri dahil olmak üzere seçilen istasyonlarda

- a) Açıkta bir istasyonda daimi sıcaklık ve tuzluluk ölçümleri alınarak 1980'lerden beri Mersin Körfezinden elde edilen geçmiş verilerin karşılaştırılması ile uzun dönemde Mersin Körfezi sularının ısınıp ısınmadığı yönünde veri toplanacak
- b) Deniz suyundaki farklı fiziksel ve kimyasal parametre ölçümleri yüzeyden deniz tabanına kadar dikey doğrultudaki su kolonunda
 - Kirlilik göstergesi ağır metaller sedimanda
 - Toplam çok halkalı hidrokarbon konsantrasyonları su kolonunda ve deniz tabanı sedimanında araştırılacak
- c) Mersin Körfezinin geçmişe yönelik oşinografik (sıcaklık ve tuzluluk) ve kirlilik (besin tuzları ve klorofil miktarları) durumu modellenecek
- d) Deniz yüzeyinde zararlı deniz analarının gözlemleri yapılacak
- e) Çoğunluğunu plastiklerin oluşturduğu çöplerin miktarları plajlarda gerçekleştirilecektir.

3 YÖNTEM

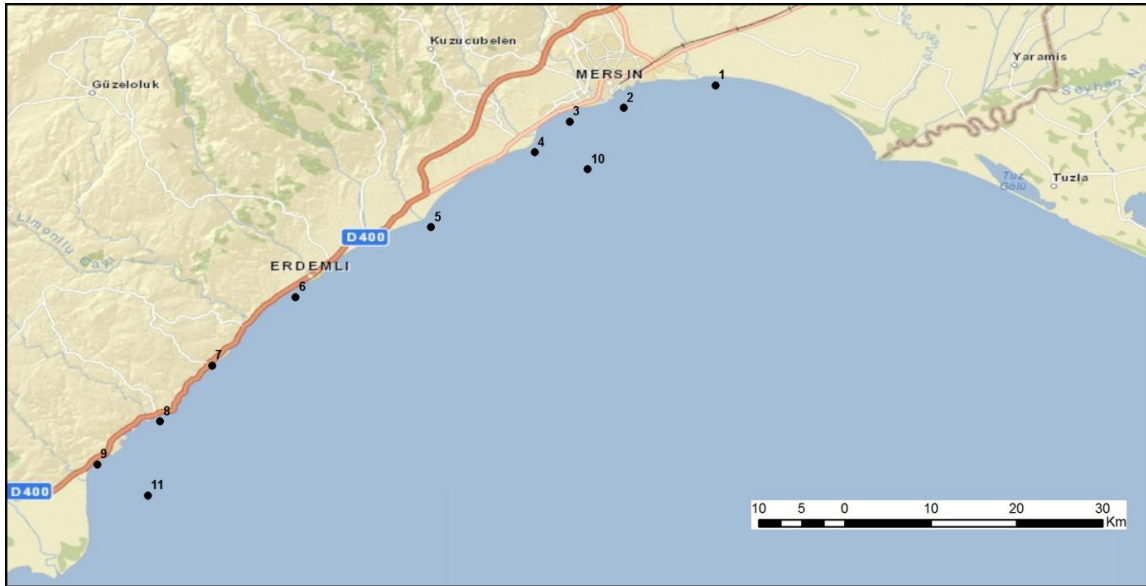
İş Termin planında belirtildiği gibi örnekleme ve ölçümler, çalışma alanının topografik, hidrodinamik ve ekolojik özellikleri göz önüne alınarak belirlenen noktalarda gerçekleştirilmiştir. Şekil 3-1'de gösterilen örnekleme noktalarında,

Tablo 3-1’de gösterilen koordinatlar dahilinde ve Tablo 3-2’de gösterilen ölçüm matris ve ölçüm sıklıklarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma genelde yaz ve kış mevsiminde 2 defa gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında;

- Mersin Körfezinde yaklaşık 5 km açıktaki daimi sıcaklık ve tuzluluk ölçümleri
- Sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik, çözünmüş oksijen (yüzey suyu ve dip suyu), ışık geçirgenliği, bulanıklık, klorofil-*a* ve pH parametreleri yaz ve kış mevsiminde olmak üzere (Şekil ve Tablo’da verilen istasyonlarda) yılda 2 defa
- Besin elementleri (orto fosfat, toplam fosfor, nitrat, nitrit ve amonyum) deniz suyuyla yılda 2 kez yaz ve kış mevsiminde
- Fekal koliform bakterilerinin ölçümü yine yaz ve kış mevsiminde olmak üzere deniz suyuyla yılda 2 defa
- Toplam çok halkalı aromatik hidrokarbon ölçümü yılda bir kere (yaz döneminde) sediman ve deniz suyuyla
- Ağır metaller (civa, kadmiyum, kurşun, krom, bakır, çinko ve nikel) yılda bir kez sediman yüzeyinde
- Zehirli deniz analarının mevcudiyeti deniz yüzeyinde
- Çoğunluğunu plastiklerin oluşturduğu çöp kirliliği yılda en az bir kez plajlarda araştırılması öngörülmüştür.

Alınan deniz suyu örnekleri “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği” (Resmi Gazete 28483, 2012) doğrultusunda yüzeysel su kütlelerinin trofik seviyeleri ve yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri belirlenerek raporlanmıştır.



Şekil 3-1. Çalışma yapılacak istasyonların lokasyonları

Tablo 3-1.Çalışma yapılacak istasyonların yer ve koordinat bilgileri

istasyon	Bölge	Enlem (dd)	Boylam (dd)
1	Karaduvar Bölgesi	36 47.2597 N	34 42.2864 E
2	Mersin Liman önü	36 46.7208 N	34 38.3563 E
3	Mersin Marina önü	36 45.8692 N	34 34.9663 E
4	Mezitli Bölgesi	36 43.9847 N	34 32.7592 E
5	Kargıpınarı Bölgesi	36 39.3620 N	34 26.2605 E
6	Erdemli Bölgesi	36 35.0607 N	34 17.7493 E
7	Ayaş Bölgesi	36 30.8322 N	34 12.5027 E
8	Kızkalesi Bölgesi	36 27.3895 N	34 09.2313 E
9	Susanoğlu Bölgesi	36 24.7505 N	34 05.2887 E
10	Mersin Referans	36 42.9317 N	34 36.0847 E
11	Susanoğlu Referans	36 22.8308 N	34 08.4717 E

Tablo 3-2.Ölçümü yapılacak parametreler ve ölçüm zamanları

Parametre	Ölçüm zamanı
Açıkta daimi ölçülecek fiziksel parametreler (Sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik,)	Proje süresince daimi (her dakika)
Fiziksel parametreler (Sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik, çözünmüş oksijen, ışık geçirgenliği, bulanıklık ve pH)	Yaz ve kış
Klorofil- <i>a</i>	Yaz ve kış
Besin elementleri (<i>o</i> -fosfat, toplam fosfor, nitrat, nitrit ve amonyum)	Yaz ve kış
Toplam çok halkalı aromatik petrol hidrokarbonları	Yaz
Fekal koliform	Yaz ve kış
Ağır metaller (Civa, kadmiyum, kurşun, krom, bakır, çinko ve nikel)	Yaz
Zehirli deniz anaları gözlemleri	Kış ve Yaz
Çöp kirliliği	1 veya 2 kez

3.1 Tekne Üzerinde Yapılacak Ölçümler

Örneklemler, yukarıda haritada gösterilen istasyonlarda ve belirtilen zamanlarda yeterli teknik donanıma sahip araştırma gemileri Lamas-1 teknesi ve Bilim-2 gemisi ile gerçekleştirilmiştir. ODTÜ-DBE'ye ait LAMAS teknesi'nde, CTD (Conductivity, Temperature, Salinity) ve Nansen şişesi (5L kapasiteli) ile su kolonunda kesintisiz sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk, derinlik ölçümleri yapabilmış, istenilen derinlikten ± 0.5 m. hassasiyetle örnek (biyo-kimyasal ölçümler için) alabilecek sisteme sahiptir. Ayrıca biyolojik örnekleri toplayabilecek ağ sistemi ve vinç sistemine sahip, yüzey sedimanı ve zoo-bentos örnekleme yapabilecek Van Veen Grab (Hydro-Bios 0.1 m² alan) mevcuttur. Kullanılan sensörlerin hassasiyet değerleri: tuzluluk

için 0.001 ve sıcaklık 0.0005 °C'dir. Derinlik: ± 0.1 m; klorofil tahmini: 0.001 $\mu\text{g/L}$. Bu parametrelerin dışında ışık geçirgenliği (Seki disk) ve bulanıklık yine gemi üzerinde direkt olarak ölçülmüştür.

3.2 Örneklemeye İşlemleri ve Analiz Yöntemleri

3.2.1 Çözünmüş Oksijen (ÇO)

Deniz suyu örnekleri sensörler üzerine takılı ve kapakları uzaktan kumanda ile belirlenen derinlikte kapanılabilen 5 L'lik PVC Niskin şişeleri ile alınır. Şişelerden ilk önce oksijen örneklemesi yapılmış ve özel plastik hortumla 100 ml kapasiteli cam şişelere 2 hacim miktarında taşıma yaparak doldurulur. Ağzı kapatılmadan önce, örneğe 0.5 mL Mangan (II) klorür çözeltisi ve 0.5 mL, 0.01 M alkali iyodür çözeltileri özel dispenser ile pipet ucunun oksijen şişesinin dip kısmına yaklaştırılarak ilave edilir. Hava kabarcığı kalmamasına dikkat edilerek şişe kapağı sıkıca kapatılır. Örnek şişeleri yaklaşık 1 dakika çalkalanır; şişe içinde çökeltmenin (Mn(OH)_2 çökeltisi) tamamlanması için, en az 45-60 dakika kadar karanlıkta ve su sıcaklığına yakın karanlık ortamda bekletilir. Daha sonra seyreltik asit ilave edilip çalkalanır. Örnek behere aktarılarak seyreltik standart sodyum tiyosülfat çözeltisiyle Winkler Titrasyon Metodu uygulanır; titrasyonun dönüm noktası titrasyon cihazına bağlanan redoks elektrodu kullanılarak otomatik olarak yapılır (UNEP, 2005; Grasshoff ve diğ., 1983).

3.2.2 Klorofil-a ölçümü

500 ml deniz suyu örneği 47'lik GF/F filtrelerden süzülür. Analize kadar derin dondurucuda saklanır. Analiz için filtreler santrifüj tüplerine alınarak 8 ml %90 aseton çözeltisi eklenir. Daha sonra ultrasonik parçalayıcı ile parçalanarak 10 ml'ye tamamlanır. 3500 rpm ile santrifüj edilir. Üst kısımdan 1 ml spektrofotometre hücresine alınıp Hitacchi F 2500 marka spektrofotometre ile floresans değeri ölçülür. Daha sonra üzerine 50 μl 0.01N HCl eklenerek 1 dakika beklenip tekrar floresans ölçümü yapılarak, kantitatif hesaplamalar yapılır.

Besin elementleri ölçülecek olan su örnekleri 100 ml veya 20 ml kapasiteli seyreltik asitle (%10 HCl) temizlenmiş plastik (HDPE/nalgene tipi) şişelere alınacak ve derin dondurucuda dondurularak analize kadar bekletilmiştir. Daha sonra ODTÜ-DBE laboratuvarlarında oda sıcaklığına getirilmiş örnekler analiz için hazır hale getirilir. İnorganik besin elementleri ölçümlerinde uluslararası standart metotları (UNEP, 2005; Grasshoff ve diğ., 1983) dört kanallı oto-analizör cihazında kullanılmak üzere üretici firma (Bran-Luebbe, Almanya) tarafından adapte edilen kolorimetrik analiz yöntemleri uygulanacaktır.

3.2.3 Fosfat analizi

Deniz suyundaki ortofosfat, asidik ortamda amonyum molibdat, askorbik asit ve antimonla reaksiyona girerek mavi fosfomolibdenyum kompleksi oluşur. Renk değişimi ortofosfat derişimi ile orantılı olduğundan oto-analizörde kolorimetre dalga boyu 880 nm ye ayarlanarak fosfat ölçümü yapılacaktır. Fosfat ölçümlerinde, yüksek derişimlerde silikatın varlığının pozitif etkisini yok etmek için reaksiyon ortamının pH'sini 0.8-1.0 aralığında tutulması gerektiğinden deney öncesinde oto-analizör örnek çıkışında asidite (pH ölçümü) kontrolü yapılacaktır. Ortofosfat derişimlerinin hesaplanabilmesi için aynı aletsel koşullarda standart ölçümleri yapılacaktır. Deneyin Duyarlılık sınırı: 0.015 μM 'dir.

3.2.4 Toplam Fosfor (TP)

Deniz suyu örnekleri 100 ml lik plastik şişelere alınmış ve hiç koruyucu eklenmeden dondurularak saklanmıştır. Oda sıcaklığına gelen örneklerden 40 ml alınıp özel teflon kapaklı cam şişelere konur. Her örneğe persülfat çözeltisi eklenip yüksek basınç altında kapalı ortam oksidasyon işlemi uygulanır (APHA, 2005; Grasshoff ve diğ., 1983). Örnekler otoklavda yaklaşık 40 dakika, 120 °C ve 2 atm basınca ulaşınca kadar ısıtılıp daha sonra soğumaya bırakılır. Örnekler soğuduktan sonra, her örneğin pH değeri seyreltik NaOH ilavesi ile 7-8 aralığına getirilip son hacmi 50 ml tamamlanır. Daha sonra reaktif fosfat ölçümünde kullanılan reaktif karşımları sırayla eklenerek 8-10 dakika oda sıcaklığında bekletilip, manuel olarak 880 nm dalga boyunda kolorimetrik ölçüm yapılır (APHA, 2005; Grasshoff ve diğ., 1983). Aynı şartlarda organik-P çözeltisi ve standart fosfat çözeltileri oksidasyonu yapılarak kantitatif hesaplamalar yapılır.

3.2.5 Nitrit (NO₂) analizi

Oto-analizör sistemi ile nitrit analizinde prensip olarak ortamdaki nitrit asidik koşullarda sülfanilamidle reaksiyona girerek diazo bileşiğini oluşturur. Bu da N-1 iyonu – Naftiletilediamin dihidroklorür ile reaksiyona girerek oluşan pembe azo bileşiğinin absorbans değeri 520 nm’de, 5 cm boyunda hücre (cell) kullanılarak otomatik yöntemle ölçülmüştür. Aynı koşullarda standart analizleri yaparak, kantitatif sonuçlar hesaplanır.

3.2.6 Nitrat (NO₃) analizi

Bu analiz iki aşamalıdır. İlk aşamada nitrat + nitrit karışımı denizsuyu örnekleri aktiflenmiş kadmiyum-bakır indirgeme kolonundan geçirilerek nitrat iyonlarının nitrite indirgenmesi sağlanmıştır. Daha sonra bu çözeltide nitrit analizinde uygulanan renklendirme yöntemi uygulanarak, nitrat+nitrit toplamı otomatik yöntemle 520 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Nitrit ve nitrat için duyarlılık limiti sırasıyla 0.001 µM ve 0.002 µM’dır (Grasshoff ve diğ., 1983). Toplamdan nitrit sonucu çıkartılarak nitrat derişimi hesaplanmıştır.

3.2.7 Amonyum (NH₄-N) analizi

Kolorimetrik amonyak ölçümü bazik ortamda yapılır (pH=9-11.5). Amonyum analizi için fenol ilave edilen örneklerin sodyum nitroprusiyat ve oksitleme çözeltisi ile reaksiyonu gerçekleştirilerek 35-40 °C 'de renk oluşumu sağlandıktan sonra 660 nm dalga boyunda oto-analizörde 5 cm boyunda hücre (cell) absorbans okuması yapılacaktır. Analiz sırasında deniz suyu içindeki kalsiyum ve magnezyumun bazik ortamda çökmesini önlemek için yüksek derişimli sitrat tamponu kullanılacaktır. Reaktiflerin hazırlanmasında ultra saf su ve kimyasallar kullanılarak, amonyak kirlenmesi asgariye indirilir. Analizin amonyum duyarlılık limiti 0.04 µM/L’dir (Grasshoff ve diğ., 1983).

3.2.8 Ağır metal analizleri

Kurutulan sediman örnekleri öğütülmesi için agat havan kullanılır. Öğütülen örnek naylon eleklerden (63 mikron göz açıklığı) geçirilerek analize kadar plastik kaplarda saklanır. Metal analizleri için 0,1 – 0,2 gr aralığında kuru öğütülmüş sediman örnekleri tartıldı. Mileston start E markalı mikrodalga cihazı ve istenen yöntemeye uygun kuvvetli asit kullanılarak kapalı ortamda ve yüksek sıcaklıkta (200 °C) parçalanıp soğumaya

bırakılır. Örnekler oda sıcaklığına geldikten sonra mikradalga kaplarının kapakları açılıp asitli çözeltiler 50 ml kapasiteli plastik kaplara reçineden de geçirilen ultra saf destile su (DDW) ile yıkanarak aktarılır. Mikradalga kapları ve kapakları 3 kez saf su ile yıkanarak örneğin son hacmi 50 ml'ye tamamlanır. Endüktif eşleştirilmiş plazma kütle spektrometre (ICP-MS) cihazı ile kantitatif analize kadar soğutucuda saklanır. Parçalanmış sediman örneklerinde metal analizleri Perkin Elmer marka (Nexion 350x) ICP-MS cihazı ile yapılacaktır.

3.2.9 Toplam çok halkalı aromatik petrol hidrokarbonları analizi

Hem deniz suyunda hem de sediman yüzeyinde gerçekleştirilmiş çok halkalı petrol hidrokarbonlarının analizi için alınan örnekler Hekzan – Aseton (1:1 v/v) ekstraksiyonundan sonra mikrodalgaya alınır. Oda sıcaklığına soğutulan kaplar açılıp, ekstrakt huni, cam pamuğu ve vakum sistemi kullanılarak cam kapaklı balon jojelere aktarılır. Örnekler florometrede ölçülerek kantitatif hesaplamalar yapılır.

3.2.10 Fekal Koliform Ölçümü

Örnekleme önceden sterilize edilmiş dar ağzılı cam şişeler kullanılarak teknede yapılacaktır. Bu amaçla alınan deniz suyu örnekleri, 0.45 mikron gözenekli steril membran filtreler kullanılarak paslanmaz çelik ve alevle sterilize edilen vakum filtrasyon ekipmanı ile süzülür. Daha sonra bu filtreler sadece bir kez kullanılan steril plastik petri kutularında doğrudan kültüre alınarak 44.5°C'de 24 saat süre ile inkübasyonu yapılacak ve koloni sayıcı ile 100 mL'deki koloni sayıları saptanacaktır.

3.2.11 Modelleme

Mersin Körfezi matematiksel modelleme çalışmaları proje kapsamında 2008-2010 yılları arası gerçekleştirilen seferden elde edilen veriler kullanılarak oluşturulmuştur. Sefer sayısının yoğunluğundan ve matematiksel modelin gereksinimlerinden dolayı model 2009 yılı için çalıştırılmıştır. 2009 yılı içerisinde gerçekleştirilen altı sefere ait model sonuçları yıllık bazda sürekli olarak çalıştırılmış ve yıllık akıntı desenleri oluşturulmuştur.

Körfez modellenmesinde, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü R/V Bilim 2 araştırma gemisi ile yapılan deniz çalışmalarıyla elde edilen CTD verileri, Körfez bölgesine ait batimetri verileri ve Devlet Su İşlerinden temin edilen meteorolojik veriler, uydu verileri ve farklı model çıktıları kullanılmıştır. Bu veriler ayrıntılı olarak

Tablo 3-3'de verilmiştir.

Tablo 3-3 Mersin Körfezi hidrokinamik model çalışmalarında kullanılan veriler

Parametre	Kaynak	Zaman aralığı	Çözünürlük	Kullanım biçimi	Kullanılan alan
Hava sıcaklığı	ERA-INTERIM	2008-2009	6 saat	Fiziksel parametre	OCEAN heat flux modeli
Bağıl nem	ERA-INTERIM	2008-2009	6 saat	Fiziksel parametre	OCEAN heat flux modeli
Bulut yüzdesi	ERA-INTERIM	2008-2009	6 saat	Fiziksel parametre	OCEAN heat flux modeli
Rüzgar	SEAWINDS	2008-2009	6 saat	Fiziksel parametre	Hidrokinamik model
Açık sınır koşulları	CYCOFOS	2008-2009	1 gün		Hidrokinamik model
Başlangıç koşulları	CYCOFOS	2008-2009	1 gün		Hidrokinamik model

Tablo 3-3’de görüldüğü üzere çözünürlüğü yüksek model sonuçları, fiziksel çözümleme kısmında kullanılmıştır. Deniz suyu sıcaklığı ve atmosfer etkileşimleri çözümlemesi, ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts) ERA-INTERIM modeli verileri alınarak yapılmıştır. Dolayısıyla, hava sıcaklığı, bağıl nem ve bulut yüzdesi, 6 saatlik aralıklarla elde edildiği için gün içerisindeki, toplamda yıllık veri alındığı içinse mevsimsel değişiklikleri içermektedirler. Bu değişimler, basenin fiziksel yapısının şekillenmesinde büyük önem taşımaktadır. Aynı etki, rüzgarlar için de geçerlidir. Özellikle, su kolonunda karışımı ve yüzeydeki akıntıları etkilemesinden dolayı, rüzgarlar hem fizik hem de ekosistem açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle rüzgar verileri de hidrodinamik modellemede etkisini doğru verebilmesi için, yatay düzlemde ve kısa zamanda değişen yapıda çözümlemelere sunulmuştur. Gerekli veriler uydu gözlemleri işlenerek elde edilmiştir. Özellikle akıntıların, sıcaklık ve tuzluluk dağılımlarının sonuçları doğrudan etkileyeceğinden dolayı, açık sınır koşullarında CYCOFOS Levantine High Resolution Forecast verileri kullanılmıştır. Veriler günlük değerler halinde sınırlardan model gridine sunulmuştur.

Model Özellikleri

Mersin Körfezi modellemesi için oluşturulan çalışma alanı, küresel koordinat sisteminde ve orthogonal yapıda “x” düzleminde 83, “y” düzleminde 82 parçadan oluşmaktadır. Modelin yatay çözünürlüğü, 2 dakika ile 0.5 dakika arasında değişmektedir. Sonuçların daha iyi detaylandırılabilmesi açısından çözünürlüğü yüksek bölgeler kıyılara yerleştirilmiştir. Dikeyde, sigma gridi temelli, yüzeyde daha sıkışık olacak şekilde 24 düzlem kullanılmıştır.

Mersin Körfezi’ni içeren geniş bölgelede iki adet sınır bölgesi tanımlanmıştır. Sınır bölgelerine ait akıntı ve fiziksel koşullar 24’er saatlik aralıklarla farklı bir model olan CYCOFOS sonuçlarından alınmıştır. Sınır hattı boyunca, zamana bağlı olarak tuzluluk ve sıcaklık değerleri belirlenmiştir. Modelin çalıştırılmasında, 6’şar saatlik rüzgar uydu verileri, nehir girdileri olarak DSİ uzun yıllar ortalama debileri kullanılmıştır. Model aralıksız olarak 2008 ve 2009 yılını içerecek şekilde, 1’er dakikalık aralıklarla çalıştırılmıştır. 2008 yılı modelin kararlı hale ulaşmasını sağlamak için çalıştırılmıştır. Gözlem ve model sonuçları dolayısıyla 2009 yılı için karşılaştırılmıştır.

Ekosistem modeli, 2009 yılı fiziksel modeli ile birlikte 6’şar saatlik aralıklarla bütün bir yıl için çalıştırılmıştır. Nehir girdileri Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü bünyesinde yapılan çalışmalardan alınmıştır. Başlangıç ve sınır koşulları ise sefer sonuçlarından elde edilmiştir. Sonuçlar, gözlemin gerçekleştirildiği Mersin Körfezi sefer sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Senaryo çalışmaları için atıksu girdileri, SINHA projesi kapsamında yapılan çalışmalardan elde edilecek olup, çalışmalar 2020, 2030 ve 2040 yıllarını öngörmektedir.

3.2.12 Zehirli denizanaları gözlemleri

Doğu Akdeniz’de gerek yerel ve gerekse yabancı birkaç zehirli deniz anası bulunmaktadır. *Rhopilema nomadica* türü gibi istilacı olan yabancı türler bazı yaz mevsimlerinde denize giren vatandaşların yaralanmasına neden olmaktadır. Bu gözlemlerin amacı, seferler sırasında gözlemler yapılarak zehirli denizanalarının görülmesi durumunda acilen Belediye ve sağlık müdürlüklerinin haberdar edilerek gerekli tedbirlerin alınmasına katkı sağlamaktır.

İlk defa bu proje kapsamında enstitünün gerçekleştirdiği tüm seferlerde (Tablo 3-4) deniz anası gözlemi yapılmıştır. Olası kayıtlar için Tablo 3-5’de verilen Denizanası Gözlem Formu kullanılmıştır.

Tablo 3-4 Proje süresince Akdeniz’de zehirli denizanası gözleminin yapıldığı seferler

Sefer No	Tarih	Bölge	Başuzman	Sefer Nedeni	Araştırma Gemisi
2015/23	6 Kasım 2015	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM	Bilim-2
2015/24	16 – 20 Kasım 2015	Akdeniz	Dr. Hasan ÖREK	TÜBİTAK-114Y139	Bilim-2
2015/25	07 Aralık 2015	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM	Bilim-2
2015/15	26 Kasım 2015 04 Aralık 2015	Silifke - Karataş	Prof.Dr. Süleyman TUĞRUL	BAP 2015-09-00-2-00.02	Lamas-1
2015/16	3 Aralık 2015	Mersin Limanı	Prof.Dr. Süleyman TUĞRUL	M.I.P.	Lamas-1
2015/17	7 – 18 Aralık 2015	Enstitü açıkları	Prof.Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN	Mersin Üni. TÜBİTAK 115O647	Lamas-1
2016/01	5 Ocak 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - ETS	Bilim-2
2016/02	11 Ocak 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	METEKSAN	Bilim-2
2016/03	1 – 5 Şubat 2016	Mersin Limanı	Prof.Dr. Süleyman TUĞRUL	TÜBİTAK-111G152 DİPTAR	Bilim-2
2016/04	28 – 29 Ocak 2016	Mersin	Dr. Koray ÖZHAN	“Mersin Körfezi Oşinografik/Kirlilik İzleme Projesi”	Lamas-1
2016/05	8 – 10 Şubat 2016	Doğu Akdeniz	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - KIBRIS	Bilim-2
2016/06	15 Şubat – 3 Mart 2016	Doğu Akdeniz	Prof.Dr. Süleyman TUĞRUL	TÜBİTAK-111G152 & ULUSAL İZLEME	Bilim-2
		Batı Akdeniz			Bilim-2
2016/07	7 Mart 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - ETS	Bilim-2
2016/08	18 – 22 Nisan 2016	Doğu Akdeniz	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - KIBRIS	Bilim-2
2016/09	15 Nisan 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - ETS	Bilim-2
2016/10	4 Mayıs 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM ŞAMANDIRA	Bilim-2
2016/11	11 Mayıs 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - ETS	Bilim-2

2016/12	13 Mayıs 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM ŞAMANDIRA	Bilim-2
2016/13	14 – 15 Haziran 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - ETS	Bilim-2
2016/14	23 Haziran 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM SCANFISH	Bilim-2
2016/15	24 Haziran 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - ETS	Bilim-2
2016/16	18 – 22 Temmuz 2016	Doğu Akdeniz	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM - KIBRIS	Bilim-2
2016/17	15 – 16 Ağustos 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM – ETS 115Y627 & 115Y629	Bilim-2
2016/18	17 Ağustos – 03 Eylül 2016	Doğu Akdeniz Batı Akdeniz	Prof.Dr. Süleyman TUĞRUL	ULUSAL İZLEME	Bilim-2
2016/19	08 – 09 Eylül 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	DEKOSİM – ETS 115Y627 & 115Y629	Bilim-2
2016/20	26 – 30 Eylül 2016	Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	METEKSAN	Bilim-2
2016/21	19 – 20 Ekim 2016	MIP & Enstitü Açıkları	Dr. Hasan ÖREK	MIP DEKOSİM – ETS 115Y627 & 115Y629	Bilim-2
2016/22	4 – 8 Ocak 2016	Enstitü açıkları	Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN	MERSİN ÜNİVERSİTESİ TÜBİTAK-115O647	Lamas-1
2016/23	18 – 19 Ocak 2016	Enstitü açıkları	Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ	DEMERSAL	Lamas-1
2016/24	21 – 22 Ocak 2016	Mersin Limanı	Dr. Serdar SAKINAN	Ulusal İzleme & MIP	Lamas-1
	25 – 27 Ocak 2016	Enstitü açıkları	Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN	MERSİN ÜNİVERSİTESİ TÜBİTAK-115O647	Lamas-1
2016/25					Lamas-1
2016/26	28 – 29 Ocak 2016	Mersin Körfezi	Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ	TÜBİTAK 111G152	Lamas-1
				M.I.P.	Lamas-1
2016/27	4 – 10 Şubat 2016	Enstitü Açıkları	Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN	MERSİN ÜNİVERSİTESİ TÜBİTAK-115O647	Lamas-1
2016/28	4 Mart 2016	Mersin Limanı	Yrd.Doç.Dr. Devrim TEZCAN	M.I.P.	Lamas-1
2016/29	7 – 11 Mart 2016	Enstitü açıkları	Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN	MERSİN ÜNİVERSİTESİ TÜBİTAK-115O647	Lamas-1

2016/30	21 – 25 Mart 2016	Enstitü açıkları	Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ	DEMERSAL	Lamas-1
2016/31	4 – 8 Nisan 2016	Enstitü açıkları	Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN	MERSİN ÜNİVERSİTESİ TÜBİTAK-1150647	Lamas-1
2016/32	2 – 6 Mayıs 2016	Enstitü açıkları	Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ	DEMERSAL	Lamas-1
2016/33	9 – 13 Mayıs 2016	Enstitü açıkları	Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN	MERSİN ÜNİVERSİTESİ TÜBİTAK-1150647	Lamas-1
2016/34	23 – 30 Mayıs 2016	Taşucu - Gazipaşa	Yrd. Doç. Dr. Korhan ÖZKAN	BAP-08-11-2015-027	Lamas-1
2016/35	6 – 10 Haziran 2016	Enstitü açıkları	Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ	DEMERSAL	Lamas-1
2016/36	13 – 17 Haziran 2016	Doğu Akdeniz	Prof. Dr. Hüseyin ÖZBİLGİN	MERSİN ÜNİVERSİTESİ TÜBİTAK-1150647	Lamas-1
2016/37	26 – 27 Temmuz 2016	Mersin	Dr. Koray ÖZHAN	“Mersin Körfezi Oşinografik/Kirlilik İzleme Projesi”	Lamas-1
2016 /38	10 – 20 Ağustos 2016	Doğu Akdeniz	Kerem ÖZDAĞ	TÜBİTAK 114Y244	Lamas-1
		İskenderun Körfezi			Lamas-1
2016/39	22 – 25 Ağustos 2016	Enstitü açıkları	Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ	DEMERSAL	Lamas-1
2016/40	17 – 20 Ekim 2016	Enstitü - Gazipaşa	Doç. Dr. Ali Cemal GÜCÜ	“Akdeniz Foku İzleme Sisteminin Kurulması”	Lamas-1

Tablo 3-5 Denizanasi gözlem kayıt formu.

DENİZ ANASI İZLEME PROTOKOLU											
Sefer Adı:											
Sefer Tarihi:											
Deniz Anası görüldü mü?: Evet Hayır											
Not: Görülmesi halinde aşağıdaki formu doldurunuz. Mevcut türün fotoğrafını çekiniz ve baş uzman/ilgili kişiye iletiniz.											
Görüldüğü Zaman Tarih ve Saat)	Gören Kişi/Kişiler Adı Soyadı	Deniz Anasını Türü	Büyüklüğü (cm)	Görüldüğü Durum (Kıyı, Sahil,	Görüldüğü İlçe	Görüldüğü Mevki	Görüldüğü Koordinat (Enlem/Boylam)	Açık Denizde İse Kıyıya Mesafesi	Fotoğraf Çekildi mi?	Yoğunluğu (Nadir, Orta, Çok)	Not

				Açık Deniz)				(Deniz Mili)			

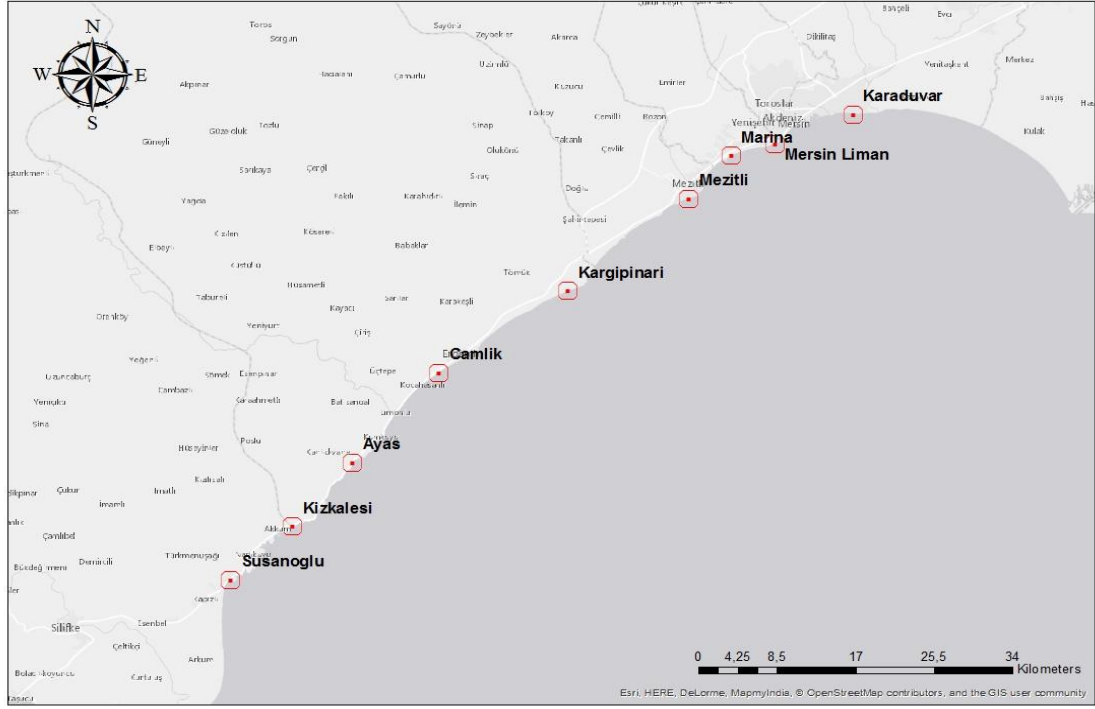
3.2.13 Çöp kirliliği gözlemi

3.2.13.1 Örneklem Bölgesi

Çalışma bölgesi olan Mersin ili sahil kesiminde biriken atıkların izlenmesine yönelik gerçekleştirilen çalışma kapsamında değerlendirilmek için belirlenen dokuz plajda yaz (turizm sezonu öncesi ve sonrası) ve kış döneminde toplamda 3 örneklem gerçekleştirilmiştir (Tablo 3-6 ve Şekil 3-2). Örneklem tarihleri 9 Kasım 2015, 28 Nisan 2016 ve 31 Ağustos 2016'dır.

Tablo 3-6 Çöp kirliliği değerlendirmesi için örneklenen plajları

İstasyon adı	İstasyon Kodu	Değerlendirilen alan (m ²)	Enlem	Boylam
SUSANOĞLU	SUS	4090	36,41763	34,08662
KIZKALESİ	KZ	6263	36,46227	34,14658
AYAŞ	A	4359	36,51625	34,20513
ÇAMLIK	C	3783	36,59150	34,28881
KARGIPINARI	KG	2958	36,66003	34,41458
MEZİTLİ	MZ	3792	36,73719	34,53216
MARİNA	MAR	1240	36,77318	34,57316
MERSİN-LİMAN	ML	1374	36,78299	34,61600
KARADUVAR	KD	2782	36,80768	34,69229



Şekil 3-2 Mersin Körfezinde çalışma alanı ve örnekleme bölgeleri

Denizel atıklar, tespit edilmiş olan dokuz plaj bölgesinde 100'er metre sahil çizgisi boyunca toplanmıştır. Plajların karakteristik özelliklerinin tespiti amacı ile örnekleme öncesi gerekli ölçümler-ışaretlemeler, GPS nokta kayıtları ve bölgedeki muhtemel kirletici kaynaklarının gözlemi-kaydı yapılmıştır (Tablo 3-7 Plaj bölgesi karakteristiğinin tespitine yönelik değerlendirme tablosu). Vegetasyon varlığı, plajların karasal alandaki son noktası kabul edilmiştir. Plaj içerisinde yalnızca 10 m'lik bir kısım sayısal olarak çok fazla olan sigara izmaritlerinin varlığının tespitine yönelik değerlendirmeye alınacaktır. Plajlarda bulunan 2.5 cm boydan daha büyük tüm atıklar toplanmış ve "MSFD Denizel Atıklar Değerlendirme Çalışma Grubu" tarafından oluşturulmuş atık sınıflandırma sistemine göre materyale göre (Plastik, Kauçuk, Ahşap, Metal, Cam ve Seramik) sınıflandırılmıştır Galgani ve diğ. (2013). Sınıflandırma sonrasında atıklar kullanım alanlarına göre aşağıda belirtilen 12 fonksiyonel grup altında dağıtılıp istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin analizi esnasında karasal kullanım, nokta kirletici kaynaklarına mesafe ve bölgede bulunan potansiyel kirletici unsurlar göz önünde bulundurulacaktır. Çalışma kapsamında organik atıklar değerlendirme dışında bırakılmıştır. Atıkların gruplandırılmasında kullanılan fonksiyonel kullanım grupları şunlardır:

- Tarımsal kullanıma ait atıklar
- Balıkçılık faaliyetlerine ait atıklar
- Sigara ve sigara kullanımına ait atıklar
- Evsel atıklar
- İnşaat atıkları
- Genel paketlenme malzemelerinin atıkları
- Günlük kullanım atıkları
- Tıbbi ve kişisel hijyene yönelik malzemelerin atıkları
- Endüstriye atıkları
- Kişisel kullanıma dair atıklar
- Plaj kullanıma ait atıklar

I) Tespit edilemeyen atıklar

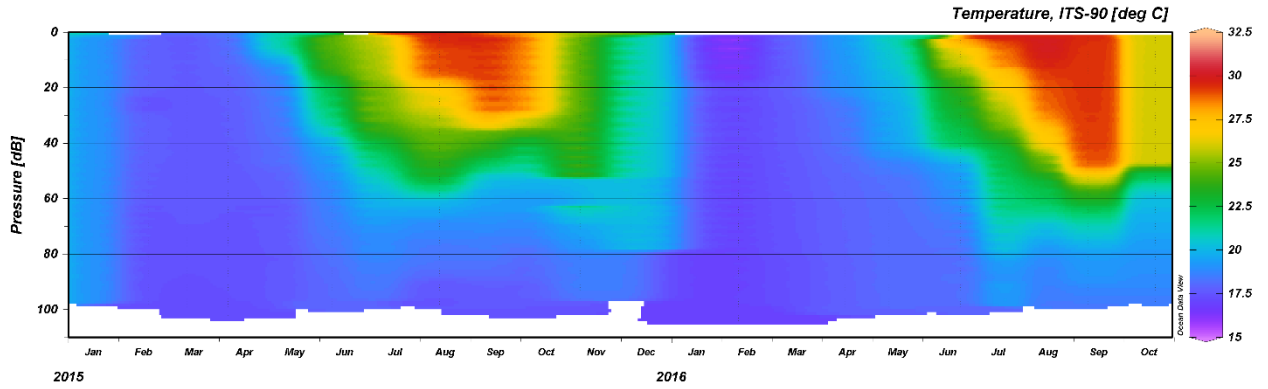
Tablo 3-7 Plaj bölgesi karakteristiğinin tespitine yönelik değerlendirme tablosu

Beach litter survey - Data Sheet		to be completed on site		METU IMS - April 2014		
Sampling Area						
Beach ID						
Beach name						
Survey information						
Date						
Time (start/end)						
Organization	METU - IMS					
Surveyor name						
Number of surveyors (minimum three!)						
Beach characteristics						
aspect						
accessibility						
weekend/holiday houses	present					
	absent					
food/drink seller	present					
	absent					
back of the beach	vegetation					
	dune					
	cliff					
	road					
	buildings					
	other					
beach width and height (in m)	at 0 m	↔				
	at 50 m	↔				
	at 100 m	↔				
Coordinates						
Coordinate system	GCS - WGS 1984					
	ID-01	N		ID-07	N	
		E			E	
	ID-02	N		ID-08	N	
		E			E	
	ID-03	N		ID-09	N	
		E			E	
	ID-04	N		ID-10	N	
		E			E	
	ID-05	N		ID-11	N	
		E			E	
	ID-06	N				
		E				

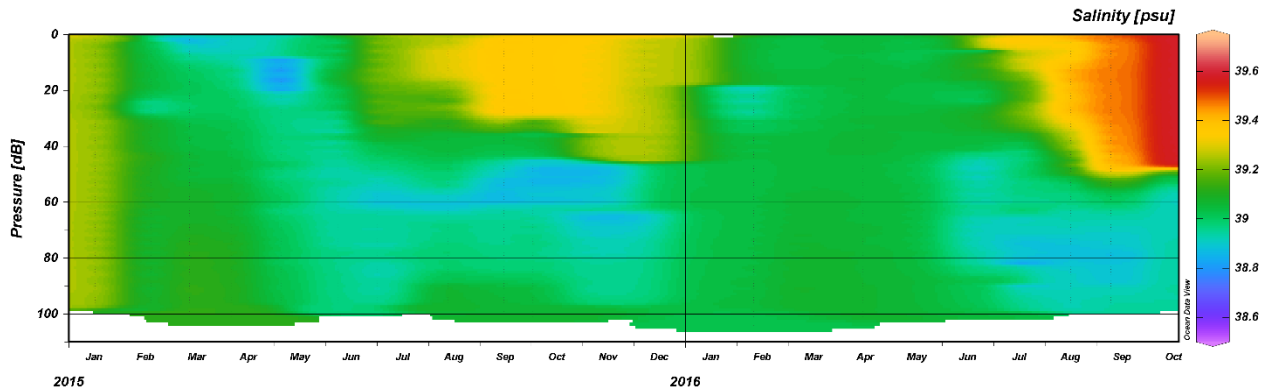
4 SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

4.1 Sıcaklıkta uzun süreli değişimler

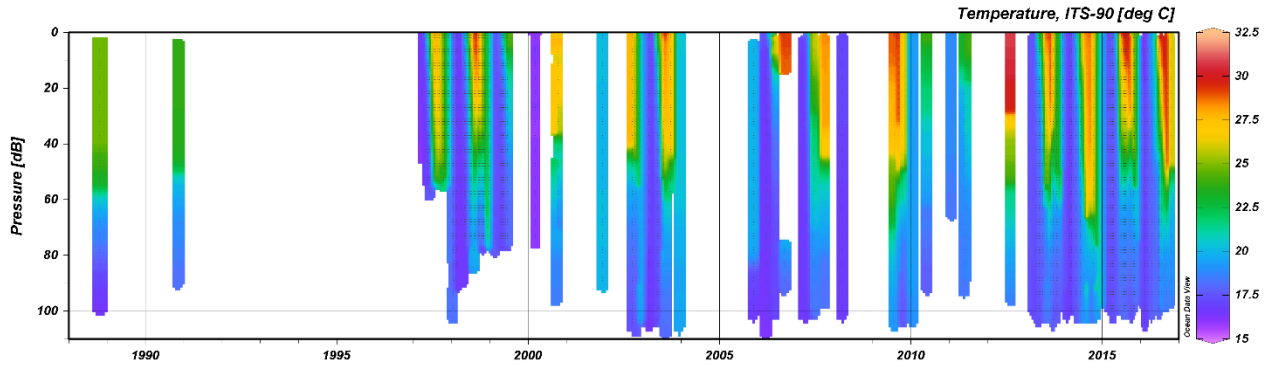
Şekil 4-1’de 100m derinlikteki istasyonda 2 yıl boyunca (2015 ve 2016) daimi yapılan ölçümlerde suyun üst tabakasının ısınmasıyla yazın tabakalaşmanın oluşması görülmektedir. Bu yıllarda en yüksek sıcaklık 32°C civarında olmuştur. Bu da Akdeniz’de en yüksek sıcaklıkların bölgemizde (Mersin ve İskenderun Körfezleri) hüküm sürdüğüne bir işarettir. Sıcaklığın 2016 yılında 2015 yılına göre daha derinlere ulaşması dikkat çekmektedir. Benzer şekilde 2016 yılında yüzey tuzluluğu da artmıştır (Şekil 4-2). Şekil 4-3’de ise 1990’lardan beri 100 m’lik istasyonda ölçülen sıcaklık değerleri gösterilmektedir. Burada da 2000’li yıllardan beri sıcaklığın arttığı gözükmeyle birlikte verilerin, Mersin Körfezinde küresel ısınmanın olup olmadığını, varsa hangi seviyelerde olduğunu kesin olarak açıklamakta yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Mersin Körfezi açık sularındaki uydu verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı da 2003’ten 2016’ya doğru yaklaşık yarım derecelik hafif bir artışa dikkat çekmektedir (Şekil 4-4). Bununla beraber, denizlerde küresel ısınmanın etkilerini anlamanın, çok uzun yıllara dayalı gözlemler sonucu kesinleşeceğini belirtmek gerekir.



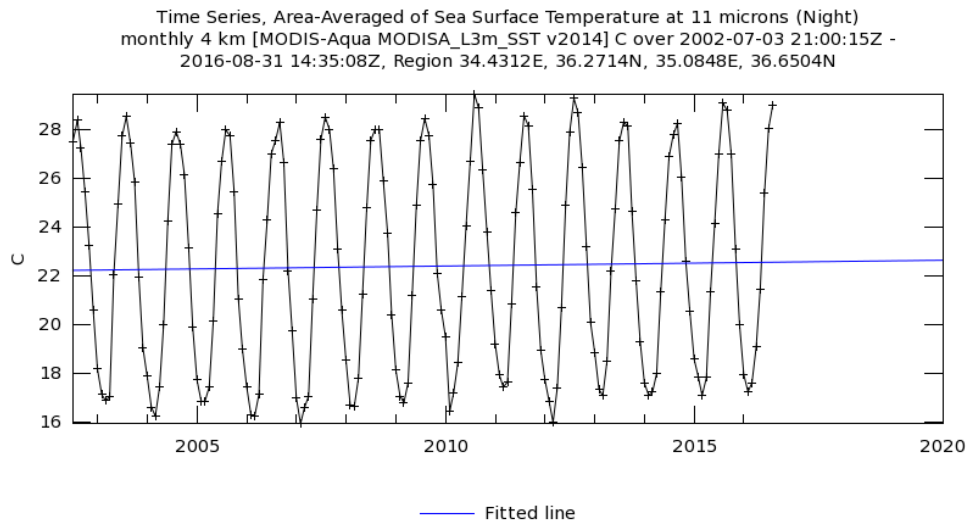
Şekil 4-1 2015 ve 2016 yıllarında Mersin Körfezindeki 100 m derinlikteki istasyonda su kolonu boyunca ölçülen sıcaklık dağılımı



Şekil 4-2 2015 ve 2016 yıllarında Mersin Körfezindeki 100 m derinlikteki istasyonda su kolonu boyunca ölçülen tuzluluk dağılımı



Şekil 4-3 1990'lerden günümüze Mersin Körfezindeki 100 m derinlikteki istasyonda su kolunu boyunca uzun döneme ait sıcaklık dağılımı



- Selected date range was 2002-Jun - 2016-Aug. Title reflects the date range of the granules that went into making this result.

Şekil 4-4 Mersin Körfezi açık sularında uydu verilerine göre aylık sıcaklık dağılımı. 2003'ten 2016'ya doğru yaklaşık yarım derecelik hafif bir artış dikkat çekmektedir

4.2 2015/2016'daki Fiziksel ve Kimyasal Ölçümler

4.2.1 Temel Oşinografik Parametreler

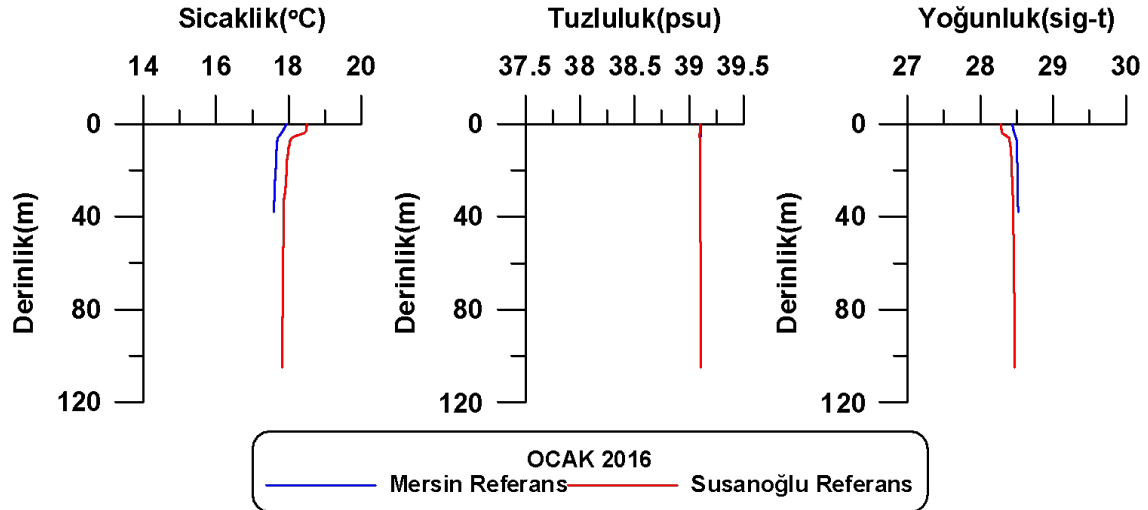
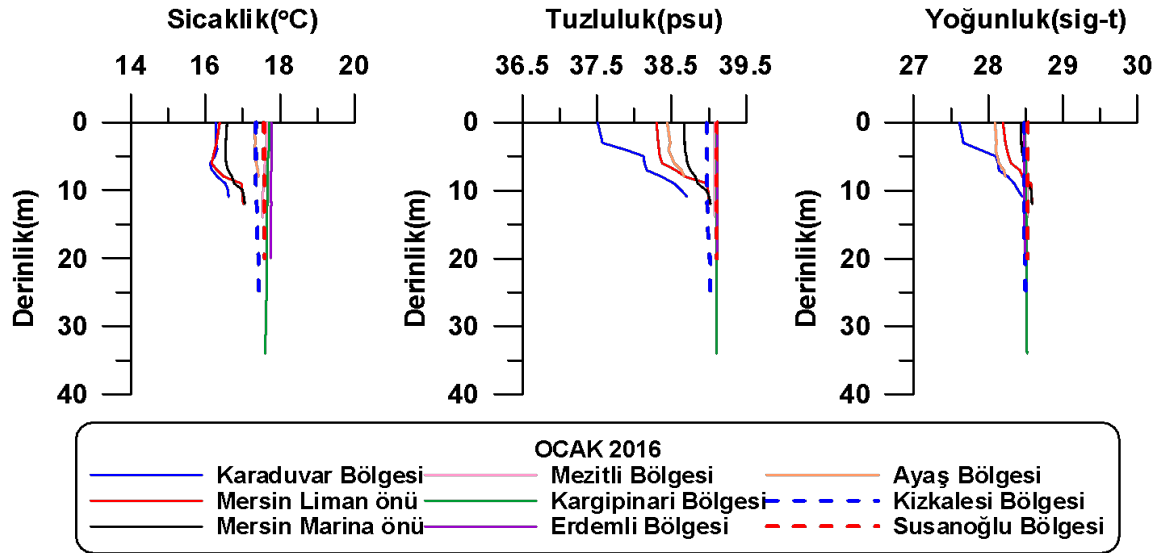
Yaz ve kış döneminde ölçüm yapılan istasyonlardaki fiziksel parametreler yüzey suyununda (

Tablo 4-1) ve bu parametrelerin derinlik ile değişimleri (Şekil 4-5) aşıağıda verilmiştir.

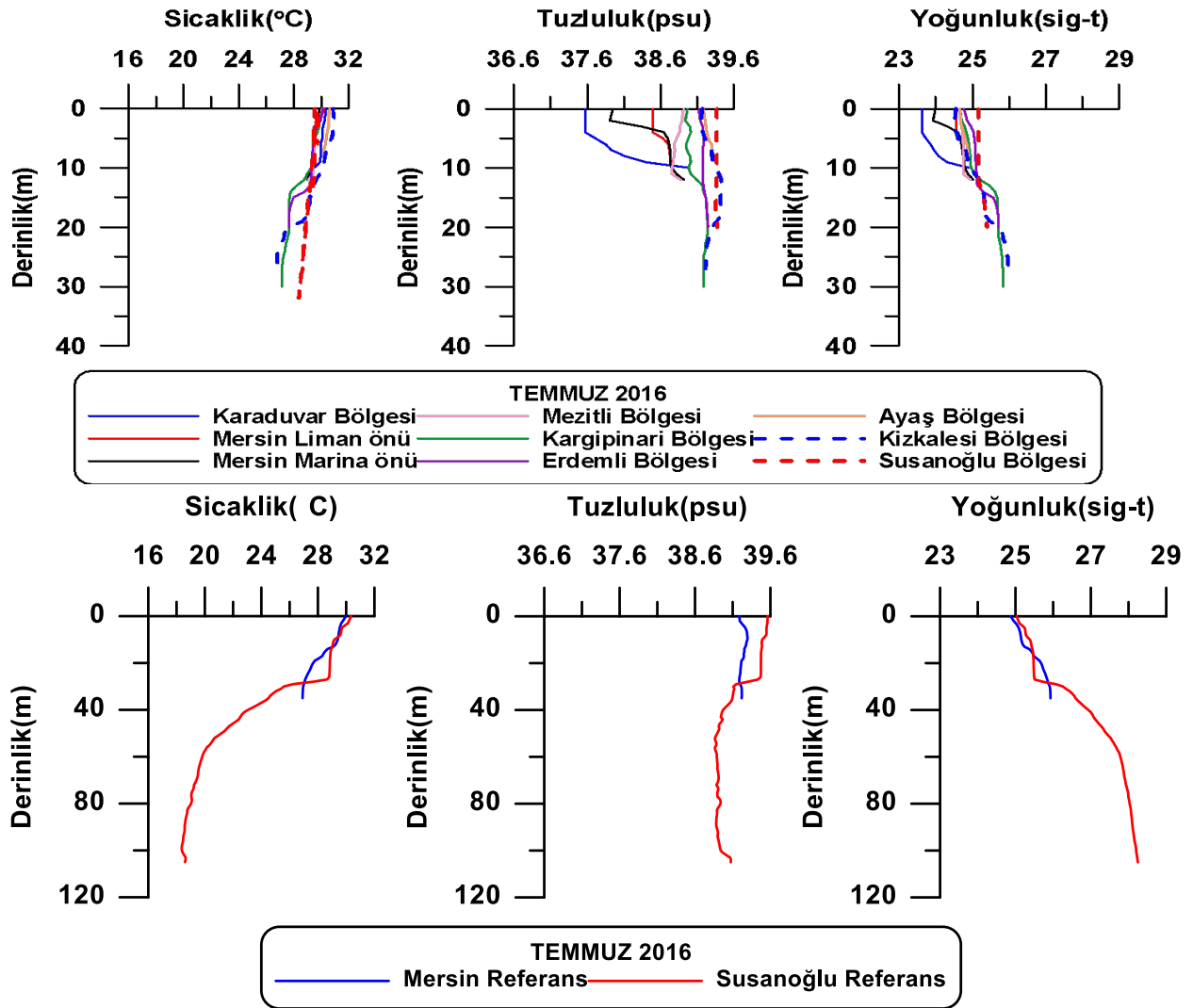
Tablo 4-1 Yaz ve kış döneminde ölçüm yapılan istasyonlardaki parametrelerin yüzey sularında almış olduğu değerler

İstasyon adı	(2016 yılı) Tarih	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (psu)	Yoğunluk (sigma-t)	Çözülmüş Oksijen (mg/L)	Seki Derinliği (m)
Kış dönemi						
Karaduvar	29 Ocak	16.28	37.51	27.61	8,24	4,0
Mersin Liman önü	29 Ocak	16.39	38.30	28.19	8,17	3,5
Mersin Referans	29 Ocak	17.94	39.11	28.44	7,75	8,5
Mersin Marina önü	29 Ocak	16.59	38.67	28.44	8,26	4,0
Mezitli Bölgesi	29 Ocak	17.66	39.08	28.49	8,25	5,0
Kargıpınarı Bölgesi	29 Ocak	17.70	39.10	28.49	7,71	12,0
Erdemli Bölgesi	29 Ocak	17.77	39.11	28.48	7,57	9,0
Ayaş Bölgesi	28 Ocak	17.31	38.45	28.09	7,95	9,0
Kızkalesi Bölgesi	28 Ocak	17.36	38.97	28.48	7,63	13,0
Susanoğlu Bölgesi	28 Ocak	17.58	39.11	28.53	7,64	15,0
Susanoğlu Referans	28 Ocak	18.51	39.10	28.29	7,48	11,5
Yaz dönemi						
Karaduvar	27 Temmuz	30.37	37.57	23.62	7,84	2,0
Mersin Liman önü	27 Temmuz	30.25	38.49	24.55	7,49	2,0
Mersin Referans	27 Temmuz	29.98	39.19	24.88	6,69	18,0
Mersin Marina önü	27 Temmuz	29.87	37.95	23.98	7,37	4,0
Mezitli Bölgesi	27 Temmuz	30.06	38.92	24.65	6,62	12,0
Kargıpınarı Bölgesi	27 Temmuz	30.13	38.97	24.66	6,66	9,0
Erdemli Bölgesi	27 Temmuz	30.13	39.11	24.77	6,74	11,0
Ayaş Bölgesi	26 Temmuz	30.58	39.19	24.67	6,82	7,5
Kızkalesi Bölgesi	26 Temmuz	30.88	39.17	24.55	6,80	18,0
Susanoğlu Bölgesi	26 Temmuz	29.54	39.37	25.16	6,70	17,0
Susanoğlu Referans	26 Temmuz	30.35	39.56	25.03	6,60	27,0

(A)



(B)



Şekil 4-5 2016 yılında Mersin Körfezinde ölçüm yapılan istasyonlardaki sıcaklık, tuzluluk ve su yoğunluğu derinlik profilleri (A) Kış, (B) Yaz dönemi

4.2.2 Besin elementleri ve Klorofil-a

Mersin Körfezinde yaz ve kış döneminde yapılan ölçümlerde bulunan besin elementleri ve klorofil-a konsantrasyonları Tablo 4-2’de verilmiştir.

4.2.1 Fekal koliform

Yaz ve kış döneminde yapılan fekal koliform bakteri ölçümlerinde yaz döneminde sadece Mersin Limanı’nda fekal koliforma rastlanmıştır. Ölçülen örnekte fekal koliform miktarı 3000 FC/L olarak bulunmuştur. Yazın diğer istasyonlarda başka fekal koliforma rastlanmamıştır. Kış döneminde hiçbir istasyonda fekal koliforma rastlanmamıştır.

4.2.2 Toplam çok halkalı aromatik petrol hidrokarbonları

Yaz döneminde sediman ve deniz suyunda yapılan ölçümlerde bulunan toplam çok halkalı hidrokarbon (PAH) analizlerinde bulunan değerler Tablo 4-3’de verilmiştir.

Tablo 4-2 2016 yılında Mersin Körfezinde ölçüm yapılan istasyonlarda yüzey sularında bulunan besin elementi ve klorofil-a konsantrasyonları

İstasyon adı	TP (µM)	PO ₄ (µM)	NO ₃ +NO ₂ (µM)	NO ₂ (µM)	Si (µM)	NH ₄ (µM)	Chl- <i>a</i> (µg/L)
Kış Dönemi							
Karaduvar	0,33	0,08	3,11	0,15	4,63	4,38	0,76
Mersin Liman önü	0,26	0,11	3,05	0,16	5,52	3,16	0,43
Mersin Referans	0,15	0,06	0,33	0,02	0,71	0,62	0,43
Mersin Marina önü	0,29	0,11	2,70	0,17	5,95	2,51	0,71
Mezitli Bölgesi	0,16	0,07	2,40	0,14	5,58	1,60	0,69
Kargıpınarı Bölgesi	0,14	0,04	0,24	0,03	0,62	1,12	0,12
Erdemli Bölgesi	0,11	0,04	0,15	0,02	0,60	0,90	0,12
Ayaş Bölgesi	0,14	0,04	0,75	0,02	0,76	1,01	0,13
Kızılkalesi Bölgesi	0,11	0,04	0,21	0,03	0,64	0,75	0,12
Susanoğlu Bölgesi	0,11	0,04	0,22	0,02	0,63	0,74	0,09
Susanoğlu Referans	0,12	0,06	0,29	0,07	1,85	0,86	0,18
Yaz Dönemi							
Karaduvar	0,45	0,30	0,19	0,03	1,86	0,97	0,13
Mersin Liman önü	0,32	0,10	0,19	0,03	2,60	1,02	2,56
Mersin Referans	0,19	0,07	0,16	0,03	0,87	0,93	0,09
Mersin Marina önü	0,35	0,24	0,15	0,02	2,51	0,50	1,45
Mezitli Bölgesi	0,20	0,06	0,17	0,03	0,77	1,01	0,13
Kargıpınarı Bölgesi	0,17	0,04	0,12	0,03	0,78	0,64	1,82
Erdemli Bölgesi	0,21	0,07	0,18	0,04	0,65	0,66	0,32
Ayaş Bölgesi	0,20	0,03	0,20	0,04	1,23	0,87	0,04
Kızılkalesi Bölgesi	0,19	0,04	0,36	0,06	1,14	0,61	0,19
Susanoğlu Bölgesi	0,20	0,04	0,65	0,09	1,66	0,84	0,06
Susanoğlu Referans	0,18	0,02	0,12	0,02	1,14	0,31	0,16

Tablo 4-3 Mersin Körfezinde yaz döneminde yapılan ölçümlerde bulunan toplam çok halkalı hidrokarbon (PAH) miktarları

İstasyon adı	(2016 yılı) Tarih	Deniz suyu toplam PAH miktarı (µg/L)	Sedimanda toplam PAH miktarı (µg/g)
Karaduvar	27 Temmuz	0,179	1,396
Mersin Liman önü	27 Temmuz	0,111	4,616
Mersin Referans	27 Temmuz	0,060	3,959
Mersin Marina önü	27 Temmuz	0,171	2,927
Mezitli Bölgesi	27 Temmuz	0,103	1,796
Kargıpınarı Bölgesi	27 Temmuz	0,072	1,677
Erdemli Bölgesi	27 Temmuz	0,062	2,671
Ayaş Bölgesi	26 Temmuz	0,187	0,219
Kızkalesi Bölgesi	26 Temmuz	0,375	1,849
Susanoğlu Bölgesi	26 Temmuz	0,109	3,059
Susanoğlu Referans	26 Temmuz	0,082	1,218

4.2.3 İz metaller

Tablo 4-4 Mersin Körfezinde yaz döneminde yapılan ölçümlerde bulunan iz metal konsantrasyonları

İstasyon adı	Al (g/kg)	Cr (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (g/kg)	Co (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Hg (µg/kg)	Pb (mg/kg)
Karaduvar	32,74	166,23	769,55	34,13	30,36	275,52	11,62	60,29	0,15	10,30	11,90
Mersin Liman önü	48,21	161,81	556,35	35,09	24,64	293,59	25,14	83,56	0,33	12,82	15,85
Mersin Referans	57,44	153,45	560,48	37,56	21,52	198,69	27,56	92,79	0,26	11,98	20,01
Mersin Marina önü	37,86	185,34	588,94	34,19	28,80	335,55	37,59	79,82	0,22	14,32	18,22
Mezitli Bölgesi	22,24	170,42	655,77	28,68	26,70	371,30	11,54	55,70	0,12	11,69	11,49
Kargıpınarı Bölgesi	36,27	202,24	651,02	38,23	34,48	465,02	17,82	62,26	0,13	9,06	12,43
Erdemli Bölgesi	35,97	216,86	650,14	37,91	35,26	409,88	18,80	63,57	0,14	11,73	10,37
Ayaş Bölgesi	25,67	290,45	665,93	33,46	24,44	222,39	11,44	44,56	0,10	8,86	3,63
Kızkalesi Bölgesi	26,59	176,51	500,90	28,97	25,22	320,45	16,16	59,72	0,15	12,07	8,84
Susanoğlu Bölgesi	40,59	140,29	492,63	31,06	20,96	204,98	20,92	73,05	0,20	11,69	15,65
Susanoğlu Referans	16,01	89,13	181,21	13,78	9,11	116,10	10,30	40,46	0,18	11,32	6,46

4.2.4 Değerlendirmeler

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde fiziksel parametrelerin değerleri mevsim normallerinde bulunmuştur. Seki disk ölçümlerinde, suyun ışık geçirgenliği miktarı, Karaduvar ve Mersin Limanı'ndaki istasyonlarda en düşük değerleri alırken, batıya doğru gidildikçe değerler artmış olup, özellikle Mersin şehir içindeki istasyonlarda suyun bulanıklığının yüksek olduğunu göstermiştir. Çözünmüş oksijen miktarları su kolonunun karışmasıyla kışın daha yüksek ölçülürken bu değerler Akdenizin tipik mevsimsel

değerleridir. Kimyasal parametreler bölgesel olarak değişkenlik göstermektedir. Özellikle Mersin'in doğusunda Karaduvar ve Mersin Limanı'nda ölçülen değerler nehirlerin etkisiyle diğer istasyonlara göre daha yüksek seviyededir. Özellikle kıyıya yakın istasyonlardaki yüksek silikat değerleri Mezitli'ye kadar olan bölgenin nehir etkisinde olduğunu göstermiştir. Özellikle Karaduvar bölgesinde kışın ölçülen yüksek amonyum (NH₄) miktarı bu bölgedeki arıtma tesisinin bölgedeki etkisini göstermektedir.

Ölçüm yapılan istasyonların sadece bir tanesinde, Mersin Liman önü, fekal koliform bakterilerine rastlanmıştır. Bu o bölgenin göreceli iç körfez olarak kalarak su değişiminin düşük seviyede olduğunu ve o bölgedeki noktasal kirlenmenin göstergesidir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından hazırlanan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (Resmi Gazete 28483, 2012) doğrultusunda yüzeysel su kütlelerinin trofik seviyeleri ve yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri belirlenmiştir. Bu değerlendirmede Tablo 4-5 verilen kriterler göz önüne alınmıştır ve uzman görüşlerine buna eklenmiştir.

Tablo 4-5 Kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
İletkenlik (µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
Renk	RES 436 nm: 1.5 RES 525 nm: 1.2 RES 620 nm: 0.8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2.4 RES 620 nm: 1.7	RES 436 nm: 4.3 RES 525 nm: 3.7 RES 620 nm: 2.5	RES 436 nm: 5 RES 525 nm: 4.2 RES 620 nm: 2.8
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L) ^a	> 8	6-8	3-6	< 3
Oksijen doygunluğu (%) ^a	90	70-90	40-70	< 40
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOl) (mg/L)	< 25	25-50	50-70	> 70
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20
(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	< 0,2	0,2-1	1-2	> 2
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65
(C) İz Elementler (Metaller)				
Cıva (µg Hg/L)	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2
Kadmiyum (µg Cd/L)	≤ 2	2-5	5-7	> 7
Kurşun (µg Pb/L)	≤ 10	10-20	20-50	> 50
Bakır (µg Cu/L)	≤ 20	20-50	50-200	> 200
Nikel (µg Ni/L)	≤ 20	20-50	50-200	> 200
Çinko (µg Zn/L)	≤ 200	200-500	500-2000	> 2000
(D) Bakteriolojik Parametreler				
Fekal koliform (EMS/100 mL)	≤ 10	10-200	200-2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	≤ 100	100-20000	20000-100000	> 100000
Tehlikeli maddeler	Tehlikeli maddeler ve bu tabloda verilmeyen diğer kirleticiler konuyla ilgili ülke envanteri (referans değerler) oluşturulduktan sonra, 1 Ocak 2015'den itibaren değerlendirilecektir.			

Bu değerlendirmenin ardından her istasyona yukarıda verilen kriterler doğrultusunda bir sınıf belirlenecektir. Bu sınıflar yönetmeliğe göre şu şekilde ayrılmıştır;

Sınıf I - Yüksek kaliteli su;

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yüzeysel sular,
- 2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
- 3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

Sınıf II - Az kirlenmiş su;

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yüzeysel sular,
- 2) Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

Sınıf III - Kirlenmiş su;

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

Sınıf IV - Çok kirlenmiş su;

Sınıf III için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yüzeysel sular.

Kıta içi yüzeysel su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri ölçülen değerlere göre değerlendirildiğinde özellikle besin elementleri yönünden Mersin Körfezi kıyı suları büyük ölçüde 1. sınıf su kalitesi içerisinde yer almaktadır. Fakat bu değerlendirme tüm parametreler bazında (deniz suyunda metaller, BOD, COD vs.) yapılmadığından nihai sonuç olarak bütün bu su kütlelerini 1. sınıf olarak sınıflamak yanıltıcı olabilir. Bu yüzden hali hazırda mevcut olan diğer değerlendirme metotları ile de bu su kütleleri değerlendirilerek daha sağlıklı bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda, her istasyon bakanlık tarafında belirlenen ötrofikasyon kriterlerine göre de değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede göz önünde bulundurulmuş kriterler (Tablo 4-6) ve bu kriterler sonucunda ortaya çıkacak su kalitesi sınıfı aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 4-6 Akdeniz kıyı ve geçiş suları ötrofikasyon kriterleri

Su Kalitesi Sınıfı	ÇİN (µg/l)	TP (µg/l)	Chl a (µg/l)	Seki Disk(m)
Oligotrofik	<20	<10	<0.4	>10
Mezotrofik	20-100	10-20	0.4-2	>3-10
Ötrofik	100-200	>20-30	>2-4	1.5-3
Hipertrofik	>200	>30	>4	<1.5

Yapılan değerlendirme sonucunda bulunan veriler

Tablo 4-7’de görüldüğü üzere farklı istasyonlar bazında su kalitesi sınıflarına göre ayrılmıştır. Bu bulgular ışığında en doğuda yer alan Karaduvar ve Mersin Liman önü istasyonu ötrofik (besin tuzları tarafından zenginleşmiş) görülmektedir. En batıda yer alan Susanoğlu istasyonunda ise durum Akdenizin açık deniz sularına benzer şekilde oligotrofik olarak sınıflandırılmıştır Mersin Körfezinde doğudan batıya gidildikçe su kalitesinde artış olduğu görülmüştür. Özellikle Karaduvar ve Mersin Limanı bölgesindeki su kalitesi diğer istasyonlara göre daha düşük seviyede bulunmuştur.

Tablo 4-7 Mersin Körfezinde ölçüm yapılan istasyonların Akdeniz kıyı ve geçiş suları ötrofikasyon kriterlerine göre sınıflandırılması

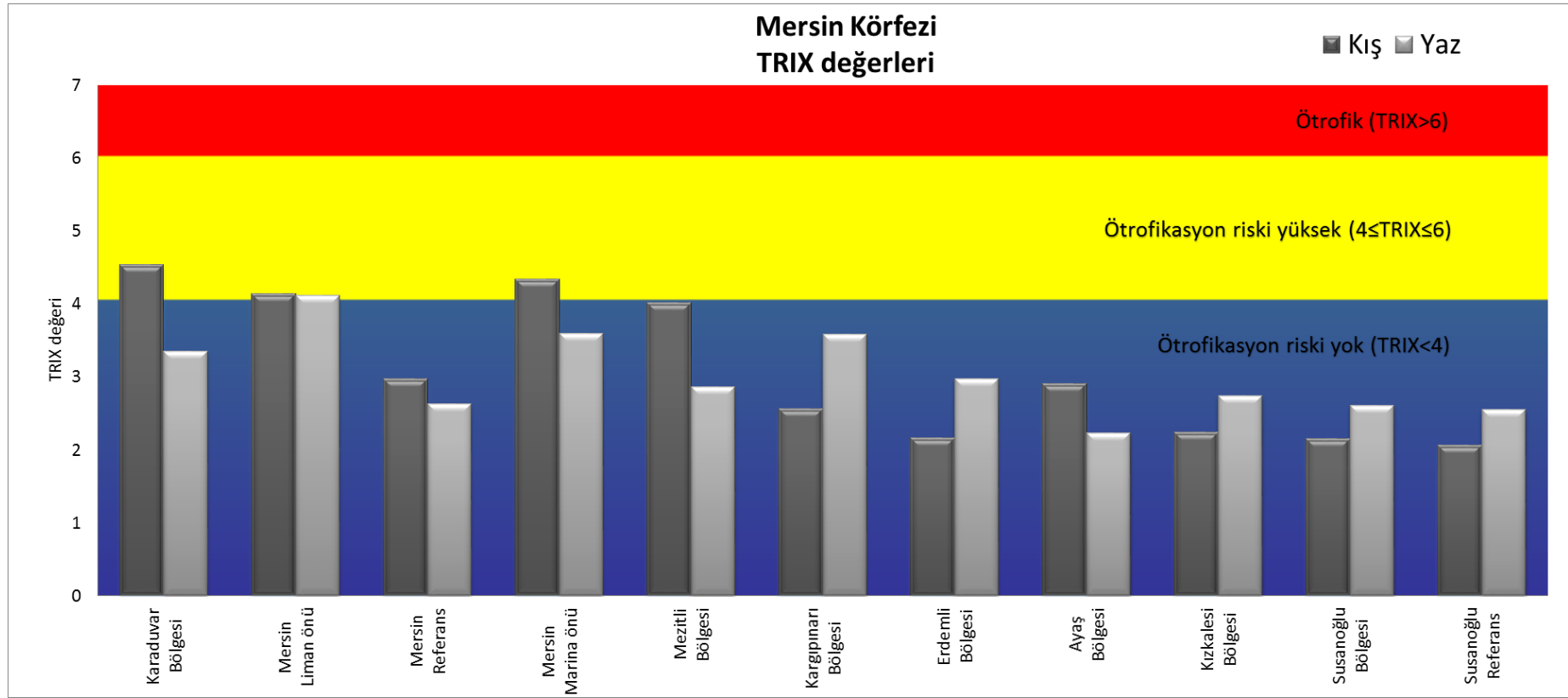
İstasyon adı	ÇİN (µg/l)	TP (µg/l)	Chl a (µg/l)	Seki Disk(m)	SONUÇ
Karaduvar	38,0	0,45	0,13	2,0	Ötrofik
Mersin Liman önü	38,9	0,32	2,56	2,0	Ötrofik
Mersin Referans	34,0	0,19	0,09	18,0	Mezotrofik
Mersin Marina önü	25,2	0,35	1,45	4,0	Mezotrofik
Mezitli Bölgesi	36,5	0,20	0,13	12,0	Mezotrofik
Kargıpınarı Bölgesi	24,5	0,17	1,82	9,0	Mezotrofik
Erdemli Bölgesi	31,3	0,21	0,32	11,0	Mezotrofik
Ayaş Bölgesi	37,3	0,20	0,04	7,5	Mezotrofik
Kızkalesi Bölgesi	49,9	0,19	0,19	18,0	Mezotrofik
Susanoğlu Bölgesi	85,3	0,20	0,06	17,0	Mezotrofik
Susanoğlu Referans	18,5	0,18	0,16	27,0	Oligotrofik

Bu değerlendirmelerin yanında kıyı sularda ötrofikasyon durum tespitine yönelik yapılan kanitatif sınıflamanın subjektif değerlendirmelerden kaçınarak yapılabilmesi için ötrofikasyon göstergesi kimyasal parametreleri içeren, çok parametrelili (multi-metric) trofik indeksi (TRIX) formüle edilmiştir. İlk aşamada İtalyan kıyı suları (Adriatik) için geliştirilen ve uygulanan TRIX, 0-10 aralığında kıyısız deniz bölgesi sularının trofik durumunun sınıflandırması (karakterizasyonu) için yaygın kullanılan bir indekstir.

Bu çalışma için hesaplanan TRIX değerlerine göre; yaz döneminde hemen hemen bütün istasyonlar, kış döneminde de Karaduvar ve Marina önü hariç olmak üzere ölçüm yapılan istasyonların TRIX değerleri ötrofikasyon riski olmayan bölgede yer almaktadır (Şekil 4-6).

Genel olarak değerlendirme yapıldığı zaman Mersin Körfezi kıyı suları Akdenizin oligotrofik özelliklerini yansıttığı görülmüştür. Besin elementleri açısından tehlike arz edecek bir duruma rastlanmamıştır. Hem trofik değerlendirme hem de TRIX indeksi değerlendirmesinde görüldüğü üzere Karaduvar ve Mersin Liman bölgesi Mersin Körfezinin en kötü su değerlerinin alırken, batıya doğru gidildikçe su kütlesinde iyileşme görülmektedir.

Ağır metallerin sedimanlardaki konsantrasyonları hakkında Türkiye’de bakanlık tarafından uygulanan bir yönetmelik bulunmamaktadır. Avrupa ülkelerinde farklı eşik değerler konulmuş olup, Türkiye’de bu durum şu anda taslak aşamasındadır. Yakın gelecekte bu değerler daha kapsamlı ve hassasiyetle değerlendirilecektir. Bu yüzden bu aşamada sedimanda bulunan bu metal konsantrasyonları Avrupada kullanılan eşik değerler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre Ni miktarları bu eşik değerlerin üzerinde görülürken, Cd açısından da Mersin Liman bölgesinde bir zenginleşmeden söz edilebilir. Organik karbon kirleticiler açısından da durum benzer şekilde, ülkemiz kıyı bölgeleri için sedimandaki değerlendirme kriterleri taslak aşamasında, Avrupada bazı ülkelerin koymuş olduğu eşik değerlere göre değerlendirilmiştir. Bu değerlere göre Mersin Körfezindeki değerler bu sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Şekil 4-6 Mersin Körfezi içerisinde yer alan istasyonların yaz ve kış dönemlerine ait olan TRIX değerleri

4.3 Modelleme Çalışması

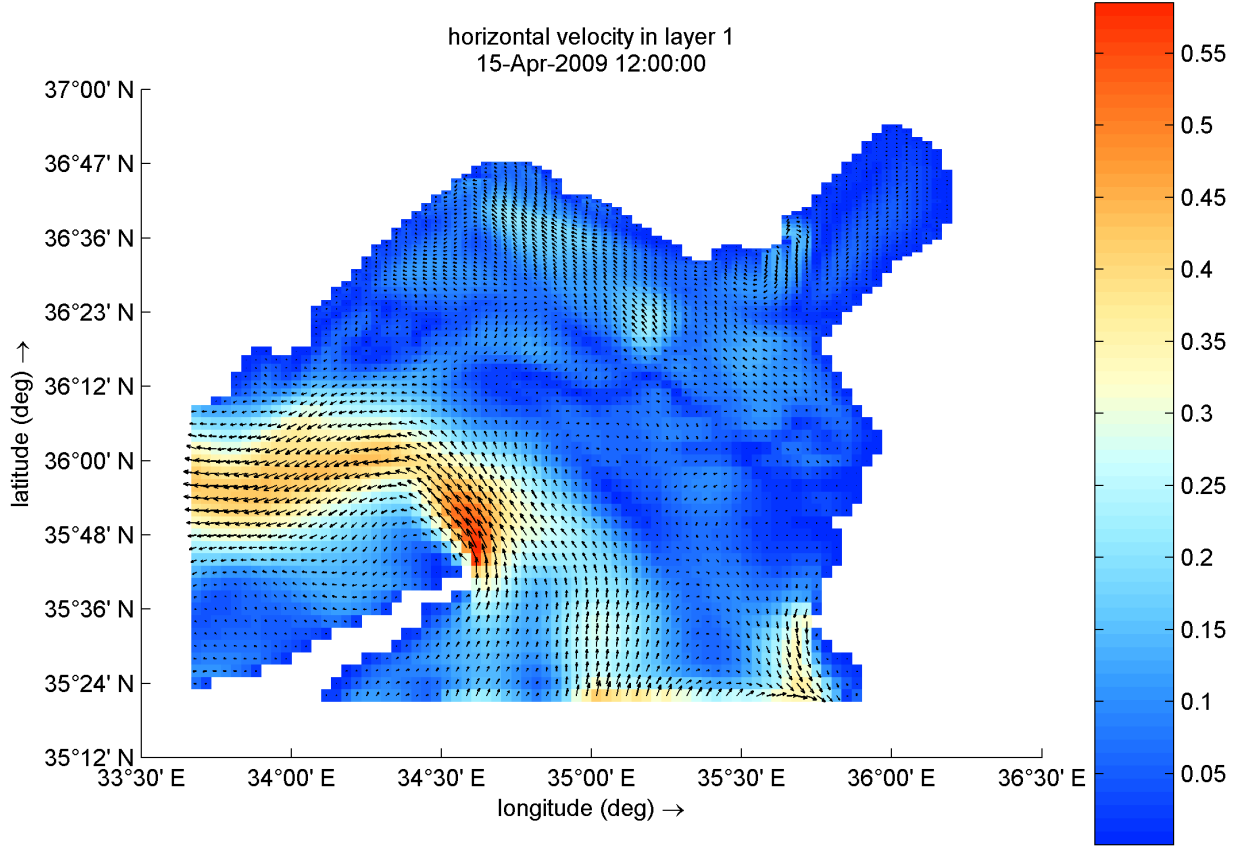
4.3.1 Önbilgi

ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından yürütülen modelleme çalışmalarında Mersin Körfezi geniş bölge alıcı ortamına üçboyutlu birleşik hidrodinamik ve ekosistem modelleri uygulanmıştır. Bu uygulamalarda amaçlanan, bu alıcı ortamın günümüzdeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının anlaşılmasını sağlamak ve ileride gerçekleşebilecek çevresel değişimlere verecekleri tepkilerin öngörülmesine olanak sağlayacak araçlar geliştirmektir. Ayrıca bu amaç doğrultusunda, Mersin körfezi için geliştirilen, bölgenin 2020, 2030 ve 2040 yıllarındaki kirlilik yüklerini öngören senaryolar uygulanacaktır. Körfezin kara kökenli kirleticiler tarafından ötrofikasyona maruz kaldığı bilinmektedir ve kirletici miktarlarındaki olası değişikliklerin bu ortamlardaki su kalitesine nasıl yansıtılacağına anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Model uygulaması için model yapısının oluşturulması, Akdeniz sularına uyarlanması ve girdileri oluşturacak verilerin oluşturulması ODTÜ-DBE'nin yürüttüğü geçmiş projelerden sağlanmıştır. Yeni ve güncel veri toplanması ile model daha sağlıklı hale getirilebilir. Üçboyutlu ekosistem model çalışması için kimyasal ve biyolojik değişkenlerin hem yıl içerisindeki mevsimsel döngülerini hem de coğrafik dağılımlarını doğru bir şekilde temsil edebilmek gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle çalışılan bölgelerin fiziksel yapısını doğru bir şekilde aktarabilecek üç boyutlu akıntı modelleri oluşturulmuştur. İlk olarak, hem ekosistem hem de akıntı modelinde kullanılacak olan grid ve batimetri hazırlanmıştır. Modellerin yatay ve dikey çözünürlükleri ve kullanılacak hesaplama zaman aralıkları çalışılan bölgenin fiziksel yapısına uygun olarak seçilmiştir. Modellerin başlangıç ve açık sınır koşullarını oluşturmak için proje kapsamında yürütülen seferlerde toplanan CTD verilerinden, akıntı modelinde kullanılan rüzgar yönü ve rüzgar şiddeti girdileri için SEAWINDS uydu veri setinden, modellerdede sıcaklığın hesaplanması için kullanılan ısı akısı modeli "OCEAN Heat Flux Model" girdilerini oluşturacak olan hava sıcaklığı, bağıl nem, bulutluluk, buharlaşma ve yağış gibi parametreler için ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecast) global atmosferik model çıktılarından oluşturulan ERA-Interim veri setinden faydalanılmıştır. Ayrıca çalışılan bölgenin tuzluluk ve sıcaklık dağılımlarında etkili olan ve dahası ekosistem modelinde karasal kirlilik taşıyıcıları olduklarından, tatlısu girdileri, nehirler ve kentsel atıksu deşarjları olmak üzere akıntı modeline dahil edilmişlerdir. Nehir ve deşarj girdisi verileri için DSİ Akım Gözlem İstasyonları'ndan elde edilen uzun yıllar aylık ortalama verilerinden, proje kapsamında elde edilen verilerden ve önceki yıllarda yapılmış çalışmalardan faydalanılmıştır.

Mersin Körfezi modelleme çalışmasının sonuçlarına bakıldığında kara kökenli kirleticilerin kıyı bölgelerde oldukça etkili olduğu fakat körfez açıklarında bu etkinin oluşmadığı görülmektedir. Mersin ili kentsel atıksu deşarj noktası körfeze dökülen en önemli kara kökenli kirletici kaynağıdır ve bu noktadan giren kirlilik yükü körfezin tamamını etkilemekten çok, girdiği noktada üretimi artırarak doğal yapının bozulmasına neden olmuşlardır. Ayrıca, modelleme çalışmaları sayesinde Mersin Körfezi kıyı bölgelerindeki su kalitesinin kara kökenli kirleticiler sebebiyle düştüğü, ve atıksu arıtımı konusunda ileride yapılacak iyileştirmelerin körfez ekosisteminin sağlığı açısından çok önemli olduğu açıkça ortaya konulmuştur. Geleceğe yönelik yapılacak senaryo çalışmaları ile bölgeye giren yük miktarlarındaki değişimlerin üretimin ve ekosistemi ne şekilde etkileyeceği anlaşılabilecektir.

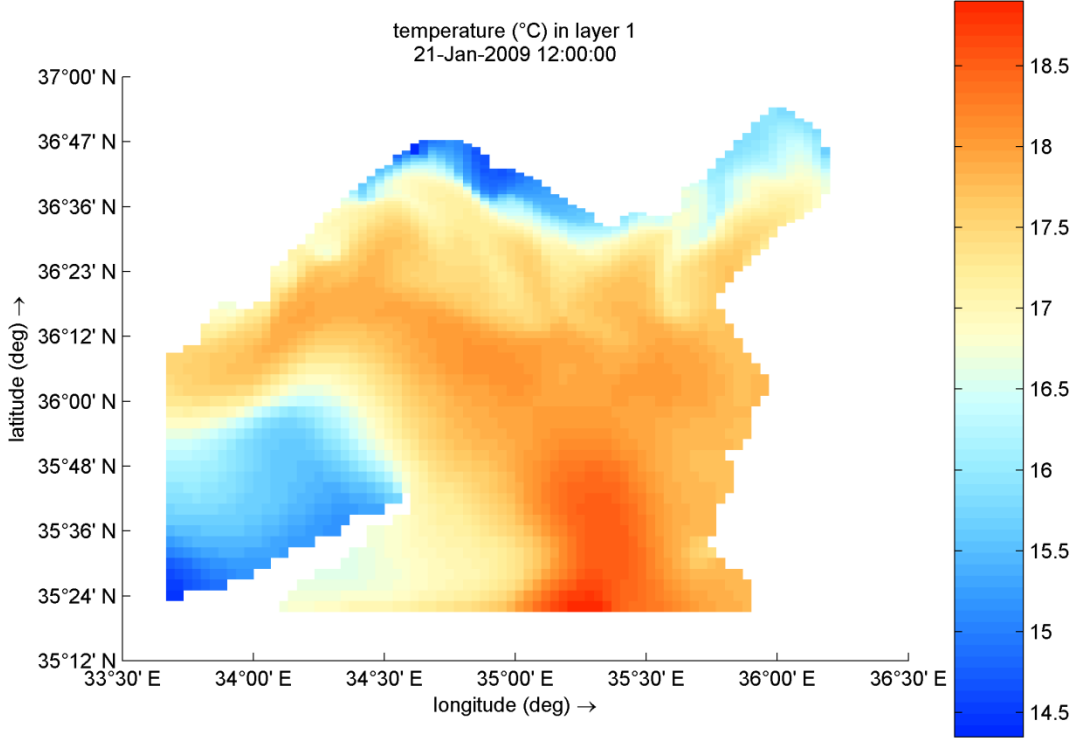
4.3.2 Mersin Körfezi Akıntı Modeli Sonuçları

2009 yılı hidrodinamik modeli belirtildiği gibi ekosistem modeli ile birlikte çalıştırılmıştır. Bu nedenle elde edilmesi amaçlanan model sonuçları, Kilikya Baseni'nin yatay düzlemdeki genel akıntı düzenini, dikeyde oluşan mevsimsel karışımları, nehir girdilerinin basen içerisinde doğru dağılımlarını yansıtmaları gerekmektedir. Şekil 4-7'de 2009 yılı sonuçlarından yüzey akıntı örneği verilmektedir. Ayrıntılı yüzey akıntı çizimleri Ek kısmında verilmiştir. Beklendiği üzere, hidrodinamik modeli, basenin sıcaklık, tuzluluk değerlerine, rüzgar girdilerine uygun biçimde, doğudan batıya doğru hareket eden su kütlesini doğal hızlarıyla yansıtmıştır. Güneyden gelen Doğu Akdeniz akıntı sistemleri, modelde görülmekte olup, Kıbrıs'ın kuzeydoğusu itibari ile batıya yönelip Kilikya Baseni'nden çıkmaktadırlar. Farklı çalışmalardan elde edilen gerek model, gerek yerinde ölçüm, gerek de uydu verileri, böyle bir sistemi desteklemektedir. Şekilde incelenmesi gereken önemli ayrıntılardan birisi de, Mersin Körfezi'nin iç akıntı yapısıdır. Körfez içerisinde de, açık sulara bağlı olarak doğudan batıya yönelen akıntılar, körfezin kıyılarına paralel fakat açıktan hareket etmektedirler. Bu sonuç, bölgenin fiziksel ve ekosistem yapısı açısından çok önemlidir. Böyle bir sistem, Mersin Körfezi'nin açık sularının Doğu Akdeniz suları ile yoğun bir şekilde etkileşimde olduğunu, dolayısıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan da açık suları temsil ettiğini göstermektedir. Bunun yanında, körfezin kıyı şeridi boyunca böyle bir akıntı sistemi gözlenememektedir. Böyle bir yapı, kıyı sularının kıyıda kalan dar alanda sıkışmasına ve kısa sürede yenilenememesine neden olmaktadır. Dolayısıyla nehir girdilerinden fazlaca etkilenen bu dar alanda ekosistem yapısı açısından çok önemli bulguları elde etmek mümkündür.

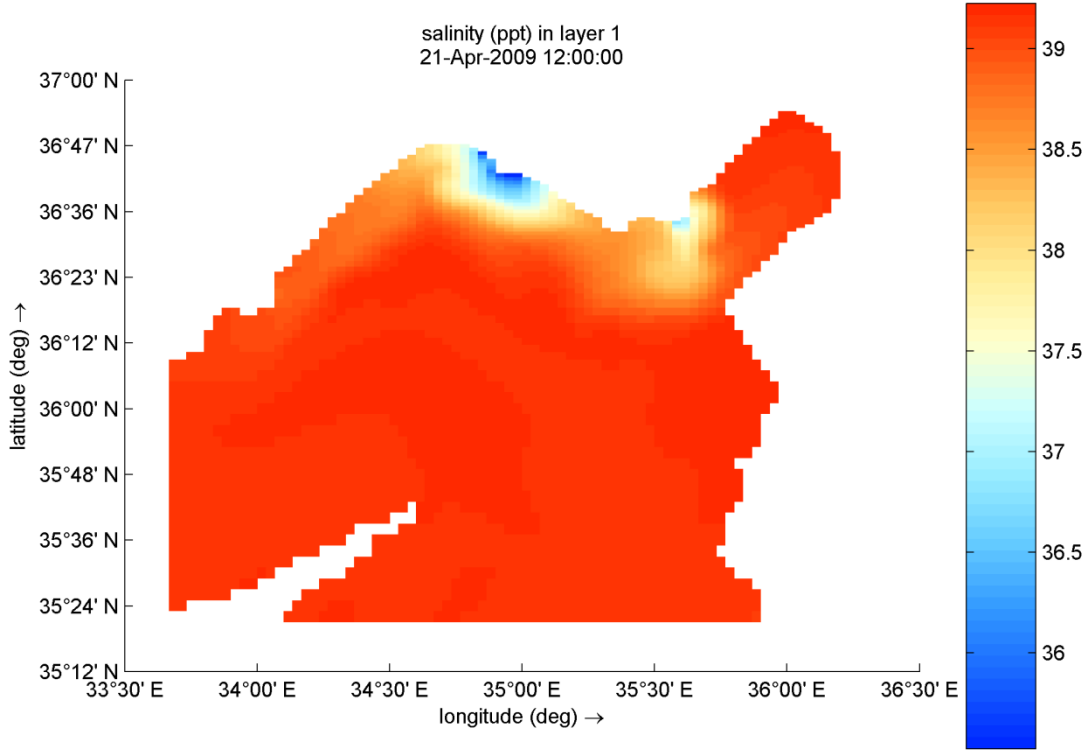


Şekil 4-7 2009 yılı yüzey akıntısı örnek model sonucu

Akıntılara benzer olarak, Mersin Körfezi, kıyı ve açık suları sıcaklık ve tuzluluk açısından da farklılık göstermektedir. Model sonuçları bu yapıyı desteklemektedir. Şekil 4-8 ve Şekil 4-9'da görüldüğü gibi, kıyı suları nehir girdilerinin etkilerine yoğun bir şekilde maruz kaldığı için tuzluluğu açık sulara göre düşüktür. Bu yapı, nehir girdilerinin en yoğun olduğu bahar aylarında çok belirgin bir yapıdadır. Kıyıların tam tersine, Mersin Körfezi'nin açık sularının tuzluluğu ise fazladır. Benzer özellikler sıcaklık için de geçerlidir. Özellikle kış aylarında Mersin Körfezi kıyı suları açık sulara göre daha soğuktur. Tuzluluğu az suların kıyıda yoğunlaşması akıntıların kıyı sularını hapsettiğini göstermektedir.



Şekil 4-8 2009 yılı yüzey suyu sıcaklığı örnek model sonucu



Şekil 4-9 2009 yılı yüzey suyu tuzluluğu örnek model sonucu

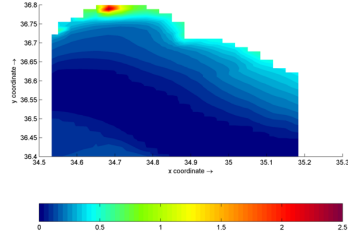
4.3.3 Ekosistem modelinin doğrulanması amacıyla Mersin körfezi doğal yapısının 2009 yılı ve uydu gözlem verisi ile karşılaştırılması

Yapılan senaryo çalışmalarıyla mevcut durumla karşılaştırmak, değişimleri görmek ve körfezin olması gerektiği referans değerleri ortaya koymak amacı ile Mersin körfezi doğal yapısı modellenmeye çalışılmıştır (Şekil 4-10, Şekil 4-11, Şekil 4-12). Bu kısımda insan etkenli kirleticilerin en düşük seviyelere ulaştığı senaryo üretilmiştir. Senaryoda mevcut girdiler, ileri arıtma seviyesinde çalıştırılan atıksu arıtma tesisi deşarjı ve tarımsal faaliyetlerden etkilenmeyen nehir girdileridir. Yağan yağmurlar ve karasal kaynaklı girdilerin azot miktarları yüksektir, fakat deniz ortamına eklenen fosfor elementi insan kaynaklıdır. İleri arıtma teknikleri ile, doğru miktarda gübre kullanımı ile yüksek miktarda fosfor girdilerinin önüne geçmek mümkündür. Dolayısıyla yapılan bu çalışmada Seyhan ve Berdan Nehirlerinin tarımsal faaliyetlerden çok etkilenmeyen bir yapıda olması sağlanmıştır. Değerler oluşturulurken, Lamas çayı referans olarak alınmıştır. Düşürülen fosfor değerleri, modelde kıyı bölgelerinin üretkenliğinde büyük düşüşlere neden olmuştur.

DOĞAL

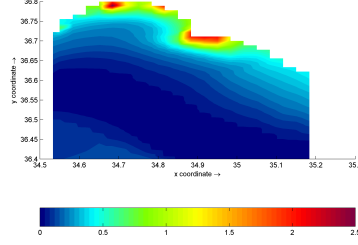
Klorofil-a (mg/m^3)

a) Şubat Doğal

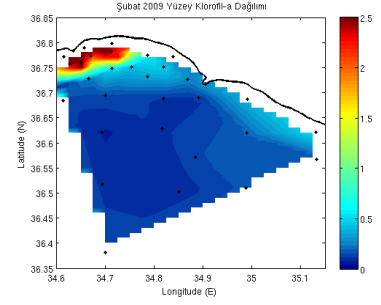


MODEL

Şubat 2009

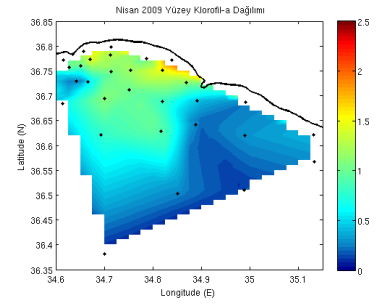
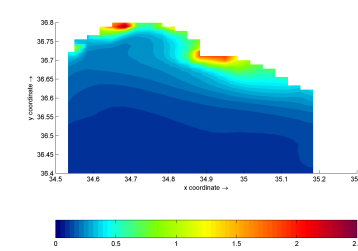
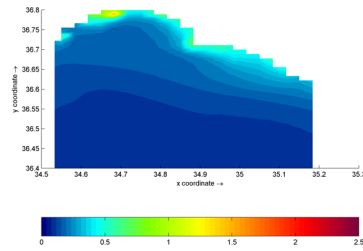


GÖZLEM



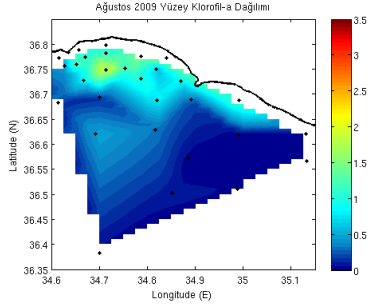
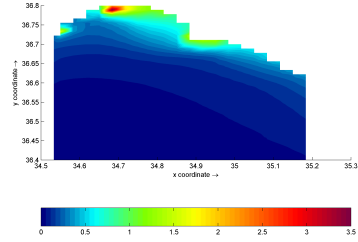
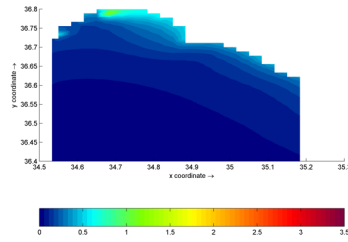
b) Nisan Doğal

Nisan 2009



c) Ağustos Doğal

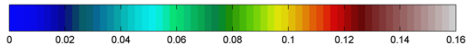
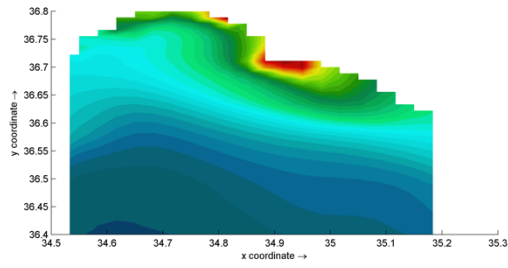
Ağustos 2009



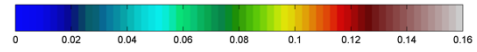
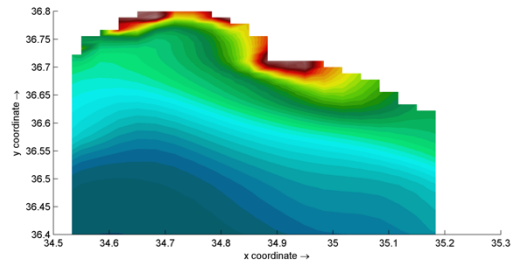
Şekil 4-10 Model doğrulama amacıyla Mersin körfezi doğal yapısının 2009 yılı ve uydu gözlem verisi ile karşılaştırılması: Klorofil-a

Toplam Azot (gN/m^3)

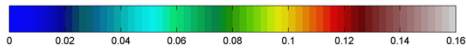
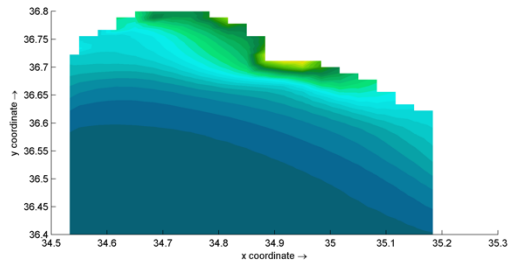
Nisan Doğal



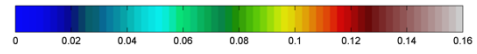
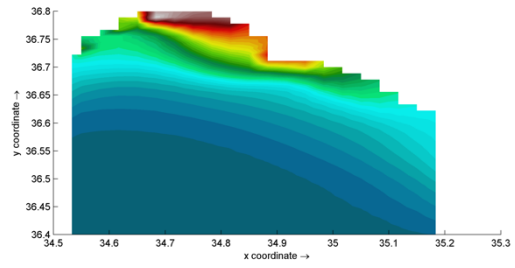
Nisan 2009



Ağustos Doğal



Ağustos 2009

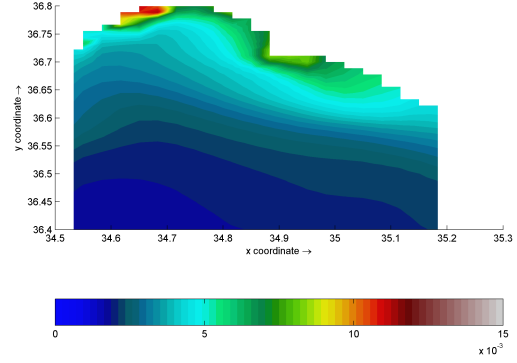
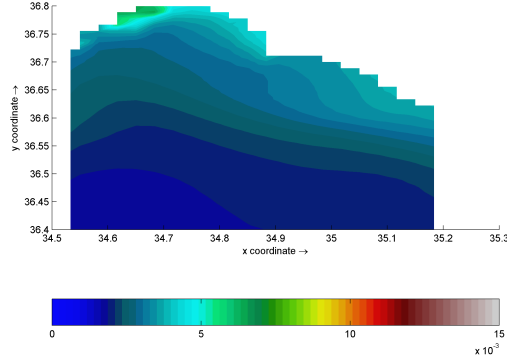


Şekil 4-11 Model doğrulama amacıyla Mersin körfezi doğal yapısının 2009 yılı ve uydu gözlem verisi ile karşılaştırılması: Toplam azot

Toplam Fosfor (gP/m³)

Nisan Doğal

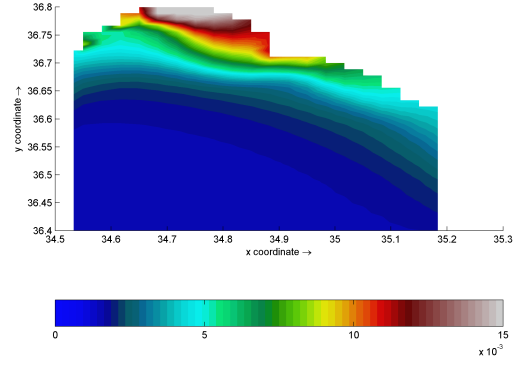
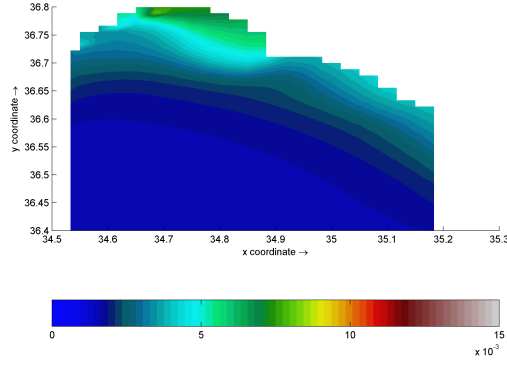
Nisan 2009



Ağustos

Doğal

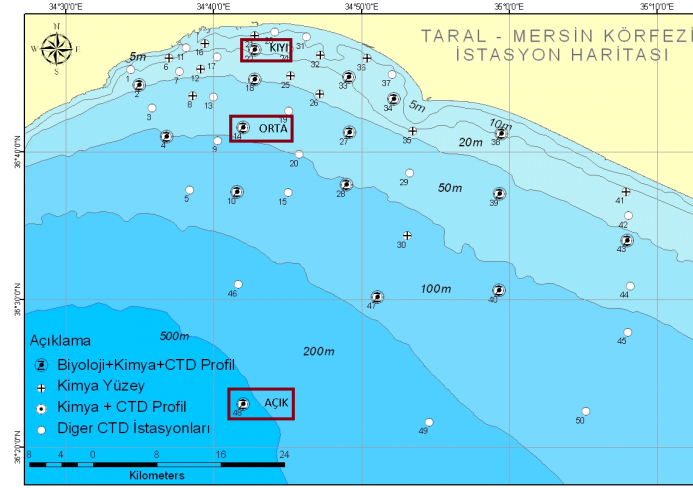
Ağustos 2009



Şekil 4-12 Model doğrulama amacıyla Mersin körfezi doğal yapısının 2009 yılı ve uydu gözlem verisi ile karşılaştırılması: Toplam fosfor

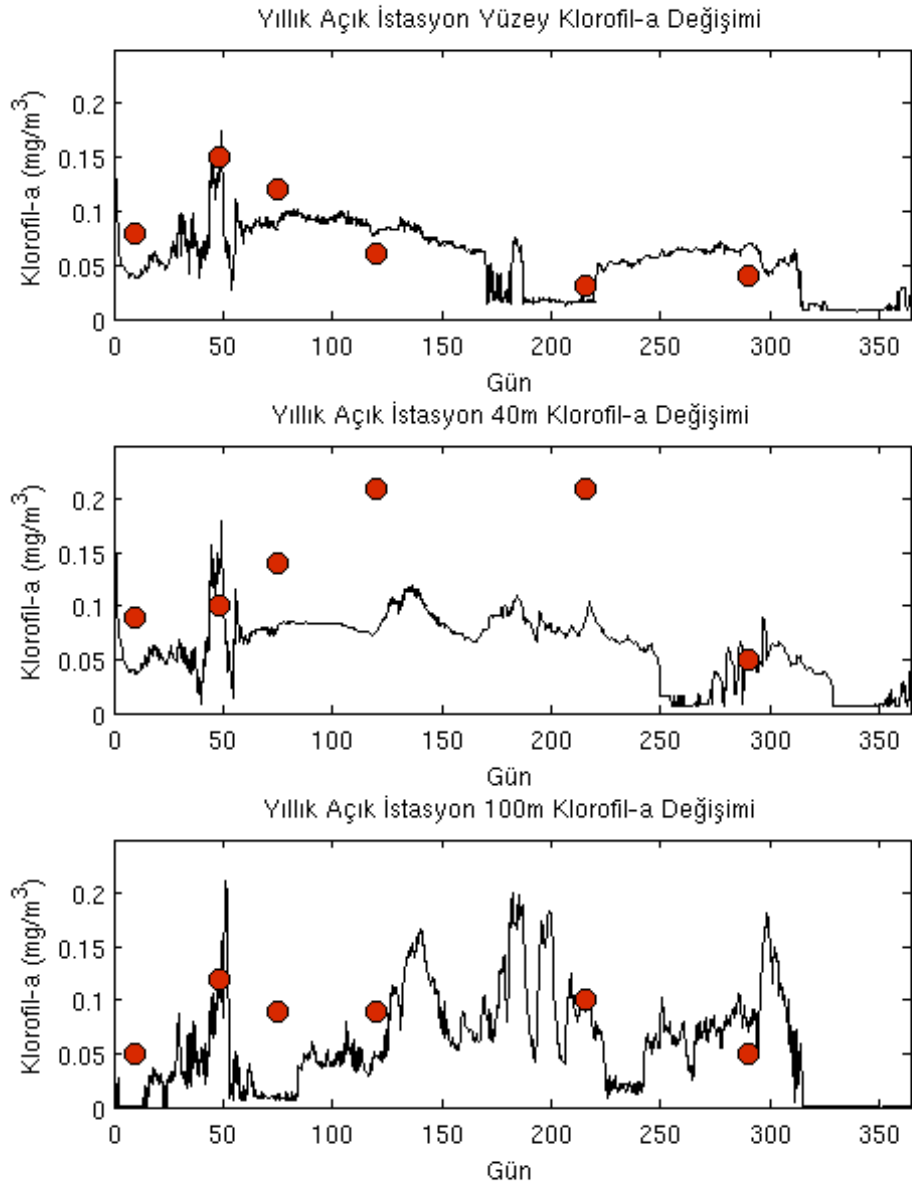
4.3.4 Mersin Körfezi Ekosistem Modeli Sonuçları

Mersin Körfezi ekosistem modeli çalışmaları 2009 yılı için yapılmıştır. Sefer ölçümleri ile model sonuçlarının karşılaştırılması, yüzey dağılımları için körfezin tamamı, derinliğe bağlı ölçümler ve sonuçları için 3 ayrı nokta seçilmiştir. Bu noktaların yerleri Şekil 4-13'te verilmiştir. Noktalar açık suları, Mersin Körfezi orta ve kıyı noktalarını kapsayacak biçimde belirlenmiştir.



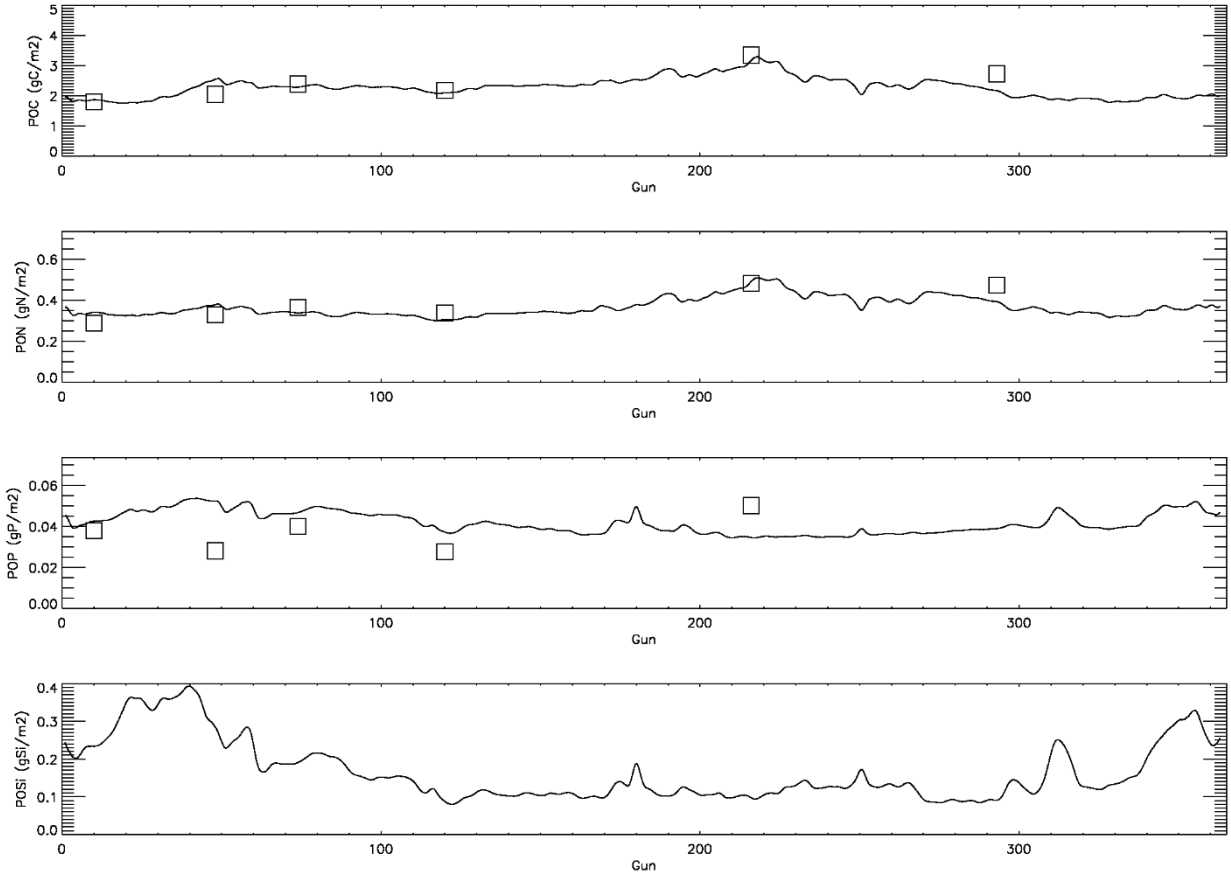
Şekil 4-13 Ekosistem modeli sonuçları ile sefer ölçümlerinin karşılaştırıldığı noktalar

Sefer sonuçları göz önüne alındığında, Mersin Körfezi'nde seçilen bu üç nokta, farklı ekosistemleri temsil etmektedirler. Hidrodinamik modeli sonuçlarında da değinildiği gibi, açık istasyon olarak alınan 48 no'lu istasyon, fiziksel açıdan olduğu gibi, biyolojik ve kimyasal açıdan da açık deniz sularını temsil etmektedir. Dikey karışımlardan ve yatay hareketlerden dolayı açık istasyon besin tuzu miktarı olarak fakir bir noktadır. Bu nedenle üretim açısından düşük seviyelerdedir (Şekil 4-14). Derinliğe bağlı olarak kış aylarında gerçekleşen dikey karışımlar, su kolonunu besin tuzları açısından beslemektedir. Doğu Akdeniz Bölgesi suları kış aylarında dahi yeterli miktarda ışık almaktadır. Bunlara bağlı olarak, kış aylarında yaz aylarına göre üretimde artış gözlenmektedir. Bu artış yüzey suları için geçerlidir. Yaz aylarına gelindiğinde, su kolonundaki tabakalaşmadan dolayı yüzey suları, besin miktarları açısından fakir kalmakta, klorofil-a miktarındaki artış orta derinliklerde (~40m) gözlenmektedir. Bunun nedeni, ışık miktarının ve dipten gelen besin tuzlarının üretime en uygun koşulları sağlamasıdır. Sefer ölümlerine bakılacak olunursa, en yüksek 0.2 mg/m³ seviyelerinde olan klorofil-a miktarları açık suların üretim ve besin tuzları açısından fakir olduğunu göstermektedir. 40 m ile 100 m derinliklerde dahi klorofil-a gözlenmesi, ışık geçirgenliği açısından açık istasyonun su kolonunun temizliğine kanıttır. Seferlerde elde edilen ortalama 20 m olan seki disk değerleri de bu bulguları desteklemektedir. Model sonuçlarına bakılacak olunursa, açık istasyon model sonuçları modelin parametrelendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bunun nedeni, açık sularda nehir ya da atıksular gibi yapay girdiler yoktur. Besin kaynağı olarak sadece atmosfer girdileri, sınır koşulları ve dikey karışımlar yer almaktadır. Bu girdiler ise modelin kendi fiziksel yapısı ile    mlenmektedir. Sınır koşulları körfezden uzak noktalara çekildiği halde, körfezin açık sularında model sonuçları ile gözlem sonuçlarının benzer olması modelin iç dinamiklerinin doğru çalıştığının göstergesidir. Şekil 4-14'te görülen kırmızı noktalar, yılın o gününe ve yerine denk gelen sefer  l mleridir. Siyah çizgiler ise modelde o noktaya ve derinliğe denk gelen    mlmelerdir. Model kış aylarında yüzeyde, yaz aylarında ise 40 m civarında gerçekleşen yoğun üretime zamanı ve miktarı olarak uygun seviyelerde yaklamıştır. Fakat, derin noktalar için (100 m) kış aylarında geçerli üretim seviyeleri yakalanmış olsa bile yaz ayları için bu söz konusu değildir. Dolayısıyla modelin derin bölgelerde ki ışık geçirgenliğinin tekrardan gözden geçirilmesi, devam edecek çalışmalar için gerekli olabilmektedir. Bu durum derin bölgeleri ilgilendirdiğinden, çalışmanın asıl kısmı olan kıyı bölgeleri için bu sorun geçerli değildir.



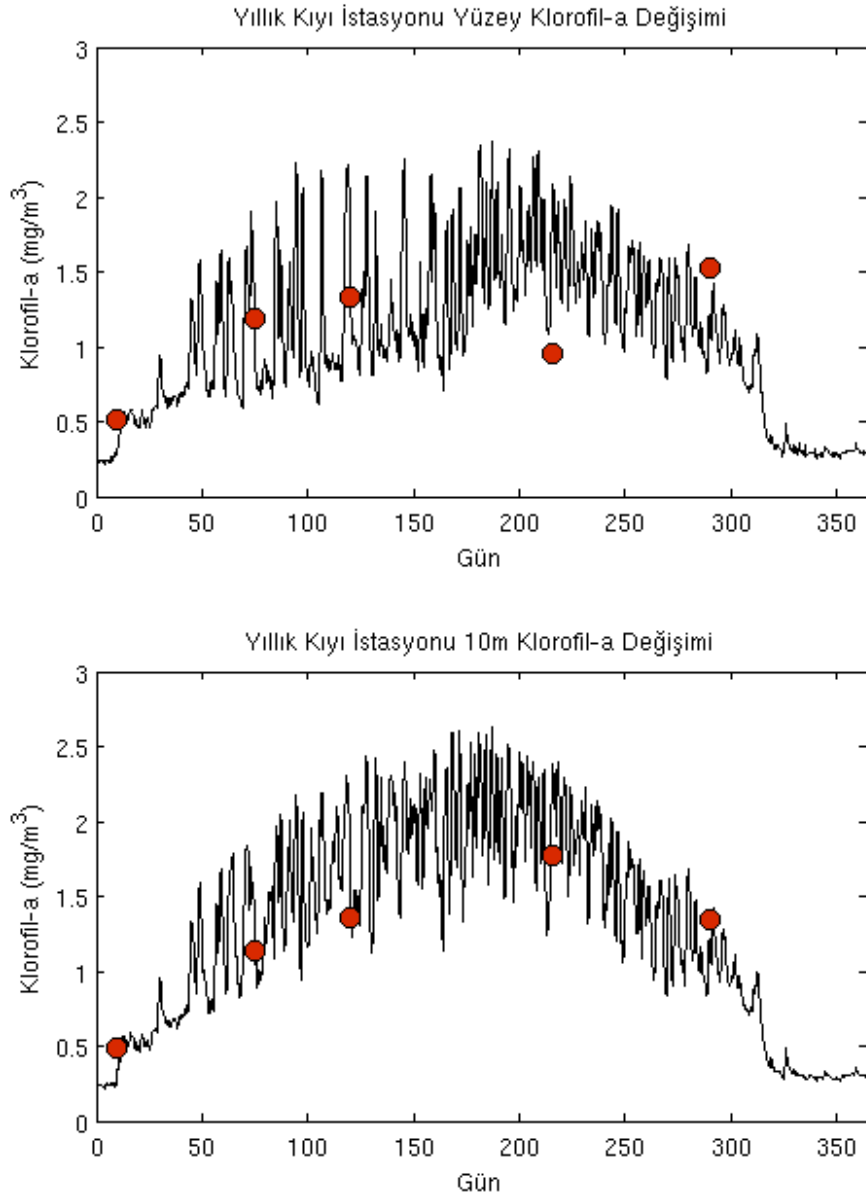
Şekil 4-14 Açık istasyon için elde edilen yüzey, 40 m ve 100 m sefer (kırmızı noktalar) ve model sonuçları (siyah çizgiler)

Üretimin dolaylı sonuçlarından biri olan katı organik madde miktarları incelendiğinde, model sonuçları sefer ölçümleri ile uygun haldedir. Belirtildiği gibi üst tabakalarda açık sular için model klorofil-a değerlerinde başarılı sonuçlar vermektedir. Aynı sonuçlar su kolonundaki organik madde miktarlarına da yansımaktadır (Şekil 4-15). Katı organik madde değerleri 60 m'lik su kolonunun toplamı olarak verilmiştir ve C, N ve P olarak ayrılmıştır. Her bir madde içinde model sonuçları sefer sonuçları ile uyumludur. Bu sonuçlar modelin fiziksel yapısı ile ekosistem parametrelerinin doğru çalıştığını göstermektedir.



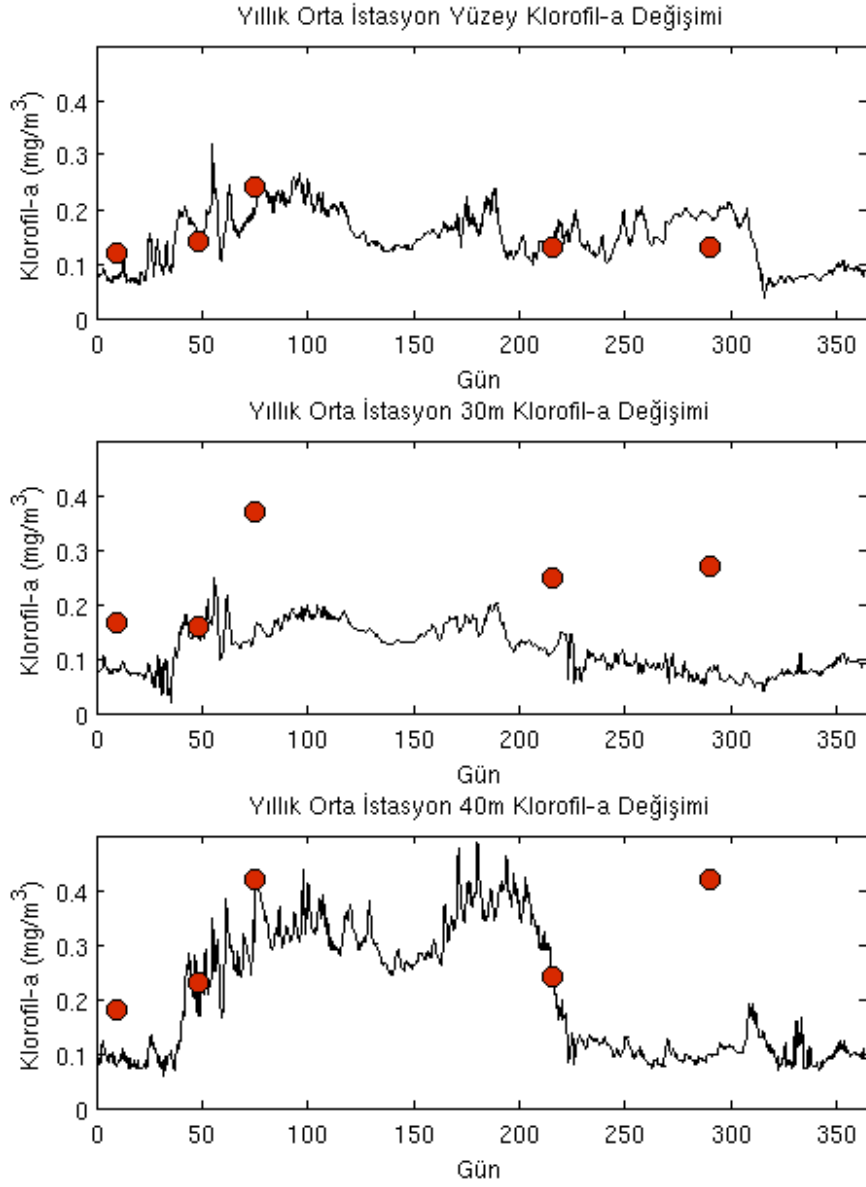
Şekil 4-15 Mersin Körfezi açık istasyonu 60 m derinlik için toplam katı organik madde miktarları model ve sefer sonuçları

Kıyı istasyonu incelenecek olunursa, model sefer sonuçları karşılaştırmaları, Mersin atıksu deşarj noktasına yakın bölge seçilmiştir. Bunun nedeni fiziksel ve atıksu girdilerinin kıyı şeridinin ekosistemine etkisinin gözlenmesidir. Seçilen kıyı bölgesinin derinliği 10 m olmasından dolayı kış aylarında açık istasyonda olduğu gibi dipten yoğun bir şekilde besin tuzları ile beslenmemektedir. Dolayısıyla açık istasyonda olduğu gibi kış aylarında üretimde artış göstermemektedir. Bunun tam tersi olarak yaz aylarında artan atıksu girdilerinin üretime etkisi büyüktür. Bu noktada bahsedilebilek olgu, kıyı şeridinin dikey karışımlardan çok, yatay ve dışarıdan gelen etkilere açık olmasıdır. Sefer ölçüm sonuçları bu yapıyı desteklemektedir (Şekil 4-16).



Şekil 4-16 Kıyı istasyonu için elde edilen yüzey ve 10 m sefer (kırmızı noktalar) ve model sonuçları (siyah çizgiler)

Yaklaşık 45 m derinliğe denk gelen orta istasyon ise klorofil-a değerleri açısından açık ile kıyı istasyonu arasında özellik göstermiştir. Yüzeyde klorofil-a değerleri açısından açık istasyona göre yüksek değerler gözlenmiş olup, açık istasyonda olduğu klorofil-a'nın en yoğun olduğu tabakalar özellikler yaz aylarında 30-40 m civarındadır (Şekil 4-17).



Şekil 4-17 Orta istasyon için elde edilen yüzey, 30 m ve 40 m sefer (kırmızı noktalar) ve model sonuçları (siyah çizgiler)

Sonuçlar genel olarak değerlendirilecek olunursa, seçilen açık istasyon klorofil-a değerleri Mersin Körfezi'nin iç bölgelerinin tersine oligotrofik Doğu Akdeniz suyu özelliği göstermektedir. Üretimin yoğun olduğu kış aylarında bile klorofil-a değerleri ortalama 0.1 mg/m^3 civarındadır. Kış aylarında dikeyde karışımın artmasından dolayı fitoplankton miktarında artış gözlemlendiği gibi, daha düşük seviyelerde artış da yaz aylarında gözlenmiştir. Açık istasyona göre üretimin insan kaynaklı girdilere paralel olarak kıyı istasyonunda ise klorofil-a değerleri ortalama $1-1.5 \text{ mg/m}^3$ civarındadır. Bu olgular ele alındığında, yapısı sabit ekosistem parametrelendirmelerine bağlı olan model, tamamı ile farklı iki ayrı ekosistemi çözümlemeye başarı göstermiştir. Oligotrofik açık istasyon ile ötrofik kıyı istasyonu tek bir fiziksel

çözümlemeye dayanan 3 boyutlu model ile başarıyla temsil edilmiştir. Bu yapısıyla, 2009 yılı için elde edilen referans modeli 2020, 2030 ve 2040 yılları için yapılacak olan senaryo değerlendirmelerine uygundur.

4.3.5 Gelecekte yapılması planlanan Mersin Körfezi ekosistem modeli senaryo çalışmaları

Mersin Körfezi ekosistemi için oluşturulan referans senaryo, 2009 yılı girdilerini içeren gerçek değerlerden elde edilen senaryodur. Senaryolarda kullanılacak olan atıksu deşarj değerleri 2020, 2030 ve 2040 yılları için oluşturulan öngörü verileridir. Dolayısıyla 2009 yılı için oluşturulan model, mevcut durumu temsil etmekte olup, 2020 yılı senaryosu arıtmanın en üst düzeyde yapıldığı senaryoyu, 2030 ve 2040 yılları ise üst düzey arıtmanın yapıldığı fakat nüfus artışının da yaşandığı senaryolardan oluşacaktır.

2020, 2030 ve 2040 yılları için fiziksel modelde öngörü yapılmadığı için, bu yıllar için ekosistem modeli 2009 fiziksel yapısı ile çalıştırılacaktır. Atıksu girdileri kıyı bölgelerde olduğu için ve etki alanları çok dar bölgeler olduğu için 2009 yılı hidrografik yapısı senaryo çalışmaları için uygun görülmüştür. Senaryoların asıl belirleyici noktaları, atıksu debileri ve kirletici miktarlarıdır. Dolayısıyla değişen nüfus miktarı atıksu debilerini artıracak gibi, arıtımın doğru yapılması ya da yapılamaması kirletici miktarlarını etkileyecektir. Bu yapıda ki bir model bu çalışmanın ekosistem öngörü kapasitesi için yeterlidir.

Mersin bölgesinde ilk defa yapılan bu çalışma, ileride yapılacak çalışmalar için bir zemin hazırlaması açısından büyük önem taşımakta, aynı zamanda kıyı bölgelerin yönetimi için kullanılmak üzere bilimsel bir araç oluşturmaktadır. Bu bölgelerde çalışmaların devam edebilmesi ve diğer bölgelerde benzer çalışmaların yürütülebilmesi için giderilmesi gereken eksikliklerin farkedilmesine öncülük etmektedir.

4.4 Zehirli deniz anaları gözlemleri

4.4.1 Ön bilgi

Süveyş Kanalı'nın 1869 tarihinde açılmasından sonra Kızıldeniz'den Doğu Akdeniz'e Lessepsian göçü başlamıştır. Taşımacılık için açılan bu kanalın Lessepsian göçü ile birlikte Doğu Akdeniz balıkçılığına birçok etkisi olmaktadır. Lessepsian tür diye adlandırılan bu canlılar Hint – Pasifik kökenli olan, yerel olmayan ve ılık suda yaşamayı tercih eden tropikal türlerdir. Süveyş kanalı gibi zor bir bariyerdan geçen bu türler doğal türlere göre hayatta kalmayı daha iyi başarmakta zamanla da sayısal olarak artmaktadırlar. Bu türler arasında yer alan Tedraodontidae familyasına ait balon balıkları (*Lagocephalus spadiceus*, *Lagocephalus sceleratus*, *Lagocephalus suezensis*, *Tylerius spinosissimus* ve *Torquigener flavimaculosus*) da bu şekilde sayısal olarak artış göstermektedir ve zehirli olmaları nedeniyle de yenmeleri durumunda insanlar için tehlike oluşturmaktadır. İskorpit balığı gibi dikenli aracılığı ile zehirlemez, sadece derisi ve iç organlarında zehir taşır. Bu yüzden taşıdıkları zehir yüzerken ya da ona dokunduğunuzda sizi etkilememektedir.

Balon balığı gibi balıkların yanında Hint Okyanusu kökenli *Rhopilema nomadica* gibi zehirli denizanaları da Süveyş kanalıyla kıyılarımıza kadar ulaşmış ve 1995 yılından beri zaman zaman plajlarda yüzen vatandaşların sokulmasına neden olmuşlardır (Kideys ve Gücü 1995).

Mersin Belediyesi için gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında, Mersin Körfezinde belirebilecek zehirli denizanalarının halka önceden haber verilerek plajlarda gerekli tedbirlerin alınması öngörülmüştür.

4.4.2 Sonuçlar

Projenin başladığı Kasım 2015'ten projenin sonlandığı Ekim 2016'ya kadar Mersin Körfezindeki istasyonlarda zehirli deniz anası gözlenmemiştir. Ancak aşağıdaki inbar formları ve Şekil 4-18'de gösterildiği üzere, 17 ve 23 Aralık 2015 tarihlerinde Limonlu ve Kocahasanlı kıyılarına vurmuş bir kaç adet zehirli denizanası (*Rhopilema nomadica*) görülmüştür.

ZEHİRLİ DENİZ ANASI İHBAR FORMU

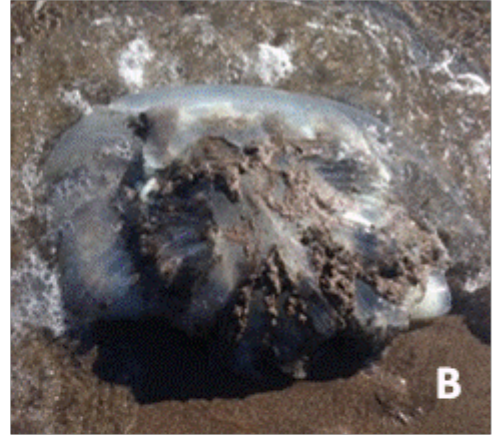
Faks No : 0324 2317762

ZEHİRLİ DENİZ ANASININ	Görüldüğü Zaman (Tarih ve Saat)	17.12.2015 / 15:30
	Türü	<i>Rhopilema nomadica</i>
	Büyüklüğü (cm)	60-65
	Görüldüğü Durum (Kıyıya Vurmuş, Sahil Sularında, Açık Denizde)	Kıyıya Vurmuş
	Açık Denizde İse Kıyıya Mesafesi (Deniz Mili)	0
	Yoğunluğu (Nadir, Orta, Çok)	Nadir
	Görüldüğü İlçe	Erdemli
	Görüldüğü Mevki	Limonlu
	Görüldüğü Koordinat (Enlem/Boylam)	36°33'59.4"K 34°15'22.7"D

ZEHİRLİ DENİZ ANASI İHBAR FORMU

Faks No : 0324 2317762

ZEHİRLİ DENİZ ANASININ	Görüldüğü Zaman (Tarih ve Saat)	23.12.2015 / 12:30
	Türü	<i>Rhopilema nomadica</i>
	Büyüklüğü (cm)	50-60
	Görüldüğü Durum (Kıyıya Vurmuş, Sahil Sularında, Açık Denizde)	Kıyıya Vurmuş
	Açık Denizde İse Kıyıya Mesafesi (Deniz Mili)	0
	Yoğunluğu (Nadir, Orta, Çok)	Nadir
	Görüldüğü İlçe	Erdemli
	Görüldüğü Mevki	Kocahasanlı Halk Plajı
	Görüldüğü Koordinat (Enlem/Boylam)	36.582011 K 34.273847 D

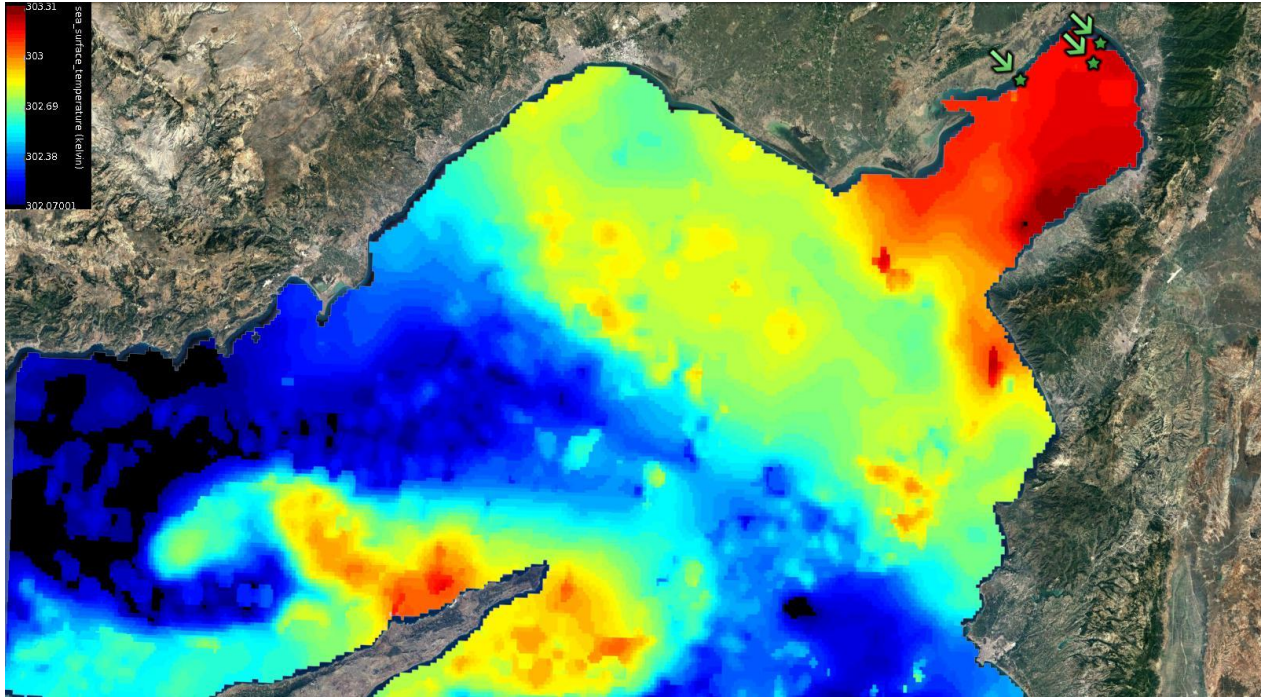


Şekil 4-18 Zehirli denizanası *Rhopilema nomadica* türüne ait fotoğraflar; A, B Limonlu kıyıları (17/12/2015), C, D Kocahasanlı Halk Plajı (23/12/2015)

Ayrıca Enstitümüzün yürütmekte olduğu bir deniz çalışması sırasında 26-28 Ağustos 2016 tarihleri arasında İskenderun kıyılarında dip trolüyle yaptığı örneklemelerinde (Şekil 4-19 ve Tablo 4-8) Kızıldeniz'den Akdeniz'e geçtiği bilinen mavi benekli deniz analarına (*Phyllorhiza punctata*) rastlanmıştır (bkz, Şekil 4-20). Temas halinde ciltte düşük seviyeli iritasyon/kaşıntıya neden olan bu türün Mersin kıyılarında mevcudiyetine dair herhangi bir bulgu elde edilememiştir.

Her ne kadar da bu deniz anaları Mersin Körfezinde değil de İskenderun Körfezinde rastlanmışsa da bu konuda Mersin Belediyesine seferin sona erdiği tarihlerde (2 Eylül 2016 tarihinde) bilgilendirme yapılmıştır. Bu türün Mersin Körfezine gelmemesi nedeniyle halkın gereksiz yere telaşlanmasını önlemek açısından plajlara yönelik bir duyuru yapılmamıştır.

Türün gözlemlendiği bölge Mersin kıyılarına yakın olmakla birlikte aşağıda verilen aynı günlerdeki sıcaklık haritasından da görüleceği üzere bulundukları noktadaki yüzey suyu sıcaklığı Mersin'e göre yaklaşık 1 derece daha yüksektir (Şekil 4-19). O nedenle sıcak sever tür olan mavi benekli deniz anasının Mersin'e ulaşma olasılığı zayıf görülmektedir.



Şekil 4-19 26-28 Ağustos 2016 tarihlerinde trol çalışmalarında mavi benekli deniz anasının gözlemlendiği lokasyonlar (okla işaretli) ve aynı dönemde Kuzeydoğu AKdenizdeki sıcaklık dağılımının uydu görüntüsü.

Tablo 4-8 Mavi benekli denizanasına rastlanan trol örneklemelerine ait bilgiler

İst kod	Tarih	Başlangıç saat	Başlangıç Derinlik	Başlangıç Enlem	Başlangıç Boylam	Bitiş saat	Bitiş Derinlik	Bitiş Enlem	Bitiş Boylam
Ym01_2016	27-Ağu-2016	06:51	15 m	36 46.217	35 49.131	07:06	16 m	36 46.581	35 49.880
Dy03_2016	27-Ağu-2016	08:46	55 m	36 48.380	36 01.761	09:16	55 m	36 48.148	36 03.245
Dy01_2016	27-Ağu-2016	13:26	16 m	36 52.281	36 04.841	13:41	18 m	36 51.961	36 05.604



Şekil 4-20 26-28 Ağustos 2016 tarihlerinde trol çalışmalarında rastlanan mavi benekli deniz anası (Phyllorhiza punctata)

Zehirli denizanalarının dışında, 2016 yazında Kocahasanlı plajında bir çok yüzücünün bir "şey" tarafından sokulduğu, plaj işletmecisi tarafından enstitümüze bildirilmiştir (Şekil 4-21). Sokulma yerinin fotoğrafları

ve bölgedeki deniz canlıları göz önüne alındığında, sokulmaya muhtemelen Balon Balığının ısırması olduğu tesbit edilmiştir.

‘Tetrodotoksin’ denilen güçlü bir nörotoksin içeren bu balon balıkları yendiği zaman sinir sistemine (merkezi ve periferik) ve kalbe etki etmektedir. Panzehiri olmadığı için siyanürden bile daha etkili bir zehirdir. Üreme döneminde salgılanan bu madde felç ve ölüme neden olabilmektedir. Balon balıkları kuvvetli dişleri ile balık ağlarına zarar vermesi ve insanları ısırarak saldırmaya çalışması ile de gündemde olmuştur. Kocahasanlı plajında birçok yüzücüyü ısırarak istilacı Balon balığı olması kuvvetle muhtemeldir (ayrıca Doç. Dr. Deniz Ayas ile görüşme).



Şekil 4-21 27 Temmuz 2016 tarihlerinde Kocahasanlı plajındaki bir yüzücünün diz kenarında muhtemelen Balon Balığına ait ısırık izi

4.5 Çöp kirliliği

4.5.1 Önbilgi

Sahil bölgesinde bulunan çöp atıkların, atık yönetimi amacı seçilen dokuz plajda iki kez yaz (turizm öncesi ve sonrası) ve kış döneminde örneklemeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilmiş sonuçlar yıllara bağlı olarak sahil bölgesindeki denizel atıklara bağlı kirliliğin durum ve değişimi takip edilebilecek, gerçekleştirilmesi muhtemel atık yönetimi uygulamalarının başarı durumu değerlendirilebilecektir. Tercih edilen örnekleme sıklığı ile bölgede yaz döneminde popülasyon artışına bağlı olarak ortaya çıkan kirlilik miktar değişiminin de ortaya konulması amaçlanmaktadır.

4.5.2 Sonuçlar

Çalışma alanında sahil bölgelerinde yürütülen üç ayrı değerlendirme kapsamında toplamda 10108 adet ve 106,9 kg atık tespit edilmiştir (Tablo 4-9). Yürütülen çalışmalar süresince, en yüksek atık miktarı 1730 adet ve 22,3 kg ağırlık ile Karaduvar istasyonunda gözlemlenmiştir. Kış dönemini temsilen 09.11.2015 tarihli örneklemeelerde Kızkalesi istasyonunda 743 adet ile en yüksek atık miktarı tespit edilmiştir. Toplam atık ağırlığı yönünden ise Karaduvar istasyonu 14,6 kg toplam ağırlık ile turizm sezonu sonrası gerçekleştirilen örneklemeelerde (31.08.2016) öne çıkmaktadır.

Tablo 4-9 Farklı dönemlerde örnekleme bölgelerinde tespit edilen atıkların toplam adet (N) ve toplam ağırlıkları (W)

N	SUS	KZ	A	C	KG	MZ	MAR	ML	KD	Toplam
9.11.2015	551	743	546	263	334	361	462	650	634	4544
28.4.2016	191	401	340	116	225	284	283	375	522	2737
31.8.2016	90	216	335	222	278	221	421	470	574	2827
Toplam	832	1360	1221	601	837	866	1166	1495	1730	10108

W (g)	SUS	KZ	A	C	KG	MZ	MAR	ML	KD	Toplam
9.11.2015	4374	1315	11749	5205	3385	430	6010	2690	4005	39163
28.4.2016	9860	1825	10300	1940	4550	2010	2815	5540	3660	42500
31.8.2016	140	160	713	1298	2775	1040	1810	2675	14635	25246
Toplam	14374	3300	22762	8443	10710	3480	10635	10905	22300	106909

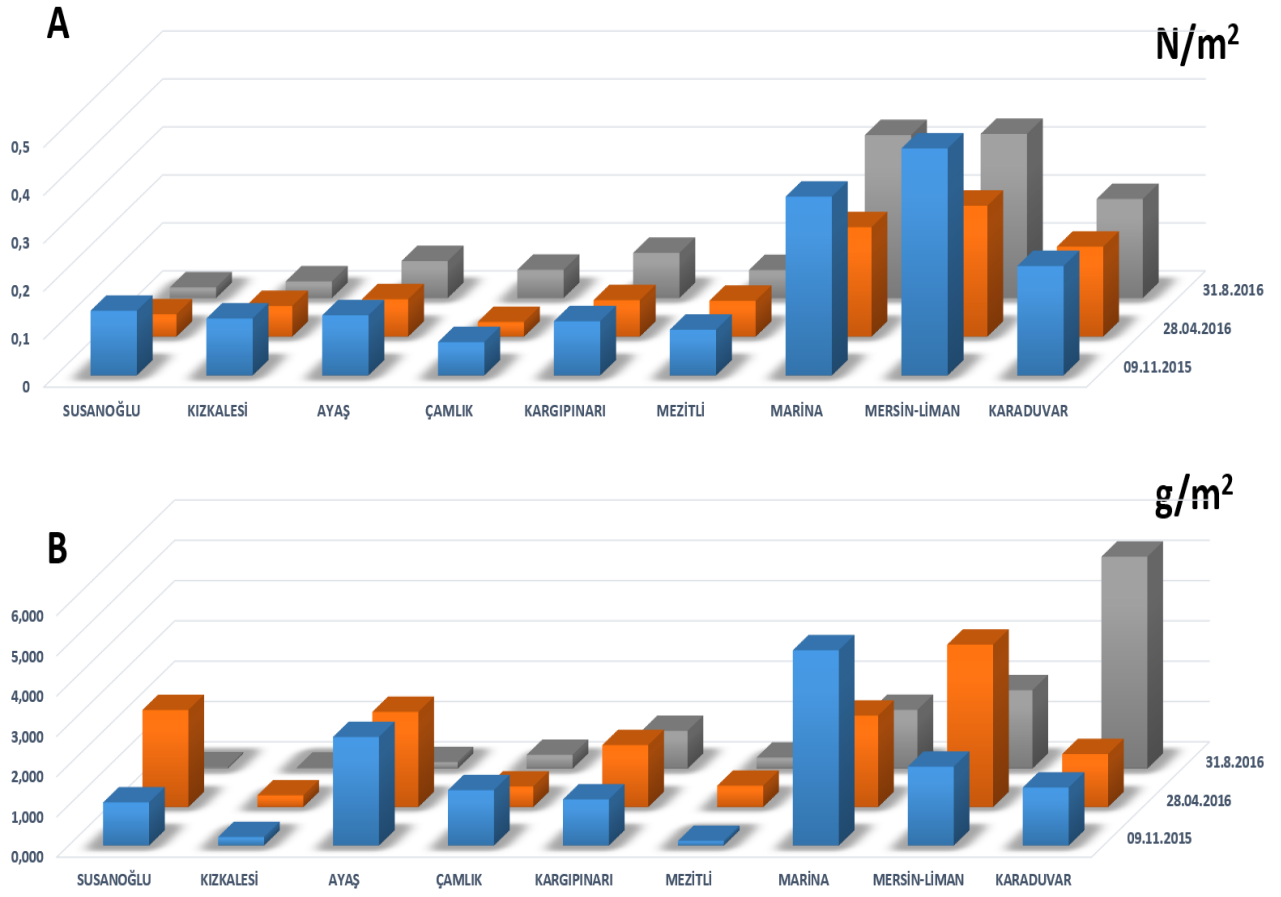
Her ne kadar belirlenen istasyonlarda 100 m'lik sahil şeridi için toplanan atıkların adet ve ağırlıkları belirlenmiş olsa bile, elde edilen veri setinin bölgesel karşılaştırmalar için kullanılması değerlendirilen alanların farklılığı sebebi ile hatalı olacaktır. Bu nedenle değerlendirilen alanlar göz önünde bulundurularak oluşturulan veri setinde standardizasyon gerçekleştirilmiştir. Standardizasyon sonrasında her istasyon için adet (N/m^2) ve ağırlık (g/m^2) için atık yoğunlukları tespit edilmiştir (Tablo 4-10). Örnekleme dönemlerinde istasyonlarda belirlenen atık yoğunluklarının karşılaştırılması Şekil 4-22'de verilmiştir. Şekil üzerinde de görülebileceği gibi, Mersin ili merkez ve doğusunda seçilen ve sanayi etkisinde olan üç istasyonda (Marina, Mezitli, Karaduvar) sayısal ve atık ağırlığı anlamında en yüksek değerler tespit edilmiştir. Bunun yanında, Ayaş ve Susanoğlu istasyonlarında kış ve yaz başlangıcı dönemlerinde plajlarda görece fazla sayıdaki tespit edilen cam şişenin etkisi ile atık ağırlığı bakımından diğer bölgelere oranla yüksek yoğunluklar görülmektedir.

Değerlendirilen her alan için tespit edilen atıkların

Tablo 4-11’de verilen atık sınıflandırma sistemi doğrultusunda sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Tüm örnekleme dönemlerinde değerlendirilmeye alınan bölgeler için tespit edilen atık çeşitliliğine dair bilgi Tablo 4-12’de verilmiştir. Buna göre 45 farklı atık çeşidi ile en yüksek atık çeşitliliği kış dönemi örneklemeleri kapsamında Karaduvar istasyonunda gözlemlenmiştir. Örnekleme dönemleri atık çeşitliliği açısından karşılaştırıldığında ise, kış döneminden başlamak üzere atık çeşitliliğinin zamanla düşen bir eğilim içerisinde olduğu görülmektedir (Şekil 4-23).

Tablo 4-10 Tüm örnekleme dönemlerinde plaj bölgelerinde, tespit edilen atıkların yoğunlukları ve atık çeşitliliği

İstasyon Adı	İstasyon Kodu	09.11.2015					28.04.2016					31.8.2016				
		Atık Çeşitliliği	N	Yoğunluk (n/m ²)	W (g)	Yoğunluk (g/m ²)	Atık Çeşitliliği	N	Yoğunluk (n/m ²)	W (g)	Yoğunluk (g/m ²)	Atık Çeşitliliği	N	Yoğunluk (n/m ²)	W (g)	Yoğunluk (g/m ²)
SUSANOĞLU	SUS	37	551	0,135	4374	1,069	29	191	0,047	9860	2,411	15	90	0,022	140	0,034
KIZKALESİ	KZ	30	743	0,119	1315	0,210	29	401	0,064	1825	0,291	13	216	0,034	160	0,026
AYAŞ	A	34	546	0,125	11749	2,695	31	340	0,078	1993	0,457	19	335	0,077	713	0,164
ÇAMLIK	C	44	263	0,070	5205	1,376	31	116	0,031	1940	0,513	34	222	0,059	1298	0,343
KARGIPINARI	KG	37	334	0,113	3385	1,144	30	225	0,076	4550	1,538	27	278	0,094	2775	0,938
MEZİTLİ	MZ	34	361	0,095	430	0,113	41	284	0,075	2010	0,530	22	221	0,058	1040	0,274
MARİNA	MAR	38	462	0,373	6010	4,847	34	283	0,228	2815	2,270	31	421	0,340	1810	1,460
MERSİN-LİMAN	ML	33	650	0,473	2690	1,958	34	375	0,273	5540	4,032	26	470	0,342	2675	1,947
KARADUVAR	KD	45	634	0,228	4005	1,440	33	522	0,188	3660	1,316	29	574	0,206	14635	5,261
Toplam			3250		33474			2145		22508			2521		24946	



Şekil 4-22 Tüm örnekleme dönemlerinde plaj bölgelerinde tespit edilen atıkların yoğunlukları. A – adet/ m^2 , B - gram/ m^2

Tablo 4-11 Atık Sınıflandırma Sistemi

Açıklama	Kod	Materyal
İçecek şişe kapakları	1	PL
Temizlik malzemesi şişe kapakları	2	
Kimyasal şişesi kapakları	3	
İlaç şişesi kapakları	4	
Sahil kullanımı ile ilgili kozmetik şişe kapakları (güneş kremi kapağı...)	5	
Diğer kozmetik şişe kapakları	6	
Tanımlanamayan şişe kapakları	7	
Plastik kapakların halka kısımları	9	
İçecek şişe ve kapları ≤ 0.5 litre	10	
İçecek şişe ve kapları > 0.5 litre	11	
Temizlik malzemesi şişe ve kapları	12	
İlaç şişesi	13	
Kimyasal şişe ve kapları	14	
Diğer kozmetik şişe ve kapları	16	
Makine /Motor yağı şişe ve kapları ≤ 50 cm	17	
Gıda saklama kapları ve kapakları	22	
Bıçaklar, çatallar, kaşıklar, pipetler, karıştırıcılar	23	
Halka içecek taşıtıcılar	24	
Bardak, yiyecek kapları ve tabak	25	
Besin ambalajları	26	
Alışveriş torba ve çantaları	27	
Küçük poşetler(buzdolabı poşeti, dondurucu-buzluk poşeti gibi)	28	
Poşetlerin toplu tutacak kısmı	29	
Gübre ve hayvan maması torbaları	30	
Sera naylonları	32	
Tanımlanamayan poşet ve naylonlar	33	
Oyuncak ve parti malzemeleri	34	
Sahil kullanımı ile ilgili oyuncak ve yüzme malzemeleri (kolluk, simit, deniz gözlüğü, kova...)	35	
Eldivenler	36	
Enjektörler, şırınga ve şırınga iğneleri	37	
Kalem ve kalem kapakları	40	
Tarak / Saç fırçası / Güneş gözlüğü / Toka	41	
Lolipop şeker çubukları ve dondurma çubuğu	42	
Tüfek fişegi	44	
Plastik inşaat atığı	46	
Kolileme bandı	48	
Fiberglas malzemeler	49	
Tıbbi, ilaç malzemeleri (deney tüpleri, gözyaşı damla tüpleri, ilaç tüpleri)	50	

Plastik pelte (Alt örnekleme ile değerlendirilmesi yapılacaktır) - 5 mm üstü	51	
Diğer (Açıklama yapılmalıdır)	52	
İzolasyon ve paketlemede kullanılan strafor	56	
Borular ve sulama boruları	58	
Giysi, şapka, havlu, toka	60	CL
Ayakkabı, sandalet (deri dahil)	61	
Terlik	62	
Branda, yelken bezi, çuval, çadır bezi	64	
İp	65	
Halı ve döşeme	66	
Diğer - Bez parçaları dahil (Açıklama yapılmalıdır)	67	GC
Şişe ve kavanozlar	69	
Şişe kapakları, açma halkaları	77	ME
Alüminyum içecek tenekeleri	78	
Diğer tenekeler < 4 litre	80	
Endüstriyel hurda	83	
Metal parçaları	84	
Teller, tel ağlar, dikenli teller	85	
Alet, makina, cihaz ve parçaları	86	
Diğer (Açıklama yapılmalıdır)	87	
Kağıt (Gazete, dergiler, kağıt, fiş vb.)	88	PC
Bardaklar, tepsiler, yemek kapları	91	
Karton tetrapak içecek kutuları (süt hariç)	94	
Gıda kutuları	95	
Diğer (Açıklama yapılmalıdır)	96	
Balon, top ve oyuncaklar	97	RB
Kauçuk botlar	98	
Eldivenler	99	
Tekerlekler	100	
İç lastik (Şambrel) ve kauçuk kaplamalar	101	
Prezvatifler	103	
Diğer (Açıklama yapılmalıdır)	104	
Dondurma çubukları, kürdanlar ve cips kürdanları	107	WD
İşlenmiş kereste ve palet kasalar	108	PL
Sıhhi temizlik -bebek bezi	112	
Sıhhi temizlik -kulak pamuğu ve çubuğu	113	
Sıhhi temizlik -ped.	115	
Sıhhi temizlik -diş fırçası	116	
Çakmaklar	123	
Sigaralar, sigara filtreleri ve izmaritleri	124	
Sigara ağızlıkları	125	

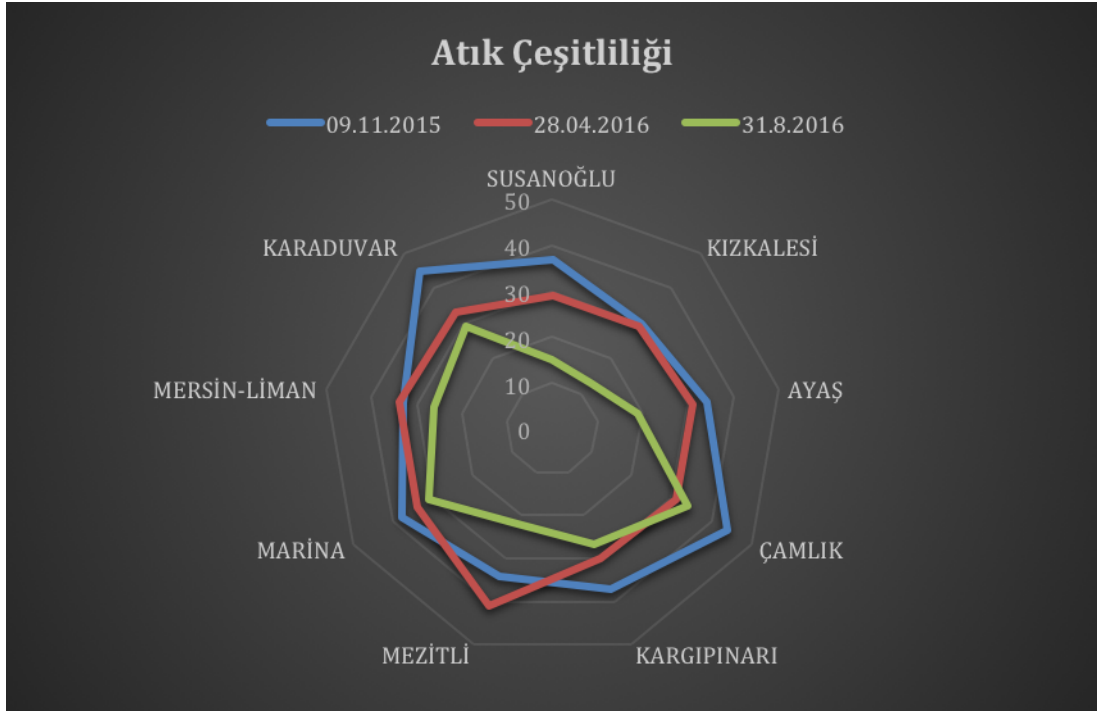
Sigara paketi jelatini	126	
Sigara paketi karton	127	
Misina	130	
Balıkçı ağı, midye istiridye ağı	132	
Balıkçı ağlarında kullanılan plastik yüzdürücüler	133	
Işıklı çubuklar	134	
Balıkçılık malzemeleri (kurşun, cezbedici, iğne, tuzak ve sepetler)	137	ME
Diğer balıkçılık malzemeleri	140	PL
Peçete, ıslak mendil	141	CL
Çamaşır lastiği	142	PL
Mandal	143	
Fide kelepçesi	144	
Naylon ipler (Balıkçılık)	145	
Naylon ipler (Tarım)	146	
Naylon ipler (Paketleme)	147	
Cam ilaç şişeleri	149	GC
Sprey Kapakları	152	PL
Şişe (Tarım)	154	
<u>Materyal Kısaltmaları</u>		
PL: Plastik; CL: Tekstil, Giysi; GC: Cam ve Seramik; ME: Metal; PC: Kağıt ve Karton; RB: Kauçuk; WD: Ahşap		

Tablo 4-12 Örnekleme bölgelerinde tespit edilen atık miktarının, her örnekleme döneminde materyallere göre oransal dağılımı

9.11.2015							
İstasyon	PL	CL	GC	ME	PC	RB	WD
Ayaş	87,0	2,6	5,7	2,2	2,2	0,4	0,0
Çamlık	92,4	1,9	0,4	4,2	1,1	0,0	0,0
Karaduvar	92,6	3,0	0,5	1,6	1,4	0,9	0,0
Kargıpınarı	88,0	2,4	1,5	7,2	0,3	0,6	0,0
Kızkalesi	91,9	0,9	0,1	4,4	0,5	0,3	1,7
Marina	84,4	2,2	1,9	8,7	1,5	1,3	0,0
Mersin Liman	91,4	2,6	0,8	1,5	2,8	0,8	0,2
Mezitli	95,6	0,6	0,3	1,4	0,6	0,8	0,8
Susanoğlu	78,8	4,2	1,6	4,2	11,3	0,0	0,0

28.4.2016							
İstasyon	PL	CL	GC	ME	PC	RB	WD
Ayaş	87,4	0,9	7,9	2,1	0,6	1,2	0,0
Çamlık	82,8	4,3	0,0	9,5	1,7	1,7	0,0
Karaduvar	96,0	2,1	0,6	0,4	1,0	0,0	0,0
Kargıpınarı	89,8	6,2	1,3	0,0	2,2	0,4	0,0
Kızkalesi	88,5	4,2	0,0	4,7	2,5	0,0	0,0
Marina	87,3	1,1	0,7	10,2	0,7	0,0	0,0
Mersin Liman	90,4	1,3	2,4	0,8	4,8	0,3	0,0
Mezitli	91,5	2,5	1,1	3,2	1,4	0,4	0,0
Susanoğlu	85,9	1,6	5,8	3,1	2,6	1,0	0,0

31.8.2016							
İstasyon	PL	CL	GC	ME	PC	RB	WD
Ayaş	95,5	0,3	1,2	2,1	0,9	0,0	0,0
Çamlık	86,0	5,4	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0
Karaduvar	97,7	1,2	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0
Kargıpınarı	89,9	4,7	1,4	1,4	2,2	0,4	0,0
Kızkalesi	98,1	0,0	0,0	0,0	0,5	1,4	0,0
Marina	91,7	4,0	0,2	1,4	2,6	0,0	0,0
Mersin Liman	91,7	0,0	2,6	1,3	4,5	0,0	0,0
Mezitli	90,5	0,5	1,8	5,4	1,4	0,5	0,0
Susanoğlu	95,6	2,2	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0



Şekil 4-23 Değerlendirmeye alınan bölgelerde örnekleme dönemlerinde tespit edilen atık çeşitliliği

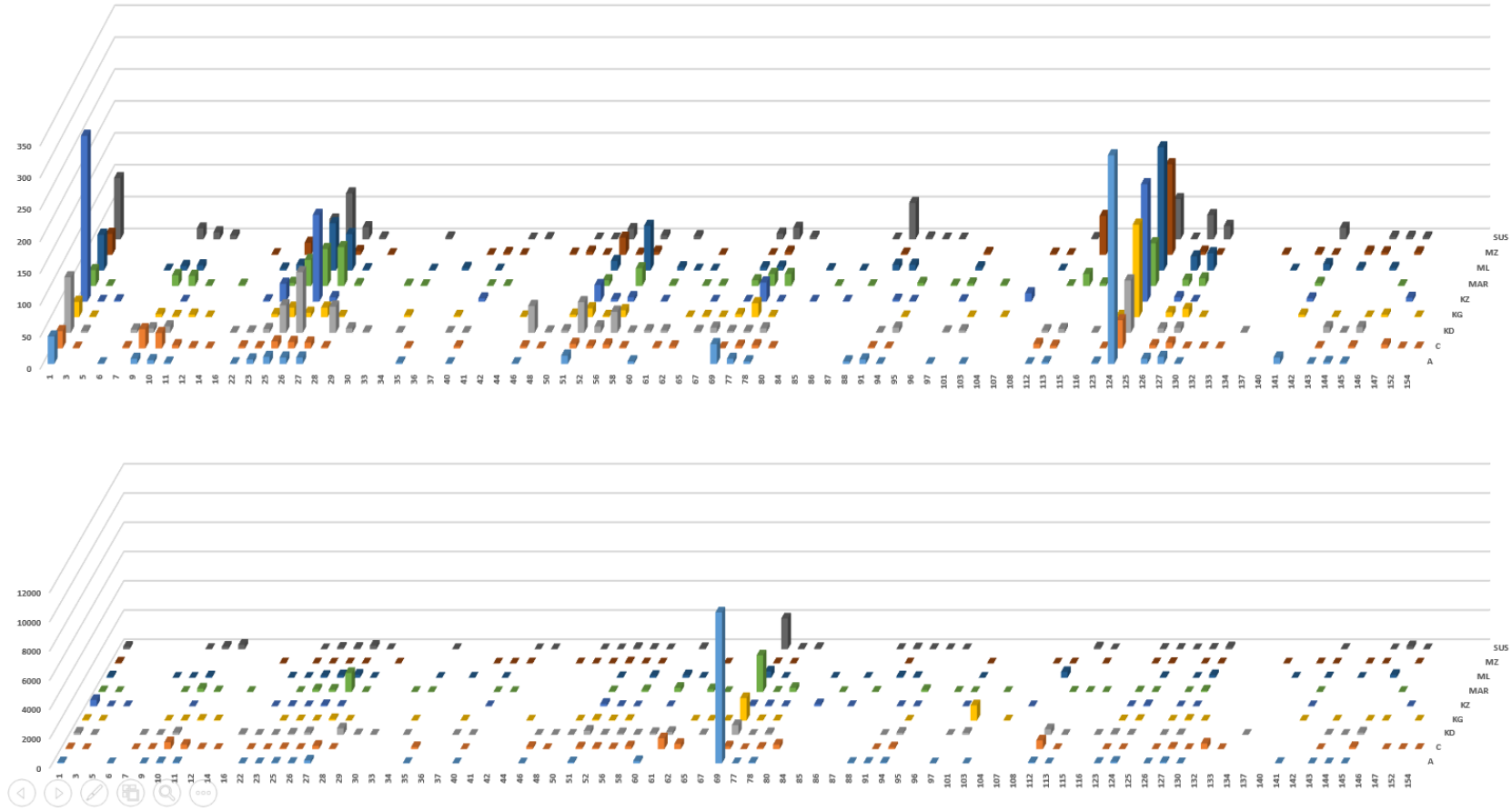
Örnekleme bölgelerinde tespit edilen sınıflandırma kodlarının miktarlarına dair görsel bilgi sırası ile 9.11.2015, 28.4.2016 ve 31.8.2016 örnekleme dönemleri için Şekil 4-24, Şekil 4-25, Şekil 4-26'de verilmiştir. Örnekleme dönemlerinde sayı ve ağırlık olarak öne çıkan atık türleri;

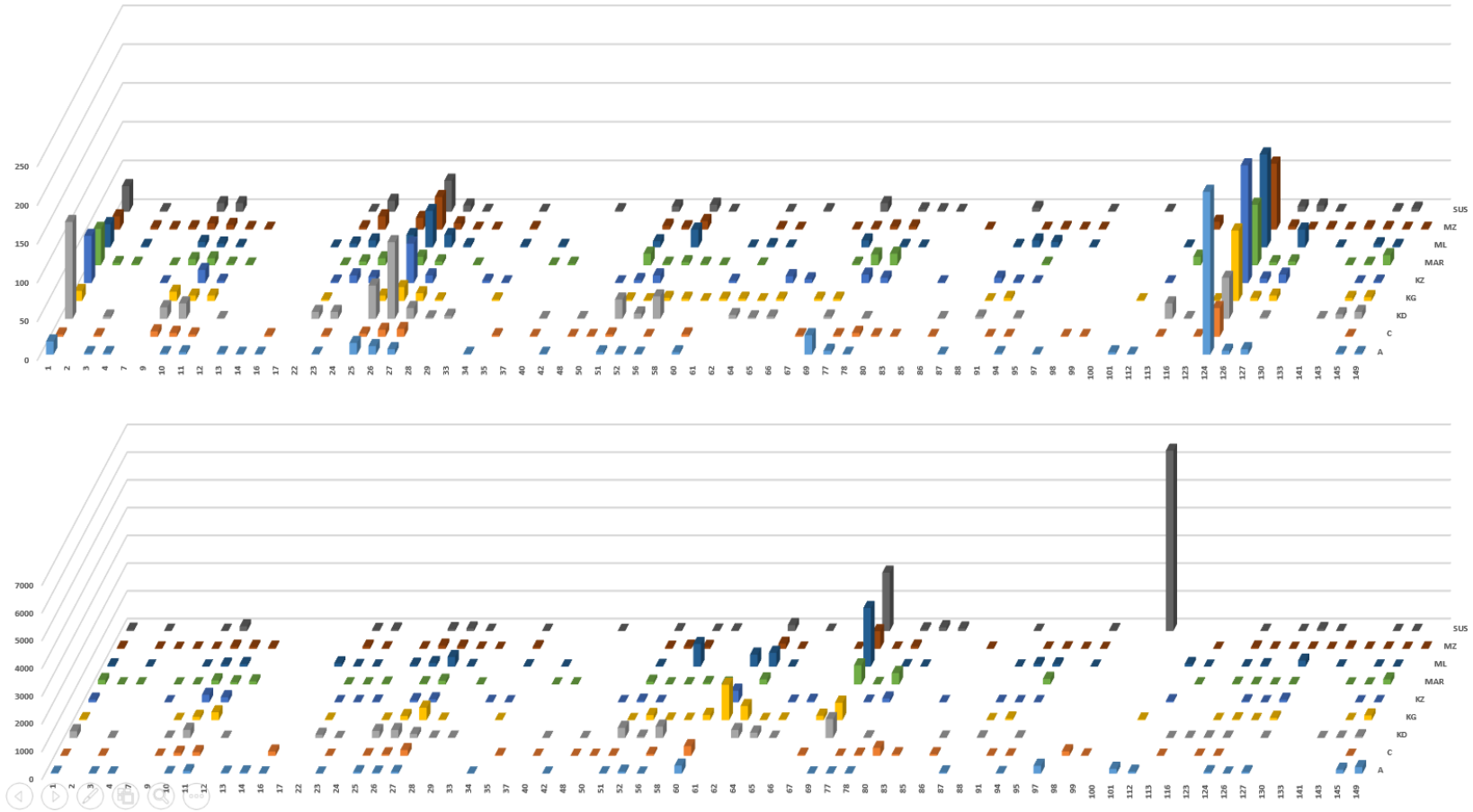
Kış Dönemi (9.11.2015): İçecek şişesi kapakları; Tek kullanımlık bardak, tabak, çatal; Besin ambalajları; Naylon poşetler ve Sigara izmaritleri sayıca belirgin şekilde diğer atık türlerine göre fazla miktardadır. Cam şişe ve kavanozlar ağırlık olarak tüm atıklar içerisinde daha fazla bir yekûn tutmaktadır.

Turizm Dönemi Başlangıcı (28.4.2016): İçecek şişesi kapak ve halkaları; 0,5 lt'den küçük hacimli içecek şişeleri; Tek kullanımlık bardak, tabak, çatal; Besin ambalajları; Naylon poşetler; Parçalanmış tanımlanamayan plastik atıklar; Strafor parçaları; Kulak temizleme çubuğu plastik sapları ve Sigara izmaritleri sayıca belirgin şekilde diğer atık türlerine göre fazla miktardadır. Cam şişe ve kavanozlar; Terlik ve ayakkabılar ağırlık olarak tüm atıklar içerisinde daha fazla bir yekûn tutmaktadır.

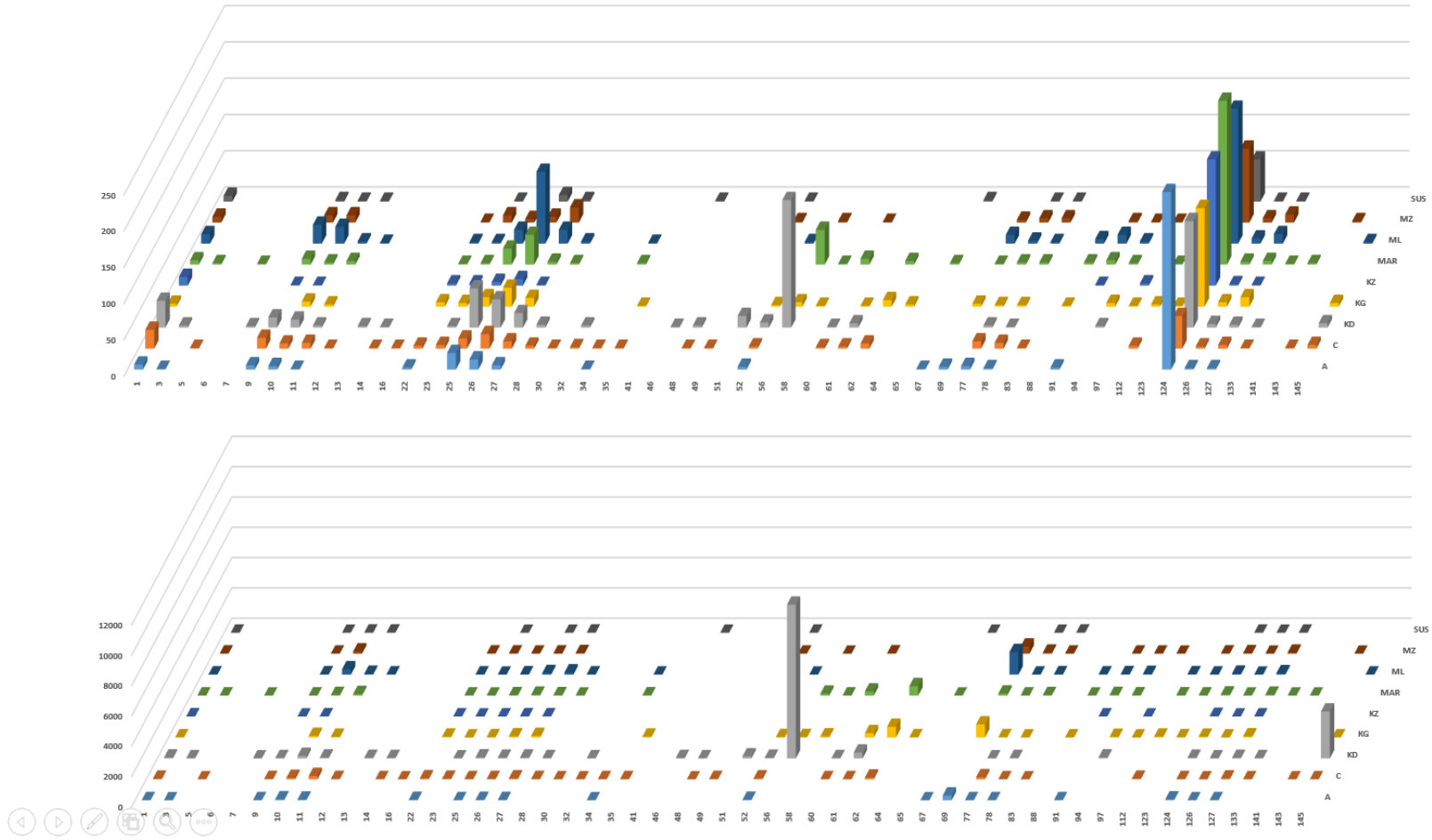
Turizm Sezonu Sonu (31.8.2016): İçecek şişesi kapak ve halkaları; 0,5 lt'den küçük hacimli içecek şişeleri; Tek kullanımlık bardak, tabak, çatal; Besin ambalajları; Naylon poşetler; Strafor parçaları ve Sigara izmaritleri sayıca belirgin şekilde diğer atık türlerine göre fazla miktardadır. Cam şişe ve kavanozlar; Terlik ve ayakkabılar ağırlık olarak tüm atıklar içerisinde daha fazla bir yekûn tutmaktadır.

Şekil 4-24 09.11.2015 örnekleme bölgelerinde tespit edilen atıkların kodlara göre dağılımı. Üstteki – Toplam atık sayısı (adet), Alttaki – Toplam atık kütlesi (gr)





Şekil 4-25 28.04.2016 örnekleme bölgelerinde tespit edilen atıkların kodlara göre dağılımı. Üstteki – Toplam atık sayısı (adet), Altteki – Toplam atık kütlesi (gr)



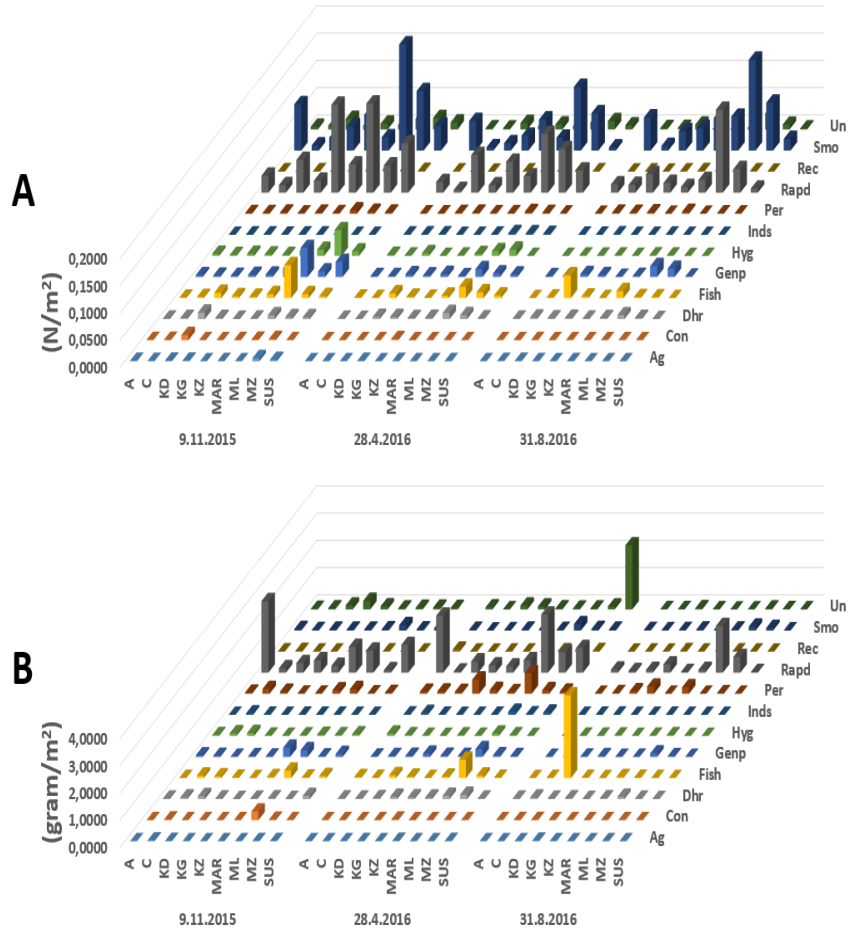
Şekil 4-26 31.08.2016 örnekleme bölgelerinde tespit edilen atıkların kodlara göre dağılımı. Üstteki – Toplam atık sayısı (adet), Altteki – Toplam atık kütlesi (gr)

Örnekleme kapsamında tespit edilen atık miktarı yoğunluklarına ait veri seti materyal türüne (Plastik, Tekstil, Cam-Seramik, Metal, Kağıt-Karton, Kauçuk ve Ahşap) göre ayrıştırılmıştır. Örnekleme dönemlerinde istasyonlarda tespit edilen materyallerin oransal dağılımı Tablo 4-12’de verilmiştir. Buna göre her örnekleme dönemi ve her istasyon için plastik atıkların % 78,8 – 98,1 aralığında olduğu görülmüştür. Buna göre Mersin ili sahil kesiminde plastik atıkların birincil kirletici unsur olduğu görülmektedir. Özellikle kış dönemi ve turizm sezonu öncesinde “Mersin Marina” istasyonunda metal atıkların miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Değerlendirme sürecinde ahşap atıklar yalnızca kış döneminde Kızkalesi, Mersin Liman ve Mezitli istasyonlarında gözlenmiştir. Çalışma alanında tespit edilen kirleticilerin kaynağının tespiti sürecinde katkı sağlaması amacı ile atık sınıflandırması basamağında kullanılan atık kodları kullanım alanları gözetilerek fonksiyonel gruplar altında gruplandırılmıştır (Tablo 4-13). Fonksiyonel gruplara göre atık miktarı yoğunlukları (Şekil 4-27) incelendiğinde; sigara ve sigara kullanımına ait atıklarının, günlük kullanıma ait atıkların, genel paketleme malzemelerinin atıkları ve balıkçılık faaliyetlerine ait atıkların sayıca diğer gruplara oranla daha fazla bulunduğu görülmüştür. Yalnızca 10 m’lik sahil çizgisi içerisinde toplanmış olmasına karşın sigara ve sigara kullanımına ait atıklar sayıca yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Fonksiyonel gruplara göre atık ağırlıkları yoğunlukları (Şekil 4-27) incelendiğinde; günlük kullanım atıkları ve kişisel kullanıma dair atıkların kütleye diğer atık türlerine göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun yanında bölgede sürdürülen balıkçılık faaliyetleri esnasında kaybolan büyük boyutlu (balık ağı, vb.) malzemelerin bazı aylarda plaj bölgelerinde biriktiği görülmüştür.

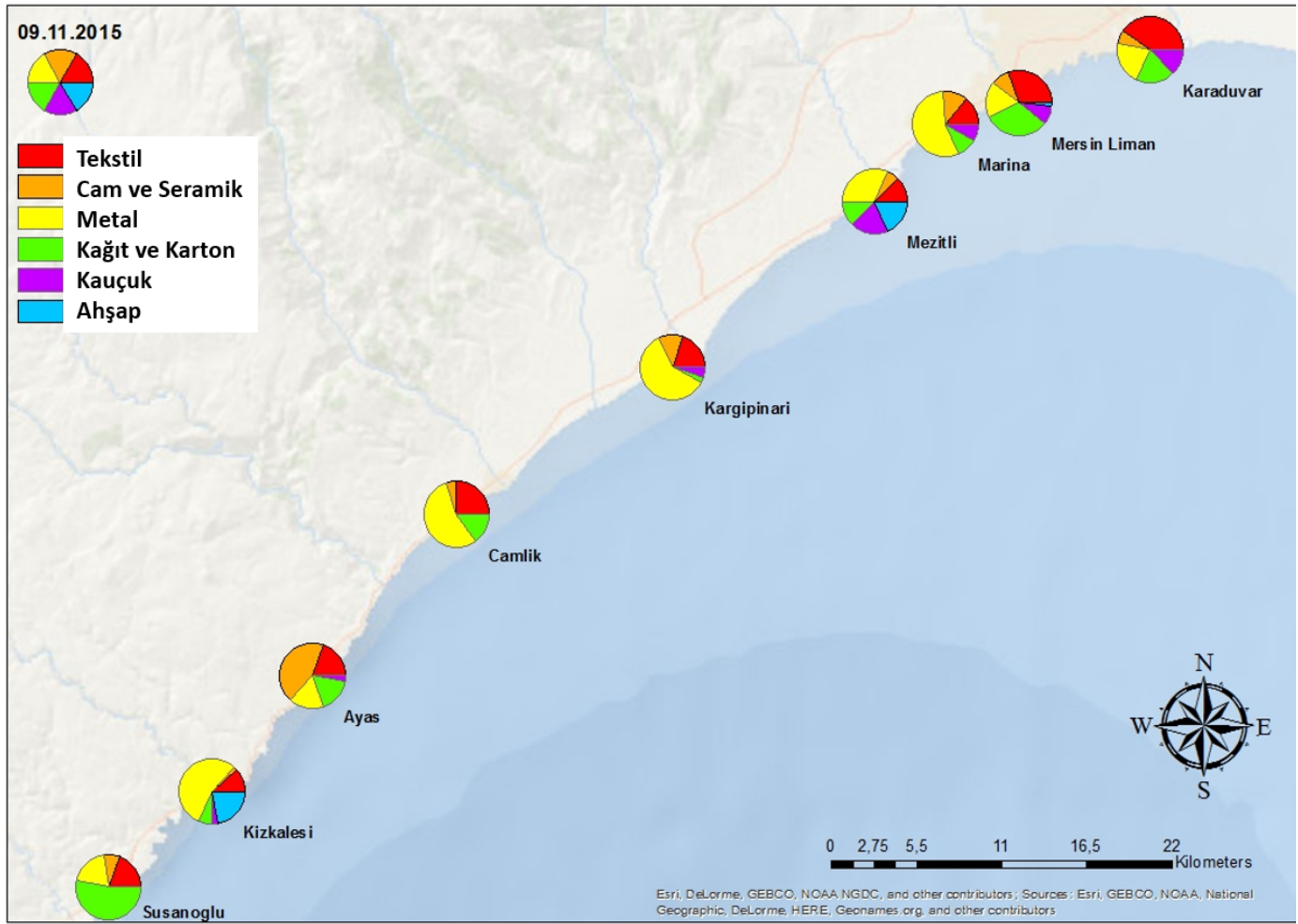
Tablo 4-13 Atıkların kullanım alanlarına göre gruplanması amacı ile kullanılan fonksiyonel gruplar

Kod	Açıklama
Ag	Tarımsal kullanıma ait atıklar
Con	İnşaat atıkları
Dhr	Evsel atıklar
Fish	Balıkçılık faaliyetlerine ait atıklar
Genp	Genel paketleme malzemelerinin atıkları
Hyg	Tıbbi ve kişisel hijyene yönelik malzemelerin atıkları
Inds	Endüstriye atıkları
Per	Kişisel kullanıma dair atıklar
Rapd	Günlük kullanım atıkları
Rec	Plaj kullanıma ait atıklar
Smo	Sigara ve sigara kullanımına ait atıklar
Un	Tanımlanamayan atıklar

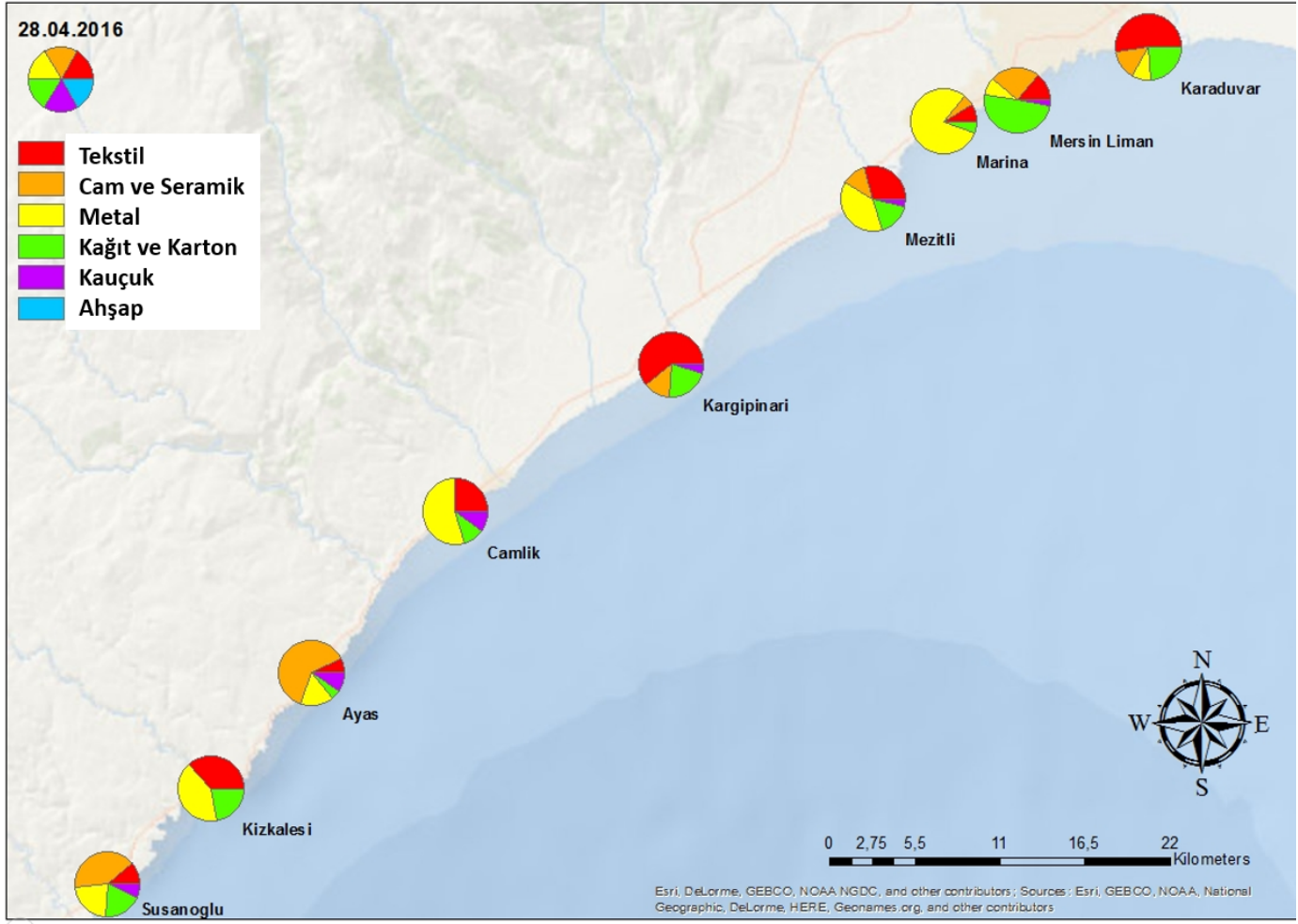
Plastikler hariç tutulduğunda çalışılan plajlarda diğer atıkların oranları Şekil 4-28, Şekil 4-29 ve Şekil 4-30’da gösterilmiştir. Aynı plajdaki atıklarda değişik dönemlerde farklı atıkların bulunması dikkat çekmektedir.



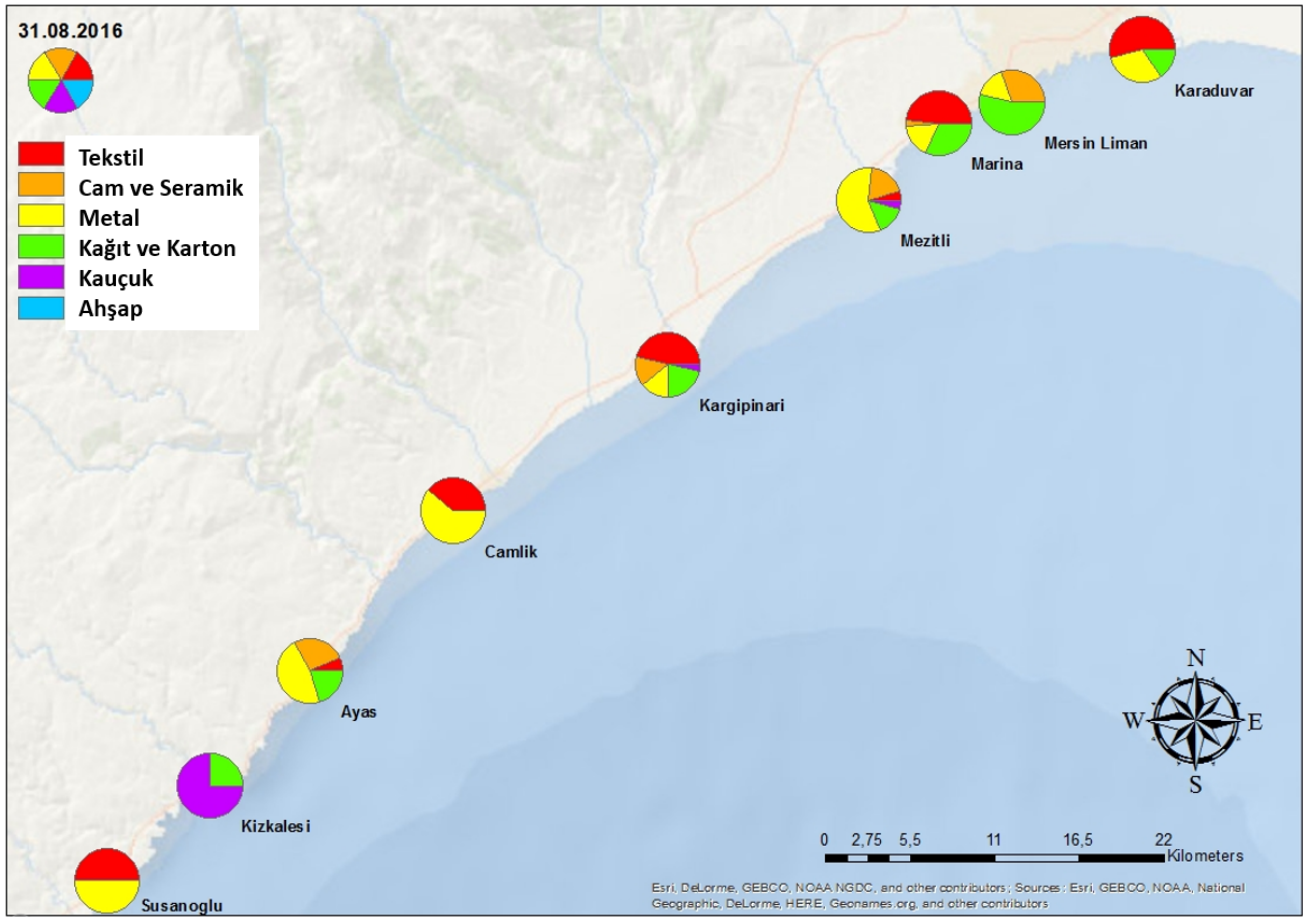
Şekil 4-27 Örnekleme bölgelerinde fonksiyonel grupların tespit edilen yoğunlukları. A – Birim alandaki atık sayısı, B – Birim alandaki atık ağırlığı



Şekil 4-28 09.11.2015 tarihinde Mersin plajlarında plastikler hariç diğer atıkların oranları



Şekil 4-29 28.04.2016 tarihinde Mersin plajlarında plastikler hariç diğer atıkların oranları



Şekil 4-30 31.08.2016 tarihinde Mersin plajlarında plastikler hariç diğer atıkların oranları

5 Kaynakça

APHA 2005. Standard methods for the examination of water and waste water, 21st edn. American Public Health Association, Washington, DC

Grasshoff, K., Erhardt, M., Kremling, K., 1983. Methods of Sea Water Analysis, 2nd ed. Verlag Chemie GmbH (419 pp.).

Kideys A.E. & A.C. Gücü 1995. *Rhopilema nomadica*: a poisonous indo-pacific scyphomedusan new to the Mediterranean coast of Turkey. Israel J. of Zoology, 41(4): 615-617

Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., Oosterbaan, L., Nilsson, P., Fleet, D., Kinsey, S., Thompson, R.C., van Franeker, J., Vlachogianni, T., Scoullou, M., Veiga, J.M., Palatinus, A., Matiddi, M., Maes, T., Korpinen, S., Budziak, A., Leslie, H., Gago, J., Liebezeit, G., 2013. Monitoring Guidance for Marine Litter in European Seas. MSFD GES Technical Subgroup on Marine Litter (TSG-ML).

“Mersin Körfezi Oşinografik/Kirlilik İzleme Projesi” Final Raporu 31 Ekim 2016 tarihinde tamamlanarak Mersin Büyükşehir Belediyesine gönderilmiştir.


Prof Dr Ahmet Ertan KIDEYİ
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Deniz Bilimleri Enstitüsü Müdürü ve Proje Eş Yürütücüsü
Erdemli, Mersin

ODTÜ Döner Semaye Müdürlüğü Vergi Numara Bilgileri:

Doganbey vergi dairesi

6470126088