

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KUZEY MARMARA DENİZİ VE İSTANBUL BOĞAZI'NDA
HİDROLOJİK DEĞİŞKENLERLE ÇÖZÜLMÜŞ OKSİJEN,
FOSFOR, KLOROFİL-A VE ANYONİK YÜZEY AKTİF
MADDELERİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ VE
KİRLETCİLERLE İLİŞKİLERİ**

Umut SERTER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİMDALİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Adnan AYDIN**

İstanbul 2011

**T.C
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KUZEY MARMARA DENİZİ VE İSTANBUL BOĞAZI'NDA
HİDROLOJİK DEĞİŞKENLERLE ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN,
FOSFAT FOSFORU, KLOROFİL-A VE ANYONİK YÜZEY
AKTİF MADDELERİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ VE
KİRLETİCİLERLE İLİŞKİLERİ**

Umut SERTER

(141103420070227)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİMDALI**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Adnan Aydın

İstanbul 2011

ÖNSÖZ

Çevre kirliliği ve bunun insan yaşamına etkileri günümüzde en fazla ilgi duyulan konulardan biri haline gelmiştir. Marmara Deniz'i etrafındaki yoğun sanayi tesislerinin ve nüfusun etkisiyle büyük bir tehlike altındadır. İstanbul Boğazı ve Kuzey Marmara'da yaptığımız çalışma açık deniz çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve tezin yazım süreci olmak üzere sarf edilmiş önemli bir emeğin ürünüdür. Çalışmam esnasında yardımlarını esirgemeyen değerli Hocam Prof. Dr. Adnan Aydın'a teşekkür ederim.

Nisan 2011

Umut SERTER

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
SEMBOLLER.....	v
KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER.....	vii
TABLolar.....	viii
HARİTALAR.....	ix
BÖLÜM I.GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
I.1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM II.GENEL BİLGİLER.....	7
II.1 DENİZLERDE BİYOKİMYASAL DÖNGÜ.....	8
II.1.1.AKINTILAR	8
II.1.2.SICAKLIK.....	8
II.1.3.IŞIK GEÇİRGENLİĞİ.....	8
II.1.4.TUZLULUK.....	9
II.1.5.ELEKTRİKSEL İLETKENLİK.....	9
II.2.DENİZLERDE BİYOKİMYASAL DÖNGÜ.....	10
II.2.1.FOSFOR DÖNGÜSÜ.....	11
II.3.DENİZ KİRLİLİĞİ.....	12
II.4. MARMARA DENİZİ.....	13
II.5. İSTANBUL BOĞAZI.....	19
II.6. MARMARA DENİZİNDE KİRLİLİK KAYNAKLARI.....	20
BÖLÜM III. ÇALIŞMALAR.....	27
III.1.1. ARAŞTIRMA ARAÇLARI.....	27

III.1.2. ARAÇ ve GEREÇLER.....	27
III.1.2.1. Spektrometre.....	28
III.1.2.2. Hassas Terazî.....	28
III.1.2.3. Ph Metre.....	28
III.1.2.4. Santrifüj.....	28
III.1.2.5. Etüv.....	28
III.1.2.6. Saf Su Cihazı.....	28
III.1.2.7. Mevki Tayini.....	28
III.1.2.8. Su Sıcaklığı Ölçümleri.....	28
III.1.2.9. Salinite Ve Klorite Ölçümleri.....	28
III.1.2.10 Çözülmüş Oksijen (Do) Ölçümleri.....	29
III.1.2.11 Ph Ölçümleri.....	29
III.1.2.12 Işık Geçirgenliği Ölçümleri.....	29
III.1.3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ.....	30
III.1.3.1. YÖNTEM.....	30
III.1.3.1.1. Yerinde Ölçümler.....	30
III.1.3.1.2. Laboratuvar Analizleri.....	30
III.1.3.1.2.1 Fosfat Tayini.....	31
III.1.3.1.2.2 Anyonik Aktif Madde Tayini.....	31
III.2. ÇALIŞMA PLANI.....	32
III.3. BULGULAR.....	32
III.3.1. 2009 YAZ ÖLÇÜMLERİ	32
III.3.2. 2010 KIŞ ÖLÇÜMLERİ.....	66
BÖLÜM IV. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	87
IV.1. ÇO MİKTARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ.....	89
IV.2. FOSFAT FOSFORU MİKTARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ.....	91
IV.3. A. Y. A. MADDE MİKTARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ.....	92
IV.4. KLOROFİL-A MİKTARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ.....	94
BÖLÜM V. SON DEĞERLENDİRMELER ve ÖNERİLER.....	95
V.1. ÇO Verilerinin Önceki Yılların Verileri İle Karşılaştırılması.....	96
V.2. Fosfat fosforu Verilerinin Önceki Yılların Verileri İle Karşılaştırılması.....	97
KAYNAKLAR.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	103

SEMBOLLER

t : Zaman(s)

T : Sıcaklık($^{\circ}\text{C}$)

m : Derinlik(metre)

Sal : Salinite

Cl : Klornite

SIGMA-T : Yoğunluk(kg/m^3)

KISALTMALAR

ÇOD	: Çözünmüş Oksijen Değeri
LAS	: Lineer Aktif Sülfonatlar
ABS	: Alkil Benzen Sülfonatlar
AS	: Alkol Sülfonatlar
STPP	: Sodyum Tripolifosfat
DDB	: Dodesil Benzen
LAB	: Lineer Alkinin Benzen
LABs	: Linear Alkil Benzen Sülfonat

ŞEKİLLER

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil II.1. Fosfor döngüsü.....	12
Şekil II.2. Türk Boğazlar sistemi akış yapısı(34).....	14

TABLÖLAR

SAYFANO

Tablo II.1. İstanbul alt havzasında derelerin kirlilik yükleri.....	21
Tablo II.2. İzmit körfezi alt havzasında derelerin kirlilik yükleri	21
Tablo II.3. Tekirdağ alt havzası nehirleri kirlilik yükleri.....	22
Tablo II.4. Kuzey Marmara Denizine dökülen Evsel ve evsel nitelikli atık sular.....	23
Tablo II.5. Marmara havzasındaki illerin kanalizasyon şebekesi ve arıtma tesisi durumu...	23
Tablo II.6. Marmara havzasındaki illerin katı atık miktarları ve depolama şekilleri.....	24
Tablo II.7. Kuzey Marmara Denizine komşu illerin atık miktarı ve sızıntı suyu.....	24
Tablo II.8. Eski ve yeni depolama sahalarındaki sızıntı suyu özellikleri.....	24
Tablo IV.1. 2009 Yaz ÇO (mgO/L) ölçümleri.....	89
Tablo IV.2. 2010 Kış ÇO (mgO/L) ölçümleri.....	89
Tablo IV.3. 3-16 Mayıs 1983 ÇO (mg O/L) konsantrasyonu.....	90
Tablo IV.4. 2009 Yaz Fosfat fosforu(µg/L) ölçümleri.....	91
Tablo IV.5. 2010 Kış Fosfat fosforu(µg/L) ölçümleri.....	92
Tablo IV.6. 2009 Yaz Anyonik yüzey aktif madde (µg/L) ölçümleri.....	92
Tablo IV.7. 2010 Kış Anyonik yüzey aktif madde (µg/L) ölçümleri.....	93
Tablo IV.8. 2009 Yaz Klorofil Chl-a (µg/L) ölçümleri.....	94
Tablo IV.9. 2010 Kış Klorofil Chl-a (µg/L) ölçümleri.....	94
Tablo V.1. 1. Bölge ÇO (mgO/L) miktarı.....	96
Tablo V.2. 2.Bölge ÇO (mgO/L) miktarı.....	96
Tablo V.3. 3. Bölge ÇO (mgO/L) miktarı.....	97
Tablo V.4. 7. Bölge ÇO (mg O/L) miktarı.....	97
Tablo V.5. Üst tabakada (30 m>) yıllık Fosfat-fosforu konsantrasyon ortalamalarının önceki yılların değerleri ile karşılaştırılması.....	98

HARİTALAR

	<u>SAYFA NO</u>
Harita II.1. Marmara Denizi Batımetrisi.....	15
Harita II.2. Marmara Denizinin Ereğli, Tekirdağ arasındaki batımetresi.....	16
Harita II.3. Marmara Denizinin Kartal, Ereğli arasındaki batımetresi.....	17
Harita II.4. Marmara denizi akıntılarının şematik gösterimi.....	18
Harita II.5. İstanbul Boğazı batımetrisi.....	20
Harita III.1. Çalışma istasyonları.....	27
Harita III.2. 2009 Yaz Ayağı Çalışma istasyonları.....	32
Harita III.3. 2010 Kış Ayağı Çalışma istasyonları.....	66
Harita IV.1 Marmara’da özellikleri farklılık gösteren bölgelerin dağılımı.....	88
Harita IV.2 2009 Yaz ve 2010 kış ayağı Marmara Denizi ölçüm istasyonları.....	88
Harita IV.3 1983 Marmara Denizi Ölçüm İstasyonları	89
Harita V.1 istasyon konumları.....	98

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

Su yaşam için en önemli maddedir ve yaşam ilk olarak su içinde ortaya çıkmıştır. Su yeryüzünün dörtte üçünü kaplamaktadır ve bilinen canlıların dörtte üçü yine su içerisinde yaşamaktadır. Denizlerin ve okyanusların derinlikleri ise hala pek çok sırrı barındırmaktadır. İnsanoğlu ilk yerleşim yerlerini deniz, nehir ve göl kenarlarına kurmuşlar ve medeniyetlerini bu coğrafya sayesinde geliştirmişlerdir. Yaşamın ve medeniyetin kaynağı olan denizler göller ve nehirler kutsal kabul edilmişlerdir. Günümüzde de insanların büyük çoğunluğu deniz, nehir ve göl kenarlarındaki havzalarda yaşamaktadır.

Okyanusların incelenmesi 19. yüzyılın ortalarına kadar gemicilerin, tüccarların ve kâşiflerin pratik gözlemlerinden oluşmaktaydı. 19. yüzyılın ortalarına doğru okyanusların bugünkü sınırları belirlenmiş ve iki boyutlu haritaları yapılmıştır. Deniz altında neler olduğu, suların ve sularda yaşayan canların incelenmesi ihtiyacı oşinografi biliminin ortaya çıkmasına yol açmıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren de denizlerdeki olayları yalnızca sunmak ve betimlemekle kalmayan, ayrıca süreçleri ve bunları yöneten yasaları analiz eden oseanoloji bilimi ortaya çıkmıştır.

Marmara Denizi, Akdeniz su sisteminin bölümü olan Ege Denizi ve Karadeniz'i birbirine bağlayan bir denizdir. Marmara Denizi su canlıları için son derece uygun bir yaşam alanı olmasına rağmen, çevresindeki yerleşimlerin artması ve buna paralel olarak evsel ve sanayi atıklarının denize ulaşması nedeni ile tehdit altında olduğu uzun yıllardır bilinmektedir. Bu yüzden geçmiş yıllarda yapılmış olan ve bugün hala devam etmekte olan birçok bilimsel periyodik çalışma, bu denizin geleceği hakkında alınacak önlemlere ışık tutmak üzere yapılmaktadır. Hidrolojik ölçümler denizin çevresel karakteri hakkında ön bilgilerin hızlı bir şekilde üretilmesini sağlamak ve bu verilerle birlikte üretilmiş olan ağır metal analizleri, besleyici elementlerin analizleri ve bazı önemli diğer kirleticilerin analizleri zaman zaman gerçekleştirilmektedir.

İstanbul gibi değişik kaynaklara göre 12-15 milyon nüfuslu bir metropolün atık sularının arıtmaksızın veya kısmen arıtılarak denize verilmesi denizin doğal dengesini bozmaktadır. Su ürünleri açısından önemli olan bu "iç" denizi korumak önemlidir.

Marmara denizi doğu ve güneyde Anadolu, batı ve kuzeyde Trakya kıyıları arasında kalan 11.350 km² lik bir alana, 3378 km³ hacme, 927 km uzunluğunda kıyı şeridinde sahiptir [1,2]. Uzunluğu İzmit ile Gelibolu arasında 278 km olan Marmara Denizinin en geniş yeri Silivri ve Kurşunlu arasında 76 km dir. Trakya'da iki lagün yer almakta olup bu lagünler,

Küçükçekmece ve Büyükçekmece gölleridir. Bu lagünlerin haricinde batı ve kuzey kıyılarında fazla girinti ve çıkıntı yoktur. Anadolu yakasında ise kıyı şeridi oldukça girintili çıkıntılıdır. Başlıca çıkıntılar Samanlı Dağları'nın batıya doğru sokulduğu Bozburun ya da Armutlu Yarımadası ile Kapıdağ Yarımadası'dır [2]. En belirgin girintiler ise bu yarımadaların iki tarafındaki İzmit ve Gemlik körfezleri ile Bandırma ve Erdek körfezleridir. Marmara Denizi'ndeki başlıca adalar Kızıl Adalar olarak da anılan Prens Adaları, İmralı Adası ve Marmara Adalarıdır. Marmara Denizinde derinliği 1000 metreyi aşan üç çukur vardır. Bu çukurlar Marmara Bölgesinin doğu kesiminde yer doğal yapıyı önemli ölçüde belirleyen Adapazarı Ovası, Sapanca Gölü, İzmit Körfezi çöküntü alanı dizisinin batıdaki devamı niteliğindedir. Bunların ilki Prens Adaları'nın güneyinde, ikincisi Marmara Ereğlisi'nin güneyinde, üçüncüsü ise Ganos Dağı'nın doğusunda yer almaktadır. Marmara Denizi'nin en derin yeri Marmara Ereğlisi'nin güneyinde yer alan 1258 m derinlikteki çukurluktur [2].

Marmara Denizini bir deniz olarak değil, Karadeniz ile Akdeniz arasında bağlantıyı sağlayan Boğazlar sistemi üzerindeki bir genişleme olarak görmek de mümkündür [3]. Marmara Denizi, Akdeniz'e oranla yüz ölçümü açısından 1/300, hacim açısından 1/650 oranında daha küçüktür, bu durum alıcı ortamın boyutunu belirtmek açısından önemlidir.

Marmara Denizinin hacmi küçük olmasına rağmen sularının kendini yenileme yeteneği düşüktür [4]. Marmara denizi üç tabakadan oluşmaktadır. Karadeniz'den gelen suların tuzluluk oranı düşük olduğu için yoğunluğu azdır bu nedenle de üst tabakayı oluşturur ve mevsimsel değişikliklere göre derinliği 25-75 m. arasında değişir [1]. 15-20 metre derinlikteki yüzey katmanında bine 22 olan tuzluluk oranı, 30 metrede binde 37'ye, 150 metrede de, binde 38,5'e ulaşır [2]. Karadeniz ve Ege Denizi arasında bir geçit olan Marmara Denizi'ndeki canlılar yüksek tuzlu Akdeniz suyu ile düşük tuzlu Karadeniz suyu arasında yaşayabilecek yapıdaki özel canlılardır. Marmara Denizinin yüzey tabakasının altında tuzluluk ve sıcaklığın ani değişim gösterdiği bir ara geçit tabakası bulunur, bu ara su tabakasının derinliği, bir önceki kışın ortalama yüzey suyu sıcaklığının yarattığı yoğunluk şartlarına bağlıdır. Marmara Denizi boyunca her tabakada sıcaklık ve tuzluluk değerleri ani ve düzgün olmayan bir değişim gösterirler [4]. Ege denizinden gelen alt tabakayla Karadeniz'den gelen üst tabaka suyu yaklaşık 25 metre derinlikte yer alan bir yüzeyle birbirinden ayrılır. Üst tabaka suları yaklaşık 230 km³ hacme sahip ve 4-5 aylık bir sürede yenilenebilir; fakat, alt tabaka suları yaklaşık 3378 km³ hacme sahiptir ve 6-7 yılda bir yenilenebilir. Üst tabaka suyunun fiziksel özellikleri, komşu denizlerle olan yoğunluk ve su seviyesi farkı, su bütçesi ve rüzgâra bağlı olarak değişmektedir. Bu değişim en fazla Çanakkale Boğazı içinde olmaktadır. Daha az

yoğun olan Karadeniz kaynaklı üst tabaka suları ise en büyük değişimi İstanbul Boğazı içinde gerçekleşmektedir. Ege suları Marmara Denizi sularına göre tuzluluk oranı fazla olduğu için yoğunluk farkından dolayı Marmara Denizi'ne yönelir ve Marmara Denizinde aşağıya dibe doğru hareket eder [7]. Marmara Denizinin yüzey sularında mevsimlik sıcaklık farkı 7°C ile 26°C arasında değişir. 300 metreden daha derindeki suların yaklaşık 14°C olan sabit sıcaklığa sahiptir ve mevsimlere bağlı olarak değişim göstermez [2]. Karadeniz ile Ege Denizi arasındaki düzey farkından dolayı Marmara Denizi'nde Ege Denizi'ne doğru bir yüzey akıntısı vardır. Ege Denizi'nin derindeki suları ters bir dip akıntısıyla Karadeniz'e geçer. Marmara Denizi gelgit olayından pek etkilenmez. Ancak, şiddetli rüzgârların yol açtığı fırtınaların birkaç gün sürmesi halinde Marmara Denizi kıyılarındaki su düzeyinde yükselmeler ve alçalmalar görülür. Şiddetli rüzgârın neden olduğu bir lodos fırtınası sırasında deniz düzeyi Bandırma kıyılarında alçalırken İstanbul kıyılarında yükselir. Poyraz fırtınalarının uzun sürmesi durumunda da bunun tersi gerçekleşir, İstanbul kıyılarında su düzeyi azalırken Balıkesir kıyılarında su düzeyi yükselir [2].

Marmara Denizi, Türkiye'de su ürünleri üretiminin yaklaşık % 25 ini sağlayan bir denizdir. Sadece Marmara Denizi'nin güneyinde 30 familyaya ait 5 i alt tür olmak üzere 49 kemikli balık türü gözlenmiştir [5]. Marmara denizi yarı kapalı olduğu için su alışverişi sınırlıdır. Bu nedenle bu denizin hidrografik ve ekolojik şartlarının sonucu en üretken olan bölümü yaklaşık 25 m e kadar olan su kütesidir. Bu 25 m ye kadar olan üretken su kütesinin hacmi yaklaşık olarak 283,8 km³dür. 25 m nin altında Çözünmüş Oksijen Değerinin(ÇOD) bir yıllık ortalaması canlıların hayatını sürdürebilmesi için gereken miktardan(5 ppm O₂) daha düşüktür, derin sulardaki bu O₂ içeriği pelajik balıkların yaşamına elverişli değildir [4].

Besin zincirinde fitoplanktonlar ve zooplanktonlar primer besleyiciler olarak en alt düzeyde yer almaktadırlar. Bu tek hücreli canlıların ekolojik sistemin yaşamında çok büyük önemi vardır ve bunlar üzerinde çok çalışma yapılmıştır. 1993-94 verilerine göre Marmara Denizi'nde 102 fitoplankton türü bulunmaktadır [6]. Biyokütle tespitlerine göre Yeşilköy-Bostancı hattının kuzeyi 104 g C/m² /yıl ile Marmara Denizi'nin en üretken üçüncü bölgesidir. Bu nedenle İstanbul Boğazı ve çevresinde meydana gelen kirlilik nedeniyle besin zincirinin ilk halkasının etkilenmesinin yaratacağı olumsuzluklar çok büyük olacaktır.

İstanbul çevresindeki sular bölgede yaşayan yoğun nüfusun ve endüstriyel üretimin meydana getirdiği kirliliğin etkisi altındadır. Marmara Denizindeki ÇOD nin azalmasının da hidrografik şartların etkisi olmakla beraber kirleticilerin çok büyük oranda artmasının etkisi vardır. Marmara denizinin kıyı kesimi ve koylar yoğun biçimde kirletilmektedir. Evsel atıklar, sanayi atıkları, fosfor ve azotlu bileşikler, organik kimyasal maddeler sürekli olarak Marmara

Denizine atılmaktadır. Marmara Denizinde kirlenme gözle görülebilen boyutlara ulaşmış ve yere yer aşırı bir ötrofik yapıya bürünmüştür. Bu sebeple, önce alıcı ortam bozulmakta, biopsonotik gerileme başlamakta, türler azalmakta, seçilmiş dayanıklı türler çoğalmaktadır. Bu kirlenmenin sürmesiyle beraber bioproduksiyon artacak bununla beraber oksijen sarfiyatı daha artacak ve anoksik ortam oluşmaya başlayacaktır. Bioproduksiyon ve ölümler, organik maddelerin yığılması sonucunda deniz suyunun bulanıklığı artmakta ve böylece deniz dibi bitkilerinin fotosentezi engellenmektedir[3]. Marmara Denizi'nin göreceli olarak kapalı bir alanda bulunması nedeniyle kirlenmesindeki artış ciddi oranda ötrifikasyon oluşmasına neden olmaktadır. Karadeniz'den gelen yıllık 600 milyar m³ su girişi Marmara Denizinin Üst tabakasını her 3-6 ayda bir yenilenmesini sağlamaktadır. Alt tabakadaki suların yenilenmesi ise 5-7 yıl almaktadır [6]. Marmara denizinde kirlenme boyutlarının su kütlesinin kendi kendini arıtabilme kapasitesinin üzerine çıktığı 1975 yılından beri gözle görülebilir bir hal almıştır. Marmara denizi ekosisteminin bileşenlerini oluşturan pek çok canlı türü yok olmuş ya da popülasyonlarında önemli düşüşler gözlenmiştir. 1975'lere kadar Marmara denizinde su ürünleri endüstrisinde önemli rol oynayan balık türlerinin sayısı yaklaşık 127 iken bu sayı bugün 4-5 e kadar düşmüş, 1989 senesinden itibaren su ürünleri(balık) üretiminde yalnızca istavrit %80'in üzerinde bir paya ulaşmıştır. Marmara'nın tüm su ürünleri üretimine katkısı de %22'lerden %6'lara kadar düşmüştür. Marmara denizine bırakılan organik atıklar bazı balık türlerinin yok olmasına neden olduğu gibi bu organik atıklardan yararlanan ve kirli sulardan etkilenmeyen başta bazı alg türleri olmak üzere belirli türlerinde kütleli çoğalmalara neden olmaktadır [3]. Fosfat ve azotlu bileşiklerin aşırı miktarda bulunması Marmara Denizindeki belirli bölgelerde dinoflegellat sınıfından Noctiluca scintillans(N. miliaris) fitoplanktonunun artışına neden olmuştur. Bu filoplanktonun üremesi deniz yüzeyi soluk kırmızı bir renk almaktadır. İlk defa 1978-79 yılı ilkbahar yaz aylarında ortaya çıkan bu durum günümüze kadar dönem dönem ortaya çıkmaktadır [4].

Marmara denizi 1954 yılında Et ve Balık Kurumu tarafından başlan Marmara Denizi'nin Değişen Oşinografik Şartların İzlenmesi Projesi ile bu tarihten beri sürekli olarak izlenmektedir. Bu zaman zarfı içerisinde alınan veriler hem sürenin uzunluğu hem de sürekliliği nedeniyle Marmara Denizini tanımamız ve zaman içerisinde gerçekleşen değişiklikleri görebilmemiz açısından oldukça önemlidir [3].

Biyolojik yaşamın aktif olabilmesi için çözünmüş oksijen miktarının alt sınırı 5 mg/L olmalıdır, Marmara Denizi'nde genel olarak ortalama 45 m lik dar bir üst tabakada bu miktarda çözünmüş oksijen görülebilmektedir. Bu kritik çözünmüş oksijen sınırı akıntıların şiddetli olduğu bölgelerde ve karışım (termoklin, haloklin) tabakasının yer değiştirmeleri

sonucunda 75-80 m derinliğe kadar inebilmektedir fakat daha derinlere inmesi yoğunluk farkı nedeniyle mümkün olamamaktadır. Marmara'nın derin su kütleğinde az da olsa çözünmüş oksijen bulunması Ege'den Çanakkale Boğazı eşiğini aşarak gelen Akdeniz sularının çözünmüş oksijen içeriğinden kaynaklanmaktadır. Marmara Denizi'nde düşey su kolonunda karışma çok düşük düzeydedir. Marmara denizindeki çözünmüş oksijen miktarının durumunu dikkate aldığımızda, nedeni ne olursa olsun deniz suyunun oksijen içeriği azaltan her etki, olumsuzdur ve çevreye zararlıdır [10, 11].

Marmara bölgesi gelişmiş sanayisi, yaşama uygun coğrafi koşulları ve tarıma elverişli topraklarıyla Türkiye'nin en fazla nüfus yoğunluğuna sahip bölgesidir. Marmara bölgesi Türkiye'nin en fazla nüfus barındırmanın yanında endüstrisi en gelişmiş olan bölgesidir; petrokimya tesislerinin %50'si, petrol rafinelilerinin %20'si, demir-çelik tesislerinin %36'sı, gübre tesislerinin %24'ü, termik santrallerin %30'u, şeker fabrikalarının %9'u, çimento fabrikalarının %2'si, mezbaha tesislerinin %19'u, deri sanayinin de %32'si Marmara bölgesinde bulunmaktadır[12]. Endüstri tesislerinin çoğu atık sularını belediyelerin kanalizasyon sistemine vermektedir fakat bir kısmı da doğrudan alıcı ortama vermektedir. Marmara denizinin kapalı bir havzada bulunması ve etrafındaki sanayi ve evsel atık yükünün çok olması sebebiyle denizin kendini temizleme mekanizması oldukça yetersiz kalmaktadır. Marmara havzası içerisinde çok sayıda dere ve küçük akarsu bulunmaktadır. Marmara denizine ulaşan akarsu ve dereler geçtikleri bölgelerdeki sanayi tesisleri tarafında atık su deşarj yeri olarak kullanılmaktadır. Marmara Denizi havzasında evsel kaynaklı atık su deşarjları bulunmaktadır. Evsel atık suların içindeki kirleticiler genellikle organik madde olduğundan bunların arıtılmasında biyolojik sistemler kullanılır [12].

İstanbul (Kömürcüoda ve Odayeri) ve Kocaeli illerinde katı atık düzenli depolama yerleri bulunmaktadır. Düzenli depolama sahalarından kaynaklanan sızıntı suları aşırı derecede kirletici özelliğe sahiptir. Düzenli depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı suları genellikle bir arıtım tesisinde toplanıp arıtılmaktadır. Vahşi depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı suları ise her hangi bir arıtmadan geçmeyerek doğrudan veya dolaylı olarak yer altı sularına karışmaktadır. Tarımda kullanılan tabii ve sentetik gübreler ile tarımsal mücadele ilaçları toprak tipi iklim faktörlerine bağlı olarak yüzey ve yer altı sularına karışmaktadır. Gübrelerde bulunan azot ve fosfat su içerisindeki mikroorganizmalar ve algler için besin kaynağıdır ve aşırı derecede çoğalmalarına neden olurlar, bunun sonucu oluşan ötrofikasyon ve çözünmüş oksijen yetersizliği en önemli deniz kirliliği sorunlarından biridir.

İstanbul çevresindeki sulara karışan atıkların içerisinde yüzey aktif maddeler çok büyük miktarlarda bulunmaktadır. Türkiye'de kişi başına tüketilen temizlik malzemesinin (deterjan,

sabun v.b.) 7,0 – 7,5 kg/yıl olduğu düşünölürse ortaya çıkardığı kirliliğin boyutları oldukça yüksek miktarlardadır. İstanbul Boğazı ve çevresindeki sulardaki yüzey aktif madde miktarının tayini, bu miktarın yıl içindeki değişiminin ölçölmesi sorunun boyutlarını ortaya çıkarmada büyük fayda sağlayacaktır. 1997 yılı ile 2004 yılları arasında İstanbul Boğazı ve çevresindeki sularda yüzey aktif madde miktarında artma olduğu görölmüştür [7].

Yüzey aktif madde (sülfaktan) tanımı sabun, deterjan, emülsiyon oluşturan maddeler, ısılatıcı maddeler için kullanılan genel bir isimdir. Yüzey aktif maddeler, bünyesinde kuvvetli bir hidrofilik grup ile kuvvetli bir hidrofobik grup bulunduran maddelerdir. Bu özellikleri nedeniyle yağların çözölmesini sağlarlar ve temizlik malzemesi olarak kullanılırlar. Gerek endüstriyel olarak gerekse hane tüketiminde kullanımları oldukça yaygındır. Deterjan yapımında en fazla kullanılan yüzey aktif maddeler: LAS (lineer aktif sülfonatlar), ABS(alkil benzen sülfonatlar), AS (alkol sülfonatlar), STPP (sodyum tripolifosfat), DDB(dodesil benzen), LAB (lineer alknin benzen)'dir[6]. Deterjanların deniz yaşamına zararlı maddeler olması nedeniyle yapımında kullanılan yüzey aktif maddelerin kolay parçalanabilir özellikte olması gerekir. Yüzey aktif maddeler arasında en kolay parçalanabilenler LABs(Linear Alkil Benzen Sülfonat)'dır. Piyasada LABs(LAS) ın üretimi farklı firmalarca yapılır. Bunların kaliteleri farklıdır. Ana madde olan linear alkil benzen (LAB) C₁₁-C₁₄ arası linear karbon zinciri taşır. LAB'ın yapısına giren benzen sentez esnasında farklı karbona bağlanabilir. Ayrıca LAB'ın karbon zincirindeki karbon sayısındaki farklılık ta burada ayrı bir değişikliğe yol açar. Bu sebeplerden LAB'ın yapısı standart değildir. Buna ek olarak linear alkil benzenin LAS'a dönüştürölmesi için sülfonlama işleminin yapılması gerekir. Sülfonlamada kullanılan metot ve şarta bağlı olarak renklenme, sülfon grubunun benzen halkasına bağlantısında farklılık ve ayrıca bağlanan sülfon grubunun sayısında de değişiklikler ortaya çıkarır. Bütün bunlar ama maddeden gelen farklılık yanında meydana gelen madeninde değişik biçimde oluşmasına neden olur. Bu sebepten aynı firma tarafından sentezlenen LAS'ta her imalat serisi içerisinde bile farklılıklar görölür. Dolayısı ile yüzey aktif madde kirliliğini genel bir deterjan kirliliği olarak görmek gerekmektedir. Bu standart olmayan maddenin her bir komponentinin denizde doğuracağı sonuçlar bilinmemektedir, çünkü her bir maddenin özellikleri ve toksisitesi imalat serisinden diğerine farklılık göstermektedir[8]. Temizleme malzemesi olarak kullanılan yüzey aktif maddeler kanalizasyon sistemleriyle deniz ve iç sulara karışmaktadır. Yüzey aktif maddeler karıştıkları sularda köpük oluşturarak su yüzeyini kaplamaktadır. Su yüzeyindeki bu tabaka su ve hava fazları arasındaki oksijen alışverişine engel olmaktadır. Su içerisindeki çözönmüş oksijen miktarının azalması ötrifikasyona neden olmakta ve su içerisindeki biyolojik yaşamı tehdit etmektedir. Toz deterjanların içerdği

sodyum polifosfatlar atık sularda bulunan azotla beraber alglerin ve yosunların gelişimi için besleyici bir ortam sunar. Su içerisindeki alg ve yosun popülasyonundaki artış ötrifikasyonun en önemli nedenlerindendir. Deterjan miktarının yüksek olduğu sularda balık ölümleri görülmektedir. 3 ppm'lik bir deterjan konsantrasyonunun 12 hafta içerisinde balıkların %50 sinin ölümüne neden olduğu bildirilmiştir. Sudaki oksijen miktarının düşmesi deterjanın zehirlilik etkisini artırmaktadır [7]. Sulardaki yüzey aktif madde oranı 0.1 g/m³ den fazla olması durumunda bu sularda bulunan organizmalara toksik etki yapmaktadır [9].

Denizlerdeki ekosistemi oluşturan, doğal ortam şartlarını ve doğal faaliyetlerin nasıl işlediğini bilmek ve ekolojik dengeyi sağlayan koşulları korumak günümüzün en önemli konularından biri haline gelmiştir. Sanayi ve kentleşme giderek artmasıyla beraber yapay ve doğal yükün çok üzerindeki atık madde oluşmaktadır, bu artık maddelerin çeşitli yollarla yok edilmeleri veya çevreye olan zararlı etkilerinin yok edilmesi gerekirken, bu atıklar arıtılmadan ya da yeterince arıtma işlemleri görmeden en yakın alıcı ortama bırakılmaktadır.

Denizlerin alıcı ortam olarak seçilmesi, üç yanı dört farklı karakterde denizle çevrili olan ülkemiz için sonuçları çok ciddi olabilecek sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Kuzey Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı'ndaki çalışmalarımız, sürekli kirletici tehdidi altında bulunan bu denizimizin kirlenmesini kontrol altında tutmamızı sağlayacak verileri üreterek, ilgili makam ve kuruluşlara olası sonuçlar ve tehditler hakkında bilgi aktarılacaktır.

-Marmara Deniz'in hidrografik şartlarına bağlı olarak hidrolojik kriterlerin analizlerinin yapılması ve izlenmesi,

-İnsan kökenli faaliyetler sonucu ortaya çıkan kirletme olaylarının saptanması ve izlenmesi için yapılacak periyodik analizlerin araç olarak kullanılması;

-Deniz ortamındaki besleyici elementlerin çözülmüş oksijen ve bunun gibi diğer parametrelere bağlı olarak değişiminin irdelenmesi;

-Kirleticilerin ve diğer parametreler arasındaki ilişkinin ortaya konularak geleceğe dönük değerlendirmeler yapılması.

Marmara Denizinde yapılacak bu çalışma hidrolojik in-situ olarak analizi yapılacak parametreler yanında, fosfat fosforu, anyonik yüzey aktif maddeler ve klorofil-a'nın mevsimsel değişimi ve kirleticilerle ilişkileri belirlenmiş olacaktır.

BÖLÜM II

II.1. DENİZ ORTAMININ ÖZELLİKLERİ

Yeryüzü sularını hidrosferi oluşturur. Hidrosferin hacminin 1,4 x 10⁹ km³ olduğu hesaplanmıştır. Hidrosferin % 96,5'i okyanuslara ve denizlere ait tuzlu sulardır, geri kalan % 3,5'i ise tatlı sulardır(göller, yeraltı suları, akarsular, buzullar, atmosferik sular). Deniz suları

ve kara suları, atmosfer vasıtasıyla aralarında sürekli değişim hidrosferin iki bileşenini oluşturur. Hacimleri itibariyle okyanus ve denizler hidrosferin en önemli unsurlarıdır. Deniz suyu, tatlı sudan çok farklı özelliklere sahiptir. En önemli farklılık tuzluluk ve sıcaklık özellikleridir. Bu iki özellik deniz suyunun yoğunluğunu etkileyen en önemli değişkenlerdir. Yoğunluk, deniz suyunun dikey hareketini kontrol eden temel faktörlerdendir [7,18].

Deniz suyunu fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından incelenebilir. Deniz suyunun fiziksel özellik ve davranışları arasında sıcaklık, yoğunluk, bulanıklık ve akıntılar ile gel-git olayı sayılabilir. Tuzluluk, pH, çözünmüş gazlar ve çözünmüş organik maddeler deniz suyunun kimyasal özelliklerini oluşturur. Denizlerin sahip olduğu bazı kimyasal özellikler, fiziksel özellik ve davranışları etkilemektedir. Örneğin tuzluluk ve sıcaklığa bağlı olarak deniz suyu yoğunluğu değişmekte, tabakalaşma ve su kütlelerinin hareketleri yönlenmektedir [7].

II.1.1. AKINTILAR

Akıntıların oluşmasındaki önemli faktörler, rüzgarın su yüzeyindeki sürtünme kuvveti,, su yüzeyinin eğiminden doğan basınç gradyanı, atmosfer basıncındaki değişimler yoğunluğun yatay yönde değişmesinden doğan yatay basınç gradyanı ve gel-gitler nedeniyle oluşan kuvvetler olarak sıralanabilmektedir [7].

II.1.2. SICAKLIK

Deniz suyu sıcaklığı da derinliğe bağlı olarak ve mevsimsel faktörlerin etkisiyle değişim göstermektedir. Deniz yüzeyine yakın bölgelerde sıcaklık derinlere nazaran daha üniform bir hal almaktadır. Bunun nedeni deniz yüzeyine yakın bölgelerde rüzgârın etkisiyle daha iyi bir karışımın olmasıdır. Deniz suyunda derinliğe bağlı olarak sıcaklığın ani olarak değiştiği bölgeye *Termoklin Tabakası* adı verilmektedir. Termoklin tabakasındaki sıcaklık değişimi 1°C/m'den daha büyük bir seviyede olmaktadır [7].

II.1.3. IŞIK GEÇİRGENLİĞİ

Deniz suyu çeşitli yapı ve boyutta askıda organik madde, anorganik ve çözünmüş maddeleri içermektedir. Bu maddelerin varlığı deniz suyunun optik özelliğine etki ederek ışık geçirgenliğini azaltmaktadır. Işık ışınları su içinde hem absorpsiyon hem de dağılma yoluyla kayba uğrayacağından ancak belli derinliklere kadar inebilmektedir. Işık geçirgenliği; güneş ışınlarının şiddetine, suyun bulanıklığına, alg ve benzeri mikroorganizmaların varlığına bağlı olarak derinlere geçişi esnasında kayıplara uğramaktadır.

Pratikte deniz suyunun ışık geçirgenliği *Sechi diski* adı verilen bir disk ile ölçülmektedir. Disk su içerisine daldırılmakta ve diskin su içerisinde belirginliğini kaybettiği derinlik *seki diski derinliği* olarak kaydedilmektedir. Deniz ortamına yapılan deşarjlar neticesinde sudaki bulanıklık artmakta ve seki diski derinliği azalmaktadır. Aynı şekilde özellikle sahil boyunca

fazla derin olmayan sığ bölgelerde alg aktivitesinin bahar ve yaz aylarında yüksek olması nedeniyle bulanıklık artmakta ve seki diski derinliği azalmaktadır [7].

II.1.4 TUZLULUK

Tuzluluk, bir litre su içerisinde bulunan tüm tuzların kuru ağırlığının gram olarak belirtilmesidir. Tuzluluk deniz suyunun bağımsız değişkenlerinden bir tanesidir ve oşinografide tuzluluk terimi suyun içerdiği toplam tuzları simgelemek için kullanılmaktadır. Tuzluluk kimyasal bir özellik olmakla beraber, deniz suyunun birçok fiziksel özelliği tuzluluğa bağlı olarak değişiklikler gösterebilmektedir. Örneğin deniz suyunun yoğunluğu, molekül viskozitesi, elektrik iletkenliği ve osmotik basıncı artan tuzlulukla birlikte artarken, deniz suyunun çok özel ısısı, donma noktası sıcaklığı ve ısı iletkenliği artan tuzlulukla birlikte azalmaktadır. Deniz suyu kimyasal bileşimi içerisinde çözülmüş halde organik ve inorganik maddelerin ve çözülmüş gazların görülmektedir. Deniz suyundaki tuzluluğu oluşturan başlıca iyonlar Na^+ ve Cl^- iyonlarıdır, bu iki iyonun deniz suyundaki tuzluluğa olan katkıları yaklaşık %86 civarındadır [7,18].

Açık denizlerde yüzeyindeki tuzluluğun değişiminde atmosferik özellikler önemli rol oynar, yağışlar ve buharlaşma tuzluğu etkileyen önemli unsurlardır. Kıyı yakınlarında ise atmosferik özelliklerin yanında karalardan gelen tatlı sular, yağış suları, buz kütlelerinin erimesi ile tatlı suların tuzlu deniz suyuna karışmaktadır. Karalardan gelen tatlı su ile deniz suyu tuzluluğu azalmakta, buna karşın buharlaşma ve buzlanma nedeniyle deniz suyu tuzluluğu artmaktadır. Açık denizde tuzluluk değişimleri dar sınırlarda olmasına rağmen, kıyıya yakın denizlerde farklılıklar belirgindir; acı suların eşiğinin(%20) altına ya da tatlı suların tuzluluğunun(%5) altına inmeler olur. Yıl içerisinde tuzluluk miktarının değişimi oldukça düşüktür, açık denizde %1, kıyıya yakın denizlerde %2-3 civarındadır. Tuzluluğun deniz dikey kesiti boyunca derinliğe bağlı olarak ani şekilde değişiklik gösterdiği ara bölgeye *Haloklin* Tabakası adı verilmektedir. Sahil sularında daha az tuzlu sular üst kısımlarda, daha tuzlu sular ise alt kısımlarda yer almaktadır. 2000 m ile taban arasında sabit olup, %34,6-34,9 arasında değişmektedir [7, 18].

II.1.5. ELEKTRİKSEL İLETKENLİK

Çözeltilerin elektrik akımını geçirmesine iletkenlik denir. İletkenlik iyon halindeyken çözülmüş tuzun bulunmasına bağlıdır ve sıcaklık derecesinin ve çözülmüş tuzun konsantrasyonunun artmasıyla doğru orantılı olarak artar. Deniz suyunun elektriksel iletkenliği (konduktivitesi) tuzluluk ve sıcaklığın bir fonksiyonudur. Bir suyun elektriksel iletkenliği suda çözülmüş bulunan iyonların cinsi ve konsantrasyonuna bağlıdır. Çözülmüş tuz konsantrasyonu arttıkça iletkenlikte artış olur. Bu nedenle suların elektriksel iletkenliği

ölçülerek çözünmüş tuz miktarı hakkında fikir edinilebilir. Bir çözeltinin özgül elektriksel direnci 1cm²yüzey alanı ve 1cm uzaklıktaki iki elektrot arasında ölçülen dirençtir. Elektriksel iletkenlik ise elektriksel direncin tersi olarak tanımlanır ve birimi $\mu\text{s/cm}$ olarak gösterilir [7].

II.2. DENİZLERDE BİYOKİMYASAL DÖNGÜ

Deniz suyunda doğal kimyasal elementlerin çoğu bulunur, fakat çözünmüş halde bulunan bu elementlerin çoğu iz halindedir. Çözelti halinde bulunan elementlerin en fazla miktarda olanları sodyum, magnezyum, kalsiyum ve potasyumdur. Bunlardan bir kısmı karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor ve kükürt gibi organik maddelerin yapı taşlarını oluşturan ve canlılar için ‘besleyici’ özelliğe sahip tuzlardır. Ayrıca demir, manganez, bakır gibi canlıların yaşamı için gerekli olan birtakım yan ve iz elementler bulunmaktadır[18]. Deniz suyunda çözünmüş olarak bulunan elementler sudaki derişiklerine göre 4 bölümde toplanabilmektedir:

-Esas elementler: Bu elementlerin deniz suyundaki derişimleri 100 ppm’den fazladır.

Kasyonlar: Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Sr^{2+}

Anyonlar: Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Br^- , F^-

-Yan elementler: Deniz suyundaki derişimleri 1-100 ppm arasında değişen esas element ve besleyici tuzların dışındaki elementler. Örneğin: Al, Cu, Fe, ...

-Eser elementler: Deniz suyundaki derişimleri 1 ppm’den az olan elementler.

Örneğin: Pb, Cd, Hg, Co, Zn, Cu, ...

-Radyoaktif elementler: Deniz suyundaki derişimleri eser elementler düzeyinde düşük olan radyoaktif elementlerdir..

Biyokimyasal döngüde etkin olan en önemli elementler azot, karbon, fosfat, silistir. Bu maddeler çevrede element olarak değil, kimyasal olarak “tuz” halinde bulunurlar. En önemli besleyici madde P dir. Deniz ekosistemlerinde biyolojik üretim düzeyinin belirleyen en önemli etkenler besleyici minerallerdir. Canlılar tarafından bu elementler organik madde oluşturmak için sudan alınırlar. Canlıların artık ürünlerinin ve ölülerinin ayrışması sonucunda bu elementler tekrar suya verilir. Deniz ekosistemlerinde kara ekosistemlerinden farklı olarak, bitki ve hayvanların yapılarındaki, yani biokütlelerinde ki besleyici tuzlar bu canlıların ölümleriyle deniz diplerine çökerler ve denizlerin üretken olan üst bölgelerinden uzaklaşırlar. Sığ denizlerde dibe çökme yoluyla kaybedilen organik tuzların az olması nedeniyle biyolojik verimlilikleri yüksektir. Derin denizlerde biyolojik üretimin olması için ya karalardan gelen

besleyici tuzların olması gerekir ya da dipten hareketlenme yoluyla zengin dip sularının yüzeye çıkması gerekir [14, 15].

Dikey yöndeki dağılıшта konsantrasyon yönünden farklı başlıca dört tabakadan bahsedilebilir [15].

1. Fotosentez nedeniyle konsantrasyonun düşük olduğu 100-200 m kalınlığındaki yüzey tabakası.
2. Konsantrasyonun aniden arttığı 200-500 m arasındaki tabaka.
3. Konsantrasyonun maksimuma ulaştığı 500-1000 m arasındaki tabaka.
4. Konsantrasyonun sabit olduğu dip tabaka.

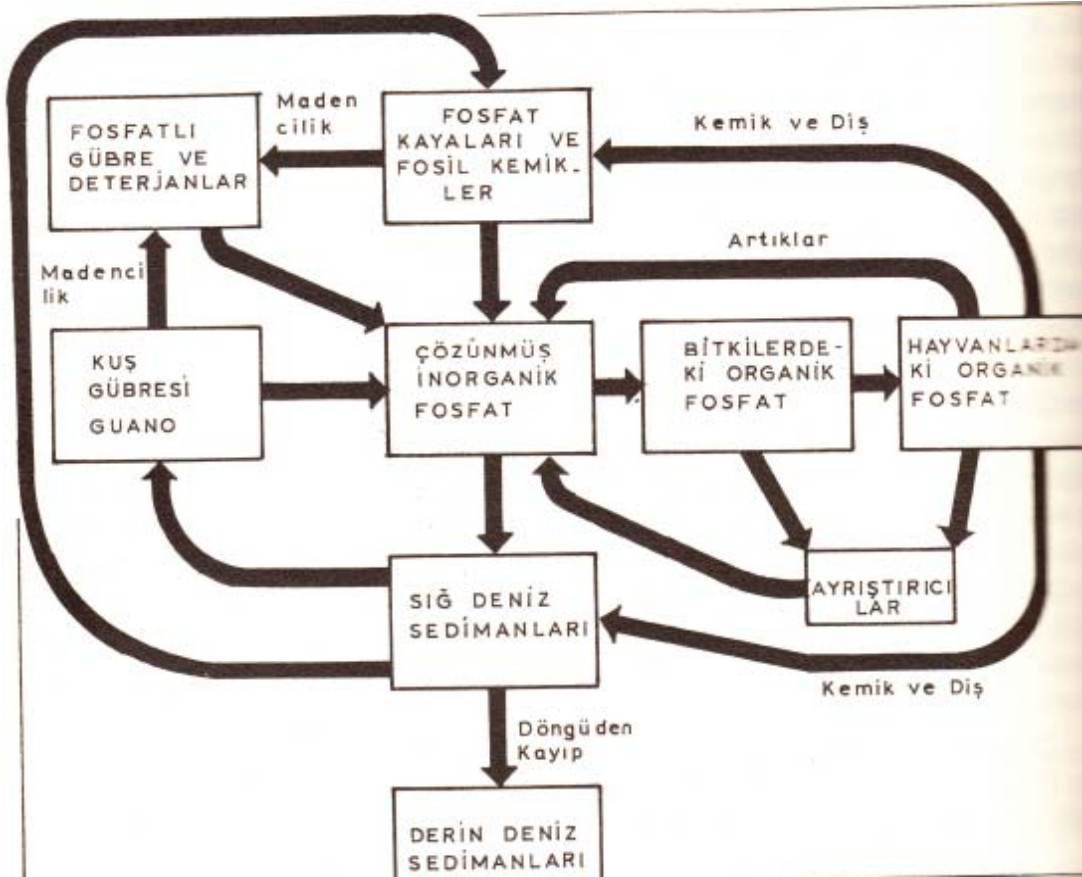
II.2. 1. FOSFOR DÖNGÜSÜ

Fosfor canlılara gerekli temel maddelerden biridir. Hücrelerde nükleik asitlerin, enerji akışını aktarımını sağlayan ATP (adenosintrifosfat) maddesinin, hücrenin zarının yapısında; ayrıca diş ve kemiklerde bulunur. Fosfor döngüsünün temelini, fosforun karalardan denizlere, denizlerden de yeniden karalara taşınmasıyla olur. Yer kabuğundaki fosfatlı kayalardaki fosforun bir kısmı erozyon yoluyla suda çözünürler ve büyük kısmı akarsularla denizlere taşınırlar. Anorganik fosfat, bitkiler tarafından çoğunlukla suda çözünmüş ortofosfat($H_2PO_4^-$) şeklinde alınır. Bitki dokularındaki işlemlerle organik fosfatlara çevrilirler. Beslenme yoluyla diğer canlılara aktarılırlar. Bitki artıkları, hayvan kadavra ve sağlılarındaki organik fosfatlar, ayrıştırıcı mikroorganizmalar tarafından inorganik şekle çevrilirler. Böylece yeniden bitkiler tarafından alınabilecek hale getirilirler.

Fosforun canlı rezervlerinde bulunan kısmı, kaya ve su rezervlerine kıyasla oldukça küçüktür. Denizlerde organizmaların ölüp dibe çökmesiyle tortulları oluştururlar. Milyonlarca yıllık süre içerisinde yer kabuğunda meydana gelen jeolojik hareketler sonucu dağların oluşmasıyla tekrar karalara dönerler. Fosfor çevrimindeki bu iki temel hareketten; fosforun denizlerden karalara taşınması hızlı; dağların oluşmasıyla denizlerden tekrar karalara ulaşması ise oldukça yavaştır. Fosforun denizlerden karalara dönüşü, balık yiyen kuşların dışkıları yoluyla da olur. Guano denilen ve fosfat miktarı yüksek olan bu dışkılar, yakın zamana kadar dünyada başlıca fosfatlı gübre kaynağıydılar. Dolaylı olarak balıkçılık yoluyla yılda 60 000 ton kadar fosforun, deniz kuşlarının dışkılarıyla 300 000 - 400 000 ton kadar fosforun her yıl karalara döndüğü hesaplanmıştır. Fakat bu miktar her yıl erozyon yoluyla karadan denizlere taşınan fosforun yanında oldukça azdır[14].

İnsanlar, karadan denize fosfor akışını hızlandırarak fosfor döngüsünü etkilemektedirler. Yer kabuğundaki fosfat yataklarından yılda 2 000 000 ton fosfat çıkarıldığı hesaplanmıştır. Toprağı gübrelemek için kullanılan bu fosfat uzun süre toprakta kalmamaktadır. Yer altı

sularına karışarak veya yüzey sularıyla denizlere akıp giderler. İnsan eliyle ormanların tahribi ve yol yapım işlemleri erozyonu hızlandırmaktadır. Kanalizasyon artıkları, fosfatlı deterjanlar, fosfatlı sanayi atıkları ve çöplerde insanların fosfat döngüsüne etkilerinden bir kısmıdır. Göllerde ve su dolaşımının kısıtlı olduğu körfezlerde besleyici tuzların çok fazla artmasıyla ortaya çıkan “ötrifikasyon” ,”yaşlanma” olarak tanımlanabilir. Fosfor toksik maddeler gibi bir kirletici değildir, ötrifikasyonu tetiklediği için çevre sorunlarına neden olmaktadır[14].



Şekil II.1 Fosfor döngüsü [14].

II.3. DENİZ KİRLİLİĞİ

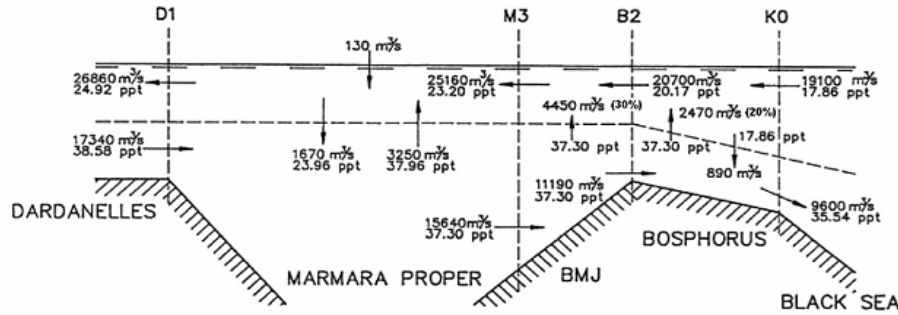
Denizler içerisinde barındırdıkları canlı yaşamının yanı sıra, denizlerin etrafında yaşayan insan ve diğer canlıların hayatına da etki ederler. Denizlerin kirlenmesi, deniz ortamında birçok olumsuz fonksiyon gerçekleştirmektedir. Kirlenmeye bağlı olarak ortaya çıkan sorunlar gerekli önlemler alınmadığı takdirde ciddi sorunlara neden olmaktadır. Deniz suyu kalitesinin bozulması, deniz dibindeki ortamın bozulması, dip çamurunda çözünmüş oksijenin yok olması ve anaerobik şartların meydana gelmesi neticesinde deniz ortamındaki canlı yaşamının karakter değiştirmesi ve ekolojik dengenin bozulması, birçok alanda insan yaşamında ve insan faaliyetlerinde yeri olan denizlerin kullanılamaz derecede kirlenerek işlevini kaybetmesi sonucunu doğurmaktadır. Deniz kirliliği, deniz ekosistemi içinde yer alan,

canlı ve cansız sistemler arasındaki karmaşık ve hassas dengeyi etkilemektedir. Kirlilikler bu ekolojik dengede hasar meydana getirmektedir. Petrol türevleri, pestisit ve ağır metal gibi kirleticiler; suda yaşayan canlılarda yarattığı toksik, akut, kronik ve doğrudan etkilerin yanı sıra, dolaylı fizyolojik etkileri de olmaktadır. Bu tür kirleticiler, canlı kaynakların yumurtalarını ve genç bireylerini çok daha fazla etkilemektedir. Canlı kaynakların nesillerini sürdürememektedir [7]. Deniz kirliliği içinde yaşan canlıları etkilediği gibi besin zinciri ile insanlara ulaştığında, akut ve kronik zehirlenmelere neden olmaktadır.

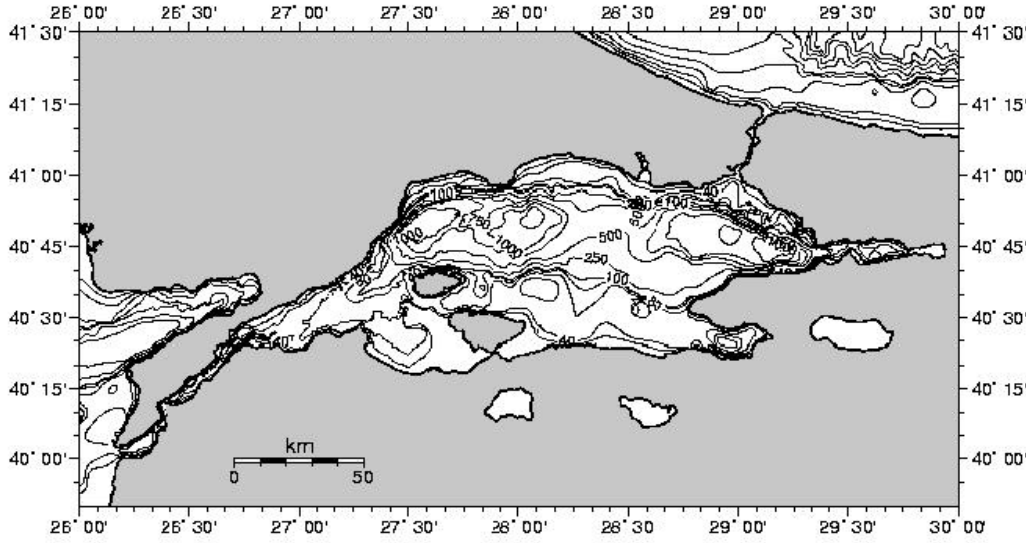
II.4. MARMARA DENİZİ

Marmara Denzinin antik çağlardaki adı “Propontis”tir. Marmara denizi doğu ve güneyde Anadolu, batı ve kuzeyde Trakya kıyıları arasında kalan 11.350 km² lik bir alana, 3378 km³ hacme, 927 km uzunluğunda kıyı şeridinde sahiptir [1,2]. Uzunluğu İzmit ile Gelibolu arasında 278 km olan Marmara Denzinin en geniş yeri Silivri ve Kurşunlu arasında 76 km.dir. Doğru ve güneyde Anadolu, batı ve kuzeyde de Trakya kıyıları tarafından kuşatılan Marmara Denizi, 11350 km²’lik bir alanı kapsar. Trakya iki lagün yer alır bunun haricinde fazla girinti ve çıkıntı yoktur. Bu lagünler, Küçükçekmece ve Büyükçekmece gölleridir. Anadolu yakasında ise oldukça girintili çıkıntılıdır. Başlıca çıkıntılar Samanlı Dağları’nın batıya doğru sokulduğu Bozburun ya da Armutlu Yarımadası ile Kapıdağ Yarımadası’dır[2]. En belirgin girintiler ise bu yarımadaların iki tarafındaki İzmit ve Gemlik körfezleri ile Bandırma ve Erdek körfezleridir. Marmara Denizi’ndeki başlıca adalar Kızıl Adalar olarak da anılan Prens Adaları, İmralı Adası ve Marmara Adalarıdır. Marmara Denzinde derinliği 1000metreyi aşan üç çukur vardır. Bu çukurlar Marmara Bölgesinin doğu kesiminde yer doğal yapıyı önemli ölçüde belirleyen Adapazarı Ovası, Sapanca Gölü, İzmit Körfezi çöküntü alanı dizisinin batıdaki devamı niteliğindedir. Bunların ilki Prens Adaları’nın güneyinde, ikincisi Marmara Ereğlisi’nin güneyinde, üçüncüsü ise Ganos Dağı’nın doğusunda yer alır. Marmara Ereğlisi’nin güneyinde yer alan çukurluk 1258 m derinlikle Marmara Denzinin en derin yeridir [2]. Marmara Denizi, Akdeniz’e oranla yüz ölçümü açısından 1/300, hacim açısından 1/650 oranında daha küçüktür. Bu durum alıcı ortamın boyutunu belirtmek açısından önemlidir ve Marmara Denzinin sularının kendini yenileme yeteneğinin düşüktür [4]. Marmara Denzine giren su akıntıları 398 km³/yıl ile 670 km³/yıl arasında değişmektedir. Karadeniz’e yönelen tahmini alt akıntılar ise 205 km³/yıl ile 500 km³/yıl arasında değişir. Marmara denizi üç tabakadan oluşmaktadır. Karadeniz’den gelen sular üst tabakayı oluşturur, mevsimsel değişikliklere göre derinliği 25-75 m. arasında değişir. Karadeniz’den gelen suların üst tabakayı oluşturmasının sebebi tuzluluk oranının düşük olmasıdır[1]. 15-20 metre derinlikteki yüzey katmanında bine 22 olan tuzluluk oranı, 30 metrede binde 37’ye, 150

metrede de, binde 38,5'e ulaşır[2]. Karadeniz ve Ege Denizi arasında bir geçit denizi olan bu denizdeki canlılar yüksek tuzlu Akdeniz suyu ile düşük tuzlu Karadeniz suyu arasında yaşayabilen özel canlılardır. Marmara Denizinin yüzey tabakasının altında tuzluluk ve sıcaklığın hızla değişim gösterdiği bir ara geçit tabakası yer alır. Bu ara su tabakasının derinliği, bir önceki kışın ortalama yüzey suyu sıcaklığının yarattığı yoğunluk şartlarına bağlıdır. Marmara Denizi boyunca her tabakada sıcaklık ve tuzluluk çok hızlı ve düzgün olmayan bir değişim gösterir[4]. Ege denizinden gelen alt tabakayla Karadeniz'den gelen üst tabaka suyu yaklaşık 25 metre derinlikte yer alan bir yüzeyle birbirinden ayrılır. Üst tabaka suları yaklaşık 230 km³ küp hacme sahip ve 3-5 aylık bir sürede yenilenebilir fakat alt tabaka suları yaklaşık 3378 km³ hacme sahiptir ve 6-7 yılda bir yenilenebilir. Bu süreler bağlantılı denizlere göre oldukça kısadır; Akdeniz'de denizin yenilenmesi 70 yıl, Karadeniz'de ise 500 yıl almaktadır[i]. Üst tabaka suyunun fiziksel özellikleri, komşu denizlerle olan yoğunluk ve su seviyesi farkı, su bütçesi ve rüzgâra bağlı olarak değişmektedir. Bu değişim en fazla Çanakkale Boğazı içinde olmaktadır. Daha az yoğun olan Karadeniz kaynaklı üst tabaka suları ise en büyük değişimi İstanbul Boğazı içinde gerçekleştirmektedir. Marmara Denizi sularına göre tuzlu olan Ege Suları yoğunluk farkından dolayı Marmara Denizi'ne yönelir ve Marmara Denizinde aşağıya doğru hareket ederken kendi yoğunlukları kadar batar[13]. Marmara Denizinin yüzey sularında mevsimlik sıcaklık farkı 7°C ile 26°C arasında değişir. 300 metreden daha derindeki suların yaklaşık 14°C olan sıcaklığı mevsimlere bağlı olarak değişim göstermez[2]. Karadeniz ile Ege Denizi arasındaki düzey farkı nedeniyle Marmara Denizi'nde Ege'ye doğru bir yüzey akıntısı vardır. Ege Denizi'nin derindeki suları de ters bir dip akıntısıyla Karadeniz'e geçer. Marmara Denizi gelgit olayından pek etkilenmez. Ama şiddetli rüzgârların yol açtığı fırtınaların yol açtığı fırtınaların birkaç gün sürmesi halinde Marmara Denizi kıyılarında alçalırken İstanbul kıyılarında yükselir. Poyraz fırtınalarının uzun sürmesi halinde Marmara Denizi kıyılarında bazı düzey değişiklikleri olduğu görülür. Şiddetli rüzgârın yüzeyindeki suları itmesi nedeniyle uzun süren bir lodos fırtınası sırasında deniz düzeyi Bandırma kıyılarında alçalırken İstanbul kıyılarında yükselir. Poyraz fırtınalarının uzun sürmesi durumunda da bunun tersi gerçekleşir[2].



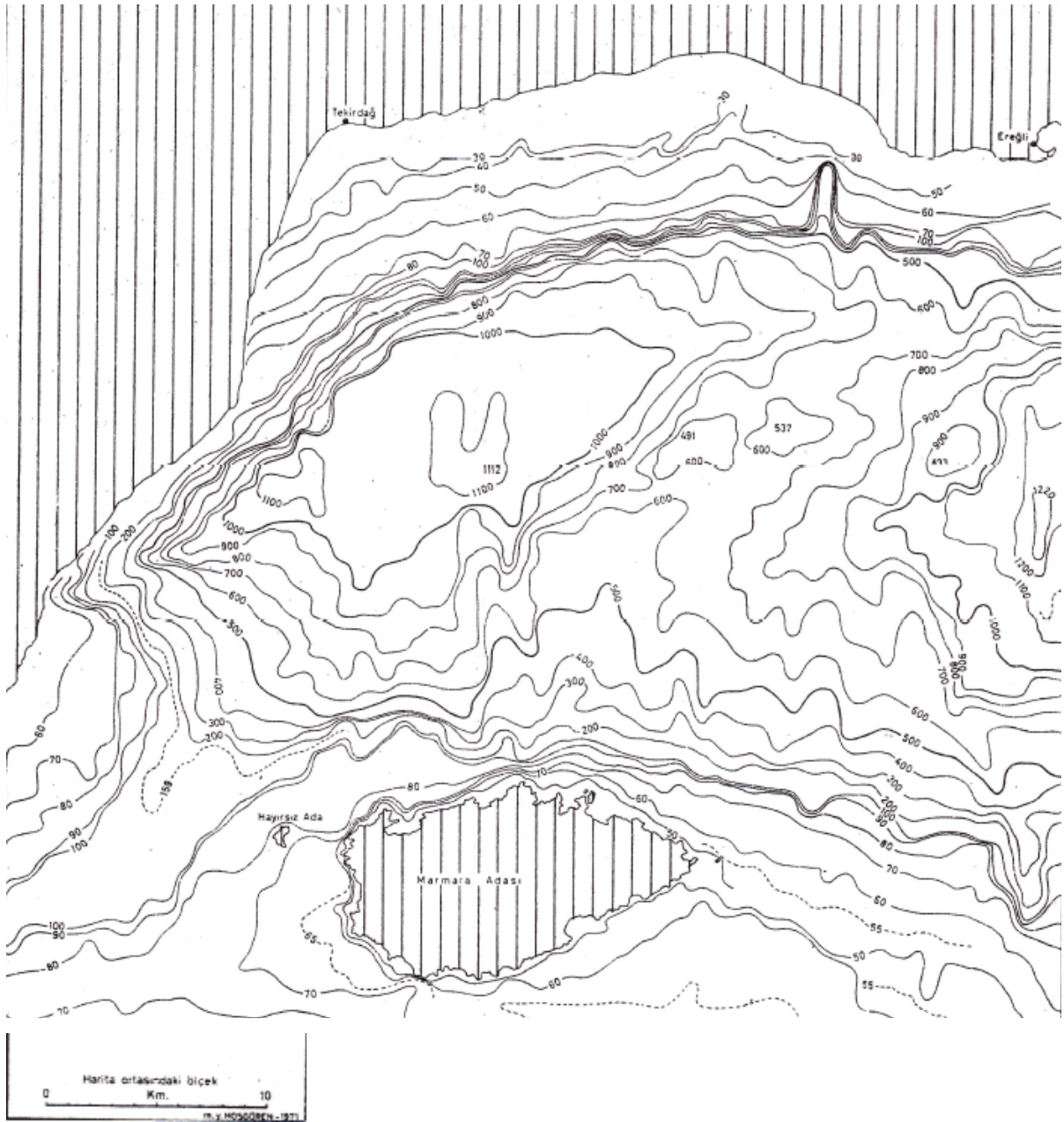
Şekil II.2 Türk Boğazlar sistemi akış yapısı(34)



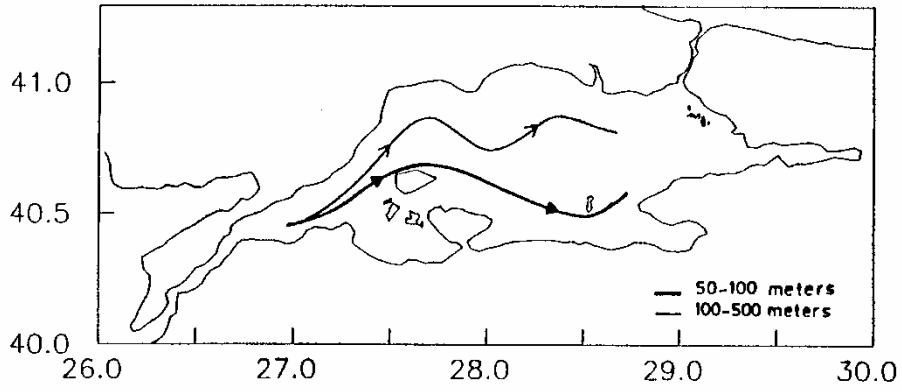
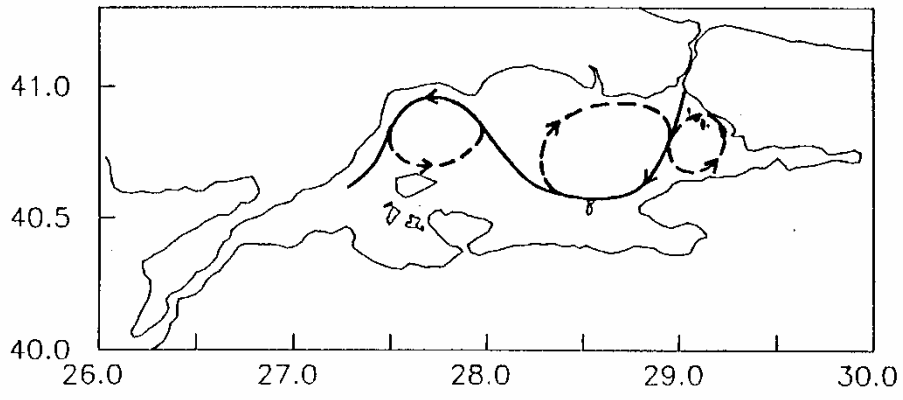
Harita II.1 Marmara denizi batımetrisi[19]

Marmara Denizi, Türkiye su ürünleri üretiminin yaklaşık % 25 ini sağlayan bir iç denizdir. Sadece Marmara Denizi'nin güneyinde 30 familyaya ait 5 i alt tür olmak üzere 49 kemikli balık türü gözlenmiştir [5]. Bu yarı kapalı ve sınırlı su alışverişine sahip iç denizin hidrografik ve ekolojik şartları sonucu en prodüktif olan bölümü yaklaşık 25 m e kadar olan su kütesidir. Bu 25 m ye kadar olan üretken su kütesinin hacmi yaklaşık olarak 283,8 km³dür. 25 m nin altında Çözünmüş Oksijen Değerinin bir yıllık ortalaması canlıların hayatını sürdürebilmesi için gereken miktardan(5 ppm O₂) daha düşüktür, derin sulardaki bu O₂ pelajik balıkların yaşamına elverişli değildir[4].

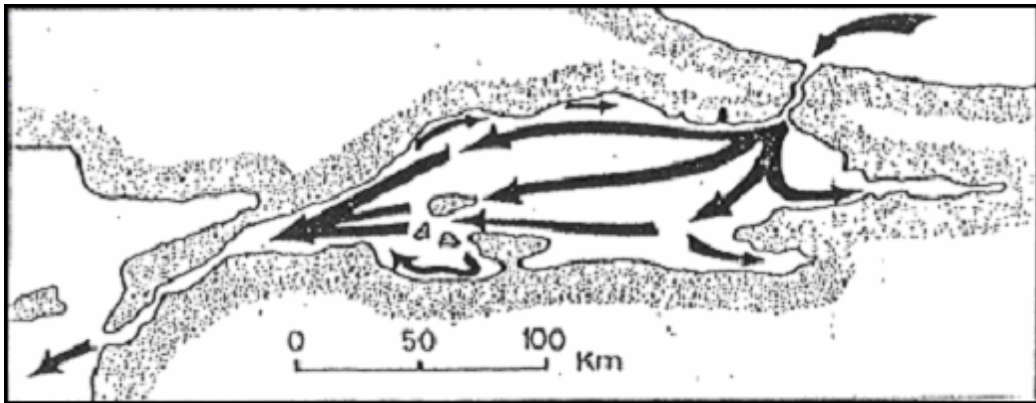
Besin zincirinde fitoplanktonlar ve zooplanktonlar primer besleyiciler olarak en alt düzeyde yer almaktadırlar. Bu tek hücreli canlıların ekolojik sistemin yaşamında çok büyük önemi vardır ve bunlar üzerinde çok çalışma yapılmıştır. 1993-94 verilerine göre 102 fitoplankton türü bulunmaktadır [6]. Biyokütle tespitlerine göre Yeşilköy-Bostancı hattının kuzeyi 104 g C/m² /yıl ile Marmara Denizi'nin en üretken üçüncü bölgesidir. Bu nedenle besin zincirinin ilk halkasının zarar görmesi deniz canlıları üzerinde yaratacağı olumsuzluklar çok büyük olacaktır.



Harita II.2 Kuzey Marmara Denizinin Ereğli, Tekirdağ arasında kalan bölümünün batımetresi [21].



Marmara Denizinde yüzey ve dip akıntıları



Marmara Denizinde yüzey akıntıları

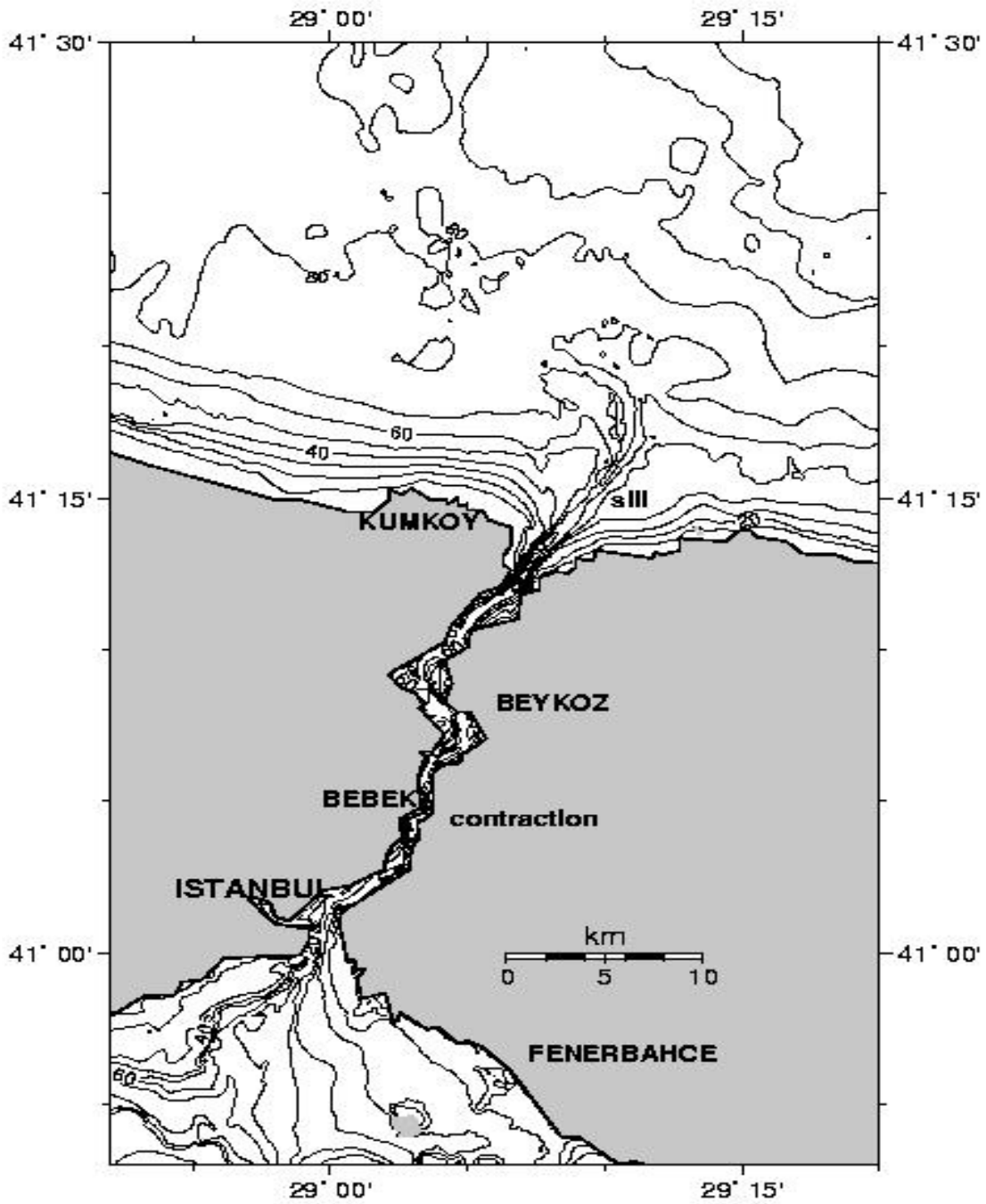
Harita II.4 Marmara denizi akıntılarının şematik gösterimi[20]

II.5. İSTANBUL BOĞAZI

İstanbul Boğazı dünyanın en dar su yollarından biridir. Orta hattından ölçüldüğünde ortalama uzunluğu 17 deniz milidir (yaklaşık 31,5 km). Kıyılardaki uzunluk, Anadolu tarafında 19 deniz mili (yaklaşık 35,2 km), Avrupa yakasında ise kıvrımlı yapısından dolayı 30 deniz mili (yaklaşık 55,5 km) kadardır. En geniş yeri kuzeyde, Anadolu Feneri ile Rumeli Feneri arasında 3600 metre, güneyde, Ahırkapı Feneri ile İnciburnu arasında Feneri arasında olup, 3220 metredir. Boğazın en dar yeri ise Anadoluhisarı ile Rumelihisarı arasında 698 metredir. İstanbul Boğazında, Kandilli önlerinde 45 derece ve Yeniköy'de 80 dereceye varan keskinlikte dönüşler vardır.

İstanbul Boğazının derinliği ana kanal boyunca 30 metre ile 110 metre arasında değişmektedir. En derin yer Kandilli açıklarındadır. Boğazda derinlik genellikle, 30-60 metre arasında değişmektedir [17]. İstanbul Boğazının güneyinde oldukça dar bir kıta sahanlığı bulunmakta ve doğu Marmara derin çukurundan keskin bir eğim ile ayrılmaktadır. Yine bu bölgeden Sarayburnu önlerine kadar ilerleyen 60-70 m derinliğindeki dar bir kanal Haliç'in güneyinde son bulmakta ve Beşiktaş yakınlarında her iki tarafından 40-50 m derinlikte kanallar geçen 35 m derinliğinde bir tümsek bulunmaktadır. Üsküdar önlerinde Anadolu tarafındaki derin kanal kuzeye doğru izlendiğinde Boğaz'ın kıvrımlarına uyar ve Arnavutköy civarındaki en dar kesitte 100m derinliğe ulaşır [18].

İstanbul Boğazı üzerinde etkin iklim tipi Akdeniz iklimidir. Yazlar kurak ve tropikal hava kütlelerinin egemenliği dolayısıyla sıcaktır. Fakat kuraklık güney bölgelere göre daha az şiddetlidir ve daha kısa sürer. Kışlar ılıman ve soğuktur, hava kütlelerine bağlı olarak buzlu ve karlı günler görülür. Hâkim hava hareketi, kuzeydoğu-güneybatı doğrultusundadır ve İstanbul Boğazı eksenini boyunca ve ona paralel olarak meydana gelmektedir. Topografya, hava hareketlerini yön ve şiddet bakımından etkilemekte ve vadilere doğru bazı sapmalar meydana gelmektedir [17].



Harita II.5 İstanbul Boğazı batimetrisi [19]

II.6. MARMARA DENİZİNDE KİRLİLİĞE NEDEN OLAN KAYNAKLAR

Marmara bölgesi Türkiye'nin endüstrisi en gelişmiş bölgesidir; petrokimya tesislerinin %50'si, petrol rafinelerinin %20'si, demir-çelik tesislerinin %36'sı, gübre tesislerinin %24'ü, termik santrallerin %30'u, şeker fabrikalarının %9'u, çimento fabrikalarının %2'si, mezbaha tesislerinin %19'u, deri endüstrisinin de %32'si Marmara bölgesinde bulunmaktadır [12]. Endüstri tesislerinin çoğu atık sularını belediyelerin kanalizasyon sistemine bir kısmı da doğrudan alıcı ortama vermektedir. Marmara bölgesi gelişmiş sanayisi, coğrafi koşulları ve tarıma elverişli topraklarıyla Türkiye'nin en fazla nüfus yoğunluğuna sahip bölgesidir. Marmara denizinin kapalı bir havzada bulunması ve etrafındaki sanayi ve evsel atık yükünün

çok olması sebebiyle denizin kendini temizleme mekanizması oldukça yetersiz kalmaktadır. Marmara havzası içerisinde çok sayıda dere ve küçük akarsu bulunmaktadır [12].

İstanbul Boğazı'nın maruz kaldığı kirlenmenin etkenlerinden bir tanesi de ildeki yüzeysel su drenajını meydana getiren, Karadeniz ve Marmara Denizi'ne akışları olan derelerin denize taşıdığı kirlilik yükleri olmaktadır. Derelere yapılan atık su deşarjlarının yanında aşırı yağışlar sonucunda dere taşkınları ile meydana gelen kirlenmenin denizlere taşınması, arıtma tesislerinden yapılan deniz deşarjlarının yanında ikinci bir kirlenme kaynağı olarak deniz ortamında olumsuz etkilere yol açabilmektedir [7].

	Ortalama aylık deşarj M ³ /s	Top AKM Kg/gün	BOİ Kg/gün	KOİ Kg/gün	Top Fosfor Kg/gün	PO ₄ -P Kg/gün	Top. Azot KgN/gün	TKN KgN/gün	Org. Azot KgN/gün	NH ₄ -N Kg/gün	NO ₂ -N Kg/gün	NO ₃ -N Kg/gün
Ocak	19	25637	36165	60416	2977	1310	24679	21134	19401	2346	171	2938
Şubat	45	77736	61674	119105	7213	3174	41060	33802	28638	5799	332	6642
Mart	49	103057	40995	103481	8024	3530	25743	19084	12312	6571	282	6881
Nisan	68	372645	35321	303178	4281	1883	22444	11185	7411	3949	303	11096
Mayıs	21	64631	43660	40837	4269	1878	8076	3085	3252	1644	223	3185
Haziran	11	8385	29814	68480	2572	1132	3992	0,00	0,00	3230	188	875
Temmuz	2	3212	1168	3538	359	158	1224	561	791	208	49	225
Ağustos	1	968	1218	3096	1024	450	919	790	323	386	17	212
Eylül	2	2558	1938	5142	915	402	918	637	514	262	21	142
Ekim	24	110688	41497	153355	21805	9594	25204	26541	18394	7244	27	589
Kasım	11	17202	23868	82719	5826	2463	5348	6697	2095	2616	42	645
Aralık	28	25876	67760	140455	16063	7076	16801	15164	7949	7337	376	1540
Toplam	281	812615	385078	1083802	75328	33050	176408	138680	101080	41592	2031	34970
Ortalama	23	67718	32090	90317	6277	2754	14701	11537	8423	3466	169	2914

Tablo II.1 İstanbul alt havzasında derelerin kirlilik yükleri [12].

	Ortalama aylık deşarj M ³ /s	Top AKM Kg/gün	BOİ Kg/gün	KOİ Kg/gün	Top Fosfor Kg/gün	PO ₄ -P Kg/gün	Top. Azot KgN/gün	TKN KgN/gün	Org. Azot KgN/gün	NH ₄ -N Kg/gün	NO ₂ -N Kg/gün	NO ₃ -N Kg/gün
Ocak	21	28078	39577	66114	3259	1434	27007	23128	21232	2568	188	3216
Şubat	46	79677	63213	122077	7394	3253	42085	34646	29354	5944	341	6807
Mart	43	89651	35664	90020	6980	3071	22395	16602	10711	5717	245	5986
Nisan	44	243184	23051	197851	2794	1229	14547	7299	4837	2577	198	7242
Mayıs	15	38203	30461	28557	2986	1314	5548	2158	2274	1150	156	2227
Haziran	6	4764	16937	38902	1462	643	2268	0,00	0,00	1835	107	498
Temmuz	2	2799	1018	3082	314	138	1067	489	689	182	43	197
Ağustos	2	1239	1560	3963	1311	577	1177	1012	413	494	22	271
Eylül	2	2722	1986	5267	938	413	940	653	527	269	21	146
Ekim	8	36878	13838	54475	7272	3200	8738	8851	6134	2416	9	197
Kasım	9	15193	21080	73057	5146	2254	4724	5915	1851	2311	37	570
Aralık	18	16565	43377	89912	10296	4530	10755	9708	5089	4697	241	986
Toplam	216	558953	291762	773277	50152	22056	141251	110461	83111	30160	1608	28343
Ortalama	18	46579	24313	64440	4179	1838	11771	9205	6926	2513	134	2362

Tablo II.2 İzmit körfezi alt havzasında derelerin kirlilik yükleri [12].

	Ortalama aylık deşarj M ³ /s	Top AKM Kg/gün	BOİ Kg/gün	KOI Kg/gün	Top Fosfor KgP/gün	PO ₄ -P KgP/gün	Top Azot KgN/gün	TKN KgN/gün	Org Azot KgN/gün	NH ₄ -N Kg/gün	NO ₃ -N Kg/gün	NO ₂ -N Kg/gün
Ocak	10	67039	3262	-	1771	163	7441	-	4167	1087	25	2230
Şubat	14	127135	6173	-	2102	156	9954	-	5574	1170	71	2503
Mart	17	44913	2744	-	3322	586	6735	-	3772	3145	103	5276
Nisan	23	52118	4469	-	6418	992	8192	-	4587	5533	103	8066
Mayıs	25	50214	5872	-	8608	1352	8351	-	4676	7337	79	10053
Haziran	13	23501	2864	-	2646	303	13	-	1631	2619	33	4076
Temmuz	5	6716	1491	-	936	94	1017	-	569	744	7	1202
Ağustos	3	4571	863	-	425	34	1025	-	574	312	3	511
Eylül	3	4717	887	-	663	91	578	-	324	310	65	467
Ekim	5	7748	1114	-	1569	219	1441	-	807	933	81	1203
Kasım	8	19673	956	-	2910	429	2008	-	1124	2017	45	2468
Aralık	10	45244	2203	-	2294	274	3420	-	1915	1507	9	2320
Toplam	136	453589	32898	-	33664	4693	50175	-	29720	26714	624	40375
Ortalama	11	37799	2741	-	2805	391	4181	-	2477	2226	52	3365

Tablo II.3 Tekirdağ alt havzası nehirleri kirlilik yükleri [12].

Marmara denizine ulaşan bu akarsu ve dereler geçtikleri bölgelerdeki sanayi tesisleri tarafında atık su deşarj yeri olarak kullanılmaktadır. Marmara Denizi havzasında evsel kaynaklı atık su deşarjları bulunmaktadır. Evsel atık suların içindeki kirleticiler genellikle organik madde olduğundan bunların arıtılmasında biyolojik sistemler kullanılır [12].

İSKİ'nin 1999 yılında yaptığı Çevre Değerlendirme raporuna göre İstanbul'un sanayi bölgeleri ve konut alanlarından kaynaklanan ham atık suların kontrolsüz bir şekilde boşaltılması alıcı ortamda geniş çaplı kirlenmelere neden olmuştur. En fazla zarar gören bölgeler, Haliç ve Marmara Denizi'nde Boğaz girişinin doğu ve batı sahilleridir. Ahırkapı, Üsküdar, Baltalimanı ve Tuzla dışında şu anda bütün deşarjlar yüzeysel su tabakasına yapılmaktadır. Boğaz-Marmara birleşiminde oluşan balık ölümleri, artan bu kirleticilere bağlanmıştır [16].

Karadeniz'den İstanbul Boğazına akış 20.000 m³/sn, İstanbul Boğazından Karadeniz'e olan akış ise 10.000 m³/sn civarındadır. Bu nedenle Marmara Denizi ile Karadeniz arasında bir alış-veriş olmaktadır. Karadeniz özellikle Tuna ve Dinyeper nehirleri vasıtası ile yıllardan beri büyük oranda kirlenmeye maruz kalmaktadır. Bunun sonucu olarak İstanbul Boğazı üst akımı ile önemli miktarda bir kirletici yükü sürekli olarak Marmara Denizi'ne verilmektedir. Marmara Denizi, Karadeniz'den gelen Avrupa kökenli kirleticilerden önemli miktarda etkilenmektedir.

İL	Deşarj	Arıtma Tesisi Durumu	Kapasite (m ³ /gün)	Deşarj (m ³ /gün)	Döküldüğü Yer
İSTANBUL	Yenikapı	Var (ön)	873 000	864 000	Ahurkapı
	Baltalımanı	Var (ön)	625 000	625 000	İstanbul Boğ. B. Limanı
	Büyükçekmece	Var (ön)	155 000	155 000	Marmara Denizi
	Küçükçekmece	Var (ön)	130 000	91 525	Marmara Denizi
	Ambarlı	Var (biyolojik)*	400 000	93 000	Marmara Denizi
	Ataköy	Var (biyolojik)	174 000	174 000	Marmara Denizi
	Silivri	Yok	-	22 000	Marmara Denizi
	Tuzla	Var (biyolojik)	225 000	150 000	Marmara Denizi
	Uskudar	Var (ön)	108 000	108 000	Marmara Denizi
	Kadıköy	Var (ön)	833 000	622 000	Marmara Denizi
	Küçüksu	Var (ön)	654 000	640 000	Marmara Denizi
	Paşabahçe	Var (biyolojik)*	20 000	20 000	Marmara Denizi
	Büyükdada	Var (ön)	35 424	15 000	Marmara Denizi
	Heybeliada	Var (ön)	35 560	4 900	Marmara Denizi
	Kınalıada	Var (ön)	13 920	4 700	Marmara Denizi
	Burgazada	Var (ön)	6 393	4 400	Marmara Denizi
KOCAELİ	Körfez	Var (biyolojik)	90 634	90 634	Marmara Denizi
	Plaj yolu	Var (biyolojik)	64 000	64 000	Marmara Denizi
	Gebze	Yok	-	50 700	Marmara Denizi
	İzmit Kullar	Var (biyolojik)	92 621	92 621	Marmara Denizi
	İzmit 42 evler	Var (biyolojik)	36 000	36 000	Marmara Denizi
	Gölcük	Var (biyolojik)	80 611	80 611	Marmara Denizi
YALOVA	Karamürşel	Var (biyolojik)	29 117	29 117	Marmara Denizi
	Altınova	Var (biyolojik)	17 194	1 120	Marmara Denizi
	Yalova	Yok (ddd)*	-	48 000	Marmara Denizi
	Çiftlikköy	Yok	-	997	Marmara Denizi
	Çınarcık	Yok	-	928	Marmara Denizi
TEKİRDAĞ	Armutlu	Yok	-	438	Marmara Denizi
	Tekirdağ Merkez	Yok (ddd)*	-	28 325	Marmara Denizi
	Marmara Ereğlisi	Var (ön)	1 039	1 039	Marmara Denizi
	Şarköy	Yok	-	1 916	Marmara Denizi

Tablo II.4 Kuzey Marmara Denizine dökülen Evsel ve evsel nitelikli atık sular [12].

İL	Toplam Belediye Sayısı	Belediye Nüfusu	Derin deniz Deşarjı yapan Belediye Sayısı	Kanalizasyon Şebekesi ile hizmet veren		Arıtma Tesisi ile hizmet veren	
				Belediye Sayısı	Belediye Nüfusu içindeki %	Belediye Sayısı	Belediye Nüfusu içindeki %
Balıkesir	53	701847	7	45	90	6	6
Bilecik	15	141041	-	15	96	-	-
Bursa	55	1800896	4	53	88	9	66
Çanakkale	34	276966	3	27	81	-	-
Edirne	26	269882	-	20	87	-	-
İstanbul	74	9838860	5	72	90	14	72
Kırıkkale	26	240129	-	23	91	-	-
Kocaeli	45	1090259	1	38	90	3	17
Kütahya	77	482605	-	76	96	4	40
Tekirdağ	33	500123	1	25	89	3	21
Sakarya	40	517550	-	29	84	11	59
Yalova	15	132460	2	10	78	4	57

Kaynak: www.die.gov.tr

Tablo II.5 Marmara havzasındaki illerin kanalizasyon şebekesi ve arıtma tesisi durumu[12]

DİE 2003 verilerine göre, Marmara bölgesinde bulunan şehirlerden % 27'sinde atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır ve % 36'sında katı atık düzenli depolama alanı mevcuttur. İstanbul (Kömürcüoda ve Odayeri) ve Kocaeli illerinde katı atık düzenli depolama yerleri bulunmaktadır. Düzenli depolama sahalarından kaynaklanan sızıntı suları aşırı derecede kirletici özelliğe sahiptir. Düzenli depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı suları genellikle

bir arıtım tesisinde arıtılmaktadır. Vahşi depolama alanlarından kaynaklanan sızıntı suları ise doğrudan veya dolaylı olarak yer altı sularına karışmaktadır [12].

İL	Belediye Sayısı	Katı Atık Miktarı (ton/yıl)	Düzenli Depolama		Düzensiz Depolama	
			Belediye Sayısı	Atık Miktarı (ton/yıl)	Belediye Sayısı	Atık Miktarı (ton/yıl)
Balıkesir	52	485 442	3	127568	49	357874
Bursa	55	706 418	14	462400	31	244018
Çanakkale	34	197173	-	-	34	197173
İstanbul	74	5374854	53	4998104	21	376750
Kocaeli	45	414038	25	171784	20	242254
Kütahya	76	347101	-	-	76	347101
Tekirdağ	33	413941	-	-	33	413941
Yalova	15	80770	-	-	15	80770
		8019737		5759856		2259881

Kaynak: www.die.gov.tr

Tablo III.6 Marmara havzasındaki illerin katı atık miktarları ve depolama şekilleri[12]

Yerleşim	Bertaraf Sistemi	Katı atık miktarı (ton/yıl)	Ton/gün	Sızıntı suyu m ³ /gün	Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi ile sonlanıyor
Yalova	Vahşi depolama	80.770	221	66	
Tekirdağ	Vahşi depolama	413.941	1.134	340	
İstanbul	Vahşi depolama	376.750	1.032	310	
	Düzenli Depolama	4.998.104	13.693		4.108
Kocaeli	Vahşi depolama	242.254	664	199	
	Düzenli Depolama	171.784	471		141

Tablo III.7 Kuzey Marmara Denizine komşu illerin atık miktarı ve sızıntı suyu [12].

Parametreler	Birim	Eski Düzenli Depolama Sahası	Yeni Düzenli Depolama Sahası
pH		7.3-8.8	4.9-6.7
İletkenlik	mS/cm	6.2-34	23-35.5
alkalinite	mgCaCO ₃ /l	923-8070	3540-26200
sülfat	mg/l	55-500	400-2500
klorin	mg/l	1160-9210	580-10100
Amonyak Azotu	mg/l	39-1750	1400-10250
Nitrat	mg/l	2.5-300	10-840
Toplam Fosfor	mg/l	1.27-19.9	1.6-655
BOI ₅	mg/l	50-4200	9500-80800
KOI	mg/l	685-15000	44000-115000

Tablo II.8 Eski ve yeni depolama sahalarındaki sızıntı suyu özellikleri [12].

Tarımda kullanılan tabii ve sentetik gübreler ile tarımsal mücadele ilaçları toprak tipi iklim faktörlerine bağlı olarak yüzey ve yer altı sularına karışmaktadır. Gübrelerde bulunan azot ve fosfat su içerisindeki mikroorganizmalar ve algler için besin kaynağıdır ve aşırı derecede çoğalmalarına neden olurlar, bunun sonucu oluşan ötrofikasyon ve çözünmüş oksijen yetersizliği en önemli deniz kirliliği sorunlarından biridir.

İstanbul Boğazı ve Kuzey Marmara Denizi Türk Boğazlar sistemi içinde yer almaktadır. Bu bölgede yoğun ulusal ve uluslararası deniz trafiği bulunmaktadır ve trafik sürekli olarak artmaktadır. Türk Boğazlar sisteminden 1936 yılında yaklaşık 4500 gemi geçerken 2005 yılında 54794 gemi geçmiştir. İstanbul Boğazı'ndan günde 2500 civarında, yılda 700 000 in

üzerinde deniz aracı sefer yapmakta ve günde 1milyona yakın insanı iki yaka arasında taşımaktadır. İstanbul Boğazından 2006 yılında 54880 gemi geçişi olmuştur. Deniz taşımacılığı sırasında uluslararası kurallara uyulmaması nedeniyle, kasıtlı ve kasıtsız olarak gemilerin kirletici atıklarının denize dökülmesi/boşaltılması sonucu deniz kirliliği oluşmaktadır. Bu kirliliği oluşturan unsurlar arasında gemi ambarları makine dairesi sintine suları, kirli balast suları, tanker tanklarını yıkama suları, pis sular ve yıkama suları, olarak sıralanabilir [17].

İstanbul çevresindeki sular bölgede yaşayan yoğun nüfusun ve endüstriyel üretimin yol meydana getirdiği kirliliğin etkisi altındadır. Marmara Denizindeki ÇOD nin azalmasının da hidrografik şartların etkisi olmakla beraber kirleticilerin çok büyük oranda artmasının etkisi vardır. Marmara denizinin kıyı kesimi ve koylar yoğun biçimde kirletilmektedir. Evsel atıklar, sanayi atıkları, fosfor ve azotlu bileşikler, organik kimyasal maddeler sürekli olarak Marmara Denizi'ne atılmaktadır. Azotlu bileşikler, fosfor, silika gibi bileşikler fitoplanktonlar için besleyici maddelerdir. Aşırıya kaçmayan besleyici madde yükleri, körfezler ve kıyı alanları için faydalı olduğu söylenebilir. Bunlar, fitoplankton üretimini arttırarak balık ve kabuklu hayvanların üremesini ve artmasını sağlarlar. Fakat aşırı besleyici madde yükleri ötrifikasyona neden olmaktadır. İstanbul Boğazı çevresinde ve İzmit körfezinde görülen bu kirlenme gözle görülebilen boyutlara ulaşmış ve aşırı bir ötrofik yapıya bürünmüştür. Bu sebeple, önce alıcı ortam bozulmakta, biopsonotik gerileme başlamakta, türler azalmakta, seçilmiş dayanıklı türler çoğalmaktadır. Bu kirlenmenin sürmesiyle beraber bioprodüksiyon artacak bununla beraber oksijen sarfıyatı daha artacak ve anoksik ortam oluşmaya başlayacaktır. Bioprodüksiyon ve ölümler, organik maddelerin yığılması sonucunda deniz suyunun bulanıklığı artmakta ve böylece deniz dibi bitkilerinin fotosentezi engellenmektedir [3]. Göreceli olarak kapalı bir bölgede bulunan Marmara Denizi'nin kirlenmesindeki artış ciddi oranda ötrifikasyon oluşmasına neden olmaktadır. Karadeniz'den gelen yıllık 600 milyar m³ su girişi Marmara Denizi'nin üst tabakasını her 3-6 ayda bir yenilenmesini sağlamaktadır. Alt tabakadaki suların yenilenmesi ise 5-7 yıl almaktadır [11].

Marmara Denizi balıklar için bir göç yolu durumundadır. Su sıcaklığına karşı hassas olan türler Karadeniz'deki su sıcaklığının düşmeye başlamasıyla Boğazlar yoluyla Marmara ve Ege Denizi'ne geçmektedir. Burada yumurtalarını bırakmaktadırlar. Karadeniz'de sıcaklığın artması ile ters yönde göç başlamakta ve balıklar Karadeniz'e dönmektedirler. Marmara Denizinin tabanındaki oksijen eksikliği nedeniyle bu göç hareketleri en çok 40 metreye kadar derinliklerde olmaktadır. Bu yüzden kıyısız kirlenmeler ve kıyıda yayılan toksik maddeler balıkları doğrudan etkilemektedir. Ticari balıkçılık açısından Marmara Denizi, Türkiye'nin

toplam deniz ürünleri ihtiyacının yaklaşık %20'sinin karşıladığını göz önüne aldığımızda Marmara Denizindeki kirlenmenin etkileri bölgeyle sınırlı kalmayacaktır [16].

İstanbul çevresindeki sulara karışan atıkların içerisinde yüzey aktif maddelerde çok büyük miktarlarda bulunmaktadır. Türkiye’de kişi başına tüketilen temizlik malzemesinin(deterjan, sabun v.b.) 7,0 – 7,5 kg/yıl olduğu düşünülürse ortaya çıkardığı kirliliğin boyutları oldukça yüksek miktarlardadır. İstanbul boğazı ve çevresindeki sulardaki yüzey aktif madde miktarının tayini, bu miktarın yıl içindeki değişiminin ölçülmesi sorunun boyutlarını ortaya çıkarmada büyük fayda sağlayacaktır. 1997 yılı ile 2004 yılları arasında İstanbul Boğazı ve çevresindeki sularda yüzey aktif madde miktarında artma olduğu görülmüştür [7].

Çözünmüş oksijen içeriği alt sınırı 5 mg/L olarak alındığı zaman tüm Marmara Denizi’nde ortalama 45 m lik dar bir üst tabakada ancak biyolojik yaşamın aktif olabileceği görülmektedir. Bu kritik çözünmüş oksijen sınırı akıntıların şiddetli olduğu bölgelerde ve karışım (termoklin, haloklin) tabakasının yer değiştirmeleri sonucunda 75-80 m derinliğe kadar inebilmekte; ancak daha derinlere inmesi yoğunluk farkı nedeni ile mümkün olamamaktadır. Marmara’nın derin su kütlelerinde az da olsa oksijen bulunuşu Ege’den Çanakkale Boğazı eşiğini aşarak gelen Akdeniz sularının oksijen içeriğinden kaynaklanmaktadır [10, 11]. Marmara Denizi’nde düşey su kolonunda karışma çok düşük düzeydedir. Bu nedenle, deniz suyunun oksijen içeriği azaltan her neden, olumsuzdur ve çevreye zararlıdır [10, 11].

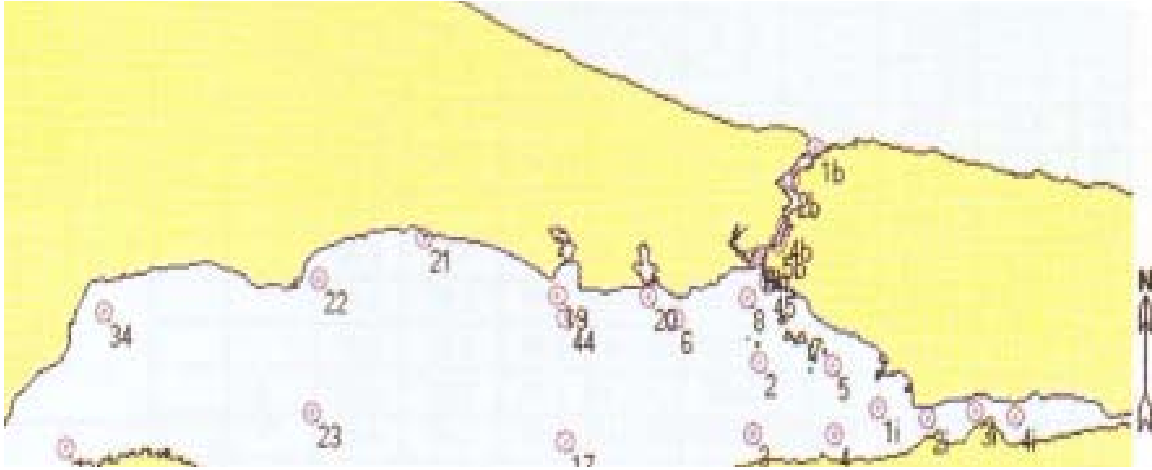
BÖLÜM III

ÇALIŞMALAR

Su örneklemelerin yaz ve kış dönemi olmak üzere bir yıllık bir dönem içinde iki defa yapılmıştır.

Araştırmanın çalışma alanı İstanbul Boğazının Karadeniz çıkışında yer alan 1b istasyonu ile İstanbul ve Kocaeli şehirlerinin atık sularının yoğun olarak etkilerinin gözlendiği güneyde 3, 17, 23 ve 34 no.lu istasyonlarla sınırlanmış olan bölgedir [3].

Çalışmanın yaz ayağında 1b, 6b, 6, 2, 1i, 3i, 5i, 7i, 3, 17, 19, 23, 33, 34, 40 numaralı istasyonlardan numune alınmıştır. Çalışmanın kış ayağında 1b, 8, 1i, 4i, 6i, 3, 17, 19, 22, 23, 33, 40 numaralı istasyonlardan numune alınmıştır.



Harita III.1. Çalışma istasyonları(3)

III.1.1 ARAŞTIRMA ARAÇLARI

III.1.2. ARAÇ ve GEREÇLER

İstanbul boğazı ve Marmara Denizinde belirlenen noktalardan deniz suyu numunesi almamızı sağlayacak aletler ve bizi bölgeye ulaştıracak deniz aracı Marem Projesi içerisinde sağlanmıştır. Yaz ayağında 15 günlük deniz seferiyle İstanbul Boğazının Karadeniz girişinden başlayarak tüm Marmara denizini kapsayacak istasyonlardan geçerek Çanakkale Boğazının Ege Denizi çıkışına kadar gidip numuneler alınmıştır. Gemi içerisinde kurulan ıslak laboratuvarıda fosfat fosforu, nitrit azotu ve nitrat azotu ölçümleri yapılmıştır. Yüzey aktif madde ve silis ölçümleri için su numuneleri alınmıştır. Kış ayağında ise günü birlik seferler düzenlenerek planlanan istasyonlardan numuneler alınmıştır. Fosfat, nitrit ve nitrat ölçümleri

laboratuvara ulaştırılan numunelerde 24 saat içinde yapılmıştır. Aynı noktadan farklı zamanlarda numune alabilmek için GSB cihazı kullanılmıştır. Örneklemeler Nansen şişeleri ile yapılmıştır. Su saklama şişeleri şeffaf renkli olup, bu tür saklamalar için özel olarak hazırlanmış, PE şişelerdir. Örnekler standart kurallara uygun olarak saklanmıştır.

III.1.2.1 Spektrometre: Shimadzu UV-240 model spekrometre kullanılmıştır.

III.1.2.2 Hassas Teraz: Tartım için METTLER AE 200 marka hassas terazi kullanıldı.

III.1.2.3 pHMetre: pH ölçümleri NEL-890 pH metre kullanıldı.

III.1.2.4 Santrifüj: Nüve marka (NF400) santrifüj kullanılmıştır.

III.1.2.5 Etüv: Binder marka etüv kullanılmıştır.

III.1.2.6 Saf Su Cihazı: Elga Maximum ultra saf su cihazı kullanılmıştır.

III.1.2.7 Mevki tayini: İstasyon noktalarının mevki tayini, Magellan MAP 330 GPS ile gerçekleştirilmiştir.

III.1.2.8 Su Sıcaklığı (T°C) Ölçümleri: Araştırma yapılan istasyonlarda yapılan istasyonlarda, derinliğin elverdiği ölçülerde, yine derinliğe bağlı olarak 5 saniye periyotlar halinde, derinlik sensörüne verilerine bağlı sıralama çerçevesince ham veri elde edilmiş, elde edilen veriler hem ham veri olarak hem de standart derinliklerdeki veriler olarak işlenmiştir. Standart 0,5 -10 -25 -50 – 75 – 100 -150....metre derinliklerde ve bunlara ek olarak termoklin tabakasının kesin konumunu saptamak amacıyla 15-25 metre derinliklerde sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerde saha çalışmaları süresince kullanılan, 200 metre derinliğe kadar erişen, veri biriktirme özelliğine sahip (data-logger) mikroprosesörlü YSI 6600-D sonda aygıtı ile gerçekleştirilmiştir. Sıcaklıklar, söz konusu sonda aletinde bulunan termik sensör ile in-situ olarak saptanmıştır.

III.1.2.9 Salinite ve Klornite Ölçümleri: Araştırma yapılan istasyonlarda, derinliğin elverdiği ölçülerde, yine derinliğe bağlı olarak 5 saniye periyotlar halinde, derinlik sensörüne verilerine bağlı sıralama çerçevesince ham veri elde edilmiş, elde edilen veriler hem ham veri olarak hem de standart derinliklerdeki veriler olarak işlenmiştir. Standart 0,5 -10 -25 -50 – 75 – 100 -150....metre derinliklerde ve bunlara ek olarak termoklin tabakasının kesin konumunu saptamak amacıyla 15-25 metre derinliklerde sıcaklık ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerde saha çalışmaları süresince kullanılan, 200 metre derinliğe kadar erişen, veri biriktirme özelliğine sahip (data-logger) mikroprosesörlü YSI 6600-D sonda aygıtı ile gerçekleştirilmiştir. Bu ölçere bağlı termosensör ile ölçüm yapılan suyun sıcaklığı da diğer aygıtlarinkine paralel olarak ölçülmektedir. Aslında bu aygıt ile ölçülen, deniz suyunun mhos/cm² cinsinden elektrik geçirgenliği olmaktadır. Suyun sıcaklığı ile konduktivite arasında ki ilişkide, mikroprosensörler saliniteyi hesaplayarak vermektedir.

III.1.2.10 Çözünmüş Oksijen (DO) ölçümleri: Araştırma yapılan istasyonlarda, derinliğin elverdiği ölçülerde, yine derinliğe bağlı olarak 5 saniye periyotlar halinde, derinlik sensörüne verilerine bağlı sıralama çerçevesince ham veri elde edilmiş, elde edilen veriler hem ham veri olarak hem de standart derinliklerdeki veriler olarak işlenmiştir. Standart 0,5 -10 -25 -50 – 75 – 100 -150....metre derinliklerde ve bunlara ek olarak DO dağılımının Termoklin/Haloklin tabakası ile ilişkisini saptayabilmek ve denizel canlıların gereksinim duydukları 5 mg/l sınırını saptamak amacı ile, 0,5 -200 metre arasında 25 cm. ara ile, 200 m. derinliğe kadar erişen, veri biriktirme özelliğine sahip (data-logger) mikroprosesörlü YSI 6600-D sonda aygıtı ile gerçekleştirilmiştir.

III.1.2.11 pH Ölçümleri: Bir ortamdaki hidrojen iyonu potansiyelinin ölçüsü pH olarak tanımlanabilir. pOH ise bir ortamın hidroksil iyonu yönünden potansiyeli anlamına gelir. Bir ortamın asit, baz veya nötr olduğunu saptamak için çözelti ortamının $[H^+]$ veya $[OH^-]$ iyonu molar derişimini saptamak gerekir. Deniz suyunun pH değeri 7,5-8,4 arasında değişirken okyanusların sahip olduğu ortalama pH değeri 7,8'dir. pH değerini etkileyen en önemli faktör CO_2 'dir. Deniz yüzeyinde fotosentez olayı cereyan ediyorsa pH değeri yükselir. Alt tabakalarda ise canlılar oksijen alıp verdiği için $pH=7,4 - 7,5$ değerine kadar düşer. Deniz suyunda pH değerini etkileyen bir başka faktör ise tuzluluktur. Deniz suyunun pH değeri genel olarak 7,5-8,4 arasında değişmesine rağmen sıcak bölgelerde sık sularda kuvvetli buharlaşma ve bunu takip eden yüksek tuz konsantrasyonu nedeni ile pH değeri bazen 9 gibi yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Buna karşın yağışlı kış mevsimlerinde akarsuların tatlı su getirmeleri nedeni ile haliçlerde pH değeri 6,6 civarını düşebilmektedir.

Araştırma yapılan istasyonlarda, derinliğin elverdiği ölçülerde, yine derinliğe bağlı olarak 5 saniye periyotlar halinde, derinlik sensörüne verilerine bağlı sıralama çerçevesince ham veri elde edilmiş, elde edilen veriler hem ham veri olarak hem de standart derinliklerdeki veriler olarak işlenmiştir. Standart 0,5 -10 -25 -50 – 75 – 100 -150....metre derinliklerde ve bunlara ek olarak termoklin tabakasında 25 cm. aralıklarla pH ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerde saha çalışmaları süresince kullanılan, 200 metre derinliğe kadar erişen, veri biriktirme özelliğine sahip (data-logger) mikroprosesörlü YSI 6600-D sonda aygıtı ile gerçekleştirilmiştir.

III.1.2.12 Işık geçirgenliği (Bulanıklık) ölçümleri: Pratikte deniz suyunun ışık geçirgenliği Secchi-Disc (*seki diski*) adı verilen bir disk vasıtasıyla ölçülmektedir. Disk su içerisine daldırılmakta ve diskin su içerisinde belirginliğini kaybettiği derinlik *seki diski derinliği* olarak kaydedilmektedir. Deniz ortamına yapılan deşarjlar neticesinde sudaki bulanıklık artmakta ve seki diski derinliği azalmaktadır. Aynı şekilde özellikle sahil boyunca fazla derin

olmayan sığ bölgelerde alg aktivitesinin bahar ve yaz aylarında yüksek olması nedeniyle bulanıklık artmakta ve seki diski derinliği azalmaktadır. Araştırma yapılan istasyonlarda, Secchi-Disc (ışık geçirgenliği) ölçümleri yapılmıştır. Işık geçirgenliğinin klasik ölçümü olan bu yöntem, 25 cm. çapındaki beyaz renkte bir diskin su içerisinde görülebildiği derinliğin, göz ile saptanması esasına dayanmaktadır.

III.1.3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

III.1.3.1. YÖNTEM

Analizler iki kısım halinde gerçekleştirilecektir.

III.1.3.1.1.YERİNDE ÖLÇÜMLER

Bu ölçümler in-situ ölçüm aletleri ile yapılacak ve bir bilgisayar programı ile yapılan örneklemeler veya ölçüm sonuçları kontrol ve kayıt altında tutulacaktır. Yerinde yapılacak ölçümler aşağıdadır.

1. Derinlik
2. Sıcaklık
- 3.Salinite
4. Çözünmüş Oksijen
- 5.pH
6. Akıntı hızı
7. Akıntı Yönü
8. Sigma-T (Yoğunluk)
9. Klorinite
10. Elektrik iletkenliği
11. Ses Hızı (S.Sp.; Sound Speed)
12. Işık geçirgenliği (Secchi Diski)

III.1.3.1.2. LABORATUAR ANALİZLERİ:

Kurallara uygun olarak alınan su örnekleri aynı gün analiz edilmesi gereken fosfat fosforu gemi içindeki ıslak laboratuvarında analiz edilir. Aynı gün analiz edilmesi gerekmeyen anyonik yüzey aktif madde gerekli koruma işlemlerinden sonra laboratuvara getirilir ve standart analiz yöntemlerini uygulayarak analiz edilir. Yapılan analizler aşağıda özetlenmiştir.

III.1.3.1.2.1.Fosfat Fosforu Tayini

Fosfat sularda verilış şekline göre, ortofosfat (PO_4^{3-}) anyonu şeklinde bulunabileceği gibi (piro-, meta- ve diğer polifosfatlar gibi) dehidratekondanse fosfatlar şeklinde de bulunabilir. Biyolojik faaliyetler sonucunda da suya organofosforlu bileşikler verilir. Canlılar için temel elementlerden olan fosforun alıcı ortamda artması, biyolojik faaliyetleri de arttırır.

Çalışmamızda fosfat tayini için kolorimetrik yöntem olan vanadomolibdofosfat asidi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem 1-2 mg P/L aralığında oldukça kullanışlıdır.

Asidik ortamda ortofosfat ile molibdat asidi arasında molibdofosfat asidi oluşur. Ortamda vanadyum varsa, sarı renkli vanadomolibdofosfat asidi oluşur. Renk şiddeti fosfat konsantrasyonu ile orantılıdır. Bu yolla 1 cm ışık yollu küvette 200 μg P/L tayin edilebilir.

Analiz esnasında örneklerin pH'ı 10' dan küçük olduğu için pH'nın ayarlanması gerekmemiştir. Deniz suyu örnekleri renksiz olduğu için renk giderme işlemi yapılmamıştır. İşlem esnasında 0,05-1,0 mg P içeren 35 mL hacimdeki örnek 50 mL'lik balonjojeye alındıktan sonra üzerine 10 ml vanadomolibdat reaktifi konmuş ve 50 mL ye seyreltilmiştir. Ayrıca 35 ml destile su ile standard örnekler hazırlanmıştır. Tayin işlemi bir UV-Görünür alan spektrofotometresi ile 400-490 nm arasındaki değişik dalga boylarında ölçüm yaparak gerçekleştirilmiştir. Bulunan absorbans değeri standart konsantrasyonuna karşı çizilen eğri üzerinde yerleştirilerek fosfat fosforu miktarı tayin edilmiştir.

III.1.3.1.2.2. Anyonik Yüzey Aktif Madde Tayini

Hidrofilik yüzey aktif maddeler, iyonize olan ve olmayanlar olmak üzere iki tiptir. İyonik yüzey aktif maddeler de anyonik ve katyonik olmak üzere iki türdür. Anyonik yüzey aktif maddeler negatif yüklüdür ve genel formülleri $(\text{R-SO}_3)\text{Na}^+$ şeklindedir. Katyonik yüzey aktif maddeler ise pozitif yüklü grup (kuarterner amonyum grubu) içerirler ve genel formülleri $(\text{RR}_3\text{N})^+\text{Cl}^-$ şeklindedir. İyonize olmayan (non-iyonik) yüzey aktif maddeler genellikle polioksietilen grubu $\text{R}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OR}$ içerirler. Anyonik yüzey aktif maddeler (sulfonatlar RSO_3 , sulfat esterleri ROSO_3 ve sulfatenoniyonikler $\text{R}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OSO}_3$ metilen mavisi ile kloroforma geçebilen bir çift tuz verirler. Sonuçlar toplu anyoniklere aittir. Sulfonat/sulfat ayrımı sulfatların asidik ortamda bozulmasını esas alarak yapılır. Lineer alkilbensensulfonatlar (LAS) diğerlerinden IR ile ayrılırlar. Çalışmamızda MBAS olarak anyonik yüzey aktif maddelerin tayini yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle 10 μg anyonik (LAS) tayin edilebilir. Metilen mavisi aktif maddesi (MBAS), katyonik bir boya olan metilen mavisi ile birleşir. Bu olay MBAS anyonuyla metilen mavisi katyonunun iyon çifti oluşturmasıyla gerçekleşir. Bu birleşme sonrası ortaya çıkan mavi rengin tonu MBAS'ın miktarını gösterir. Anyonik yüzey aktif maddeler MBAS aktivitesini gösteren en önemli

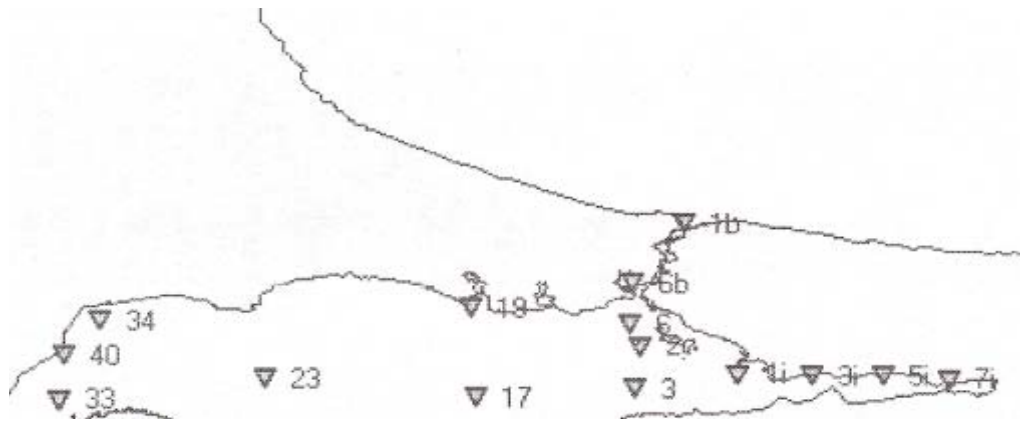
maddeler den olmakla beraber, MBAS aktivitesi gösteren tek anyon değillerdir. Sabunlar MBAS metoduna karşılık vermezler. Sabun olmayan anyonik yzey aktif maddeler s¼lfonat tipli $[RSO_3]-Na^+$ s¼lfat ester tipli $[ROSO_3]-Na^+$ ve s¼lfatlanmıř iyonik olmayan tipli $[RE_nOSO_3]-Na^+$ yzey aktif maddeleri ihtiva ederler ve kloroform eksaksiyonuyl neredeyse tamamen tespit edilebilirler. LAS en yaygın anyonik yzey aktif maddedir ve MBAS metodunu standardize etmede kullanılır.

Yzey aktif madde tayininde 100 ml numune ayırma hunisine konur. 1ml Fenolftalein çzeltisi eklenerek 1 N NaOH ilavesiyle numune alkali yapılır ve ardından pembe renk kaybolana kadar 1N H_2SO_4 ilave edilir. 10 ml $CHCl_3$ ve 25 ml metilen mavisi reaktifi eklenir. Huni 30 sn şiddetle çalkalanır ve ardından faz ayrımı beklenir. Altta toplanan $CHCl_3$ kısmı ikinci bir ayırma hunisine konur. Her seferinde 10 ml $CHCl_3$ kullanarak ¼stte kalan fazda ekstraksiyon iki kez daha tekrarlanır. Eğer su fazındaki mavi renk kaybolursa daha az örnek hacmiyle çalışmak gerekir. T¼m $CHCl_3$ ekstraktları başka bir ayırma hunisinde birleştirilir. 50 ml yıkama çzeltisi eklenerek 30 sn çalkalanır. Altta ayrılan faz cam y¼n¼nden geğirilerek 100 ml'lik bir şişede toplanır. ¼nce $CHCl_3$ ahit olarak alınır ve spektrofotometrede 652 nm'de absorbans okunur, ardından örnek aynı işlemlere tabi tutulur ve absorbansı kaydedilir. Bulunan absorbans değeri standart konsantrasyonuna karşı çizilen eğri ¼zerinde yerleştirilerek yzey aktif madde miktarı tayin edilir.

III.2. ÇALIşMA PLANI

III.3. BULGULAR

III.3.1. 2009 Yaz ¼lç¼mleri

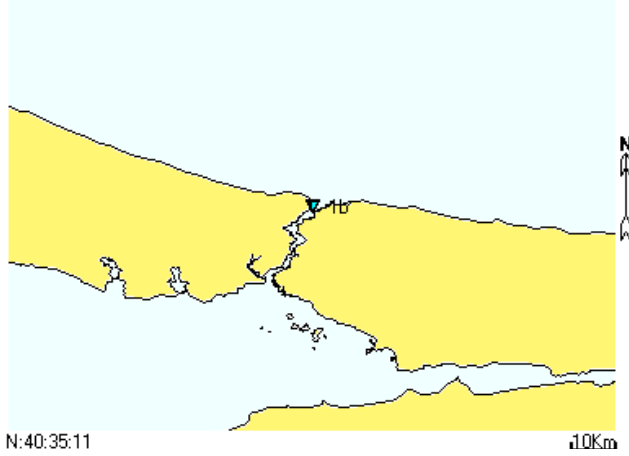


Harita III.2. 2009 Yaz Ayağı Çalışma istasyonları(35)

1b İstasyonu

E:028:16:52/N:41:48:47

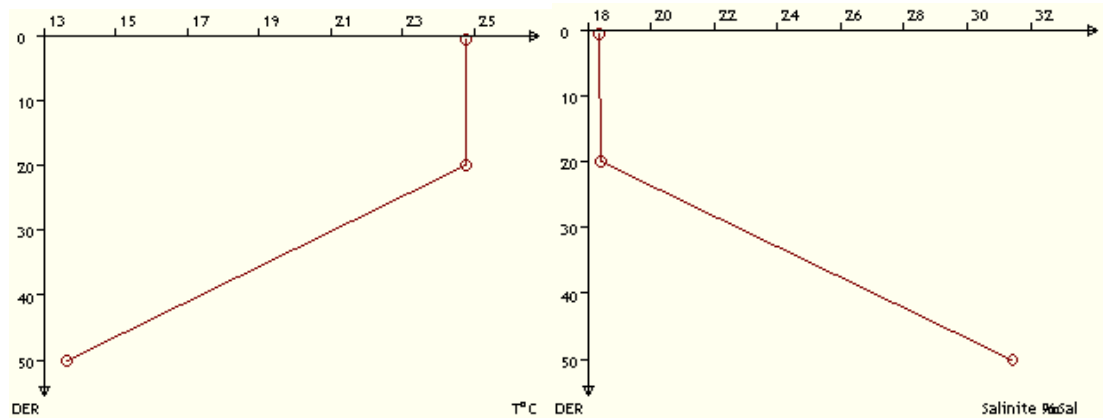
E:029:57:07

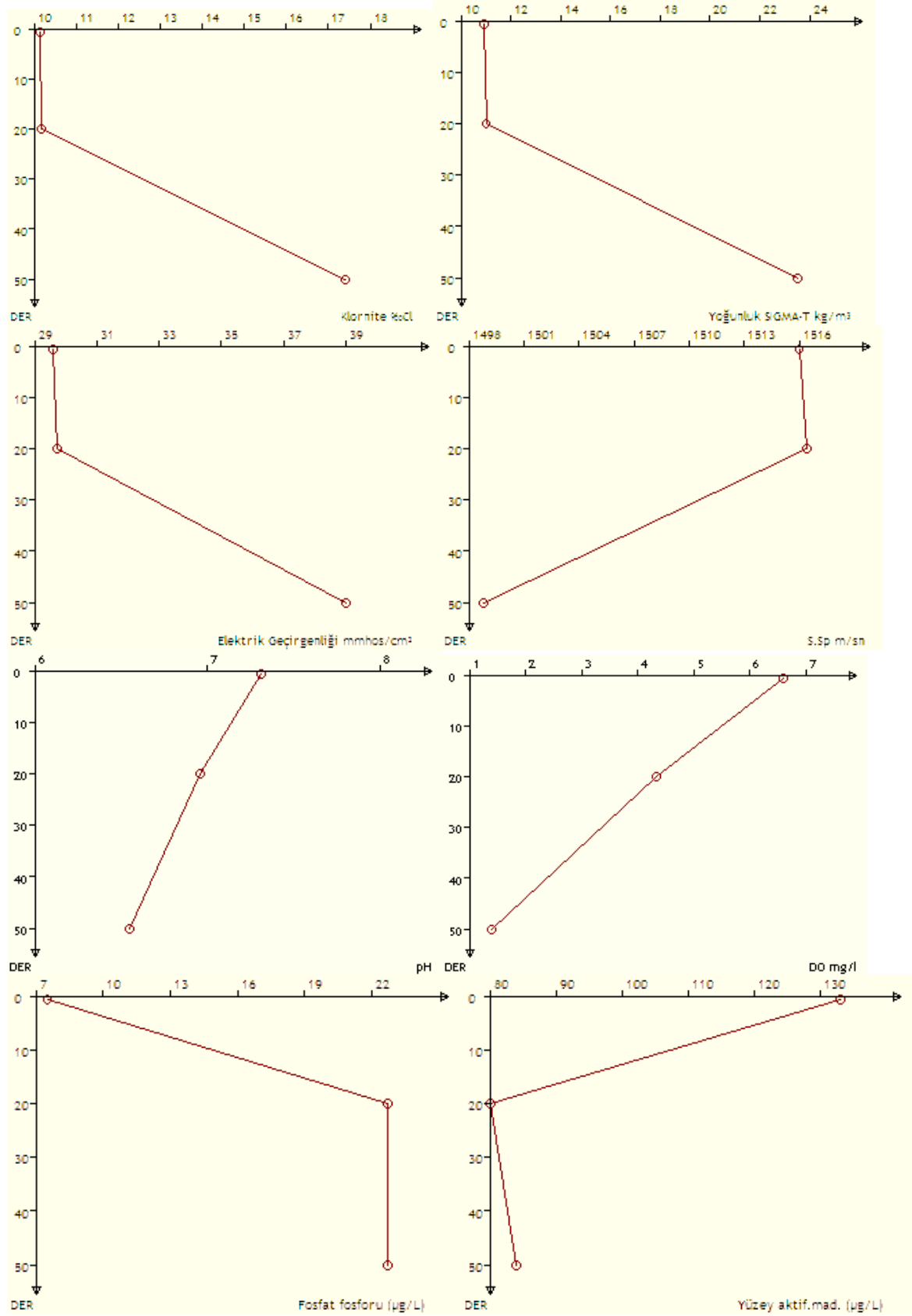


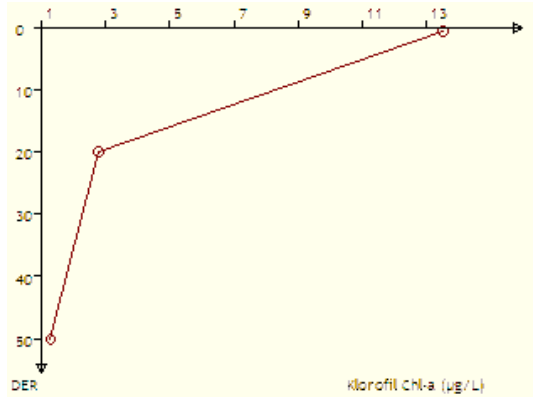
Tarih: 01/08/2009	Seri No: umut-1	Arz: N41°:12':00"	Tul: E029°:07':00"
Saat: 10:12	İstasyon No: 1b	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 50 m
Sec-Disc: 10 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 26 T°C	Hava Bas.: 1035 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	24.79	18.33	10,14	10,90	29,6	1516	7.31	6.61
20.0	24.78	18.40	10,18	11	29,7	1516,4	6.96	4.33
50.0	13.62	31.43	17,41	13,5	39	1498,8	6.55	1.40

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	24.79	7,5	133	13,50
20.0	24.78	22,7	80	2,8
50.0	13.62	22,7	84	1,3



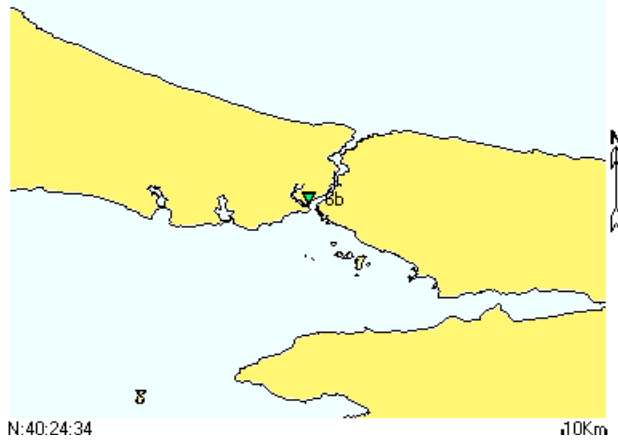




6b İstasyonu

E:028:08:55/N:41:38:10

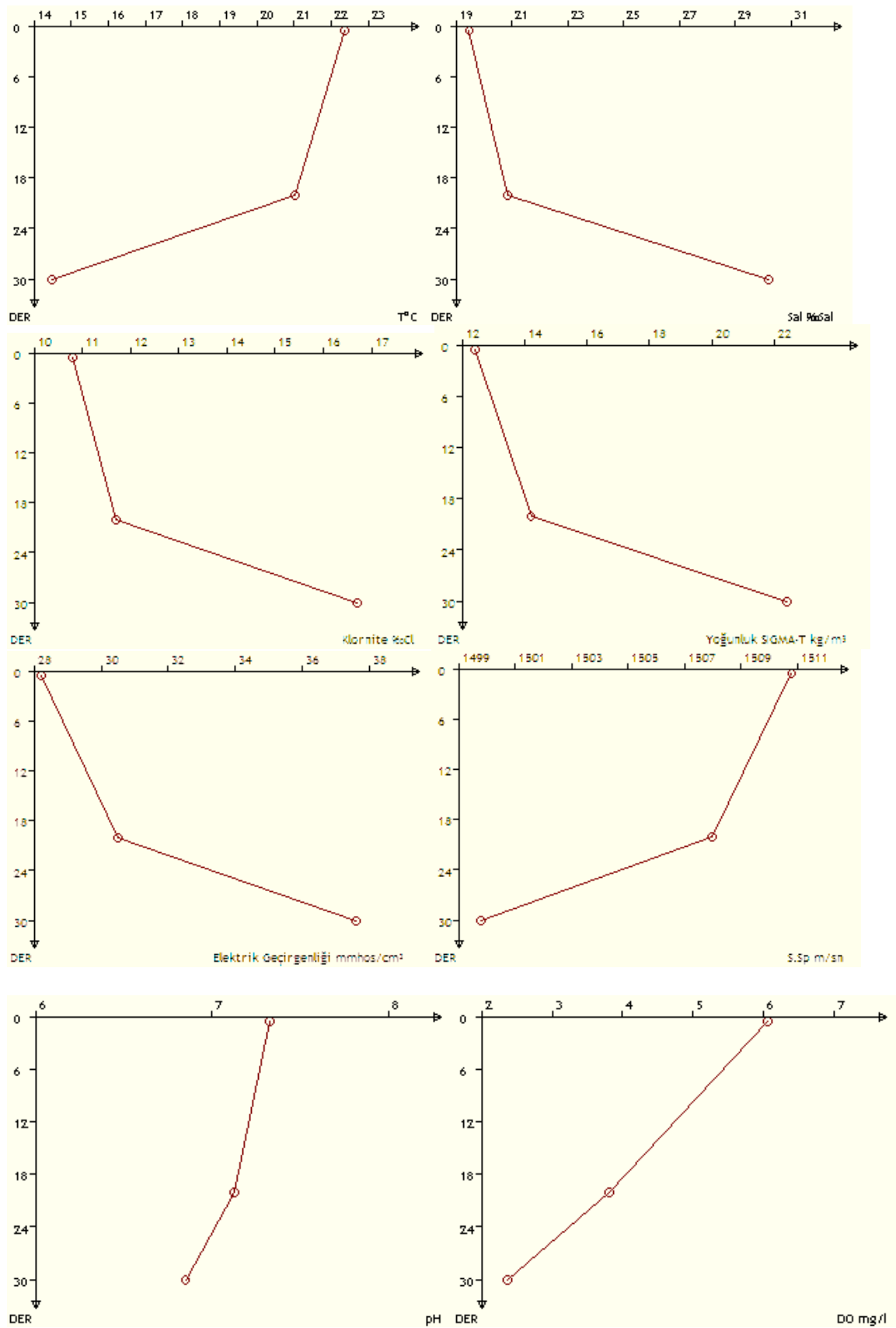
E:029:49:12

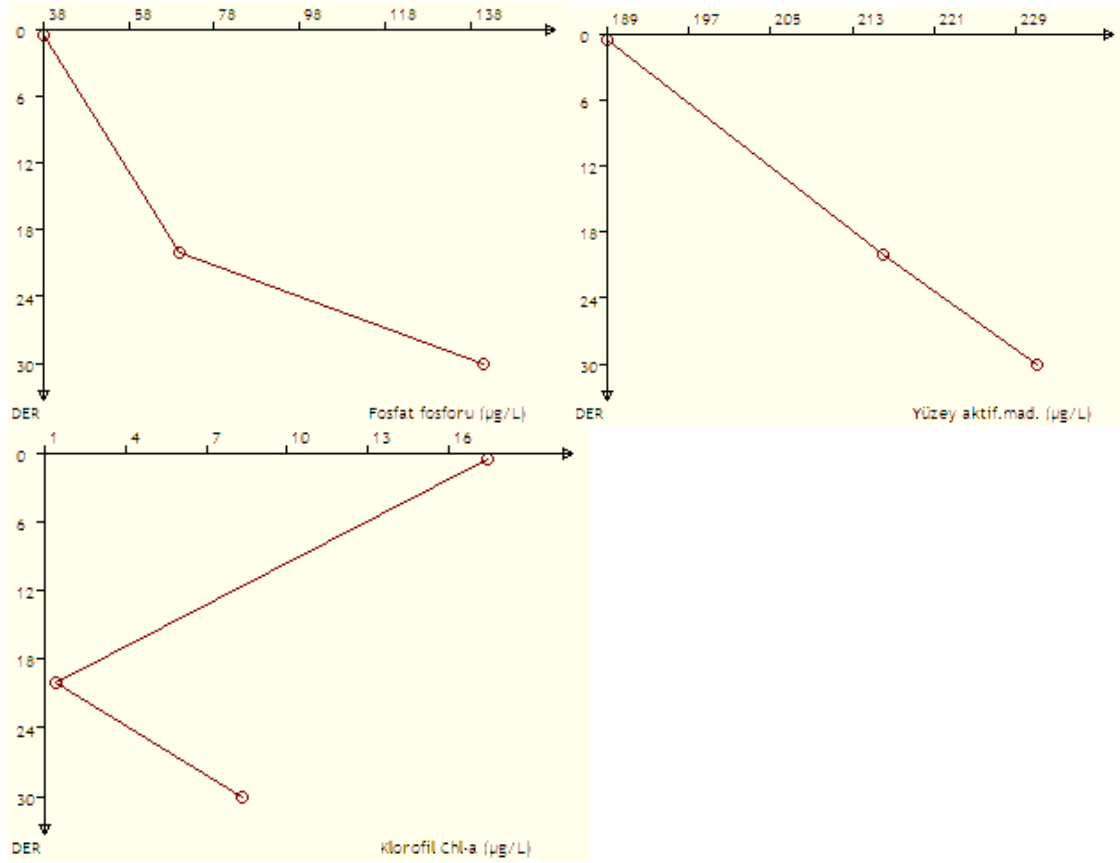


Tarih: 01/08/2009	Seri No: umut-2	Arz: N41°:01':22"	Tul: E028°:59':04"
Saat: 13:06	İstasyon No: 6b	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 34 m
Sec-Disc: 6.5 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 29 T°C	Hava Bas.: 1036 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	22.36	19.47	10,8	12,4	28,2	1510,8	7,33	6,07
20.0	21.02	20.83	11,7	14,2	30,5	1508	7,13	3,58
30.0	14.48	30.18	16,7	22,4	37,6	1499,8	6,85	2,37

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	22.36	38	189	17,4
20.0	21.02	70	216	1,4
30.0	14.48	141	230	8,3

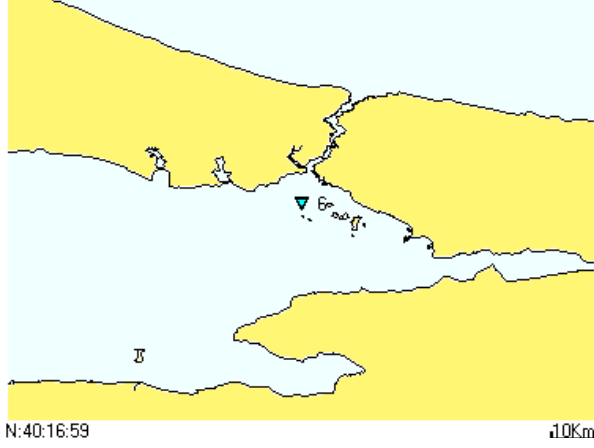




İstasyon 6

E:028:08:17/N:41:30:35

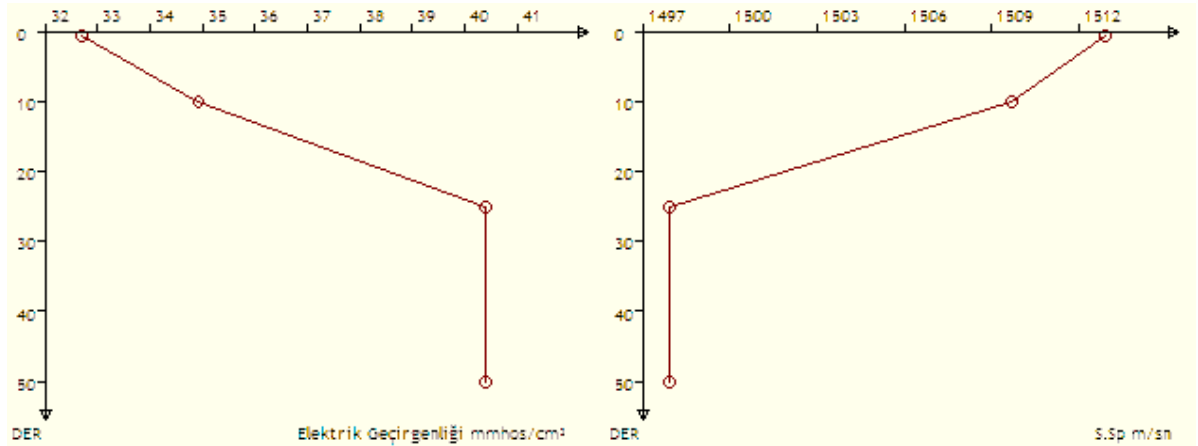
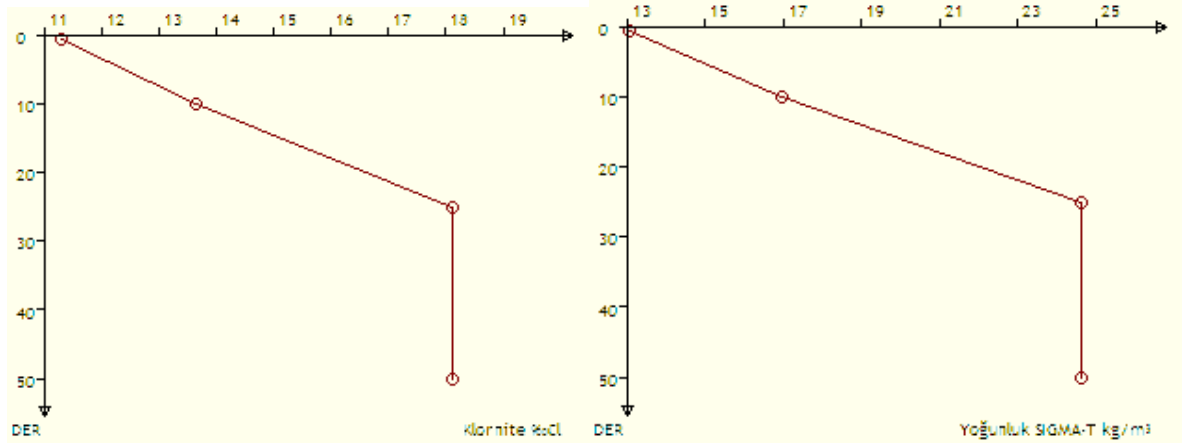
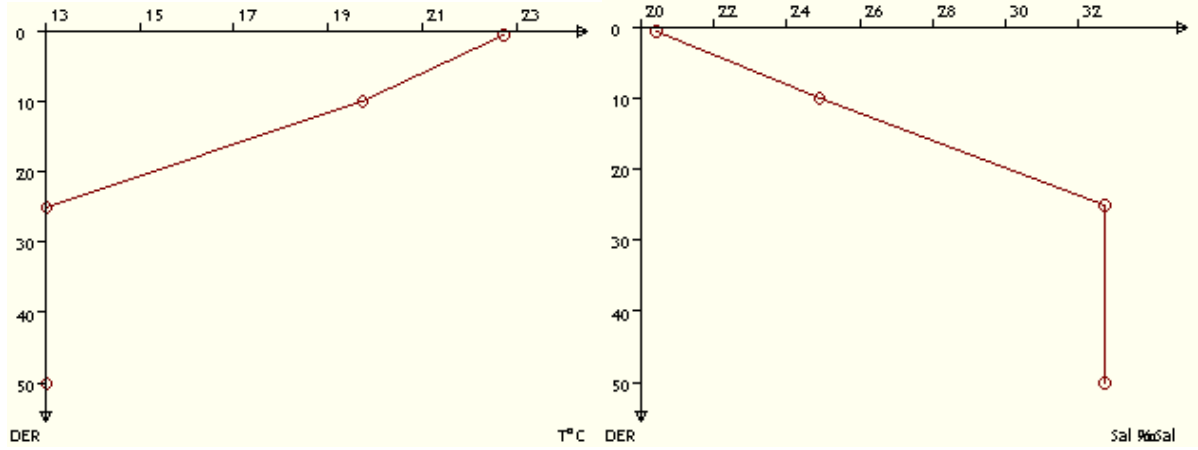
E:029:48:32

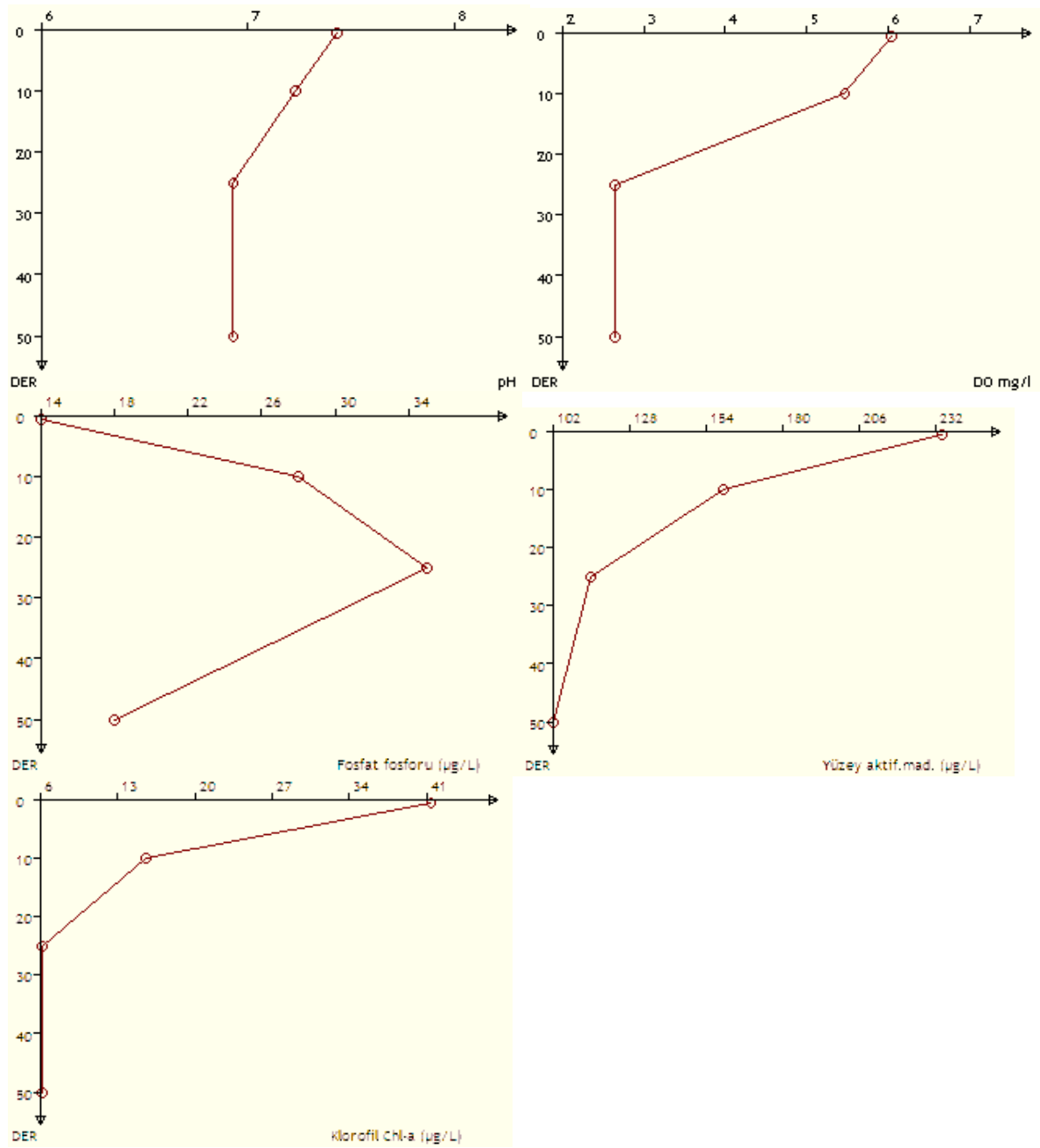


Tarih: 01/08/2009	Seri No: umut-3	Arz: N40°:53':47"	Tul: E028°:58':25"
Saat: 16:15	İstasyon No: 6	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 54 m
Sec-Disc: 8 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 31 T°C	Hava Bas.: 1037 mBar

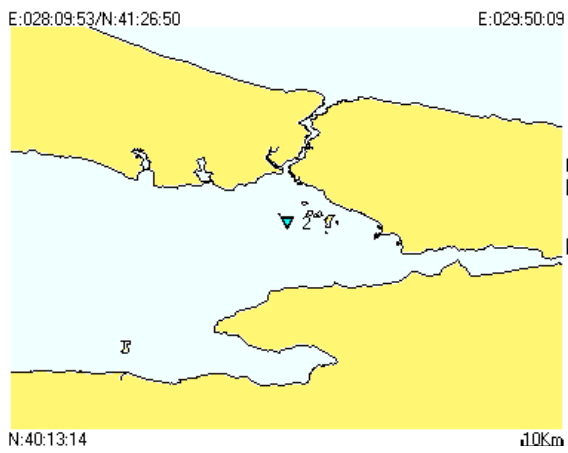
derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	22.74	20.45	11,31	13,06	32,69	1512,9	7,43	6,05
10.0	19.74	24.90	13,64	16,96	34,92	1509,7	7,23	5,53
25.0	13.03	32.71	18,11	24,64	40,4	1497,9	6,93	2,65
50.0	13.03	32.71	18,11	24,64	40,4	1497,9	6,93	2,65

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	22.74	14	234	41,4
10.0	19.74	28	160	15,6
25.0	13.03	35	115	6,2
50.0	13.03	18	102	6,2





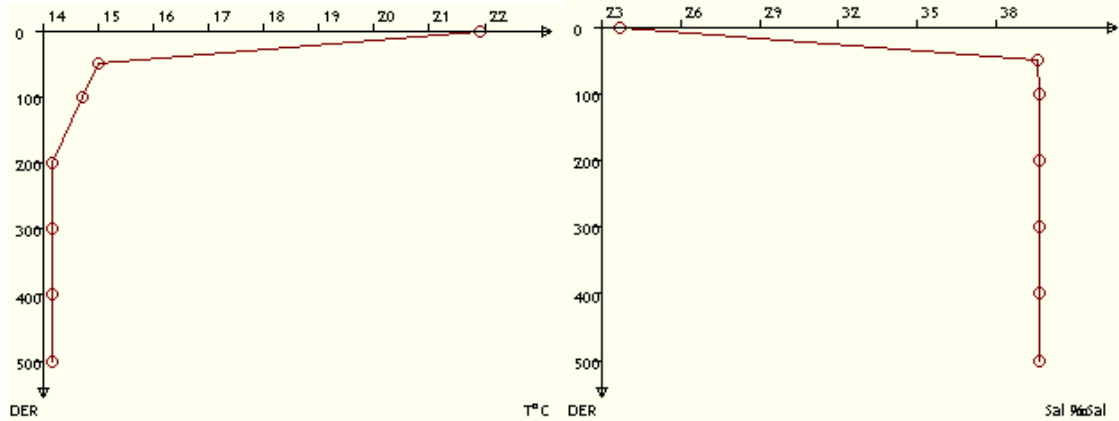
İstasyon 2

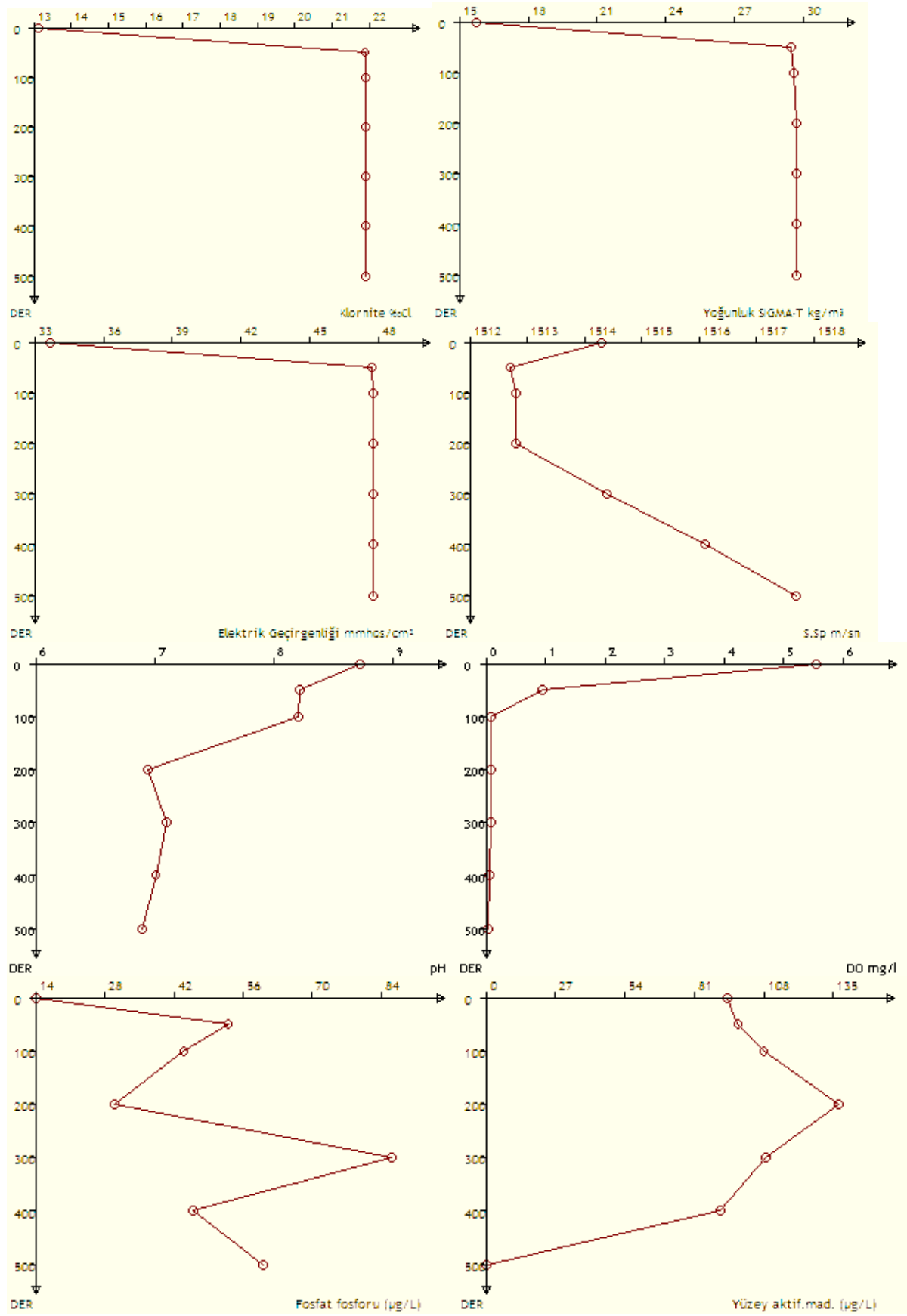


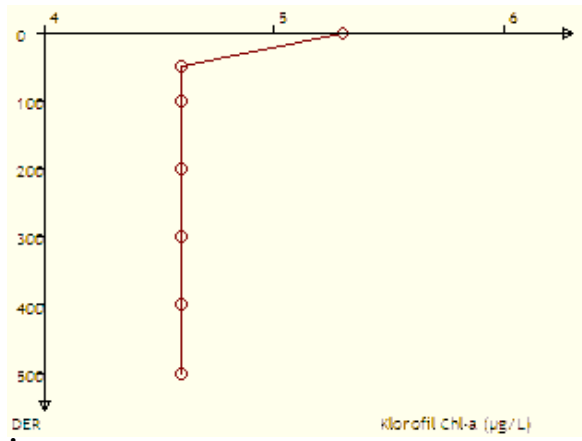
Tarih: 01/08/2009	Seri No: umut-4	Arz: N40°:50':02"	Tul: E029°:00':01"
Saat: 20:00	İstasyon No: 2	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 570 m
Sec-Disc: 5.5 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 30 T°C	Hava Bas.: 1036 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	21.93	23.70	13,11	15,7	33,7	1514,3	8,7	5,56
50.0	15.00	39.55	21,89	29,5	47,7	1512,7	8,2	0,94
100.0	14.71	39.60	21,92	29,6	47,76	1512,8	8,2	0,08
200.0	14.18	39.60	21,92	29,7	47,76	1512,8	6,9	0,07
300.0	14.17	39.60	21,92	29,7	47,76	1514,4	7,1	0,07
400.0	14.17	39.60	21,92	29,7	47,76	1516,1	7	0,05
500.0	14.17	39.60	21,92	29,7	47,76	1517,7	6,8	0,04

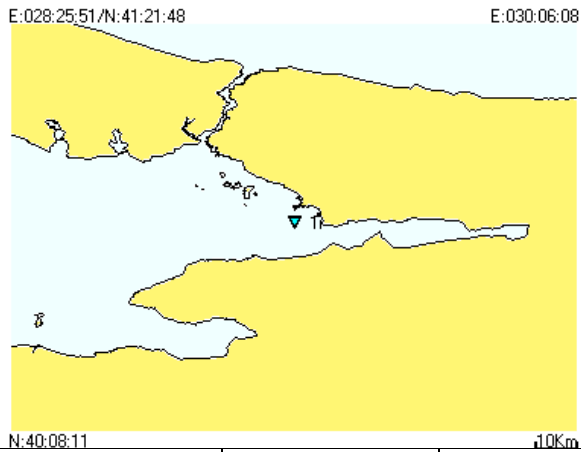
derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	21.93	14	94	5,3
50.0	15.00	53	98	4,6
100.0	14.71	44	108	4,6
200.0	14.18	30	137	4,6
300.0	14.17	86	109	4,6
400.0	14.17	46	91	4,6
500.0	14.17	60	76	4,6







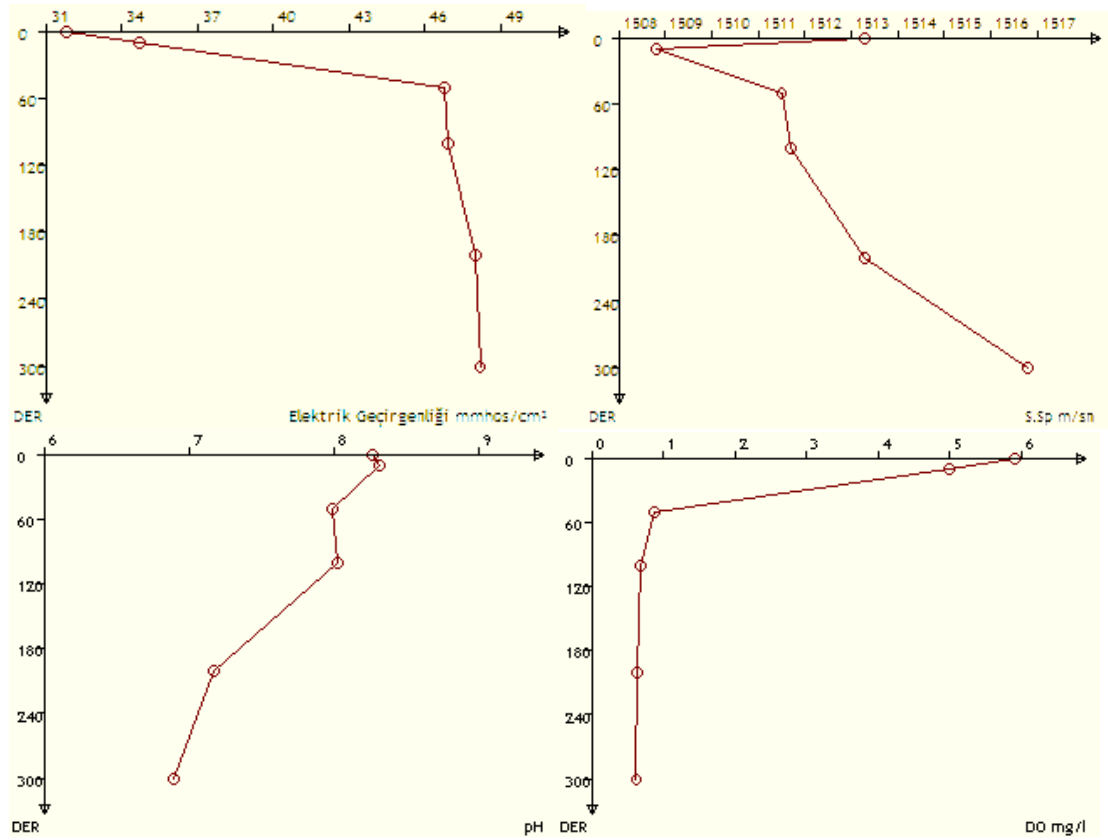
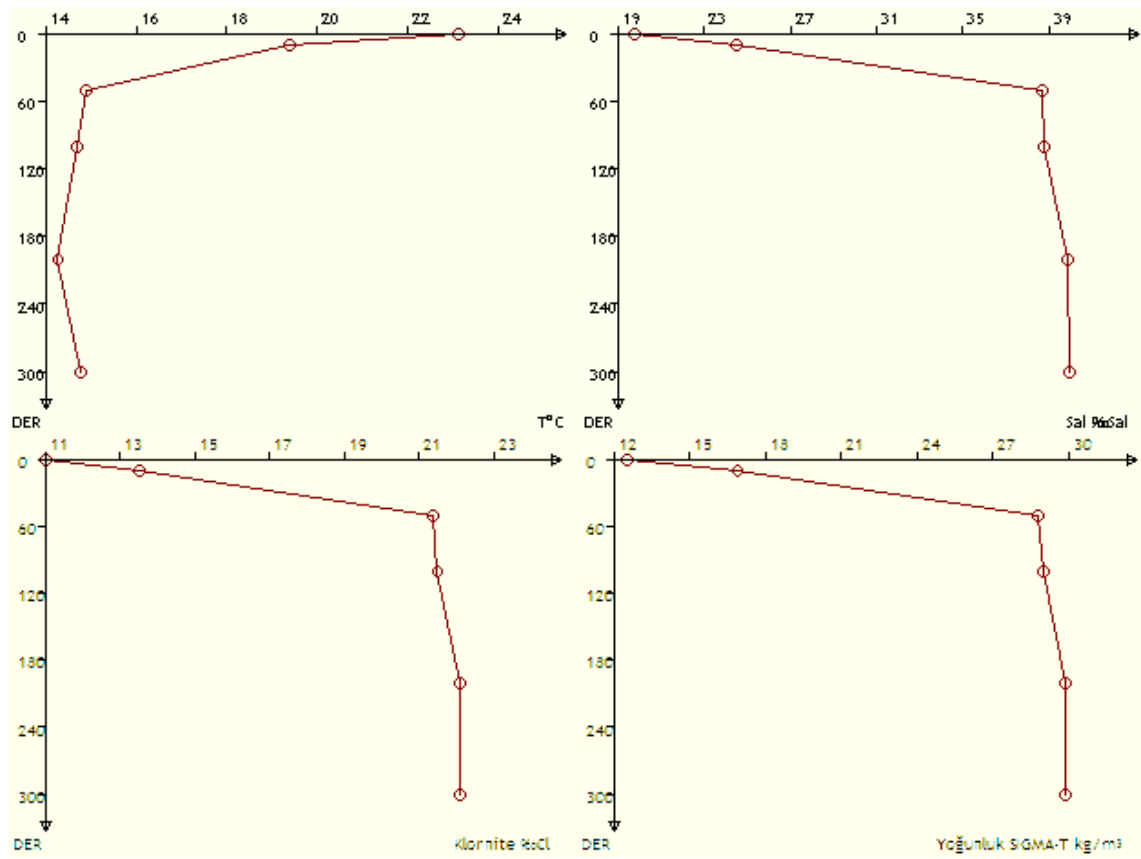
İstasyon 1i

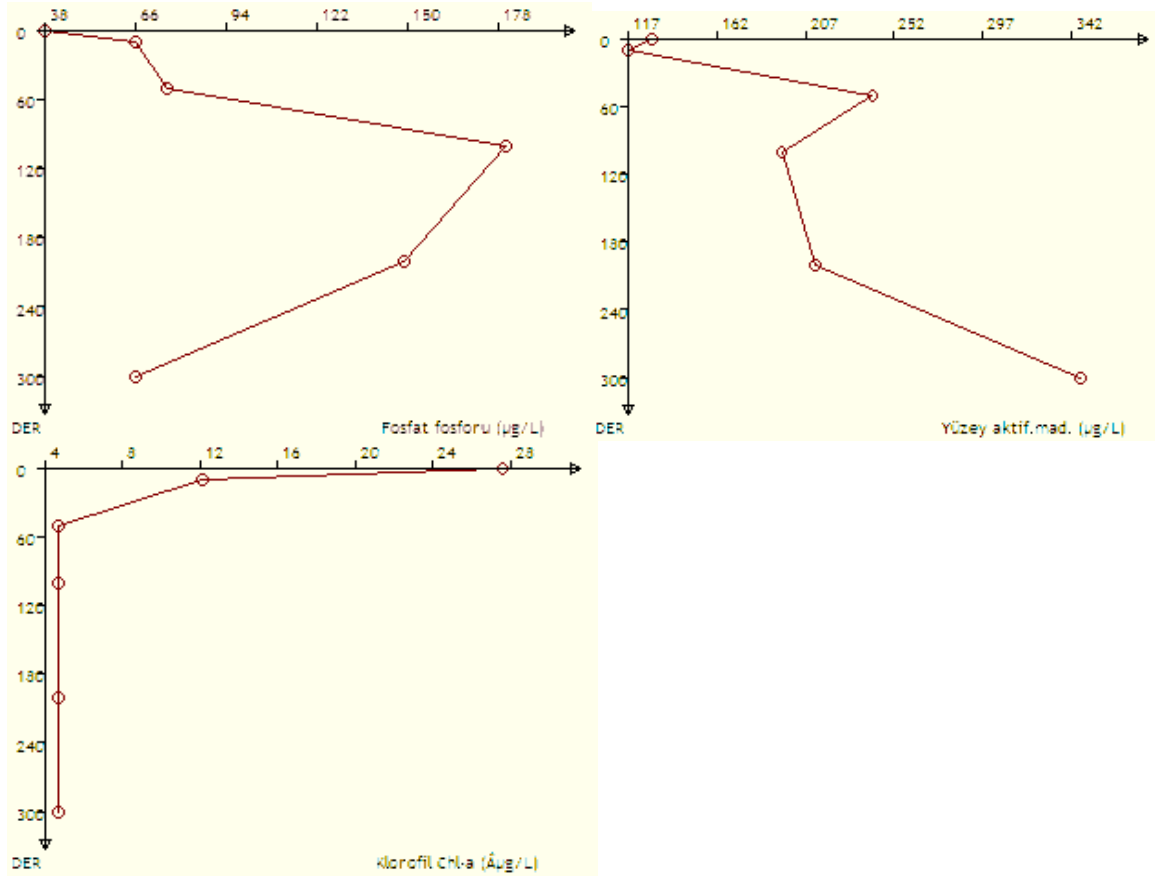


Tarih: 02/08/2009	Seri No: umut-5	Arz: N40°:45':00"	Tul: E029°:16':00"
Saat: 12:57	İstasyon No: 1i	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 330 m
Sec-Disc: 4.5 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 31 T°C	Hava Bas.: 1037 mBar

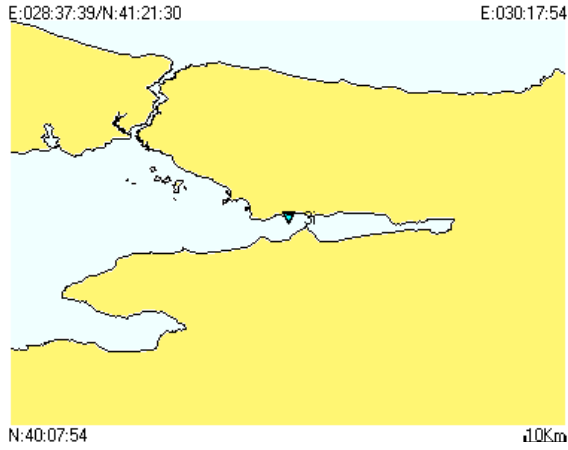
derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	23.14	19.80	11	12,5	31,8	1513,3	8,27	5,91
10.0	19.41	24.50	13,5	16,9	34,7	1508,8	8,32	5,01
50.0	14.90	38.65	21,4	28,8	46,8	1511,5	7,99	0,87
100.0	14.68	38.80	21,5	29	46,9	1511,7	8,03	0,67
200.0	14.27	39.83	22,1	29,9	48	1513,8	7,17	0,63
300.0	14.78	39.97	24,1	29,9	48,2	1516,8	6,9	0,62

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	23.14	38	129	27,6
10.0	19.41	66	117	12,1
50.0	14.90	76	241	4,7
100.0	14.68	180	195	4,7
200.0	14.27	149	212	4,7
300.0	14.78	66	346	4,7





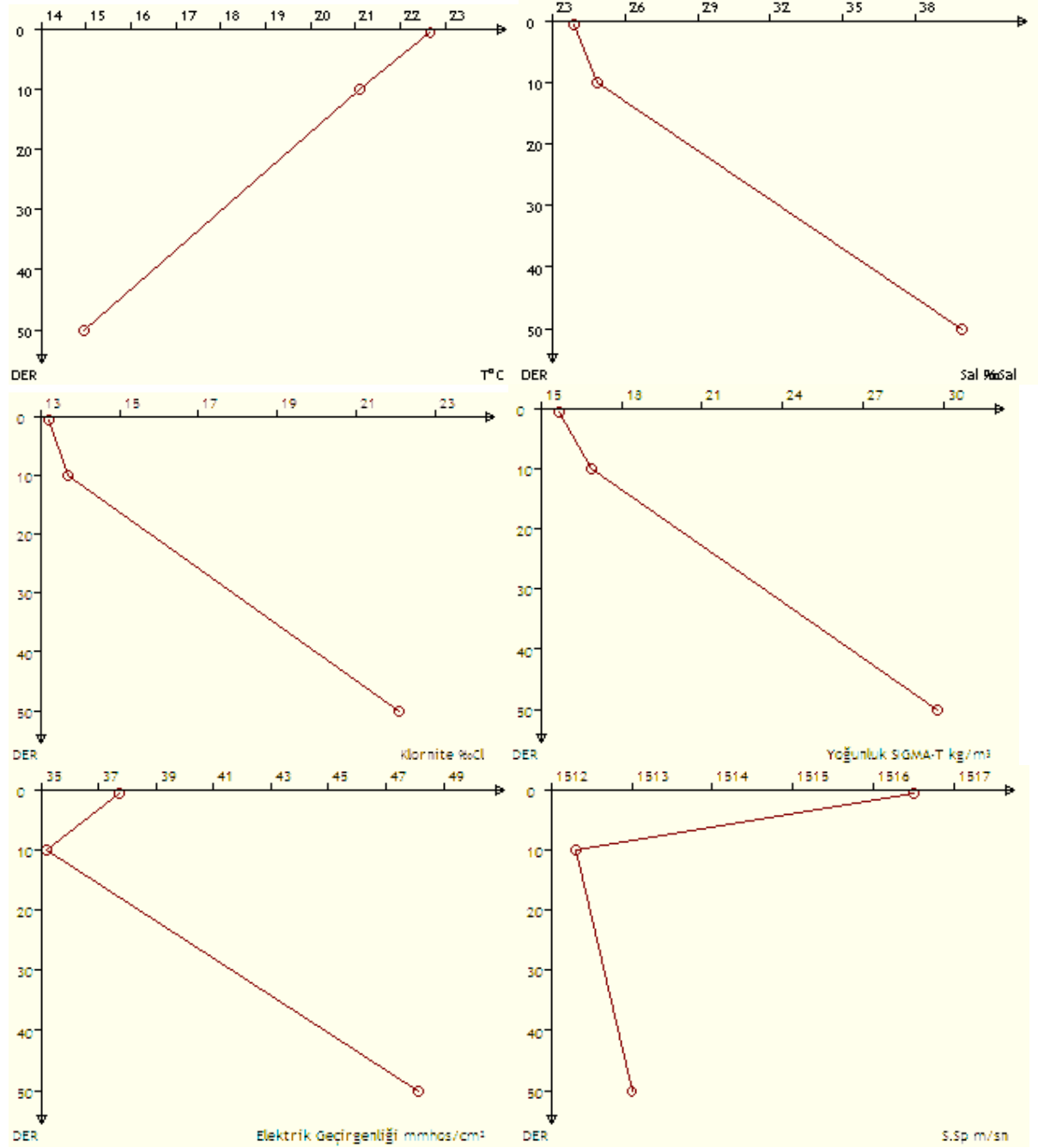
İstasyon 3i

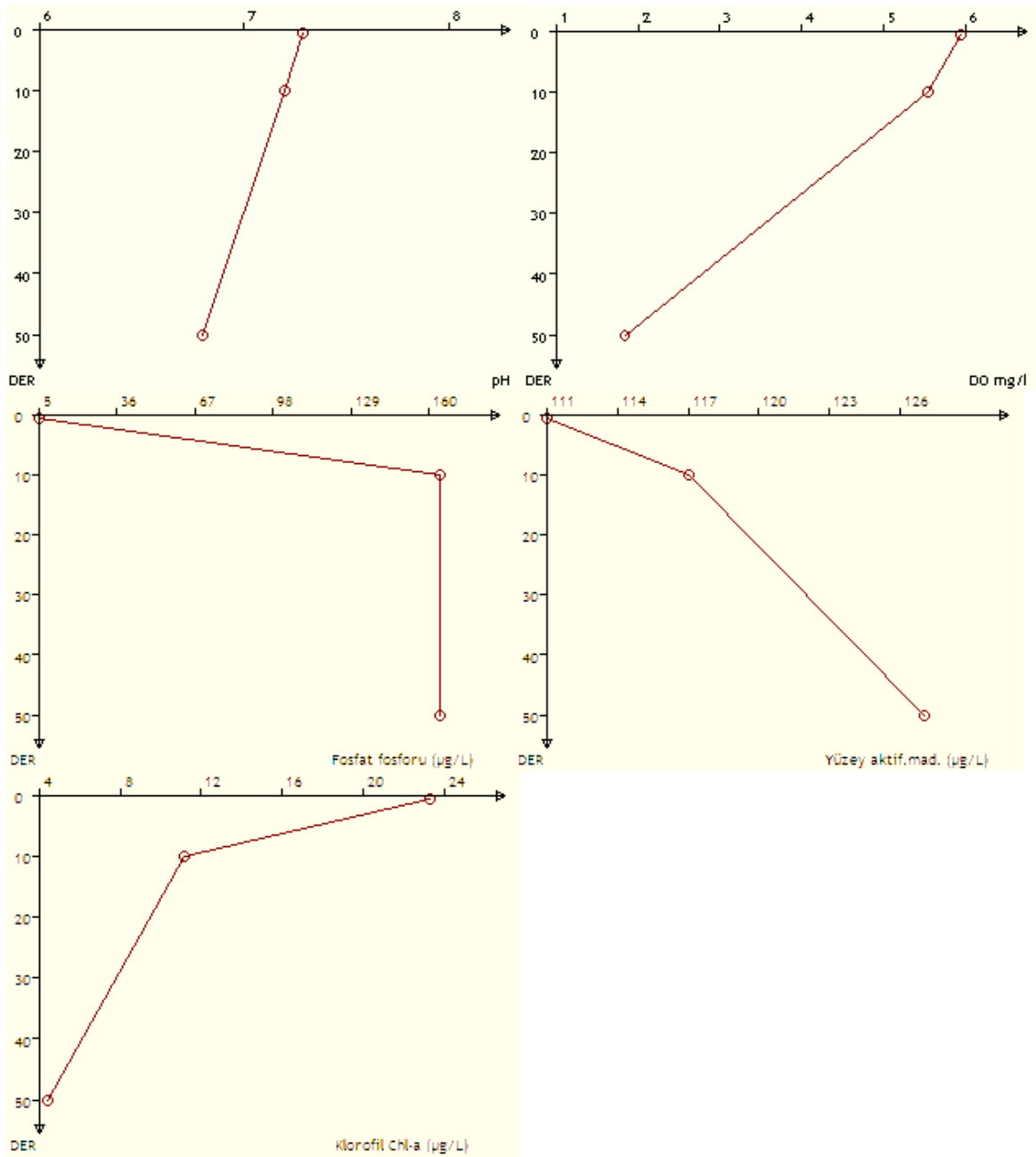


Tarih: 02/08/2009	Seri No: umut-6	Arz: N40°:44':42"	Tul: E029°:27':47"
Saat: 17:22	İstasyon No: 3i	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 54 m
Sec-Disc: 5 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 32 T°C	Hava Bas.: 1037 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	22.67	23.91	13,2	15,7	37,7	1516,5	7,29	5,94
10.0	21.11	24.86	13,7	16,9	35,2	1512,3	7,2	5,53
50.0	14.94	39.90	22,1	29,8	48,1	1513	6,8	1,83

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	22.67	5	111	23,3
10.0	21.11	164	117	11,2
50.0	14.94	172	127	4,4

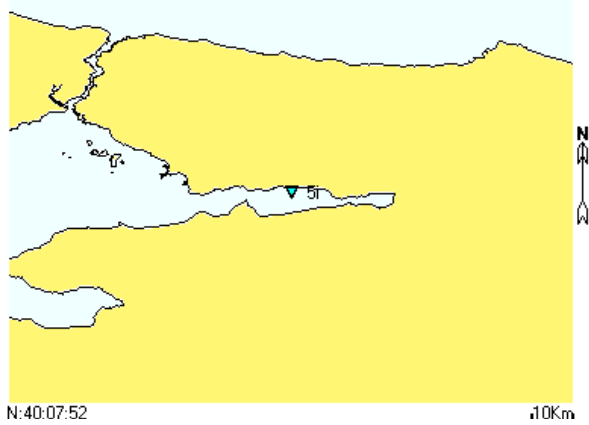




İstasyon 5i

E:028:49:02/N:41:21:28

E:030:29:17



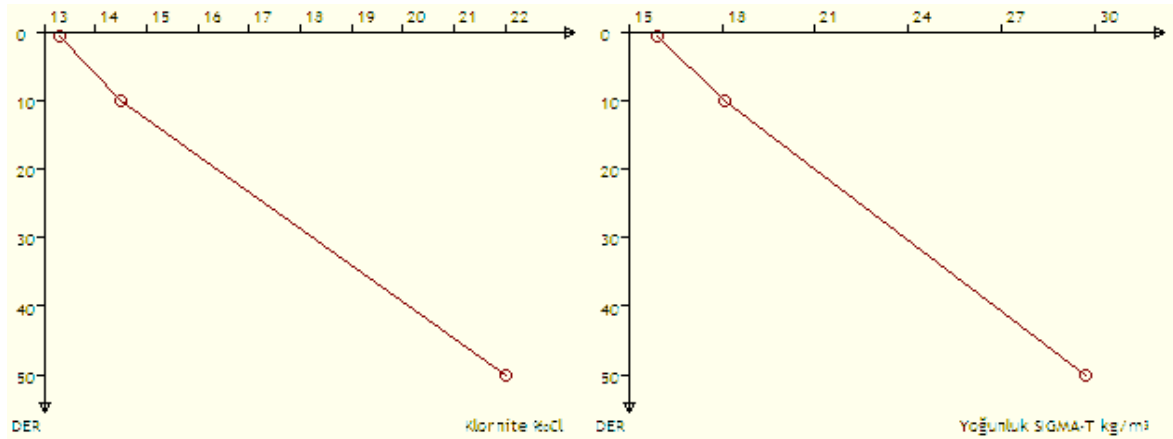
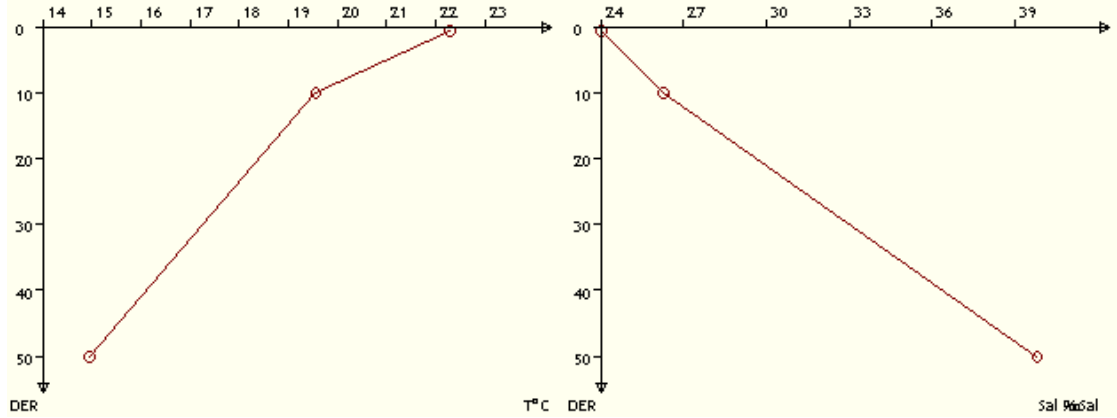
N:40:07:52

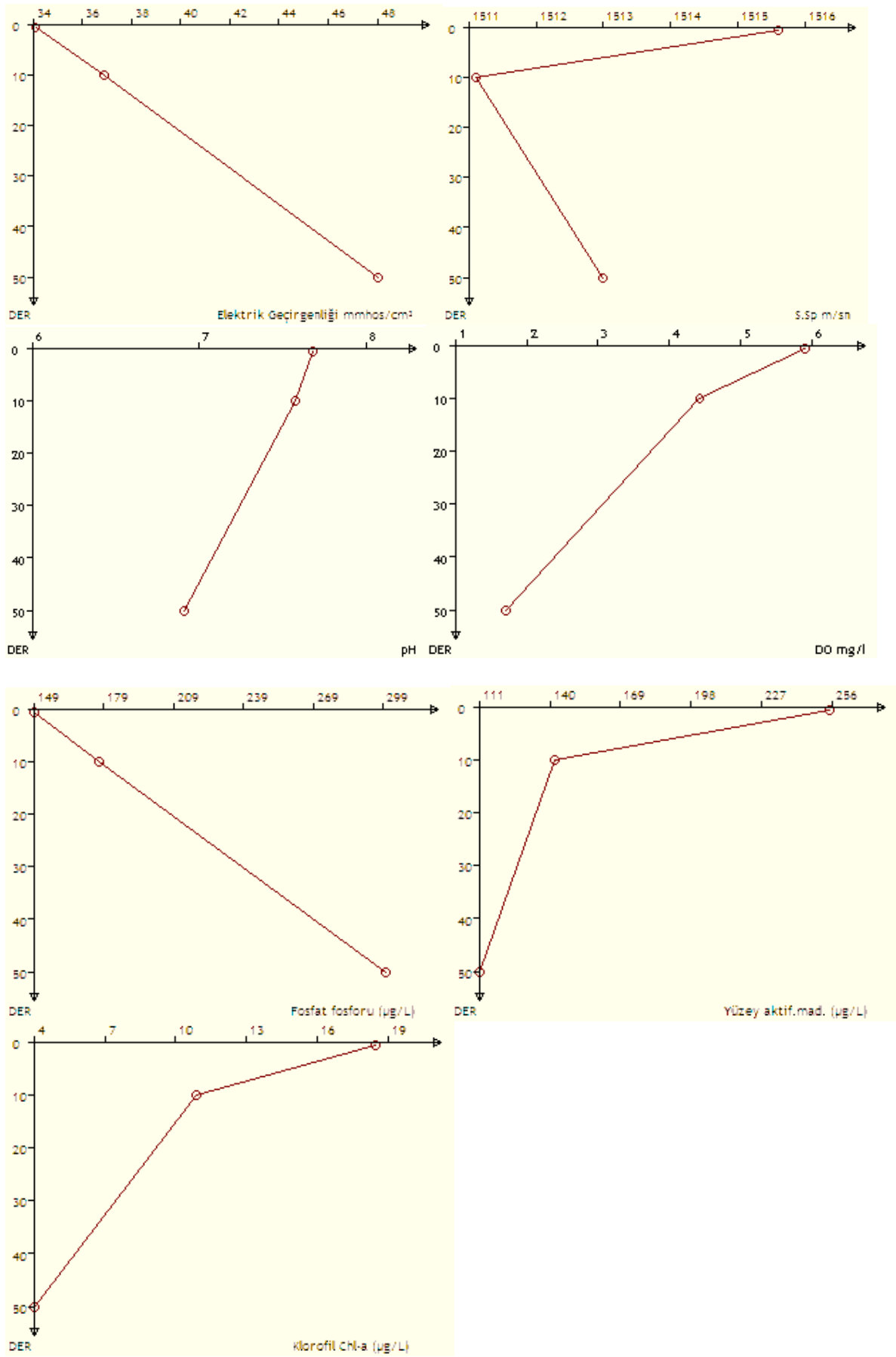
10Km

Tarih: 03/08/2009	Seri No: umut-7	Arz: N40°:44':41"	Tul: E029°:39':10"
Saat: 07:55	İstasyon No: 5i	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 120 m
Sec-Disc: 4 m	Renk Kodu: 04	Hava Sıc.: 25 T°C	Hava Bas.: 1037 mBar

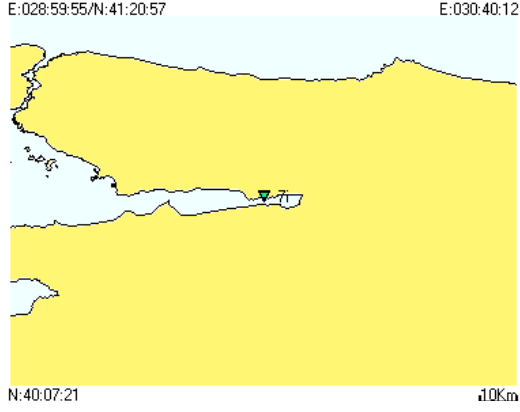
derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	22.28	24.01	13,3	15,9	34,1	1515,6	7,68	5,9
10.0	19.56	26.28	14,5	18,1	36,9	1511,1	7,58	4,44
50.0	14.96	39.80	22	29,7	48	1513	6,91	1,71

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	22.28	149	255	18,5
10.0	19.56	177	142	10,9
50.0	14.96	300	111	4





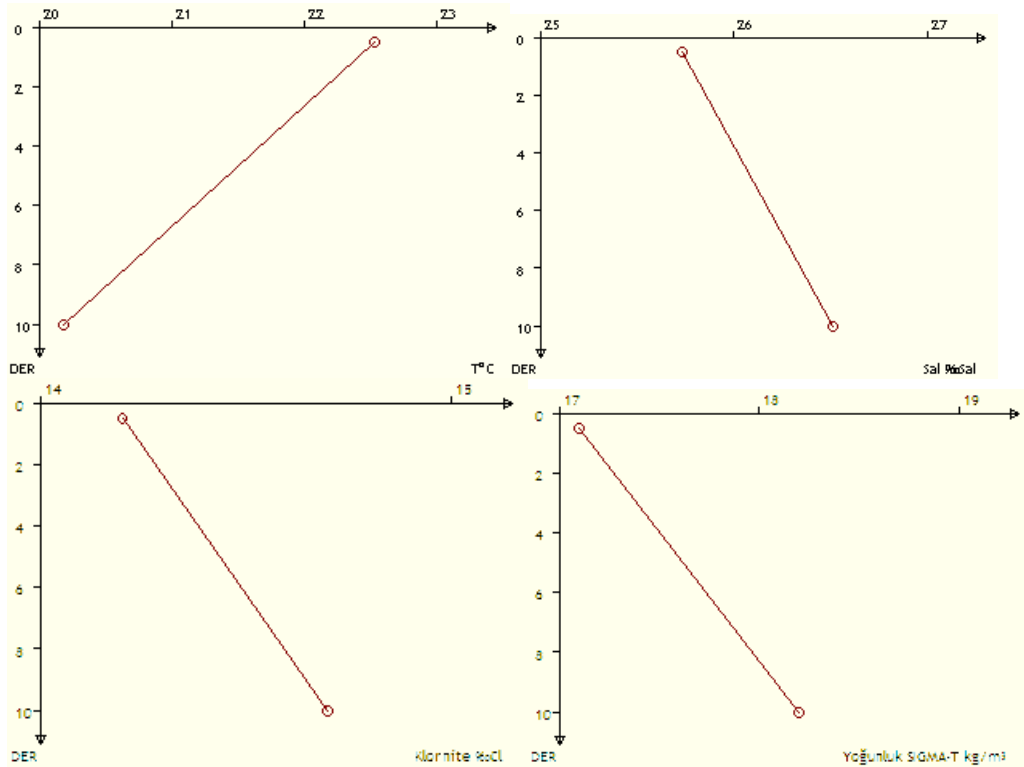
İstasyon 7i

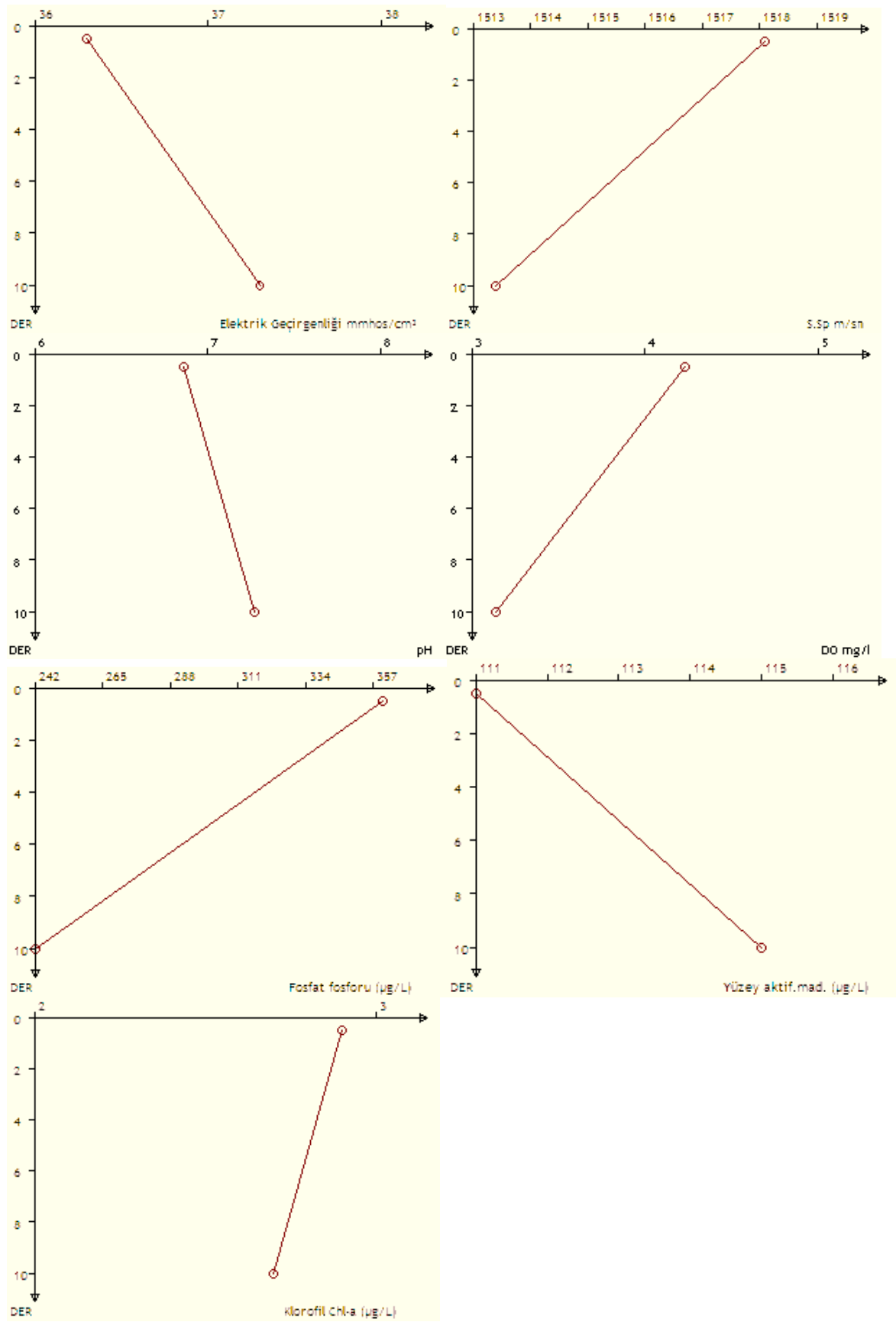


Tarih: 03/08/2009	Seri No: umut-8	Arz: N40°:44':10"	Tul: E029°:50':04"
Saat: 10:09	İstasyon No: 7i	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 32 m
Sec-Disc: 3 m	Renk Kodu: 04	Hava Sıc.: 28 T°C	Hava Bas.: 1038 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	22.53	25.73	14,2	17,1	36,3	1518,1	6,86	4,23
10.0	20.18	26.51	14,7	18,2	37,3	1513,4	7,27	3,22

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	22.53	360	1109	2,9
10.0	20.18	242	1150	2,7

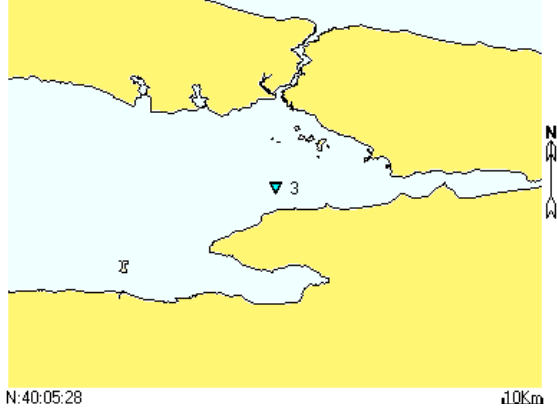




İstasyon 3

E:028:09:03/N:41:19:03

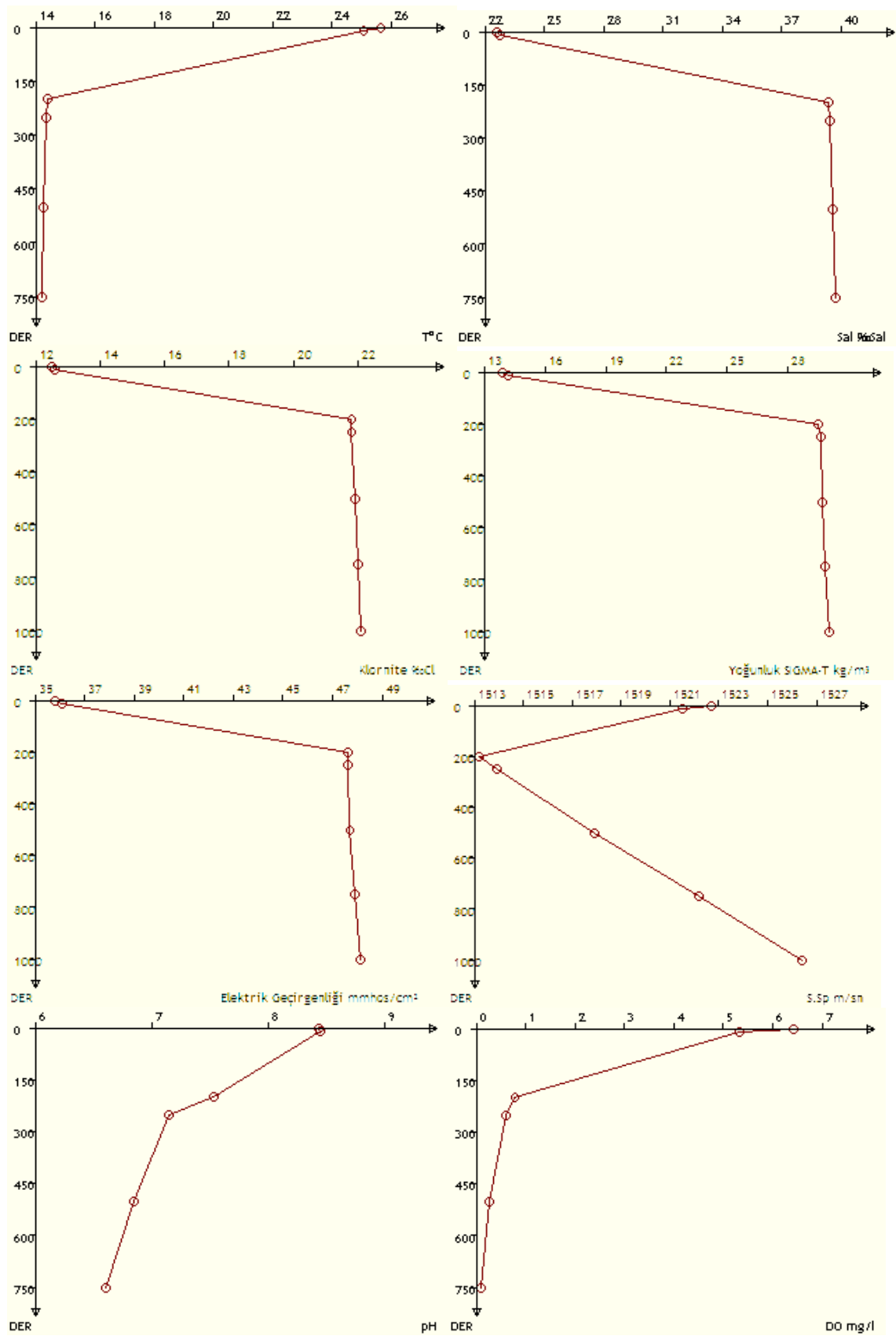
E:029:49:20

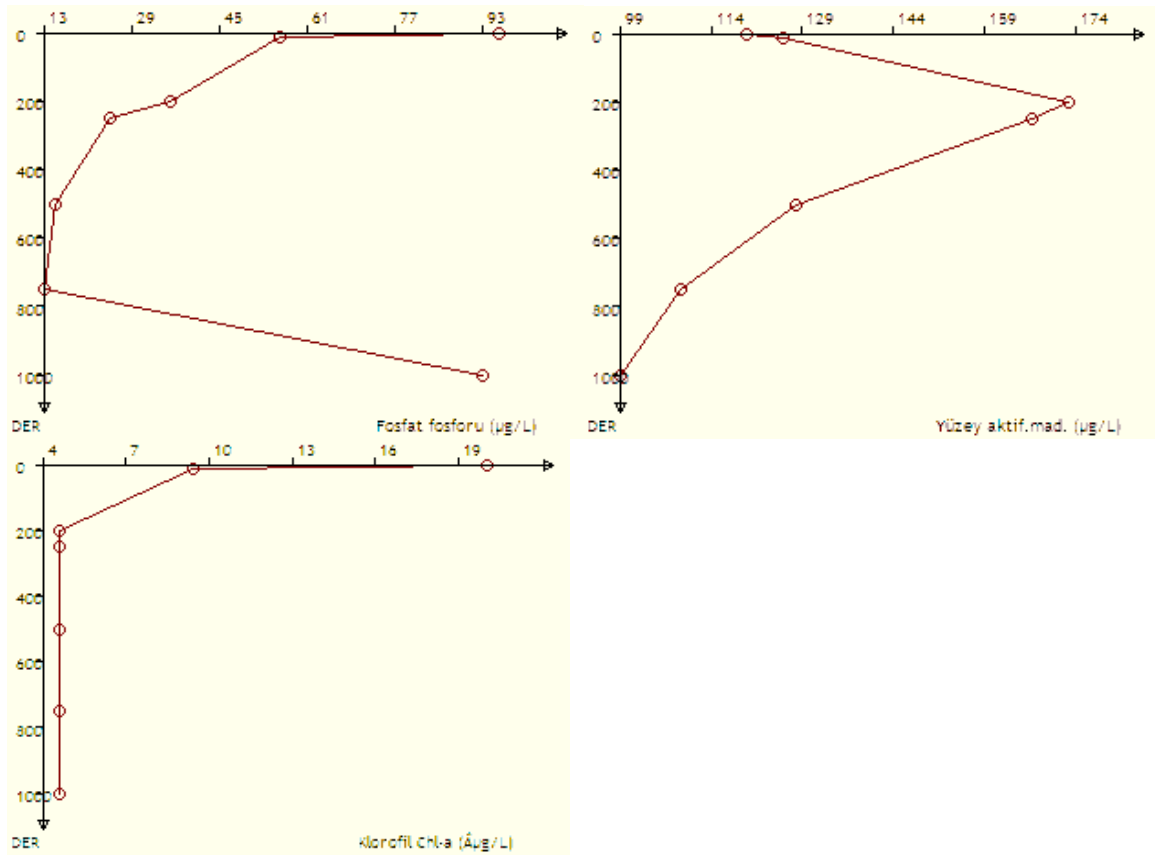


Tarih: 03/08/2009	Seri No: umut-9	Arz: N40°:42':16"	Tul: E028°:59':12"
Saat: 17:55	İstasyon No: 3	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 1008 m
Sec-Disc: 9.5 m	Renk Kodu: 04	Hava Sıc.: 34 T°C	Hava Bas.: 1037 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	25.66	22.60	12,5	13,9	35,8	1522,7	8,44	6,41
10.0	25.08	22.75	12,6	14,2	36,1	1521,5	8,45	5,13
200.0	14.38	39.40	21,8	29,5	47,6	1513,2	7,83	0,78
250.0	14.33	39.46	21,8	29,5	47,6	1513,9	7,15	0,6
500.0	14.24	39.58	21,9	29,7	47,7	1517,9	6,85	0,27
750.0	14.22	39.73	22	29,8	47,9	1522,2	6,61	0,08
1,000.0	14.18	39.92	22,1	30	48,1	1526,4	6,66	0,06

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	25.66	96	120	20
10.0	25.08	56	126	9,4
200.0	14.38	36	173	4,6
250.0	14.33	25	167	4,6
500.0	14.24	15	128	4,6
750.0	14.22	13	109	4,6
1,000.0	14.18	93	99	4,6

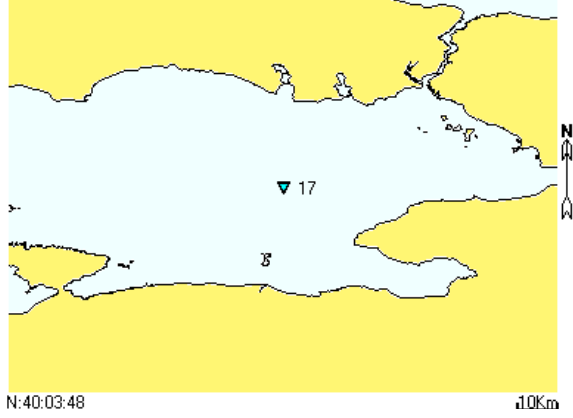




İstasyon 17

E:027:43:48/N:41:17:24

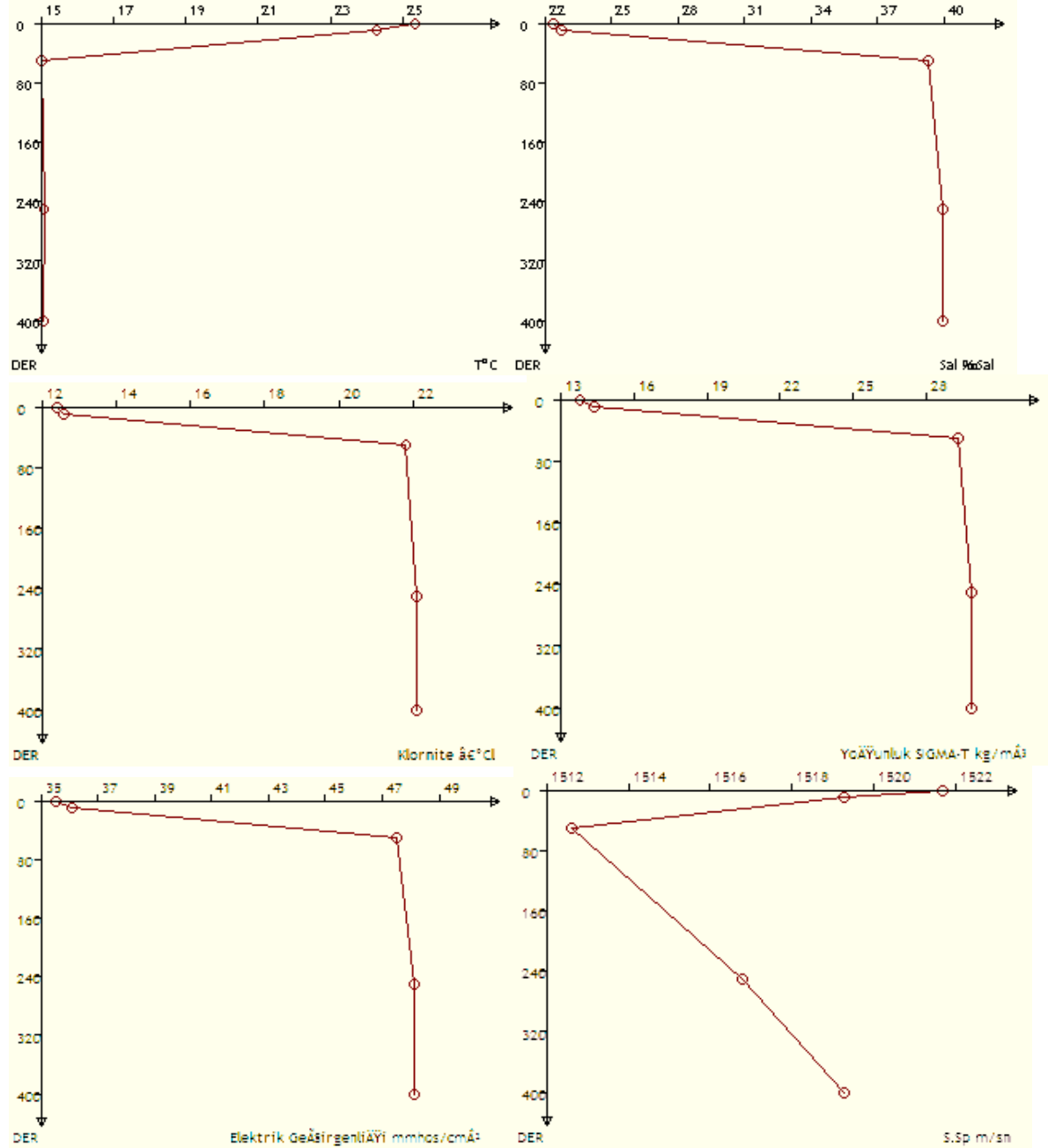
E:029:24:03

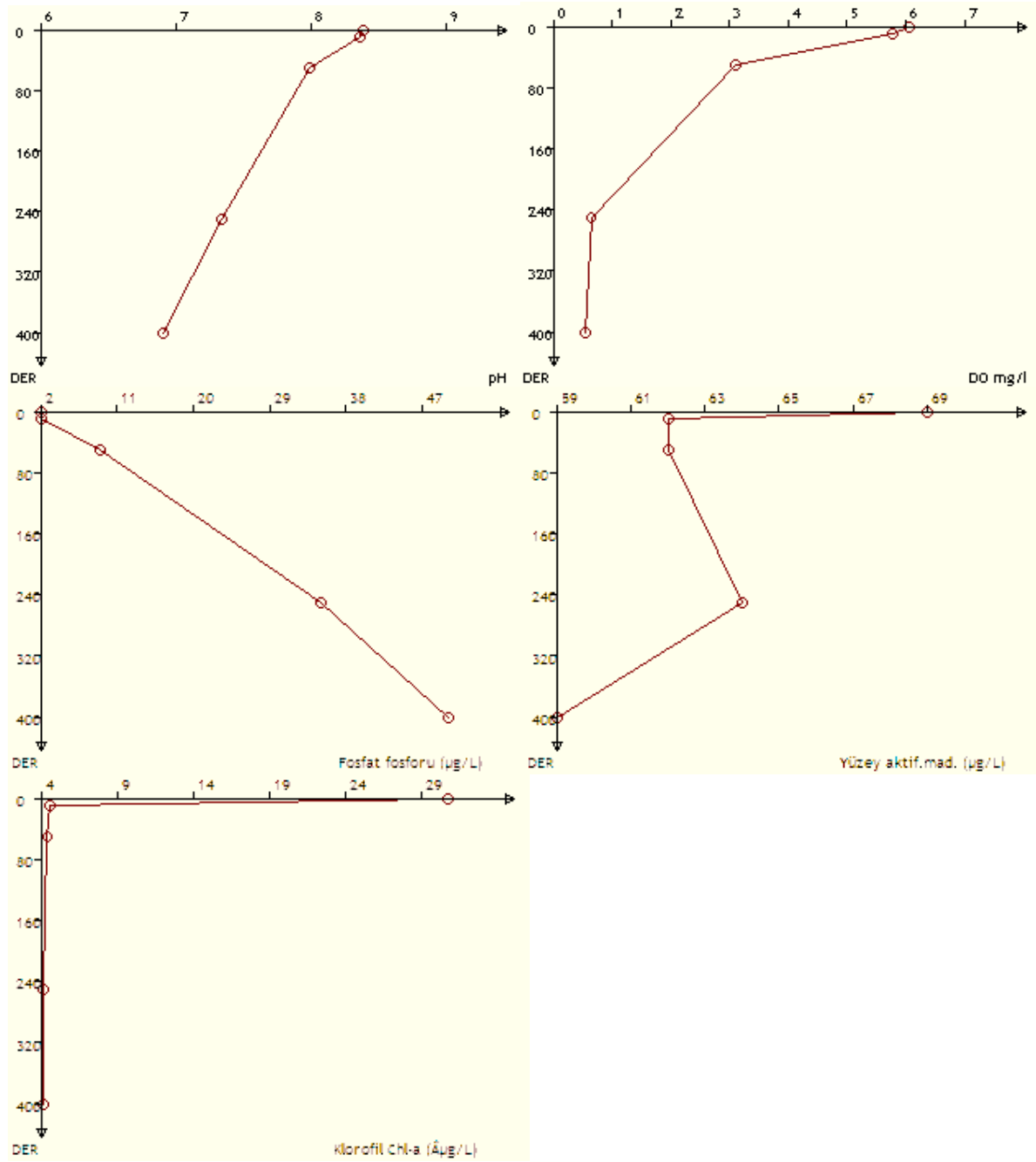


Tarih: 05/08/2009	Seri No: umut-12	Arz: N40°:40':37"	Tul: E028°:33':56"
Saat: 11:47	İstasyon No: 17	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 427 m
Sec-Disc: 9 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 30 T°C	Hava Bas.: 1033 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	25.33	22.40	12,4	13,8	35,5	1521,7	8.39	6.05
10.0	24.27	22.75	12,6	14,4	36,1	1519,3	8.37	5.77
50.0	15.01	39.30	21,8	29,3	47,5	1512,6	7.99	3.09
250.0	15.08	39.95	22,1	29,8	48,1	1516,8	7.34	0.64
400.0	15.07	39.96	22,1	29,8	48,1	1519,3	6.91	0.53

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	25.33	2	69	30,7
10.0	24.27	2	62	4,6
50.0	15.01	9	62	4,4
250.0	15.08	35	64	4,1
400.0	15.07	50	59	4,1





İstasyon 19

E:027:42:53/N:41:33:34

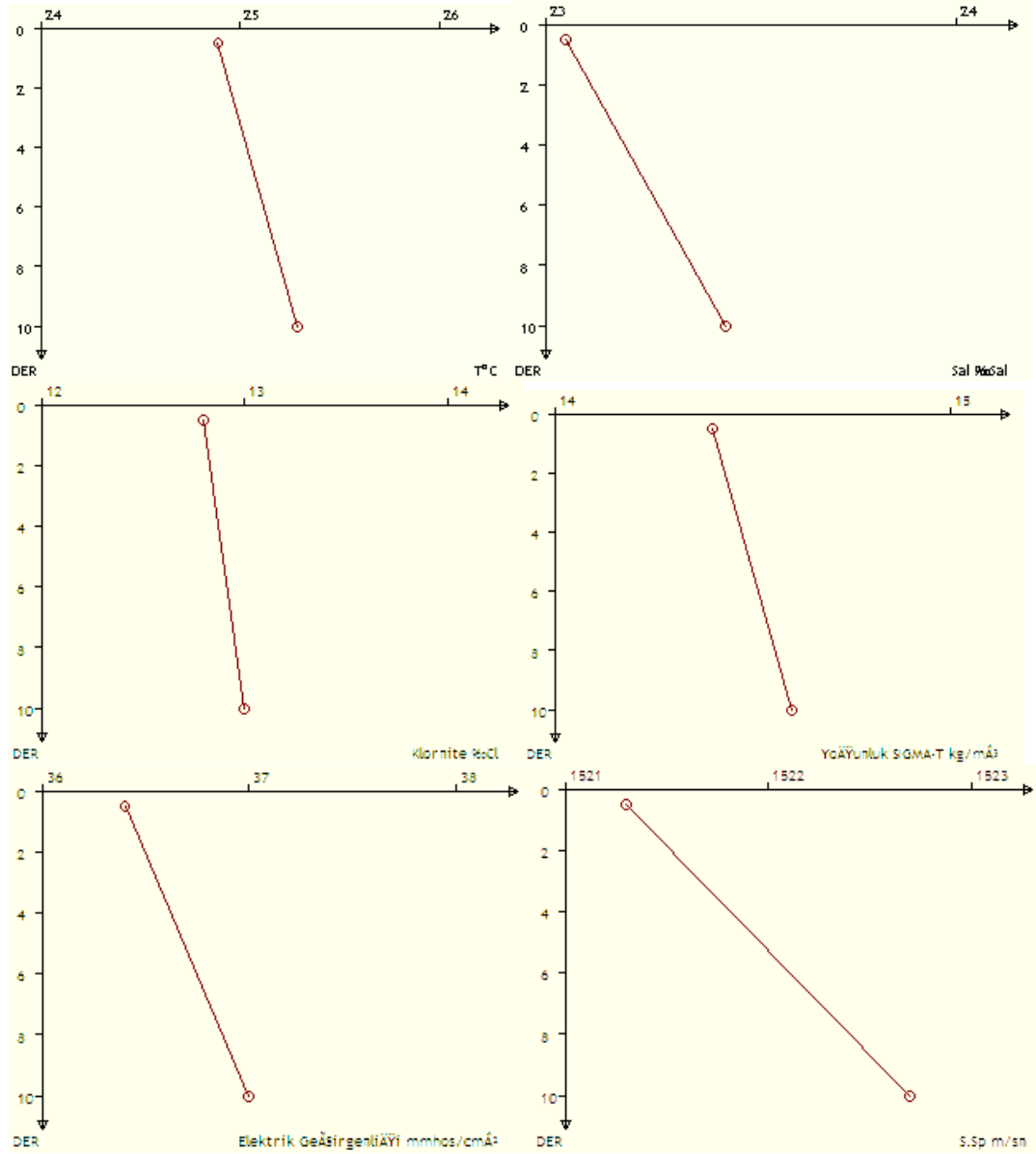
E:029:23:10

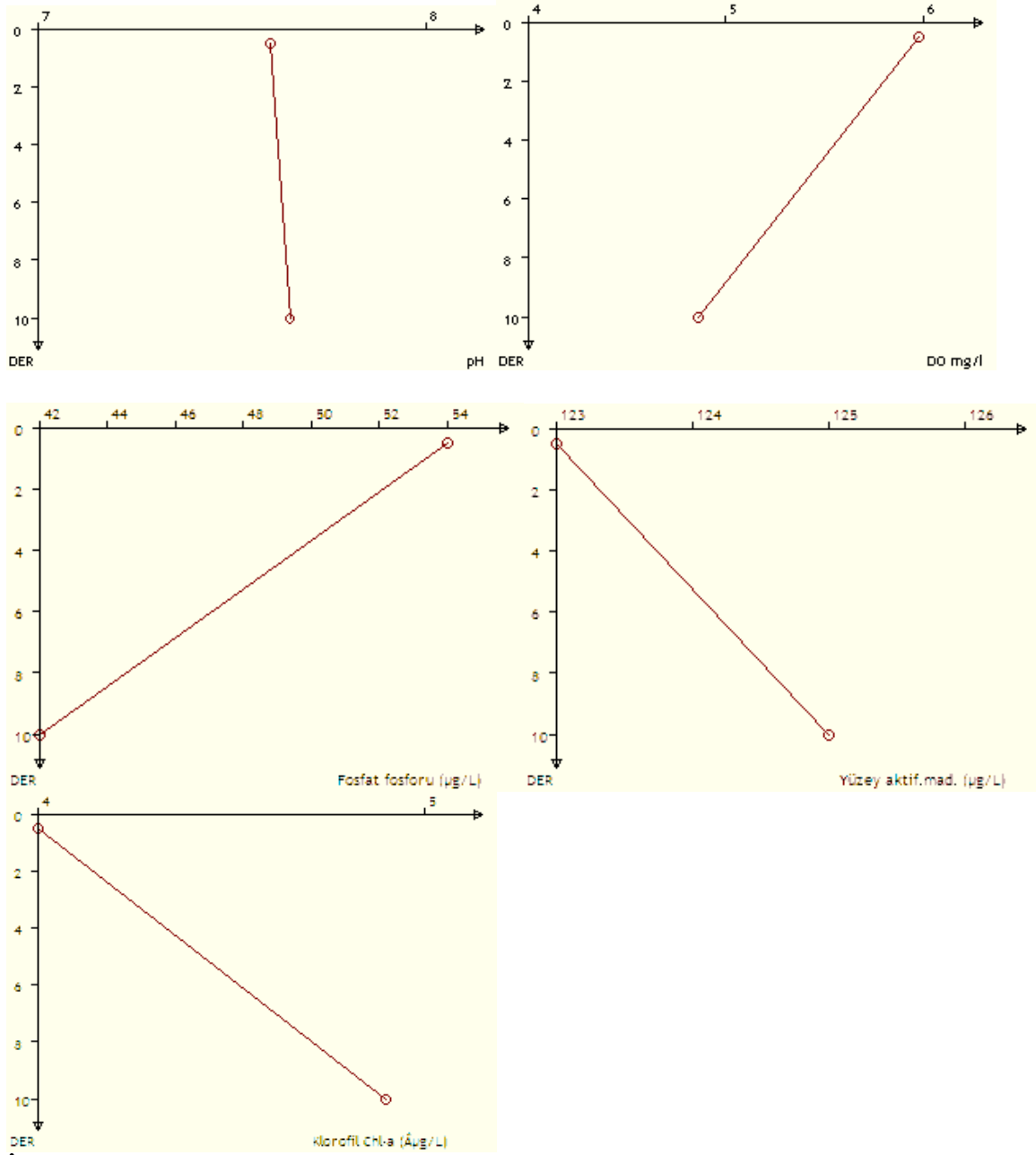


Tarih: 05/08/2009	Seri No: umut-13	Arz: N40°:56':46"	Tul: E028°:33':02"
Saat: 16:33	İstasyon No: 19	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 56 m
Sec-Disc: 6 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 32 T°C	Hava Bas.: 1032 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	24.89	23.05	12,8	14,4	36,4	1521,3	7.60	5.98
10.0	25.29	23.44	13	14,6	37	1522,7	7.65	4.86

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	24.89	54	123	4
10.0	25.29	42	125	4,9

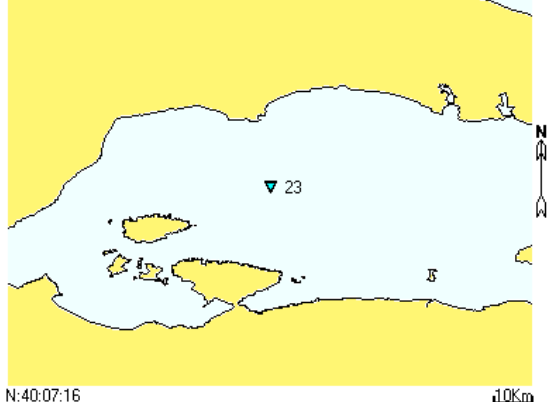




İstasyon 23

E:027:09:45/N:41:20:52

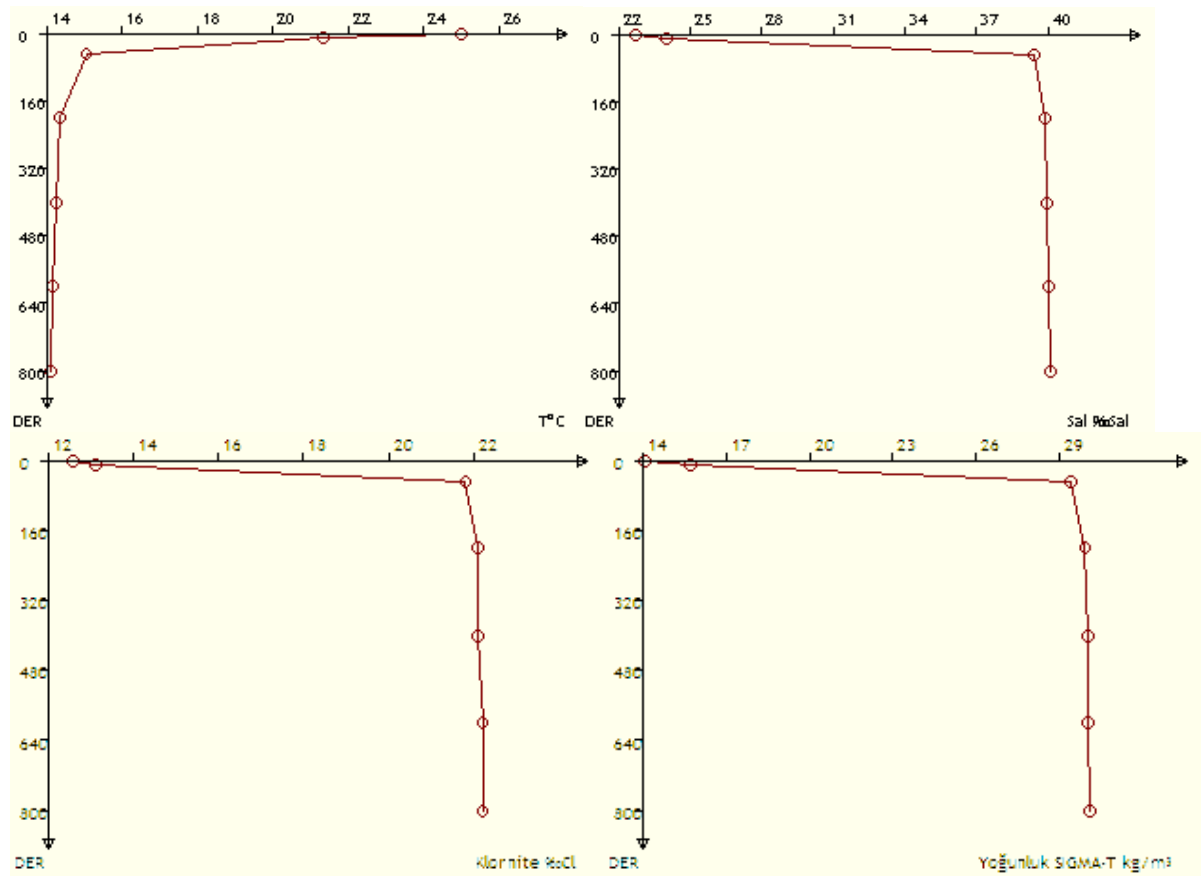
E:028:50:02

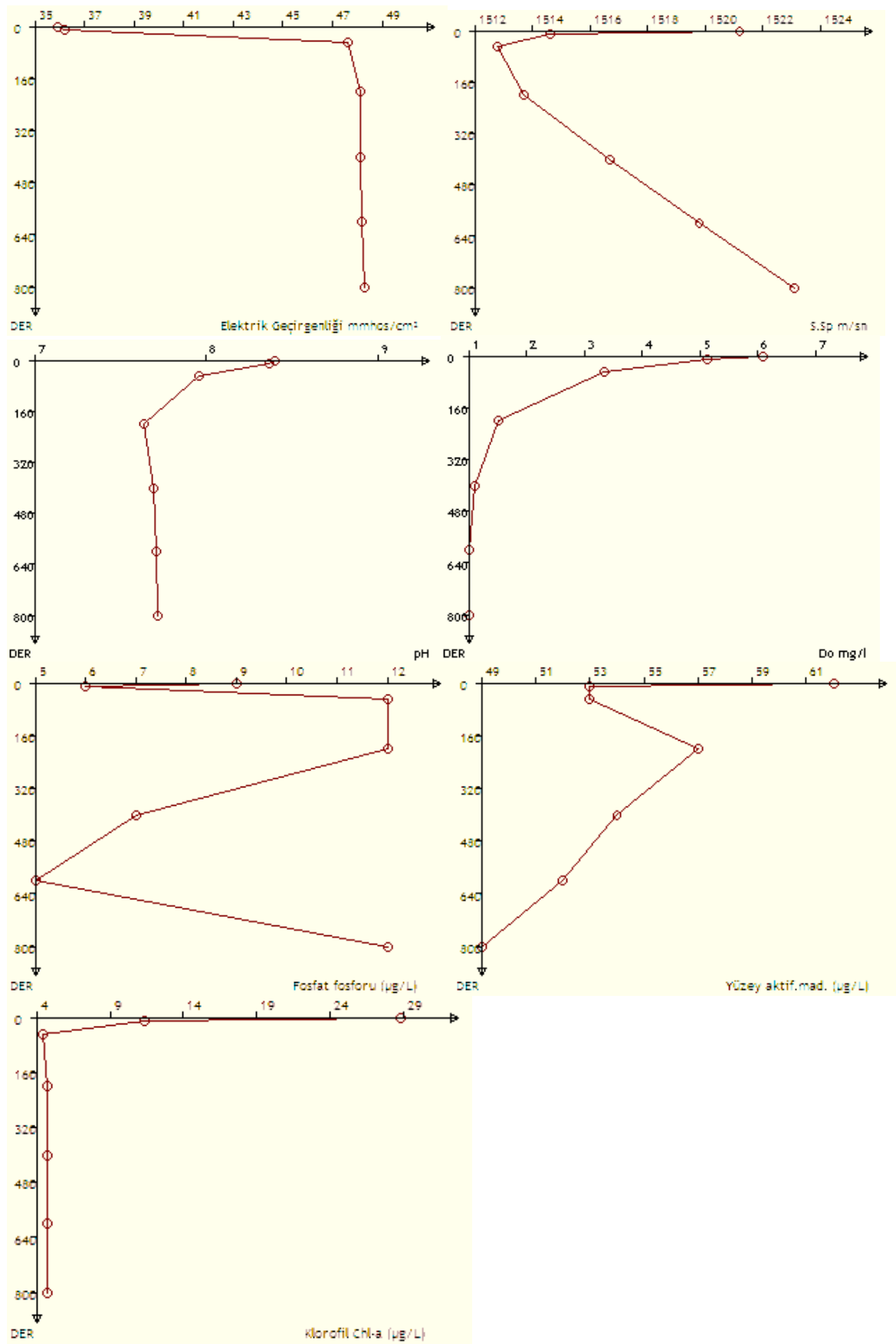


Tarih:06/08/2009	Seri No: umut-14	Arz: N40°:44':04"	Tul: E027°:59':54"
Saat:10:10	İstasyon No: 23	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 900 m
Sec-Disc:7.5 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 31.5 T°C	Hava Bas.: 1032 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇÖ mgO/L
0.5	25.00	22.70	12,6	14,1	35,9	1521,2	8.40	6.10
10.0	21.33	24.00	13,1	15,7	36,2	1514,6	8.37	5.13
50.0	15.05	39.40	21,8	29,1	47,6	1512,8	7.96	3.34
200.0	14.36	39.89	22,1	29,9	48,1	1513,7	7.64	1.52
400.0	14.24	39.96	22,1	30	48,1	1516,7	7.69	1.11
600.0	14.16	40.01	22,2	30	48,2	1519,8	7.71	1.01
800.0	14.11	40.10	22,2	30,1	48,3	1523,1	7.72	1.00

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	25.00	9	62	28,8
10.0	21.33	6	53	11,4
50.0	15.05	12	53	4,4
200.0	14.36	12	57	4,7
400.0	14.24	7	54	4,7
600.0	14.16	5	52	4,7
800.0	14.11	12	49	4,7

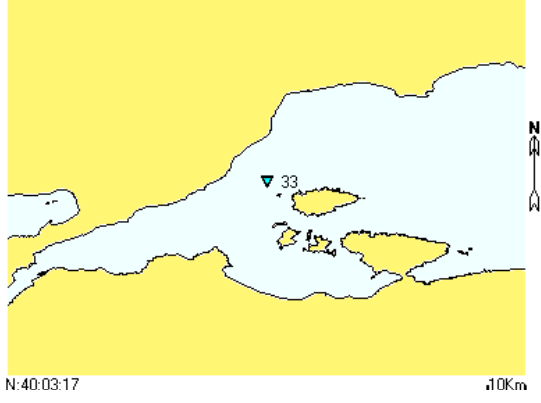




İstasyon 33

E:026:36:39/N:41:16:53

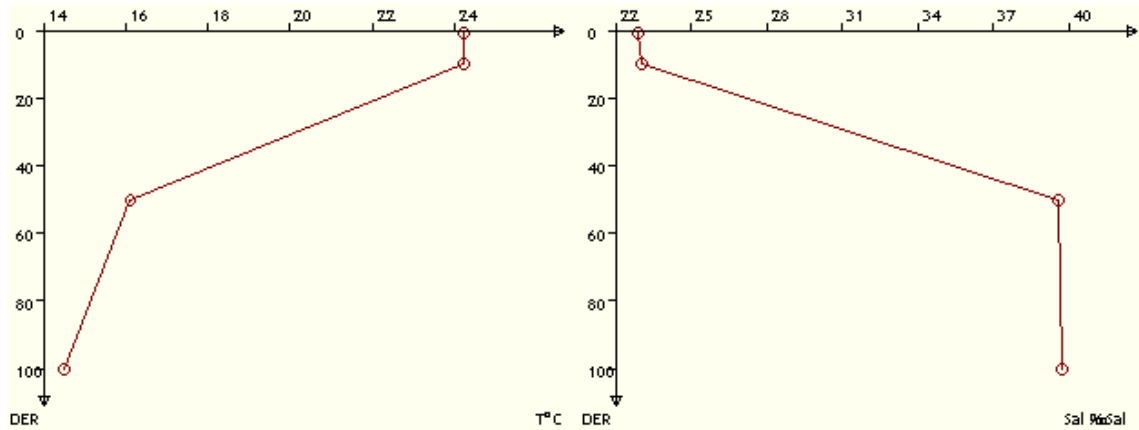
E:028:16:56

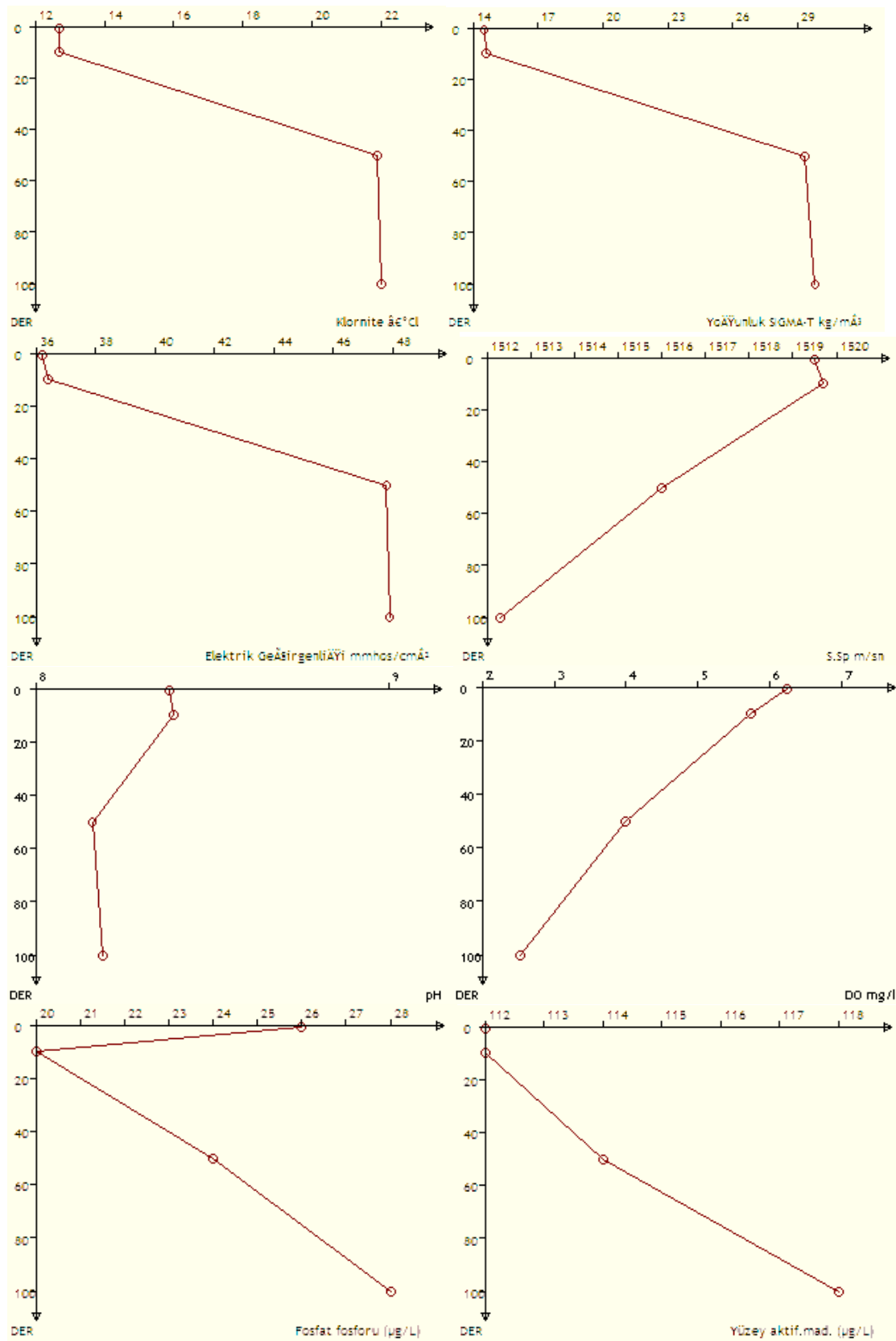


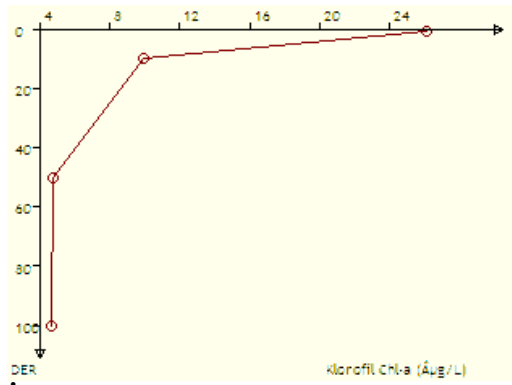
Tarih: 10/08/2009	Seri No: umut-18	Arz: N40°:40':05"	Tul: E027°:26':48"
Saat: 07:50	İstasyon No: 33	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 125 m
Sec-Disc: 9 m	Renk Kodu: 04	Hava Sıc.: 25.5 T°C	Hava Bas.: 1039 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	24.23	22.90	12,7	14,9	36,2	1519,3	8.38	6.25
10.0	24.23	23.00	12,7	14,6	36,4	1519,7	8.39	5.75
50.0	16.11	39.60	21,9	29,3	47,8	1516	8.16	3.99
100.0	14.49	39.77	22	29,8	47,9	1512,3	8.19	2.53

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	24,23	26	112	26,1
10.0	24,23	20	112	9,9
50.0	16,11	24	114	4,8
100.0	14,49	28	118	4,7



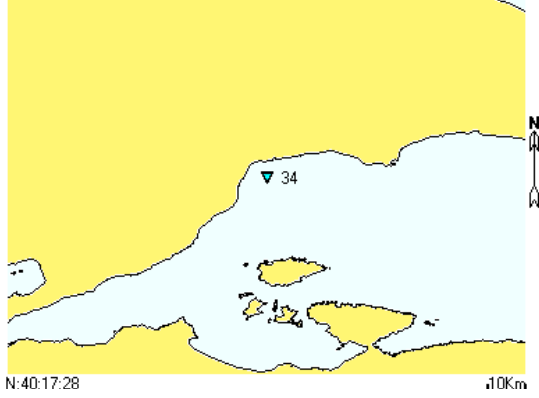




İstasyon 34

E:026.43:12/N:41:31:04

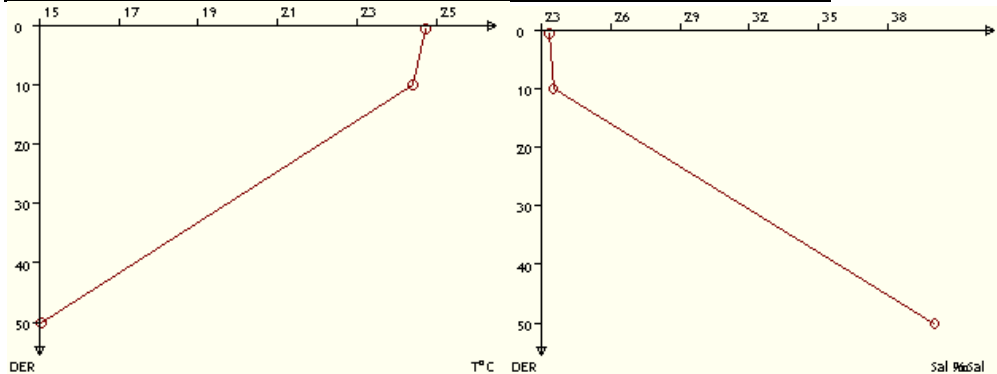
E:028.23:29

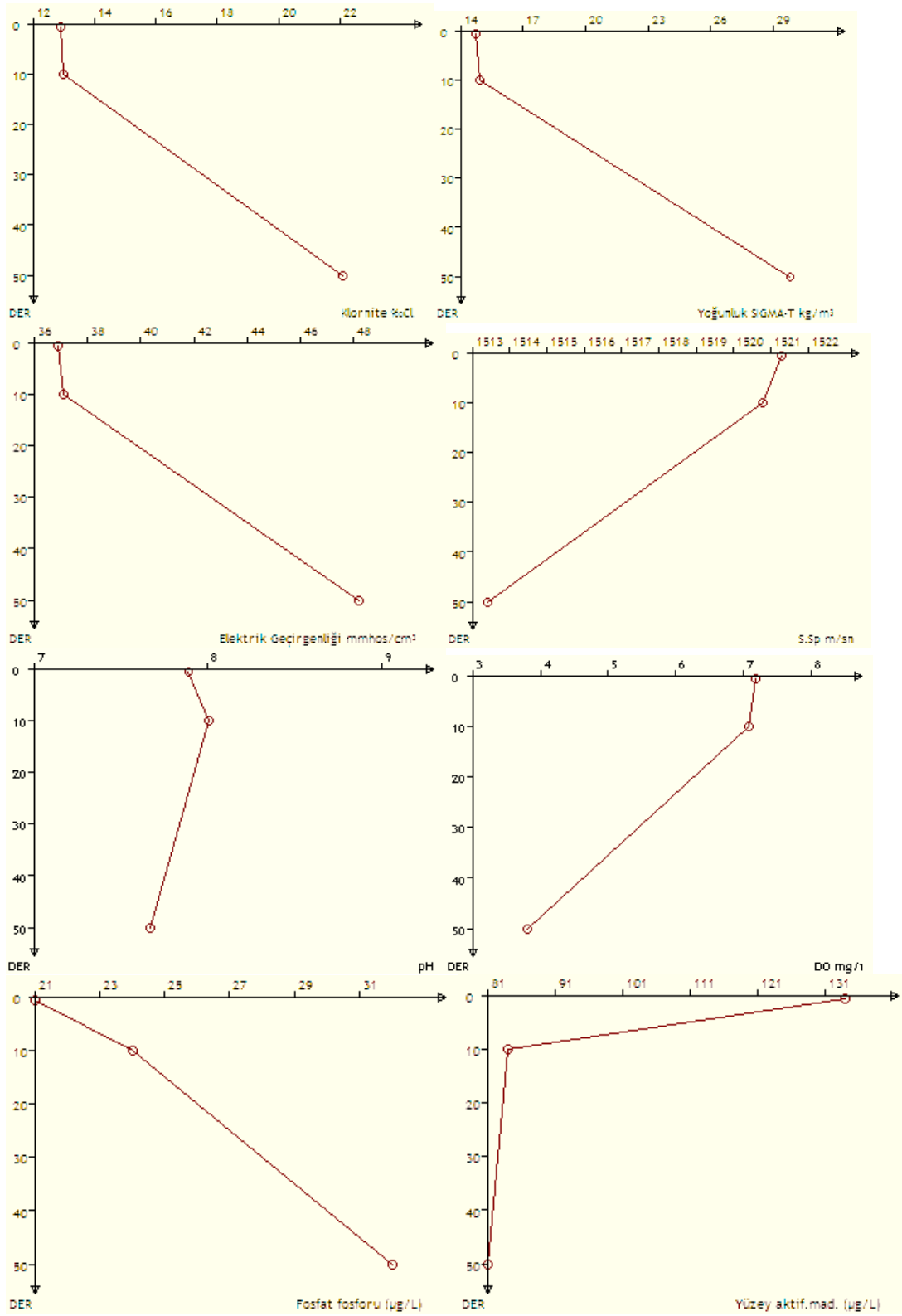


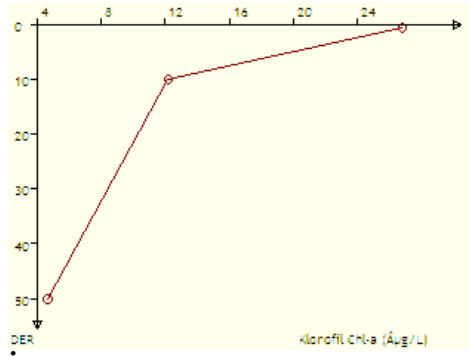
Tarih: 11/08/2009	Seri No: umut-19	Arz: N40°:54':16"	Tul: E027°:33':21"
Saat: 07:00	İstasyon No: 34	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 94 m
Sec-Disc: 7 m	Renk Kodu: 04	Hava Sıc.: 22 T°C	Hava Bas.: 1038 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	24.73	23.38	12,9	14,7	1521,3	26,8	7.89	7.18
10.0	24.43	23.53	13	14,9	1520,8	12,2	8.01	7.09
50.0	15.04	39.99	22,1	29,8	1513,4	4,7	7.67	3.81

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	24,73	21	134	26,8
10.0	24,43	24	84	12,2
50.0	15,04	32	81	4,7



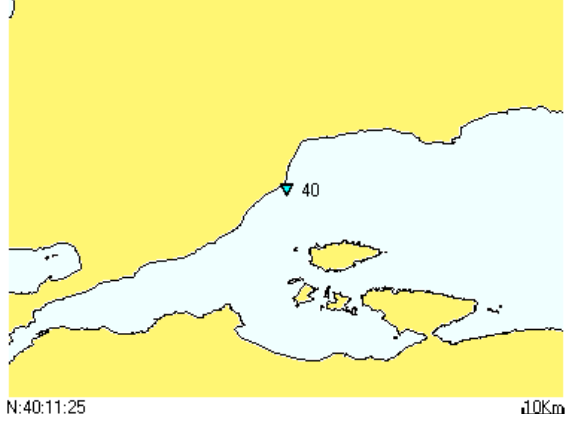




İstasyon 40

E:026:37:24/N:41:25:01

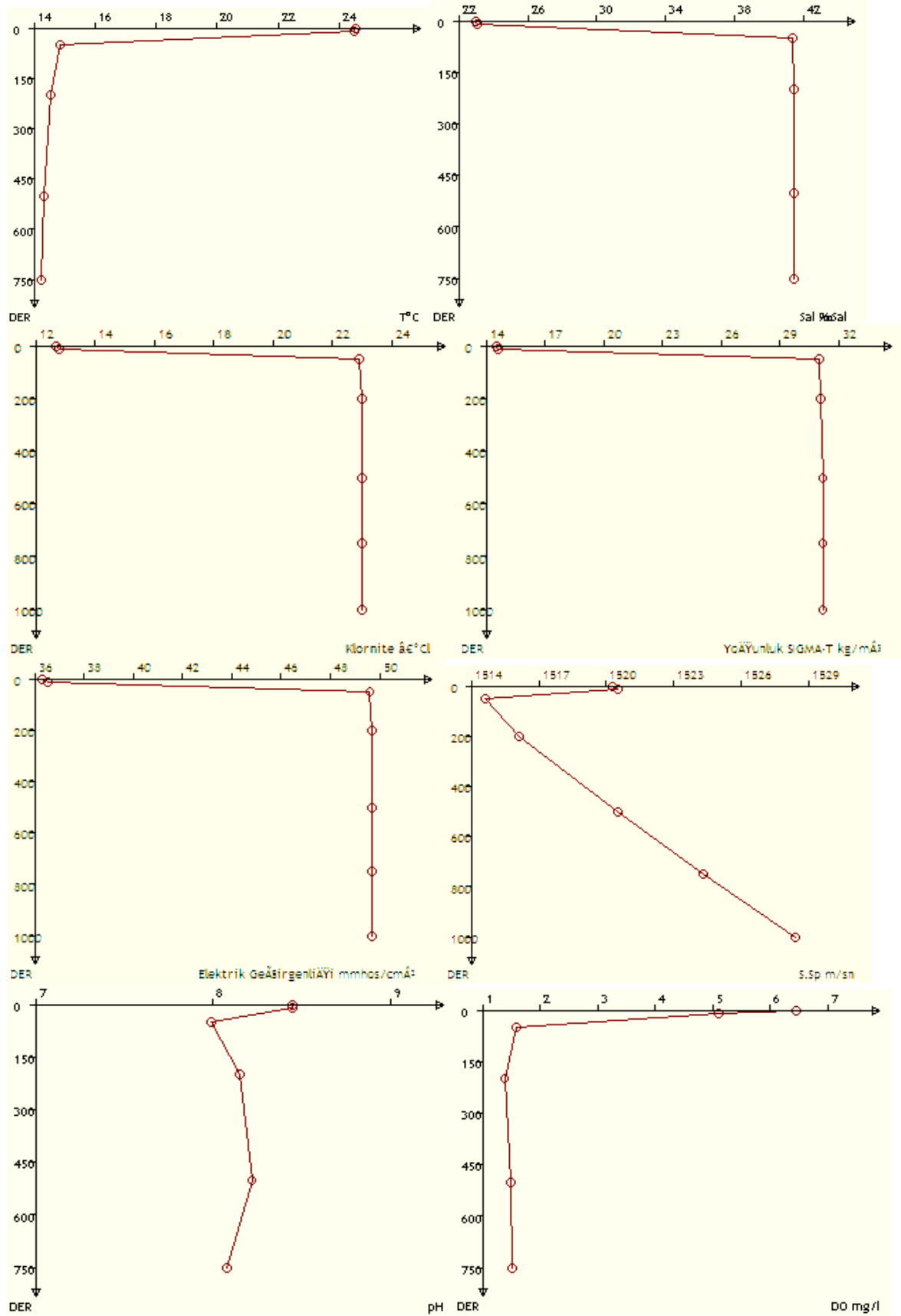
E:028:17:41

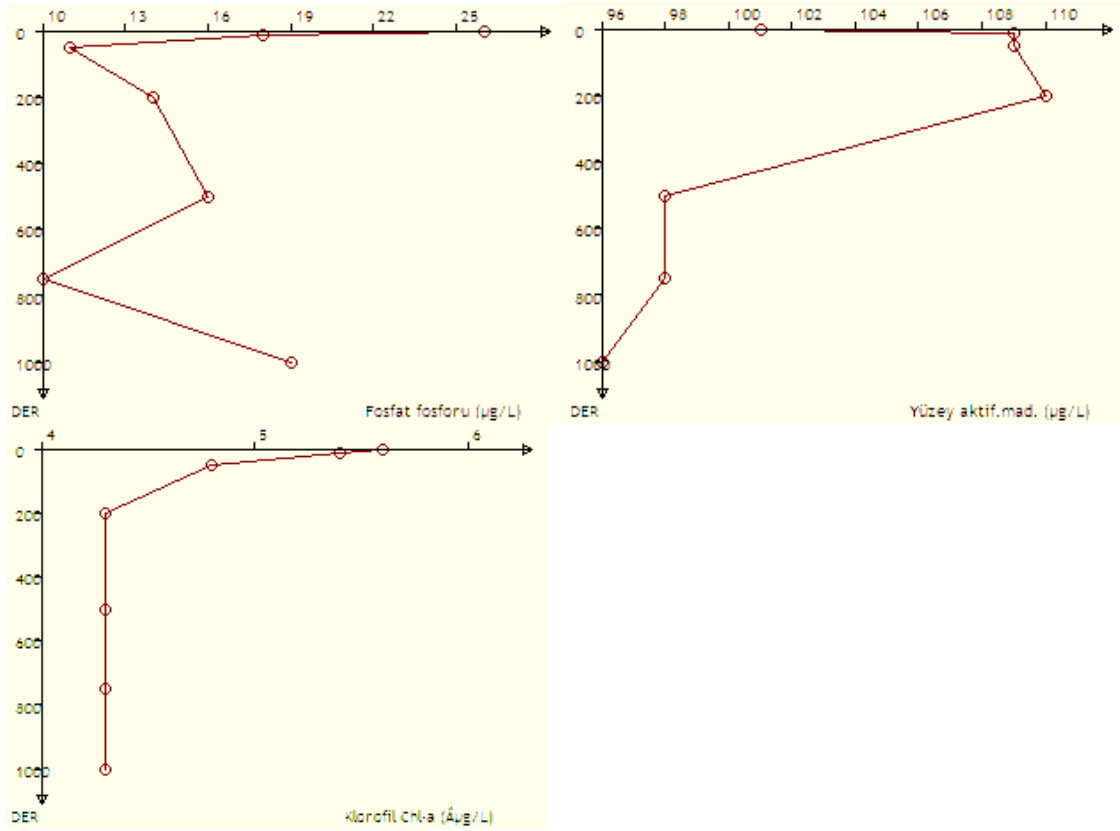


Tarih: 11/08/2009	Seri No: umut-20	Arz: N40°:48':14"	Tul: E027°:27':33"
Saat: 17:24	İstasyon No: 40	Proje: MAREM-2009-Yaz-Kimya	Derinlik: 1100 m
Sec-Disc: 9 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 27 T°C	Hava Bas.: 1036 mBar

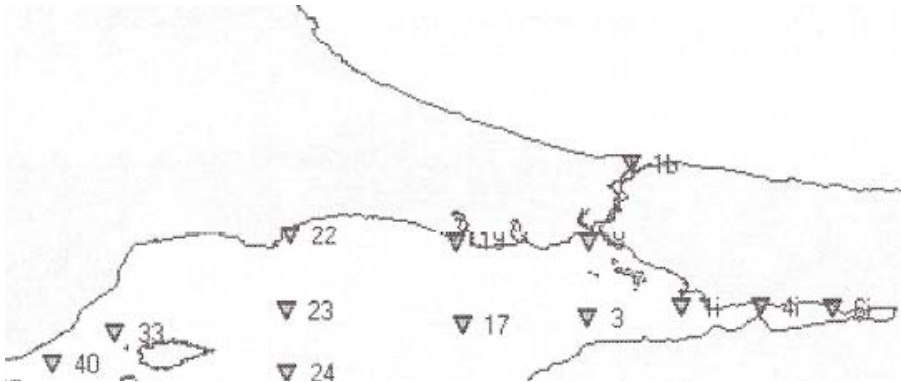
derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0.5	24.53	22.95	12,7	14,5	36,3	1520,3	8.45	6.46
10.0	24.48	23.05	12,8	14,6	36,5	1520,5	8.45	5.10
50.0	14.87	41.40	22,9	31	49,6	1514,6	7.99	1.58
200.0	14.54	41.50	23	31,1	49,7	1516,1	8.15	1.38
500.0	14.33	41.50	23	31,2	49,7	1520,5	8.22	1.48
750.0	14.22	41.50	23	31,2	49,7	1524,3	8.08	1.52
1,000.0	14.22	41.50	23	31,2	49,7	1528,4	7.99	1.42

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	24.53	26	101	5,6
10.0	24.48	18	108	5,4
50.0	14.87	11	109	4,8
200.0	14.54	14	110	4,3
500.0	14.33	16	98	4,3
750.0	14.22	10	97	4,3
1,000.0	14.22	19	96	4,3





III.3.2. 2010 Kış Ölçümleri



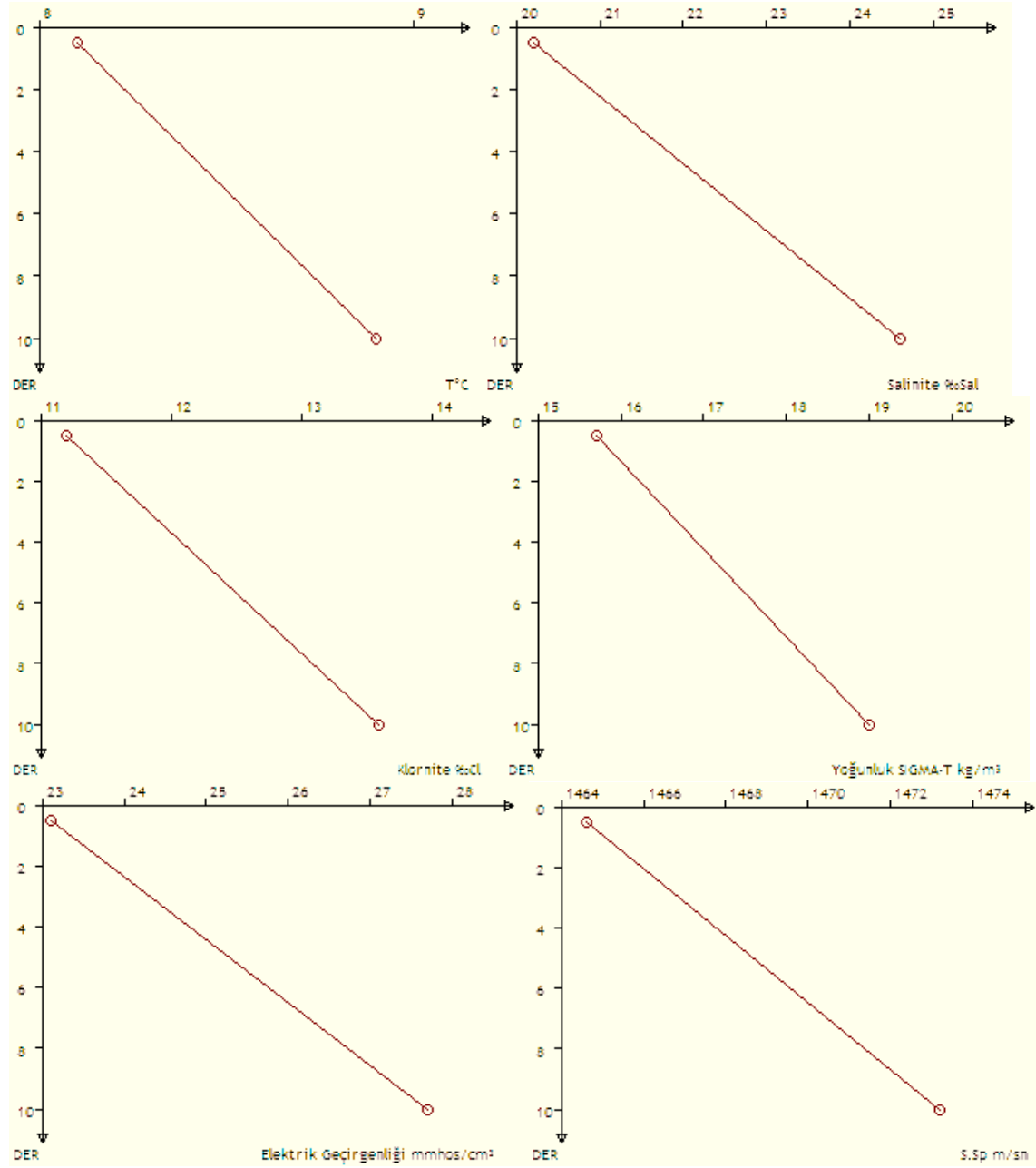
Harita III.3. 2010 Kış Ayağı Çalışma istasyonları(35)

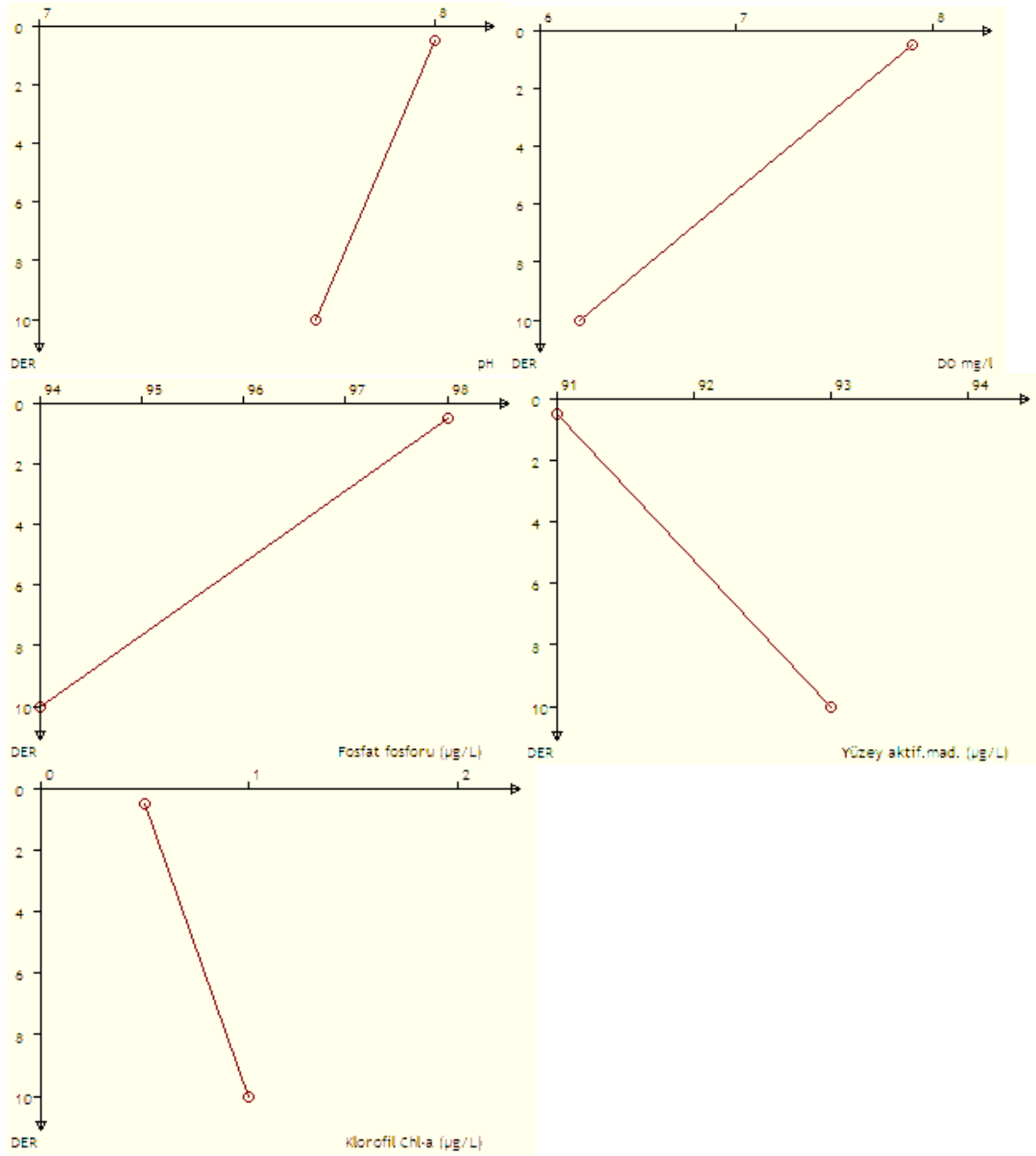
İstasyon 1b

Tarih:28/02/2010	Seri No: umut-26	Arz: N41°:12':04"	Tul: E029°:06':47"
Saat:06:55	İstasyon No: 1b	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 66 m
Sec-Disc: 10 m	Renk Kodu: 05	Hava Sic.: 5 T°C	Hava Bas.: 1030 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	8,1	20,2	11,17	15,71	23,12	1464,59	8	7,9
10	8,9	24,6	13,61	19,04	27,68	1473,23	7,7	6,2

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl- a (µg/L)
0.5	8.10	98	91	0,5
10.0	8.90	94	93	1



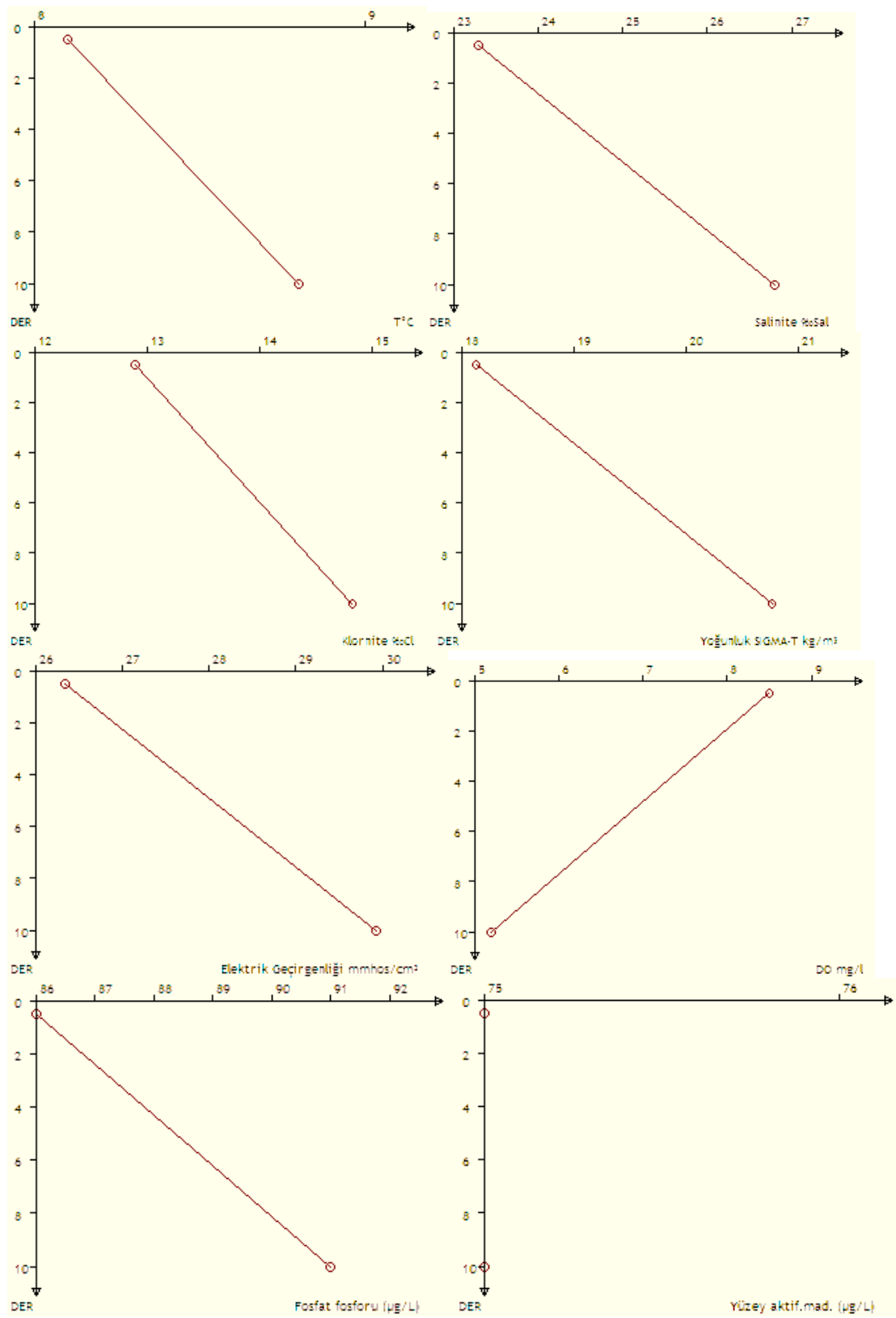


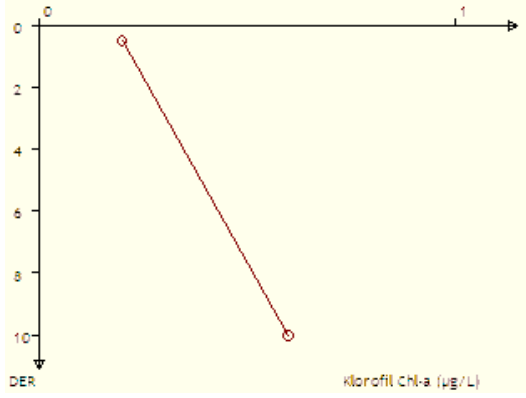
İstasyon 8

Tarih: 28/02/2010	Seri No: umut-27	Arz: N40°:57':02"	Tul: E028°:58':37"
Saat: 08:20	İstasyon No: 8	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 54 m
Sec-Disc: 8 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 5.4 T°C	Hava Bas.: 1030 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	8,1	23,3	12,89	18,13	26,34	1468,41	8	8,5
10	8,8	26,8	14,83	20,77	29,92	1475,55	7,8	5,2

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	8.10	86	75	0,2
10.0	8.80	91	75	0,6



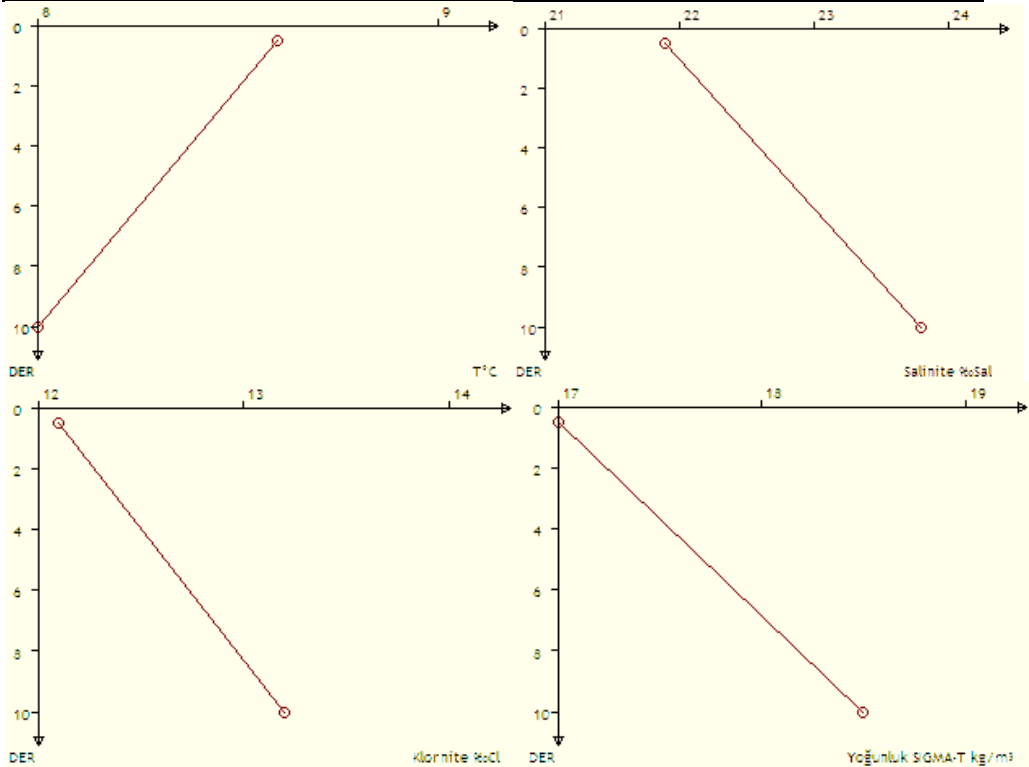


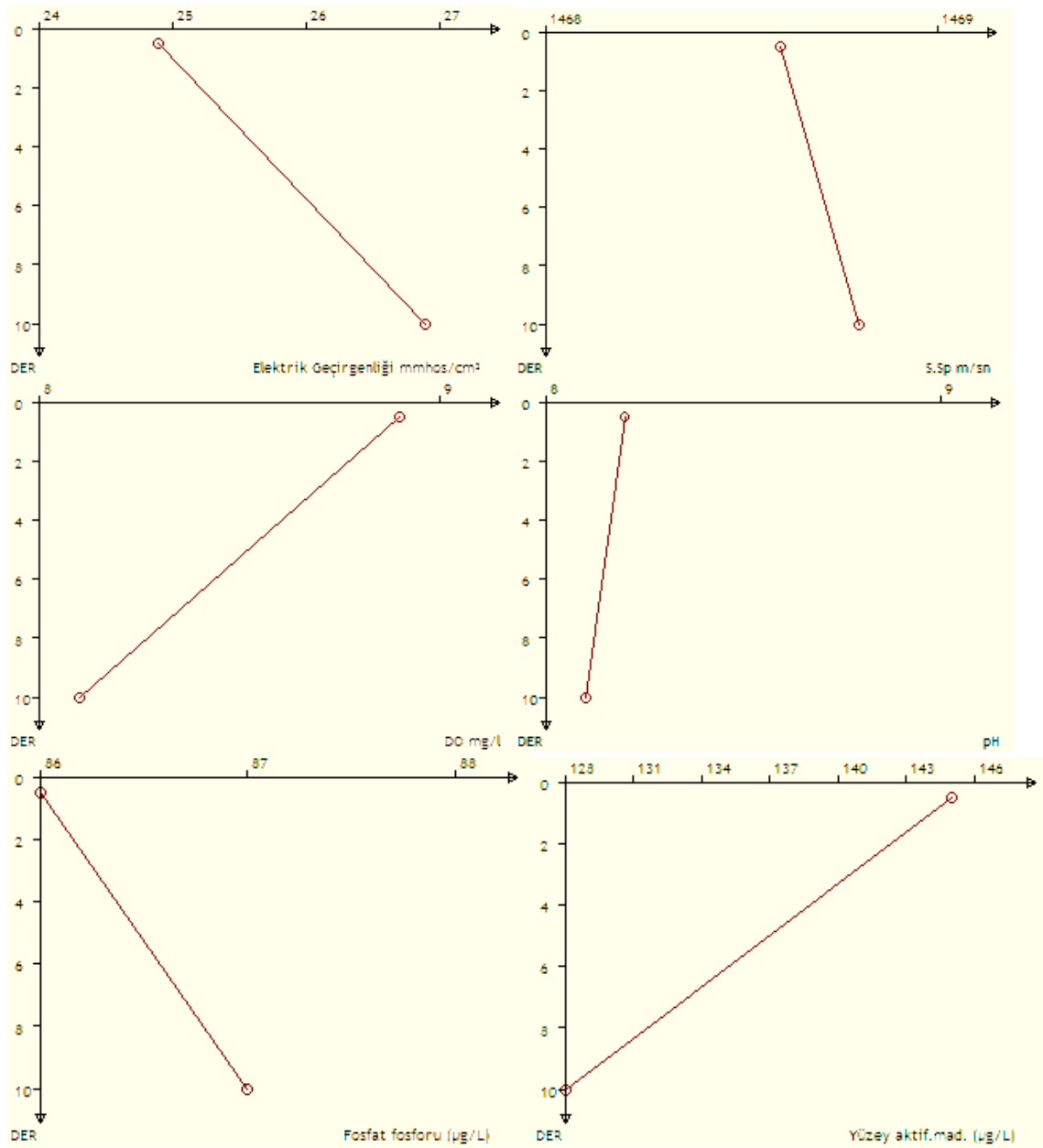
İstasyon 1i

Tarih: 28/02/2010	Seri No: umut-31	Arz: N40°:44':26"	Tul: E029°:16':05"
Saat: 11:22	İstasyon No: 1i	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 336 m
Sec-Disc: 4.5 m	Renk Kodu: 06	Hava Sıc.: 5.3 T°C	Hava Bas.: 1030 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	8,6	21,9	12,12	16,99	24,91	1468,63	8,2	8,9
10	8	23,8	13,17	18,54	26,86	1468,79	8,14	8,1

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	8.60	86	148	1
10.0	8.00	87	128	1



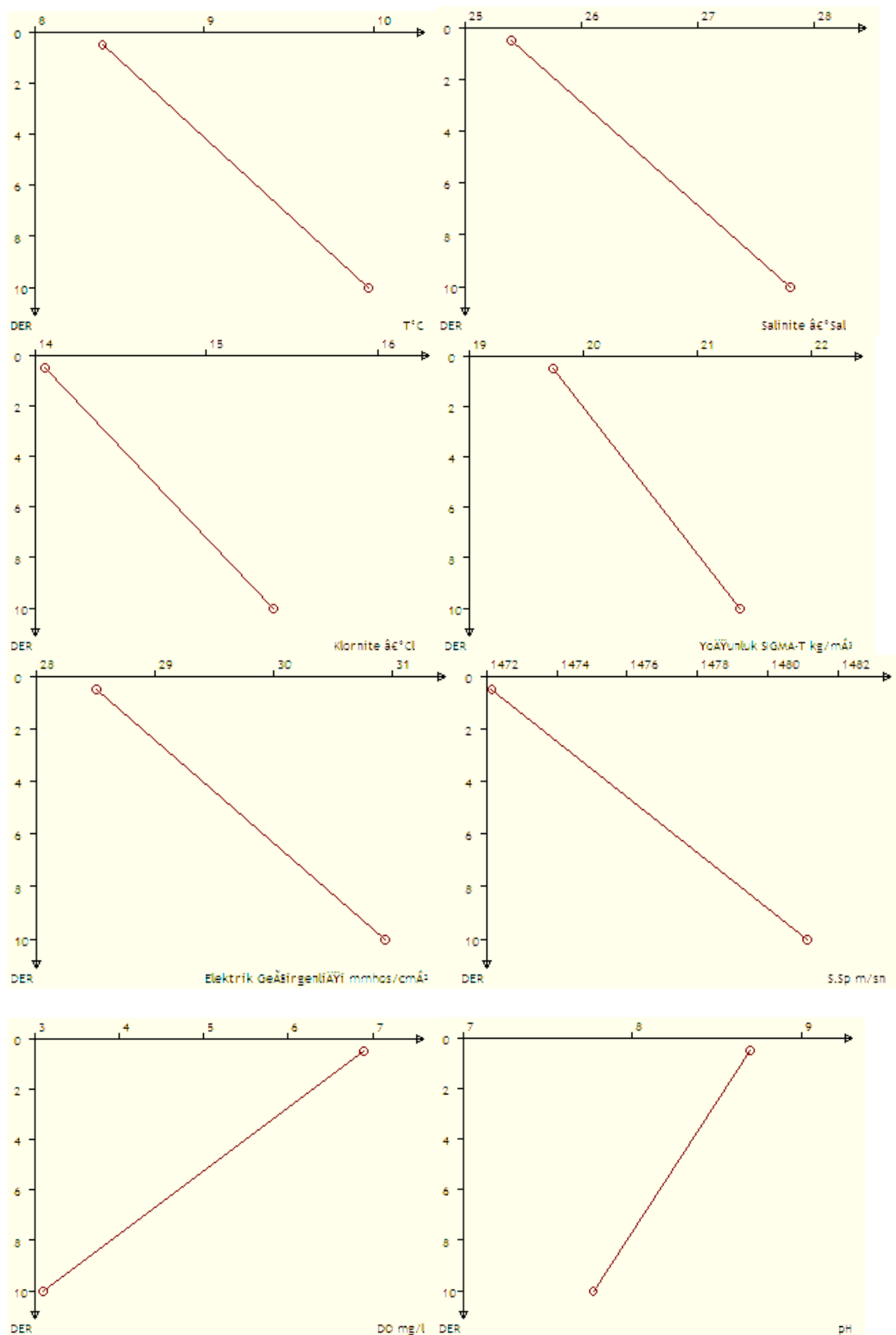


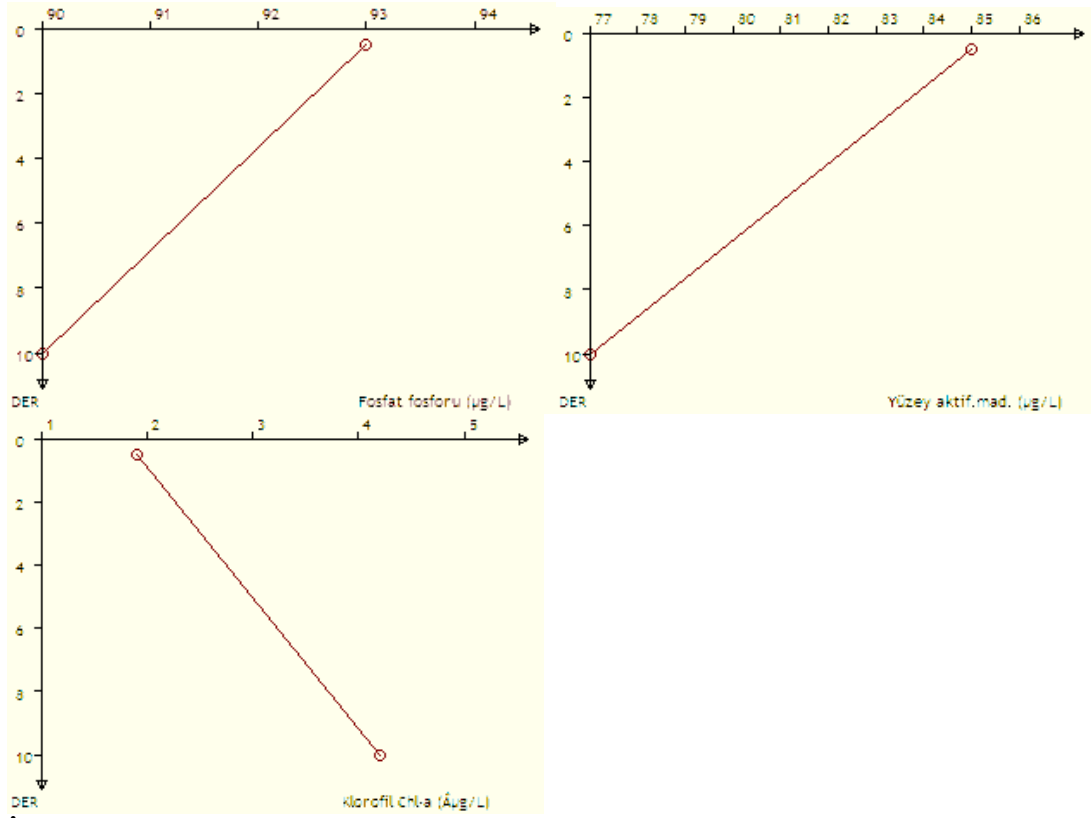
İstasyon 4i

Tarih: 28/02/2010	Seri No: umut-32	Arz: N40°:44':27"	Tul: E029°:31':35"
Saat: 12:45	İstasyon No: 4i	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 19 m
Sec-Disc: 5.5 m	Renk Kodu: 07	Hava Sıc.: 6 T°C	Hava Bas.: 1031 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	8,4	25,4	14,06	19,74	28,51	1472,15	8,7	6,9
10	9,97	27,8	15,39	21,38	30,94	1481,13	7,77	3,1

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	8.40	93	85	1,9
10.0	9.97	90	77	4,3



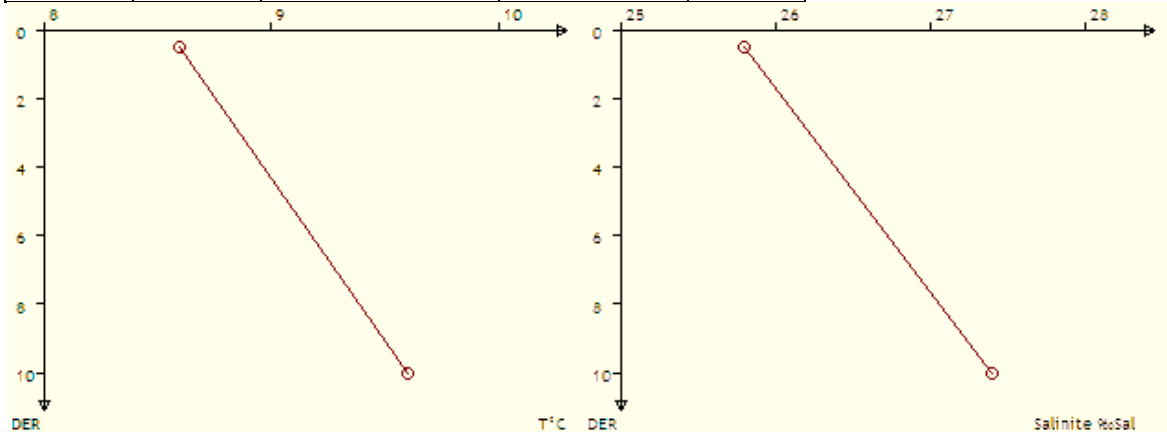


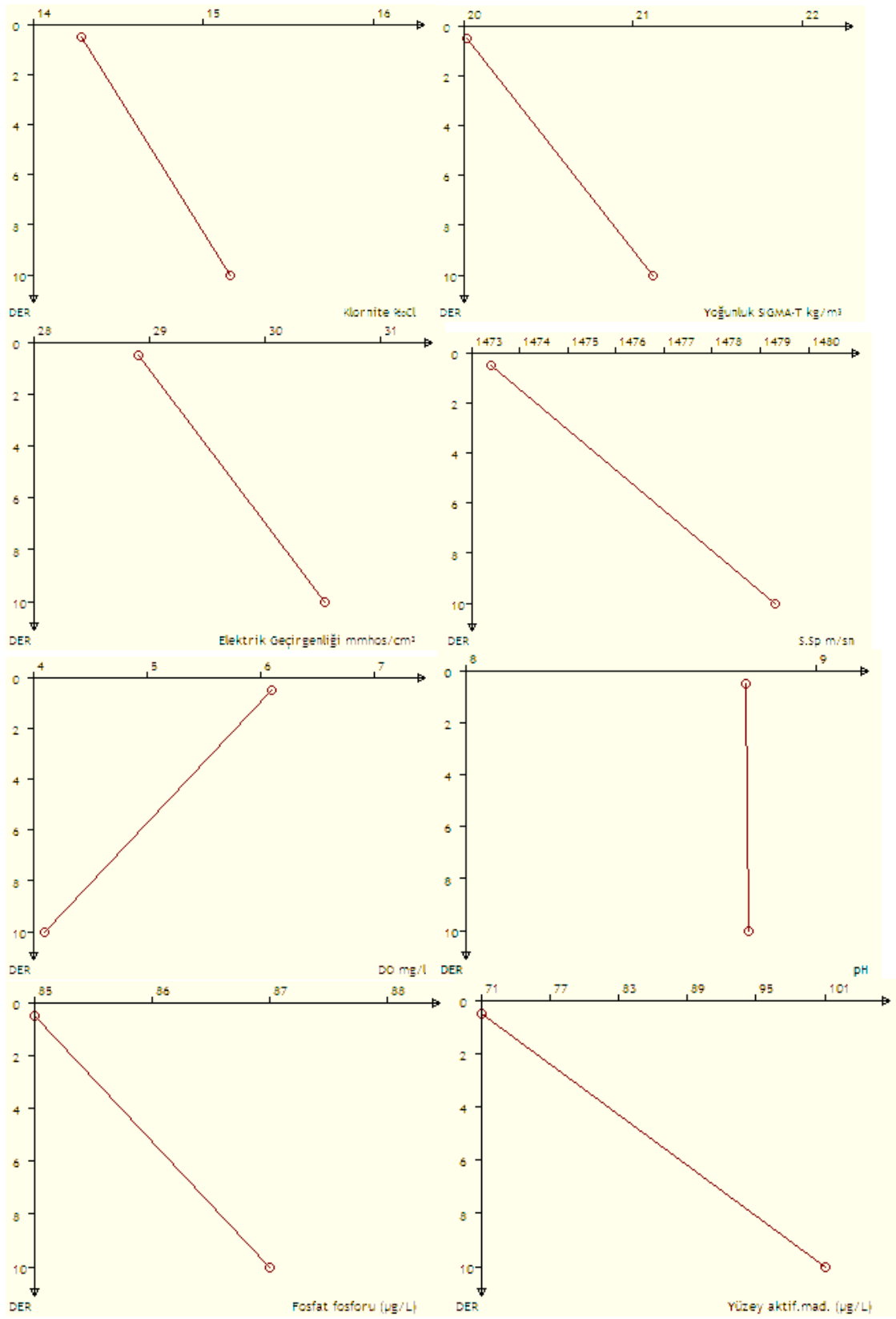
İstanbul 6i

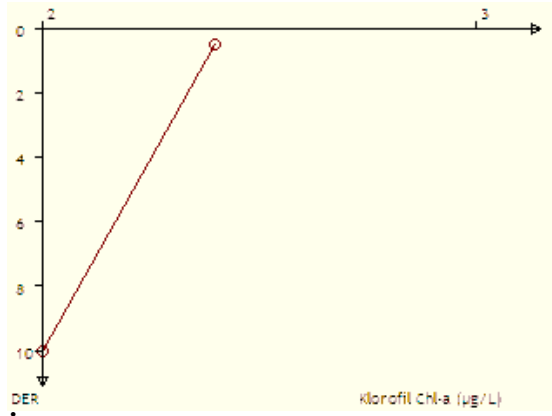
Tarih: 28/02/2010	Seri No: umut-28	Arz: N40°:43':54"	Tul: E029°:45':32"
Saat: 14:10	İstasyon No: 6i	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 64 m
Sec-Disc: 5 m	Renk Kodu: 08	Hava Sıc.: 5.3 T°C	Hava Bas.: 1031 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/m³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	8,6	25,8	14,28	20,02	28,91	1473,41	8,8	6,1
10	9,6	27,4	15,16	21,12	30,52	1479,28	8,81	4,1

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	8.60	85	70	2,4
10.0	9.60	87	101	2





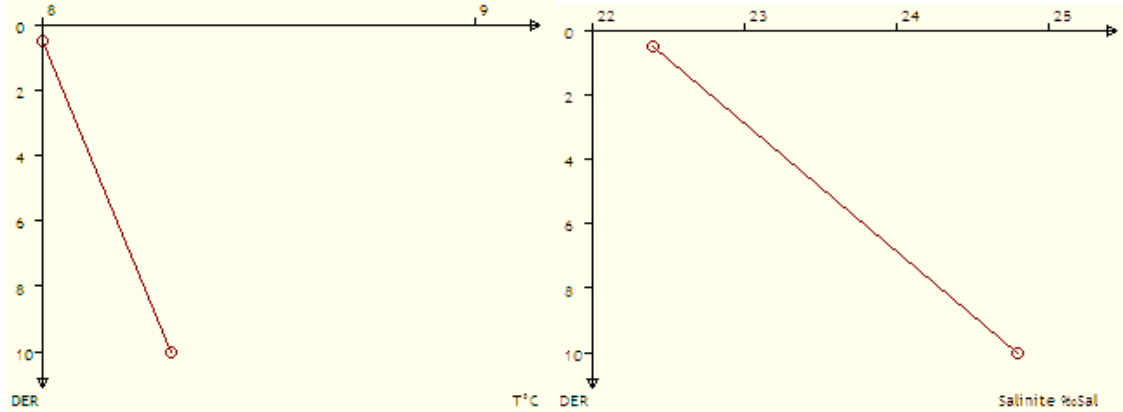


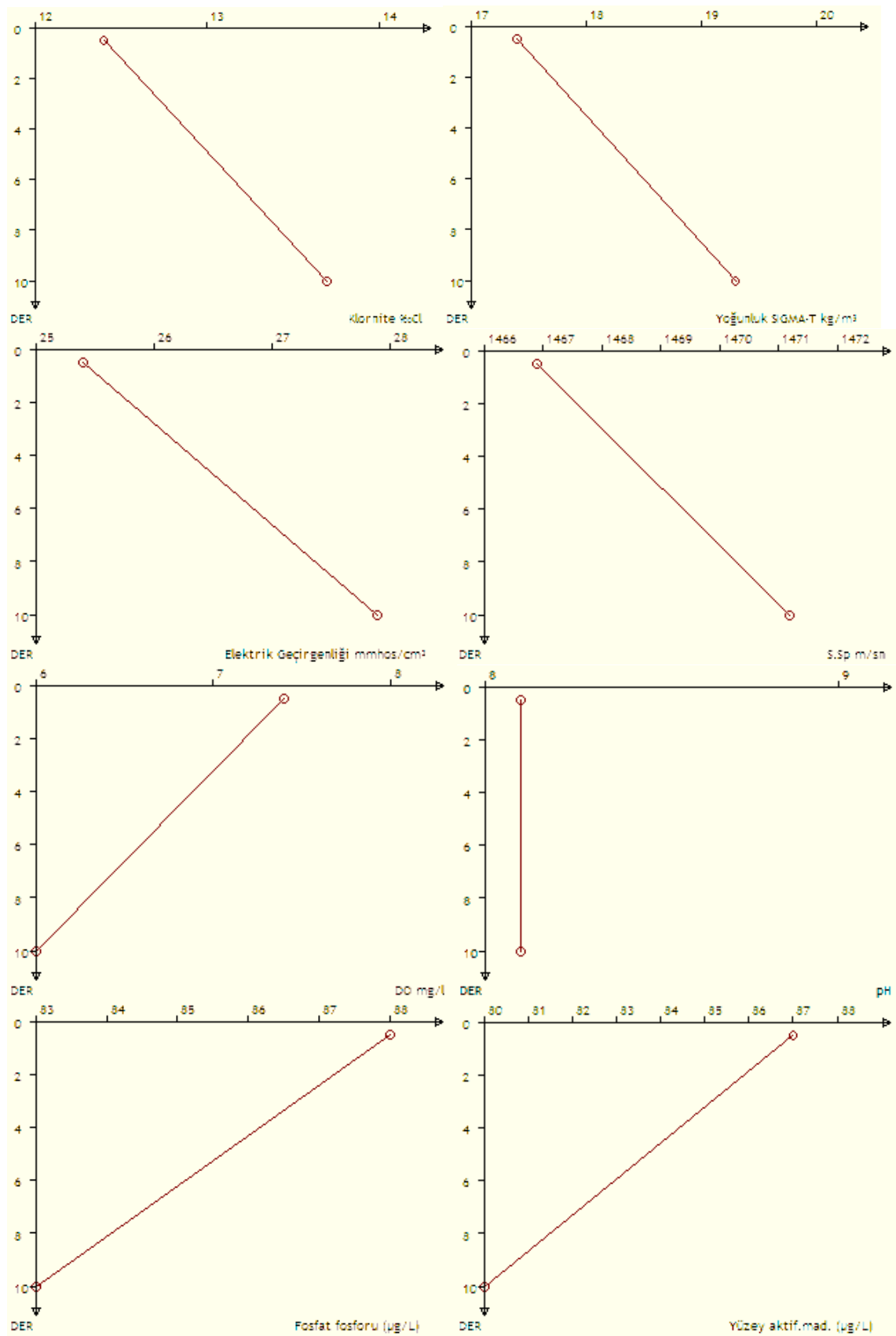
İstasyon 3

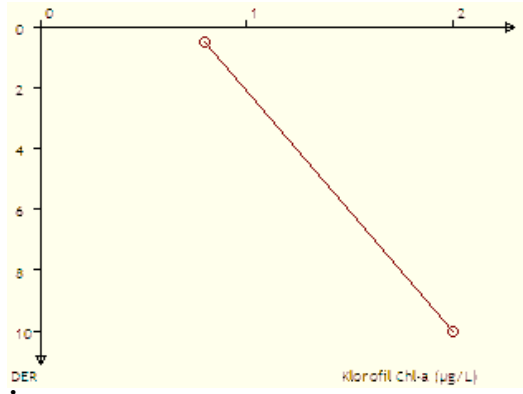
Tarih: 28/02/2010	Seri No: umut-33	Arz: N40°:42':15"	Tul: E028°:58':11"
Saat: 18:10	İstasyon No: 3	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 1010 m
Sec-Disc: 6.5 m	Renk Kodu: 04	Hava Sıc.: 5.5 T°C	Hava Bas.: 1031 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	8	22,4	12,39	17,44	25,41	1466,91	8,12	7,4
10	8,3	24,8	13,72	19,27	27,88	1471,18	8,05	6

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	8.00	88	87	0,8
10.0	8.30	83	80	2





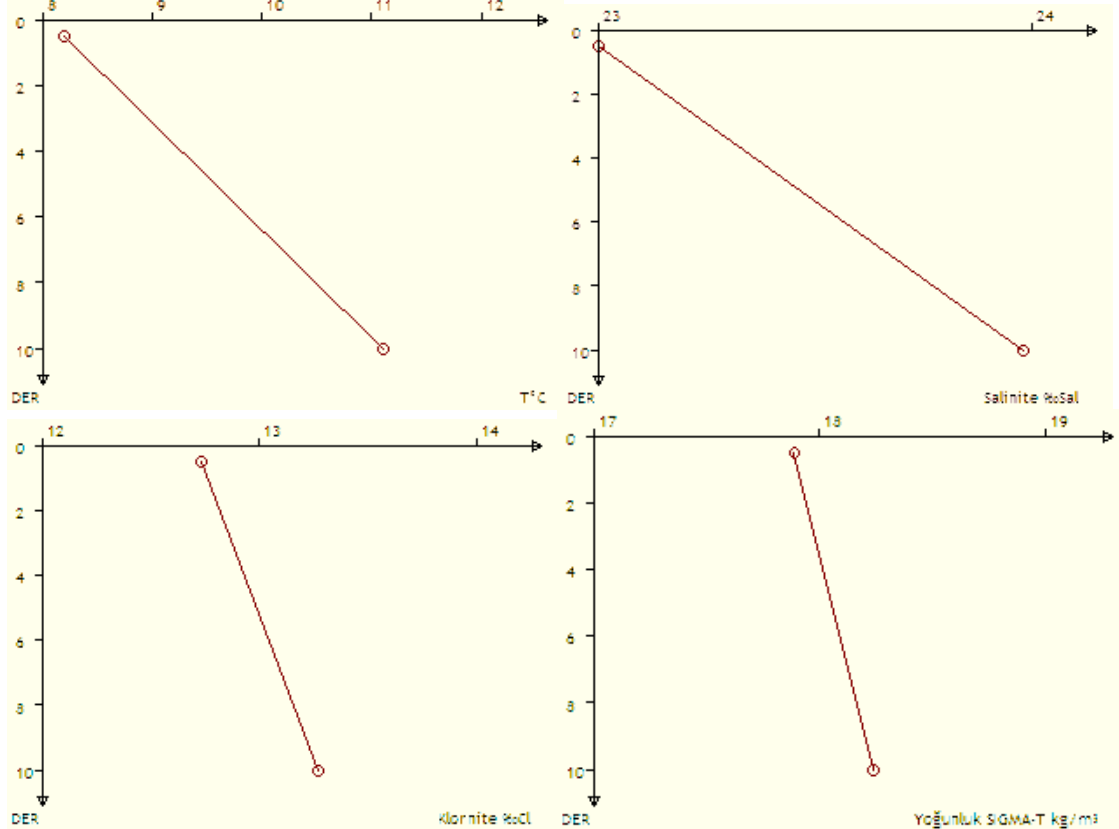


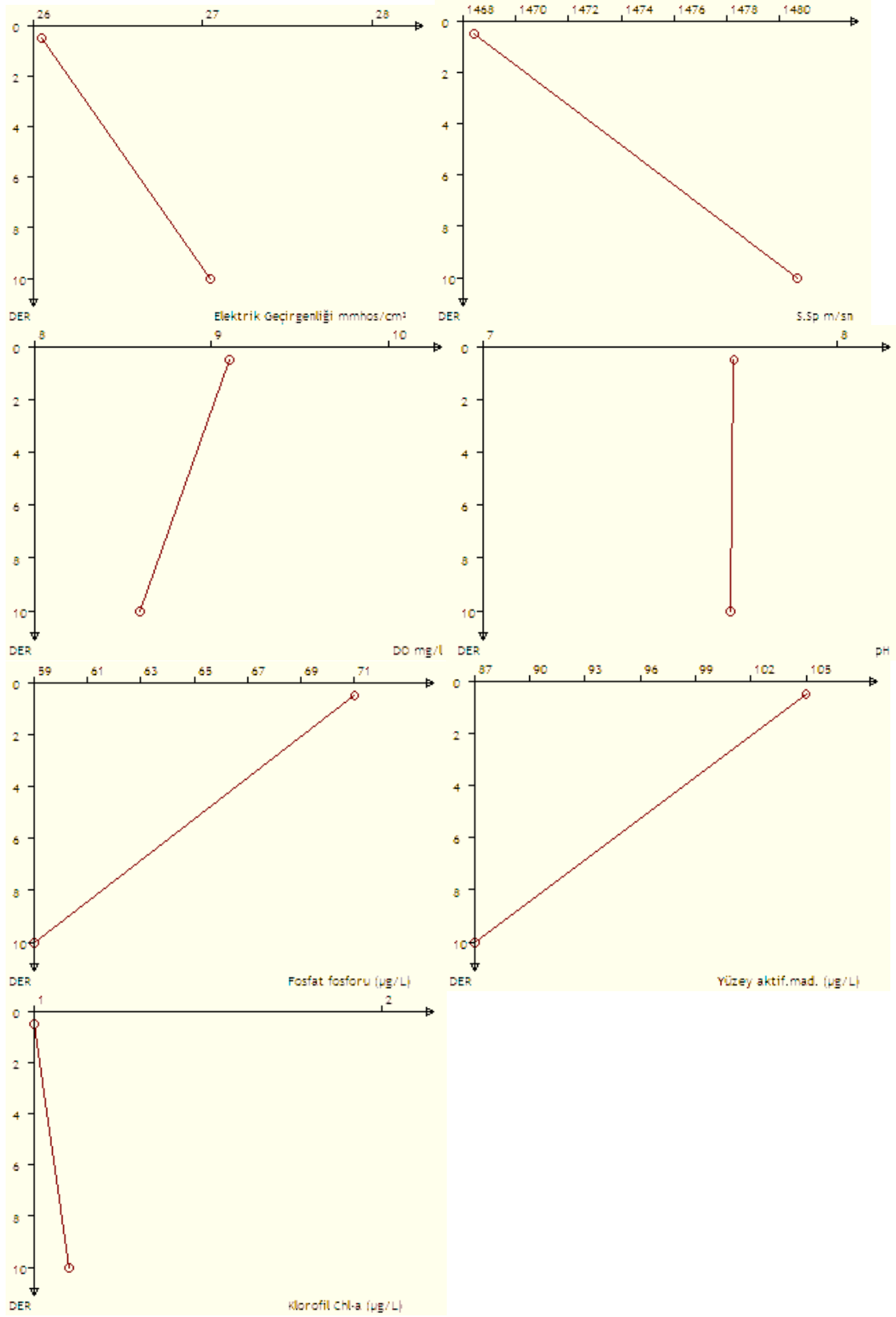
İstasyon 17

Tarih: 28/02/2010	Seri No: okucuk-3	Arz: N40°:41':00"	Tul: E028°:34':00"
Saat: 13:00	İstasyon No: 17	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 411 m
Sec-Disc: 8 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 6.6 T°C	Hava Bas.: 1030 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	8,2	23	12,73	26,05	26,05	1468,43	7,71	9,1
10	11,1	23,98	13,27	27,05	27,05	1480,64	7,7	8,6

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	8.20	71	105	1
10.0	11.10	59	087	1,1



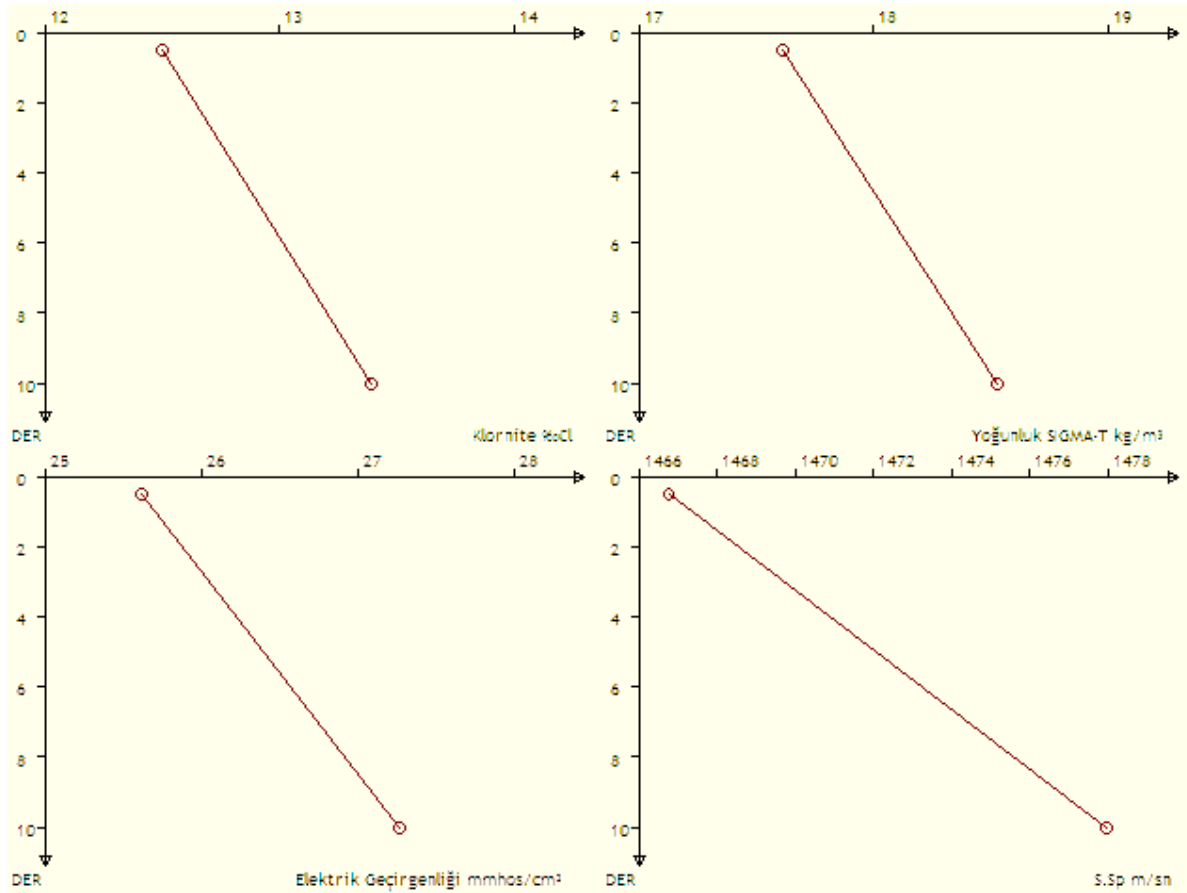
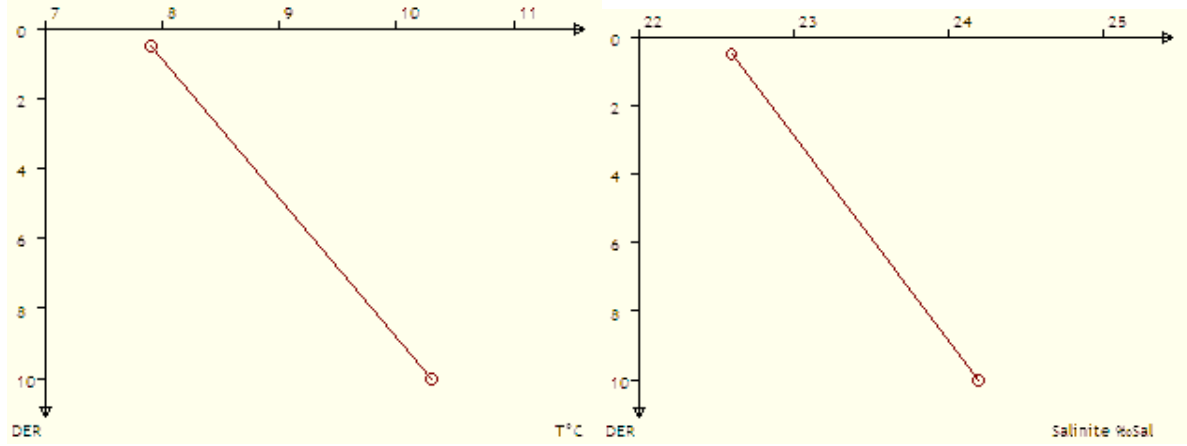


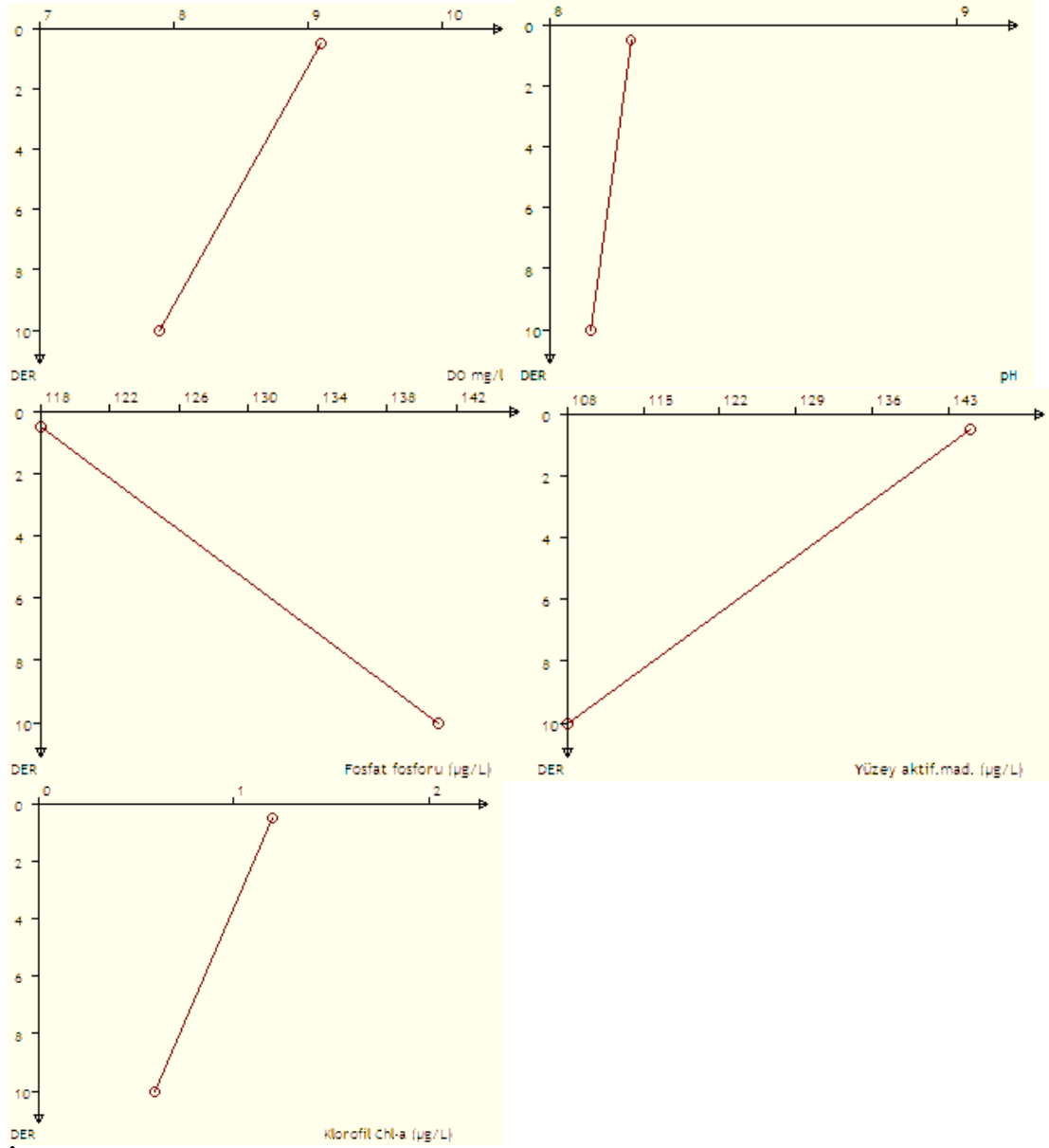
İstasyon 19

Tarih: 28/02/2010	Seri No: okucuk-2	Arz: N40°:57':00"	Tul: E028°:33':02"
Saat: 08:38	İstasyon No: 19	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 56 m
Sec-Disc: 8 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 6.2 T°C	Hava Bas.: 1030 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	7,9	22,6	12,5	17,61	25,62	1466,76	8,2	9,1
10	10,3	24,2	13,39	18,53	27,27	1477,99	8,1	7,89

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	7.90	118	145	1,2
10.0	10.30	141	108	0,6



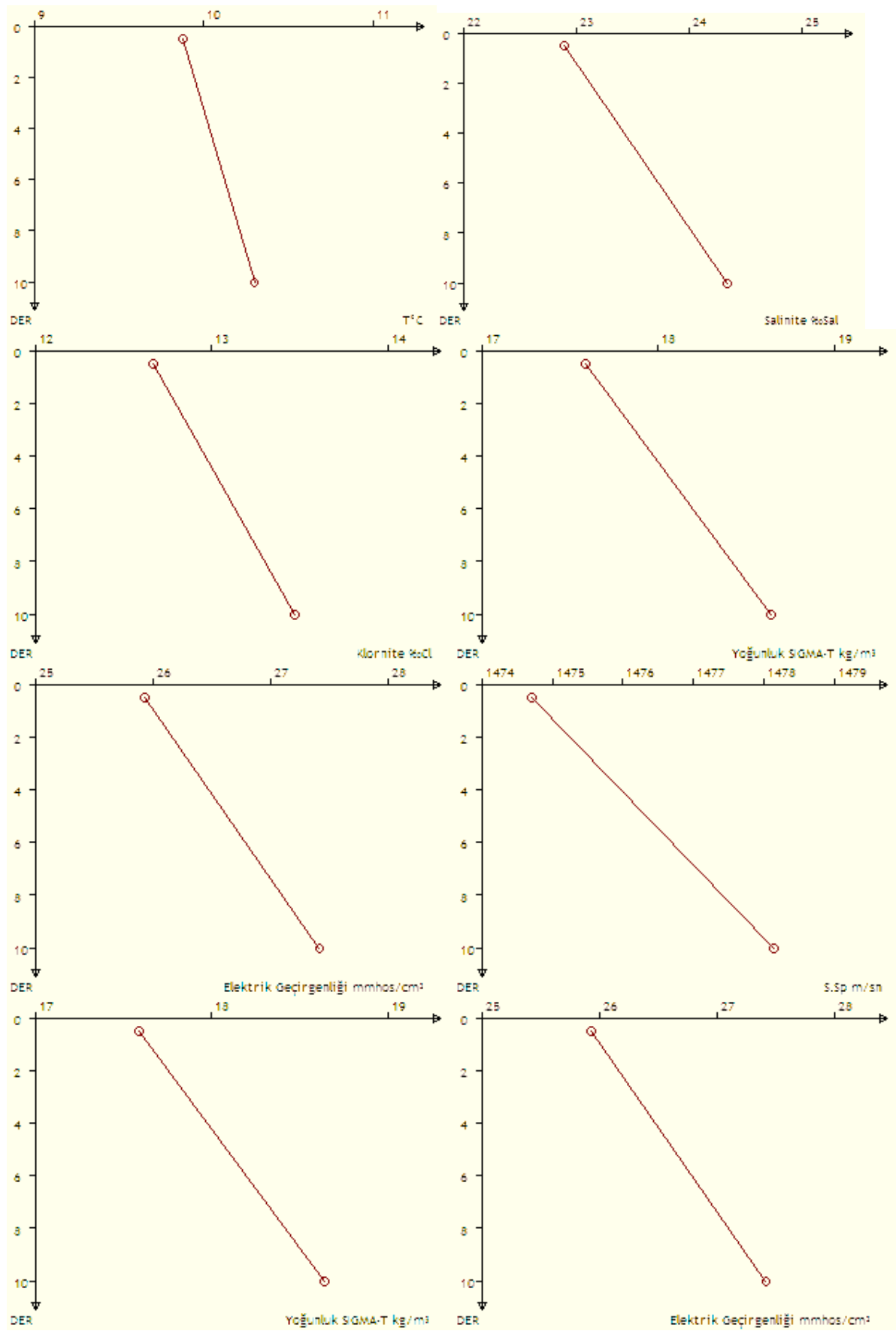


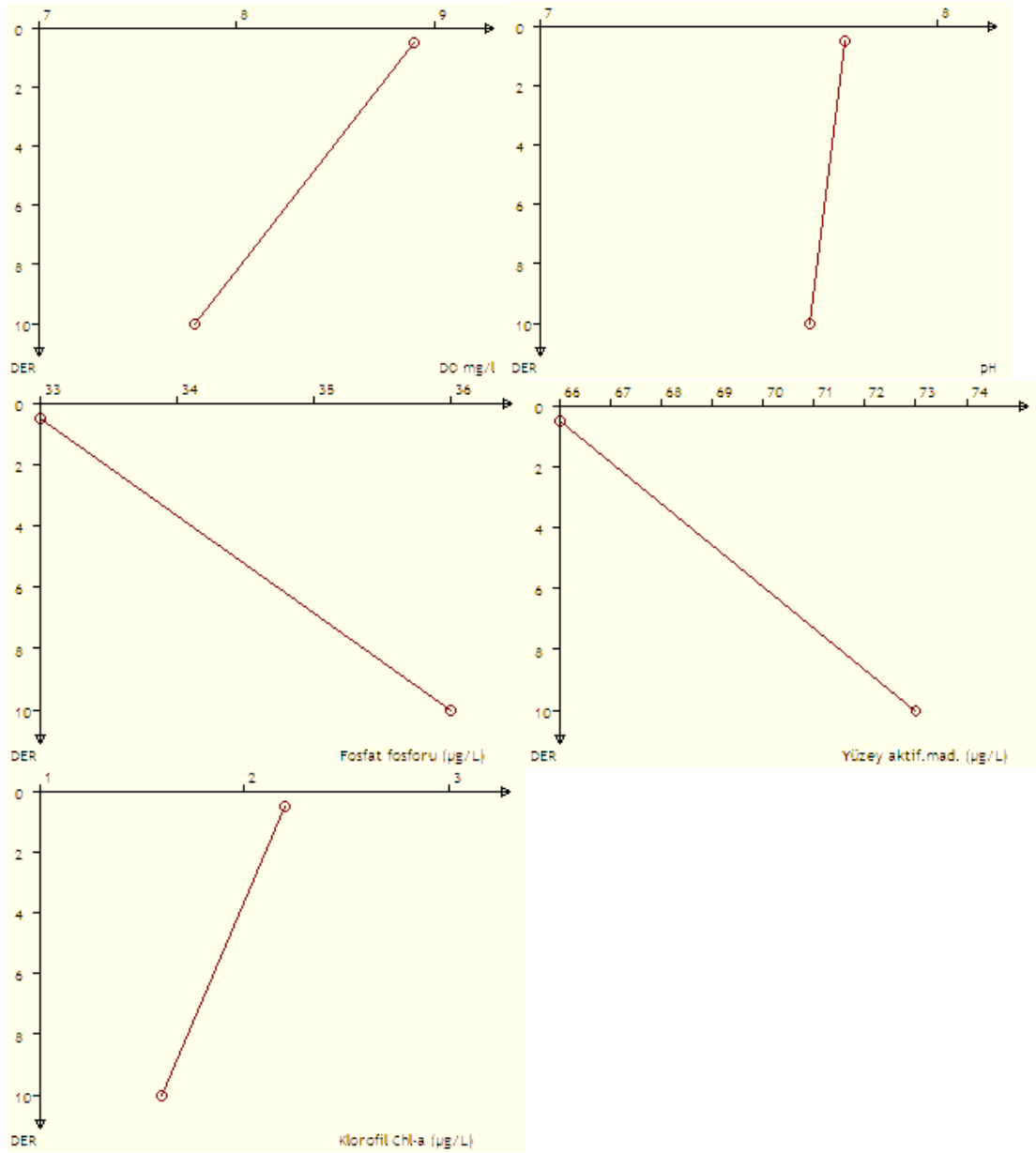
İstasyon 22

Tarih: 03/03/2010	Seri No: okucuk-1	Arz: N40°:58':30"	Tul: E028°:00':39"
Saat: 08:18	İstasyon No: 22	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 62 m
Sec-Disc: 7 m	Renk Kodu: 05	Hava Sic.: 10.4 T°C	Hava Bas.: 1022 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	9,88	22,9	12,67	17,59	25,93	1474,7	7,77	8,9
10	10,3	24,34	13,47	18,64	27,42	1478,15	7,68	7,79

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	9.88	33	66	2,2
10.0	10.30	36	73	1,6



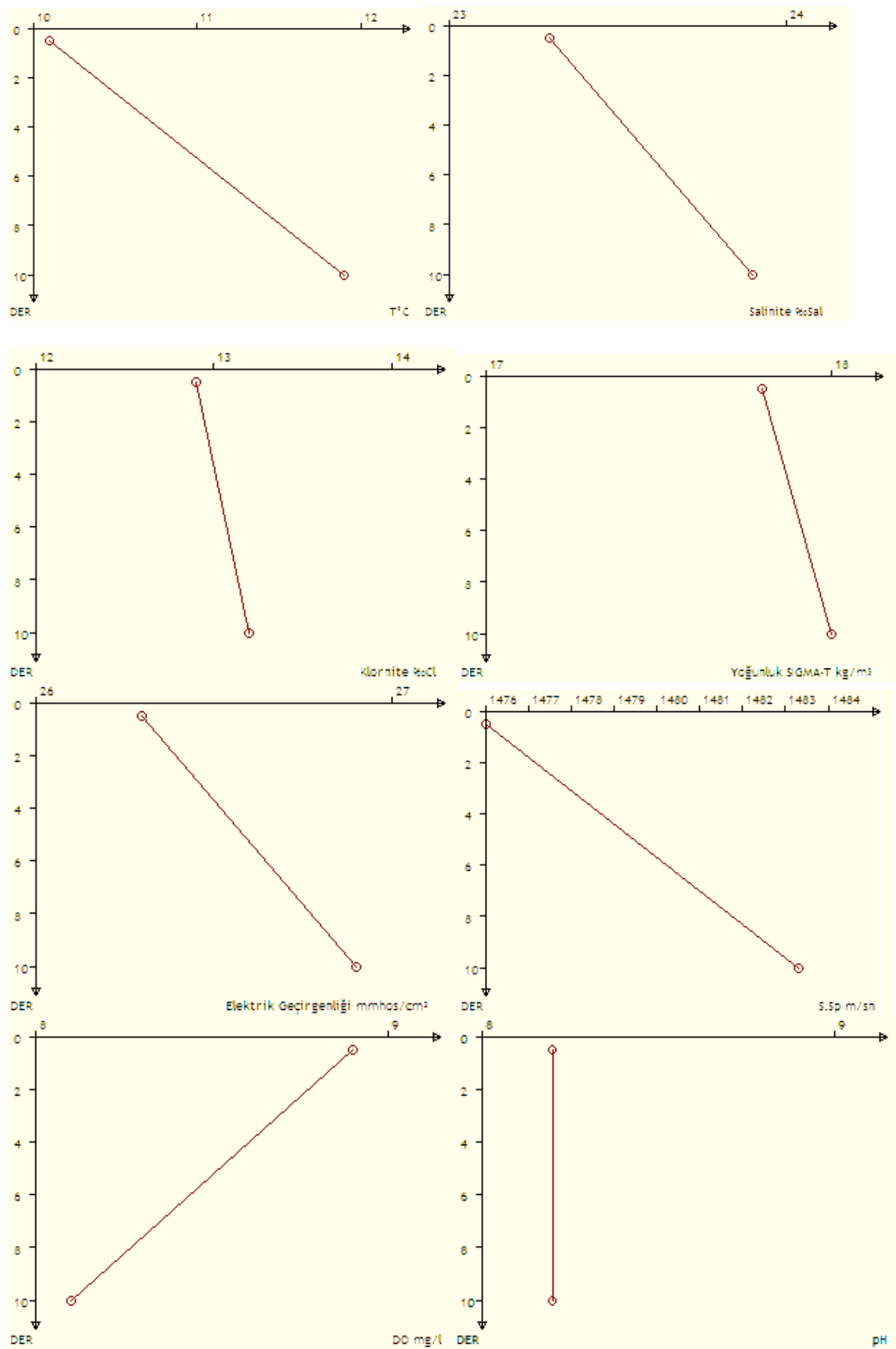


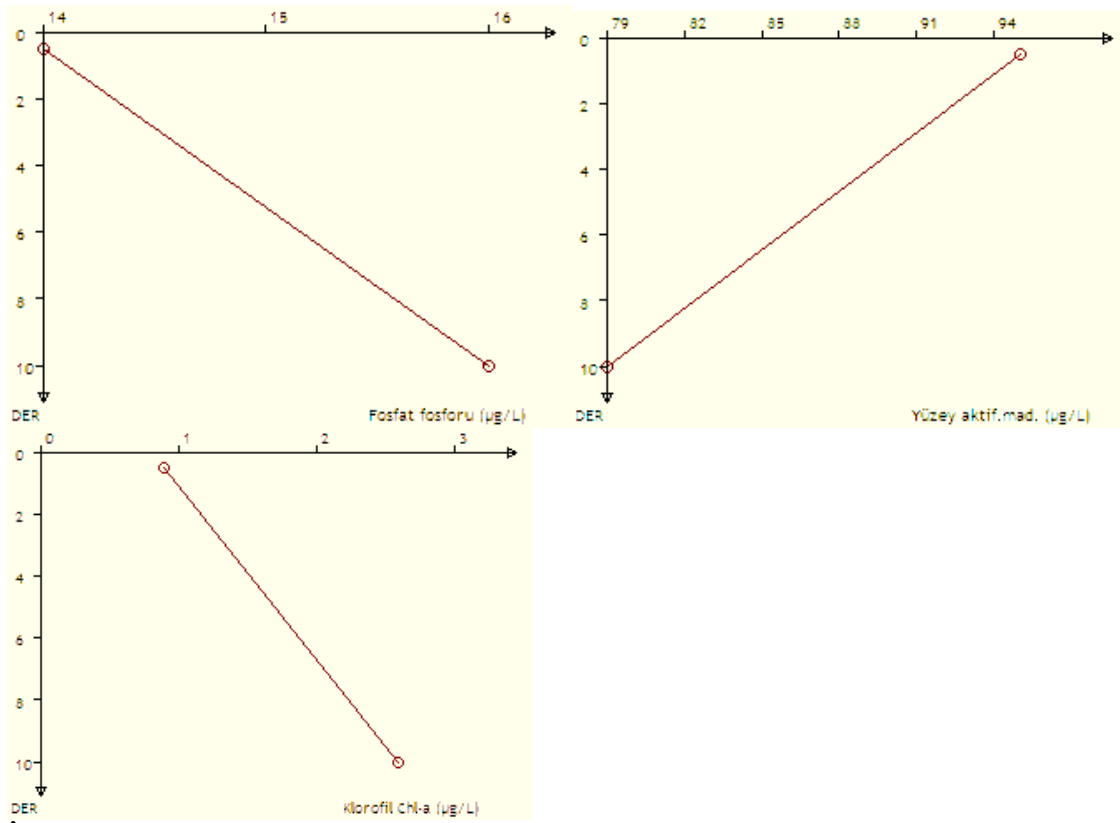
İstasyon 23

Tarih: 03/03/2010	Seri No: umut-30	Arz: N40°:44':02"	Tul: E028°:00':00"
Saat: 12.38	İstasyon No: 23	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 1051 m
Sec-Disc: 7.5 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 11 T°C	Hava Bas.: 1022 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	10,1	23,26	12,87	17,83	26,31	1475,96	8,18	8,9
10	11,9	23,85	13,2	18,01	26,92	1483,34	8,2	8,1

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl- a (µg/L)
0.5	10.10	14	95	0,9
10.0	11.90	16	79	2,6



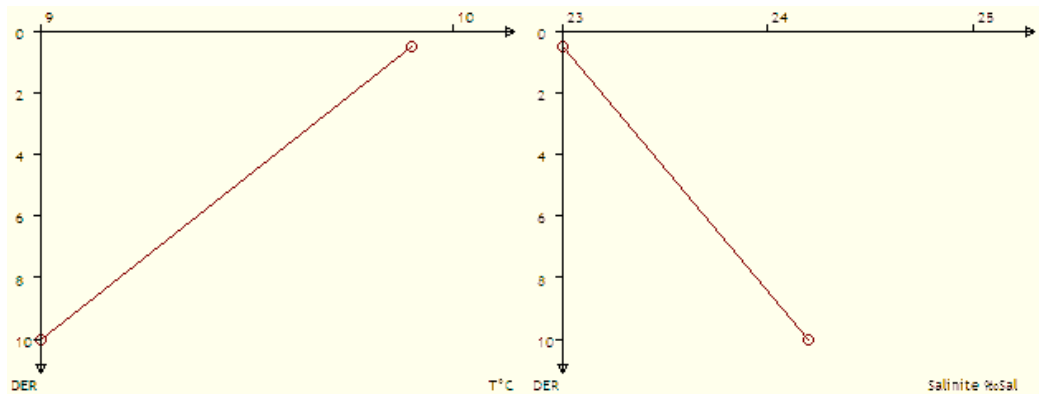


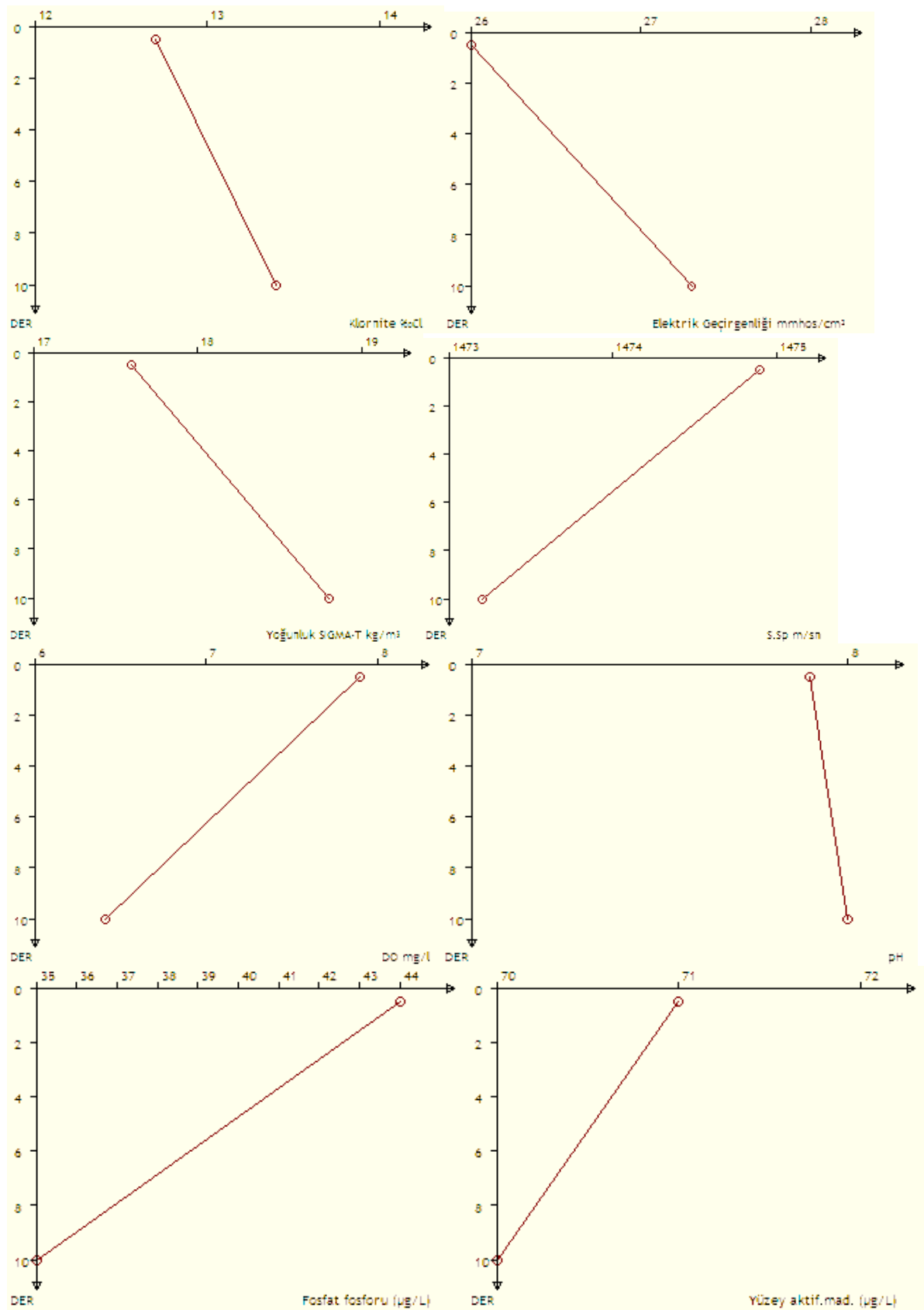
İstasyon 33

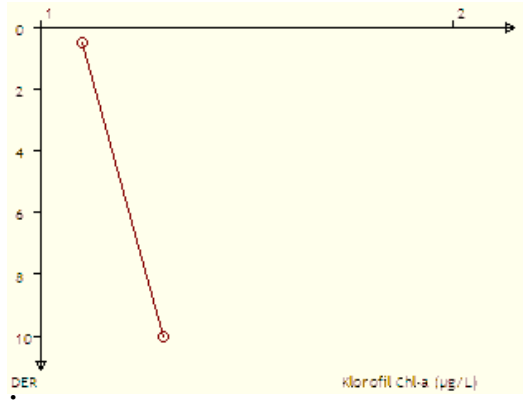
Tarih:06/03/2010	Seri No: okucuk-5	Arz: N40°:39':57"	Tul: E027°:27':03"
Saat:08:08	İstasyon No: 33	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 129 m
Sec-Disc: 9 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 7.2 T°C	Hava Bas.: 1008 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm²	S.Sp m/sn	pH	ÇO mgO/L
0,5	9,9	22,98	12,71	14,64	26,01	1474,87	7,9	7,9
10	9	24,23	13,41	18,75	27,31	1473,16	7,98	6,41

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl-a (µg/L)
0.5	9.90	44	71	1,1
10.0	9.00	35	70	1,3





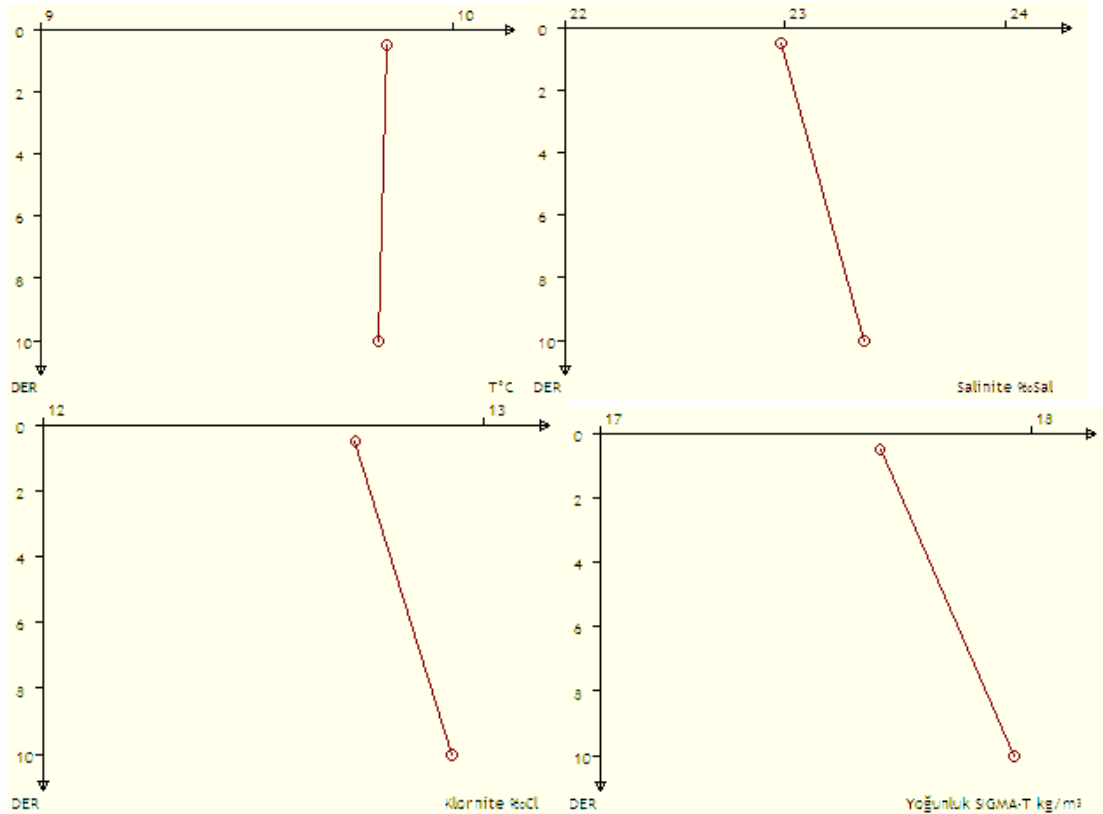


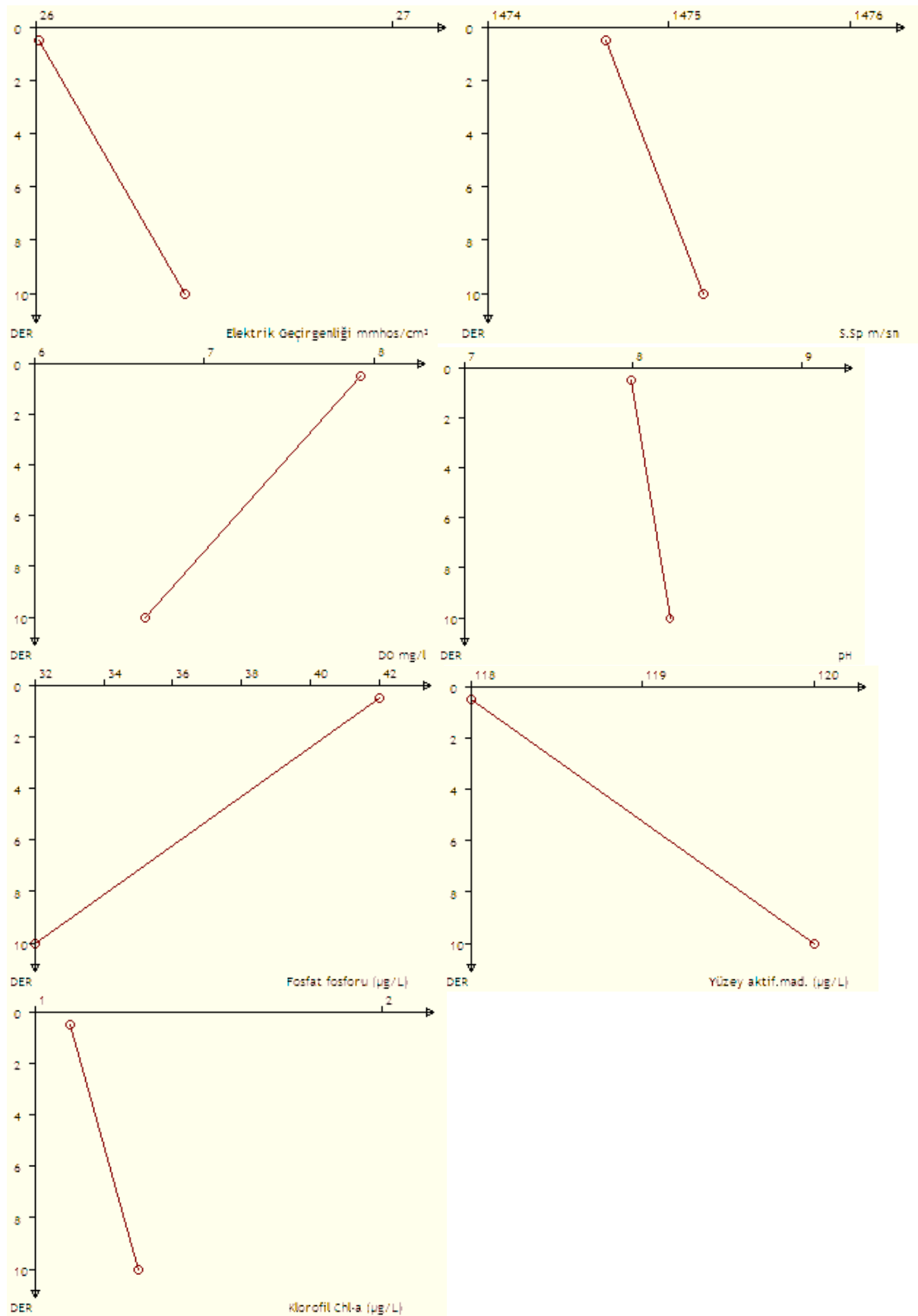
İstasyon 40

Tarih:06/03/2010	Seri No: okucuk-6	Arz: N40°:34':04"	Tul: E027°:14':49"
Saat:10:42	İstasyon No: 40	Proje: MAREM-2010-Kış-Kimya	Derinlik: 83 m
Sec-Disc:9.5 m	Renk Kodu: 05	Hava Sıc.: 7.1 T°C	Hava Bas.: 1008 mBar

derinlik (m)	T°C	Salinite ‰Sal	Klornite ‰Cl	Yoğunluk SIGMA-T kg/dm ³	Elektrik Geçirgenliği mmhos/cm ²	S.Sp m/sn	pH	DO mg/l
0,5	9,84	22,98	12,71	17,65	26,01	1474,65	7,99	7,92
10	9,82	23,36	12,93	17,96	26,42	1475,19	8,22	6,65

derinlik (m)	T°C	Fosfat fosforu (µg/L)	Anyonik Yüzey Aktif Madde (µg/L)	Klorofil Chl- a (µg/L)
0.5	9.84	42	118	1
10.0	9.82	32	120	1,3

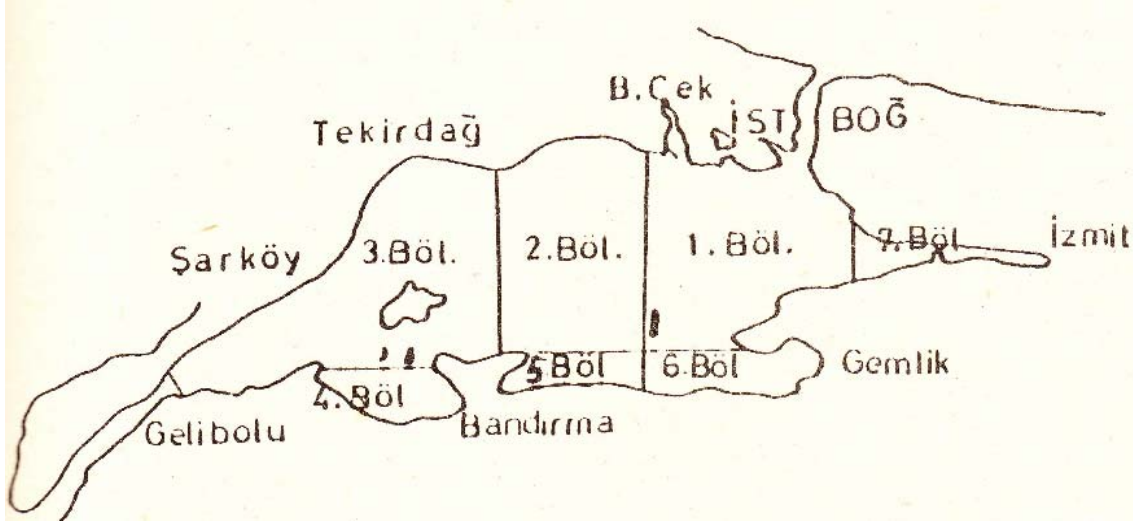




BÖLÜM IV

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Marmara denizini özelliklerine göre altı bölgeye ayırabiliriz. Çalışma alanımız olan kuzey Marmara Denizi ve İstanbul boğazı özellikleri itibariyle 1, 2, 3 ve 7 numaralı bölge olmak üzere dört bölgeye ayrılabilir.



Harita IV.1 Marmara'da özellikleri itibariyle farklılık gösteren bölgelerin dağılımı [31]



Harita IV.2 2009 Yaz ve 2010 kış aylarında Marmara Denizi ölçüm istasyonları

IV.1. ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN İÇERİĞİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

A.2009 Yaz ÇO (mgO/L) ölçümleri

derinlik (m)	istasyonlar														
	1b	6b	6	2	1i	3i	5i	7i	3	17	19	23	33	34	40
0,5	6,61	6,07	6,05	5,56	5,91	5,94	5,9	4,23	6,41	6,05	5,98	6,1	6,25	7,18	6,46
10			5,47		4,99	5,55	4,43	3,34	5,32	5,77	4,86	5,13	5,75	7,09	5,1
20	4,33	3,82													
25			2,65												
30		2,37													
50	1,4		2,65	0,95	0,88	1,84	1,7			3,09		3,34	3,99	3,81	1,58
100				0,08	0,68								2,53		
200				0,07	0,63				0,78			1,52			1,38
250									0,6	0,64					
300				0,07	0,62										
400				0,05						0,53		1,11			
500				0,04					0,27						1,48
600												1,01			
750									0,08						1,52
800												1			
1000									0,06						1,42

Tablo IV.1. 2009 Yaz ÇO (mgO/L) ölçümleri

B. 2010 Kış ÇO (mgO/L) ölçümleri

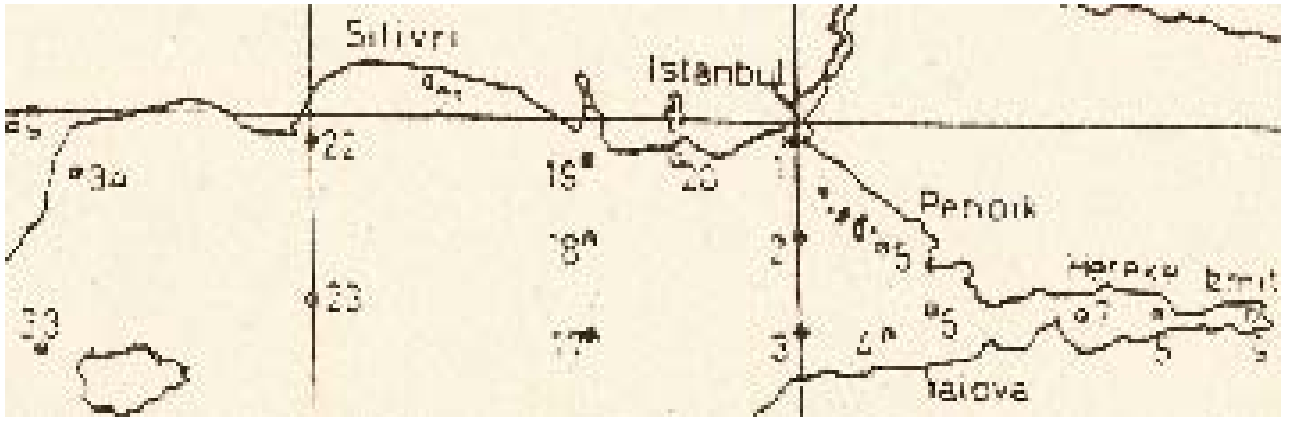
	istasyonlar											
derinlik (m)	1b	8	1i	4i	6i	3	17	19	22	23	33	40
0.5	7,9	8,5	8,2	6,9	6,1	7,4	9,1	9,1	8,9	8,9	7,9	7,92
10.0	6,2	5,2	8,14	3,1	4,1	6	8,6	7,89	7,79	8,1	6,41	6,65

Tablo IV.2. 2010 Kış ÇO (mgO/L) ölçümleri

Marmara Denizinde yaz döneminde ölçülen çözünmüş oksijen miktarının derinliklere bağlı olarak 0,04 mgO/L - 7,18 mgO/L değerleri arasında değiştiği görülmüştür. 34 numaralı istasyonda 7,18 mgO/L ile en yüksek, 7i numaralı istasyonda 4,23 mgO/L ile en düşük çözünmüş oksijen değeri ölçülmüştür.

Marmara Denizinde yaz döneminde ölçülen çözünmüş oksijen miktarının(ÇOD) derinliklere bağlı olarak değerinin 0,04 mgO/ - 7,18 mgO/L_arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Yaz ölçümleriyle karşılaştırıldığında kış ölçüm değerlerinin yükseldiği görülmektedir.



Harita IV.3 1983 Marmara Denizi Ölçüm İstasyonları[33]

	istasyonlar										
derinlik (m)	1	2	3	17	19	23	24	33	34	6	7
0.5	6,4	6,2	5,8	5,8	6,1	5,2	6,1	6,2	5,3	7,4	6,1
10	7	6	5,7	4,9	5,2	5,7	5,6	6,9	5,2	6,9	7,1
25	6,2	4,7	4,5	5,6	5,1	5,5		7	5,6	6,4	6,7
50		1,6	2,3	1,8	1,7	1,9		2,8	1,8	2,1	3,5
75		1,4	1,4	1,6		1,5			1,7	2,7	
100		1,3	1,4	1,7		1,5				1,9	
150		1,1	1,2	1,4		2,2				1,6	
200		1	1,1	1,1		1,5				1,3	
300		0,8	0,8	0,8		1,5				1,9	
500			0,9			0,9				1,4	
750			1,1			1,5					

Tablo IV.3. 3-16 Mayıs 1983 ÇO (mg O/L) konsantrasyonu [31]

Birinci bölgede yer alan istasyonlara baktığımızda 2009 yaz ayağında yüzeydeki ÇO(mgO/L) içeriklerinin sırasıyla 1b istasyonunda 6.61, 6b istasyonunda 6.07, 6 numaralı istasyonda 6.05, 2 numaralı istasyonda 5.56, 3 numaralı istasyonda 6.41, 17 numaralı istasyonda 6.05 ve 19 numaralı istasyonda 5.98 olduğu görülmektedir. 2010 kış ayağında birinci bölgede yer alan istasyonlardaki yüzeydeki ÇO(mgO/L) içeriklerinin sırasıyla 1b istasyonunda 7.9, 8 numaralı istasyonda 8.5, 3 numaralı istasyonda 7.4, 17 numaralı istasyonda 9.1 ve 19 numaralı istasyonda 9.1 olduğu görülmektedir. İkinci bölgede yer alan istasyonlara baktığımızda 2009 yaz ayağında yüzeydeki ÇO (mgO/L) içeriği 23 numaralı istasyonda 6.1 olarak ölçülmüştür. 2010 kış ayağında yüzeydeki ÇO (mgO/L) içerikleri 22 numaralı istasyonda 8.9 ve 23 numaralı istasyonda 8.9 olarak ölçülmüştür. 1983 tarihinde yapılan incelemede 23 numaralı istasyonda 5.2; 24 numaralı istasyonda 6.1 olarak ölçülmüştür.

Üçüncü bölgede yer alan istasyonlara baktığımızda 2009 yaz ayağında yüzeydeki ÇO (mgO/L) içerikleri 33 numaralı istasyonda 6.25, 34 numaralı istasyonda 7.18; 40 numaralı istasyonda 6,46 olarak ölçülmüştür. 2010 yılı yaz ayağında ÇO (mgO/L) miktarı 33 numaralı istasyonda 7.9; 40 numaralı istasyonda 7.92 olarak ölçülmüştür. 1983 yılında yapılan incelemelerde 33 numaralı istasyonda 6.2, 34 numaralı istasyonda 5.3 olarak ölçülmüştür.

Yedinci bölgede yer alan istasyonlarda 2009 yaz ayağında yüzeydeki ÇO (mgO/L) miktarı 1i istasyonunda 5.91; 3i istasyonunda 5.94, 5i istasyonunda 5.9, 7i istasyonunda 4.23 olarak ölçülmüştür. 2010 kış ayağında ÇO (mgO/L) miktarı 1i istasyonunda 8.2, 4i istasyonunda 6.9, 6i istasyonunda 6.1 olarak ölçülmüştür. 1983 yılında yapılan incelemelerde 6 numaralı istasyonda 7.4, 7 numaralı istasyonda 6.1 olarak ölçülmüştür.

IV.2.FOSFAT FOSFORU MİKTARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Yapılan çalışmalarda Kuzey Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı çevresinde fosfat miktarında mevsimsel değişiklik bulunduğu saptanmıştır. İstanbul Boğazı ve İzmit körfezinde fosfat miktarında kış döneminde önemli artışlar görülmektedir. Diğer bölgelerde önemli bir değişim görünmemektedir.

A. 2009 Yaz Fosfat fosforu($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

derinlik (m)	istasyonlar														
	1b	6b	6	2	1i	3i	5i	7i	3	17	19	23	33	34	40
0.5	7,5	38	14	14	38	5	149	360	96	2	54	9	26	21	26
10			28		66	164	177	242	56	2	42	6	20	24	18
20.0	22,7	70													
25			35												
30		141													
50.0	22,7		18	53	76	164	300			9		12	24	50	11
100.0				44	180								28		
200.0				30	149				36			12			14
250									25	35					
300.0				86	66										
400.0				46						50		7			
500.0				60					15						16
600												5			
750									13						10
800												12			
1000									93						19

Tablo IV.4. 2009 Yaz Fosfat fosforu($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

B. 2010 Kış Fosfat fosforu($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

derinlik (m)	istasyonlar											
	1b	8	1i	4i	6i	3	17	19	22	23	33	40
0.5	98	86	86	93	85	88	71	118	33	14	44	42
10.0	94	91	87	90	87	83	59	141	36	16	33	33

Tablo IV.5. 2010 Kış Fosfat fosforu($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

Çalışmamızda yaz dönemindeki çözünen fosfat fosforu konsantrasyonu $7,5 \mu\text{g/L}$ ile $360 \mu\text{g/L}$ arasında dağılım göstermiştir. En düşük fosfat fosforu miktarı Karadeniz’e çıkışta 1b numaralı istasyonda 0,5 m derinlikte $7,5(\mu\text{g/L})$ olarak ölçülmüştür. En yüksek fosfat miktarı ise İzmit Körfezi’nin iç kısmındaki 7i istasyonunda yüzeyde $360 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Yaz döneminde çalışılan istasyonlardaki yüzey suyu çözünen fosfat-fosforu konsantrasyonlarının ortalaması yaklaşık $57 \mu\text{g/L}$ dir.

Kış ölçümlerinde çözünen fosfat-fosforu konsantrasyonu $14 \mu\text{g/L}$ ile $141 \mu\text{g/L}$ arasında dağılım göstermektedir. En düşük fosfat fosforu miktarı Marmara denizi ortasında kıyılardan uzakta 23 numaralı istasyonda yüzeyde $14 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek fosfat-fosforu konsantrasyonu Büyükçekmece yakınlarındaki 19 no.lu istasyonda $141 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Üzerinde kış döneminde çalışılan istasyonlardaki yüzey suyu çözünen fosfat-fosforu konsantrasyonlarının ortalaması yaklaşık $71 \mu\text{g/L}$ dir.

IV.3.YÜZEY AKTİF MADDE MİKTARININ MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİ

A.Yaz 2009 Anyonik yüzey aktif madde ($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

derinlik (m)	istasyonlar														
	1b	6b	6	2	1i	3i	5i	7i	3	17	19	23	33	34	40
0.5	133	189	234	94	129	110	42	101	268	69	123	62	112	134	101
10			160		117	117	49	68	158	62	125	53	112	84	101
20.0	80	216													
25			115												
30		230													
50.0	84		103	98	240	127	84			62		53	114	81	109
100.0				108	195								118		
200.0				137	212				69			57			110
250									40	64					
300.0				110	345										
400.0				91						59		57			
500.0				77					37						98
600												52			
750															98
800												49			
1000									262						96

Tablo IV.6. 2009 Yaz Anyonik yüzey aktif madde ($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

B. 2010 Kış Anyonik yüzey aktif madde($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

derinlik (m)	istasyonlar											
	1b	8	1i	4i	6i	3	17	19	22	23	33	40
0.5	91	75	145	85	75	87	105	144	66	95	71	118
10.0	93	75	128	77	101	85	87	107	72	79	70	120

Tablo IV.7. 2010 Kış Anyonik yüzey aktif madde ($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

2009 Yaz döneminde yaptığımız çalışmamızda yüzey aktif madde konsantrasyonları $37 \mu\text{g/L}$ ile $345 \mu\text{g/L}$ arasında dağılım göstermiştir. En düşük yüzey aktif madde konsantrasyonu Marmara Denizi iç kısımlarında kıyılardan yeterince uzakta olan 3 numaralı istasyonda 500 m’de $37 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek yüzey aktif madde konsantrasyonu İzmit Körfezi’nin iç kısmında 1i istasyonunda 300 m’de $345 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür.

Kış ölçümlerinde anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonu $66 \mu\text{g/L}$ ile $145 \mu\text{g/L}$ arasında değişmektedir. En düşük anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonu Marmara Denizi ortalarında olan 22 numaralı istasyonda yüzeyde $66 \mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek anyonik aktif madde konsantrasyonuna İzmit Körfezi ağzındaki 1i numaralı istasyonda yüzeyde $145 \mu\text{g/L}$ olarak gözlenmiştir.

Yapılan çalışmada İzmit Körfezi içindeki ve onunla ilişkili istasyonlarda fosfat fosforu ve anyonik yüzey aktif madde konsantrasyonlarında daha düşük değerlere rastlandığı görülmüştür.. Bu durumun kış aylarında artan yağışların körfezde su değişimini hızlandığı ve kirleticileri deniz içine sürüklenmesi ile ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ayrıca İstanbul, Tekirdağ ve Kocaeli gibi büyük yerleşimlere yakın olan ve arıtmanın yetersiz olduğu yerleşimlerin yakınlarında her iki kirleticinin konsantrasyonu diğer istasyonlara kıyasla daha yüksektir. İstanbul Boğaz’ının da bu yoğunluktan etkilendiğini söylemek mümkündür. .

IV.4. KLOROFİL-A MİKTARININ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

A. 2009 Yaz Klorofil Chl-a ($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

derinlik (m)	istasyonlar														
	1b	6b	6	2	1i	3i	5i	7i	3	17	19	23	33	34	40
0.5	13,5	17,4	41,4	5,3	27,6	23,3	18,5	2,9	20	30,7	4	28,8	26,1	26,8	5,6
10			15,6		12,1	11,2	10,8	2,7	9,4	4,6	4,9	11,4	9,9	12,2	5,4
20	2,8	1,4													
25			6,2												
30		8,3													
50	1,3		6,2	4,6	4,7	4,4	4			4,4		4,4	4,8	4,7	4,8
100				4,6	4,7								4,7		
200				4,6	4,7				4,6			4,7			4,3
250									4,6	4,1					
300				4,6	4,7										
400				4,6						4,1		4,7			
500				4,6					4,6						4,3
600												4,7			
750															4,3
800												4,7			
1000									4,6						4,3

Tablo IV.8. 2009 Yaz Klorofil Chl-a ($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

B. 2010 Kış Klorofil Chl-a ($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

derinlik (m)	istasyonlar											
	1b	8	1i	4i	6i	3	17	19	22	23	33	40
0.5	0,5	0,2	1	1,9	2,4	0,8	1	1,2	2,2	0,9	1,1	1
10.0	1	0,6	1	4,3	2	2	1,1	0,6	1,6	2,6	1,3	1,3

Tablo IV.9. 2010 Kış Klorofil Chl-a ($\mu\text{g/L}$) ölçümleri

Bu çalışmada klorofil-a değerleri $1,3 \mu\text{g/l}$ - $27,6 \mu\text{g/l}$ arasında dağılım göstermiştir. En düşük klorofil a miktarı 1b istasyonunda $45,1 \text{ m}^3$ 'de $1,3 \mu\text{g/l}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek klorofil a miktarı ise 1,7 m³'de $27,6 \mu\text{g/l}$ olarak 1i istasyonunda belirlenmiştir.

Çalışmada klorofil-a değerleri $1,3 \mu\text{g/l}$ - $27,6 \mu\text{g/l}$ arasında dağılım göstermiştir. En düşük klorofil a miktarı 1b istasyonunda $45,1 \text{ m}^3$ 'de $1,3 \mu\text{g/l}$ olarak ölçülmüştür. En yüksek klorofil a miktarı ise 1,7 m³'de $27,6 \mu\text{g/l}$ olarak 1i istasyonunda belirlenmiştir.

Yaz ölçümleriyle karşılaştırıldığında kış ölçümlerindeki klorofil-a miktarının önemli ölçüde düştüğü görülmektedir.

BÖLÜM V.

SON DEĞERLENDİRMELER ve ÖNERİLER

Marmara Denizi evsel atıklar ve sanayi atıkları nedeniyle önemli bir kirliliğe maruz kalmaktadır. Kış aylarında atık suların kirlilik miktarına bağlı olarak fosfat fosforu ve anyonik yüzey aktif madde miktarında genel olarak bir artma görülmüştür. ÇO miktarında hava sıcaklığına bağlı olarak genel yükselme görülmektedir. Klorofil-a miktarı kış döneminde ışık miktarının azalmasına bağlı olarak genel bir azalma görülmektedir. Yoğun yerleşimin ve sanayi tesislerinin olduğu bölgelerden gelen atık suların denize karıştığı bölgelerde yer alan istasyonlarda fosfat fosforu ve anyonik yüzey aktif madde miktarlarında gözle görülür bir artış görülmektedir. İstanbul Boğazı'nın Karadeniz girişinde yer alan 1b istasyonunda fosfat fosforu, anyonik yüzey aktif madde miktarı, klorofil-a miktarları düşük bununla beraber ÇO içeriği olarak yüksektir. Haliç ağzına yakın bir bölgede yer alan 6b istasyonunda fosfat fosforu ve anyonik yüzey aktif madde miktarında yükseklik söz konusudur. İstanbul Boğazı'nın Marmara deniz açıklarında yer alan 6 numaralı istasyonda fosfat fosforu, anyonik yüzey aktif madde miktarı ve klorofil-a miktarlarında bir yükseklik söz konusudur fakat DO miktarı ortalama seviyededir. Adalar bölgesine yakın olan 2 numaralı istasyonda fosfat fosforu, anyonik yüzey aktif madde, klorofil-a ve ÇO değerleri düşük seviyededir. Yenikapı açıklarında yer alan kış döneminde ölçümleri yapılan 8 numaralı istasyonda fosfat fosforu, anyonik yüzey aktif madde miktarı ve klorofil-a değerleri düşük fakat ÇO değeri olarak yüksektir. İzmit körfezinde yer alan 1i, 3i, 4i, 5i, 6i ve 7i istasyonları batıdan doğuya doğru sıralanmaktadır. 1i, 3i, 5i ve 7i istasyonlarında yaz döneminde ölçüm yapılmıştır. 1i, 4i ve 6i istasyonlarında kış döneminde ölçüm yapılmıştır. İzmit körfezinin içine girdikçe fosfat fosforu ve yüzey aktif madde konsantrasyonlarında yükselme klorofil-a ve ÇO miktarında düşme görülmektedir. Körfezin en doğusunda yer alan 7i istasyonunda yüzeydeki klorofil-a ve ÇO değerleri en düşük noktadadır ve bölgedeki sular otröfik bir yapıya bürünmüştür. Karpuzlu ve Araplı derelerinin döküldüğü Yalova açıklarında ki 3 numaralı istasyonda fosfat fosforu, anyonik yüzey aktif madde, klorofil-a ve ÇO değerleri ortalama değerlerdedir. Marmara Denizi'nin ortalarında bulunan ve karaya uzak olan 17 ve 13 numaralı istasyonlarda fosfat fosforu ve yüzey aktif madde miktarı düşük dolup klorofil-a ve ÇO içeriği yüksektir. Hem yaz hem de kış dönemlerinde ölçüm yapılan Büyük çekmece gölünün açıklarında yer alan 19 numaralı istasyonda fosfat fosforu, anyonik yüzey aktif madde miktarları görece yüksek, klorofil-a ve ÇO içerikleri düşüktür. Kınık deresinin açıklarında yer alan 22 numaralı istasyonda fosfat fosforu, anyonik yüzey aktif madde, klorofil-a ve ÇO içerikleri ortalama seviyelerdedir. Tekirdağ'ın batısında Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi girişine yakın

olan 34 ve 40 numaralı istasyonlarda fosfat fosforu ve anyonik yüzey aktif madde miktarı görece yüksek olmasına rağmen klorofil-a ve ÇO miktarı da yüksektir.

V.1. ÇO Verilerinin Önceki Yılların Verileri İle Karşılaştırılması

Çalışmada görüldüğü üzere Marmara Denizin kuzeyi ve İstanbul Boğazı'nda deniz suyu kirliliği karaya yakın olan, İzmit körfezi gibi su sirkülasyonun düşük olduğu kapalı bölgelerde daha fazladır. Karadan uzaklaştıkça kirlilik miktarında azalma olduğu gibi deniz yaşamı için önemli olan ÇO miktarında artma görülmektedir. Çalışma bulgularımızı 1983 yılında yapılan çalışma(31) bulguları ile karşılaştırmak için aşağıdaki tabloları kullanabiliriz

	2009 yaz					1983 yaz		
istasyonlar	6	2	3	17	19	1	2	3
derinlik (m)								
0.5	6,05	5,56	6,41	6,05	5,98	7	6,48	7,5
10.0	5,47	0,94	5,32	5,77	4,86	6,76	6,74	7,59

	2010 kış			
istasyonlar	8	3	17	19
derinlik (m)				
0.5	8,5	7,4	9,1	9,1
10.0	5,2	6	8,6	7,89

TabloV.1. 1. Bölge ÇO (mgO/L) miktarı

	2009 yaz	1983 yaz	
istasyonlar	23	23	24
derinlik (m)			
0.5	6,1	5,2	6,1
10.0	5,13	5,7	5,6

	2010 kış	
istasyonlar	22	23
derinlik (m)		
0.5	8,9	8,9
10.0	7,79	8,1

TabloV.2. 2.Bölge ÇO (mgO/L) miktarı

	2009 yaz		1983 yaz	
istasyonlar	33	40	33	34
derinlik (m)				
0.5	6,25	7,18	6,2	5,3
10.0	5,75	7,09	6,9	5,2

	2010 kış	
istasyonlar	33	40
derinlik (m)		
0.5	7,9	7,92
10.0	6,41	6,65

TabloV.3. 3. Bölge ÇO (mgO/L) miktarı

	2009 yaz				1983 yaz			
istasyonlar	1i	3i	5i	7i	6	7	8	9
derinlik (m)								
0.5	5,91	5,94	5,9	4,23	7,4	6,1	4,3	5,7
10.0	4,99	5,55	4,43	3,34	6,9	7,1	5,6	5,9

	2010 kış		
istasyonlar	1i	4i	6i
derinlik (m)			
0.5	8,2	6,9	6,1
10.0	8,14	3,1	4,1

TabloV.4. 7. Bölge ÇO (mg O/L) miktarı

7.bölgede yer alan İzmit körfezinde ise durum tam tersidir. 1983 yılında yapılan ölçümlerle 2009 yılında yapılan ölçümler karşılaştırıldığında ÇO miktarında düşme olduğu görülmektedir. 2009 Yaz ve 2010 kış ölçümlerinde 7. Bölgede yüzey ve 10 m arasında ÇO miktarındaki düşme dikkat çekecek orandadır.

V.2. Fosfat fosforu Verilerinin Önceki Yılların Verileri İle Karşılaştırılması

Fosfat fosforu verilerinin yıllık ortalama şeklinde rapor edilmiş verilerle karşılaştırılması, araştırmanın yapıldığı dönemlerde bulunan verilerin önceki ortalamalardan daha yüksek olduğunu göstermektedir. Kanımız, bu durumun nedeninin İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ gibi büyük nüfuslu yerleşimlerin arıtma tesislerinde Fosfat fosforu giderimine ait yeterli giderim oranı sağlanamadığı, evsel sulara ek olarak dere ve yüzey sularının taşıdığı fosforlu bileşiklerin konsantrasyonu arttırdığı yönündedir. Önceki yıllardaki çalışmalarda da yüzeyde 20 µg P/ L, 40 µg P/L gibi yüksek

çözünen fosfat fosforu konsantrasyonlarına ise özellikle alt tabakalarda rastlandığı belirtilmektedir [34]. Çalışmamızdaki istasyonların konumları harita IV.2’de; karşılaştırma yapılan çalışmadaki istasyonlarının konumları harita IV.4 de ve sonuçlar tablo VI.4 ve tablo VI.5 de verilmiştir.

Harita V.1 istasyon konumları (34)

Tablo V.5. Üst tabakada (30 m>) yıllık Fosfat-fosforu konsantrasyon ortalamalarının önceki yılların değerleri ile karşılaştırılması(34)

Çalışma sonuçlarında görüldüğü üzere Marmara Denizi'nde ana kirlilik kaynağı karalarda gelen kirliliktir. Marmara Denizi'nde ki kirliliği azaltmak için atık suların arıtılmadan verilmesi engellenmelidir. Derin su deşarjları sadece atık suyun gözle görülmeyen bölgelere göndermektedir ve mevcut kirliliğin etkileri azaltmamaktadır, bu nedenle derin su deşarjları ile atık suların arıtılmadan verilmesi engellenmelidir. Gerekli önlemler alınmazsa bölgeye hayat kaynağı olan Marmara Denizi'nin ölmesi bölgeyi yaşanılabilir olmaktan çıkaracaktır.

KAYNAKLAR:

- [1] “İstanbul 2005 Yılı İl Çevre Durum Raporu” T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı İstanbul Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü(2006) 95, 102,103
- [2] Y.S.Sönmez, O. Hisar, M. Karataş, G. Arslan, M.S. Aras “Sular Bilgisi” Nobel yayın Dağıtım Ocak 2008, 157-158,79-91
- [3]” M.L.Artüz”Marmara Denizi’nin Değişen Oşinografik Şartlarının İzlenmesi Projesi 2007 Yaz Ayağı, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, Haziran 2008 13, 34, 102, 105
- [4], Fikret Baykut,Adnan Aydın, Sacide Baykut, “Çevre Sorunları ve Korunma”İstanbul Üniv.yayın No: 3449, Mühendislik Fakültesi Yayın No: 73, Güryay Matbaacılık, 1987, 42-60
- [5] Lütüfiye Soyal Eryılmaz, Turk. J. Zool., 25(2001)323-342
- [6] Neslihan Balkış, Bahadır Ergör, Müfit Giresunlu, Pak. J. Bot.,36(1)(2004)115-126
- [7] Peker F., “İstanbul Boğazı Deniz Kirliliğine Sebep Olan Kirletici Kaynaklar ve Su Kalitesinin Değişimleri” Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi (2007) 20,129
- [8] K.Cemal Güven, Selma Ünlü, Erdoğan Okuş, Ertuğrul Doğan, Vetsel Eroğlu, Hasan Sarıkaya, İzzet Öztürk, “Karadeniz, İstanbul Boğazı, ve Marmara Denizi’nde 1996-97 Yıllarına ait deterjan kirliliği “ Büyükşehirlerde Atıksu Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Sempozyumu, 18*20 Kasım 1998, İstanbul,193-202.
- [9] Yılmaz Ö. Sunlu U. Sunlu F.S., “İzmir Körfezi’nde Anyonik Deterjan Düzeylerinin Araştırılması” E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23 (2006) 107-111
- [10], F. Baykut, A. Aydın and M. I. Artüz, “Ecological Situation of Sea of Marmara” Chemosphere 16(2/3)(1987) 339-350).

[11], M. İlham Artüz, Prof. Dr. Fikret Baykut, “Marmara Denizi’nin Hidrografisi ve Su Kirlenmesi Açısından Bilimsel Etüdü” İst. Üniv. Çevre Sorunları Uyg.ve Araşt.Merk. Yayınları No:3,1986;

[12], S. Öztürk, “Marmara Denizi Havzası Kirlilik Yükleri Araştırması” Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2006, 10-11, 18, 22-31, 36-50

[13], A . Yılmaz, “Marmara Denizi Hidrolojisi ve Sirkilasyon Sistemi” Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2007, 1-4

[14], M. Kışlalıoğlu, F.Berkes, Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitapevi 2003, 131-141

[15], A. Kocataş, Oseanoloji – Deniz Bilimlerine Giriş Ege Üniversitesi yayınları, İzmir 2005, 104-119

[16] İstanbul Su Temini, Kanalisasyon ve Drenaj, Atık su Arıtma ve Uzaklaştırma Master Planı, Nihai Rapor, Çevresel Değerlendirme, Cilt 6 Kısım B, İSKİ, 1999

[17], N. Güven, “Boğazlar Bölgesinde Geçen Petrol ve Petrol Ürünleri Taşıyan Tankerlerin Çevresel Zararının Tanımlanması ve Baca Emisyonların Belirlenmesi” Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2008, 4-6,11-12

[18], François Carre, Okyanuslar, İletişim Yayınları, 1993

[19] E. Özsoy, Ş. Beşiktepe ve M. A. Latif, Türk Boğazlar Sistemi'nin Oşinografisi, <http://www.ims.metu.edu.tr/cv/ozweb/marme2000.doc>

[20] Ş.T. Beşiktepe, E. Özsoy, M. A. Latif, T. Oğuz, Marmara Denizi’nin Hidrografisi Ve Dolaşımı, <http://www.ims.metu.edu.tr/cv/ozweb/marms2000.doc>

[21] A. Ardel, A. Kurter, Marmara Denizi (Fiziki Etüd), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, İstanbul 1973, Cilt 10, Sayı 18-19,

[22] DİE, 2003, Çevre İstatistikleri, Bertaraf Yöntemine Göre Katı Atık Miktarı

[23] DİE, 2003, Çevre İstatistikleri, Kanalizasyon Şebekesi ve Atıksu Arıtma Tesisi Kullanım Durumları

[24], Ö. Egemen Enviromentand Water Pollution E.Ü. Faculty of FisheriesJournals, İzmir 2000, 14

[25] Kanalizasyon Şebekesi ve Arıtma Tesisi Kullanım Durumlarına Göre Belediye Sayısı, http://www.die.gov.tr/TURKISH/SONIST/CEVRE/atik/k_290605.xls

[26] Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Atık su Arıtma Tesisleri, <http://www.isu.gov.tr/default.asp?islem=21#1>

[27] Tatsi, Eski ve Yeni Düzenli Depolama Sahalarındaki Sızıntı Suyu, 2002 Özellikleri

[28], Prof. Dr. F. Baykurt, Denizlerdeki Anorganik Kirleticiler ve etkileri, Marmara Denizi ve Boğazlar' da Çevre Sorunları Sempozyumu 1-2 Haziran 1989, 27-36

[29], Fikret Baykut, Adnan Aydın, İ.Ü. Çevre Sorunları Araştırma Merkezi raporları, 1985

[30] K.Cemal Güven, Selma Ünlü, Erdoğan Okuş, Ertuğrul Doğan, Vetsel Eroğlu, Hasan Sarıkaya, İzzet Öztürk, “Karadeniz, İstanbul Boğazı, ve Marmara Denizi’nde 1996-97 Yıllarına ait deterjan kirliliği “, Büyükşehirlerde Atıksu Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Sempozyumu, 18*20 Kasım 1998, İstanbul,193-202.

[31] M.İ. Artüz, Prof. Dr. F. Baykut, Marmara Denzinin Hidrografisi ve Su Kirlenmesi Açısından Bilimsel Etüdü, İstanbul 1986,

[32] Marmara Denzinin Hidrografik Şartlarına Kısa Bir Bakış, Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Deniz Araştırmaları Kısım, İstanbul 1974

[33] M.İ. Artüz, K. Korkmaz, Marmara Denizinde 1978 Şubat Döneminde Yapılan Hidrografik Çalışmalar Ön Raporu, Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Su Kirlenmesi Araştırmaları Kısmı, İstanbul 1978

[34] E. Okus, I. Ozturk, H. I. Sur, A. Yuksek, S. Tas, A. Aslan-Yilmaz, H. Altıok, N. Balkis, E. Dogan, S. Ovez, A. F. Aydin, “Critical evaluation of wastewater treatment and disposal strategies for Istanbul with regards to water quality monitoring study results” Desalination 226 (2008) 231–248

[35] www.hidro.artuz.com

ÖZGEÇMİŞ

26.06.1980 tarihinde Denizli’de doğdu. 1998 yılında Denizli Anadolu Meslek Lisesi’nden mezun oldu. 2004 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tekstil Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. 2005 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme Bölümünden mezun oldu. Halen İstanbul Gümrük ve Muhafaza Başmüdürlüğü’nde Gümrük Muayene Memuru olarak görev yapmaktadır.