

2001-257



1956

METU

INSTITUTE
OF
MARINE SCIENCES



1975

MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

PK.28,ERDEMLİ, İÇEL, TURKEY

ULUSAL DENİZ ÖLÇME
VE
İZLEME PROGRAMI
AKDENİZ ALT PROJESİ

Proje No. DEBÇAG 7G (86)

KUZAY LEVANT DENİZİ'NİN OŞİNOGRAFİSİ

CİLT II

KİMYASAL OŞİNOGRAFI

İLKAY SALİHOĞLU
AYŞEN YILMAZ
ÖZDEN BAŞTÜRK
A. CEMAL SAYDAM

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
P.K. 28 Erdemli - İçel

Mayıs, 1987

ULUSAL DENİZ ÖLÇME
VE
İZLEME PROGRAMI
AKDENİZ ALT PROJESİ
Proje No. DEBÇAG 76

KUZEY LEVANT DENİZİ'NİN OŞİNOGRAFİSİ
CİLT II
KİMYASAL OŞİNOGRAFİ

İLKAY SALİHOĞLU
AYŞEN YILMAZ
ÖZDEN BAŞTÜRK
A. CEMAL SAYDAM

ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
P.K.28 Erdemli-içel

Mayıs, 1987

TEŞEKKÜR

Denizlerimizin sistematik bir şekilde bilimsel yönden incelenmesi 1986 senesinde başlayan Ulusal Deniz Ölçme ve İzleme Programı çerçevesinde sağlanan maddi ve manevi destek ile gerçekleşmeye başlamıştır. Önümüzdeki yıllarda, Kuzeydoğu Akdeniz'de bütün bilimsel yönleri ile sürdürülecek bu proje, çevre denizlerimizin önemli bir bölümünün yeterince tanınmasını ve ulusal çıkarlarımız doğrultusunda değerlendirilmesini sağlayacaktır. Ulusal Ölçme ve İzleme Programının planlanması, gerçekleşmesi ve koordinasyonunu sağlayan T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Seyir, Hidrografi ve Osinografi Hizmetleri Plan Koordinasyon Kurulu ve bu Kurul'un İcra Komitesi ile Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Deniz Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubuna teşekkürü bir borç biliriz.

Sunulan araştırmaya önemli katkıları bulunan Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü'ndeki araştırmacı, teknik ve gemici personele her türlü övgünün üzerindeki uyumlu ve özverili çalışmaları nedeniyle teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
Çizelgelerin Listesi.....	iv
Şekillerin Listesi.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KUZeyDOĞU AKDENİZ'İN KİMYASAL YAPISI.....	3
2.1. TEMEL BESİN TUZLARININ GENEL DAĞILIMI.....	3
2.1.1. Okyanuslarda Temel Besin Tuzu Dağılımı.....	4
2.1.2. Akdeniz'de Temel Besin Tuzu Dağılımı.....	5
2.2. KUZeyDOĞU AKDENİZ'DE TEMEL BESİN TUZU DAĞILIMI.....	6
2.2.1. Genel Yapısı.....	6
2.2.2. Fosfat, Silikat, Nitrat ve Nitritin Kuzeydoğu Akdeniz'de Düşey Dağılımı.....	7
2.2.3. Fosfat, Nitrat ve Nitritin Kuzeydoğu Akdeniz'de Yüzey Dağılımı.....	13
2.3. KLOROFİL- α 'NİN KUZeyDOĞU AKDENİZ'DE DAĞILIMI.....	14
2.4. HÜMİK MADDENİN KUZeyDOĞU AKDENİZ'DE DAĞILIMI.....	16
3. KUZeyDOĞU AKDENİZ'İN ÇEVRESEL KARAKTERİSTİĞİ.....	18

3.1. KİRLETİCİ KAYNAKLAR.....	18
3.1.1. Toplam Deşarj.....	20
3.1.2. Ağır Metaller.....	20
3.1.3. Organik Yük.....	22
3.1.4. Toplam Askı Yük.....	24
3.1.5. Poliaromatik Petrolhidrokarbonları.....	24
3.2. KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE KİRLETİCİLERİN DAĞILIMI.....	25
3.2.1. Kirleticilerin Deniz Suyunda Dağılımı.....	25
A. Ağır Metaller.....	25
B. DDPH ve Katran Yumruları.....	28
C. Klorür içeren Hidrokarbonlar	31
D. Toplam Askı Yük.....	32
E. Plastik ve Diğer Pelajik Maddeler.....	34
3.2.2. Kirleticilerin Sedimanda Dağılımı.....	35
A. Ağır Metaller.....	35
B. Petrol Hidrokarbonları.....	39
C. Klorür içeren Hidrokarbonlar.....	39
3.2.3. Kirleticilerin Organizmada Dağılımı.....	40
A. Ağır Metaller.....	40
B. Petrolhidrokarbonları.....	41
C. Klorür içeren Hidrokarbonlar.....	42
4. SONUÇLAR.....	43
KAYNAKLAR.....	45
ÇİZELGELER.....	55
ŞEKİLLER.....	71
EK-A DENEYSEL.....	118

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Doğu Akdeniz'de Besin Tuzlarının Konsantrasyon Aralığı.....	55
Çizelge 2.2. Akdeniz'de Birincil Üretimin Seviyesi.....	55
Çizelge 3.1. Kuzeydoğu Akdeniz'de Karasal Kaynaklardan Giren Toplam Kirleticiler Miktarları.....	56
Çizelge 3.2. Kuzeydoğu Akdeniz'e Karasal Kaynaklardan Giren Kirleticiler Yükleri.....	57
Çizelge 3.3. Kuzeydoğu Akdeniz'de Ağır Metallerin Tahmini Atmosferik Girdi Miktarları.....	57
Çizelge 3.4. Kaynaklarda Ölçülen Ortalama Toplam Civa, Kadmiyum ve Kalay Miktarları.....	58
Çizelge 3.5. Kaynaklarda Ölçülen Ortalama Kimyasal ve Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı.....	58
Çizelge 3.6. Kara Kökenli Kaynaklarda Ölçülen Ortalama TSS.....	59
Çizelge 3.7. Kara Kökenli Kaynaklarda Ölçülen Ortalama PAH.....	59
Çizelge 3.8. Kuzeydoğu Akdeniz'de Deniz Suyunda Ölçülen Anorganik ve Metil-Kalay Bileşiklerinin Miktarları.....	60
Çizelge 3.9. Kuzeydoğu Akdeniz Deniz Suyunda Civa Miktarları.....	61
Çizelge 3.10. Kuzeydoğu Akdeniz'de Ölçülen Ortalama DDPH Miktarları ve Değişim Aralıkları.....	62

Çizelge 3.11. Dünyanın Değişik Okyanuslarında Ölçülen DDPH Miktarları.....	62
Çizelge 3.12. Erdemli (İÇEL) Açıklarında Deniz Suyunda Ölçülen Klorlu- hidrokarbon Miktarları.....	63
Çizelge 3.13. Kuzeydoğu Akdeniz'de Plastik ve Diğer Yüzebilen Atıklar.....	64
Çizelge 3.14. Kuzeydoğu Akdeniz Yüzey Sedimanlarında Ağır Metal Miktarları.....	64
Çizelge 3.15. Sediman Örneklerinde Asite Ekstrakte Olabilen Kalay ve Metil-Kalay Ortalama Konsantrasyonu.....	65
Çizelge 3.16. Kuzeydoğu Akdeniz Sedimanlarında Ölçülen Civa Miktarları.....	66
Çizelge 3.17. Kuzeydoğu Akdeniz Sedimanlarında Ölçülen Organoklorürlü Bileşikler.....	66
Çizelge 3.18. Kabuklu Deniz Hayvanları ve Balıkta iz Metal Konsantrasyonları.....	67
Çizelge 3.19. Balık Örneklerinde Ortalama PAH Konsantrasyonu.....	68
Çizelge 3.20.a. Organizmada Klorürlü Organik Madde Miktarları.....	69
Çizelge 3.20.b. Erdemli Açıklarında Bir İstasyondan Alınan Plankton Örneklerinde Aylık Aralıklarla Ölçülen Klorürlü Hidrokarbonlar.....	70

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

SAYFA

Şekil 1.1. Kuzeydoğu Akdeniz'de Ölçüm Yapılan İstasyonlar.....	71
Şekil 2.1. Fosfat, nitrat ve silikatın okyanuslarda düşey dağılımı.....	72
Şekil 2.2. Fosfat, nitrat ve silikatın Akdeniz'de ve Doğu Atlantik'te düşey dağılımı.....	73
Şekil 2.3. Ortofosfatın Doğu ve Orta Akdeniz'de dağılımı..	74
Şekil 2.4.a. Doğu Akdeniz'de ortofosfatın düşey dağılımı	75
Şekil 2.4.b. Doğu Akdeniz'de silikatın (SiO_2 $\mu\text{g-at Si/l}$) düşey dağılımı.....	76
Şekil 2.4.c. Doğu Akdeniz'de $\text{NO}_3+\text{NO}_2-\text{N}$ 'in düşey dağılımı.....	77
Şekil 2.5.a. Ortofosfatın Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı.....	78
Şekil 2.5.b. Silikatın Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı.....	79
Şekil 2.6. Ortofosfatın Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı.....	80
Şekil 2.7. Nitrat+Nitritin Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı	81
Şekil 2.8. Silikatın Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı..	82
Şekil 2.9.a. Ortofosfatın TU 10 - TB 60 istasyonları arasındaki kesiti (Nisan, 1986).....	83
Şekil 2.9.b. Ortofosfatın TB 1 - TB 14-15 istasyonları arasındaki kesiti (Nisan, 1986).....	84
Şekil 2.9.c. Ortofosfatın TB 17 - TB 30 istasyonları arasındaki kesiti (Nisan, 1986).....	85
Şekil 2.9.d. Ortofosfatın TB 19 - TB 30 istasyonları arasındaki kesiti (Temmuz, 1986).....	86
Şekil 2.9.e. Ortofosfatın TB 1 - TB 14-15 istasyonları arasındaki kesiti (Temmuz, 1986).....	87

Şekil 2.9.f. Ortofosfatın TU 11 - TU 5 istasyonları arasındaki kesiti (Kasım, 1986).....	88
Şekil 2.10.a. Nitrat + Nitritin TB 19 - TB 30 istasyonları arasındaki kesiti (Temmuz, 1986).....	89
Şekil 2.10.b. Nitrat + Nitritin TB 14-15 - TB 1 istasyonları arasındaki kesiti (Temmuz, 1986).....	90
Şekil 2.10.c. Nitrat + Nitritin TU 11 - TU 5 istasyonları arasındaki kesiti (Kasım, 1986).....	91
Şekil 2.11.a. Ortofosfatın Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Nisan, 1986).....	92
Şekil 2.11.b. Ortofosfatın Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Temmuz, 1986).....	93
Şekil 2.12. Nitrat + Nitritin Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Temmuz, 1986).....	94
Şekil 2.13. Klorofil- α nın Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı.....	95
Şekil 2.14. Kuzeydoğu Akdeniz'de ışık geçirgenliği.....	96
Şekil 2.15.a. Klorofil- α nın Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Nisan, 1986).....	97
Şekil 2.15.b. Klorofil- α nın Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Temmuz, 1986).....	98
Şekil 2.16. Hümk maddenin Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı	99
Şekil 2.17. Kuzeydoğu Akdeniz'de hümk madde ve klorofil- α profilleri.....	100
Şekil 2.18.a. Hümk maddenin Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Nisan, 1986).....	101
Şekil 2.18.b. Hümk maddenin Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Temmuz, 1986).....	102
Şekil 3.1. Kuzeydoğu Akdeniz'de kara kökenli kirletici kaynaklar.....	103

Şekil 3.2.	Kuzeydoğu Akdeniz'de cıvanın mevsimsel değişimi.....	104
Şekil 3.3.	Kuzeydoğu Akdeniz'de toplam askı yük miktarlarının mevsimsel değişimi.....	105
Şekil 3.4.	Cıvanın Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sularında dağılımı a. Nisan 1986 b. Temmuz 1986.....	106
Şekil 3.5.	Kuzeydoğu Akdeniz'de temel petrol üretim alanları ve taşıma yolları.....	107
Şekil 3.6.	Kuzeydoğu Akdeniz'de DDPH yüzey dağılımları. a. Nisan 1986 b. Temmuz 1986.....	108
Şekil 3.7.	Kuzeydoğu Akdeniz'de DDPH frekans dağılımı....	109
Şekil 3.8.	Kuzeydoğu Akdeniz'de katran yumruları ve ölçüldükleri alanlar.....	110
Şekil 3.9.	Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askı Yükün frekans dağılımı.....	111
Şekil 3.10.	ODTU, DBE tarafından yapılan saha çalışmaları (Toplam askı yük).....	112
Şekil 3.11.	Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey akıntı sistemi....	113
Şekil 3.12.	Türkiye'nin Akdeniz kıyıları boyunca ölçülen plastik madde miktarları.....	114
Şekil 3.13.	Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sedimanlarında karbonatlardan arındırılmış ağır metallerin dağılımı.....	115
Şekil 3.14.	<i>Mullus surmuletus</i> (Tekir)'ta ölçülen cıva konsantrasyonu.....	117

1. Giriş

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen ve üç yıllık "Ulusal Ölçme ve İzleme Programı" çerçevesinde yürütülen DEBÇAG-7G Kod No'lu "Akdeniz Alt Projesi" çerçevesinde 1986 yılına ait bulgular ışığında elde edilen sonuçlar kesin rapor olarak sunulmuştur.

Projenin birinci yılı olan 1986 da, ilkbahar, yaz ve sonbahar ölçümleri yapılabilmistir. Proje bütçesindeki ödenek yetersizliği nedeniyle kıs ölçümleri yapılamamıştır. ilkbahar dönemine ait bulgular R/V BiLiM Araştırma Gemisi ile düzenlenen Nisan 1986 seferinde, yaz bulguları Temmuz 1986 ve sonbahar bulguları Kasım 1986'da toplanmıştır. Kasım 1986 ayına ait ölçüm istasyonu sayısı, proje sözleşmesinde öngörülenlerden daha azdır. Bunun nedeni, I. Ciltte belirtildiği gibi sözkonusu dönemde uydu navigasyon cihazında meydana gelen arızadır. Bu seferlere ait ölçüm istasyonları Şekil 1.1'de gösterilmiştir.

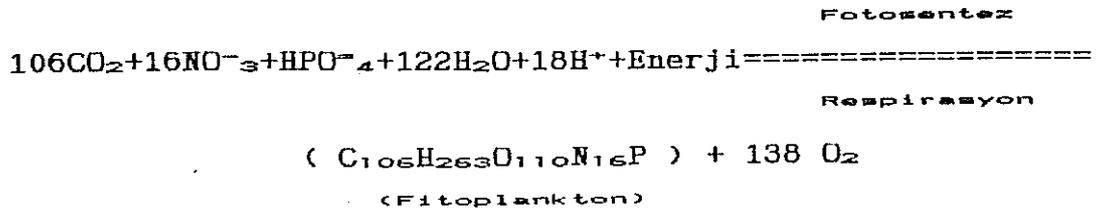
Fiziksel değişkenlerin değerlendirilmesi ve yorumu, bu raporun I Cildinde sunulmuştur. Raporun II Cildini oluşturan bu kısımda kimyasal bulguların değerlendirilmesi yapılmıştır. Kimyasal değişkenlerin yorumunda, proje kapsamında olmamasına rağmen, bir bütünlük sağlayabilmek amacı ile Kuzeydoğu Akdeniz'de bugüne kadar yapılan araştırma sonuçlarının da derlemesi yapılmıştır. Daha fazla kirlenmeye yönelik olan literatür bilgileri, bu projede elde edilen sonuçları tamamlar mahiyettedir ve açıklanmasına yardımcı olmaktadır.

Sunulan raporun birinci bölümü doğal değişkenlerin, örneğin temel besin tuzları, klorofil- α vb gibi, ikinci bölümü ise kirleticilerin deniz ortamındaki dağılımına ayrılmıştır. Son bölüm ise bir yıllık çalışma sonunda varılan sonuçları içermektedir. Deneysel kısım, birinci ve ikinci altı aylık Ara Raporlarda sunulduğundan, tekrarı önlemek amacı ile raporun asıl kapsamına alınmamış rapor sonunda EK-A'da sunulmuştur.

2. KUZBYDOĞU AKDENİZ'İN KİMYASAL YAPISI

2.1. TEMEL BESİN TUZLARININ GENEL DAĞILIMI

Deniz ortamında beslenme ağının birinci basamağı fitoplanktonlardan oluşmaktadır. Fitoplanktonların sağlıklı oluşumu için bazı eser elementlere ihtiyaç vardır. *Mikronütrient* olarak tanımlanan bu elementlerin en önemlileri azot ve fosfordur. Silikonlu iskelet ve/veya hücre duvarına sahip olan fitoplanktonların, örneğin diatomlar ve dinoflagellalar, azot ve fosforun yanı sıra silikona da gereksinimi vardır. Deniz ortamında fotosentez olayı, ışığın ulaşabildiği ilk 100 metrelik derinliklere kadar olmaktadır. Fotosentez olayının yürüyebilmesi için deniz suyunda mikronütrientlerle birlikte, temel taşı olan anorganik karbonun bulunması şarttır. Fotosentez olayı basit olarak aşağıdaki denklemle açıklanabilir:



(Respirasyon (parçalanma) sonucu oluşan nitrat iyonu (NO_3^-) ortamdaki oksijenin yetersiz olması halinde önce nitrit (NO_2^-) ve anoksik koşullarda ise amonyaka (NH_3) dönüşmektedir.)

Fotosentez sonucu oluşan fitoplanktonların bir kısmı yüzey (ilk 100 metre civarında) tabakadaki canlılar tarafından tüketilmekte, bir kısmı ise hayatiyetini yitirip dibe doğru

çökmektedir. Çökme işlemi sırasında, organik yapıdaki bu maddelerin büyük bir kısmı bakteriler tarafından parçalanıp (respirasyon) besin elementleri iyonik hale dönüştürülmektedir. Bu olaylar zinciri sonucu, yüzey sularındaki mikronütrient miktarı azalmakta, derin sularda ise artmaktadır. Azot, fosfor ve silikonun deniz ortamında oluşan iyonik tuzları genellikle *temel besin tuzları* olarak tanımlanmaktadır. Üç büyük okyanustaki temel besin tuzu dağılımı Akdeniz'dekilerle birlikte kısaca tartışıldıktan sonra Kuzeydoğu Akdeniz'de bu çalışmadan elde edilen sonuçlar incelenecektir.

2.1.1. Okyanuslarda Temel Besin Tuzu Dağılımı:

Atlantik Okyanusu, Pasifik Okyanusu ve Hint Okyanusunda, yatışkın haldeki (steady state) anorganik fosfat, nitrat ve silikat konsantrasyonlarının derinlikle olan değişimlerinin tipik örnekleri Şekil 2.1 de verilmiştir. Pasifik ve Hint Okyanusundaki anorganik fosfat miktarları eşit olup derinlikle dağılımı benzerlik göstermektedir. Atlantikdeki düşey dağılım trendi aynı olmasına karşın miktarca daha azdır (Şekil 2.1.a). Genelde fosfatça fakir ince yüzey tabakasından sonra, temel besin tuzu miktarında hızlı değişkenlik gözlenen birkaç yüz metrelik tabaka gelmektedir. 2000 metre derinliğe kadar olan kalınca tabaka en yüksek fosfat miktarlarını içermektedir. Bu derinliğin altında fosfat homojen dağılım göstermektedir.

Atlantik'de 350 metre ile 800 metre arasında nitrat belirgin olarak en yüksek değerine ulaşmaktadır (Şekil 2.1.b). Hint Okyanusu ile Pasifik Okyanusu'nda nitrat miktarları genelde Atlas Okyanusu'ndakilerden daha fazla olup, dip su dolasının farklılığı nedeniyle belirgin maksimum değeri yoktur. Yaklaşık 1000 metreden sonra her üç

okyanusta, nitrat değerleri derinlikten bağımsız olarak homojen bir dağılım göstermektedir.

Şekil 2.1.c'den görüldüğü üzere yüzey sularındaki silikat miktarları genellikle dsktr ve derinlikle hızla artmaktadır. Okyanuslardaki genel dağılımı farklılık göstermektedir ve konsantrasyonunu belirleyen faktörlerin baőında Antarktik'ten olan girdiler, diatomların dibe çökme sırasında olan parçalanma hızları ve su kütlelerinin hareketi gelmektedir. U okyanus arasındaki en belirgin farklılık Pasifik'in silikatca diğerlerinden daha zengin oluşudur.

2.1.2. Akdeniz'de Temel Besin Tuzu Dağılımı:

Akdeniz, genelde temel besin tuzları yönünden fakir olarak bilinmektedir. Atlantik'ten olan su akımı, Atlantik yüzey sularının temel besin tuzu yönünden fakirliği nedeniyle Akdeniz'e besin tuzlarını taşıyamamaktadır. Akdeniz, yalnız nehirlerin taşıdığı biyolojik kökenli besin tuzlarından yararlanabilmektedir. Buna karşın Cebeli Tarık'tan olan sürekli alt akıntılarla Atlantiğe besin tuzu kaybı olmaktadır. Bu nedenle de Akdeniz orta ve alt tabaka sularında besin tuzu birikimi olamamaktadır. Şekil 2.2'de Akdenizin değişik yerlerindeki temel besin tuzu dağılımı gösterilmiştir. Karşılaştırma amacı ile Őekle Doğu Atlantikten alınan bulgular da dahil edilmiştir. Şekil 2.2 den açıkca görüldüğü gibi Adriyatik Denizi, Ege Denizi ve Levant Baseninde temel besin tuzu oldukca dsktr. Nedeni de kara kaynaklı girdilerin az oluşu, upwelling olayının zayıf oluşu ve su dolaőımının yetersizliğidir. Kuzey Afrika kıyılarından yalnız Nil Nehrinden tatlı su girdisi vardır ve diğer girdilerin tümü Avrupa kıyılarından olmaktadır.

Tüm Akdeniz'de ortofosfat (Doğrudan doğruya kullanılabilir besin tuzu) miktarları 0.1 ile 0.5 $\mu\text{g-atP/l}$ arasında değişmektedir. Doğu Akdeniz ortalama değerleri batıdakiden daha azdır. Doğu Akdeniz'e özgü ortalama ortofosfat değerleri Şekil 2.3'te verilmiştir. Akdeniz genelde diğer besin tuzları açısından da fakirdir, örneğin nitrat ortalama değeri 0.1-5.0 $\mu\text{g-atN/l}$ ve silikat değeri 2-10 $\mu\text{g-atSi/l}$ dir (McGill, 1961; 1965; 1969; Miller ve diğ., 1970).

Çizelge 2.1 Doğu Akdeniz'de İsrail'li araştırmacılar tarafından ölçülen besin tuzu miktarlarını içermektedir. Çizelgede verilen değerler oldukça düşük olup, İsrail kıyıları açıklarındaki temel besin tuzlarının düzey dağılımları Şekil 2.4 de gösterilmiştir. Şekilde hemen hemen tüm besin tuzlarının 100 metrenin altında derinlikle arttığı görülmektedir. Anorganik fosfat 100 ile 300 metre arasında değişmekte sonra da sabit kalmaktadır (Şekil 2.4.a). Şekil 2.4. b-c'de ise silikat ile nitrat+nitrit miktarları 100-500 metre aralığında artmakta, daha derinlerde ise sabit kalmaktadır.

2.2. KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE TEMEL BESİN TUZU DAĞILIMI:

2.2.1. Genel Yapısı:

Daha önceki konularda belirtildiği üzere, yüzey suları genelde temel besin tuzları bakımından fakirdir. Akdeniz yüzey suları Doğu Atlantik'ten geldiğinden, Akdeniz temel besin tuzlarınca fakirdir. Doğu Atlantik'ten Akdeniz'e giren su kütlesi genel dolasımı içerisinde yer yer besin tuzu almasına rağmen daha da fakirleşmektedir. Levant Baseni'nde oluşan ve besin tuzlarınca nispeten zengin olan ara tabaka suları (Levantine Intermediate Water) Cebeli Tarık alt akıntısı ile Akdenizi terk eder. Böylece Akdeniz sürekli olarak temel besin tuzlarınca fakir kalmaktadır. Bu özelliği

birincil üretimin seviyesine de yansımaktadır. Batı Akdeniz, Atlantik suyu ve kara kökenli girdileri nedeniyle Doguya göre daha üretkendir. Dogu Akdeniz'de birincil üretim bulgusunun az olmasına rağmen Çizelge 2.2'de karşılaştırma amacı ile Akdeniz'in çeşitli yerlerinde ölçülen birincil üretim sonuçları verilmiştir.

Kuzeydogu Akdeniz'deki çeşitli mevsimlerdeki su kütlesi hareketleri Ozturgut (1976), Collins ve Banner (1979), Ovchinnikov (1966), Ozsoy ve dig., (1986) tarafından tanımlanmıştır. Tüm Levant Basenindeki su kütlelerinin durumu ise Unlüata (1986) tarafından ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Ayrıntılı ve düzenli bulgu toplama ve değerlendirme bu çalışmada gerçekleştirilmiştir. Tüm çalışmalar siklonik dolasının Kuzeydogu Akdeniz'de etkili olduğunu göstermektedir. Bunlara en iyi örnek, değişken ve yarı kararlı olmasına rağmen oldukça geniş bir alana yayılmış olan Rodos girdabıdır. Burada temel besin tuzu zenginleşmesi diğer alanlara oranla daha fazladır. Birincil üretimin ve genelde üretimin bu yörede yüksek olması beklenmektedir. Iskenderun Körfezi açıklarında ise antisiklonik hareketler etkili olduğundan temel besin tuzları dibe doğru kayıp olmakta ve birincil üretim düşmektedir.

2.2.2. Fosfat, Silikat, Nitrat ve Nitritin Kuzeydogu Akdeniz'deki Düşey Dağılımı:

Orta Dogu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından 1983 yılında R/V Bilim gemisi ile Kuzeydogu Akdeniz'de ölçülen temel besin tuzlarından ortofosfat ve silikatın derinlikle olan değişimi Şekil 2.5'de gösterilmiştir. Yüzey tabakada gerek silikat ve gerekse fosfat düşük konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Düşey dağılımdaki değişiklikler oldukça az olup yaklaşık 100

metreden sonra artış olmakta ve sözkonusu artış 500 metreye kadar devam etmekte ve 500 metrede maksimum değerine ulaşmaktadır. Bu derinlikten sonra ise sabit kalmaktadır. Şekil 2.5'te görülen mevsimsel değişiklikler birincil üretim sırasında olan temel besin tuzu kullanımı ve/veya fitoplanktonların biyolojik parçalanmasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışma sırasında 1986 yılında Kuzeydoğu Akdeniz'de ölçümü yapılan fosfat ve nitrat+nitrit derinlikle olan değişimleri sırası ile şekil 2.6 ve 2.7'de gösterilmiştir. 1986 Yılında teknik nedenlerle silikat ölçüm olanağı bulunamadığından, karşılaştırma yapabilmek amacı ile 1987 yılı Şubat ayında aynı yerden ölçümü yapılan silikat değişimi Şekil 2.8'de gösterilmiştir, bu nedenle şekil 2.6 ve 2.7'ye 1987 yılı Şubat değerleri de dahil edilmiştir. Şekillerden açıkça görüldüğü üzere tüm besin tuzlarının konsantrasyonu derinliğe bağımlı olarak artmaktadır.

İlkbaharda (Nisan 1986), ortofosfat miktarları ilk 100-250 metre derinliğe kadar 0.0 ve 0.1 $\mu\text{g-at-P/l}$ arasında değişmektedir. Bu derinliğin altında konsantrasyon biraz daha artmakta ve 500-900 metre derinliklerde yaklaşık 0.3 $\mu\text{g-at-P/l}$ 'ye yükselmektedir. Kış sonları ve ilkbahar başlangıcında, karışım nedeniyle alt tabakalardaki besin tuzları yüzeye çıkmakta ve ilkbahar patlaması olarak tanımlanan birincil üretim olayı gerçekleşmektedir. Birincil üretim sırasında fotosentezle temel besin tuzları kullanıldığından miktarlarında azalma olmaktadır. Şekil 2.6'da görülen ilkbaharda yüzeydeki düşük ortofosfat miktarları büyük olasılıkla birincil üretim sırasında olan kullanımdan kaynaklanmaktadır. Nitekim yaz ve sonbaharda yüzeyde ölçülen ortofosfat miktarları nispeten daha yüksek olup ortalama değerleri 0.1-0.2 $\mu\text{g-at-P/l}$ dir. Daha derin sularda ölçülen ortofosfat değerleri ise 0.4 $\mu\text{g-at-P/l}$ değerine ulaşmaktadır. Yaz ve sonbahardaki artışın nedeni

büyük olasılıkla, ilkbahardaki birincil üretimle oluşan fitoplanktonların bir kısmının dibe doğru çökerken, üretimin (fotosentezin) olmadığı derinliklerde bakteriler tarafından parçalanmaya (bozunmaya) uğraması sonucu temel besin tuzlarının açığa çıkmasıdır. Böylece temel besin tuzları derin sularda birikim gösterir.

Seçilmiş istasyonlarda 1986 yılının değişik mevsimlerinde ve 1987 yılı kışın (Şubat) ölçülen nitrat+nitritin derinlikle değişimi Şekil 2.7'de gösterilmiştir. Yüzeiden 100 metre derinliğe kadar ortalama nitrat+nitrit değeri 0 ile 1 $\mu\text{g-at-N/l}$ arasında değişmektedir. 500 metre derinliğe kadar hızlı bir artış olmakta ve sonra sabit kalmaktadır. Derin sulardaki nitrat+nitrit konsantrasyonu 4.0-6.5 $\mu\text{g-at-N/l}$ arasında değişmektedir.

Silikat ölçümü ancak 1987 yılında gerçekleştirilebildiğinden Kuzeydoğu Akdeniz'e örnek olarak Şekil 2.8 de verilmiştir (Gerçekte silikat değerlendirmesi ancak 1987 yılı programı sonunda yapılabilecektir). Kapsanan istasyon sayısı az olmasına karşın, ilk 100 metre derinlikte, SiOH_4 formundaki silikat değerleri ortalamasının 0-1 $\mu\text{g-at-Si/l}$ olduğunu göstermektedir. Açık deniz istasyonlarında silikat derinlikle artmakta, örneğin Antalya Baseninde 100 metreden sonra 4-5 $\mu\text{g-at-Si/l}$ ulaşmasına karşın, kıyıya yakın yerlerde 300 metrelik derinliklere kadar değişim göstermemektedir. Büyük olasılıkla bu davranış su kütlelerinin hareketi ile bağdaşmaktadır, ancak konunun daha ayrıntılı araştırılması gerekmektedir.

Nisan 1986'da ölçülen ortofosfatın, Antalya Körfezi'nde, kıyıdan açığa doğru, Kuzey-Güney istikametinde TU 10 ile TB 60 istasyonu arasında çizilen hattaki derinlikle olan dağılımı Şekil 2.9.a'da gösterilmiştir. Şekildeki değerler, aynı zaman ve konumda ölçülen ve su kütlesi hareketleri hakkında ayrıntılı bilgi veren tuzluluk değerleri ile büyük

bir uyum içindedir. Örneğin TB 33-34 No'lu istasyon çevresinde 100 metre derinliğe kadar çıkan ortofosfatca zengin bir su kütlesi görülmektedir. Söz konusu su kütlelerinin upwelling olayı ile yüzeye çıktığı ve orada hapsediği, bu bölge için ayrıntılı olarak Cilt I Bölüm 4, 5 ve 6'da fiziksel olarak açıklanmıştır. Derinlerden yüzeye çıkan söz konusu kütlelerin çevresindeki diğer su kütlelerine oranla besin tuzlarınınca zengin olması doğaldır.

Kıyıya yakın bölgede, Doğu-Batı istikametinde TB 1 ile TB 14-15 istasyonları arasında Nisan 1986'da ölçülen fosfatın derinlik değişimi Şekil 2.9.b'de gösterilmiştir. Batıya (Rodos yakınlarına) gidildikçe fosfatca zengin su kütlesi yüzeye yaklaşmaktadır. Bu olay eufotik zondaki su kütlelerinin besin tuzları ile zenginleşmesini sağlamaktadır. Doğu uca yakın olan TB 4 ve TB 5-6 No'lu istasyonlarda yaklaşık 750 metre derinlikte olan 0.1 µg-at-P/l ortofosfatlı su kütlesi daha batıda yer alan Antalya Baseninde 100-200 metre civarında gözlenmiştir. Bu olay, yine su kütlesi hareketiyle, yani fiziksel olaylarla doğrudan ilişkili olup, Cilt I Şekil 5.9. a-c'deki deniz suyu tuzluluğu ve sıcaklığı ile uyum içindedir.

Temel besin tuzlarının su kütlelerinin hareketi ile olan ilişkisini gösterir bir diğer örnek, TB 17 ile TB 30 No'lu istasyonlar arasında ve açık denizde Doğu-Batı istikametinde alınan Nisan 1986 ya ait ortofosfat kesitidir (Şekil 2.9.c). TB 30 daki istasyonda fosfatca zengin sular oldukça derinde olduğu halde, batıya gidildikçe yüzeye doğru yaklaşmaktadır. Eşdeğer tuzluluk eğrileri TB 22 ve TB 23-24 istasyonları yakınlarında 300-800 metrelik konkav konturlar çizmektedir. Fosfatın çizdiği eğriler aynı özelliğe sahiptir.

Temmuz 1986'da, TB 19 ve TB 30 No'lu istasyonlar arasındaki kesitte ölçümü yapılan ortofosfat sonuçları Şekil 2.9.d'de

gösterilmiştir. Temmuz 1986'da (yaz mevsiminde) ölçülen ortofosfat konsantrasyonları Nisan 1986'dakilere (ilkbahar mevsimi) oranla daha yüksektir. Yazın yüksek besin tuzu ölçümü normaldir, çünkü yazın, su kütleleri ısınma nedeniyle tabakalaştığından karışım daha az olmakta, yüzeyde buharlaşma sonucu yoğunluğu artan yüzey suları dibe çökerken içerdikleri besin tuzlarını birlikte taşımaktadır. Nitekim 300 metrenin altında nispeten oldukça yüksek ortofosfat ölçülmüş olup, Cilt I Şekil 5.10.a-c'de verilen tuzluluk (dolayısı ile yoğunluk) eğrileri ile de uyum göstermektedir.

Şekil 2.9.e, Temmuz 1986'da Doğu-Batı istikametinde, TB 1 ve TB 14-15 No'lu istasyonlar arasındaki kesitte ölçülen ortofosfat konsantrasyonlarını içermektedir. Kesit, genelde TB 19-TB 30 kesiti ile aynı karaktere sahiptir. İskenderun Körfezi açıklarında yüzeyde düşük konsantrasyonda ortofosfat ölçülürken, Antalya Baseni'nde yüzey tabakadaki konsantrasyonlar beklenenin çok üstündedir. Yüksek ortofosfat değeri (ortalama 0.6 µg-at-P/l) ya gerçektir veya ölçüm hatası sonucu elde edilmiştir. Gerçeğin ne olduğu 1987 ve daha sonraki yıllarda aynı mevsim ve konumda yapılacak ölçümler sonucu anlaşılabacaktır.

Kasım 1986 da ancak bir kesit elde edilebilmiştir. Kesit kıyıya yakın olup Doğu-Batı istikametindeki TU 5 ile TU 11 istasyonları arasında alınmıştır (Şekil 2.9.f). Kasım ayı (Sonbahar Mevsimi) iklim koşullarında olan değişiklikler nedeniyle, tabakalaşmanın ortadan kalktığı ve su kütlelerinin karışımının olduğu zamandır. Nitekim Şekil 2.9.f'de verilen ortofosfat değerleri derinlikle homojen dağılım göstermektedir. İskenderun açıklarında antisiklonik girdaptan dolayı, derinlerde 400-600 metre civarında sıkışıp kalan ortofosfatça zengin su kütlesi vardır.

Fitoplanktonların oksijence zengin ortamda biyolojik parçalanması sonucu, yapısında bulunan azot, nitrat iyonu

halinde açığa çıkmaktadır. Nitrit ve özellikle amonyakın oluşması için ortamdaki oksijenin tamamına yakınının tüketilmesi gerekmektedir. Cilt I Bölüm 5'de belirtildiği gibi Kuzeydoğu Akdeniz genelde oksijence zengindir. Araştırma sırasında amonyak ölçülmesine çalışılmış ancak uygulanan yöntemin duyarlılık limitleri altında olduğundan bundan vazgeçilmiştir. Nitrit iyonu konsantrasyonları ise en yüksek 1 µg-at-N/l olduğundan hatayı en aza indirmek amacıyla nitrat ve nitrit birlikte ölçülmüştür.

Doğu-Batı istikametinde TB 30 ve TB 19 istasyonları arasındaki hat ile TB 1 ve TB 14-15 istasyonları arasındaki hatta, Temmuz 1986 da elde edilen nitrat+nitrit konsantrasyonu kesitleri Şekil 2.10 a-b'de gösterilmiştir. Kasım 1986 da TU 5 ve TU 1 istasyonları arasında kıyıya yakın yerlerde elde edilen kesit ise Şekil 2.10.c'de gösterilmiştir. Aynı zaman ve konumlarda ölçülen ortofosfat (Şekil 2.9.d ve Şekil 2.10.a, Temmuz 1986) ve nitrat+nitrit dağılımı aynı özellikleri göstermektedir. TB 23-24 ve TB 25 No'lu istasyonlarda yaklaşık 300 metre derinlikte 4-5 µg-at-N/l nitrat+nitrit ölçülürken, batıdaki TB 19, TB 20-21 No'lu istasyonlarda aynı konsantrasyonlara daha yüze, 150 metre civarında ulaşılmıştır.

Kıyıya daha yakın olan TB 1-TB 14-15 hattında Temmuz 1986 da ölçülen nitrat+nitrit'çe zengin sular TB 8-9 No'lu istasyon yakınlarında yüzeye yaklaşmaktadır (Şekil 2.10.b.). Genelde nitrat+nitrit'çe zengin sular 200 metrenin altında olup, TB 14-15 No'lu istasyonda 600-800 metre arasında sıkışmıştır.

Kasım 1986 da ölçülen nitrat+nitritin derinlikle dağılımı oldukça homojendir. Bu da sonbaharda su kütlesi karışımının oldukça iyi olduğunu, tabakalaşmanın ortadan kalktığını göstermektedir.

Temel besin tuzlarının Kuzeydoğu Akdeniz'deki düzey dağılımlarının, yörenin fiziksel koşulları ile birarada tartışılması gerekmektedir. Kuzeydoğu Akdeniz batı baseninde Rodos siklonunun (Cilt I Bölüm 5) varlığı derinlerdeki temel besin tuzlarıyla zengin su kütlelerinin yüzeye veya eufotik kısma taşınmasına neden olmaktadır. Rodos siklonu oldukça büyük skaladadır buna ek olarak Kıbrıs'ın batısında daha küçük siklonlar da vardır. İskenderun Körfezi'ni açıklarında ise antisiklonik sistemler vardır. Antisiklonik sistemler yüzey sularının dibeye çökmesine neden olmaktadır. Böylece ortamdaki besin tuzu dağılımı ortamın fiziksel dinamiği tarafından belirlenmektedir. Rodos siklonunun olduğu bölge temel besin tuzu dolayısıyla birincil üretim açısından zengin olabilirken, antisiklonik sistemlerin etkin olduğu alanlarda hem besin tuzları fakir ve hem de birincil üretimin az olduğu yerler olmaktadır.

2.2.3. Fosfat, Nitrat ve Nitritin Kuzeydoğu Akdeniz'deki Yüzey Dağılımı:

Ortofosfat ve nitrat+nitritin yüzey dağılımları sırası ile Şekil 2.11 ve 2.12 de gösterilmiştir. Şekil 2.11.a'dan görüldüğü gibi, Nisan 1986 da, yüzey sularında en yüksek ortofosfat konsantrasyonları Mersin Körfezi'nde ölçülmüştür. Büyük olasılıkla bu bölgedeki ortofosfat kara kökenlidir, çünkü bölgeye evsel atık ve akarsu girdisi de oldukça fazladır. Rodos siklonik girdabının etkili olduğu Antalya Baseni'nde ortofosfat konsantrasyonu oldukça azdır. Siklonik girdap merkezinde upwelling olayından, temel besin tuzları zengin dip suları yüzeye çıkmakta ve açık denizde dahi birincil üretim artmaktadır (Bölüm 2.2.4.). Kuzeydoğu Akdeniz'de birincil üretimin en yüksek olduğu dönem kış sonu ilkbahar başlangıcıdır (Göçmen, 1987). Nisan 1986 da yapılan ölçümlerde, birincil üretim nedeniyle temel besin tuzları kullanıldığından, yüzey tabakada temel besin tuzu

konsantrasyonları düşük bulunmuştur. Buna rağmen yüzeydeki temel besin tuzu dağılımı Cilt I Bölüm 6'da verilen su kütlelerinin genel dolaşım seklene uymaktadır.

Temmuz 1986 da yüzeyde ölçülen ve Şekil 2.11.b'de gösterilen ortofosfat konsantrasyonu, ortalama olarak Nisan ayına ait olandan daha yüksektir. Bu beklenen bir sonuçtur, çünkü birincil üretim azalmış ve temel besin tuzu döngüsü tamamlanmıştır. Yüzeydeki dağılım su kütlelerinin hareketiyle uyum içindedir ve ilkbaharda olduğu gibi kara kökenli girdilerin etkisi oldukça azdır. Nitekim Şekil 2.11.b'deki yüzey dağılım eğrileri incelendiğinde kıyı kesiminde akarsuların döküldüğü yerlerle diğer yerlerin ortofosfat değerleri arasında büyük fark görülmemektedir.

Yüzeyde Temmuz ayında ölçülen nitrat+nitrit Şekil 2.12'de gösterilmiştir. Ortofosfatta olduğu gibi, bu mevsimde nitrat+nitrit değerleri de ilkbahara göre daha yüksektir. Antalya Körfezi açıklarında tuzluluk eğrileri ile aynı dağılımı gösteren yüksek nitrit+nitrat konsantrasyonları vardır.

2.3. KLOROFİL- α 'NİN KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE DAĞILIMI:

Deniz ortamında birincil üretimin bağımlı olduğu en önemli faktörler arasında, ısı geçirgenliği, kullanılabilir temel besin tuzlarının derin sulardan yüzeye (eufotik kısma) taşınma hızı ve kara kökenli temel besin tuzu girdisi yer almaktadır. Birincil üretimin en önemli göstergelerinden birisi ortamdaki klorofil- α dır (Berman ve Epply, 1974). Kuzeydoğu Akdeniz birincil üretimi hakkında herhangi bir bulgu bulunmadığından, bu çalışmada klorofil- α birincil üretimin göstergesi olarak kullanılmıştır.

Şekil 2.13 Kuzeydoğu Akdeniz'de ölçülen ve klorofil- α nın derinlikle değişimini gösteren örnekleri içermektedir. Mevsimlerden bağımsız olarak maksimum klorofil- α değerlerine 60 ile 120 metre arasındaki derinliklerde rastlanmaktadır. Derin klorofil- α maksimumu Doğu Akdeniz'in karakteristiği olup daha önceki araştırmalarda da gözlenmiştir (Yılmaz ve diğ., 1986). Oligotrofik sulara özgü olan derin klorofil- α (Schulenberg ve Reid, 1981; Cullen, 1982) israili araştırmacılar tarafından da Doğu Akdeniz'de gözlenmiştir (Berman ve diğ., 1984,a). Derin klorofil- α nın bir nedeni, oligotrofik sulara fotosentez olayının 3 μ m ve daha küçük organizmalara bağımlı olmasıdır (Jhonson ve Sieburth, 1979; Li ve diğ., 1983). Genellikle bu çok küçük organizmalar eufotik bölgenin en alt kısmında bulunmaktadır. Doğu Akdeniz'de hem kıyı hem de açık denizde maksimum klorofil- α nın, büyüklükleri 3 μ m dan az olan organizmaların yoğun olduğu derinliklerde bulunduğu iliskinin bulgular vardır (Berman ve diğ., 1984,b).

Derin klorofil- α nın bir diğer nedeni de deniz ortamının ısı geçirgenliği ve temel besin tuzlarının yoğunluğu olabilir. Kuzeydoğu Akdeniz gibi özellikle yaz aylarında ısığın çok olması yüzeydeki birincil üretimi düşürmekte ve daha derinlerde yüksek görünmesini sağlamaktadır. Bu çalışma sırasında yapılan ısı geçirgenliği ölçümleri, güneş ışığının %1 nin 120 metre derinlere kadar nüfuz edebildiğini göstermiştir. Yapılan ölçümlerde kıyı ve açık deniz istasyonlarında güneş ışığının %1 nin ortalama Nisan ayında 120 metre, Temmuz ayında 80 metre ve Kasım ayında 98 metreye kadar inebildiğini göstermektedir (Şekil 2.14). Bunun bir diğer anlamı, Kuzeydoğu Akdeniz'deki eufotik zonun derin olduğudur. Fitoplanktonlar eufotik zonun derin kısımlarında yaşamayı tercih etmektedir. Bölüm 2.2.2.'de belirtildiği gibi, Kuzeydoğu Akdeniz'de eufotik zon temel besin tuzları fakirdir, daha derinlerde az da olsa besin

tuzlarındaki artış ve ışığın buraya kadar ulaşabilmesi, fitoplanktonların derinde çoğalmasına neden olmaktadır.

Klorofil- α nın Nisan ve Temmuz 1986 daki yüzey dağılımı Şekil 2.15'te gösterilmiştir. İskenderun-Mersin arasında kalan kıyı kesiminde, klorofil- α yamalar halinde dağılım göstermekte ve kıyı kesiminde kara kaynaklı temel besin tuzu girdileri yer yer etkin olmakta ve birincil üretimi artırmaktadır. Tabii ki fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler de etkin rol oynamaktadır. Kıyıdan uzaklaştıkça birincil üretim düşmektedir. Antalya Körfezinde ve açıklarında koşullar tamamen farklıdır, açık denizde yüksek konsantrasyonda klorofil- α ölçülmüştür. Bunun nedeni, Bölüm 2.2.2.'de tartışıldığı gibi temel besin tuzlarının fiziksel etkenlerle olan dağılımıdır. Ancak, Nisan 1986'da TB 36-37 No'lu istasyonda ölçülen çok yüksek konsantrasyondaki klorofil- α dikkat çekicidir.

2.4. HUMİK MADDENİN KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE DAĞILIMI:

Hüyük maddeler, genelde, bitkisel maddelerin bozunma ürünü olarak tanımlanabilir. Kolloidal ve deniz suyunda çözülmüş olarak bulunur ve suya sarı-kahverengi renk verir. Kıyı kesimindeki hüyük maddeler çoğunlukla kara kökenlidir. Deniz ortamında hüyük maddelerin bir diğer kaynağı fitoplanktonlardır. Özellikle kara kökenli girdilerin etkisinden uzak açık denizdeki hüyük maddeler fitoplanktonların bozunması sonucu oluşmaktadır. Bir diğer deyişle, açık denizdeki yüksek hüyük madde konsantrasyonu, bozunmakta olan fitoplankton kolonilerinin göstergesidir. Hüyük maddeler, kaynaklarına (deniz, bitki, toprak vs) bakılmaksızın, fitoplankton üreme hızını, dolayısı ile verimi arttırmaktadır (Prakash ve diğ., 1973; Yılmaz, 1982). Ortamdaki hüyük madde miktarının, birincil üretimde etkin olan dalga boyundaki ışığı absorblayacak kadar yüksek

konsantrasyonlara ulaşması halinde ise, birincil üretim düşmektedir (Prakash ve Mac Gregor, 1983).

Hümik maddenin Kuzeydoğu Akdeniz'deki dağılımını gösterir örnek Şekil 2.16'da verilmiştir. Yüzeiden derine doğru hümik madde miktarında artış olmakta, 50-150 metreler arasında ise düzensiz dağılım göstermektedir. Düzensizliğin nedeni klorofil- α ya bağlanabilir. Nitekim Şekil 2.17 c-d'de hümik madde ile klorofil- α derinlikle aynı dağılımı göstermektedir, her ikisi de minimum ve maksimum değerlere aynı derinliklerde ulaşmaktadır. Bu davranış, fitoplanktonların genç oluşu ve hümik maddenin yeni oluşumu ile açıklanabilir. Yeni oluşan hümik madde fitoplanktonların oluşum hızlarını arttırıcı etki etmektedir. Şekil 2.17 a-b'de hümik madde ile klorofil- α birbirinin tersi dağılım göstermektedir, birinin maksimuma ulaştığı yerde diğeri minimuma inmektedir. Bu durumda ise hümik madde, biyolojik bozunmaya uğrayan madde artıklardan oluşmuş olabilir.

Hümik maddenin Nisan ve Temmuz aylarındaki yüzey dağılımı Şekil 2.18'de verilmiştir. Nisan ayındaki homojen dağılıma karşılık temmuz ayında Antalya Körfezi açıklarında, diğer yerlere oranla daha yüksek hümik madde ölçülmüştür. Aynı olay klorofil- α da olduğundan, yörenin birincil üretim açısından diğer yörelere oranla daha verimli olduğu söylenebilir.

3. KUZeyDOĞU AKDENİZ'İN ÇEVRESEL KARAKTERİSTİĞİ

3.1. KİRLETİCİ KAYNAKLAR

Kuzeydoğu Akdeniz veya Kuzey Levant olarak tanımlanan bölgedeki kara kökenli kirletici kaynakların belli başlıları Şekil 3.1'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi, bölgedeki kara kökenli kirleticilerin tamamına yakını ülkemizden kaynaklanmaktadır. Söz konusu kaynaklardan denize olan tahmini yıllık kirletici girdi miktarları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Genelde kirleticilerin en büyük kaynağını tarımsal faaliyetler oluşturmakta ve denize taşınmaları akarsularla olmaktadır (UNEP,1984). Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan deniz kirliliği, örneğin erozyon ve doğal bitki örtüsünün değişmesi sonucu toprakta bulunan cıvanın buharlaşıp denize taşınması, tüm Akdeniz'de genel bir sorun olup, bilinen tarihi boyunca etkili olmuştur (Henry,1977). Ülkemizde, tarıma ek olarak, son otuz yıldaki şehirleşme, endüstriyel, ticari ve turizm alanlarındaki gelişmeler kirletici kaynak çeşit ve miktarlarında artışlara neden olmuştur. Kuzeydoğu Akdeniz'in kıyı kesimi genelde tarım alanı olmasına karşın, sınai kuruluşlar bazı bölgelerde yoğun olarak bulunmakta ve bölgesel deniz kirlenmesine neden olmaktadır. Söz konusu bölgelerden en önemlisi Taşucu-İskenderun arasında kalan kesim olup tekstil, gıda, boya, soda, kağıt (SEKA), ferrokrom, plastik madde üretimi, suni gübre endüstrileri ve madencilik faaliyetleri oldukça yoğundur. Mersin'deki petrol rafinerisi ve İskenderun Körfezi'nde iki adet petrol boru hattı terminali, dikkate değer diğer kuruluşlardır.

Endüstriyel ve tarımsal faaliyetler ile turizm faaliyetleri Akdeniz kıyı kesiminde mevsimsel ve yıllık nüfus artışlarına, dolayısı ile evsel atık miktarlarında artışlara neden olmaktadır. Bilindiği kadarı ile BOTAŞ dışındaki, endüstriyel atıklar ve evsel atıklar hiçbir ön arıtım işlemine tabi tutulmaksızın doğrudan veya dolaylı yollarla denize verilmektedir. Bugüne kadar yapılan araştırmalardan elde edilen kara kökenli kirleticilerin yıllık miktarları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Karasal kaynakların yanısıra, deniz yolu taşımacılığı ve tanker trafiği, petrol ve petrol türevleri gibi kirleticilerin en önemli kaynağını oluşturmaktadır. Antalya, Mersin ve İskenderun limanları yoğun deniz trafiğini, dolayısı ile petrol artıkları girdisini arttırmaktadır.

Ağır metaller, klorürlü pestisitler ve poliklorürlü bifeniller (PCB) genelde toksik maddeler olup deniz kirliliğinde en önemli yere sahiptirler. Yapılan araştırmalar sözkonusu maddelerin denize taşınmalarında atmosferik olayların katkısının çok fazla olduğunu ispatlamıştır (Menard, 1985). Klorür içeren hidrokarbonların, Kuzeydoğu Akdeniz'deki atmosfer yoluyla taşınımı hakkında literatür bilgisine rastlanmamıştır. Sargasso denizinde ve kutuplarda yapılan çalışmalardan meteorolojik faktörlerin klorürlü hidrokarbonların karalardan denize taşınmalarında ve denizdeki birikimlerinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Harvey and Stainhouer, 1976). Kuzeydoğu Akdeniz ve Sargasso denizi klimatolojisi büyük bir benzerlik göstermektedir, bu nedenle kirleticilerin atmosferik taşınımında aynı model uygulanabilir. Kuzeydoğu Akdeniz'e atmosferik yolla taşınan ağır metal miktarları Çizelge 3.3'te verilmiştir. Çizelgedeki cıva ve kurşun miktarları Chester, ve dig. (1983) modeli kullanılarak hesaplanmıştır.

Kadmiyum, çinko ve bakır miktarları ise Birleşmiş Milletler Çevre örgütü (UNEP) yayınlarından derlenmiştir (UNEP, 1986 a).

Kuzeydoğu Akdeniz'in belli başlı kara kökenli girdileri aşağıda özet olarak sunulmuştur.

3.1.1. Toplam Deşarj:

Kuzeydoğu Akdeniz'e nehirler ve kanalizasyonlarla yapılan yıllık toplam deşarj 36,300 milyon metreküp olup bunun %99 dan fazlasını nehir deşarjları oluşturmaktadır. Endüstriyel atık sular toplamın %1 inden az olmasına rağmen, oldukça yüksek toksik madde içerebildiğinden dikkate alınması gerekmektedir.

3.1.2. Ağır Metaller:

Kara kökenli kaynaklardan Kuzeydoğu Akdeniz'e yıllık Hg, Pb, Cr ve Zn girdi miktarları sırası ile 7.1, 180, 145 ve 1150 ton olarak tahmin edilmiştir (UNEP, 1984). Söz konusu miktarların %90 dan fazlası Türkiye kıyılarından kaynaklanmaktadır. Bu miktarlara atmosferik girdiler dahil edilmemiştir. Çizelge 3.3'te görüldüğü gibi, kursun dışında tüm ağır metallerin, atmosfer yoluyla ve kara kökenli kaynaklardan deşarjlar yoluyla denize gelen miktarları birbirine esittir. Öte yandan atmosferik yollarla denize taşınan tahmini kursun miktarı kara kökenlilere oranla on kez daha fazladır.

Kuzeydoğu Akdeniz'de üzerinde en çok araştırma yapılan ağır metaller cıva, kalay ve kadmiyumdur. Cıva ve kadmiyum, toksisitesi en yüksek olan elementler arasında yer almakta ve gıda zincirinde biyolojik birikim göstermektedir. Bu nedenle özellikle deniz ürünleri ile beslenen canlıların

(insan dahil) uzun dönemde sağlığının bozulmasına sebep olmaktadır. Kalay elementer halde günlük hayatta kullanımı oldukça fazla olan ve toksik etkisi olmayan bir elementtir. Doğada mevcut biyolojik aktivite, biyokimyasal reaksiyonlar ve transalkillenme reaksiyonları sonucu, toksik olmayan anorganik kalay bileşikleri toksik etkisi çok yüksek olan mono-, di-, tri- ve tetra-metilkalay gibi organik kalay bileşiklerine dnsmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar kalayın bu özelliğini açığa çıkardığından, kalay toksik metaller kategorisine alınmıştır (Tolba, 1980; Goldberg, 1986). Cıva serbest halde, +I ve +II değerlikli anorganik bileşikler halinde iken toksiktir. Kimyasal reaksiyonlar ve/veya biyolojik aktivite sonucu monometil- ve dimetil- bileşiklerine dönüştüğü zaman toksisitesi daha da artmaktadır. Alkilcıva bileşiklerinin de kalayı trans-alkilledikleri bilinmektedir (Zuckerman ve dig., 1978). Hg, Cd ve Sn metallерinin hesaplanan yıllık karasal kaynak girdileri sırası ile 7.3, 0.06 ve 0.3 tondur.

Cıva: Kuzeydoğu Akdeniz'deki deşarjlarda ölçülen en düşük, en yüksek ve ortalama Hg, Cd ve Sn miktarları izelge 3.4'te, Hg nın mevsimsel değişimi ise şekil 3.2'de gösterilmiştir. Genelde şehir ve fabrika deşarjlarındaki Hg miktarları 15 ile 71 ng/l arasında değismekteyse de Sarışeki gübre fabrikası gibi bazı atıksu deşarjlarında bu sınırların çok üzerine çıkabilmektedir. Burada llen ortalama Hg miktarı 249 ng/l dir. Manavgat Nehri 32 ng/l ile en yüksek cıva yüküne sahip nehirdir. Göksu ve Seyhan nehirlerinde de oldukça yüksek cıva lmştr. şehir kanalizasyon deşarjlarında ölçülen cıva miktarları yıl boyunca genelde sabit kalırken nehir sularında mevsimsel değismeler gözlenmektedir (şekil 3.2). Nehirlerdeki en yüksek cıva miktarları ilkbahar aylarında lmş olup büyük olasılıkla yöredeki cıvalı tarım ilaçlarının kullanım zamanının bahar yağışlarıyla akıması sonucudur. Yarım saatlik orta derecedeki bir yağışın, bitki ve topraktaki cıvalı ilaçların

tamamına yakınıni yıkayabileceği bilinmektedir. Böylece tarım bölgelerinden yıkanan cıva daha sonra sel ve nehir suları ile denize taşınmaktadır. Nitekim Balkas, ve dig. (1982 a) balıklar üzerinde yaptıkları araştırmada, organizmalarda ölçülen cıva miktarlarındaki artışların cıvalı ilaç kullanımı ve yağış-kar erime mevsimi ile çakıştığını göstermiştir. ilkbahar, tahıl sürme hastalığına karşı ve pamuk tohumunda mantar hastalıklarına karşı cıvalı ilaçların yoğun olarak kullanıldığı bir dönemdir (TOKB, 1984).

Kadmiyum: Şehir kanalizasyonu ve fabrika atık sularında oldukça yüksek miktarlarda Cd ölçülürken, nehirlerin hemen hemen tamamında Cd miktarları 1 ng/l nin altındadır. Tüm atık sularda ölçülen Cd miktarları kabul edilebilir en düşük seviyenin de altında bulunmuştur (QCW,1979; Su ürünleri Tüzüğü, 1972).

Kalay: Kalaya ilişkin çalışmalar Tasucu-iskenderun arasında kalan bölgeyi kapsamaktadır. Çizelge 3.2'de verilen yıllık toplam kalay girdisi ekstrapolasyon yöntemiyle hesaplanmıştır. Çizelge 3.4'den görüldüğü gibi en yüksek kalay miktarına 1115 ng/l ile iskenderun Demir-Çelik (İSDEMİR) fabrikası atık suyunda rastlanılmıştır. Söz konusu atıksu yoluyla Iskenderun Körfezi'ne atılan yıllık kalay miktarı yaklaşık 3.5×10^6 tondur. ilerideki konularda (Bölüm 3.2.1.) anlatılacağı üzere, bu atık su iskenderun Körfezinde oldukça etkili olmaktadır.

3.1.3. Organik Yük:

Denize deşarj edilen organik maddelerin toplamı hakkında bilgi veren en önemli değişkenler biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOI) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI) dir. ODTU Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından Kuzeydoğu Akdeniz

kıyılarındaki mevcut deşarjlarda ölçülen BOI ve KOI değerleri Çizelge 3.5'te verilmiştir. Genelde BOI ve KOI arasında doğrusal bir ilişkinin olması beklenilirse de Çizelge 3.5'teki değerlerden böyle bir ilişkinin olmadığı anlaşılmaktadır. Bunun nedenleri olarak endüstriyel ve evsel atıksu deşarjlarının bir kısmında mikrobiyolojik aktiviteyi önleyici toksik maddelerin mevcut olması, ayrıca endüstriyel atıksuların bazılarının hemen hemen hiç organik madde içermemesi gösterilebilir.

Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı: Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından yürütölen ölçüm programlarından elde edilen bulguların ışığında yıllık BOI miktarı 66×10^3 ton olarak hesaplanmıştır. Bu miktar UNEP tarafından tahmin edilen miktarın yarısına eşittir (Çizelge 3.1 ve 3.2). Birim hacimde en yüksek BOI miktarı şehir kanalizasyon deşarjlarında ölçölürken, nehir suyu ve endüstriyel atıklarda oldukça düşük miktarlar ölçölmüştür. Buna rağmen endüstriyel atıklar, içerdikleri yüksek miktarda toksik maddelerle, nehirler de yüksek debileriyle dikkate alınmalıdır. Nitekim toplam BOI girdisinin %75 i nehir deşarjlarındandır.

Kimyasal Oksijen ihtiyacı: Çizelge 3.5'te verilen KOI değerleri, genelde, BOI değerlerinden yüksek olmasına karşın nehir ve şehir kanalizasyonu deşarjlarındaki mevsimsel değişimleri aynı yöndedir, örneğin BOI artarken KOI de artmaktadır. Endüstriyel atıksu deşarjlarında ise bu iki değişken birbirinden bağımsızdır. Nedeni ise, daha önce de belirtildiği gibi endüstri atıklarında bulunması muhtemel olan toksik maddelerin mikrobiyolojik aktiviteyi önlemesidir. ODTU-DBE tarafından yapılan ölçüm sonuçları kullanılarak hesaplanan Doğu Akdeniz yıllık toplam KOI girdisi 573×10^3 ton olup, UNEP tahmini miktarları ile uyum içindedir (Çizelge 3.1 ve 3.2).

3.1.4. Toplam Askı Yük:

Toplam askı yük, ortamdaki organik ve anorganik katı maddelerin miktarını veren değerdir. Kuzeydoğu Akdeniz'deki deşarjlarda ölçülen toplam askı yük miktarları Çizelge 3.6'da verilmiştir. Şehir kanalizasyonu ve fabrika atıklarından kaynaklanan yıllık toplam askı yük girdisi, tarafımızdan 10,000 ton, UNEP tarafından ise 12,000 ton olarak hesaplanmıştır. Nehirlerle taşınan yıllık TSS miktarı ise 1.6×10^6 tondur. Verilen değerlerden anlaşılacağı üzere nehirler yoluyla TSS girdisinin diğer girdilerin çok üstünde olması ve nehir askı yüklerinin hemen hemen tamamının anorganik yapıda oluşu ülkemizdeki erozyon boyutlarının ne denli büyük olduğunu da göstermektedir. Askıyük miktarlarının mevsimsel değişimi Şekil 3.3'te verilmiştir. Şekilden de açıkça görüldüğü gibi en yüksek TSS miktarları, yağışların en fazla olduğu ilkbahar aylarında ölçülmüştür. Bu da, yukarıda belirtildiği gibi erozyonun etkili olduğu sonucunu doğrulamaktadır.

3.1.5. Poliaromatik Petrolhidrokarbonları:

Bu çalışmada uygulanan yöntemle ölçülen poliaromatik petrol hidrokarbonları (PAH) biyolojik kökenli olabildiği gibi petrol artıklarından gelen poliaromatik bileşikleri de içermektedir (UNESCO, 1984). Genelde hetero yapıya da sahip olabilen biyolojik kökenli aromatik bileşiklerin deniz ortamında çok düşük miktarlarda olması ve biyokimyasal parçalanmaya (degradasyon) yatkın olması nedeniyle, bu çalışmada ölçülen PAH miktarının tamamının petrol kökenli olduğu varsayılmıştır.

Genelde PAH'lar kara kökenli kaynaklardan kaza sonucu denize verildiğinden, nehir girdisi oldukça azdır. Ölçülen en yüksek girdi şehir ve fabrika deşarjlarıdır (Çizelge 3.7).

Berdan (Tarsus) Irmağında ortalama 3 µg/l mertebesinde PAH ölçülmüştür. Diğer nehirlerle oranla bu miktar oldukça yüksek olup, Berdan Irmağı'na Tarsus şehir atıklarının ve bölgedeki mevcut endüstrilerin atık sularının bir kısmının veya tamamının karıştığını göstermektedir.

3.2. KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE KİRLETİCİLERİN DAĞILIMI

3.2.1. Kirleticilerin Deniz Suyunda Dağılımı:

Deniz suyunda ayrıntılı olarak incelenen kirleticiler ağır metaller, poliaromatik petrol hidrokarbonları, klorür içeren hidrokarbonlar, katran yumruları, plastik ve diğer pelajik maddeler (deniz yüzeyinde yüzen çöpler) dir. Ağır metallere kadmiyumun deniz suyundaki miktarları, uygulanan analiz yönteminin duyarlılık limitleri (0.5 µg/l) altında olduğundan, tartışmada dikkate alınmamıştır.

A. Ağır Metaller

Kuzeydoğu Akdeniz'in tümünü kapsayan ağır metal ölçümleri, diğer kirleticilerde olduğu gibi, ancak Ulusal Deniz Ölçüm ve İzleme Programının yürürlüğe konmasından sonra gerçekleştirilebilmiştir. Bu nedenle cıva dışında kalan ağır metaller hakkında yalnız yöresel bilgilere sahibiz. Aşağıda sunulan tartışma sekiz aylık Ulusal Deniz Ölçüm ve İzleme programı çerçevesinde elde edilen bulgular ve Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından çeşitli vesilelerle yapılan ölçümlerden elde edilen bulgulardan yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kalay: Deniz suyunda ölçülen toplam kalay ve metil kalay bileşikleri Çizelge 3.8'de verilmiştir. Taşucu Körfezi ve açıklarında ölçülen anorganik kalay ortalama değeri 49 ng/l

ve değişim aralığı 3-100 ng/l dir. Deniz Bilimleri Enstitüsü Erdemli Yerleşkesi yakınlarında ölçülen Sn, Taşucu civarında ölçülen değerlerden az olmasına karşılık her iki yörenin ortak tarafı, sonbahar ve kış mevsimlerinde yalnız anorganik kalay bileşiklerinin ölçülebilir düzeyde oluşudur. ilkbahar aylarında genelde anorganik Sn yanında, Me_2Sn^{++} yazın ise $MeSn^{+++}$, Me_2Sn^{++} ve Me_3Sn^+ bileşikleri de ölçülebilir düzeydedir. Laboratuvar koşullarında, deniz suyunda anorganik kalayın, 23-27 °C'te biyometilasyon sonucu genellikle Me_2Sn^{++} ve Me_3Sn^+ ve fizikokimyasal koşullara bağımlı olarak $MeSn^{+++}$ verdiği bilinmektedir (Hallas ve diğ.,1982). Me_3Sn^+ ise, 16 °C'te transalkillenme sonucu $MeSn^{+++}$ ve Me_4Sn verebilmektedir (Guard ve diğ.,1981). Çizelge 3.8'deki sonuçlar metil kalay oluşumunun mevsimsel olduğunu göstermektedir. Metilasyonun mevsimsel değişimi, biyometilasyonda etkili olan bakteri populasyonunun fizikokimyasal değişkenlere bağımlı olarak değiştini aklı getirmektedir.

İskenderun Körfezinde yaz ayları dışında ölçülen ortalama anorganik Sn miktarı 92 ng/l olup, 3 ila 236 ng/l arasında değişmektedir. Yaz ayları ortalaması ise 733 ng/l gibi yüksek bir değere ulaşmaktadır. Körfezde ölçülen kalayın bir diğer özelliği de mevsimlerden bağımsız olarak metil kalay bileşiklerinin varlığıdır. Bölüm 3.1.2.'de belirtildiği üzere Körfez'in kara kökenli kalay girdisi oldukça yüksektir. Kara kökenlilere ek olarak, deniz trafiğinin yoğunluğu nedeniyle, gemilerde antifauling amaçlarla kullanılan kalay bileşikleri (örneğin tribütikalay) ortama girdiyi artırmaktadır. Sürekli girdilerle deniz suyundaki kalay miktarının yüksek kalmasının yanısıra metillenme reaksiyonlarının da bütün yıl boyunca sürekli olabileceğini göstermektedir.

Açık denizlerde, örneğin K.Pasifik Okyanusu'nda, ölçülen Sn konsantrasyonları, iskenderun Körfezi hariç, Kuzeydoğu

Akdeniz'dekilere yakındır (Hodge ve dig., 1979; Tuğrul ve dig., 1983). Deniz suyunda ölçülen kalayın büyük yüzdesinin askı yükte olduğuna dair iddiaların (Hodge ve dig., 1979) açık deniz örnekleri ile kanıtlanması gerekmektedir.

Cıva: Hg Kuzeydoğu Akdeniz'de en ayrıntılı incelenen ağır metaldir. Bunun nedeni, cıva bileşiklerinin toksisitesinin yüksek olması ve kirletici kaynaklardan uzak bölgelerde yakalanan ekonomik değerdeki *Mullus barbatus* (barbun), *Portunus pelagicus* (mavi yengeç), ve *Upeneus molucensis* (nil barbunyası) gibi deniz ürünlerinde sırası ile 559 ± 354 , 470 ± 227 ve 2503 ± 1209 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (kuru ağırlık) gibi kabul edilebilir limitlere yakın ve/veya üstünde Hg ölçülmesidir (Tuğrul ve dig., 1980; Salihoglu ve Yemenicioğlu, 1986). Cıvanın besin zinciri içinde biyolojik yığılma gösterdiği bilinmektedir (WHO, 1976). Bu nedenle biyolojik birikim hızının tahmin edilebilmesi, deniz suyundaki cıva miktarı ve kimyasal yapısının iyi bilinmesi ile mümkündür.

Kuzeydoğu Akdeniz'in diğer bölgelerinde ölçülen cıva miktarları, bu çalışmada bulunan değerlerle beraber Çizelge 3.9' da verilmiştir. Toplam cıvanın tipik açık deniz değerleri Kuzeybatı Pasifik için 11 - 14 ng/l (Miyake ve Suzuki, 1983), Kuzey Atlantik için 12 - 84 ng/l (Kulebakina ve Kozlova, 1985), ve Akdeniz için 3 - 22 ng/l (Huynh-Ngoc ve Fukai, 1979); Kulebakina ve Kozlova, 1985) verilebilir.

Kesin olarak bilinmemekle beraber, asılı katılara bağlı olan cıva miktarının %3 ila %30 arasında değiştiği literatürde belirtilmektedir (Kulebakina ve Kozlova, 1985). Evsel ve endüstriyel atıksu kaynaklarının etkisi altında bulunan iskenderun ve Mersin Körfezlerinde 40 ng/l ye varan cıva değerlerine rastlanılmıştır. Bu değerler Cebelitarık Boğazı (Robertson, ve dig., 1972) ve Güneydoğu Akdeniz kıyı sularında (Roth ve Hornung, 1977) ölçülen değerlerden daha az, Batı Ligurian Denizi'ndeki (Kulebakina ve Kozlova, 1985)

toplam cıva değerlerine yakındır. Bununla beraber, oldukça yüksek cıva değerlerine Taşlık Burnu'nun ve Lattakiya'nın (Suriye) 200 km açıklarında, sırasıyla, 50 ng/l ve 37 ng/l olarak rastlanılmıştır.

Cıvanın Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sularında dağılımı Şekil 3.4.a-b'de Nisan ve Temmuz, 1986 ayları için gösterilmiştir. Yüzey dağılımının, bölgenin yüzey akıntılarıyla (Şekil 3.11) uyum içinde olduğu görülmektedir. En yüksek cıva değerleri bu bölgedeki siklonik girdapların merkezlerinde ölçülmüştür. Bu merkezlerin yüksek miktarlarda asılı katı içerdiği bu çalışmada gösterilmiştir (Şekil 3.10). Daha öncede bahsedildiği gibi toplam cıvanın yaklaşık %30'una varan miktarlarda asılı katılara bağlı olarak bulunabildiği bilinmektedir. Yüksek cıva miktarlarının, yüksek asılı katı içeren bölgelerde ölçülmüş olması, bu varsayımın doğruluğunu göstermektedir.

Nisan, 1986'da açık denizde ölçülen 52 ng/l lık yüksek cıva miktarı (Şekil 3.4.a), aynı zamanda aynı yerde ölçülen 6.3 mg/l lik yüksek askı yük miktarıyla (Şekil 3.10) çakışmaktadır.

B. DDPH VE Katran Yumruları:

Akdeniz'de petrol kirlenmesinin, özellikle Levant Baseni'nde, çağlar boyunca doğal sızıntılar yoluyla olduğu bilinmekle beraber, antropojenik kökenli kirlenmeler kendisini katran yumruları ve yağ filmleri olarak belirginleştirmektedir (NAS, 1975; UNEP, 1986 b). Karasal kaynaklı petrol girdisinin yılda 2700 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bir diğer kaynak, tanker taşımacılığı, bu değere katılmamıştır.

Petrolün bölgedeki temel üretim alanları ve taşıma yolları Şekil 3.5'te gösterilmiştir. Boru hatları ve petrol rafinerilerinin bölgede mevcudiyeti tanker trafiğinin artmasına da neden olmaktadır. Ayrıca, müsaade edilen petrol atıklarını ve balast (dengeleme) sularını boşaltma alanlarının Doğu Akdeniz'de bulunması (Şekil 3.5) ve artan petrol trafiği bölgede ve bilhassa siklonik ve anti-siklonik girdap alanları ve cepheler DDPH'nin birikimine neden olmaktadır.

Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde dağılımı ve miktarları hakkında yeterli derecede bilgi sahibi olunan kirleticilerden biri de DDPH'tir. Balkas ve *dig.*, (1982 b), ve Saydam ve *dig.*, (1984), Türkiye karasularında 0.02 ila 40 µg/l arasında değişen değerler bulmuşlardır. Mersin'in güneybatısındaki bölgede kısmen düşük değerlere rastlanılırken, Türkiye-Kıbrıs arasında kalan bölgede 6.0 µg/l'yi bulan değerler bulunmuştur (Balkas ve *dig.*, 1982 b). Bu bölgede yüksek oranlarda petrol kalıntılarına rastlanması, bölgenin gemi trafiği açısından yoğun olması ile açıklanabilir. Iskenderun Körfezi gibi endüstriyel faaliyetlerin ve tanker trafiğinin yoğun olduğu alanlarda 7.0 µg/l'yi bulan değerler ölçülmüştür (Saydam ve *dig.*, 1984).

Kuzeydoğu Akdeniz'de DDPH'nin yüzey sularında dağılımı ilkbahar ve yaz mevsimleri için Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Şekilden de kolayca görülebildiği gibi petrol tankerlerine müsaade edilen balast suyu boşaltma alanlarının (Şekil 3.5) bu bölgelere yakın olması, DDPH'lerinin siklonik ve anti-siklonik döngü alanları içinde birikimine neden olmaktadır. Bu bölgede gözlenen döngü alanı yapıları sabit karakterli olmayıp, mevsime ve hava şartlarına göre değişkenlik göstermektedir. Şekil 3.6'dan da görüldüğü gibi Nisan ayında Finike-Kaş açıklarında yüksek DDPH miktarları Temmuz ayında Antalya Körfezi açıklarına doğru kaymıştır.

Anılan bölgede ölçülen DDPH miktarlarının ortalama değerleri ve değişim aralıkları Çizelge 3.10'da, mevsimsel frekans dağılımları ise Şekil 3.7'de gösterilmiştir. DDPH'in mevsimsel dağılımı incelendiğinde, sonbahar ve kış mevsimlerinde 2 - 3 ppb'ye varan değerler ölçülürken, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde en yüksek değer 1 ppb'yi bulmaktadır. Kış mevsiminde ölçülen değerlerin büyük çoğunluğu 0.4 - 0.8 ppb arasında değişirken, diğer mevsimlerde maksimum değerlere 0.1 - 0.2 ppb aralığında rastlanılmaktadır. Gözlenen bu düşük konsantrasyon aralığına doğru kaymanın, deniz suyunun sıcaklığı ile doğru orantılı olduğu bilinmektedir. Kışın soğuk olan yüzey sularında DDPH'lerinin buharlaşma yoluyla atmosfere kaçması yaz aylarına oranla daha azdır. Buna ek olarak sıcak (yaz) mevsimlerde biyolojik parçalanma daha hızlı olmaktadır. Dolayısıyla yaz aylarında tüm bölgede ölçülen DDPH miktarlarının dağılımı düşük konsantrasyonlara kaymaktadır.

Detaylı olarak Kılıç (1986) tarafından izlenen Kuzeydoğu Akdeniz DDPH miktarları ortalama $0.19+0.27 \mu\text{g/l}$ olup, değişim aralığı $0.05-2.50 \mu\text{g/l}$ olarak verilmiştir.

Dünyanın diğer denizlerinde ölçülen DDPH miktarları Çizelge 3.11'de sunulmuştur. Tüm Akdeniz'in DDPH ortalaması $2.0+5.0 \mu\text{g/l}$ iken, Kuzeydoğu Akdeniz için bu değer $0.19+0.27 \mu\text{g/l}$ 'dir. Çizelge 3.11'den görüleceği gibi, Akdeniz ortalaması Hint Okyanusu hariç ($60.1+92.7 \mu\text{g/l}$) diğer bölgelerden fazladır. Bu da bölgedeki birim alana düşen tanker trafiğinin fazlalığına bağlanabilir. Bununla beraber, Kuzeydoğu Akdeniz'de ölçülen ortalama DDPH miktarı ($0.19 \mu\text{g/l}$), tüm Akdeniz ortalamasının ancak %10'una tekabül etmektedir. Buna neden olarak bu bölgenin ortalama sıcaklığının Batı Akdeniz'e oranla daha fazla, bunun yanı sıra tanker trafiğinin daha az olması gösterilebilir (Şekil 3.5).

Petrol hidrokarbonlarının deniz ortamında uğradığı değişimin son halkalarından biriside katran yumrularının oluşumudur. Uçucu fraksiyonların buharlaşması, biyolojik parçalanma, güneş ışığının ve deniz suyunun katalitik etkisi altında kalan petrol kökenli atıklar, uzun dönemde biyolojik olarak çok daha uzun dönemde parçalanabilen katran yumrularına dönüşmektedir. Düşük yoğunlukları nedeniyle su yüzeyinde kalabilen katran yumruları Akdeniz'in açık sularında 5 mg/m^2 ye ulaşırken kıyı bölgelerinde $10-80 \text{ mg/m}^2$ 'lik değerlere rastlanılabilmektedir. Kuzeydoğu Akdeniz'de ölçülen katran yumrusu miktarları ve bu değerlerin ölçüldüğü alanlar Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

Saydam ve diğ., (1984) tarafından $50,000 \text{ km}^2$ lik bir alanda ölçülen en yüksek katran yumruları miktarları Iskenderun Körfezi'nde 33.4 mg/m^2 ve Anamur-Girne arasında kalan bölgede 2.1 mg/m^2 olarak bulunmuştur. Iskenderun Körfezi'nde ölçülen fazla miktardaki katran yumrusu, bu bölgede varlığı bilinen iki edi-sistemi (Akyüz, 1975; Collins ve Banner, 1979) ve bölgedeki petrol boru terminalleri ile açıklanabilir. Petrol boru terminallerinden yükleme esnasında denize dökülen petrol atıklarından oluşan katran yumruları, körfezde etkin olduğu bilinen edi'ler nedeniyle birikmektedir. Iskenderun Körfezi'nde mevcut girdaplar katran yumrularını tutmakla kalmayıp, aynı zamanda plastik ve naylon gibi pelajik maddelerin de bu bölgede birikimine neden olabilmektedir (Bölüm 3.2.1.E).

C. Klorür içeren Hidrokarbonları:

Kuzeydoğu Akdeniz'de, Erdemli (içel) kıyıları açıklarında sabit bir istasyonda deniz suyunda aylık aralıklarla yapılan çözünmüş ve partiküler haldeki DDT ve türevleri, siklodien grubu (Dieldrin, Endrin gibi) pestisitler, poliklorürlü bifeniller (PCB's) ve Hekzaklorobenzen (BHC) türü

bileşiklerin analiz sonuçları Çizelge 3.12'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi DDT ve türevleri kış mevsiminde 1-4 ng/l aralığında bulunurken yılın diğer aylarında yapılan ölçümlerde analitik tayin sınırının altındadır. Harvey ve Stainhouer (1976), DDT'nin tropikal ve subtropikal bölgelerde deniz ortamından suyla beraber buharlaşarak atmosfere karıştığını belirtmişlerdir. Bu tür mekanizmanın Kuzeydoğu Akdeniz için de geçerli olabileceği Baştürk, ve dig. (1980) tarafından da belirtilmiştir.

Tüm aylarda en sık görülen pestisit türü BHC'ler olup genelde 0.1-0.8 ng/l aralığında değişmektedir. Trafo yağlarında, plastik maddelerde yanmayı geciktirici katkı maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılan PCB'lerin deniz suyunda ölçülen miktarları 1 ng/l ile 31 ng/l arasında olup, ortalama 6.0 ng/l dir.

D. Toplam Asılı Yük (TSS):

Kuzey Levant'a (Kuzeydoğu Akdeniz) yıllık toplam asılı katı deşarjları 1.7 milyon ton olup bunun 1.6 milyon tonu nehirlerle taşınmaktadır. Bölgede ölçülen TSS miktarlarının mevsimsel değişimi Şekil 3.3'de, frekans dağılımları ise Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Şekil 3.3'den görüleceği üzere, asılı katı miktarları kıyı sularında bahar yağışlarının yoğun olduğu aylarda belirgin bir artış göstermektedir. Açık sularda ise bu bağımlılık daha az belirgin olmaktadır. Kış sonu-bahar aylarında açık sularda gözlenen küçük artışlar bu aylardaki birincil üretim artışlarındandır. Şekil 3.9'da verilen frekans dağılım histogramında kış ve bahar mevsimleri için 1.5 mg/l'nin üzerinde değerlere sıkça rastlanırken, yaz aylarında bu miktarın üzerinde TSS'ye rastlanılmamaktadır (Aydın, 1987).

Her ne kadar eldeki bilgiler yeterli değilse de, Kuzeydoğu Akdeniz için baz kabul edilebilecek TSS miktarı 0.78 mg/l olarak tahmin edilmiştir (Saydam ve diğ., 1984). Bu değerler Emelyanov ve Shimkus (1972) tarafından Kuzeydoğu Akdeniz için verilen 0.5-1.0 mg/l değerleriyle uyum içindedir.

Saydam ve diğ., (1984)'nin Nisan, Haziran, Ekim, 1983 ve Nisan, 1984 te yaptıkları çalışmalar, bazı bölgelerde açık sularda ölçülen TSS miktarlarının kıyı bölgelerinde ölçülen değerlerden fazla olduğunu göstermiştir. Benzer özellik ODTU-DBE tarafından yapılan saha çalışmalarında da bulunmuştur (Şekil 3.10). Genelde 35°N enlemiyle 30°E boylamının kesiştiği bölgenin kıyı sularına oranla daha fazla TSS içerdiği bulunmuştur.

Açık sularda gözlenen yüksek TSS'nin kara kökenli deşarjlardan kaynaklandığı düşünülemez. Çünkü nehirler tarafından deniz ortamına taşınan asılı katılar, ortamın iyonik karakterinden dolayı açık sulara ulaşmadan hızla kıyı bölgelerinde çökerek ortamdaki uzaklaşmaktadır (Epply ve diğ., 1983). Geriye kalan tek ihtimal açık sularda ölçülen TSS'nin biyolojik kökenli olmasıdır. Yılmaz ve diğ., (1986), aynı zaman ve yerde, 1.0 µg/l'ye varan klorofil-a değerlerine rastlamışlardır. Eş zamanda kıyı bölgelerinde (Antalya Körfezi) yapılan ölçümler buralarda açık sulara oranla çok daha az klorofil bulunduğunu göstermektedir. Bütün bu bulgular açık sularda ölçülen yüksek TSS'in birincil üretimden kaynaklandığının göstergesidir. Anılan sahada yapılacak ayrıntılı partiküler organik karbon ve birincil üretim ölçümleriyle bu yargının doğruluk derecesinin araştırılması gerekmektedir.

E. Plastik Ve Diğer Pelajik Maddeler:

Saydam ve *dig.*, (1984) ile Bingel ve *dig.*, (1986)'nın farklı mevsimlerde ölçtükleri toplam plastik ve diğer yüzebilen maddelerin miktarları Çizelge 3.13'te verilmiştir. Saydam ve *dig.*, (1984) örneklemelerinde Neston ağını, Bingel ve *dig.*, (1986) ise dip trol ağını kullanmışlardır. Neston ağıyla toplanan plastik maddeler granüle plastikler, naylon torbalar ve diğer yüzen maddeleri içerirken, trol ağıyla toplananlar ise zamanla üzerine biriken diğer maddeler nedeniyle yoğunluğu artarak dibe çöken plastik maddeleri içermektedir. Her iki araştırıcının bulduğu sonuçlar, yöntemler farklı olmakla beraber, plastik ve yüzen madde miktarı bakımından en kirli bölgenin Iskenderun Körfezi olduğunu göstermektedir. Iskenderun Körfezi'nin çok kirli olması, bu bölgede Collins ve Banner (1979), Ozsoy ve *dig.*, 1986 tarafından varlığı gösterilen (Şekil 3.11) genel akıntı sisteminin özelliğinden dolayıdır. Şekil 3.11.a'dan görüldüğü gibi, Iskenderun Körfezi'nde mevcut olan iki daimi girdap plastik ve diğer yüzebilen maddeler için bir tuzak gibi hareket etmektedir. Körfez içinde en yüksek birikimlere körfezin ağzında, ortasında ve en içlerinde rastlanılmıştır (Bingel ve *dig.*, 1986).

Iskenderun Körfezi yüzey sularında bulunan tahmini plastik torba, granüle plastik ve diğer yüzen madde miktarları sırasıyla 10, 2.5 ve 2.5 tondur (Saydam ve *dig.*, 1984). Körfez tabanında ise toplam plastik madde miktarı ≈265 tondur (Bingel ve *dig.*, 1986).

Türkiye'nin Akdeniz kıyıları boyunca, Iskenderun'dan Anamur'a kadar, sonbahar, 1983, ilkbahar ve sonbahar, 1984 mevsimlerinde ölçülen plastik madde miktarları Şekil 3.12'de gösterilmiştir. Akdeniz kıyılarımız boyunca gözlemlenen yüksek plastik madde miktarları, bilhassa iskenderun

Körfezi'nde, Türkiye kıyıları boyunca atılan plastik maddelerin yanısıra bazı Kuzey Afrika ve Orta Doğu ülkelerinden denize çeşitli yollarla atılanları da kapsamaktadır. Şekil 3.11.b'den anlaşılacağı üzere Doğu Akdeniz'in genel akıntı sistemi siklonik türde olup yüzebilen ve her türlü parçalanmaya (biyolojik ve katalitik) dayanıklı olan maddeler, ve bilhassa plastik türünde olanlar, güney kıyılarıımıza kadar taşınabilmektedirler. Esasen, çalışmaların yapıldığı bölgelerden toplanan naylon torbalar üzerindeki markalar ve yazıların büyük çoğunluğu bunların Orta Doğu ülkelerinden atıldığını göstermektedir. Eldeki mevcut bilgi ve değerler plastik madde miktarlarını kesin olarak hesaplanmasını zorlastırmaktadır.

3.2.2. Kirleticilerin Sedimanda Dağılımı:

A. Ağır Metaller:

Sedimandaki ağır metal miktarları hakkında elde mevcut bilgilerin tamamı Kilikya Baseni'nden olup, kıyı ve açık deniz sedimanlarının içerdikleri ortalama ağır metal miktarları, Çizelge 3.14'te, Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sedimanlarında karbonatlardan arındırılmış ağır metal dağılımları ise Şekil 3.13.a-e de gösterilmiştir. Bu çizelgelere cıva ve kalay, kirletici olarak özel konumlarından dolayı, dahil edilmemiştir. Her iki kirletici de ilerideki bölümlerde ayrıca tartışılacaktır. Bilindiği gibi deniz ortamında etken olan sedimantasyon olayları, ağır metalleri anorganik ve organik kökenli katı maddelere bağlayarak ortamdaki uzaklaştıran en önemli faktörlerdir. Bu tür olayların etken olduğu bölgeler nehir ağızlarında oluşan deltalar, evsel ve endüstriyel atık suların ve katıların deşarj edildiği alıcı ortamlardır. Bu nedenle, herhangi bir sedimandaki ağır metal miktarı, kirletici kaynakların

yanısına, taban materyalinin jeolojik ve minerolojik yapısına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Kurşun: Kurşun elementi diğer kirleticilerle kıyaslandığında farklı kaynaklar ve dolaşım yollarını takip etmektedir. Chester ve diğ., (1983) ve Zafiropulos (1986) kurşun elementinin atmosferik olaylarla deniz ortamına olan girdisinin, karasal kaynaklı girdilere oranla en azından 10 kat fazla olduğunu göstermişlerdir. Kıyı sedimanlarının içerdii kurşun miktarları 46 mg/kg dan 280 mg/kg'a (kuru ağırlık olarak) kadar değişebilmektedir (Ozkan ve diğ., 1980). En yüksek değerlere evsel atıkların boşaltıldığı Mersin Limanı civarında ve Göksu Nehrinin deltasında rastlanmıştır. Bununla beraber, Mersin Limanı ve çevresi için verilen değerler, Batı Akdeniz ve Ege Deniz'i için verilen (Zafiropulos, 1986) değerlerle aynı mertebede bulunurken, Erdemli (IÇEL) kıyıları dip sedimanlarında ölçülen miktarlar, açık deniz sedimanlarında ölçülenlere (Arnoux ve diğ., 1962) yakındır.

Bakır: Kuzeydoğu Akdeniz için baz kabul edilebilecek bakır miktarı değişim aralığı 10-44 mg/kg olarak alınabilir. Yapılan çalışmalarda Kuzeydoğu Akdeniz derin su ve kıyı sedimanlarının 21 mg/kg'dan 368 mg/kg'a kadar değişebilen bakır içerdii bilinmektedir (Ozkan ve diğ., 1980; Shaw ve Bush, 1978). Derin su sedimanlarında baz değerinin değişim aralığı içinde kalan oranlarda bakır bulunurken, en yüksek değerler Mersin Limanı'nda bulunmuştur.

Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey sedimanlarındaki bakır dağılımı incelendiğinde (Şekil 3.13.a), kıyı seridi içinde kalan alanlardaki sedimanların 0-50 ppm, Kıbrıs'ın kuzeybatısını

kaplayan bölgede ise 100-150 ppm bakır içerdiği görülmektedir. Bu iki bölge arasında kalan alanlarda ise 50-100 ppm arasında değişmektedir.

Çinko: Deniz ortamına çinko girdisinin yüzde ellisi atmosferik yollarla olmakla beraber, Kilikya Baseni'nde yapılan ölçümler karasal kaynaklı deşarjların çinko miktarı üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Hiçbir şekilde nehir veya dere deşarjlarına maruz kalmayan Ovacık bölgesinde ≈ 17 mg/kg Zn ölçülürken, Göksu, Lamas (Limonlu), ve Seyhan nehirlerinin döküldüğü bölge içinde kalan sedimanlarda 50-100 mg/kg arasında değerler ölçülmüştür (Çizelge 3.14). Çinko'nun dağılımı bakır elementininkine benzer özellikler göstermektedir. En yüksek değere, gene Mersin Limanı'nın dip çamurunda rastlanılmıştır (483 mg/kg). Ortalama çinko miktarı 107 mg/kg olup, standart sapması 21 mg/kg'dır. Bu değerler baz olarak kabul edilen değerlere yakın olmakla birlikte, Ege Denizi'nde (Voutsinou-Talodouri, 1983) ve Batı Akdeniz'de (Arnoux ve dig., 1962) ölçülen değerlerden daha küçüktür.

Demir, Mangan, Krom ve Nikel Dağılımı: En yüksek krom ve nikel konsantrasyonlarına Göksu ve Seyhan nehirlerinin deltalarında rastlanmıştır (Çizelge 3.14, Şekil 3.13.b-c). Bu drenaj alanları içinde sözkonusu metaller yönünden zengin minerallerin bulunmasıyla açıklanabilir. Demir ve mangan (Şekil 3.13.d-e) elementleri, krom ve nikel dağılımına benzer bir özellik göstermektedirler. Bu genel dağılım şekli içinde iskenderun açıklarındaki kıta-eğimi ile Alanya bölgesinin açıklarındaki alanlar istisna teşkil etmektedir. Bu bölgeler diğer elementler açısından Kuzeydoğu Akdeniz'in başka bölgelerine göre pek farklılık göstermezken, özellikle mangan, demir ve kromca oldukça zengindir. Bu kadar yüksek değerlere rastlanması,

kirlenmeden değil, mangan ve demir elementlerinin jeokimyası ve ortamın fizikokimyasal karakterlerinden kaynaklandığı düşünülmelidir. Bu bölge sedimanlarının redoks-potansiyeli, oksijen doygunluğu, kil minerolojisi ve diğer elementler açısından incelenmesinde yarar bulunmaktadır.

Kalay: Kuzeydoğu Akdeniz kıyı sedimanlarında ölçülmüş anorganik ve organik kalay miktarları diğer bazı denizlerdeki miktarlarıyla birlikte Çizelge 3.15'te sunulmuştur.

Yapılan sediman analizlerinin hemen hemen tamamında mono-, di-, ve tri-metilkalay bileşiklerinin bulunması, sedimanda mikrobiolojik aktivitenin varlığından kaynaklanmaktadır. Diğer elementlerde olduğu gibi en yüksek konsantrasyona (11 mg/kg) Mersin Limanı'nda rastlanılmıştır. Bu değer oldukça kirli olan Amerika'daki Chesapeake Körfezi ve Palace Moat-Tokyo'da ölçülen değerlere yakındır (Tuğrul ve diğ., 1983). En az kirletilmiş olarak kabul edilebilecek olan Akkuyu Körfezi'nde bulunan 0.5 mg/kg kalay miktarı, Kuzeydoğu Akdeniz için baz değer olarak kabul edilebilir.

Cıva: Besin zinciri içindeki trofik seviyeye beraber artış gösteren ve birikime uğrayan cıva, suda çözünürlüğü az olduğundan sedimanlarda birikmektedir. Ayrıca, deniz ortamında mevcut biyolojik ve fizikokimyasal şartlara bağımlı olarak, kalay elementi gibi, biyometilasyon reaksiyonlarına girmektedir. Kuzeydoğu Akdeniz sedimanlarında bugüne kadar ölçülmüş bulunan cıva miktarları toplanarak Çizelge 3.16'da verilmiştir. Çizelgeden Mersin Limanı ve çevresinin cıva açısından oldukça kirli durumda olduğu görülmektedir ($\approx 400-500$ ng/l). Bu derece yüksek cıva değerleri, $131+162$ ng/l cıva içerdiği bilinen (Salihoglu ve Yemencioğlu, 1986), Mersin Şehri ana kanalizasyon

desarjlarının doğrudan bu bölge içine akıtılması ve liman alanı içindeki gemi faaliyetleri nedeniyledir. Organik madde yönünden oldukça zengin ve dolayısıyla anoksik (oksijensiz) şartların kolayca oluşabileceği desarj noktasının yakınındaki alanlarda metilciva konsantrasyonunun oldukça fazla olduğu ve desarj noktasından uzaklaştıkça normal değerlere düştüğü bilinmektedir. Bu değerler, aşağı yukarı İsrail kıyıları (Roth ve Hornung, 1977) ve Tuscan kıyıları (Renzoni ve diğ., 1973) gibi Kuzeydoğu Akdeniz'in diğer bölgelerinde ölçülen civa değerlerine yakın değerlerdir. Çizelge 3.16'dan görülebilen bir diğer özellik ise, nehir desarjlarıyla denize taşınan civa miktarının evsel atıksu desarjlarına oranla daha az olduğudur.

B. Petrol Hidrokarbonları

Kuzeydoğu Akdeniz sedimanları için verilen petrol hidrokarbonu miktarları genellikle PAH (Poliaromatik Hidrokarbonlar) cinsindedir. Salihoğlu ve Saydam (1986) Kilikya Baseni'nden topladıkları 67 sediman örneğinde 1.3 mg/kg'a kadar ulaşan PAH değerleri bulmuşlardır. Bu yüksek değere Iskenderun Körfezi sedimanında rastlanılmış olup, yazarlarca bu bölgeye kaza sonucu dökülmüş ham petrolün neden olabileceği belirtilmiştir. Fakat genel dağılım sözkonusu olduğunda, sedimanlardaki petrol kökenli kirlenmenin, yörenin sıcaklığı ve mikrobiyolojik aktivitenin yüksekliği nedeniyle, henüz tehlikeli boyutlara ulaşmadığı aynı yazarlarca bildirilmiştir.

C. Klorür İçeren Hidrokarbonlar

Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinde pestisit ve insektisit olarak kullanılan klorürlü bileşikler, deniz ortamına tarım alanlarından yağmur sularıyla ve nehir sularıyla

ulaşmaktadır. Bölge sedimanlarının içerdiği klorürlü pestisit türlerinden DDT ve PCB'lerin konsantrasyonları hakkında bilgiler sınırlıdır. Balkaş ve *dig.*, (1978) ile Başturk ve *dig.*, (1980) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları Çizelge 3.17'de verilmiştir. Toplam DDT açısından en kirli bölgeler tarım ve endüstri faaliyetlerin yoğun olduğu Mersin bölgesi ile Seyhan nehrinin deltasıdır. Nisbeten daha az tarım alanının drenaj ve yıkama sularını taşıyan Göksu Nehri ve Lamas deresi delta sedimanları, kuru ağırlık olarak, 3-9 µg/kg toplam DDT içermektedir.

Tüm bölge sedimanlarında ölçülen DDT ve türevleri 5-26 µg/kg aralığında olup, sedimanların ekstrakte edilebilen organik madde miktarıyla doğrusal bir değişim göstermektedir. Poliklorürlü bifenil (PCB's) miktarları çoğunlukla uygulanan analiz tekniğinin altında bulunmuştur. Oldukça düşük miktarlarda PCB değerlerinin bulunması, deniz suyu sıcaklığına ve yüzey buharlaşmasına (kdestilasyon) bağlanabilir.

3.2.3. Kirleticilerin Organizmada Dağılımı:

Bu çalışmada, Kuzeydoğu Akdeniz'de, organizmalardaki kirletici miktarları analizi yapılmamıştır. Deniz suyu ve sedimanın organizmalarla etkileşimini gösterebilmek amacı ile ayrı ayrı çalışmalarda Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

A. Ağır Metaller:

Çizelge 3.18, değişik onbir balık ve kabuklu türünde ölçülen on ağır metal miktarını içermektedir. *Upeneus molucensis* (Nil barbunyası) ve *Portunus pelagius* (Mavi yengeç) dışında kalan tüm organizmalarda cıva miktarları kabul edilebilir limitlerdedir. Balkaş ve *dig.* (1982 a) ile Salihoğlu ve

Yemenicioğlu (1986) MULLIDAE familyasından olan *U. molucensis*'in civayı biriktirebilme özelliğine sahip olduğunu ve ortamdaki cıva değişimlerini çok kısa sürede dokularında yansıttığından cıva kirlenmesinin iyi bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir.

Organizmalarda cıva mevsimsel değişimler de göstermektedir. Balkaş ve diğ. (1982 a) Kuzeydoğu Akdeniz'de yaptıkları araştırmada, bazı organizmalardaki cıva artış zamanlarının Çukurova'da cıvalı tarım ilacı uygulaması zamanı ile ve yağışlarla ilişkili olduğunu göstermiştir. Buna en iyi örnek, MULLIDAE familyasından olan *Mullus surmuletus* (Tekir) dir (Şekil 3.14). Şekil 3.2'de gösterilen cıvanın deniz suyundaki mevsimsel değişimi ile Şekil 3.14 uyum içinde olup, deniz suyunda cıva artışının olduğu zamanlarla balıktakiler birbiri ile çakışmaktadır.

Çinko ve bakır yaşam için gerekli iki elementtir. Çizelge 3.18'de verilen metal miktarları çinko ve bakır dışında oldukça düşük olup hepsi de kabuledilebilir limitlerin altındadır. Bölüm 2.2.3.A'da belirtildiği üzere Kuzeydoğu Akdeniz'de, sedimanlardaki Cr, Ni ve Mn miktarlarının oldukça yüksek olmasına karşılık organizmalara yansımaması dikkat çekicidir.

Çizelge 3.18'deki sonuçlardan en ilginç, kadmiyumun yok denecek kadar az oluşudur. Bu bulgu Bölüm 3.2.1.A'daki deniz suyu analiz sonuçlarını doğrulamaktadır.

B. Petrol Hidrokarbonları

Organizmadaki petrol hidrokarbonu tek literatür bulgusu Salihoğlu ve Saydam'ın (1986) Iskenderun Körfezinden verdiğidir. Üç değişik balık türünün karaciğeri ve kas dokusundan elde ettikleri bulgular Çizelge 3.19'da

verilmiştir. Çizelgedeki değerler oldukça düşük olup insan sağlığı açısından tehlike göstermemektedir. Organizma-deniz suyu ilişkisini tartışabilmek için daha fazla bulguya ihtiyaç vardır.

C. Klorür içeren Hidrokarbonlar

Organizmalarda ölçülen DDT ve türevleri ile PCB miktarları Çizelge 3.20'de özetlenmiştir. *Patella caerulea* (taş midyesi) dışındaki bütün makroorganizmalarda PCB miktarı uygulanan analiz yönteminin altındadır (Çizelge 3.20.a). Bunun nedeni yöredeki PCB kullanımının az olması ve deniz suyunun fazla buharlaşması sonucu PCB'lerin ko-destilasyonla atmosfere kaybıdır. Ölçülen DDT miktarları ile organizmanın içerdiği yağ-lipid miktarı arasında lineer bir korelasyon ilişkisi vardır. Söz konusu ilişki, DDT'lerin yağda çözünürlükleri yüksek olduğundan normal olarak beklenmektedir.

Erdenli açıklarında tek bir istasyonda 1984 ve 1985 yıllarında plankton (fito ve zoo karışık) örneklerinde ölçülen klorürlü hidrokarbon miktarları Çizelge 3.20.b'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere organizmaların tersine, planktonlarda oldukça yüksek miktarlarda PCB ölçülmüştür. Yüksek değerler birincil üretimin fazla olduğu ilkbahar ve sonbahar aylarına rastlamaktadır. Birincil üretimden kaynaklanan askı yükün fazla olduğu dönemde yüksek klorürlü hidrokarbon ölçümü doğaldır, çünkü deniz suyundaki hidrokarbonların büyük yüzdesi askıyükte bulunmaktadır. Burada dikkate değer bir konu 1976-1980 yılları arasında organizma ve sedimanda yapılan ölçümler sonucu PCB'ye rastlanılmadığı halde 1984-1985 yıllarında planktonlarda yüksek sayılabilecek konsantrasyonda ölçülebilmiş olmasıdır. Büyük olasılıkla geçen süre içinde yörede PCB kullanımı artmıştır.

4. SONUÇLAR

Yukarıda sunulan tartışmalar ışığında Kuzeydoğu Akdeniz hakkında aşağıda özetlenen sonuçlara varmak mümkündür.

Kuzeydoğu Akdeniz, kendine özgü su kütlesi hareketi ve girdilerin az oluşu nedeniyle, temel besin tuzları yönünden fakirdir. Bunun sonucu klorofil- α , dolayısı ile birincil üretim düşük düzeyde kalmaktadır. Siklonik girdapların neden olduğu upwelling olayı, yer yer yamalar halinde birincil üretimin artmasına neden olmaktadır. Söz konusu alanlar balık üretimi yönünden zengin olabilir. Bu nedenle, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanısıra biyoloji ve ekolojilerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Kara kökenli kirleticiler, özellikle kıyı kesiminde etkin olmakta ve kıyı sularının kalitesini etkileyebilmektedir. Kıyı sedimanlarında kirlenmenin izleri görülmektedir.

Uzun ömürlü kirleticiler yalnız kıyıya yakın yerlerde birikim göstermekle kalmayıp açık denizde de etkili olmaktadır. Açık denizde özellikle siklonik girdap merkezleri kirleticilerin birikim alanları olmaktadır.

Açık denizdeki kirletici birikimi, su kütlelerinin dinamiği ile sıkı sıkıya ilişkilidir.

Deniz suyundaki toksik kirletici miktarları düşük düzeyde olmasına rağmen bazı deniz ürünlerinde insan sağlığını etkileyebilecek üst sınırlara yaklaşmaktadır.

Kuzedogu Akdeniz'deki temel besin tuzu ve kirletici dağılım ve davranışlarının tam olarak tanımlanabilmesi, çok disiplinli (fizik, kimya, biyoloji ve biyojeokimya) uzun süreli araştırmalarla mümkündür.

KAYNAKLAR

- AKYUZ, E.F., 1975, "Observations on the Iskenderun red mullet (*Mullus barbatus*) and its environment", Proc. Gen. Counc. Med., 4, pp.305-321.
- ARMSTRONG, F.A.J., 1965, In: "Chemical Oceanography", (J.P. Riley and G.Skirrow, eds.), V.1, pp.409 Academic Press, London.
- ARNAUX, A., H.CHAMLEY, D.BELLAM SANTINI, J.TATOSSIAN et DIANA, 1962, "Etude mineralogique et Chimique des sediments profonds de la Mediterranee Occidentale (Missi BIOMEDE II)", Journ. Etud. Pollut., C.I.E.S.M., 6, 1982, pp.385-344.
- AYDIN, A.Y., 1987, "The Mass Distribution of the Total Suspended Matter Around the Turkish Coasts", Master Thesis METU, Institute of Marine Science, Erdemli, Icel, Turkey
- BALKAS, T.I., I.SALIHOGU, G.TUNCEL, S.TUGRUL and G.REMELOW, 1978, "Trace metals and organochlorine residue content of MULLIDAE family fishes and sediments in the vicinity of Erdemli (Icel), Turkey", Jur. Etud. Pollt. CIESM, pp 159-163, Antalya.
- BALKAS, T.I., S.TUGRUL and I.SALIHOGU, 1982 (a), "Trace metal levels in fish and crustacea from Northeastern Mediterranean coastal waters", Mar. Environ. Res. 6, pp. 281-285.
- BALKAS, T.I., I.SALIHOGU, A.F.GAINES, M.SUNAY and J.MATTHEWS, 1982 (b), "Characterization of floating and sinking tar balls in the marine environment", Mar. Pollu Bull., 13 (6), pp. 202-205.

- BASTURK, O., M.DOGAN, I.SALIHOGU and T.I.BALKAS, 1980, "DDT, DDE and PCB residues in fish, crustaceans and sediments from the Eastern Mediterranean coast of Turkey", Marine Pollution Bulletin, V.11, No.7, pp.191-195.
- BERMAN, T. and R.W. EPPLY, 1974, "The measurements of phytoplankton parameters in nature", Sci. Prog. Oxf., 61, pp.219-236.
- BERMAN, T., D.W. TOWNSEND, S.Z. EL SAYED, C.C. TREES and Y.AZOV, 1984 (a), "Optical transparency, chlorophyll and primary productivity in the Eastern Mediterranean near the Israeli coast", Oceanologica Acta, 7, No.3, pp.367-372.
- BERMAN T., Y.AZOV and D.W.TOWNSEND, 1984 (b), "Understanding oligotrophic oceans: Can the Eastern Mediterranean be a useful model?", Marine Phytoplankton and Productivity Lecture Notes, Coastal Estuarine Stud., 8, Springer, pp.101-112.
- BINGEL, F., D. AVSAR and M. UNSAL, 1986, "A note on plastic material in trawl catches in the Northeastern Mediterranean", submitted to Meeresforschung.
- CHESTER, R., E.JOANNA SHARPLES, K.MURPHY, A.C. SAYDAM and G.S. SANDERS, 1983, "The atmospheric distribution of lead over a number of marine regions", Marine Chemistry, 13, pp.57-72.
- COLLINS, M.B. and F.T., BANNER, 1979, "Secchi disk depths suspensions and circulation, Northeastern Mediterranean Sea", Marine Geology, 31, pp. M39-M46.

- CULLEN, J.J., 1982, "The deep chlorophyll maximum: comparing vertical profiles of chlorophyll- α ", Can. J. Fish Aqua. Sci., 39, pp.791-803.
- EMELYANOV, E.M. and K.M. SHIMKUS, 1972, "The Mediterranean Sea: a natural sedimentation laboratory", Strondsburg, Pa., Dowdan, Hutchinson and Ross Inc., 1972.
- EPPLY, R.W., E.H.RENGER and P.R.BETZER, 1983, "The residence time of particulate organic carbon in the surface layer of the ocean", Deep-sea Res., 30 (3A), pp.311-323.
- GOCMEN, D., 1987, "Fluctuations of Chlorophyll- α and Related Chemical, Biological and Physical Parameters in Turkish Coastal Waters", Master Thesis, METU, Institute of Marine Sciences, Erdemli, Icel.
- GOLDBERG, E.D., 1986, "Tributyltin-TBT- An environmental dilemma", Environment, 28, No.8, pp. 17-22.
- GUARD, H.E., A.B. COBERT, W.M. COLEMAN, 1981, Science, 213, pp.770.
- HALLAS, L.E., J.C., MEANS and J.J. COONEY, 1982, Science, 215, pp.1505.
- HARVEY, G.R. and STEINHAUER, W.G., 1976, "Biogeochemistry of PCB and SST in the North Atlantic", Environmental Biochemistry, (J. Nriagu, ed.), Ch.15, pp.203-221, Ann Arbor Science Publications.
- HENRY, P., 1977, "The Mediterranean: A Threatened Microcosm", Ambio, 6, No.6, pp. 300-307.

- an
- HODGE, V.F., S.L.SIEDEL and E.D.GOLDBERG, 1979, "Determination of Sn (IV) and organotin compounds in natural water, coastal sediments and macroalgae by atomic absorption spectrometry", Anal. Chem., 51, pp. 1251-1259.
 - HUYNH-NGOC, L. and R. FUKAI, 1979, "Levels of trace metals in open Mediterranean surface water", A summary report, Journ. Etud. Pollut., C.I.E.S.M., 4, pp.171-175.
 - ISRAEL REPORT, 1985, "Multidisciplinary Studies of the Eastern Mediterranean Basin, 1984-1985, An annual report on physical, chemical and biological investigations", Israel Oceanographic and Limnological Research Ltd.
 - JHONSON, P.W. and MC N. SIEBURTH, 1979, "Chroococcoid cyan bacteria in the sea: a ubiquitous and diverse phototrophic biomass", Limnol. and Oceanogr., 24, pp. 928-935
 - KIDEYS, A., 1987, "Time Series of Chlorinated Hydrocarbons in Sea Water and Plankton", Master Thesis, METU, Institute of Marine Sciences, Erdemli, Icel, Turkey.
 - KILIC, M., 1986, "DDPH as a Tracer of Water Mass Transportation Phenomena", Master Thesis, METU, Institute of Marine Science, Erdemli, Icel.
 - KULEBAKINA, L.G. and S.I. KOZLOVA, 1985, "Distribution of dissolved and suspended forms of mercury in the 0-100 m layer of the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea", Oceanology, 25 (2), pp.191-195.
 - LE LOURD, P., 1977, "Oil Pollution in the Mediterranean Sea", Ambio, VI, pp.317-321.

- LI, W.K.W., D.W. SUBBA RAO, W.G. HARRISON, J.C. SMITH, J.J. CULLEN, B. IRWIN, and T. PLATT, 1983, "Autotrophic picoplankton in the tropical ocean", *Science*, 219, pp.292-295.
- MC GILL, D.A., 1961, "A preliminary study of the oxygen and phosphate distribution in the Mediterranean Sea", *Deep Sea Research*, V.8, pp. 259-269.
- MC GILL, D.A., 1965, "The relative supplies of phosphate, nitrate and silicates in the Mediterranean Sea", *Rapp. Comm. Int. Mer. Medit.*, V.18, pp. 737-744.
- MC GILL, D.A., 1969, "A budget for dissolved nutrient salts in the Mediterranean", *Can. Oceanogr.*, V.21, pp. 543-554.
- MENARD, P.B., 1985, "The role of air-sea exchange in geochemical cycling", Published in cooperation with NATO Scientific Affairs Division Series C: Mathematical and Physical Sciences, Vol.185, pp.549.
- MILLER, A.R., P. TSCHERNIA, H. CHARNOK and D. MC GILL, 1970, "Mediterranean Sea Atlas, temperature, salinity, oxygen profiles and data from cruises of R/V Atlantis and R/V Chain", *Woods Hole Oceanographic Atlas Series*.
- MIYAKE, Y. and Y. SUZUKI, 1983, "The concentration and chemical forms of mercury in waters of the western North Pacific", *Deep-sea Res.*, 30, pp.615-627.
- MURDOCH, W.W. and C.P. ONUF, 1974, "The Mediterranean as a system, Part 1: Large Ecosystem", *Intern. J. Environmental Studies*, 5, pp. 275-284.

- NAS, 1975, "Pollution in the Mediterranean" PPRA-UNEP seminar, Athens.

- OREN, O.H., 1969, "Primary production experiments off the Israeli Coast of the Mediterranean", Mediterranean Productivity Project, NATO Subcommittee on Oceanographic Research, Technical Report, No.47.

- OVCHINNIKOV, I.M., 1966, "Circulation in the surface and intermediate layers of the Mediterranean", Oceanology, 5, pp.48-58.

- OZKAN, M.A., G.TUNCEL, S.TUGRUL, G.REMELOW and T.I. BALKAS, 1980, "Extraction of heavy metals from marine sediments for analysis by atomic absorption spectrometry, Some factors affecting extraction efficiency", In: Analytical Techniques in Environmental Chemistry, J. Albaiges (ed.), Pergamon Press, Oxford, New York, pp.616-619

- OZSOY, E., M.A. LATIF, and U. UNLUATA, 1986, "Mesoscale hydrographic characteristics in the Northeastern Mediterranean - November 1985", paper presented at POEM Workshop, Erdemli, Icel, Turkey, June, 1986.

- OZTURGUT, E., 1976, "The source and spreading of the Levantine Intermediate Water in the Eastern Mediterranean" Sacland ASW Research Center, Memorandum SM-92, La Spazia, Italy, pp.45.

- PRAKASH A., M.A. RASHID, A.JENSEN and D.W.SUBBA RAO, 1973, "Influence of humic substances on the growth of marine phytoplankton: diatoms", Limnol. and Oceanogr., 18, pp.516-521.

- PRAKASH, A. and MAC GREGOR, 1983, "Environmental and human health significance of humic materials: An Overview", In: Aquatic and Terrestrial Humic Materials, (R.F. CHRISTMAN and E.T. GJESSING, eds.), by Ann Arbor Science, pp.481-49
- QCW, 1979, "Quality Criteria for Water", U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., R.E. Train (ed.), Billing and Sons Ltd., London, 1979.
- RENZONI, A., E. BALLI and L. FACIAI, 1973, "Mercury concentration in the water, sediments and fauna of an area of the Tyrrenean coast", Rev. Int. Oceanogr. Med., 36-37, pp.17-45.
- ROBERTSON, D.E., L.A. RANCITELLI, J.C. LANGFORD and R.F. PERKINS, 1972, "Batelle Northwest contribution to the IDOE base-line study", In: Workshop on baseline studies of marine pollutants in marine environment, Brookhaven National Laboratory, May 24-26, 1972, Washington D.C. National Science Foundation, pp.231-275.
- ROTH, F. and H.HORNUNG, 1977, "Heavy metal concentrations in water, sediments and fish from Mediterranean coastal area, Israel", Environ. Sci. Technol., 11, pp.265-269.
- SALIHOGLU, I. and A.C. SAYDAM, 1986, "Pre and after effect of pipeline burst in the Gulf of Iskenderun: A case study", submitted to Mar. Pollut. Bull.
- SALIHOGLU, I. and S. YEMENICIOGLU, 1986, "Chemical and biological distribution of mercury in the North Levantine", In: FAO/UNEP/WHO/IOC/IAEA, 1986, Papers presented at the FAO/UNEP/WHO/IOC/IAEA Meeting on the biogeochemical cycle of mercury in the Mediterranean, Siena, Italy, 27-31 August 1984, FAO Fish. Rep., (325) suppl., pp.187.

- n
- 3
- a
- et
- SALIHOGLU, I., C.SAYDAM, S. YEMENICIOGLU and S.TUGRUL, 1986, "Kalayin Kuzeydogu Akdeniz'deki biyolojik ve kimyasal dagilimi", DOGA TU Bio. D. 10, 3, pp.484-493.
 - SAYDAM, A.C., I.SALIHOGLU, M.SAKARYA and A.YILMAZ, 1984, "Dissolved/Dispersed Petroleum Hydrocarbons, suspended sediment, plastic, pelagic tar and other litter in the Noretheastern Mediterranean", Jour. Etud. Pollut., Lucerne, C.I.E.S.M., pp.509-518.
 - SCHULENBERGER, E. and J.L. REID, 1981, "The Pasific shallow oxygen maximum, deep chlorophyll maximum and primary productivity reconsidered", Deep Sea Research, 28, pp. 901-919.
 - SHAW, H.F. and P.R. BUSH, 1978, "The minerology and geochemistry of the recent surface sediments of the Cilician Basin, Northeastern Mediterranean", Marine Geology, 26, pp.M51-M58.
 - SU URUNLERI KANUNU VE TUZUGU, 1972, Su Urunleri Kanunu Kanun No. 1380, Kabul Tarihi 22/3/1971.
 - SVERDRUP, H.U., JHONSON, M.W. and FLEMING, R.H., 1942, "The oceans, their Physics, Chemistry and General Biology", Prentice Hall, New York.
 - TOKB, 1984, Tarim Orman ve Koyisleri Bakanligi, "Zirai Mucadele 1983 Yili Uygulamasi-1984 Programi".
 - TOLBA, M.K., 1980, Environ. Intern., 4, pp.129.
 - TUGRUL, S., I.SALIHOGLU, T.I.BALKAS and T.AYDOGDU, 1980, "Seasonal variation of mercury concentrations in organisms of the Cilician Basin", Environment International, 4 (4), pp.281-287.

- TUGRUL, S., T.I.BALKAS, and E.D.GOLDBERG, 1983, "Methyltins in the marine environment", Mar. Pollut. Bull., 14 (8), pp.297-303.
- TUNCEL, G., G.REMELOW and T.I. BALKAS, 1980, "Mercury in water, organisms and sediments from a section of the Turkish Mediterranean coast", Marine Pollution Bulletin, 11, pp. 18-22.
- UNEP, 1984, UNEP/ ECE/UNIDO/FAO/UNESCO/WHO/IABA, "Pollutants from land-based sources in the Mediterranean", UNEP Regional Seas Report and Studies No.32, UNEP, 1984.
- UNEP, 1986 (a), UNEP/FAO, "Assessment of the present state of pollution by Cadmium, Copper, Zinc and Lead in the Mediterranean Sea", (MED POL II), MAP Technical Report Series, UNEP/WG. 144/11, Athens, 1986.
- UNEP, 1986 (b), UNEP/IOC/WHO, "Baseline studies and monitoring of oil and petroleum hydrocarbons in marine waters", (MED POL I), MAP Technical Report Series, No:1, Athens, 1980.
- UNESCO, 1984, "Manual for monitoring oil and dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons in marine waters and on beaches", IOC, Manuals and Guides, 13.
- UNLUATA, U., 1986, "A Review of the Physical Oceanography of the Levantine and the Aegean Basins of the Eastern Mediterranean in Relation to Monitoring and Control of Pollution", A Review, Erdemli, July, 1986.
- WHO, 1976, "Mercury in environmental health criteria", World Health Organization, Geneva.

- VOUTSINOUS-TALADOURI, F., 1983, "Metal concentration in polluted and unpolluted Greek sediments: a comparative study", J. Etud. Pollut., C.I.E.S.M., 6 (1982), pp.245-259.
- YEMENICIOGLU, S., C.SAYDAM and I.SALIHOGU, 1984, "Biomethylation of tin in the marine environment", Proc. of the VII'th ICSEM/IOC/UNEP Workshop on Marine Pollution in the Mediterranean Sea, Lucerne, Switzerland, 1984.
- YILMAZ A., 1982, "Fluorescence Measurements in the Marine Environment", Master Thesis, METU, Institute of Marine Sciences, Erdemli, Icel.
- YILMAZ, A., 1986, "The Origin and the Nature of Humic Substances in the Marine Environment", Ph.D. Thesis, METU, Institute of Marine Sciences, Erdemli, Icel.
- YILMAZ, A., D.GOCMEN, A.C.SAYDAM and I.SALIHOGU, 1986, "Deep chlorophyll- α in the Northeastern Mediterranean", submitted for Limnology and Oceanography.
- ZAFIROPULLOS, D.A., 1986, A Report on: "Assesment of the present state of pollution by Cadmium, Copper, Zinc and Lead in the Mediterranean Sea", in preparation.
- ZUCKERMAN, J.J., R.R.REISDORF, H.V. ELLIS III and WILKERSON, 1978, R.R. Am. Chem. Soc. Symp., 82, pp.388.

Çizelge 2.1. Doğu Akdeniz'de Besin Tuzlarının Konsantrasyon Aralığı
(Sonuçlar µg-at/l birimindedir, İsrail Raporu, 1985)

Besin Tuzu	Yüzey	Dip Suyu
PO ₄ -P	0.0	0.35
SiO ₂ -Si	0.5	11.0
NO ₃ -N	0.1	10.0
NO ₂ -N	0.0	0.4

Çizelge 2.2. Akdeniz'de Birincil Üretimin Seviyesi

Tarih	Bölge	Günlük PP(gC/m ² /gün)	Yıllık PP(gC/m ² /yıl)	Kaynak
Nisan, 1983	Kuzeydoğu Akdeniz	0,118 *	24 *	Yılmaz, 1983
Haz. , 1983	Kuzeydoğu Akdeniz	0,083 *		
Eylül, 1983	Kuzeydoğu Akdeniz	0,089 *		
Haz. , 1983	Kuzeydoğu Akdeniz	0,085 *		
Nisan, 1962	Doğu Akdeniz	0,109-0,156 **		Oren, 1962
Haz. , 1962	Doğu Akdeniz	0,070 **		
Eylül, 1962	Doğu Akdeniz	0,077 **		
	Doğu Akdeniz		25 **	Murdoch and Onuf, 1974
	Batı Akdeniz		50 **	

PP: Birincil Üretim

* Klorofil-α bulgularından hesaplanmış birincil üretim

** ¹⁴C Yöntemi ile ölçülmüş birincil üretim

Çizelge 3.1. Kuzeydoğu Akdeniz'e Karasal Kaynaklardan Giren Toplam Kirlenici Miktarları (UNEP, 1984)

Kaynak	Evsel		Endüstriyel		Tarımsal		Nehirlerle Taşınan		TOPLAM
	t/y	%	t/y	%	t/y	%	t/y	%	
Toplam Değeri ($\times 10^3$ t ³ /y)	19	0	25	0	-	*	25000	100	25000
Organik Madde									
BOD ($\times 10^3$)	5,2	5	7,8	6	19	14	100	75	133
KOI ($\times 10^3$)	13	3	20	4	300	58	180	35	513
Besin Tuzları									
Fosfor ($\times 10^3$)	0,24	1	0,05	0	5,5	29	13	69	19
Azot ($\times 10^3$)	1,9	4	0,59	1	12,2	24	35	71	51
Özel Organikler									
Deterjanlar	180	7	--	-	--	--	2500	93	2700
Fenoller	--	-	150	59	--	--	70	32	220
Mineral Yağları	(--)	-	27000	100	--	--	(--)	--	27000
Metaller									
Cıva	0,01	0	0,05	1	--	--	7	99	7,1
Kurşun	2,2	1	8,0	4	--	--	170	95	180
Krom	2,2	2	3,0	2	--	--	140	96	145
Çinko	23	2	24	2	--	--	1100	96	1150
Toplam Aski Yük ($\times 10^3$)	9,3	-	2,7	-	9,4	--	(--)	--	(--)
Klorürlü Organikler	--	-	--	-	--	*	6,7	100	6,7
 Radyoaktivite									
Tritiyum (Ci/y)	--	-	--	-	--	--	--	--	--
Diğerleri (Ci/y)	--	-	--	-	--	--	--	--	--

AÇIKLAMALAR

- ; Bu kaynaktan gelen miktar ihmal edilebilir
 (-) ; Tahmin yapılabilmek için yetersiz bulgu
 * ; Nehirlerle taşınanlara dahil edilmiştir

Çizelge 3.2. Kuzeydoğu Akdeniz'e Karasal Kaynaklardan Giren Kirletici Yükleri (Bu çalışma)

Parametre	Toplam Girdiler			Toplam
	Nehirler	Evsel	Endüstriyel	
BOD ₅	38.5x10 ³ t/y	1.1 t/y	28 t/y	39x10 ³ t/y
KOI	610.0x10 ³ t/y	3.4 t/y	176 t/y	610x10 ³ t/y
TSS	1.6x19 ⁶ t/y	4.4 t/y	285 t/y	1.6x10 ⁶ t/y
PAH	9.2 t/y	13 g/y	9 kg/y	9.2 t/y
Hg	7.3 t/y	0.65 g/y	741 g/y	7.3 t/y
Cd	61.8 kg/y	0.017 g/y	59 g/y	0.062 t/y

Çizelge 3.3. Kuzeydoğu Akdeniz'e Ağır Metallerin Tahmini Atmosferik Girdi Miktarları (Ton/yıl)

Metaller	Yük	Referans
Civa	5	Chester, ve diğ., (1983) Modeli
Kadmiyum	15	UNEP, 1986 a
Kurşun	1720	Chester, ve diğ., (1983) Modeli
Çinko	1163	UNEP, 1986 a
Bakır	105	UNEP, 1986 a

Çizelge 3.4. Kaynaklarda Ölçülen Ortalama Toplam Civa, Kadmiyum ve Kalay Miktarları (ng/l)

İstasyon	Toplam Civa			Kadmiyum			Kalay		
	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.	Max.	Min.	Ort.
İskenderun Kanalizasyonu	59	3	15	8,0	0,5	5,0	--	--	--
İsdenir Fabrika Atıksuyu	201	ND	42	5,0	ND	2,0	1115	15	382
İsdenir Kanalizasyon	183	3	18	1,0	0,2	0,5	16	16	16
Sarıseki Gübre Fab,	683	10	249	56,0	2,0	12,0	--	--	--
Toros Gübre Fab, (Asidik)	94	5	36	12,0	0,3	5,0	65	65	65
Toros Gübre Fab, (Bazik)	188	ND	38	7,0	2,0	5,0	ND	ND	ND
Ceyhan Nehri	43	ND	25	0,7	ND	0,5	--	--	--
Seyhan Nehri	32	ND	10	26,0	ND	2,0	--	--	--
Berdan Çayı	63	ND	9	0,2	ND	0,2	--	--	--
Mersin Şehir Kanal, (Linan)	289	ND	71	12,0	ND	1,0	--	--	--
Mersin Şehir Kanal, (Açık)	128	2	53	24,0	ND	2,0	--	--	--
Mersin Şehir Kanal, (Pozcu)	257	5	33	13,0	0,3	0,4	--	--	--
Lanas Çayı	74	3	8	16,0	ND	0,3	7,8	2,5	4,3
Göksu Nehri	50	0,4	23	1,0	ND	0,5	--	--	--
Manavgat Şalalesi	32	5	17	0,2	0,1	--	--	--	--
Antalya Şehir Kanalizasyonu	46	12	30	0,3	0,1	--	--	--	--
Eşen Çayı	165	8	15	0,6	0,2	--	--	--	--
Marmaris Şehir Kanalizasyonu	36	6	13	0,9	ND	0,3	--	--	--

Çizelge 3.5. Kaynaklarda Ölçülen Ortalama Kimyasal ve Biyokimyasal Oksijen ihtiyaçları (mg/l)

İSTASYON	K O I			B O I		
	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.
İskenderun Şehir Kanalizasyonu	128	41	100	1220	3	154
İsdenir Fabrikası Atıksuyu	87	6	41	14	2	7
İsdenir Kanalizasyon	92	9	47	172	1	69
Sarıseki Gübre Fabrikası	183	6	57	9	ND	7
Toros Gübre Fab, (Asidik)	275	20	146	44	7	18
Toros Gübre Fab, (Bazik)	332	14	132	5	ND	3
Ceyhan Nehri	51	6	24	18	1	5
Seyhan Nehri	157	3	56	16	3	6
Berdan Çayı	16	1	10	5	1	3
Mersin Şehir Kanal, (Linan)	514	117	334	440	1	57
Mersin Şehir Kanal, (Açık)	876	157	475	196	8	110
Mersin Şehir Kanal, (Pozcu)	195	151	169	50	1	3
Lanas Çayı	21	5	19	5	0,4	1
Göksu Nehri	57	5	27	2	0,3	1
Manavgat Şalalesi	15	3	8	3	2	2
Antalya Şehir Kanalizasyonu	122	7	68	760	1	-
Eşen Çayı	16	1	11	120	2	-
Marmaris Şehir Kanalizasyonu	131	3	60	600	120	315

Çizelge 3.6. Kara Kökenli Kaynaklarda Ölçülen Ortalama TSS (mg/l)

ISTASYON	Maks.	Min.	Ortalama
Iskenderun Şehir Kanal.	466	10	157
Isdemir Fabrika Atıksuyu	4838	10	55
Isdemir Kanalizasyon	43	4	20
Sarıseki Gübre Fab.	1872	216	878
Toros Gübre Fab. (Asidik)	18812	2	2202
Toros Gübre Fab. (Bazık)	507	48	2042
Ceyhan Nehri	2160	36	401
Seyhan Nehri	58	10	28
Berdan Çayı	172	4	45
Mersin Şehir Kanal. (Liman)	78	6	16
Mersin Şehir Kanal. (Açık)	81	32	55
Mersin Şehir Kanal. (Pozcu)	95	6	19
Lamas Çayı	361	5	52
Göksu Nehri	358	27	124
Manavgat Şelalesi	35	21	27
Antalya Şehir Kanalizasyonu	172	25	83
Eşen Çayı	4398	56	1347
Marmaris Şehir Kanalizas.	1440	1	321

Çizelge 3.7. Kara Kökenli Kaynaklarda Ölçülen Ortalama PAH (µg/l)

ISTASYON	Maks.	Min.	Ortalama
Iskenderun Şehir Kanal.	2.40	ND	0.96
Isdemir Fabrika Atıksuyu	5.00	ND	2.71
Isdemir Kanalizasyon	11.13	0.20	2.71
Sarıseki Gübre Fab.	20.03	0.04	4.14
Toros Gübre Fab. (Asidik)	20.00	ND	7.28
Toros Gübre Fab. (Bazık)	0.96	ND	0.47
Ceyhan Nehri	1.50	0.31	0.66
Seyhan Nehri	1.48	0.30	0.97
Berdan Çayı	3.12	0.06	1.34
Mersin Şehir Kanal. (Liman)	6.72	0.30	2.79
Mersin Şehir Kanal. (Açık)	8.24	1.15	3.04
Mersin Şehir Kanal. (Pozcu)	3.38	0.20	2.03
Lamas Çayı	2.13	0.12	0.77
Göksu Nehri	4.44	0.30	1.11
Manavgat Şelalesi	1.09	0.17	1.18
Antalya Şehir Kanalizasyonu	4.52	1.80	3.16
Eşen Çayı	1.61	0.30	2.02
Marmaris Şehir Kanalizas.	5.36	0.60	2.27

Çizelge 3.8. Kuzeydoğu Akdeniz'de Deniz Suyunda Ölçülen Anorganik ve Metil-Kalay Bileşiklerinin Miktarları (ng/l)

Örnekleme Yerleri	Örnek Sayısı	Anorganik Kalay	Me-Sn	Me ₂ -Sn	Me ₃ -Sn	Referans
LANAS ÇAYI	12	2,0 - 7,8 (4,0)	N,D	N,D	N,D	1
DENİZ SUYU	38	2,5 - 7771 (319,3)	15,0	6,7 - 14,7 (10,7)	N,D	1
GOKSU NEHRI DELTASI	12	15,0 - 63,5 (32,1)	N,D - 7,5 (7,5)	N,D - 43,0 (22,7)	N,D - 2,6 (2,6)	2
TASUCU KORFEZİ	43	2,0 - 450 (42,9)	N,D - 7,0 (7,0)	N,D - 22,8 (12,5)	N,D - 2,5 (2,5)	1
LANAS ÇAYI AĞZI	5	11,7	3,4	8,7	3,4	2
LANAS LIMANI	30	1,7 - 250 (40,1)	N,D - 11,0 (8,1)	N,D - 8,7 (4,2)	N,D - 9,7 (5,0)	2
ISDEMİR KANAL-I	--	15,0	N,D	N,D	N,D	1
ISDEMİR KANAL-II	--	16,0	"	"	"	1
ISDEMİR KANAL-III	--	1115,0	"	"	"	1
TOROS GÜBRE FAB.	--	N,D	"	"	"	1
SARISEKİ GÜBRE FAB.	--	240,0	"	"	"	1

(1) : Salihoğlu, ve diğ., (1986)

(2) : Yemencioğlu, ve diğ., (1984)

Çizelge 3.9. Kuzeydoğu Akdeniz Deniz Suyunda Civa Miktarları (µg/l)

Ornekleme Yerleri	Fizikokimyasal Şekli	Miktarı	Referans
ISRAİL	Çözünmüş	0.06	Roth ve Hornung (1977)
	Kararsız	(0.01 - 0.18)	" "
AKDENİZ ACIK SULARI	Çözünmüş	0.014 (0.005 - 0.30)	Huyng ve Fukai (1979)
	"	0.026 (0.010 - 0.04)	" "
	"	0.030 (0.005 - 0.08)	" "
	"	0.040 (0.015 - 0.08)	" "
	"	0.016 (0.012 - 0.02)	" "
	Toplam	0.12 (0.090 - 0.14)	Robertson, ve dig. (1972)
ISKENDERUN KORF.	Toplam	0.012 ± 0.007	Salihoglu ve Yemenicioğlu, (1986)
SEYHAN NEHRI DELTASI	"	0.013 ± 0.003	" "
MERSİN LIMANI	"	0.030 ± 0.009	" "
LAMAS (DENİZ BİLİM.)	"	0.012 ± 0.002	" "
GOKSU NEHIR DELTASI	"	0.013 ± 0.002	" "
OVACIK KOYU	"	0.008 (0.007 - 0.010)	Tuncel, ve dig. (1980)
LAMAS CAYI	"	0.010 (0.010 - 0.012)	" "
MERSİN LIMANI		0.025 (0.019 - 0.040)	" "

Çizelge 3.10. Kuzeydoğu Akdeniz'de Ölçülen Ortalama DDPH Miktarları ve Değişim Aralıkları (Kılıç, 1986)

Ornekleme Tarihleri	Ornek Derinliği	X	R	N	T °C
01.01.1985	Yüzey	0.92	0.08-1.74	16	16-16.5
11.11.1985	"	0.34	0.05-2.12	18	22.0
27.04.1986	"	0.17	0.06-0.70	51	18-19
21.06.1986	"	0.16	0.05-2.50	57	25-26

X : Ortalama
R : Değişim Aralığı
N : Analiz Edilen Ornek Sayısı
T : Deniz Suyu Sıcaklığı

Çizelge 3.11. Dünyanın Değişik Okyanuslarında Ölçülen DDPH Miktarları (µg/l) (N: Değer Sayısı, C: Aritmetik Ortalama, S: Standart Sapma)

Bölge	N	C	S
BAFFIN KORFEZİ	104	0.11	0.12
HINT OKYANUSU	45	60.1	92.7
JAPON DENİZİ	1666	0.31	1.21
AKDENİZ	465	2.0	5.0
KUZBY AMERİKA DOĞU KİYİLARI	80	0.11	0.10
KUZBY DENİZİ	90	0.02	0.12
GUNBY CIN DENİZİ	272	0.20	0.28
MALACCA BOGAZI	14	0.11	0.12
KUZBYDOĞU AKDENİZ	110	0.19	0.27

NOT: Kuzeydoğu Akdeniz değerleri Kılıç, (1986) dan, diğerleri ise Marpolman'dan alınmıştır.

Çizelge 3.12. Erdemli (İçel) Açıklarında Deniz Suyunda Ölçülen Klorürlü Hidrokarbon Miktarları (ng/l) (Kıdeys, 1987)

Aylar	Form	p,p-DDD	p,p-DDT	o,p-DDT	p,p-DDE	t-DDT	BHC	PCBs	Dieldrin	Endrin	Hept.Epoxy
Kasım, 1984	P	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	ND	ND	ND	ND
	D	ND	ND	ND	1,0	1,0	0,4	31	ND	ND	ND
Aralık, 1984	P	ND	ND	1,0	1,0	2,0	0,8	3	1	ND	ND
	D	ND	ND	1,0	3,0	4,0	0,1	17	1	ND	ND
Ocak, 1985	P	ND	ND	ND	ND	ND	T	12	ND	ND	ND
	D	ND	ND	ND	ND	ND	T	10	ND	ND	ND
Şubat, 1985	P	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	3	ND	ND	ND
	D	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	8	ND	ND	ND
Mart, 1985	P	ND	ND	ND	ND	ND	T	14	ND	T	T
	D	ND	ND	ND	2,0	2,0	T	2	ND	T	T
Nisan, 1985	P	ND	ND	1,0	ND	ND	0,1	ND	ND	ND	ND
	D	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	1	ND	ND	ND
Mayıs, 1985	P	ND	ND	ND	ND	ND	0,3	1	ND	ND	ND
	D	ND	ND	ND	ND	ND	0,3	1	ND	ND	ND
Haziran, 1985	P	T	3	T	ND	3,0	0,1	1	T	ND	ND
	D	ND	T	ND	ND	T	0,4	2	ND	ND	ND
Temmuz, 1985	P	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	1	ND	ND	ND
	D	ND	ND	T	ND	T	0,5	6	ND	ND	ND
Ağustos, 1985	P	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	2	ND	ND	ND
	D	ND	ND	ND	ND	ND	1,0	3	ND	ND	ND
Eylül, 1985	P	ND	ND	ND	ND	ND	T	1	ND	ND	ND
	D	ND	1	ND	ND	1,0	0,8	1	ND	ND	ND

ND; Analiz sınırının altında
T; Eser Miktarlarda

Çizelge 3.13. Kuzeydoğu Akdeniz'de Plastik ve Diğer Yüzebilir Atıklar

Bölge	Derinlik (m)	Toplam Miktar (Ton)	Referans
Iskenderun Körfezi	0-100	264.6 (a)	Bingel, ve diğ., (1986)
Mersin Körfezi	0-100	143 (a)	" " "
Göksu Nehrinin Batısı	0-100	99.1 (a)	" " "
Iskenderun Kör.	Yüzey	10 (b)	Saydam, ve diğ., (1984)
" "	"	2.5 (c)	" " "
" "	"	2.5 (d)	" " "

- (a): Karışık Plastik Madde
(b): Naylon Torbalar
(c): Granül Plastik
(d): Diğer Plastik Maddeler

Çizelge 3.14. Kuzeydoğu Akdeniz Yüzey Sedimanlarında Ağır Metal Miktarları (mg/kg, kuru ağırlık) (SHAW ve BUSH, 1978; Ozkan, ve diğ., 1980)

Bölge	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cr	Ni
OVACIK	4247	170	16.9	--	--	--	--
GOKSU	33020	562	55.3	36.3	103	--	131
LIMONLU	45100	742	72.7	37.2	63	534	477
MERSIN LIM.	41100	612	69.0	25.0	93	--	343
KUZUYBATI KIBRIS ACIĞI	57900	2091	120.0	64.0	--	487	301
ISKENDERUN	48180	1938	72.2	52.1	--	151	206
EGE DENIZI	35300	783	93.0	37.0	--	137	77

Çizelge 3.15. Sediman örneklerinde Asite Ekstrakte Olabilen Kalay ($\mu\text{g/g}$) ve Metil-kalay (ng/g) (kuru ağırlık) Ortalama Konsantrasyonu

Örnekleme Yeri	Örnek sayısı	A,E, Kalay	Me-Sn	Me ₂ -Sn	Me ₃ -Sn	Kaynak
İskenderun Körfezi, Türkiye	38	0,19-2,3 0,85	ND-0,8 0,36	ND-4,5 1,57	0,1-0,7 0,9	Yemenicioğlu ve diğ., 1984
Seyhan Nehri Deltası, Türkiye	3	0,6	ND	0,6-2,5 1,4	2,4-5,2 4,0	Tuğrul ve diğ., 1983
Mersin, Türkiye	2	0,7	ND	1,1-4,1 2,6	6,0-11,2 8,6	Tuğrul ve diğ., 1983
Mersin Limanı, Türkiye	4	6,6	0,2-10,6 5,2	0,5-2,9 1,5	0,1-0,5 0,3	Tuğrul ve diğ., 1983
Erdemli, Türkiye	4	1,1	ND	ND-1,8	0,4-15,6 4,4	Tuğrul ve diğ., 1983
Göksu Nehri Deltası, Türkiye	17	0,17-1,14 0,67	ND-0,7 0,33	ND-2,1 0,67	ND-9,7 3,1	Yemenicioğlu ve diğ., 1984
Taşucu Körfezi, Türkiye	29	0,52-0,87 0,71	ND-0,27 0,19	0,1-1,08 0,36	ND-4,28 0,81	Salihioğlu ve diğ., 1986
Akkuyu, Türkiye	3	0,5	ND-0,3 0,3	2,2-13,4 8,1	3,7-19,4 11,8	Tuğrul ve diğ., 1983
San Diego Körfezi, USA	2	3,6	2,0-2,7	2,1-2,5	ND-0,2	Tuğrul ve diğ., 1983
Saanich Inlet		3,8	0,4-1,1 0,6	ND	0,6-9,1 2,6	Tuğrul ve diğ., 1983
Baltık Denizi		3,7	0,4-0,8 0,5	0,2-0,4 0,3	ND	Tuğrul ve diğ., 1983
Chesapeake Körfezi, USA	12	0,4-0,8 0,6	ND	ND	ND	Tuğrul ve diğ., 1983
Palace Moat, Tokyo	26	2,4-4,9 3,8	0,6-3,5 1,2	0,5-1,3 0,8	0,5-1,3 0,8	Tuğrul ve diğ., 1983

Çizelge 3.16. Kuzeydoğu Akdeniz Sedimanlarında Ölçülen Civa Miktarları ($\mu\text{g}/\text{kg}$, kuru ağırlık)

Bölge	N	Toplam	Referans
OVACIK	5	19 \pm 6	Tuncel, ve diğ., 1980
	5	36 \pm 5	" " "
GOKSU DELTASI	6	37 \pm 4	" " "
	5	58 \pm 8	" " "
MERSİN LIMANI	14	480 \pm 10	" " "
MERSİN KIYILARI	6	440 \pm 30	Salihoğlu ve Yemenicioğlu, 1986
LİMONLU	10	28 \pm 6	" " "
SEYHAN DELTASI	3	76	" " "
İSRAİL KIYILARI		130	Roth ve Hornung, 1977
TUSCANY KIYILARI		40 - 1300	Renzoni, ve diğ., 1973

Çizelge 3.17. Kuzeydoğu Akdeniz Sedimanlarında Ölçülen Organik klorürlü Bileşikler ($\mu\text{g}/\text{kg}$, kuru ağırlık, BAŞTÜRK ve diğ., 1980)

Bölge	t-DDE	t-DDT ⁽¹⁾	t-PCB ⁽²⁾
LAMAS CAYI AĞZI	5	21	T
LAMAS KIYILARI	4	8	T
LAMAS ACIKLARI	3	3	T
MERSİN KIYILARI	8	11	T
MERSİN ACIKLARI	3	12	3
GOKSU DELTASI	2	3	T
SEYHAN DELTASI	4	17	4

1. t-DDT: op-DDT ve pp-DDT toplamı
2. PCB'ler Arochlor 1254 bazına göre hesaplanmıştır.

Çizelge 3.18. Kabuklu Deniz Hayvanları ve Balıkta İz Metal Konsantrasyonları (Yaş Ağırlık) (Balkaş ve diğ., 1982'a dan alınmıştır)

Species	Hg (µg/kg)	Zn (µg/kg)	Cu (µg/g)	Fe (µg/g)	Ni (µg/g)	Cr (µg/g)	Mn (µg/g)	Pb (µg/g)	Cd (µg/g)	Sn (µg/kg)
<i>Peneus</i>	8-133	9.3-18.8	1.8-12.8	<1.5-10.4	0.9-2.9	0.07-0.33	<0.2-0.35	0.34(1)	0.01-0.07	--
<i>Herathorus</i>	38a(31)b	13.2(30)	7.4(27)	3.1(16)	1.4(3)	0.14(4)	<0.2(11)	0.03(6)	--	--
<i>Portunus</i>	32-296	19.5-47.9	1.7-21.7	1.4-6.3						
<i>Palaejiscus</i>	132(21)	31.8(21)	9.7(21)	3.5(19)	0.12(1)	0.35(1)	0.29(1)	0.27(1)	0.03(1)	--
<i>Kugil</i>	--	2.5-3.1	0.15-0.73	2.9-9.9	0.19-0.33	9.25-0.44	0.57-0.78	<0.01-0.53	<0.01-0.04	--
<i>Squilla</i>	1-120	2.8(3)	0.48(3)	6.9(3)	0.26(3)	0.35(3)	0.50(3)	(3)	(3)	--
<i>Kugil</i>	25(46)	2.7-9.6	0.29-1.85	0.4-8.2	<0.06-0.54	0.01-0.85	0.16-0.84	<0.1-0.79	<0.01-0.08	--
<i>Suratus</i>	25(46)	4.2(46)	0.52(31)	4.0(40)	0.24(7)	0.12(15)	0.45(8)	(7)	(8)	--
<i>Roops</i>	3-17	4.6-8.2	0.27-0.35							--
<i>Salpa</i>	6(3)	6.6(9)	(2)	2.9(1)						--
<i>Sardinella</i>	22-49	4.4-14.4	0.35-1.7							--
<i>Indereensis</i>	(2)	9.3(5)	0.72(4)				<0.22(4)		0.01(1)	80-515
<i>Upeneus</i>	43-850	1.6-3.0	<0.5-0.72	2.0-4.8					<0.01-0.04	317(60)
<i>Molluccensis</i>	250(18)	2.4(23)	<0.5(15)	3.5(11)			<0.2(4)	<0.1(14)	<0.01(15)	15-166
<i>Kullius</i>	28-88	3.6-7.4	0.20-0.69	0.7-4.7					0.02-0.04	48(15)
<i>barbatius</i>	45(16)	5.1(19)	0.47(8)	2.4(7)					0.03(7)	--
<i>Kullius</i>	4-250	2.6-7.2	<0.5-0.72	1.0-10.9	0.7-1.8	0.14(1)	<0.1(5)	<0.1(5)	<0.01-0.13	--
<i>surculetus</i>	67(42)	4.0(50)	<0.5(20)	3.9(34)	1.1(4)	0.04-0.17	<0.2-0.3	<0.2(3)	(10)	--
<i>Pomatomus</i>	--	5.6-19.5	0.51-0.91			0.07(5)		0.42-0.75	0.03-0.09	--
<i>salinator</i>	--	10.4(3)	0.76(3)					(2)	(2)	--
<i>Petaljela</i>	--	--	--							7-484
<i>caerulea</i>	--	--	--							311(350)

a. İkinci sıra her metal için konsantrasyon değerini vermektedir.

b. Parantez içindeki sayılar analiz edilen tür sayısını vermektedir.

Çizelge 3.19. Balık Örneklerinde Ortalama PAH Konsantrasyonu
(mg/kg, Kuru Ağırlık, Salıhoğlu ve Saydam,
1986)

Tarih(1982)	<i>M. barbatus</i>		<i>S. solea</i>		<i>E. aeneus</i>	
	L	F	L	F	L	F
Ocak	0.5	0.1	0.4	0.1	0.6	0.1
Mart	3.6	1.3	-	0.2	8.2	1.1
Nisan	5.3	0.8	2.8	0.6	-	2.0
Mayıs	6.5	0.3	2.0	0.2	2.1	0.2
Haziran	10.0	0.4	2.2	0.3	1.0	0.2
Temmuz	2.9	1.4	11.7	0.5	3.0	1.3
Ağustos	14.9	0.5	9.4	0.5	2.5	1.2
Ekim	5.3	1.7	3.0	1.2	5.3	1.8
Kasım	1.9	0.2	1.4	0.1	2.4	0.6

L: Karaciğer
F: Balık eti

Çizelge 3.20.a. Organizmada Klorurlu Organik Madde Miktarı
(µg/kg Yaş Ağırlık, Bastürk ve diğ.1980)

Tür	N	Klorurlu Organik			
		t-DDE	t-DDT	t-PCB*	
<i>M. auratus</i>	20	Min.	5	8	T
		Mak.	173	324	10
		Ort.	48	89	-
<i>M. barbatus</i>	26	Min.	2	9	T
		Mak.	122	257	2
		Ort.	62	130	-
<i>M. surmuletus</i>	6	Min.	7	20	-
		Mak.	35	49	T
		Ort.	21	34	-
<i>U. maluccensis</i>	30	Min.	31	49	T
		Mak.	69	94	T
		Ort.	47	74	-
<i>P. kerathurus</i> (karıdes)	25	Min.	3	4	T
		Mak.	61	65	T
		Ort.	28	34	T
<i>P. caerulea</i> (limpet)	42	Min.	1	2	2
		Mak.	4	7	39
		Ort.	2	5	15

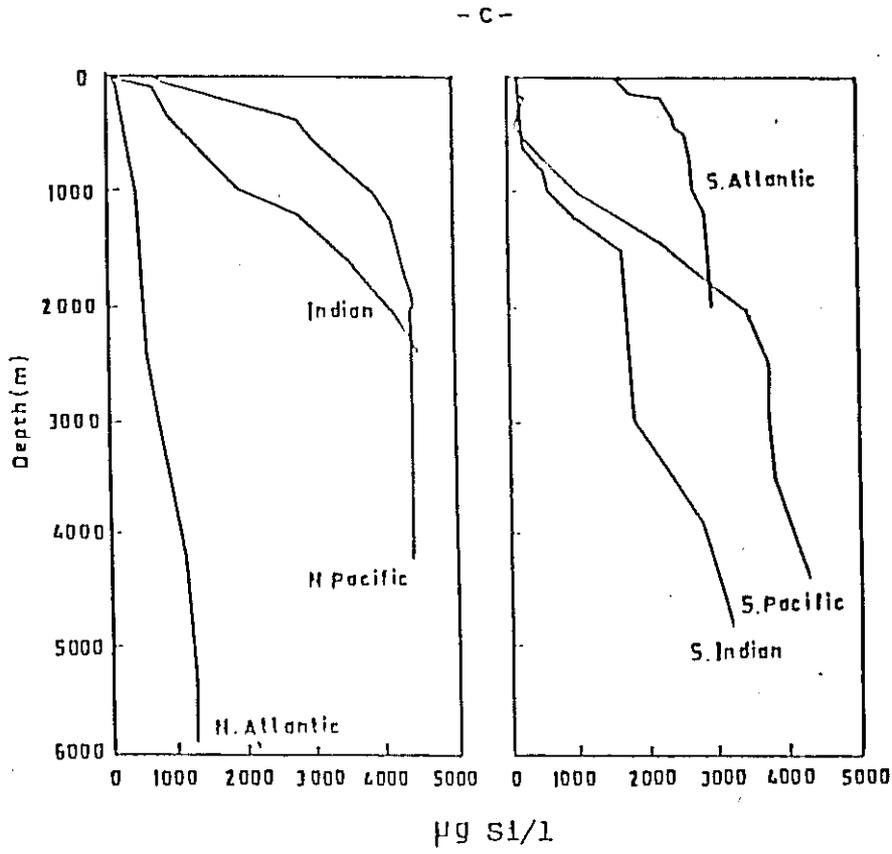
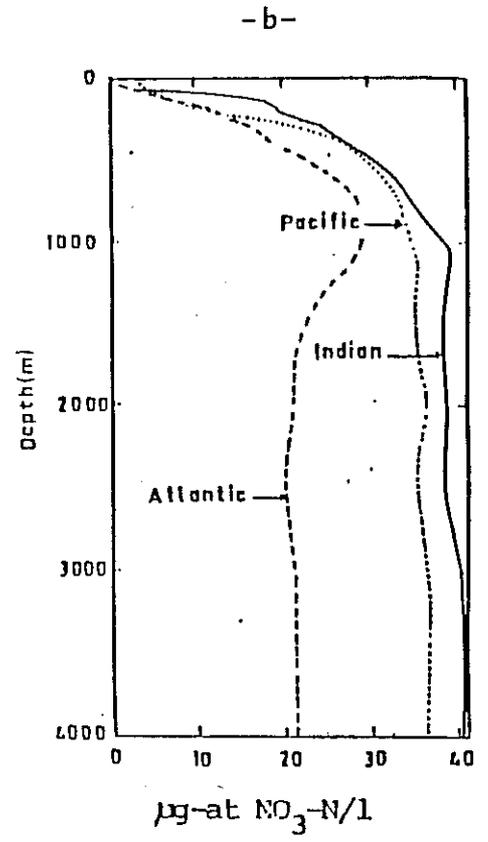
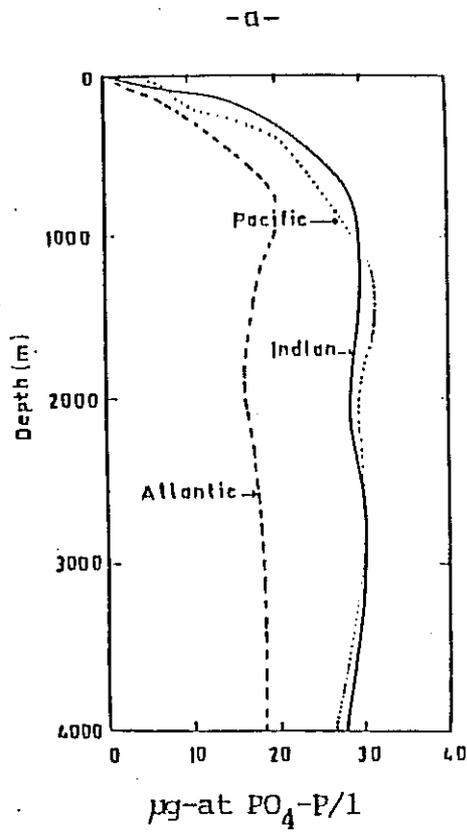
* PCB konsantrasyonu Araklor 1254 baz alınarak hesaplanmıştır

T 2 µg/kg' dan az konsantrasyonu göstermektedir

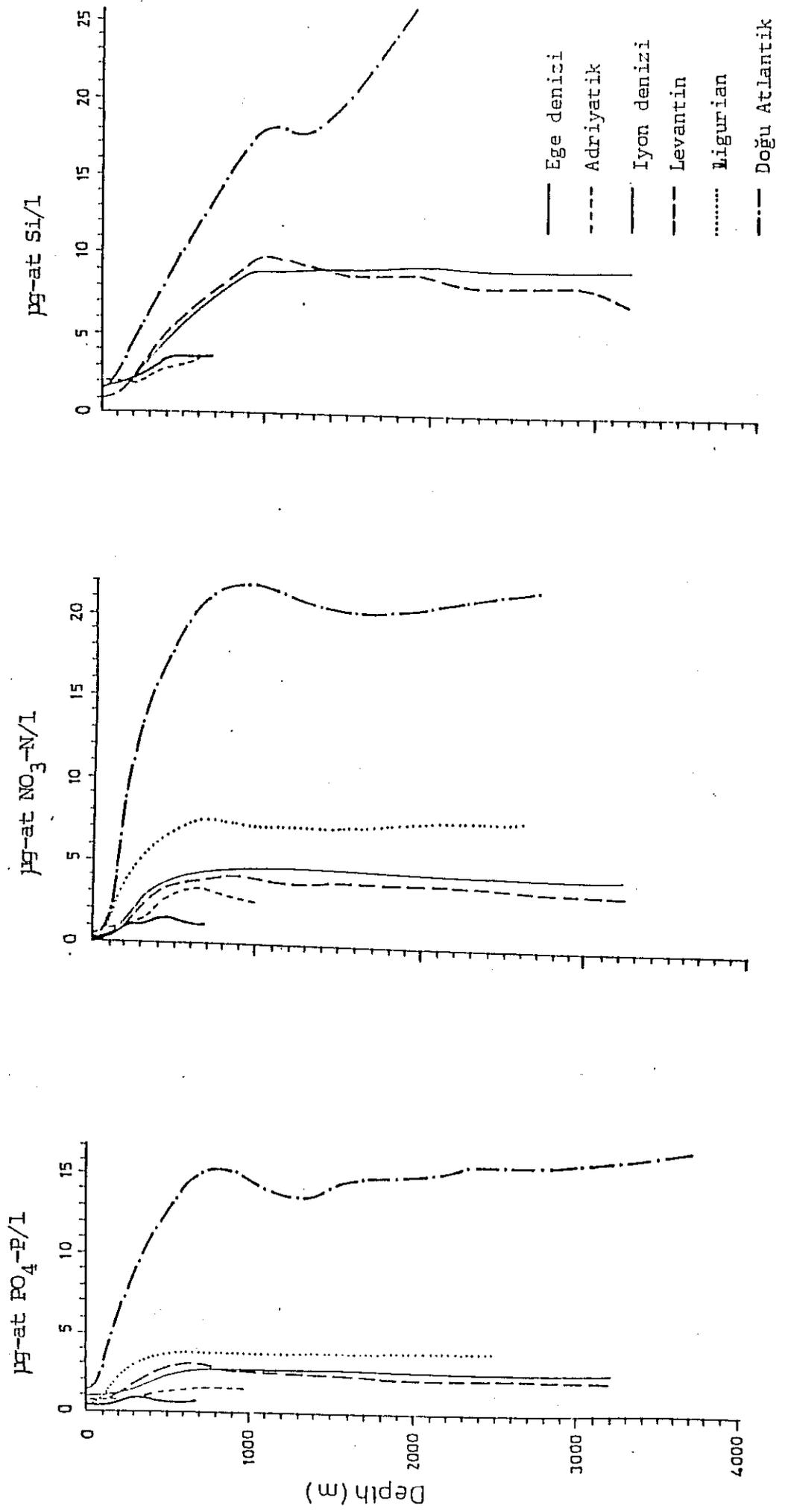
t-DDE op- ve pp-DDE konsantrasyonları toplamıdır

Çizelge 3.20.b. Erdenli Açıklarında Bir İstasyondan Alınan Plankton Örneklerinde Aylık Aralıklarla Ölçülen Klorlu Hidrokarbonlar ($\mu\text{g}/\text{kg}$) (Kıdeyş, 1987)

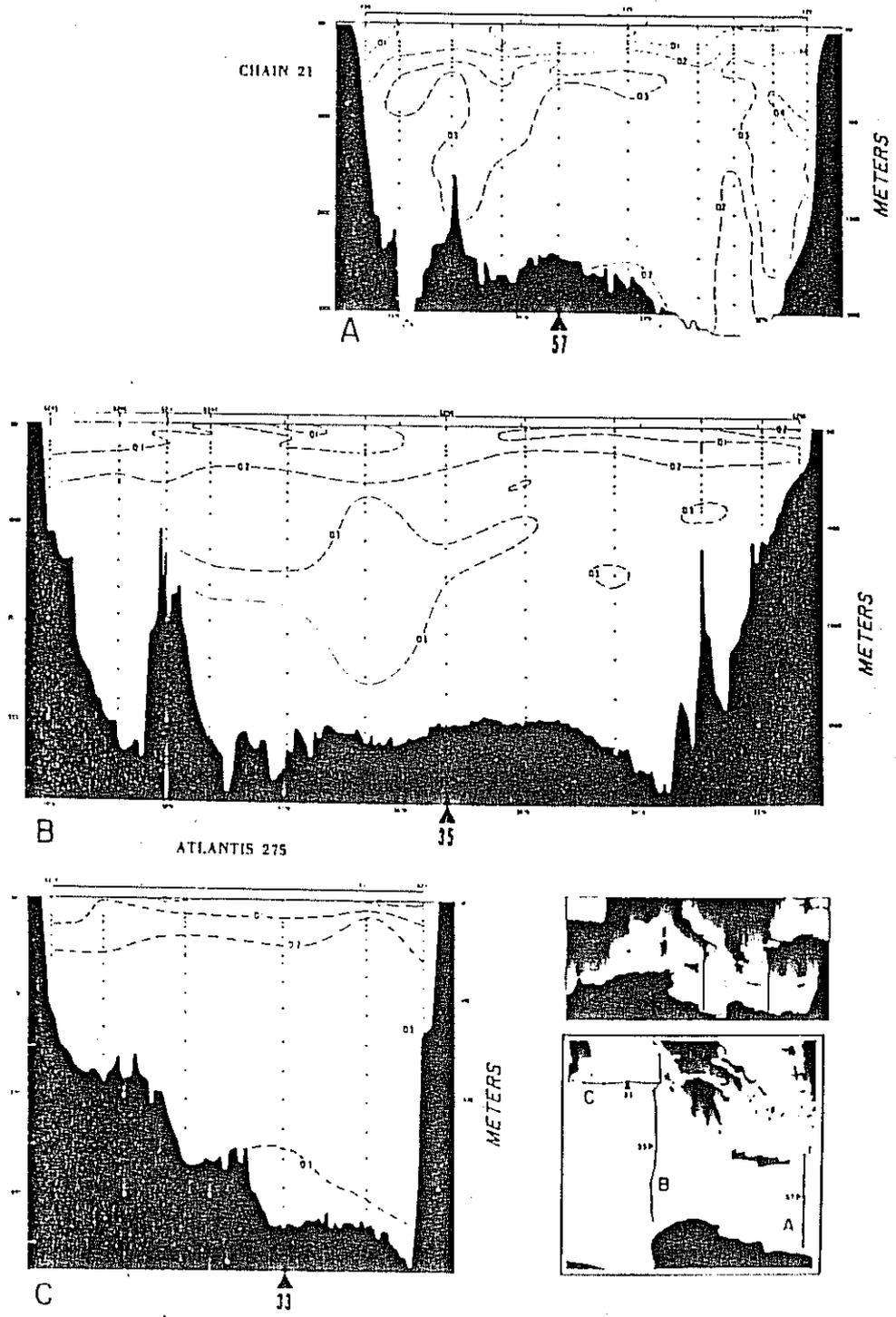
Ay	o,p-DDT	o,p-DDE	p,p-DDE	t-DDT	BHC	Endrin	PCBs
Kasım, 1984	ND	ND	ND	ND	0,2	ND	14
Aralık, 1984	12	ND	ND	12	2	12	7
Ocak, 1985	ND	ND	3	3	0,2	ND	7
Şubat, 1985	ND	ND	1	1	0,3	ND	2
Mart, 1985	ND	ND	2	2	0,6	ND	2
Nisan, 1985	ND	ND	9	9	0,3	ND	30
Mayıs, 1985	126	ND	9	135	1	10	3147
Haziran, 1985	33	24	ND	57	1,3	5	1150
Temmuz, 1985	23	109	ND	132	1,6	ND	132
Ağustos, 1985	ND	ND	ND	ND	16	3	125
Eylül, 1985	ND	135	ND	135	0,3	ND	1077
Ekim, 1985	17	52	ND	69	0,7	ND	120



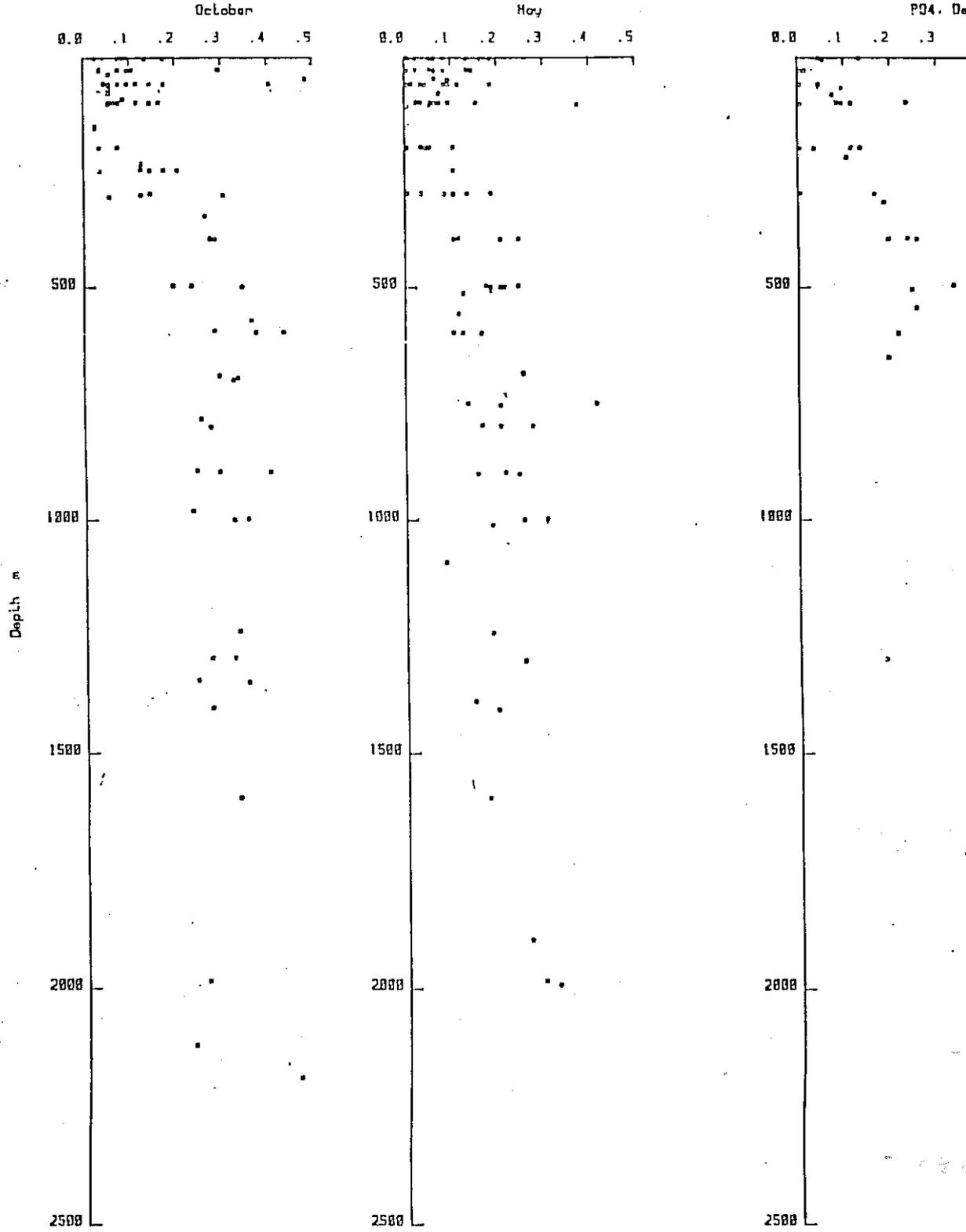
Şekil 2.1. Fosfat, nitrat ve silikatın okyanuslarda düşey dağılımı (a,b Sverdrup et. al., 1942; c, Armstrong, 1965'den alınmıştır).



Şekil 2.2. Fosfat, nitrat ve silikatin Akdeniz'de ve Doğu Atlantik'te düşey dağılımı (Mc Gill, 1965'den alınmıştır).

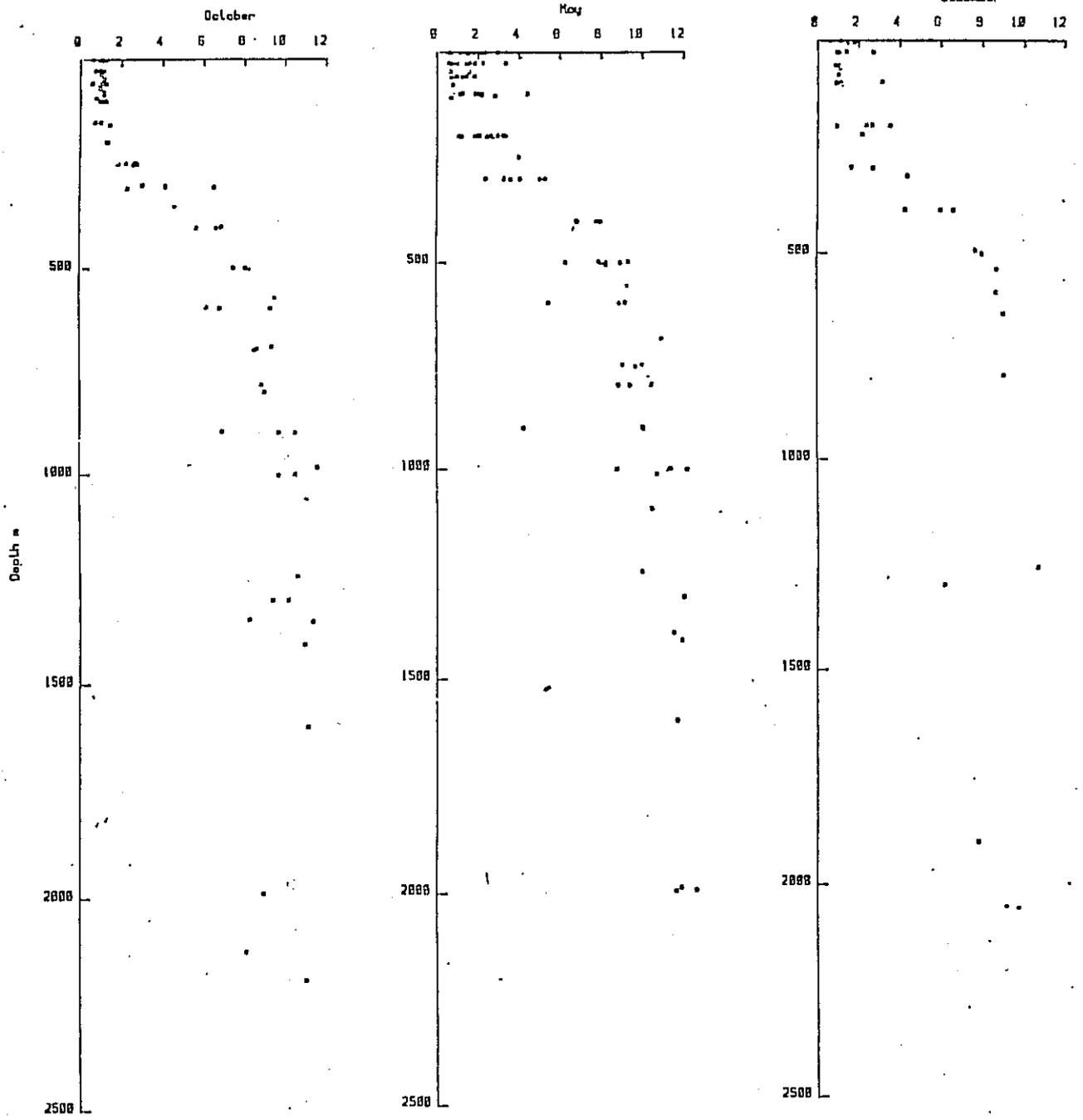


Şekil 2.3. Ortofosfatın Doğu ve Orta Akdeniz'de dağılımı.
 ($\mu\text{g-at F/l}$)
 (Miller ve diğerleri, 1970'den alınmıştır)

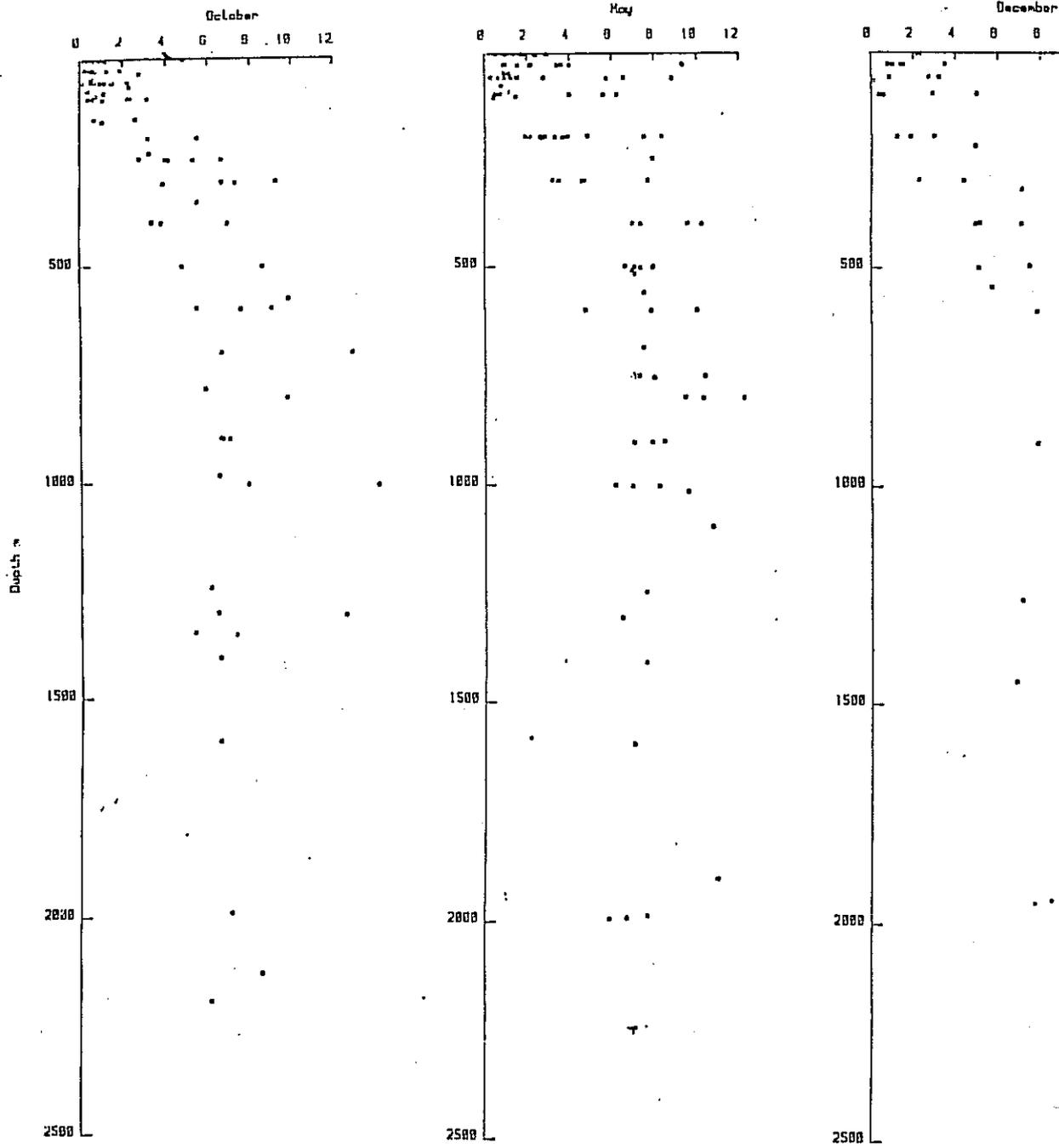


Şekil 2.4.a. Doğu Akdeniz'de ortofosfatın düşey dağılımı ($\mu\text{g-at P/l}$)
 (Israel Report, 1985'den alınmıştır).

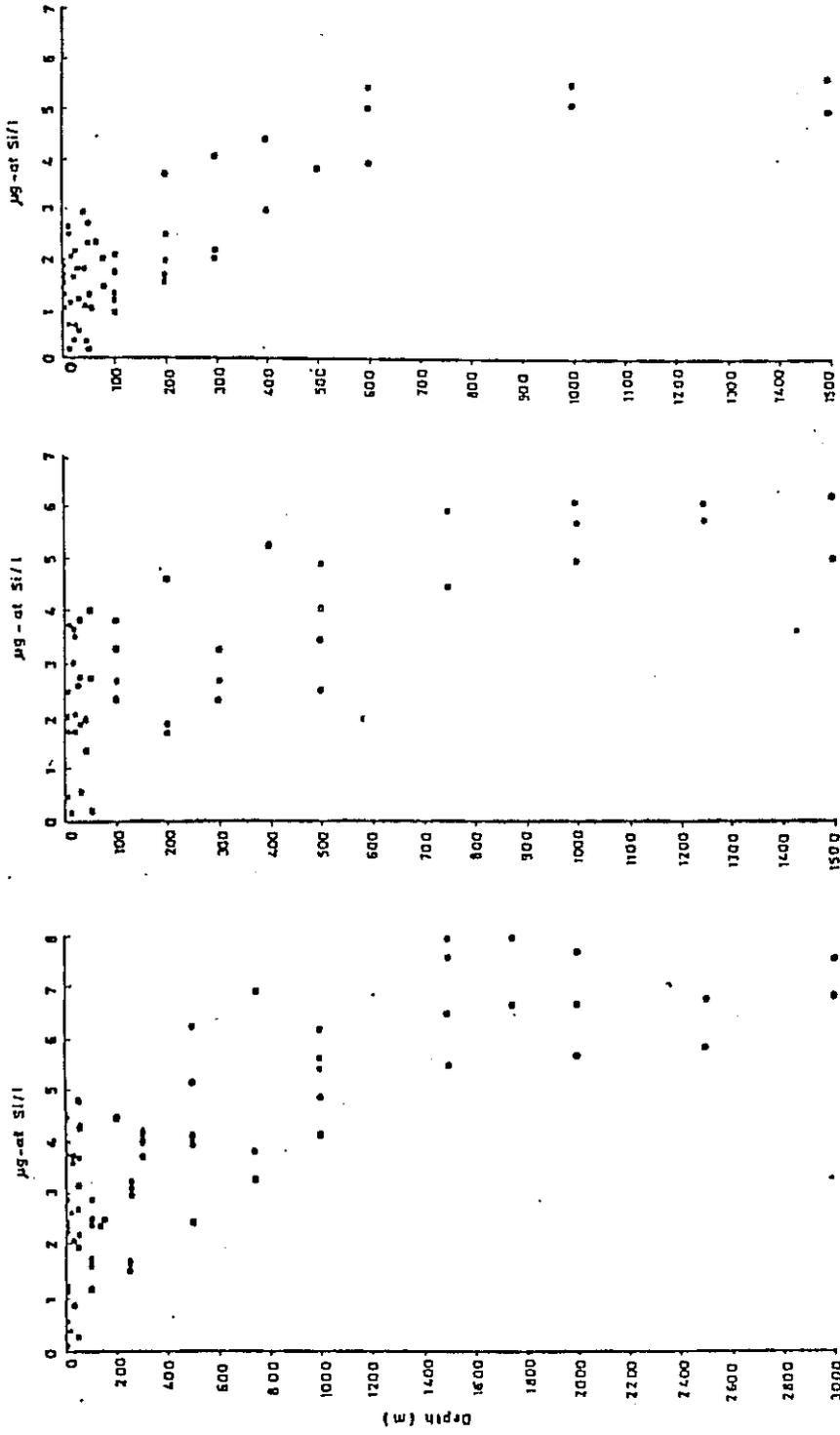
4 .5



Şekil 2.4.b. Doğu Akdeniz'de silikatın (SiO_2 , $\mu\text{g-at Si/l}$) düşey dağılımı (Israel Report, 1985'den alınmıştır).



Şekil 2.4.c. Doğu Akdeniz'de $\text{NO}_3 + \text{NO}_2 - \text{N}$ 'in düşey dağılımı
 ($\mu\text{g-at N/l}$) (Israel Report, 1985'den
 alınmıştır.

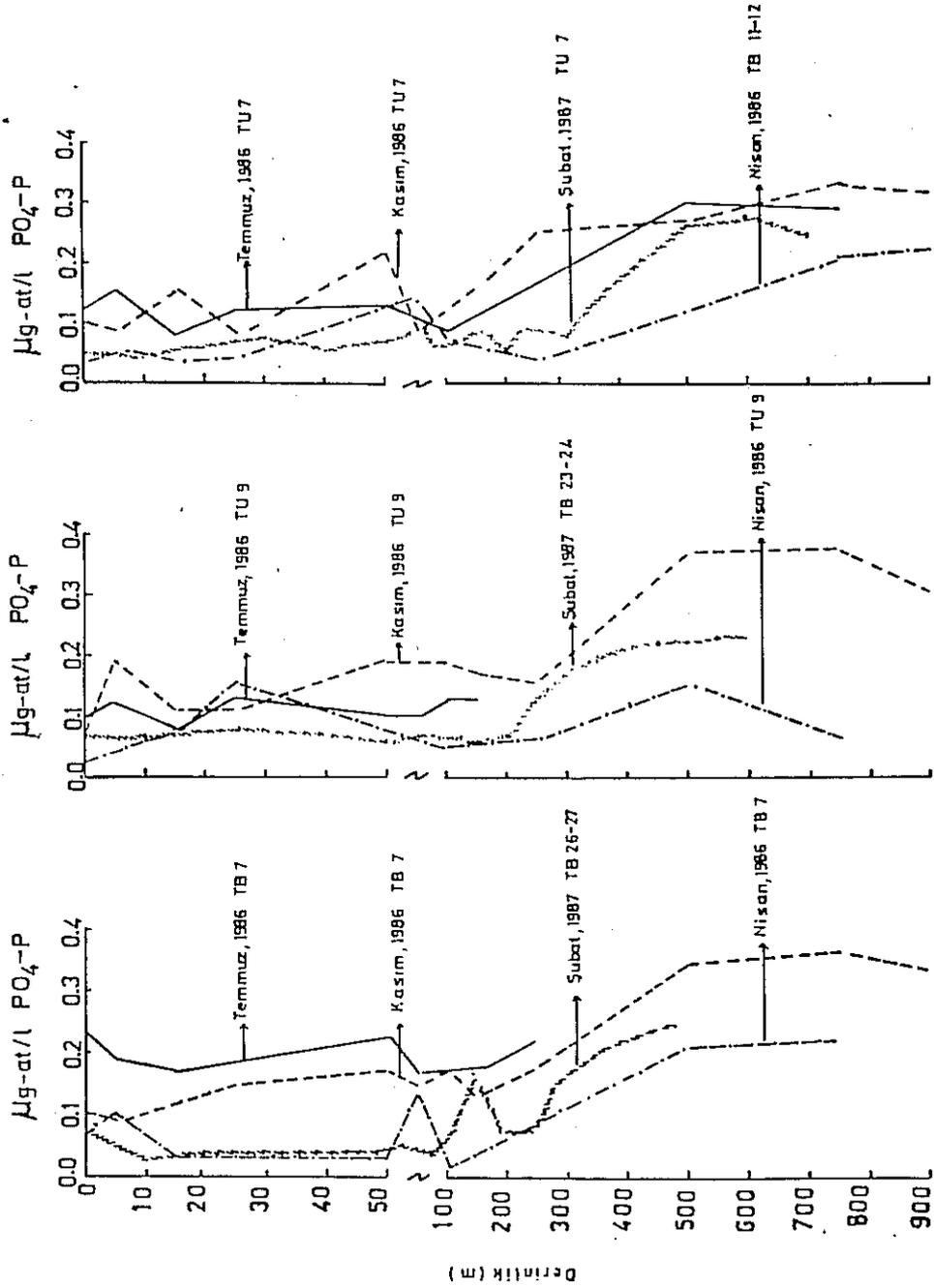


Sept., 1983

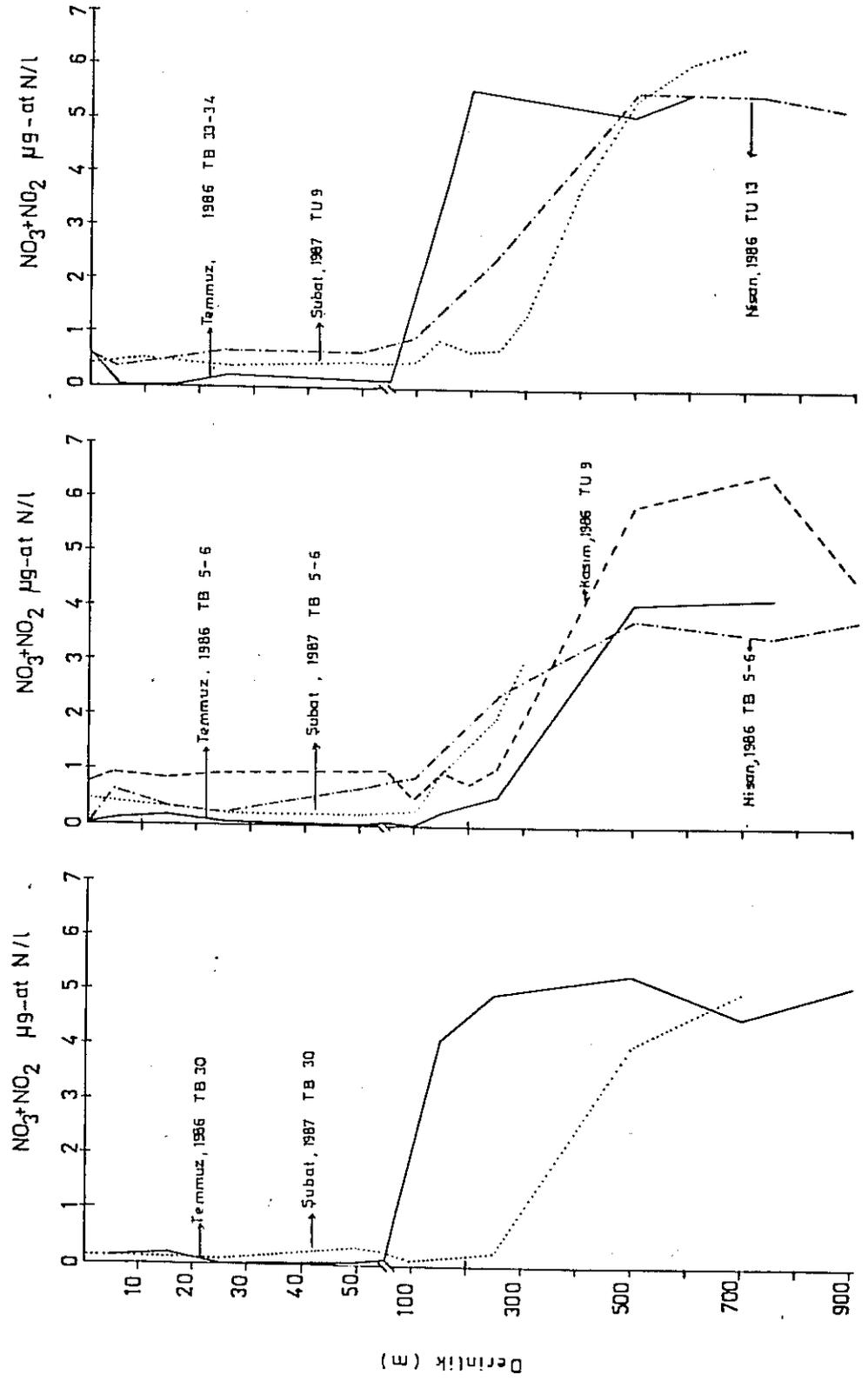
June, 1983

April, 1983

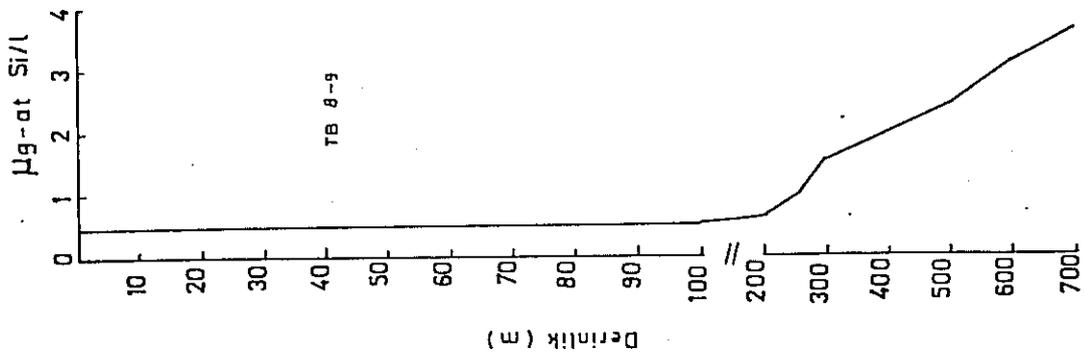
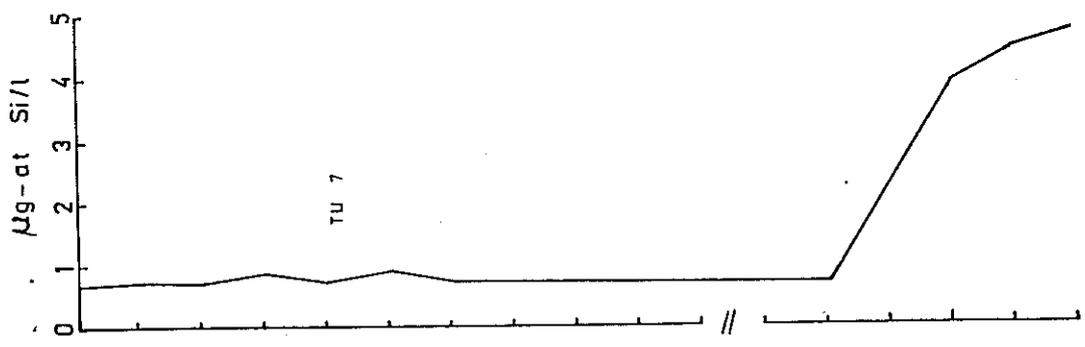
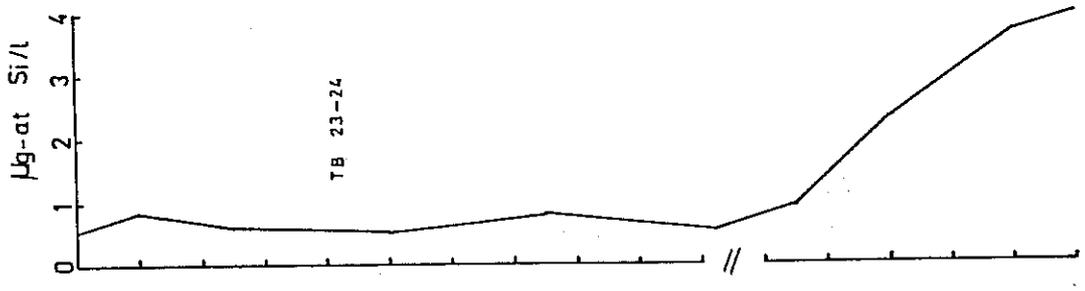
Şekil 2.5.b. Silikatın Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı (1983 Bulguları, Yılmaz, 1986'dan alınmıştır).



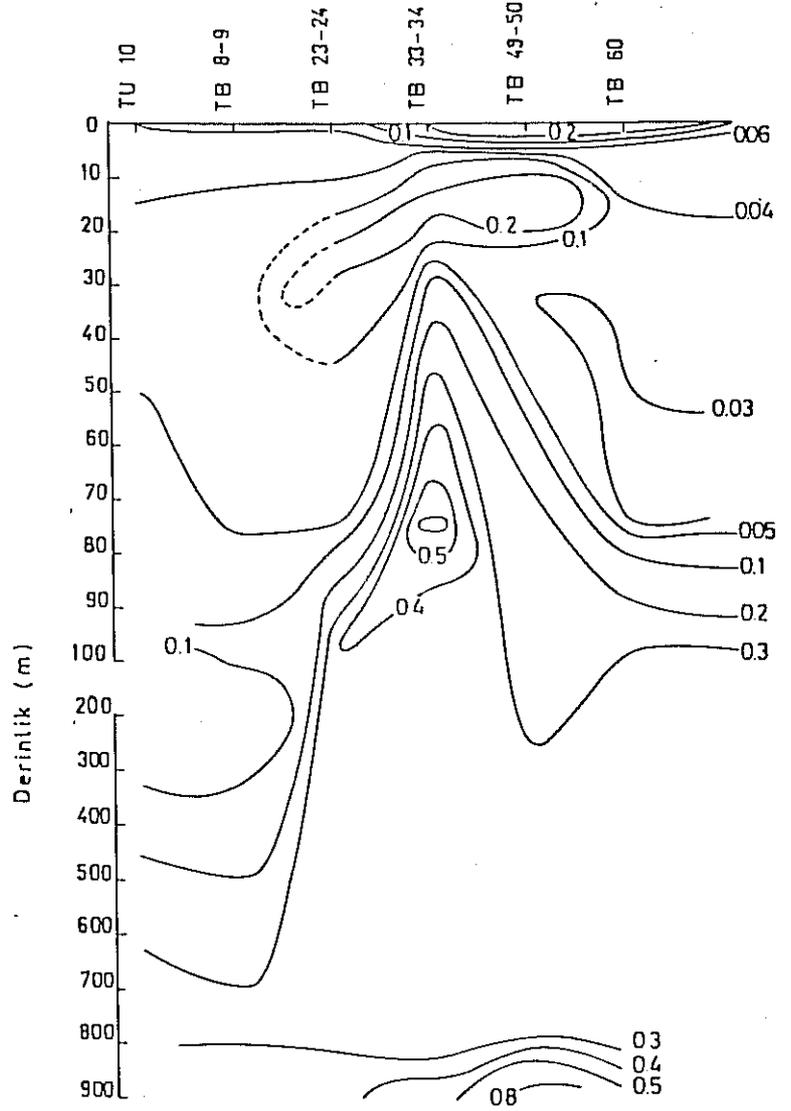
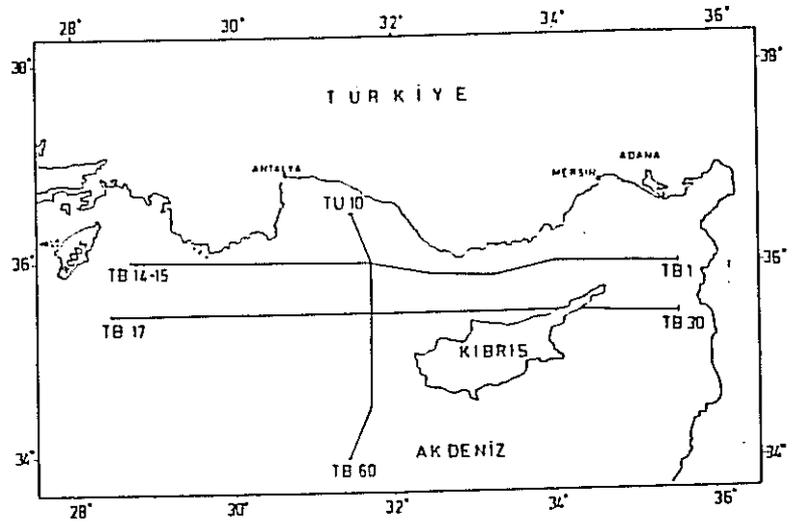
Şekil 2.6. Ortofosfatın Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı (1986-1987 Bulguları).



Şekil 2.7. Nitrat+Nitritin Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı (1986-1987 Bulguları)

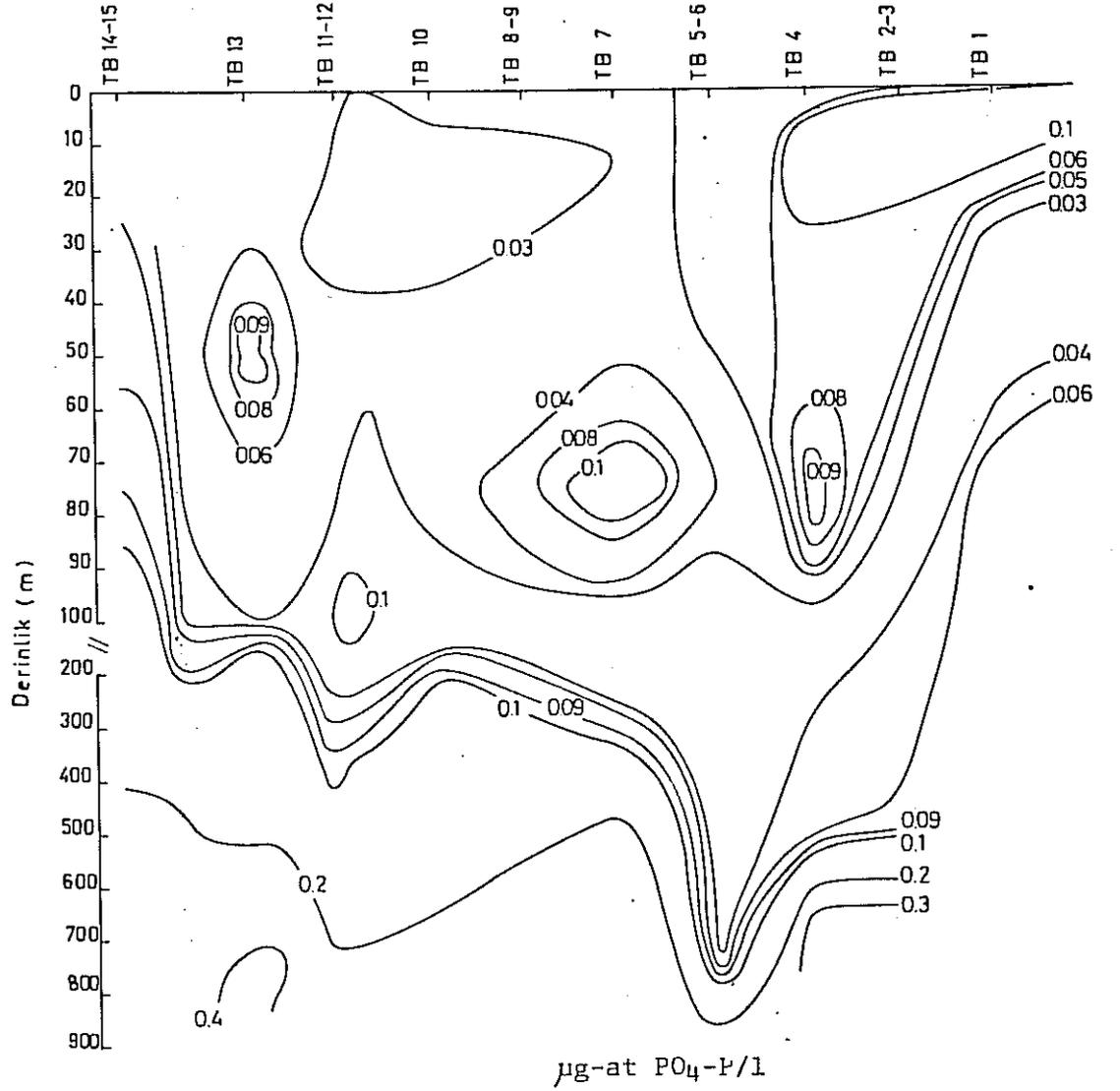
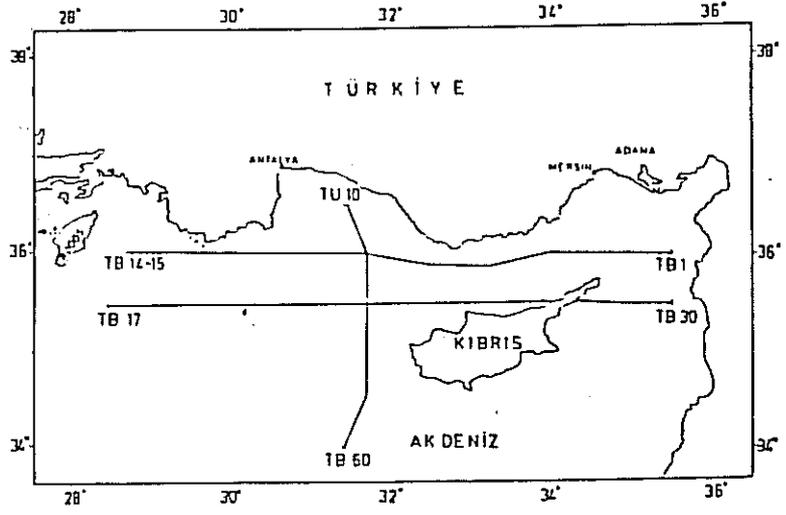


Şekil 2.8. Silikatin Kuzeydogu Akdeniz'de düşey dağılımı (Şubat 1987 Bulguları).

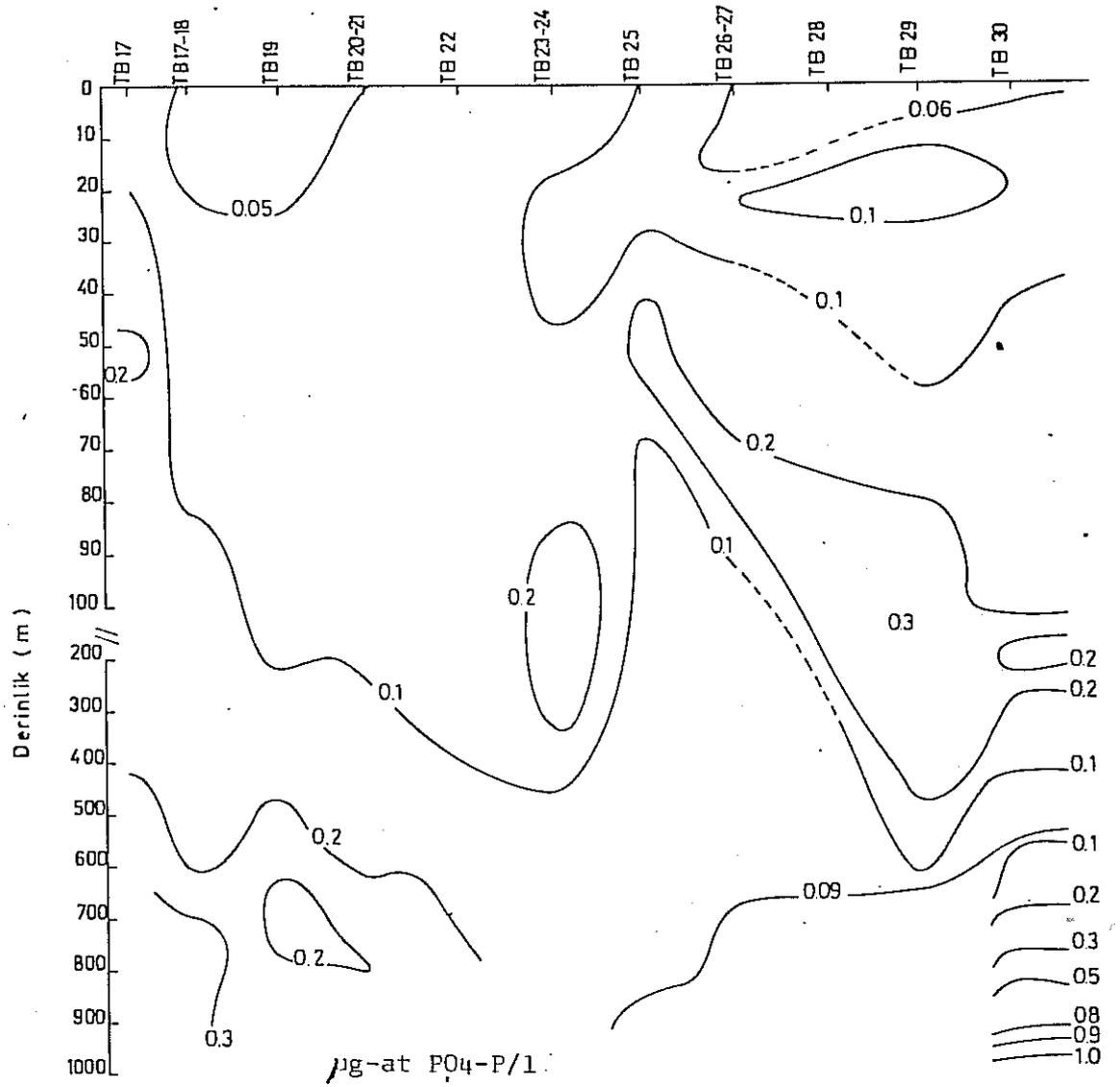
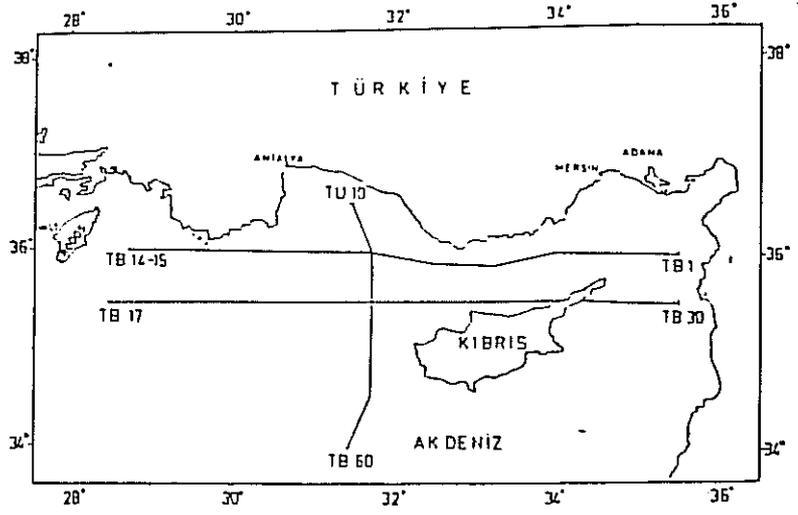


$\mu\text{g-at PO}_4\text{-P/1}$

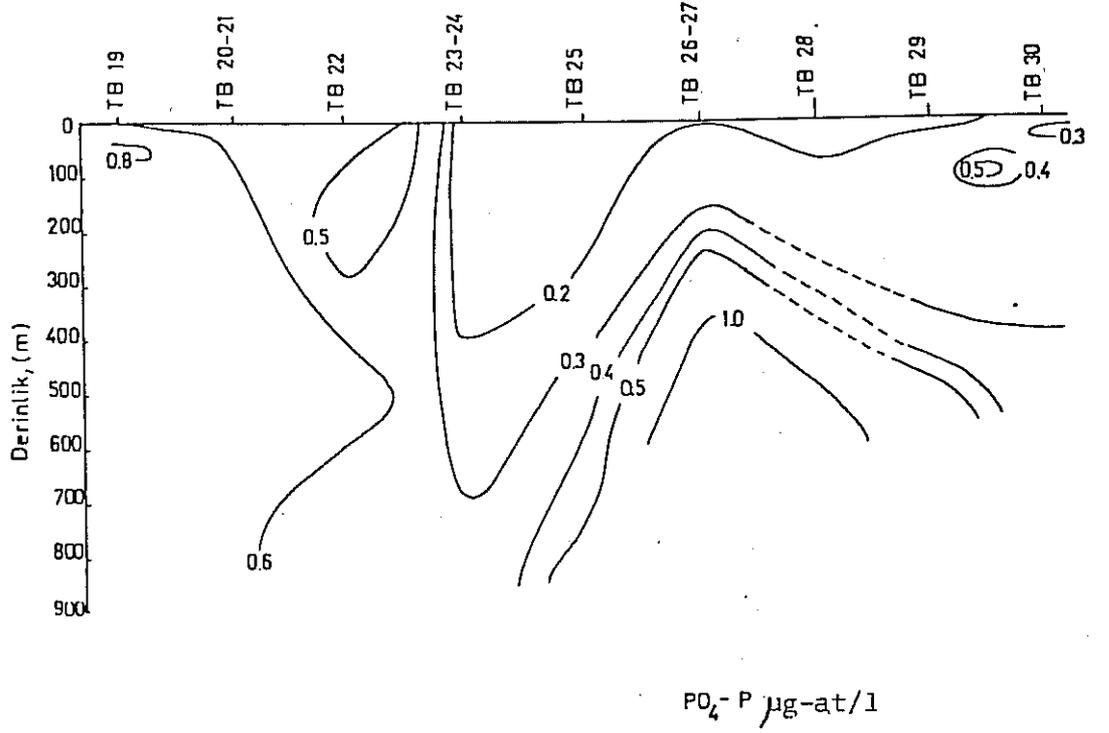
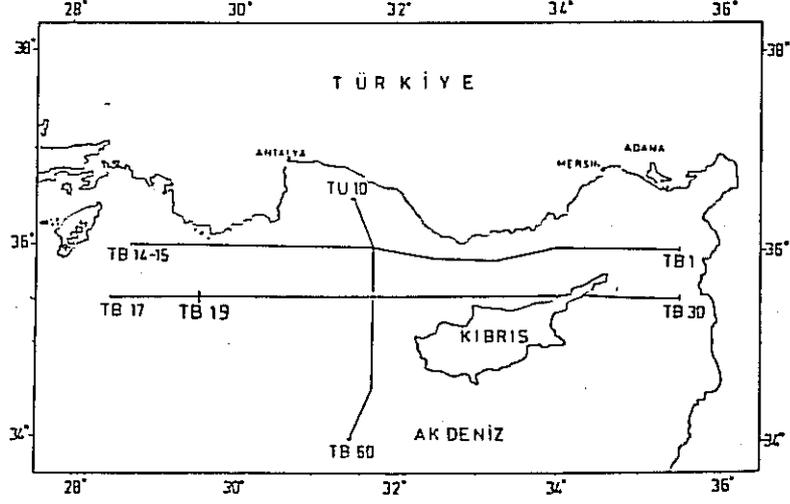
Şekil 2.9.a. Ortofosfatın TU 10 - TB 60 istasyonları arasındaki kesiti (Nisan, 1986).



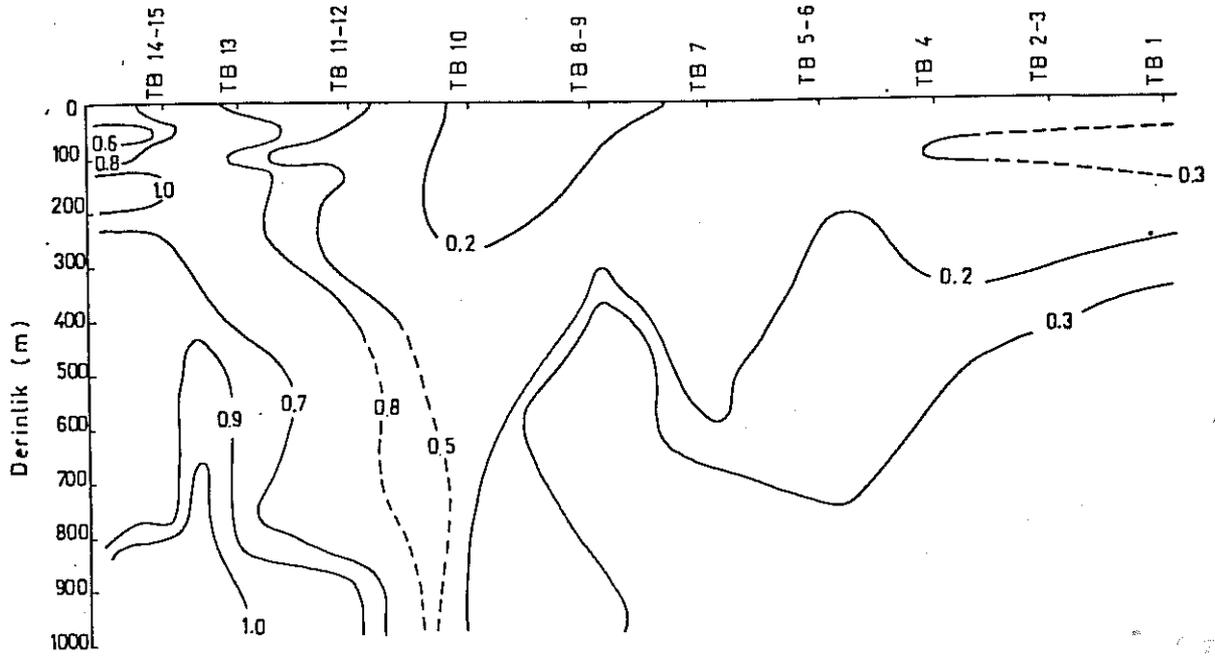
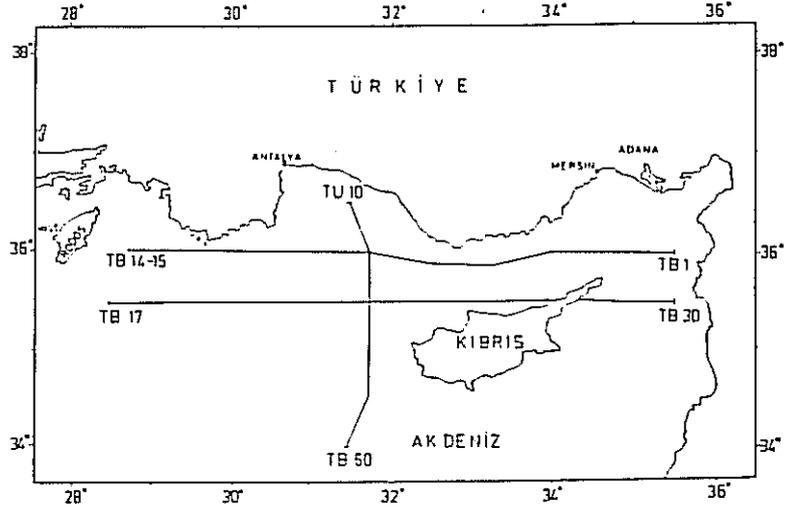
Şekil 2.9.b. Ortofosfatın TB 1 - TB 14-15 istasyonları arasındaki kesiti (Nisan, 1986).



Şekil 2.9.c. Ortofosfatın TB 17 - TB 30 istasyonları arasındaki kesiti (Nisan, 1986).

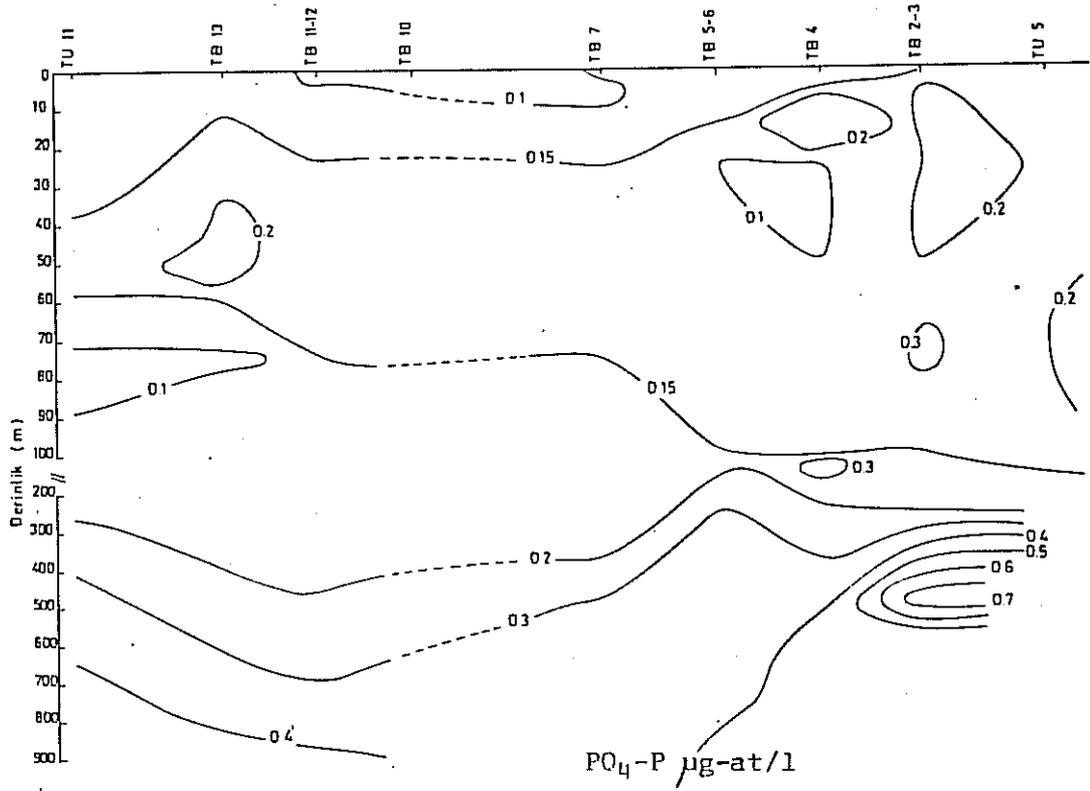
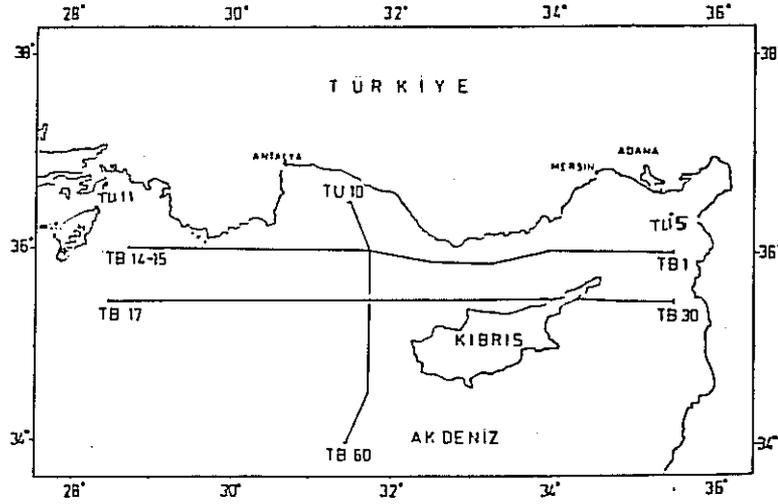


Şekil 2.9.d. Ortofosfatın TB 19 - TB 30 istasyonları arasındaki kesiti (Temmuz, 1986).

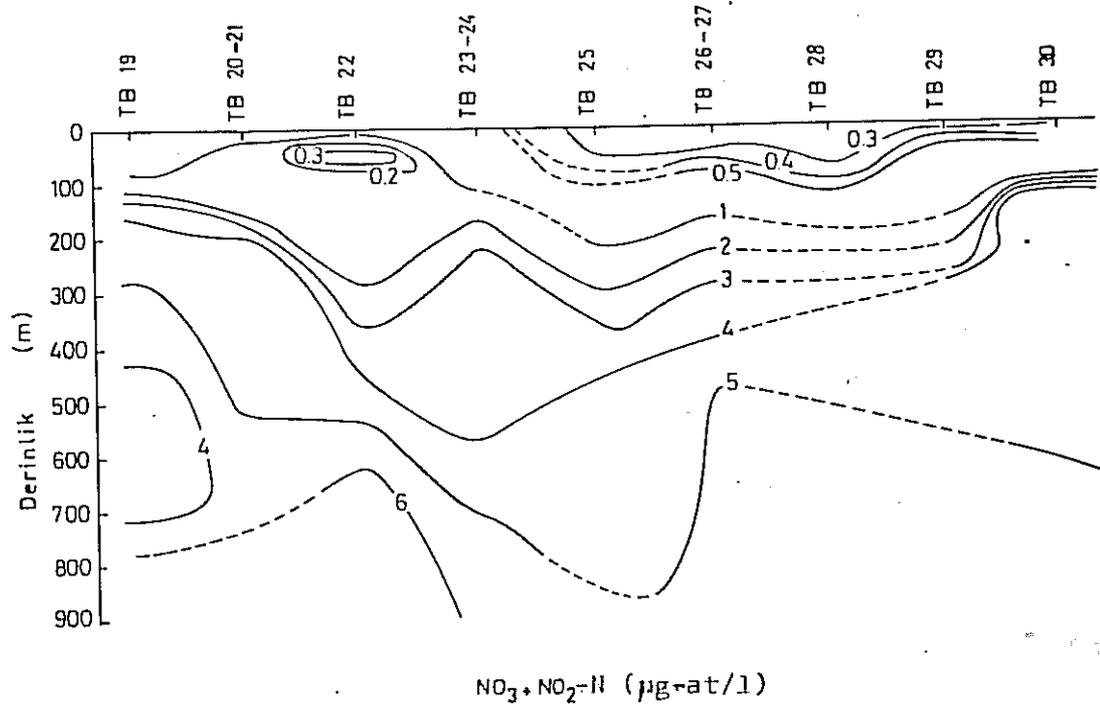
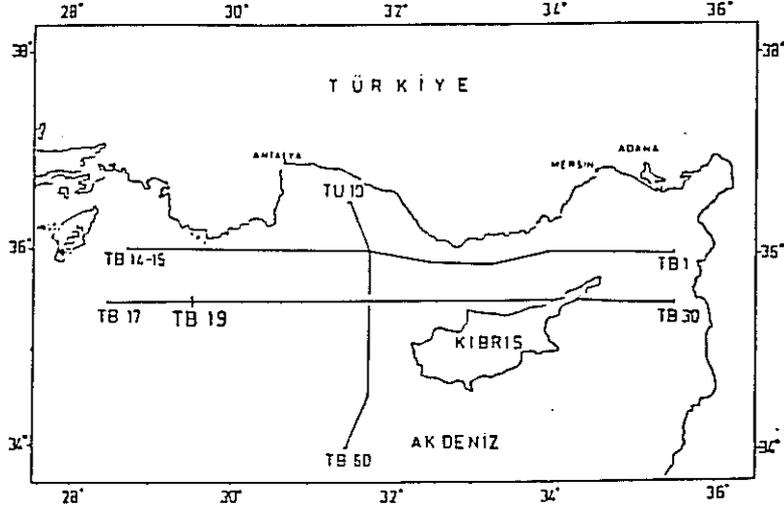


$PO_4-P \mu\text{g-at/l}$

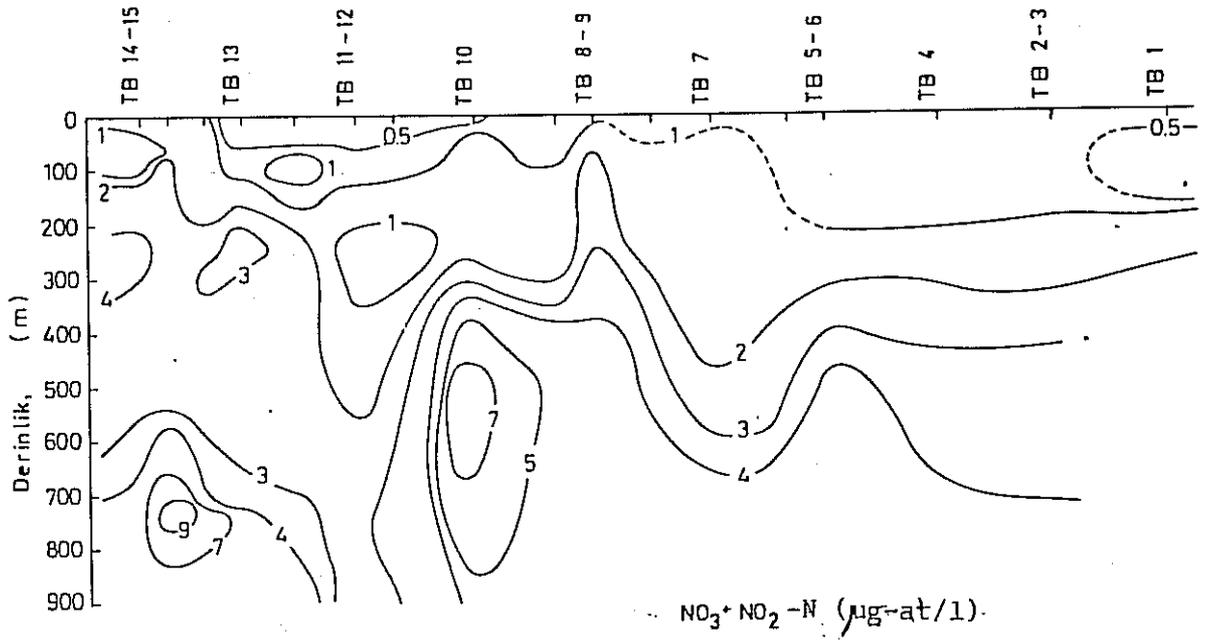
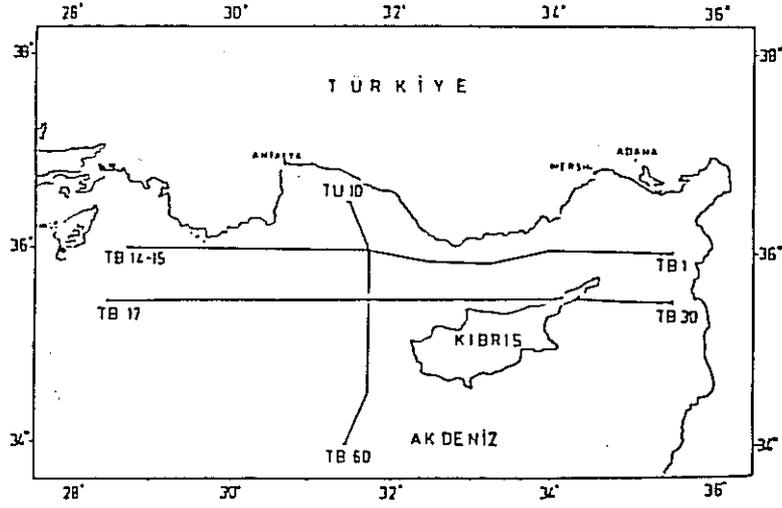
Şekil 2.9.e. Ortofosfatın TB 1 - TB 14-15 istasyonları arasındaki kesiti (Temmuz, 1986).



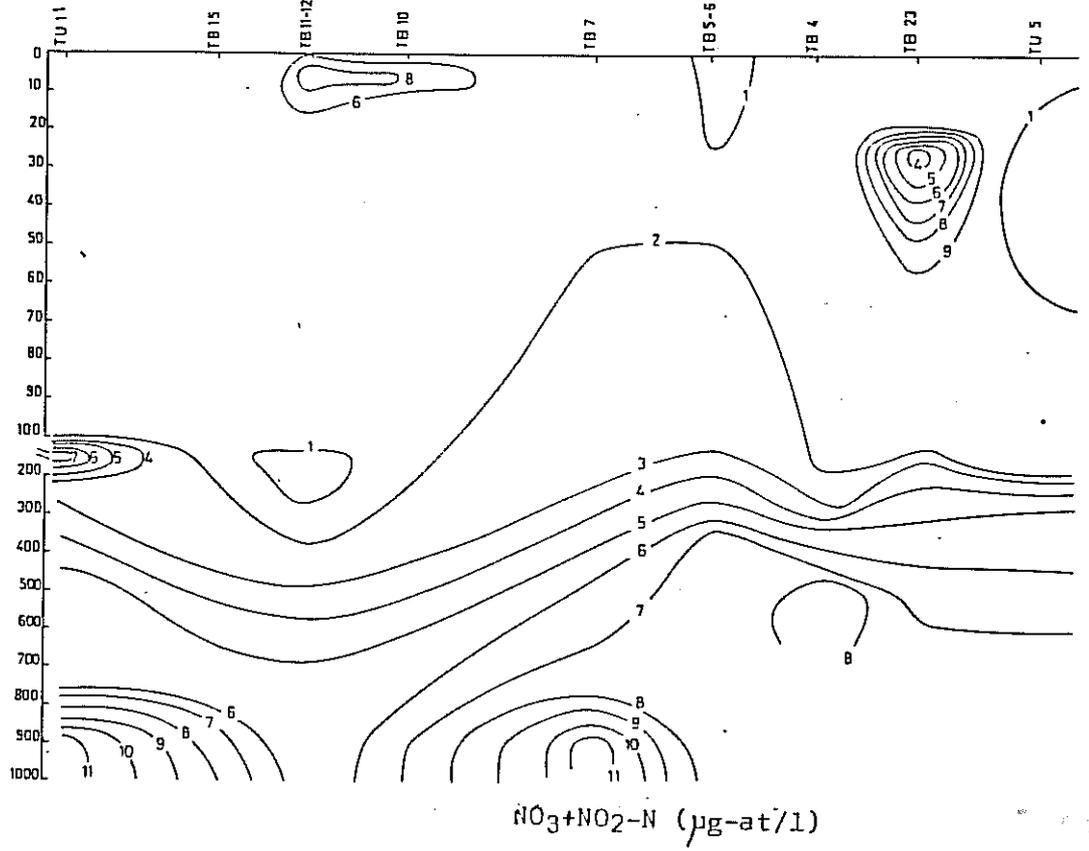
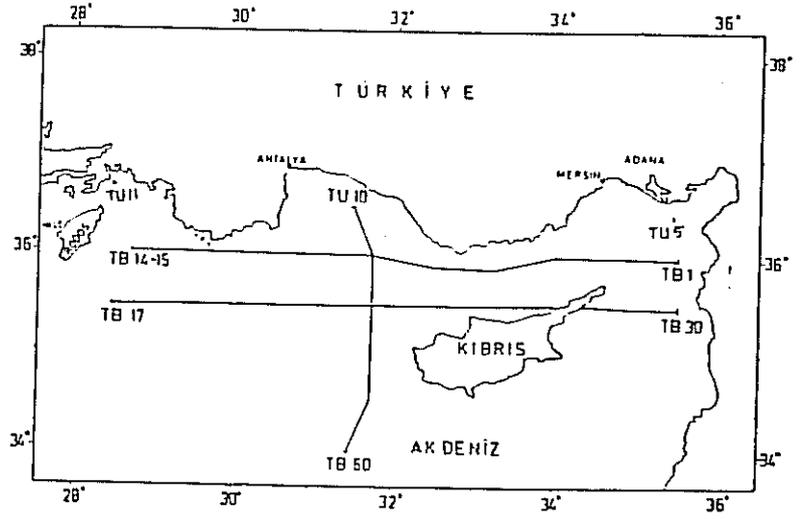
Şekil 2.9.f. Ortofosfatın TU 11 - TU 5 istasyonları arasındaki kesiti (Kasım, 1986).



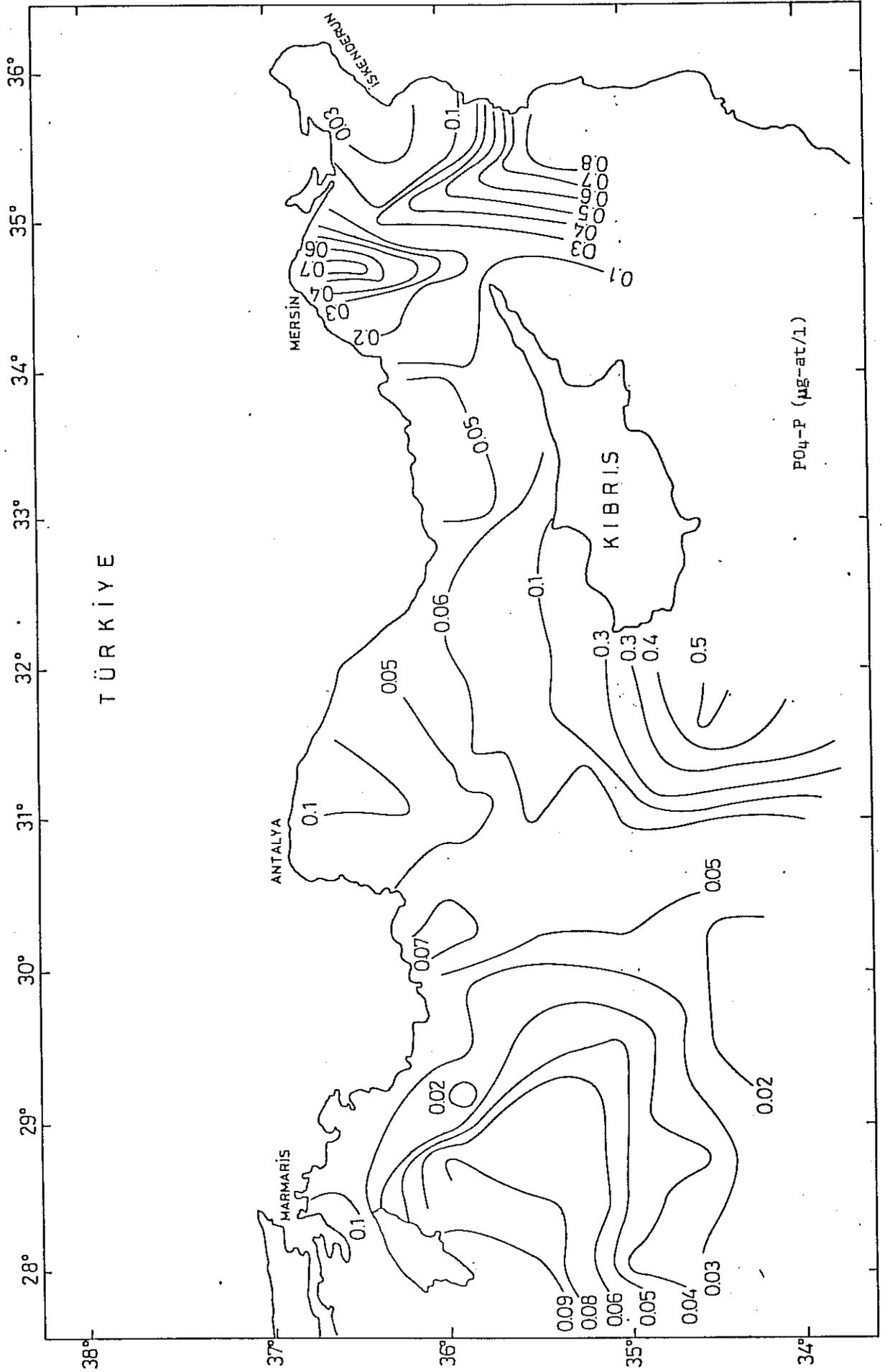
Şekil 2.10.a. Nitrat + Nitritin TB 19 - TB 30 istasyonları arasındaki kesiti (Temmuz, 1986)



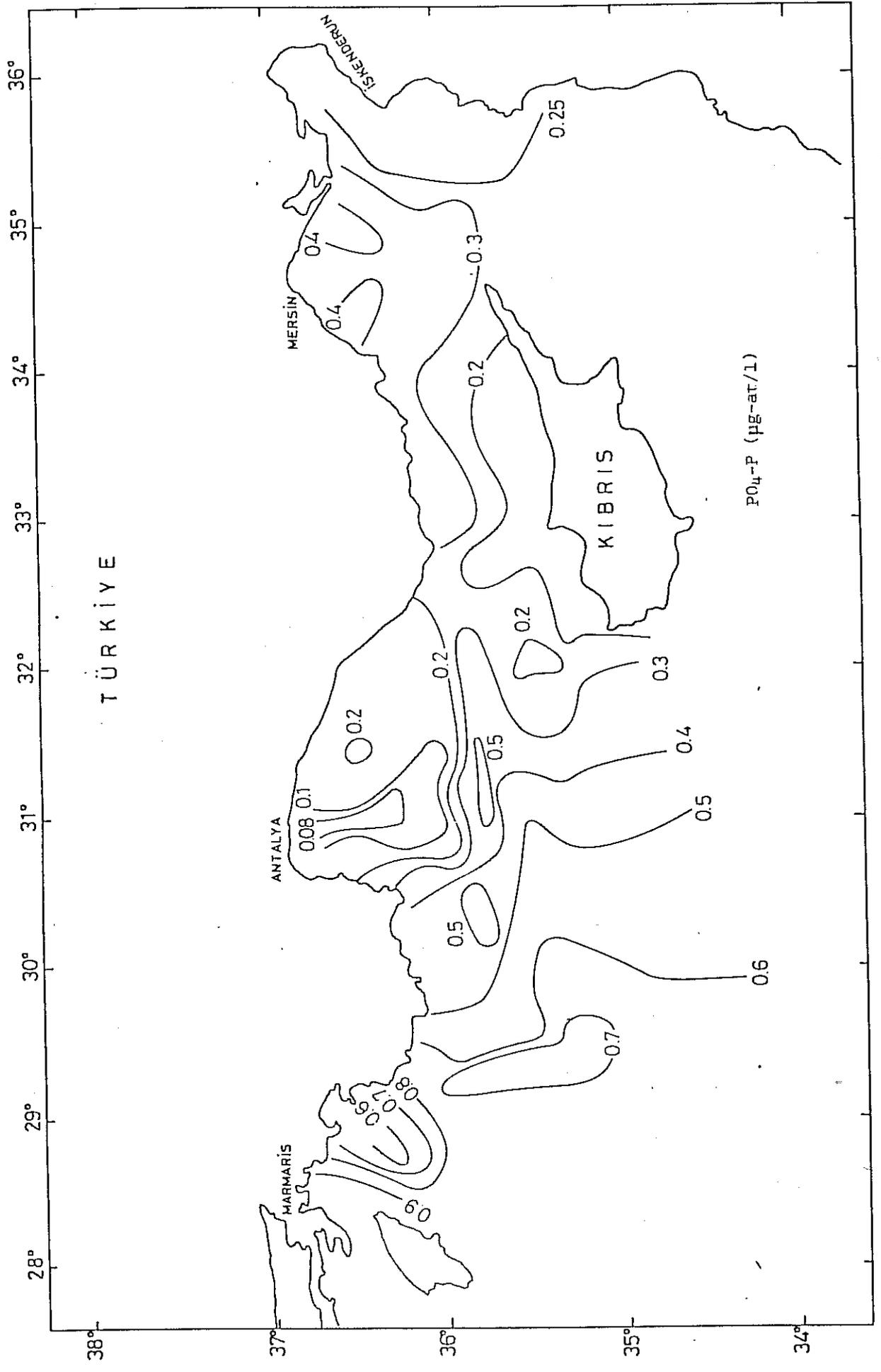
Şekil 2.10.b. Nitrat + Nitritin TB 14-15 - TB 1 istasyoları arasındaki kesiti (Temmuz, 1986)

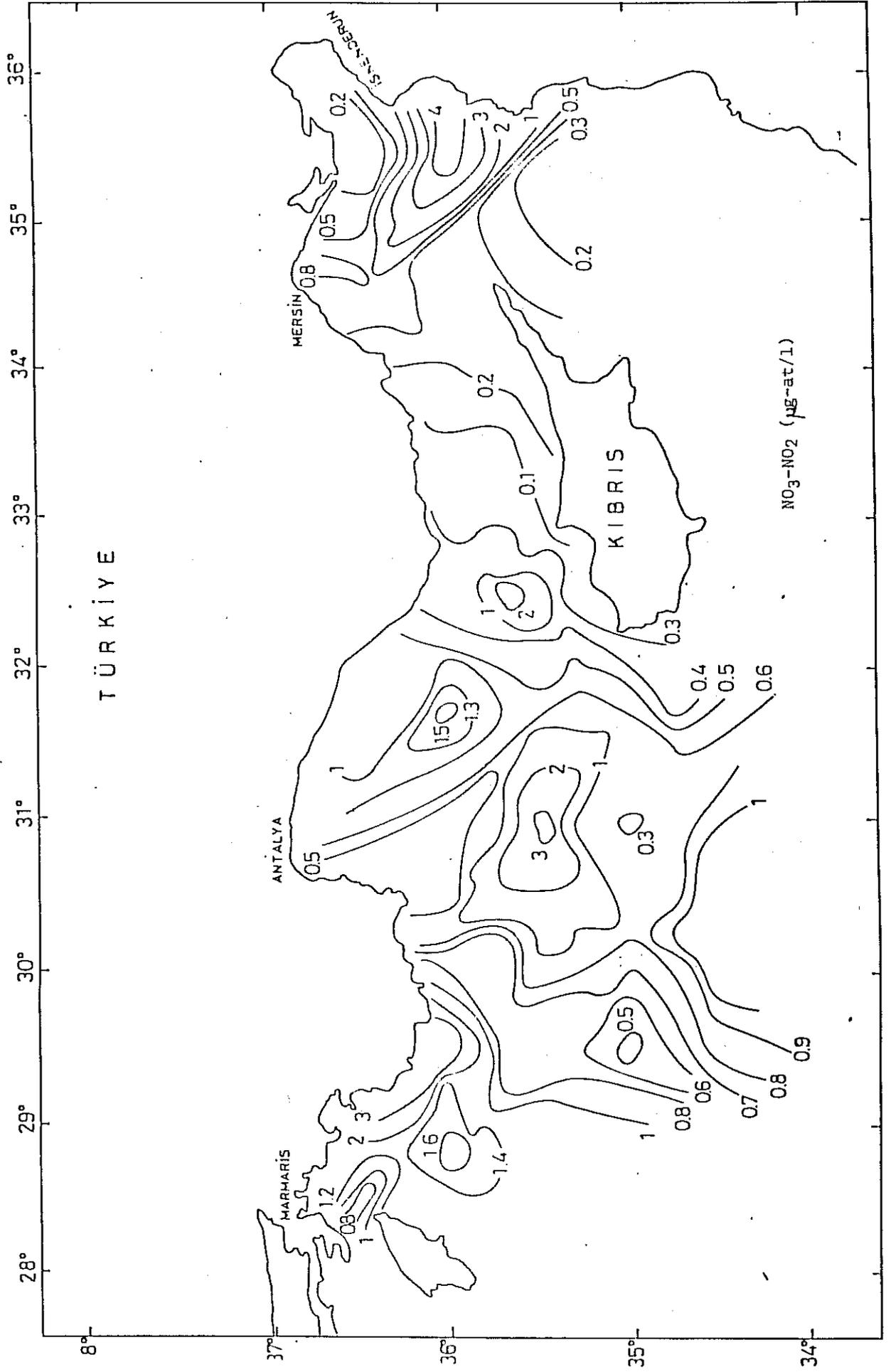


Şekil 2.10.c. Nitrat + Nitritin TU 11 - TU 5 istasyonları arasındaki kesiti (Kasım, 1986)

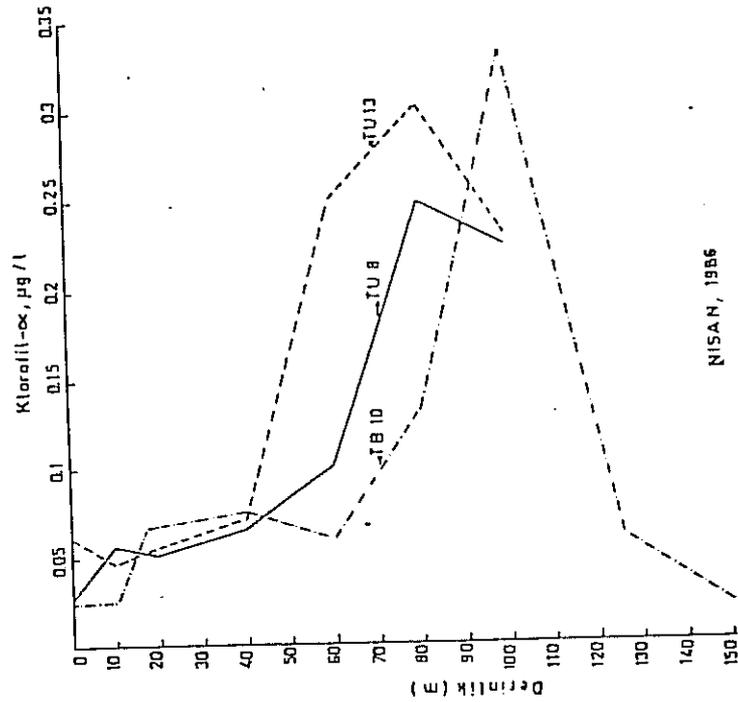
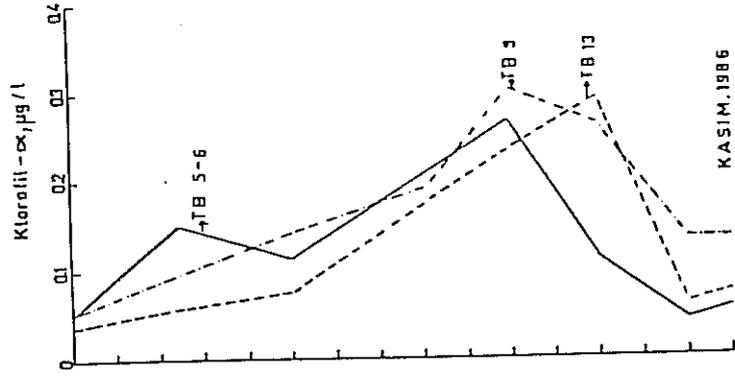
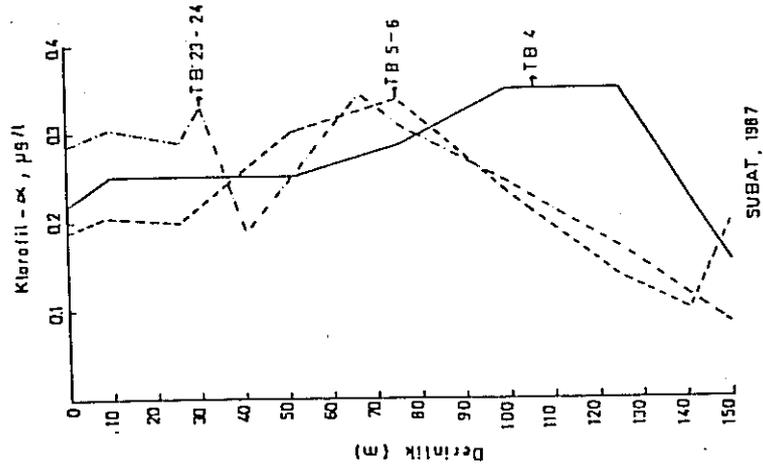


Şekil 2.11.a. Ortofosfatın Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Nisan, 1986)

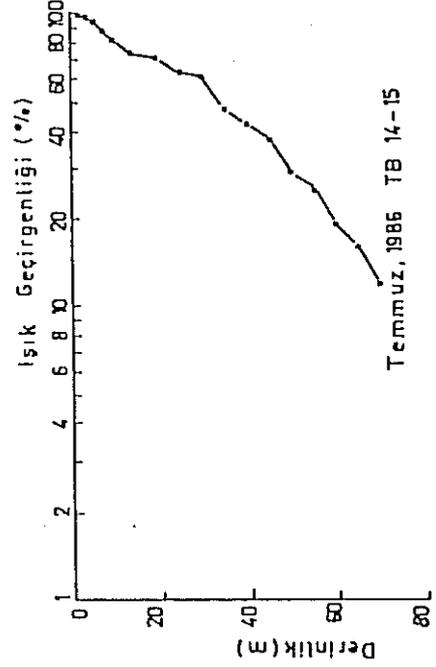
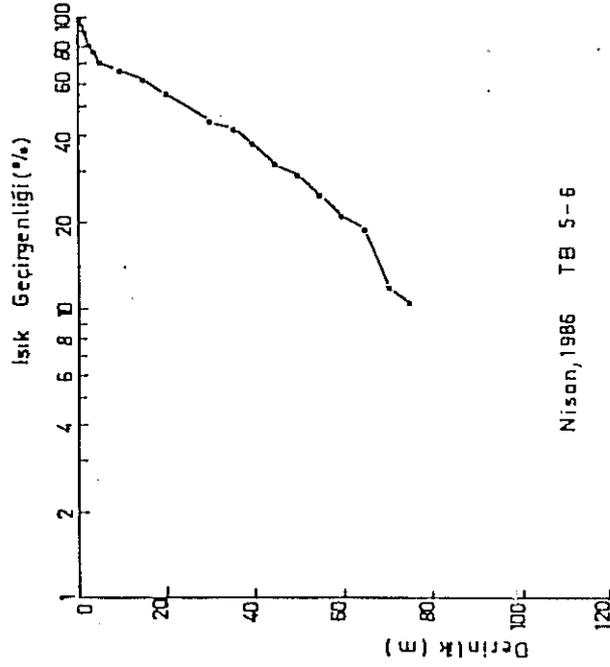
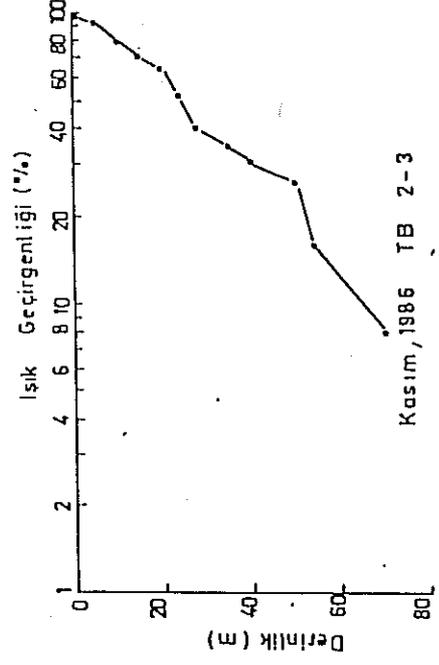
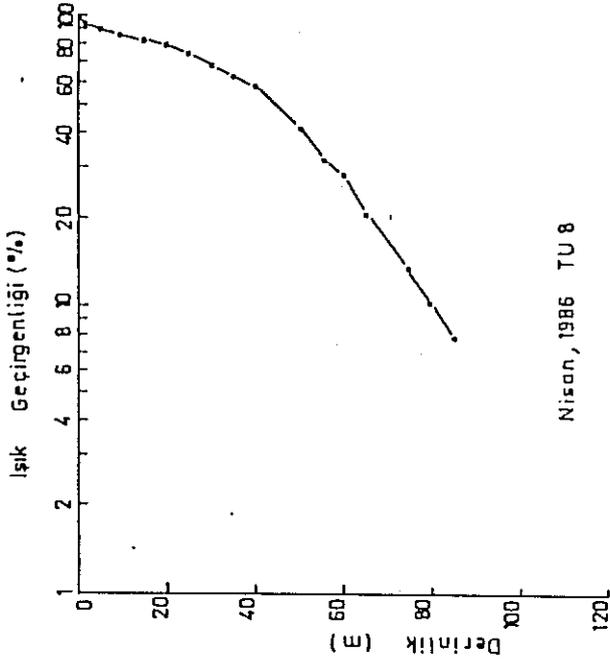




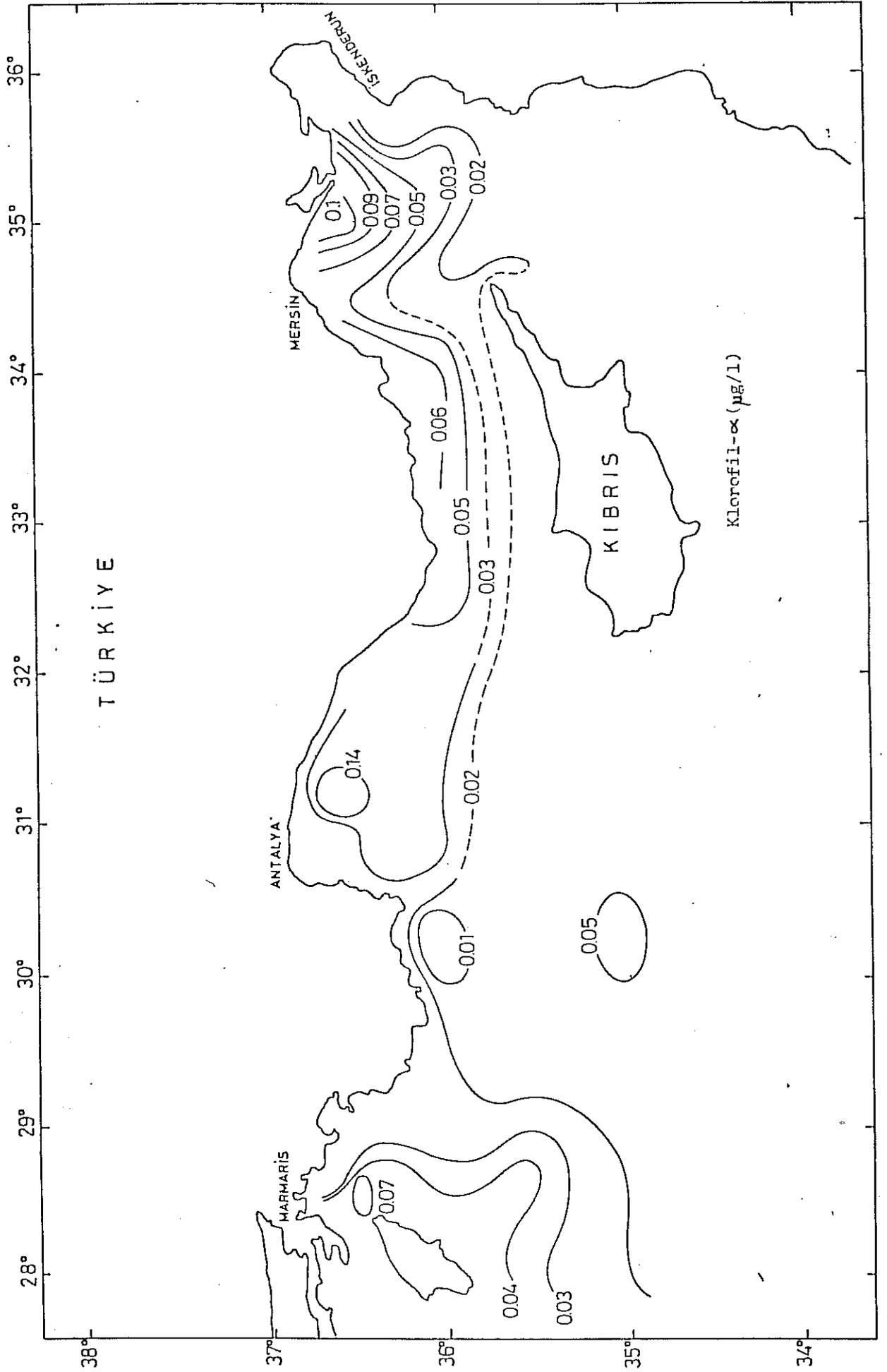
Şekil 2.12. Nitrat + Nitritin Kuzeydogu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Temmuz, 1986).

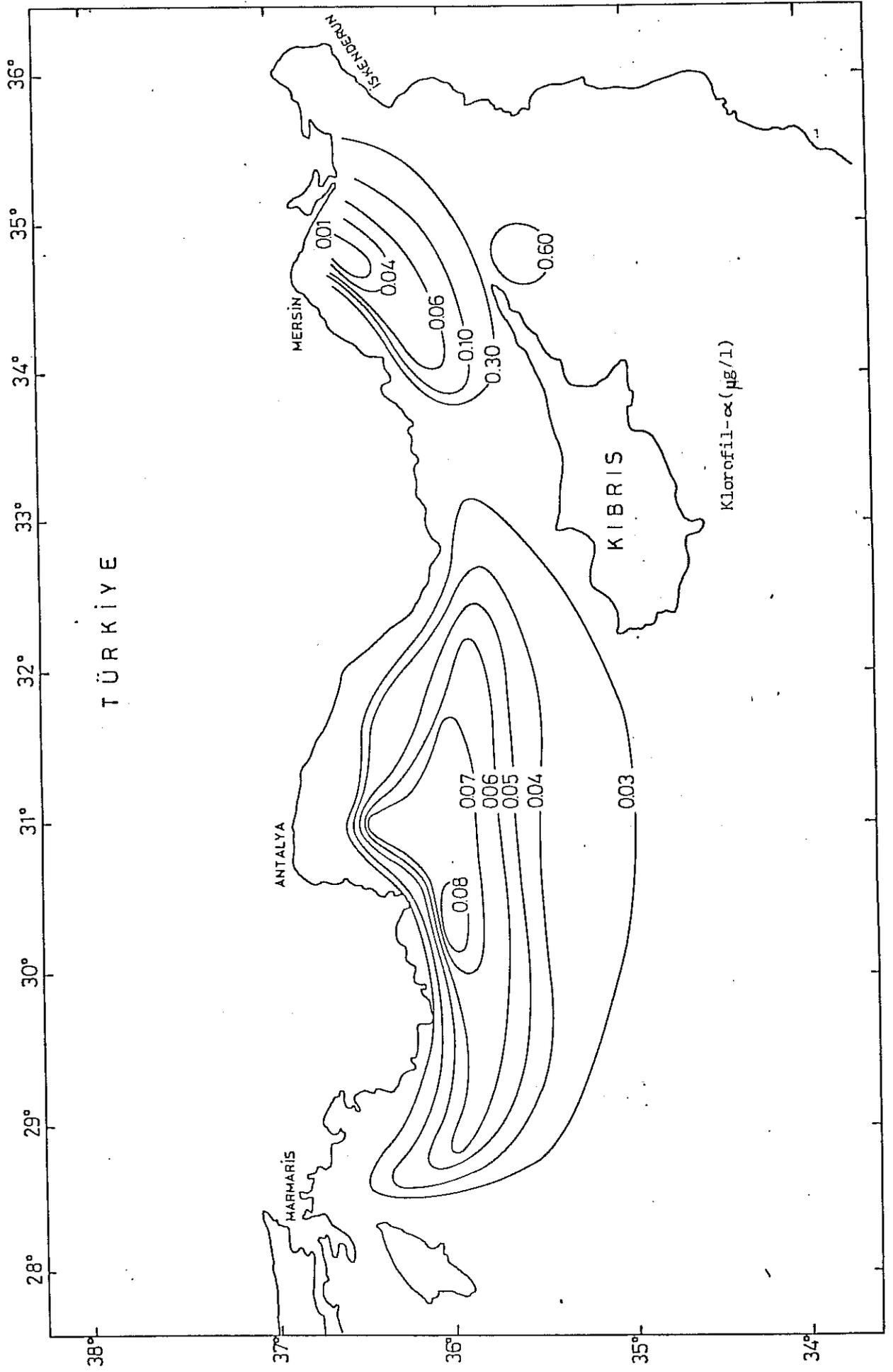


Şekil 2.13. Klorofil- α nın Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı

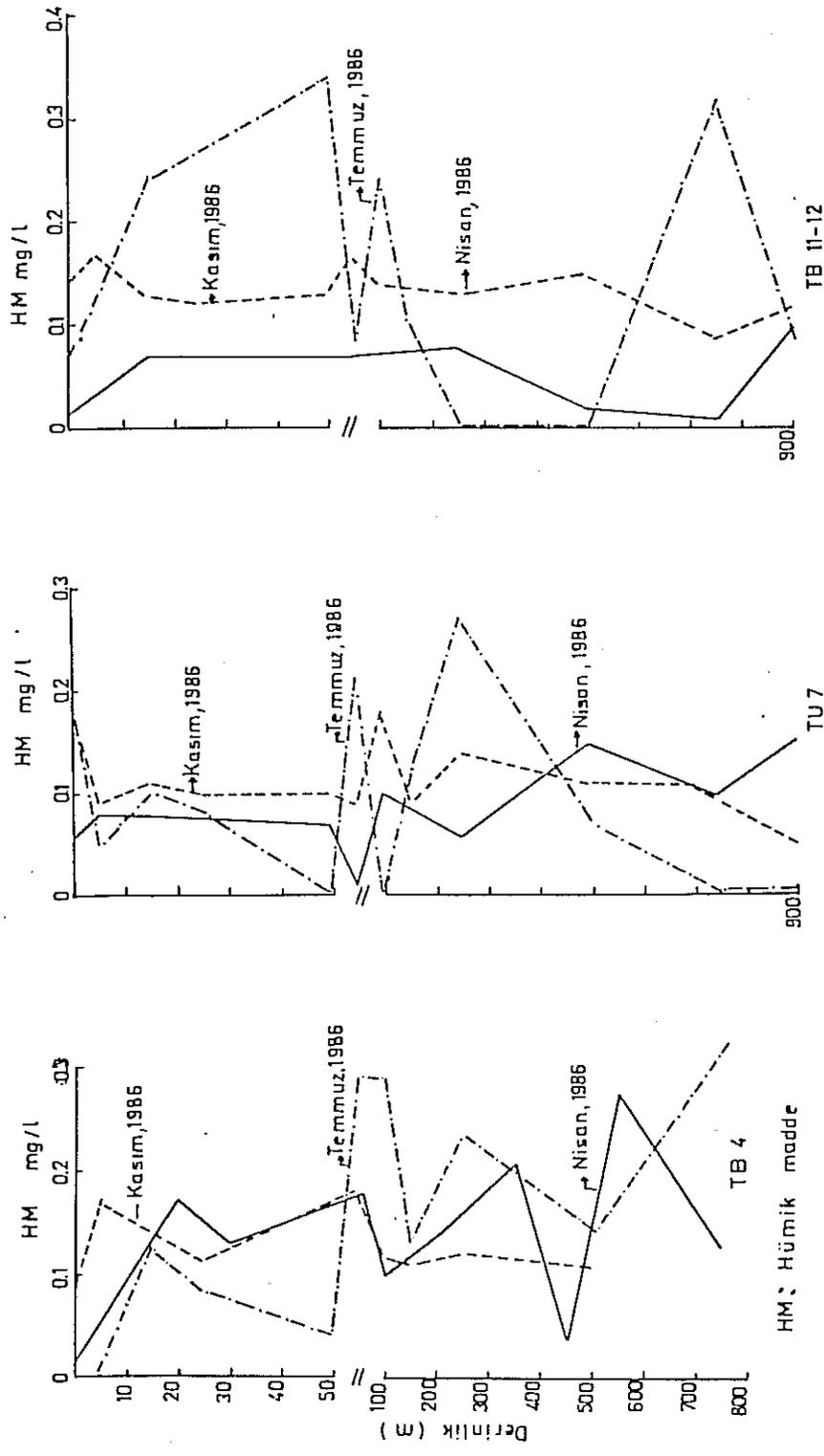


Şekil 2.14. Kuzeydoğu Akdeniz'de ışık geçirgenliği

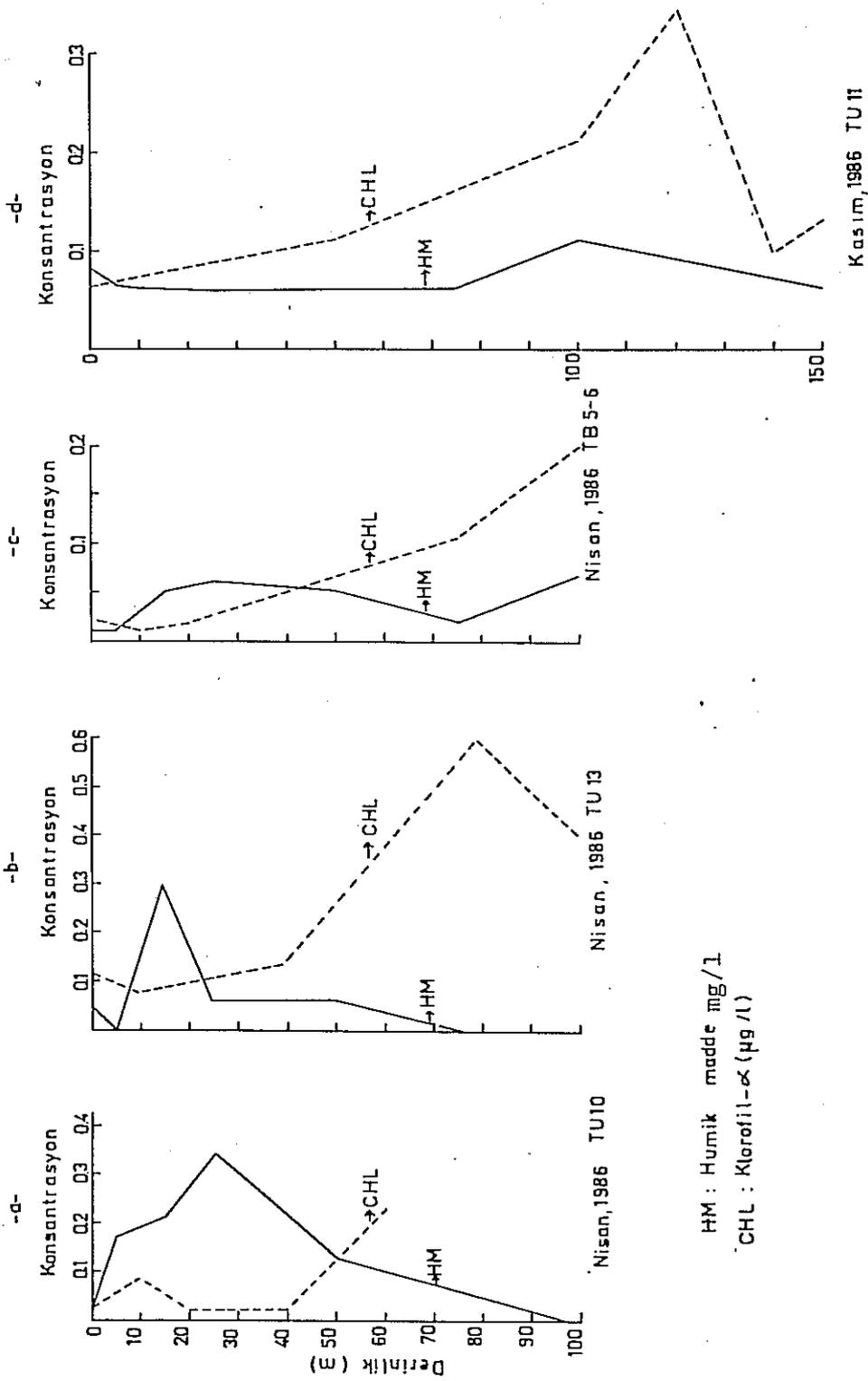




Şekil 2.15.b. Klorofil- α nın Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Temmuz, 1966)

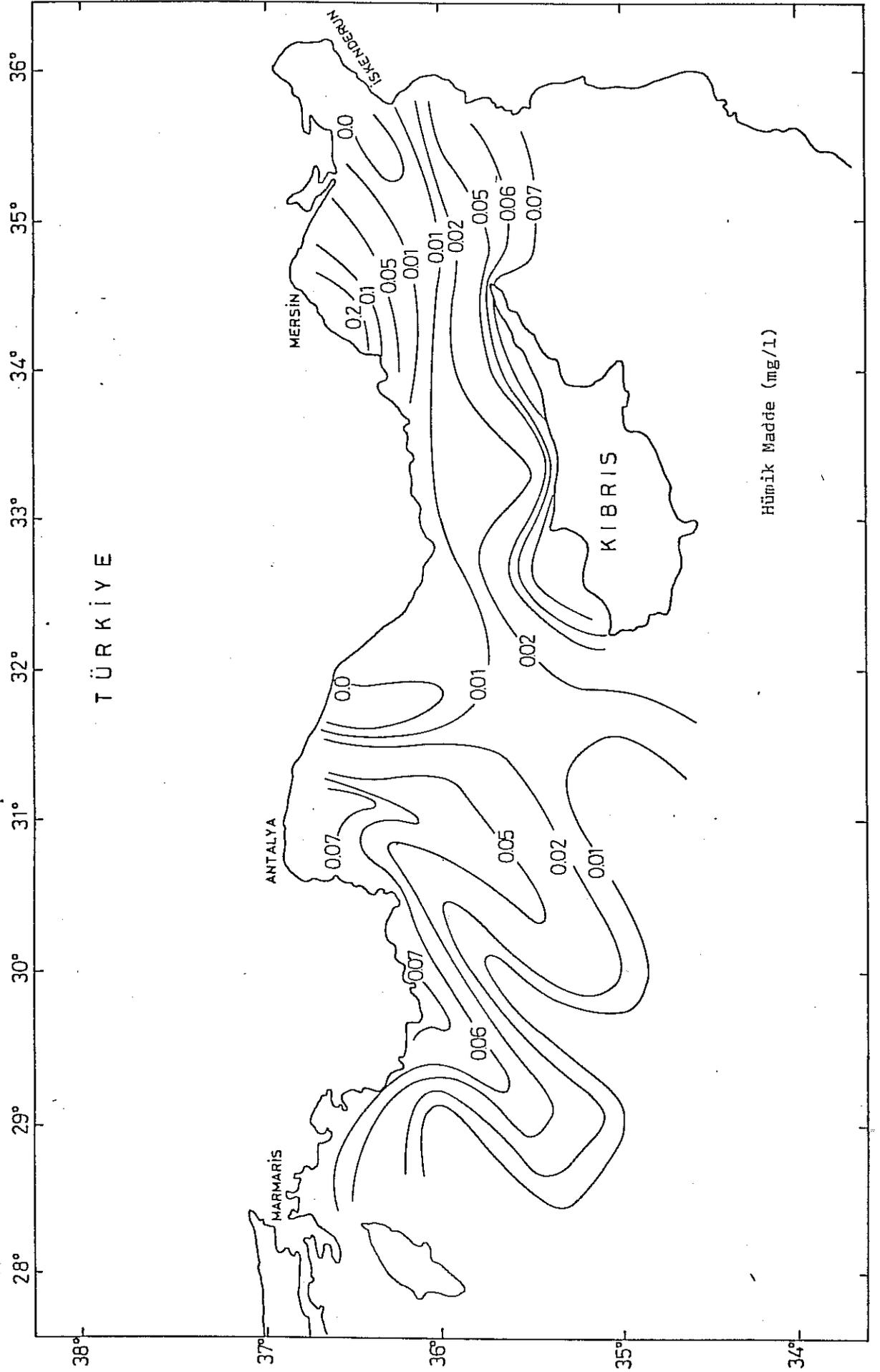


Şekil 2.16. Hüyük maddenin Kuzeydoğu Akdeniz'de düşey dağılımı

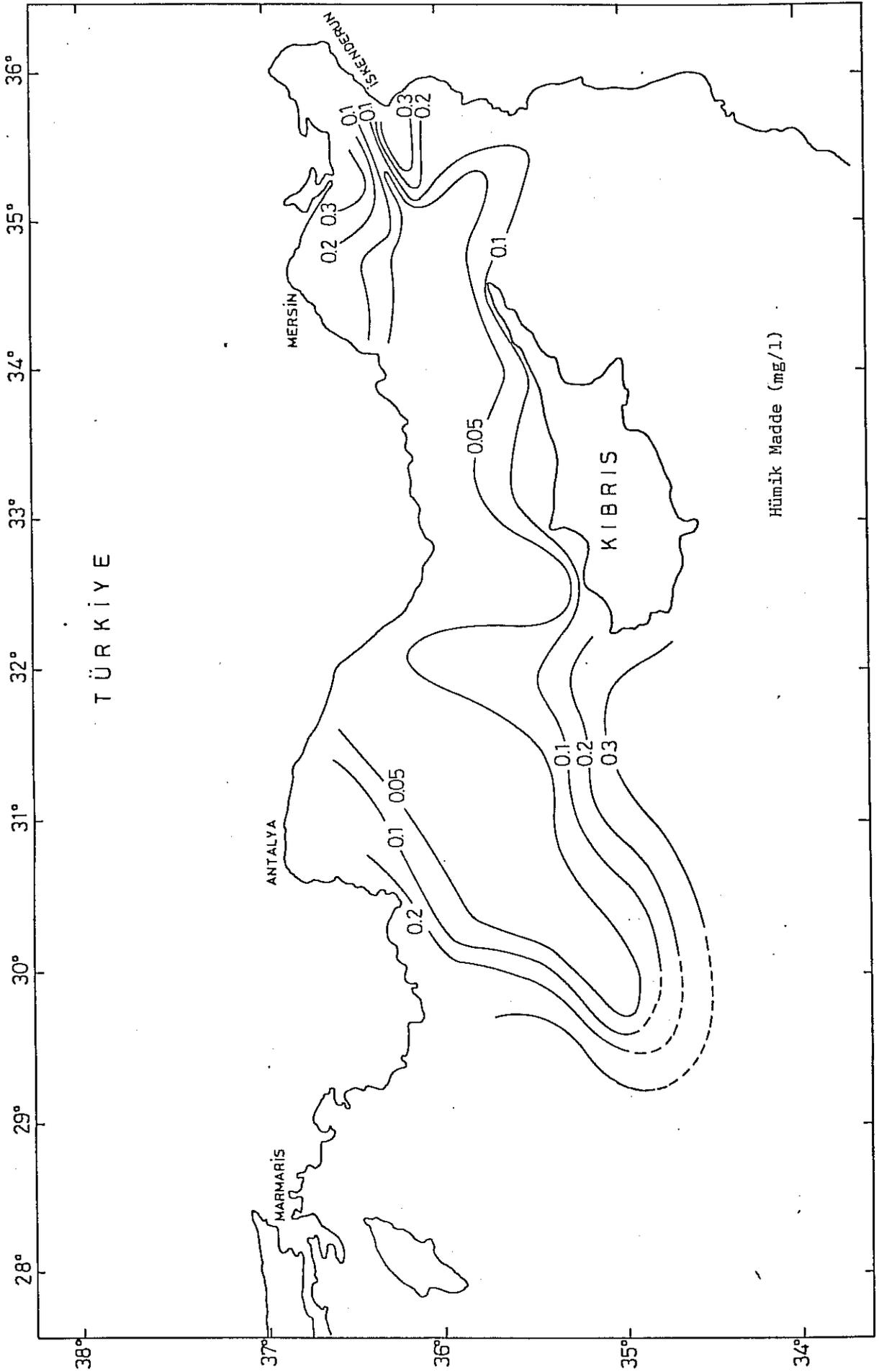


HM : Humik madde mg/l
 CHL : Klorofil- α (μ g/l)

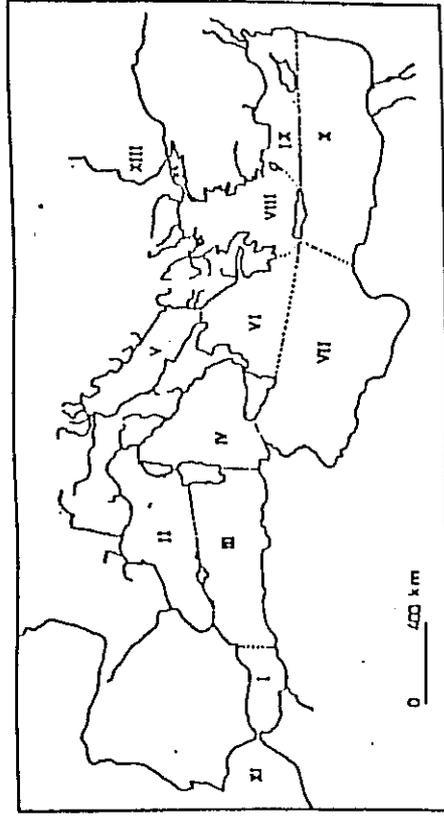
Şekil 2.17. Kuzeydoğu Akdeniz'de hümik madde ve klorofil- α profilleri



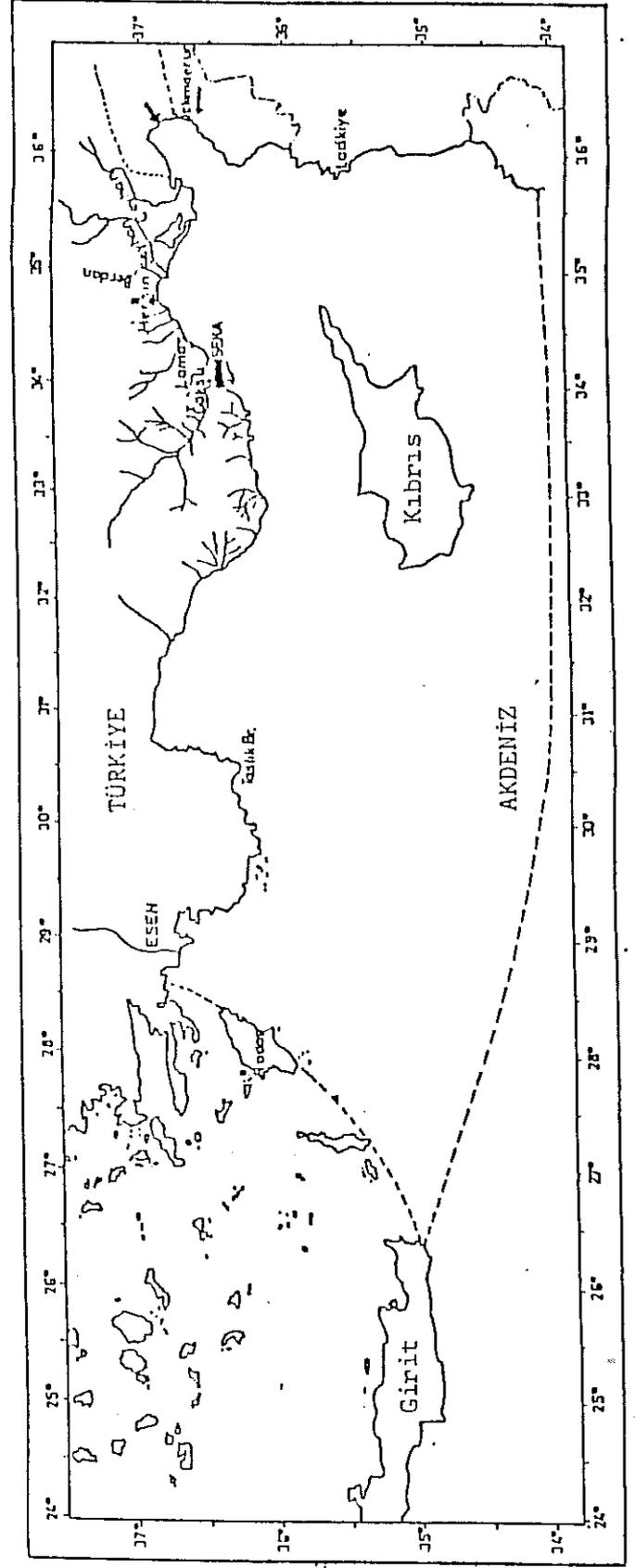
Şekil 2.18.a. Hümik maddenin Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Nisan, 1985)



Şekil 2.18. b. Hümkik maddelerin Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey dağılımı (Temmuz, 1986)

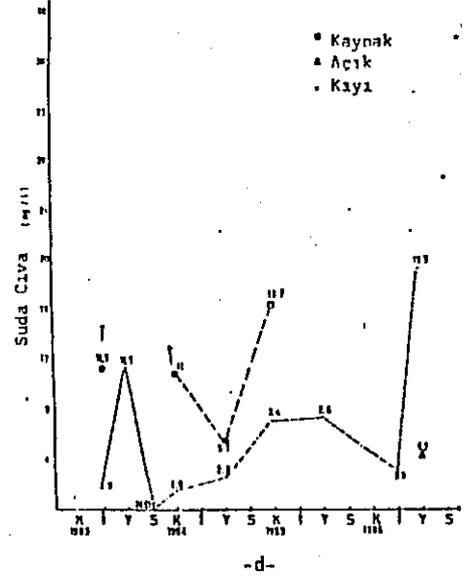
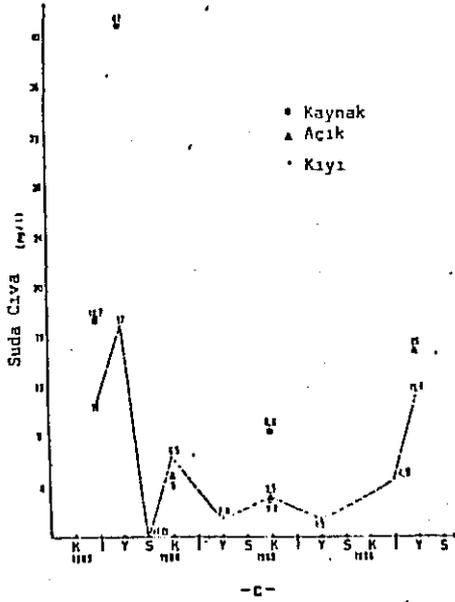
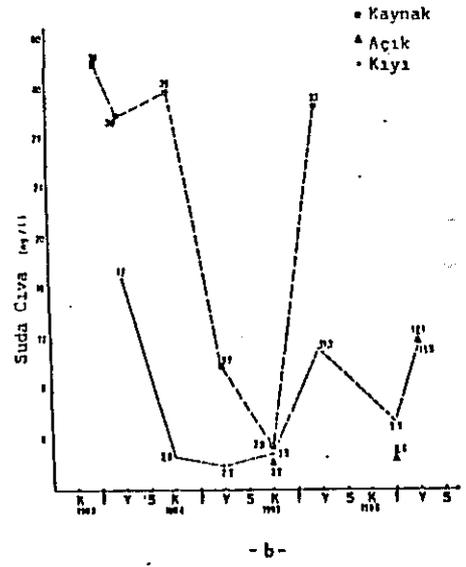
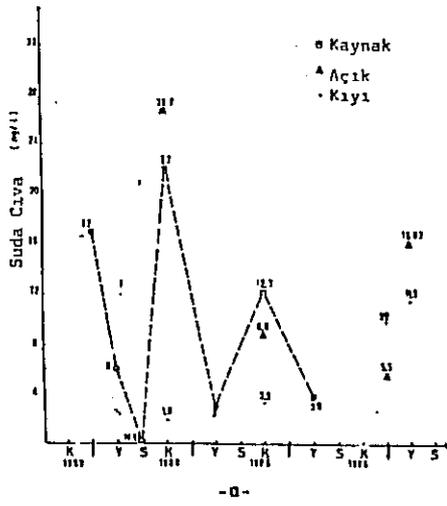


- Endüstriyel
- SEKA Kağıt Fabrikası
- Boru Hattı



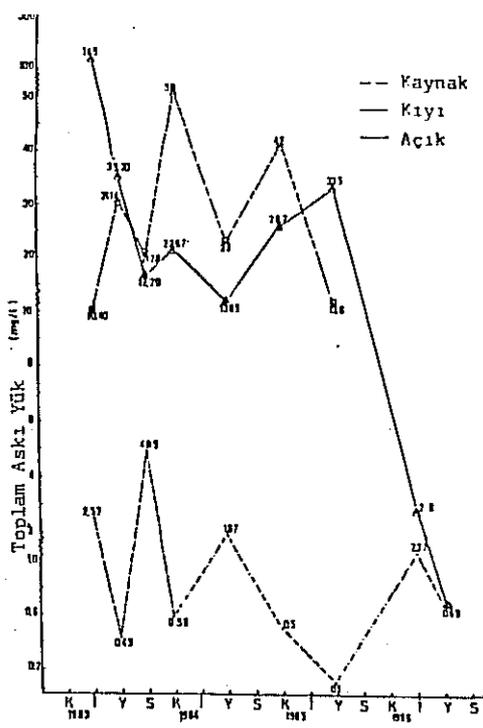
b

Şekil 3.1. Kuzeydoğu Akdeniz'de kara kökenli kirlenici

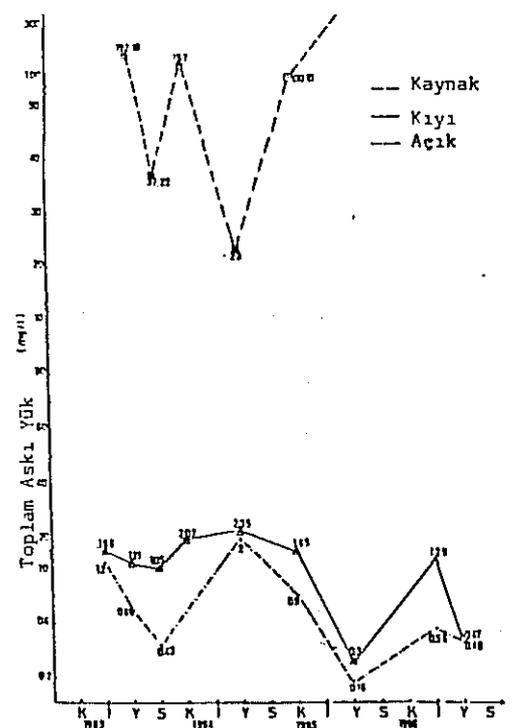


Şekil 3.2. Kuzeydoğu Akdeniz'de cıvanın mevsimsel değeri.

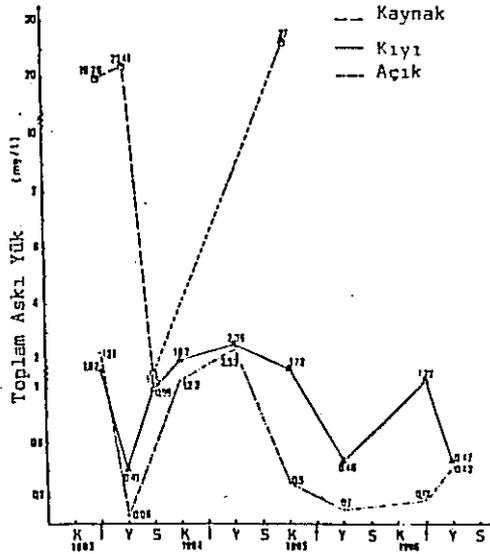
- a) İskenderun körfezi ve açığı b) Kıbrıs-Türkiye arası
c) Antalya körfezi ve açığı d) Rodos adası doğusunda kalan bölge



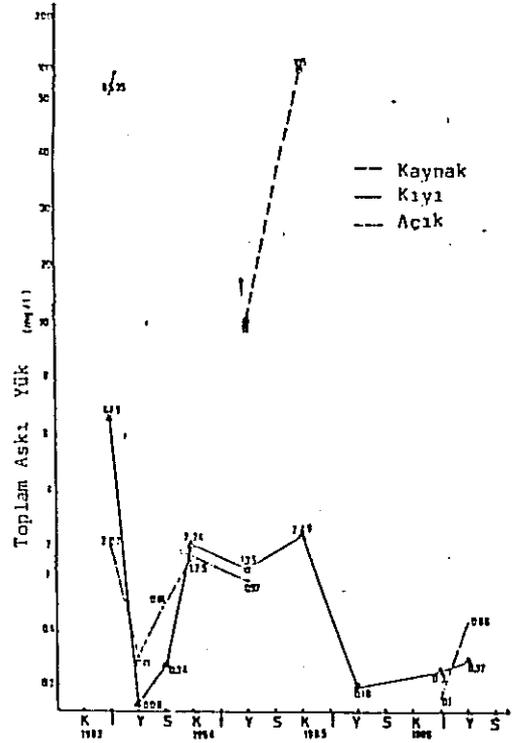
- a -



- b -



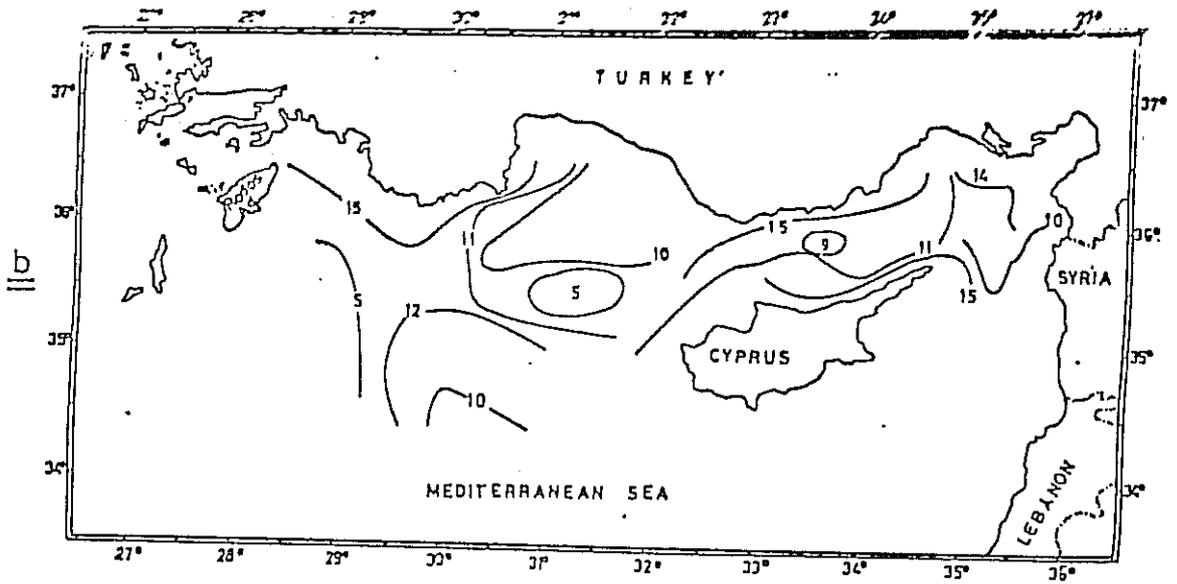
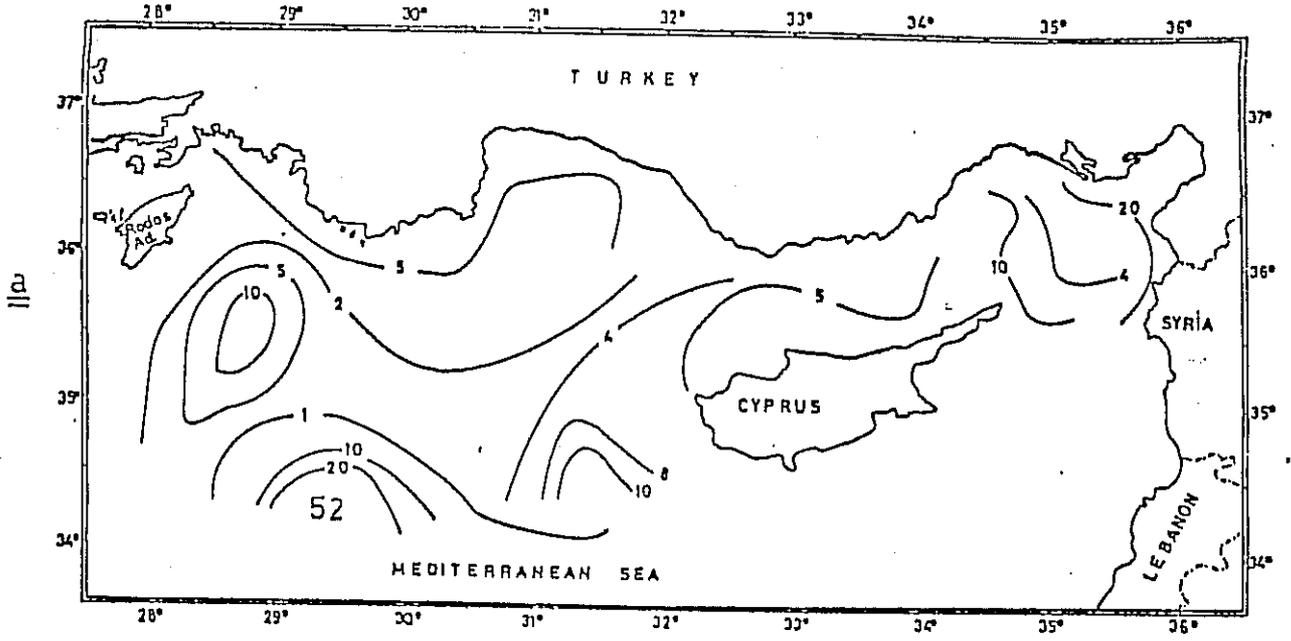
- c -



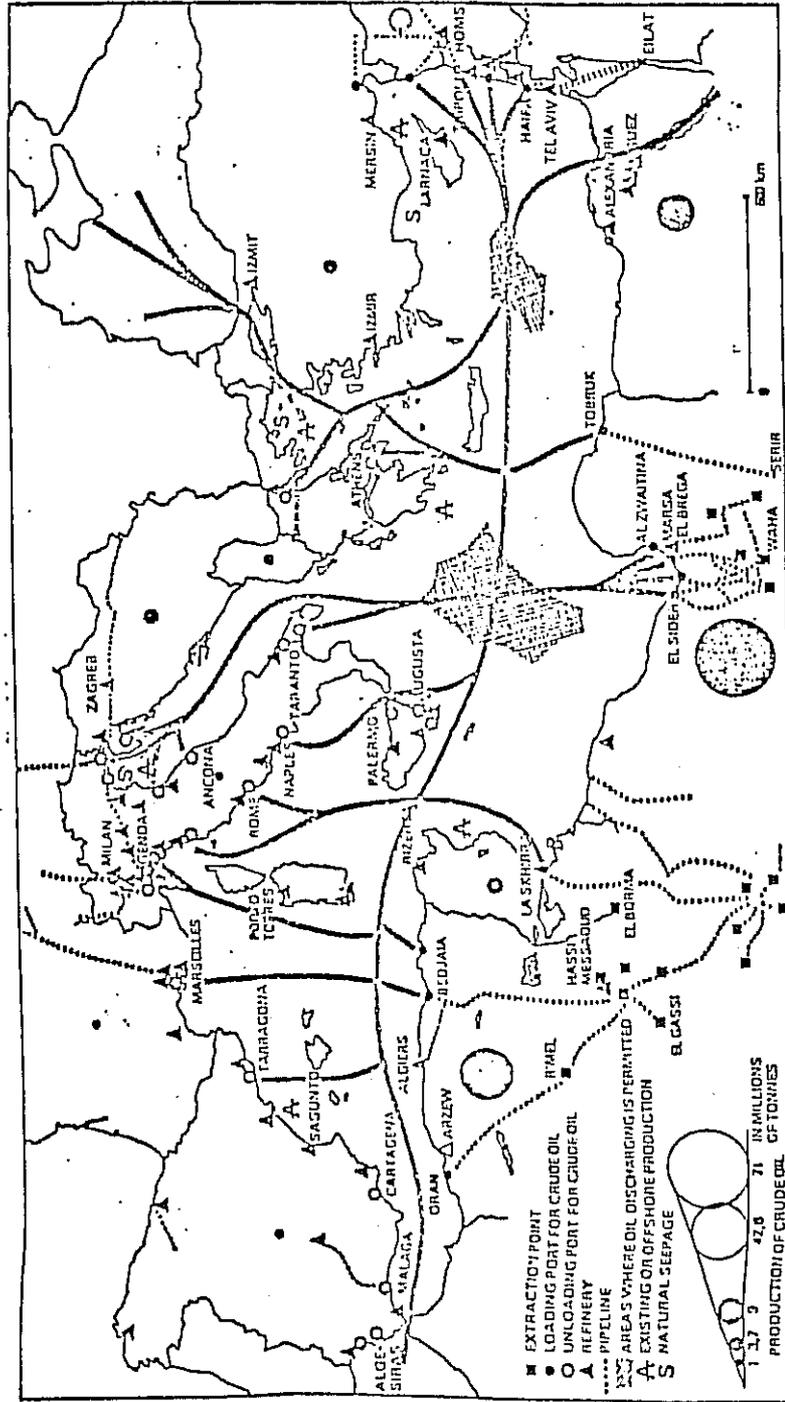
- d -

Şekil 3.3. Kuzeydoğu Akdeniz'de toplam askı yük miktarlarının mevsimsel değişimi.

- a) İskenderun körfezi ve açığı b) Kıbrıs- Türkiye arası
c) Antalya Körfezi ve açığı d) Rodos adası doğusunda kalan bölge



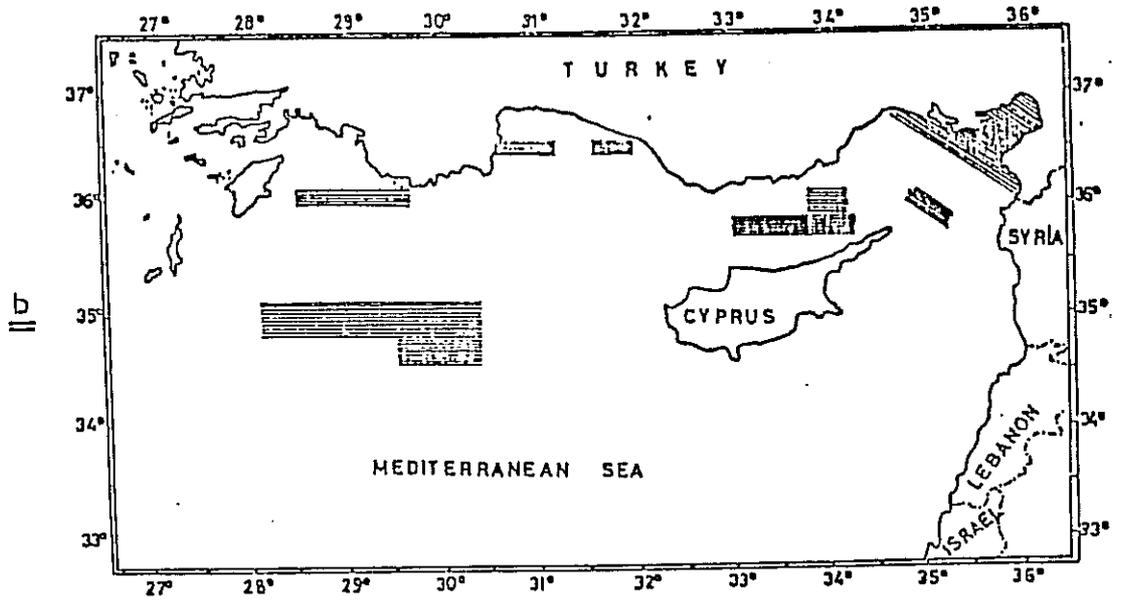
Şekil 3.4. Civanın Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sularında dağılımı a. Nisan 1986 b. Temmuz 1986



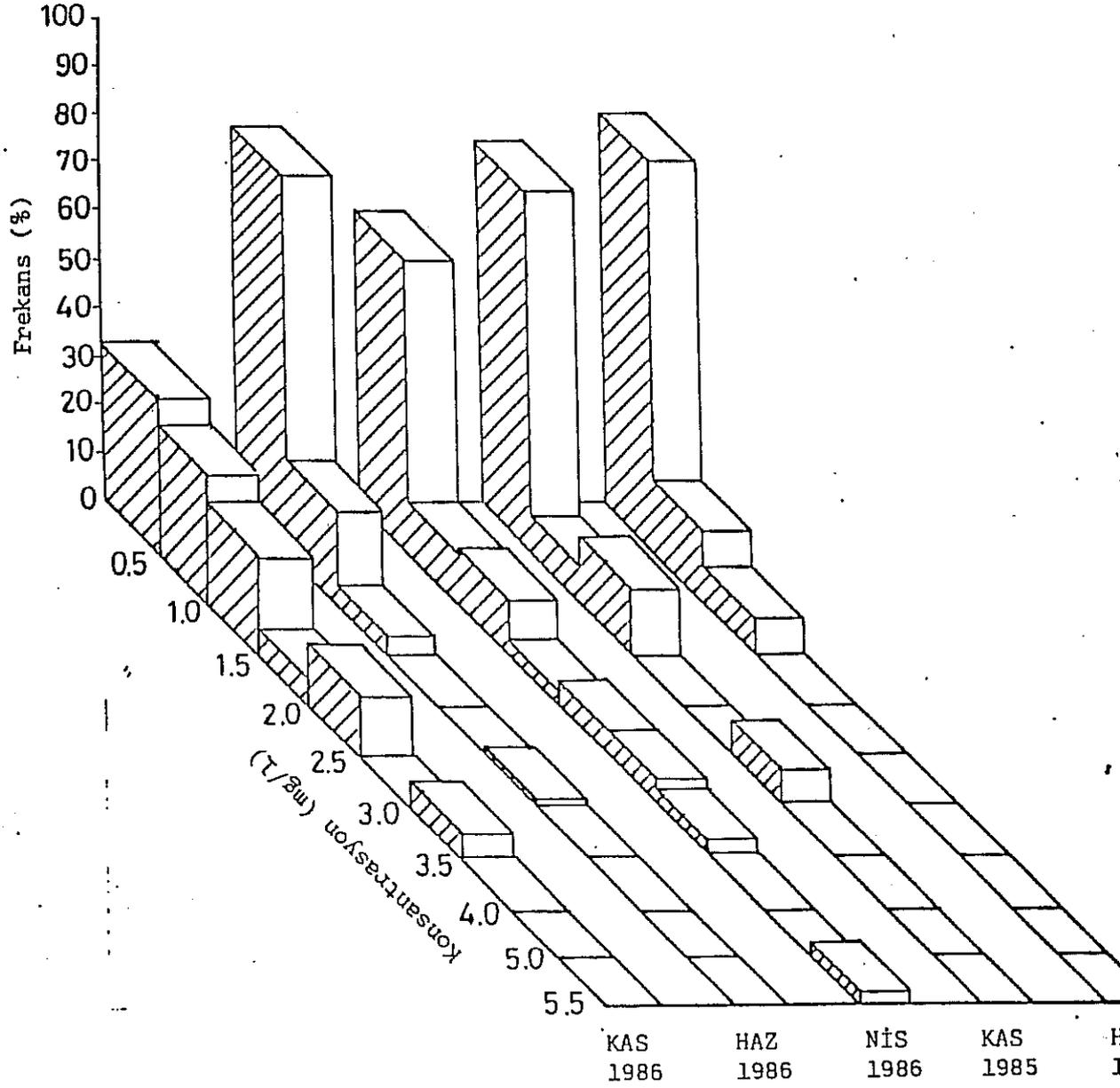
Şekil 3.5. Kuzeydogu Akdeniz'de temel petrol üretim alanları ve taşıma yolları (Le Lourd, 1977'den alınmıştır).



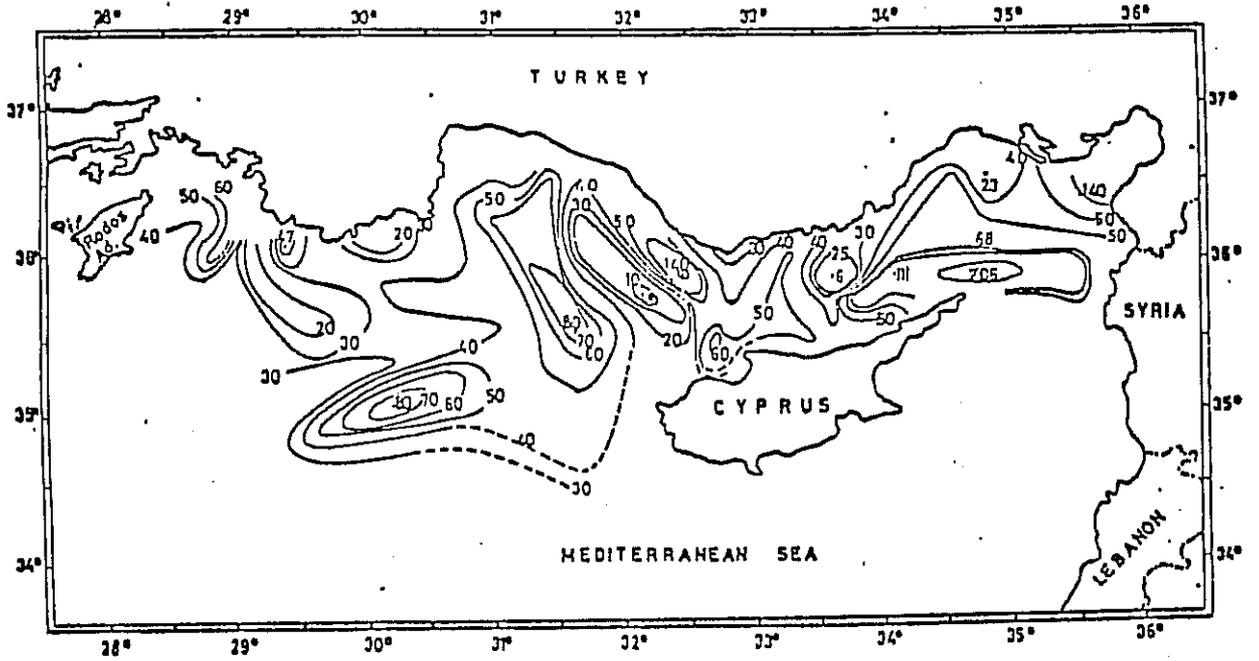
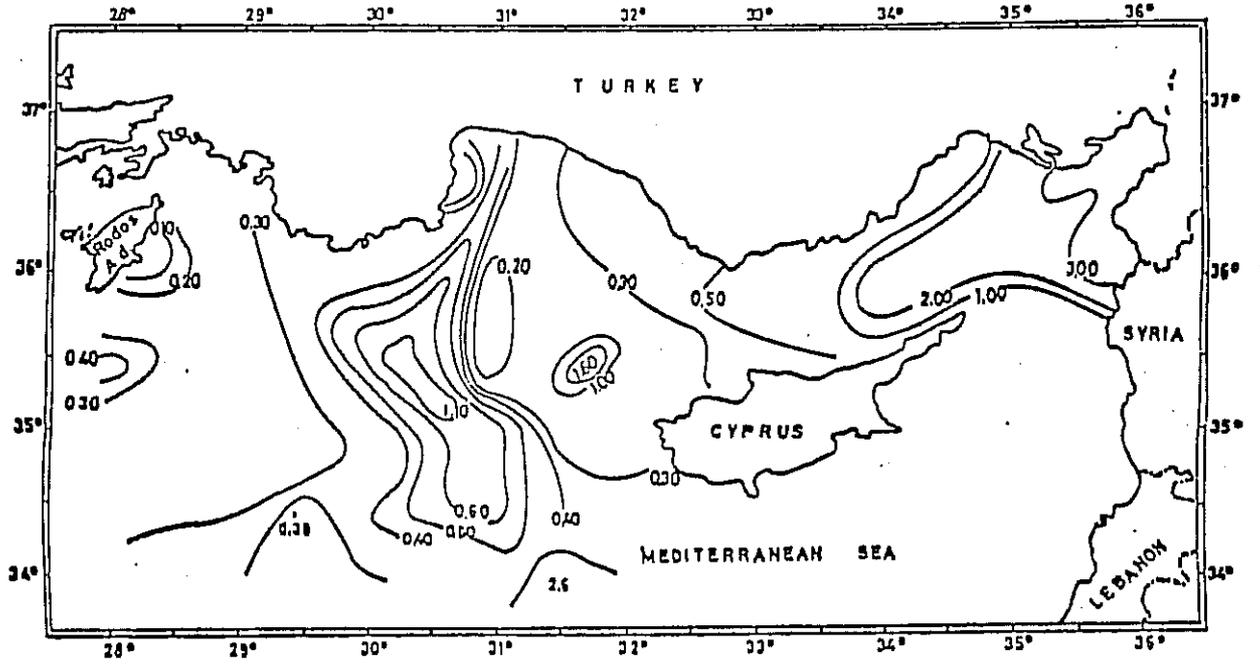
Şekil 3.7. Kuzeydoğu Akdeniz'de DDPH frekans dağılımı.



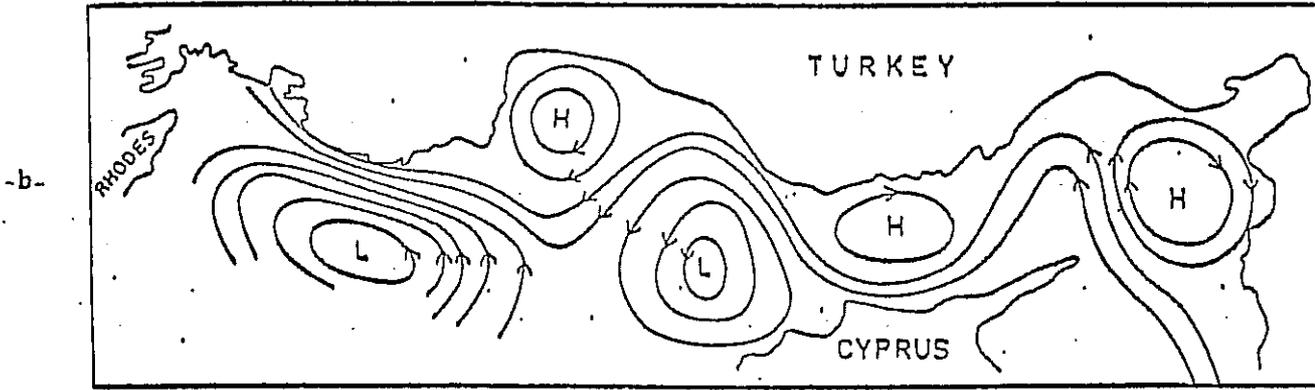
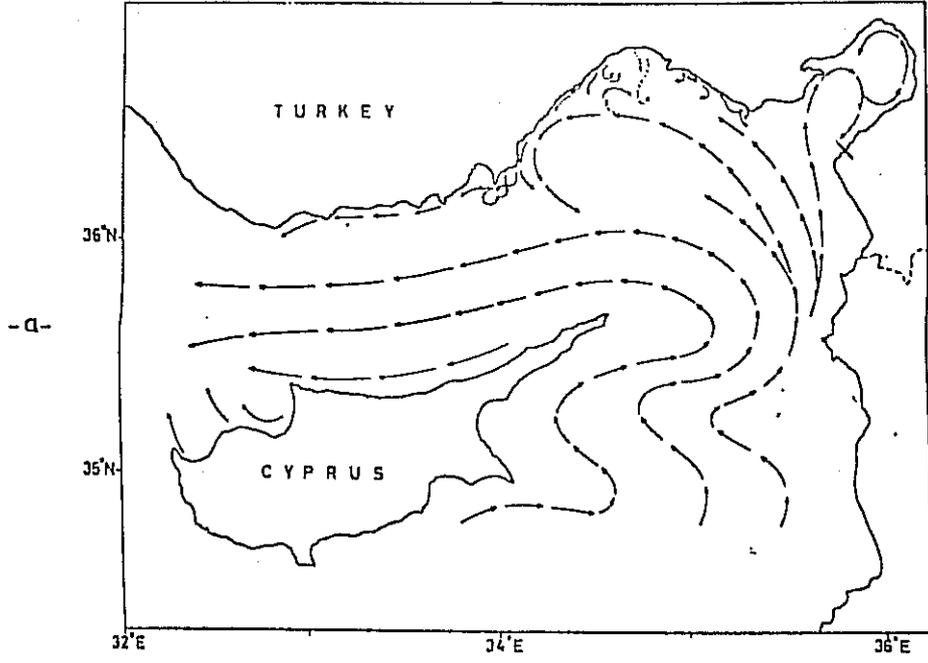
Sekil 3.8. Kuzeyden Akdeniz'de katman yuvarları ve ölçüldükleri alanlar, mg/m²



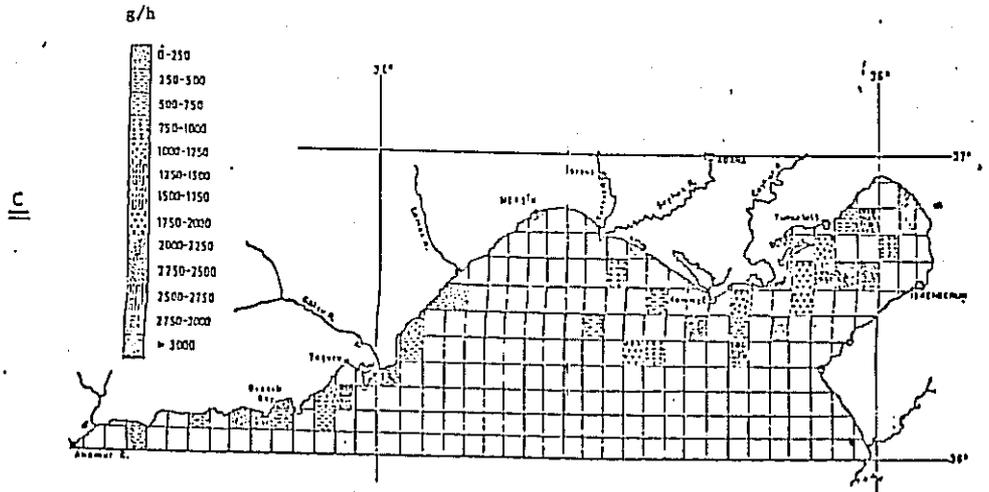
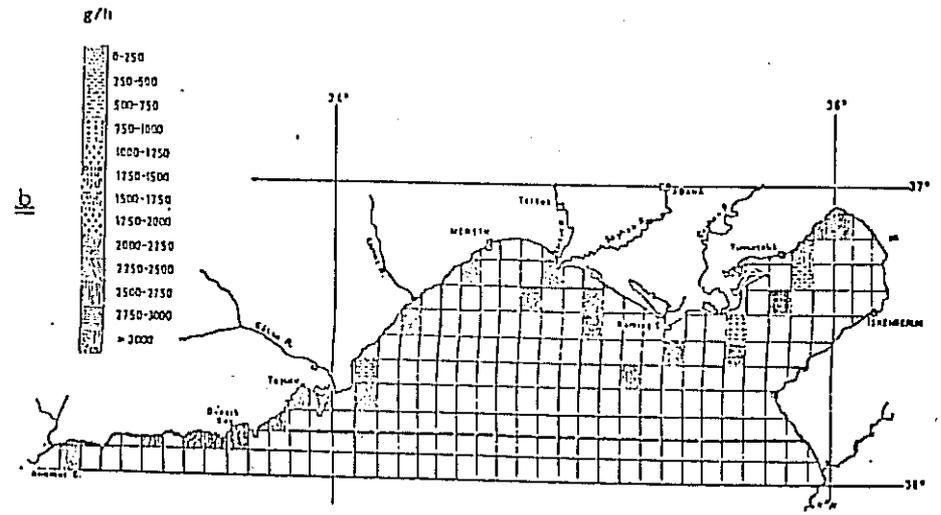
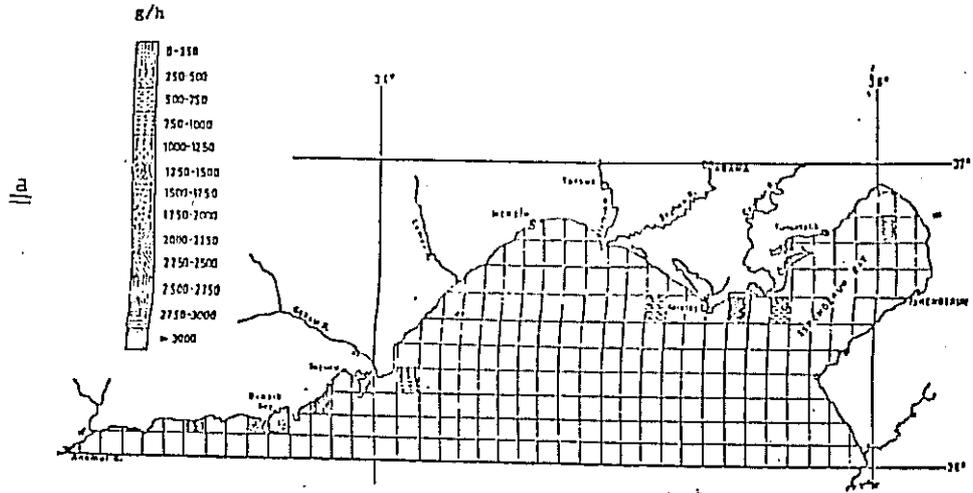
Şekil 3.9. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Azot Yükü frekans dağılımı.



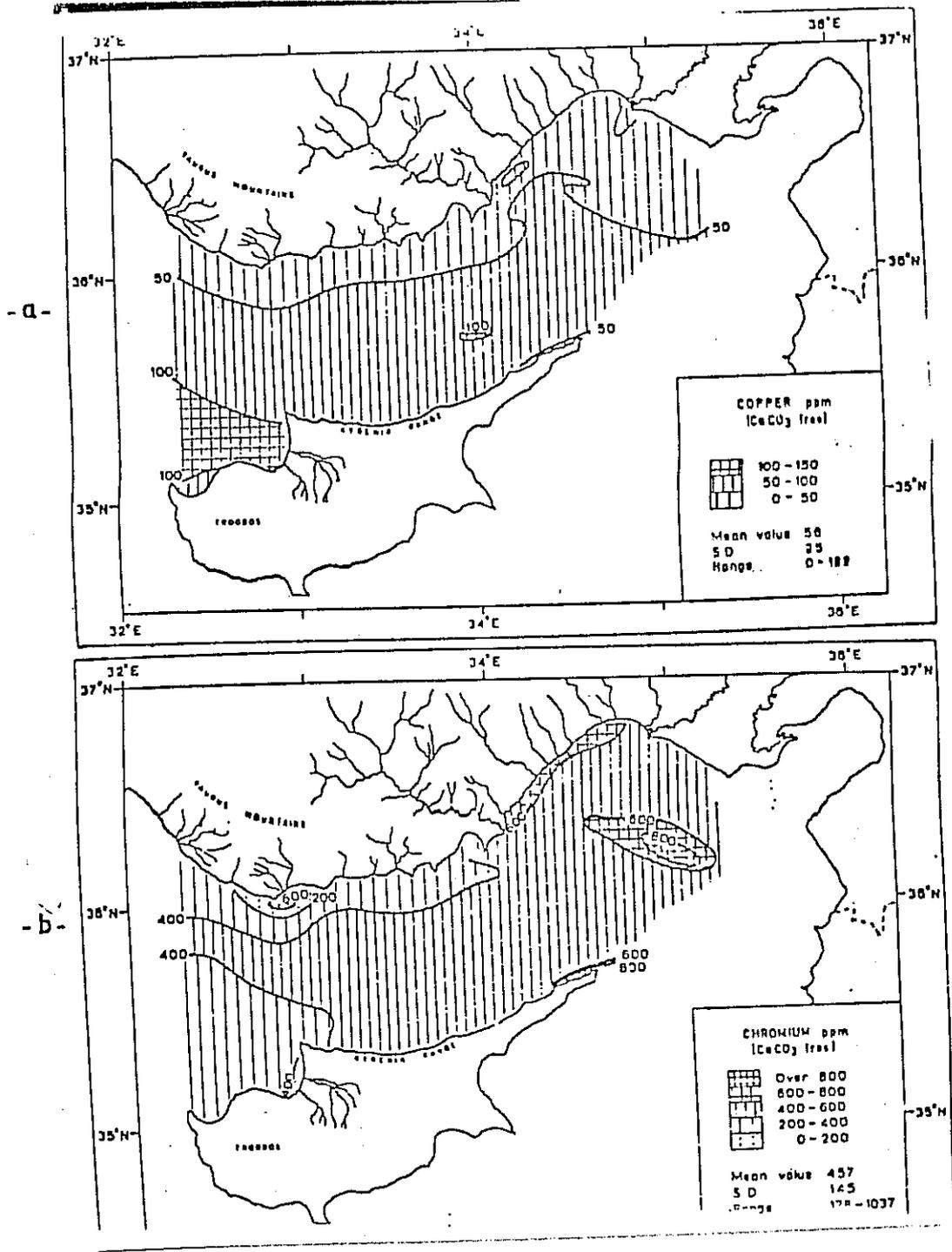
Şekil 3.10. ODTU. DRE tarafından yapılan saha çalışmaları
(Toplam a-ski yük) mg/l



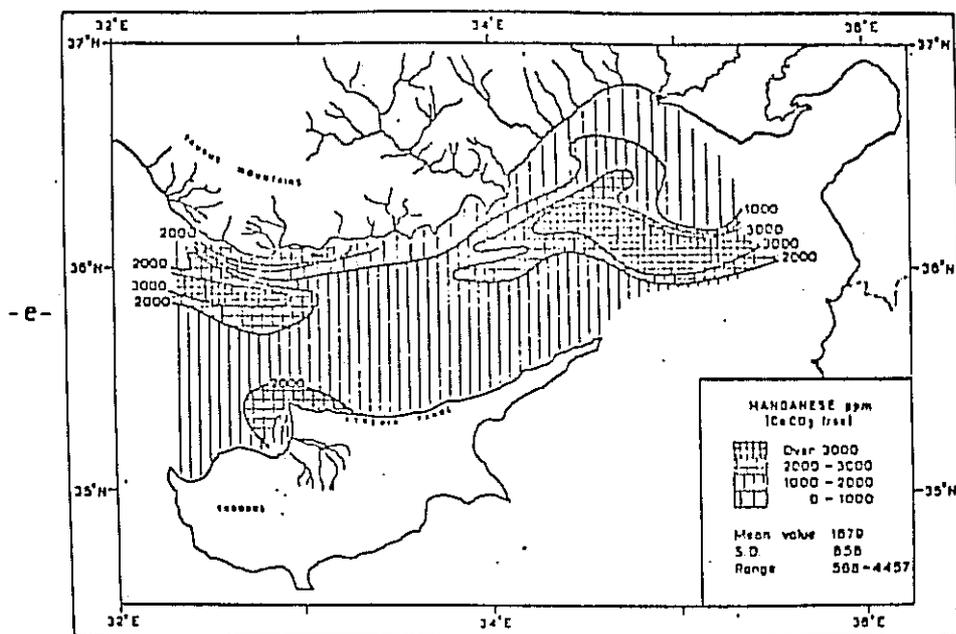
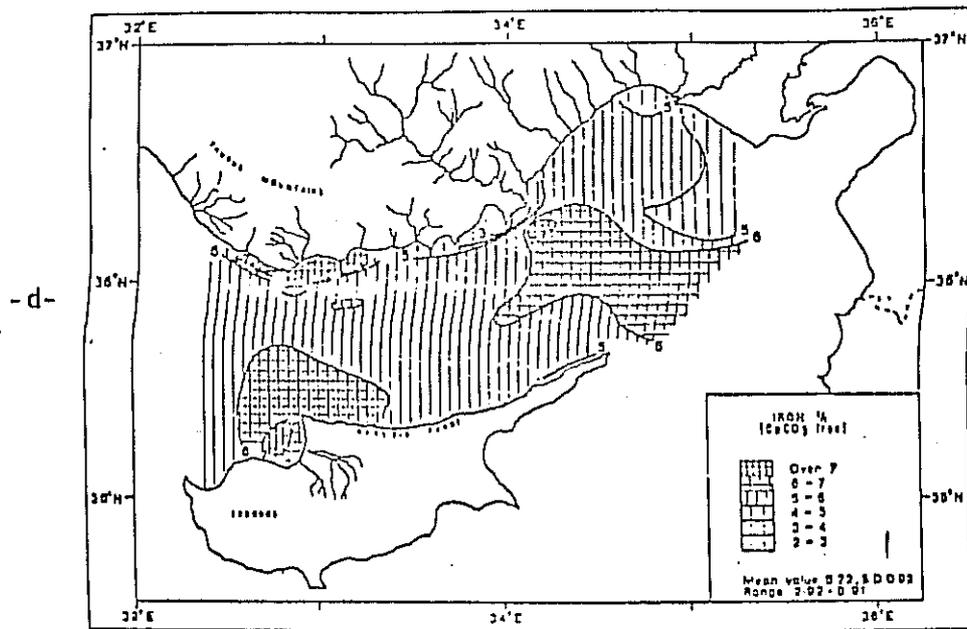
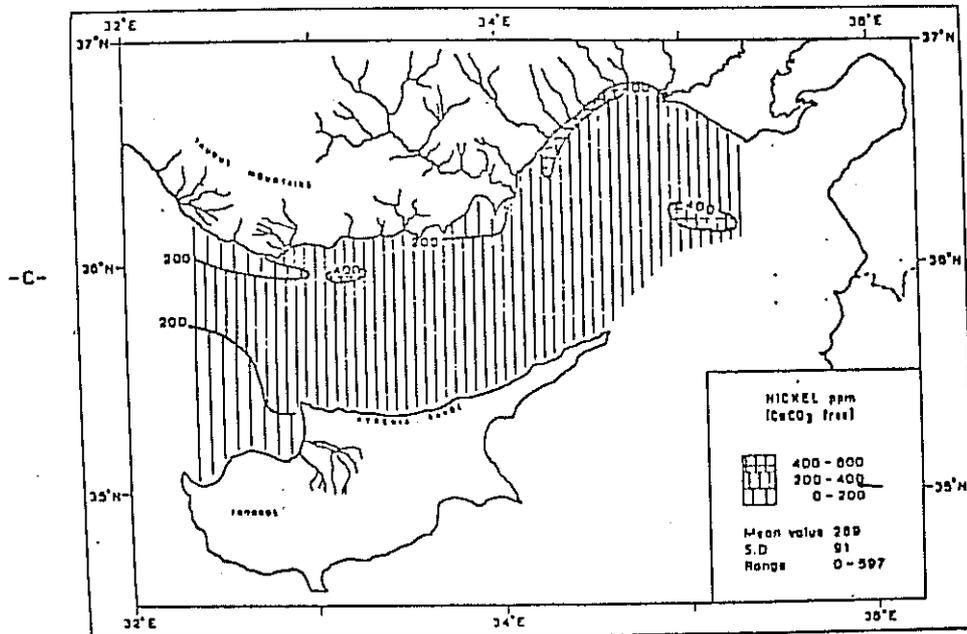
Şekil 3.11. Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey akıntı sistemi
a. Yaz yüzey sirkülasyonu, 1974 (Collins ve Banner, 1979'dan alınmıştır).
b. Yüzey sirkülasyonu, Eylül, 1983 (Özsoy ve diğ., 1986'dan alınmıştır).

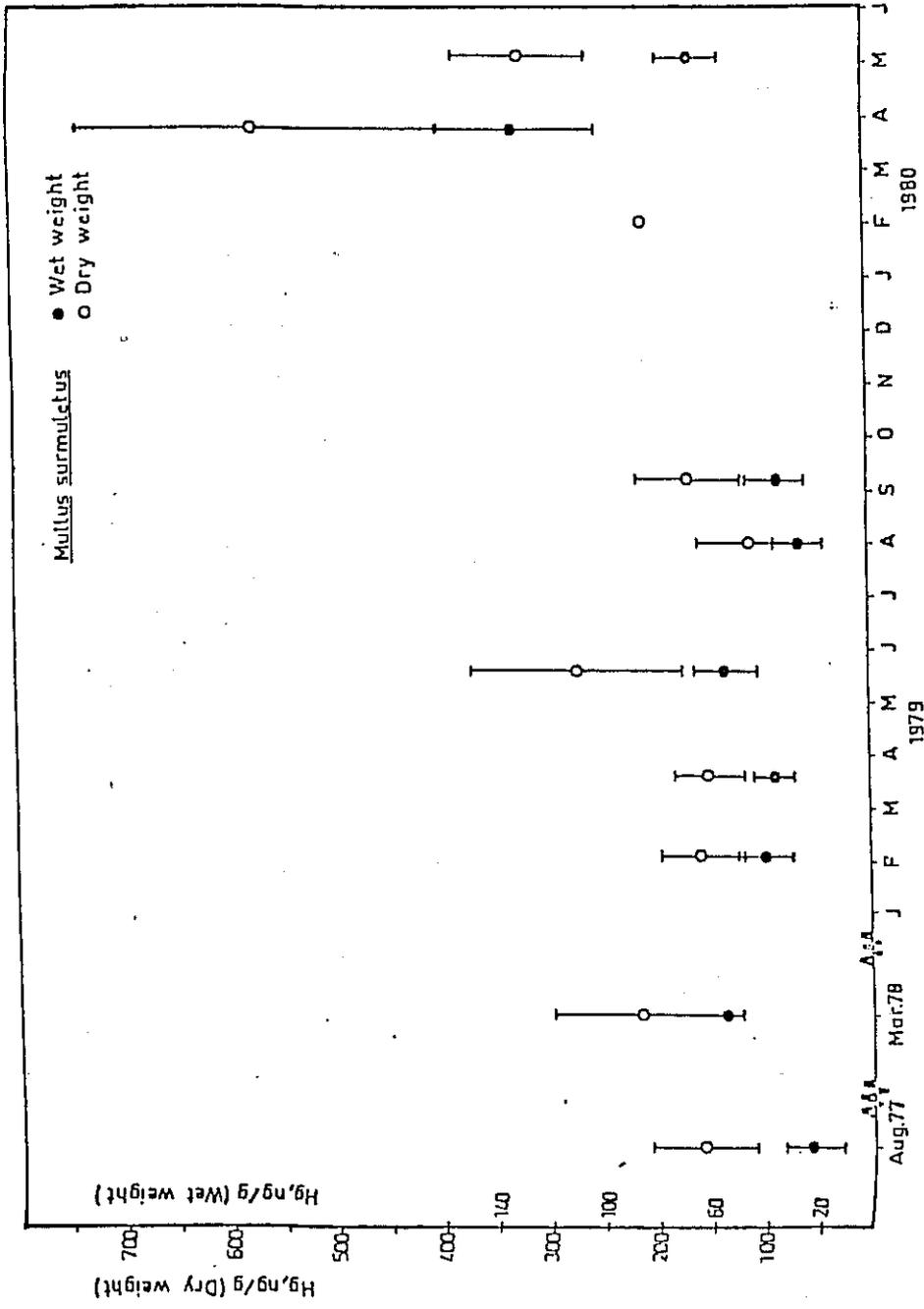


Şekil 3.12. Türkiye'nin Akdeniz kıyıları boyunca ölçülen plastik madde miktarları
a. Sonbahar, 1983
b. Sonbahar, 1984
c. Ilkbahar, 1984
(Bingel ve dig., 1986'dan alınmıştır)



Şekil 3.13. Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sedimanlarında karbonatlardan arındırılmış ağır metallerin dağılımı a. Bakır (ppm), b. Krom (ppm), c. Nikel (ppm), d. Demir (%), e. Mangan (ppm) (Shaw ve Bush, 1978'den alınmıştır).





Şekil 3.14. *Mullus surmuletus* (Tekir) ölçülen cıva konsantrasyonu (Balkaş ve diğ. 1982 a' dan alınmıştır).

EK-A DENEYSSEL

I. ARAZI CIHAZLARI

1. R/V Bilim: Gros tonajı 433 ve net tonajı 159 olan R/V BILIM araştırma gemisinin uzunluğu 40.36 m, güverte genişliği ise 9.47 m dir. Gemi 820 HP'lik ana makina ile donatılmış olup, elektrik ihtiyacı 170 HP'lik iki adet dizel jeneratörü tarafından karşılanmaktadır. Geminin toplam 28 kişilik kapasitesi olup bunların 12'si gemi personelidir.

2. Decca Trisponder Navigasyon Sistemi: Araştırma tekneleri navigasyonu ve ölçüm istasyonlarının yerlerinin saptanması Del Norte Technology şirketince üretilmiş bulunan Decca Trisponder sistemi ile yapılmaktadır. Bu sistem teknede bulunan bir ana alıcı/verici ünite ve elektronik gösterge ünitesi ile karada belirli iki noktaya yerleştirilmiş iki yardımcı uzak alıcı/verici ünitelerden oluşmaktadır. Sistem 80 km uzaklıktaki bir yeri 3 m hata ile bulabilecek duyarlılıktır.

3. Seabird Model SB9 STD Sistemi: Seabird CTD sistemi algılayıcıları ve örnekleme kodlama devrelerini içeren bir sualtı birimi ile buna bağlı gemideki bir alıcı birimi ve bilgisayarlardan oluşmaktadır. Su altı biriminden yüzey birimine bulgu iletişimi çifte zırlı ve tek iletkenli bir çelik kablo aracılığı ile yapılmaktadır. Yüzey birimi gelen bulguların kodlamasını çözerek bilgisayara girmeye uygun bir formata indirgenmekte ve IBM-PC bilgisayara iletilmekte; bulgular aynı anda diskete kaydedilmekte, görüntü biriminde ve yazıcıda izlenmektedir. Temel örnekleme aralığı 1/24

saniyedir, ancak istediğinde sualtı biriminin istenen sayıda örnek üzerinde avaraj alması sağlanabilmektedir. Cihazın her değişken için duyarlılığı şöyledir:

Değişken	Aralık	Duyarlık	Ayırım.
Sıcaklık (°C)	(-5)+35	0.004/yıl	0.0003
Kondüktivite (mmho/cm)	0-70	0.003/ay	0.0004
Derinlik (m)	0-200	Aralığın %005'i	Aralığın %0.004'ü
Oksijen (ml/l)	0.10	0.1	0.01

4.Nansen Şişeleri: Nansen şişeleri çeşitli derinliklerden su örnekleri toplamak için kullanılır. Bu çalışmada kullanılan şişelerin kapasiteleri 1.5 ve 5 litredir. Ote yandan bu şişelerin özel koruyucuları içinde yerleştirilmiş termometreler aracılığı ile su sıcaklığı da 0.01 °C duyarlıkla ölçülebilmektedir.

5.Secchi Diski: Secchi diski, güneş ışınlarının denizde sönüm derinliğinin saptanmasında kullanılan basit ve standart bir yöntem olup 125 cm çapında beyaz renkli bir diskin bir ip yardımıyla denize gözden kayboluncaya kadar sarkıtılmasıyla uygulanır. Bu derinlik deniz suyuna güneş ışınlarının geçirgenliğini secchi diski derinliği olarak bilinmektedir.

6.pH Metre ve Ölçümü: pH ölçümleri için ORION 801-model pH/mV metre yine Orion Model 90-93 kombine elektrodlar kullanılarak yapılmıştır.

Çeşitli derinliklerden Nansen şişeleri ile toplanan ve 1 litrelik şişelere hava kalmıyacak şekilde doldurulan su örnekleri hemen gemideki laboratuvara ulaştırılıp pH'ları

ölçülmüştür. pH 7 ve 10 tampon çözeltilerle aynı sıcaklıkta olması sağlanmıştır.

Ornek alma sırasındaki su sıcaklığı ile ölçüm yapma anındaki oda sıcaklığı arasındaki farkın neden olduğu pH değişimi, aşağıdaki formül kullanılarak giderilmiştir.

$$\text{pH (yerinde)} = \text{pH (oda sıcaklığı)} + 0.0113 (t_2 - t_1)$$

t_2 = Oda sıcaklığı

t_1 = Ornekleme sıcaklığı

Yöntemin en düşük ölçebilme limiti -1999.9 mv olup, standart sapması ± 0.002 pH birimi veya ± 0.1 mv'dur.

7. Technicol Autoanalyzer II: Deniz suyundaki temel besin tuzlarını ölçmek amacı ile Technican Autoanalyzer II cihazı kullanılmıştır. Ana hatları ile ölçüm yöntemleri şöyledir:

- **Amonyak;** Amonyak ölçümü temelde Berthelot Reaksiyonu ile yapılmaktadır. Söz konusu reaksiyonda amonyak iyonu sodyumphenat çözeltisi ile sodyumnitropürisit'in katalitik etkisi altında reaksiyona girip mavi renkli bir kompleks oluşturmaktadır. Deniz suyunda mevcut yüksek konsantrasyondaki Mg ve Ca iyonlarının çökmesini önlemek amacı ile ortama potasyum-sodyum tartarat ve sodyum sitrat eklenmektedir. Oluşan mavi renkteki kompleksin konsantrasyonu kalorimetre ile ölçülmektedir.

- **Nitrit;** Asidik ortamda nitrit iyonu sülfonilamidle reaksiyona giderek diazo bileşiği vermekte ve bu bileşikte N-naphthilenethilen diaminehidroklörür ile birleşerek pembe azo bileşiğine dönüşmektedir.

- **Nitrat;** Deniz suyunda bulunan nitrat, bakır-kadmiyum kulonundan geçirilip nitrite indirgendikten sonra nitrit yöntemi ile analiz edilmektedir.

- Ortofosfat; Deniz suyundaki ortafosfat ölçümü, mavi fosfomolibdenyum kompleksi oluşması esasına dayanmaktadır. Bu amaçla deniz suyunu asidik amanyum molibdat, askorbik asit ve az miktarda antimuan çözeltisi katılmaktadır.

-Reaktif silikat; asidik molibdat çözeltisi ile silikomolibdik asite dönüştürülmekte ve sonra da asidik sodyum sülfid-metol çözeltisi ile mavi molibdenyum kompleksine indirgenmektedir.

Uygulanan yöntemlerle, birim zamanda yapılabilen ölçümler ve duyarlılıkları aşağıda verilmiştir.

Olçülen	Olçüm dalga boyu	Yöntemin Standart sapması	Duyarlılık		Saatte Analiz edebilen örnek sayısı
			En düşük	En Yüksek	
Amonyak	630 nm	--	1.4 µgN/Lt	250 µgN/l	50
Nitrit	520 nm ± 0.80		1.4 µdN/Lt	100 µgN/l	40
Nitrat	520 nm ± 1.96		1.4 µgN/Lt	100 µgN/l	40
O-fosfat	520 nm ± 0.53		5.0 µgN/Lt	100 µgN/l	50
Silikat	660 nm ± --		0.2 mg Si/Lt	10 mg Si/l	50

2. LABORATUVAR CİHAZLARI VE METODLAR

1. Deniz suyundaki çözünmüş ve Süspansiyon Halindeki Petrol Hidrokarbonları (DDPH): Bu çalışmada deniz suyundaki DDPH miktarları IOC (1984) tarafından önerilen yöntemle yapıldı.

Kıyı ve referans istasyonlarda geminin etkisinden uzak yerlerden 1 m ve gerekli hallerde 10 m derinlikten deniz

suyu 2.5 l'lik kahverengi cam şişelere doğrudan alındı. Her örnek 2'ye ayrılıp her ikisinde de 50'er ml hekzan ilave edilip kısa sürede (1-2 dakika) çalkalandı ve gazı çıkarıldıktan sonra 15 dakika çalkalama işlemine devam edildi (Laboratuvarda bu işlem çalkalayıcı ile 15-20 dakika yapılır). İşlemin sonunda su ile organik fazın ayrılması beklendi. Rotary evaporatörde çözücü uçurularak hacim 10 ml ye indirilip küçük hacimli (yaklaşık 20 ml) tüplere alındı. DDPH spektrefluorimetrik ölçümü Turter Model 430 spektrofiori metre cihazı ile 15 nm band aralığının ekzitasyon 310 nm ve emisyon 360 nm de yapıldı.

Spektrefluorimetrik ölçümler 10 veya 10x10 skalasına göre yapılmaktadır. Bu durumda en düşük ölçme limiti 10 ng ve standart sapması skalaya bağımlı olarak ± 1 ng/l veya ± 10 ng/l olmaktadır.

2. Deniz Suyunda Toplam Cıva: Deniz suyu ve kaynak örneklerinin korunması için aşağıdaki işlemler uygulandı. 1 litrelik şişelere alınan örnekleme 2 ml derişik H_2SO_4 ve 5 ml %5 $KMnO_4$ çözeltisi ilave edilir. Sudaki organik yüke bağımlı olarak $KMnO_4$ rengi kaybolursa daha fazla ekleme yapılmalıdır.

Cıva analizi sırasında yöntem duyarlılığını artırmak amacı ile TOPPING ve PIRIE (1972) tarafından önerilen ve laboratuvarlarımızda geliştirilen (TUNCEL et.al., 1980) yöntem uygulandı.

Laboratuvara getirilen örnekler, 5 ml derişik HNO_3 ve 10 ml %5 $K_2S_2O_8$ eklenerek bir gün süre ile oda sıcaklığında bekletilir (7-8 saat). Örnekler balonlara aktarılarak beş dakika kuvvetli karıştırıcıyla karıştırılıp (analiz sırasında interference yaratabilecek olan klor gazının ortamdandan uzaklaştırılması için) havalandırılır. Balon ile reaksiyon kabı arasında hava bağlantısı sağlandıktan sonra

10 ml SnCl₂ çözeltisi eklenir ve belirli hacimdeki zenginleştirme çözeltisi içinde tutulur, ve bu karışım soğuk-buhar yöntemi ile analiz edilir. Standart ekleme metodu ile cıvanın geri kazanım süresi hesaplanır. Bu yöntemle ölçülebilen en düşük cıva miktarı 1.68 ng, yöntemin standart sapması ise ± 0.32 ng'dir.

Analizler Varian AA-Model 1250 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile yapıldı.

3. Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı (BOI): Deniz suyu ile hazırlanan iki paralel örneklerden ikisinin (1 örnek ve 1 kör) kapakları açılarak erimiş oksijen tayin edilir. Diğer paraleller ise 20±1°C'daki etüvde 5 gün bekletilir ve sonunda içerdikleri erimiş oksijen Wrinkler metodu ile tayin edilir.

BOI hesaplanması aşağıdaki formüle göre yapılır.

$$BOI \text{ (mg/l)} = (E.O_1 - E.O_5) \times \frac{1}{\text{Seyreltme faktörü}}$$

Burada E.O₁ başlangıçtaki, E.O₅ ise beş gün sonraki erimiş oksijen miktarlarıdır.

Bu değer daha sonra kör değeri ile düzeltilmelidir. Kör'ün BOI'si aynı şekilde hesaplanır.

$$BOI_{\text{kör}} \text{ (mg/l)} = (E.O_{\text{kör1}} - E.O_{\text{kör5}}) \times \frac{1}{\text{Seyreltme faktörü}}$$

Düzeltilme ile:

100 - % seyreltme

1

$$BOI = (E.O_1 - E.O_2) - \left(\frac{\text{-----}}{100} \right) BOI_{KARS} \text{-----}$$

100

Sey. faktörü

4. Askıyükteki Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ): 5 litre deniz suyu 0.45 µm luk GF/C filtreden süzöldükten sonra elde edilen askıyük taşları yerleştirilmiş reflux balonlarında yaklaşık 1 g HgSO₄ ve 5 ml konsantre H₂SO₄ ilavesi ile elde karıştırılarak asitle çözülür. Büyük kablarda içerisinde fazla miktarda buz parçaları atılır ve balonlar bu buzlu kaba yerleştirilir. Balonlar buz içinde iken 25 ml 0.025 N K₂Cr₂O₇ arada bir karıştırılarak eklenir. Balon tekrar soğutulur, buz içinde 45 ml konsantre H₂SO₄ eklenip balon geri soğutucuya bağlanır ve iki saat kaynatılır. Sonra geri soğutucunun içi 2x su ile yıkanır ve balondaki çözelti ya erlenelere aktarılır ya da balon içinde toplam hacim 200 ml'ye seyreltilir ve soğuduktan sonra 0.025 N Fe⁺² çözeltisi ile titre edilir. 3 damla Ferroin indikatörü kullanılır. Aynı şartlarda tanık deneyler yapılır.

Yöntem oldukça kaba bir yöntemdir ve hatası yüksektir. Gözlenebilir en düşük KOİ değeri 5 mg litre olmasına karşılık laboratuvarımızda uygulanan yöntemle elde edilen standart sapma ± 13 mg/litre'dir.

Orneklerde KOİ aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$KOI \text{ (mg/l)} = \frac{V_{\text{tanık}} \text{ (ml)} - V_{\text{örnek}} \text{ (ml)} N_{Fe^{+2}}}{\text{Ornek hacmi (ml)}} \times 8000$$

Burada: $V_{\text{örnek}}$ = Ornek için kullanılan 0.025 N Fe⁺² çözeltisi hacmi

$V_{\text{tanık}}$ = Tanık için kullanılan 0.025 N Fe⁺² çözeltisi hacmidir

5. Deniz Suyunda Toplam Askıyük: istenilen derinlikten alınan belirli hacimdeki deniz suyu iyice çalkalanır ve daha önce 105°C'de 3 saat kurutulmuş ve tartılmış filtre kağıdından süzülür. Filtre kağıdı bir beher içine veya petri kabına konur. Fırında bir gece (12 saat) 105°C kurutulup tartılır. Filtre örneklerinin toplam askıyük miktarı aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir.

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{W_{F_2} - W_{F_1}}{V_s} \times 1000$$

Burada W_{F_2} : Süzme ve kurutma işleminde sonraki filtre ağırlığı (mg)

W_{F_1} : Süzme işleminden önce kurutulmuş filtre ağırlığı (mg)

V_s : Süzülen örneğin miktarı (ml)

Bazı örnekler iki kez süzülerek sistemin işlerliği kontrol edilir.

3. REFERANSLAR

- IOC (1984), IOC Manual and Guide No.7, Intergovermental Oceanographic Commision of UNESCO, Paris 1984.
- TOPPING, G. & J.M. PIRFIE (1973), Analitica Acta., 62, s.229.
- TUNÇEL, G., G.R. RAMELOW & T.I. BALKAŞ (1980), Mar. Poll. Bull., 12(8), s.316

