

6581
→

KUZEYDOĞU AKDENİZ YÜZEY SULARINDAKİ
ASKI MADDELERDE BAZI ESER
ELEMENTLERİN DAĞILIMI

Kubilay YILMAZ

Ç.Ü.
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümanasyon Merkezi

ADANA

Nisan-1989

Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma, jürimiz tarafından Kimya Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN

Prof. Dr. Hunay EVLİYA



ÜYE

Prof. Dr. İlkay SALİHOĞLU



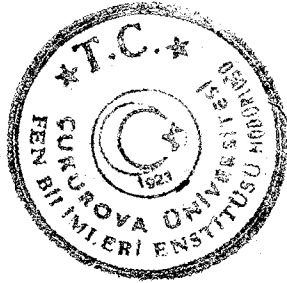
ÜYE

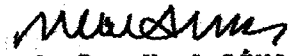
Doç. Dr. Fadime TANER



Kod No: 335

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.




Prof. Dr. Ural DİNÇ

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR.....	vii
ÖZ.....	1
ABSTRACT.....	2
BÖLÜM I	
I. GİRİŞ.....	3
I.1. Toplam Askıyükün Kaynağı.....	4
I.1.1. Karasal Kaynaklı Katılar.....	4
I.1.2. Suda Oluşan Katılar.....	5
I.1.3. Biyolojik Kökenli Katılar.....	5
I.1.4. Antropojenik Katılar.....	5
I.2. Toplam Askıyükün Denizlere Taşınımı.....	6
I.2.1. Nehirsel Girdiler.....	6
I.2.2. Atmosferik Girdiler.....	7
I.2.3. Evsel ve Endüstriyel Girdiler.....	7
I.2.4. Diğer Girdiler.....	7
I.3. Eser Elementlerin Kaynağı.....	8
I.3.1. Jeolojik Aşınma.....	8
I.3.2. Deniz Organizmaları.....	9
I.3.3. Endüstriyel Atıklar.....	9
I.3.4. Evsel Atıklar ve Sel Suları.....	10
I.3.4.1. Evsel Atıklar.....	10
I.3.4.2. Yerleşim Yerlerinden Taşınan Sel Suları Atıkları.....	10
I.3.5. Kırsal ve Tarımsal Atıklar.....	11
I.3.6. Atmosferik Girdiler.....	11
I.3.7. Diğer Girdiler.....	12
I.4. Eser Elementlerin Askıyükte Birikimi.....	12
I.4.1. Çevre Faktörleri.....	12
I.4.1.1. Nehirler.....	12
I.4.1.2. İklim Koşulları.....	13
I.4.2. Biyolojik Faktörler.....	14
I.5. Kuzeydoğu Akdeniz'in Oşinografik Özellikleri.....	14
I.5.1. Su Kütleleri.....	14
I.5.2. Su Kütlelerinin Doluşımı.....	16
I.6. Çalışmanın Amacı.....	17

BÖLÜM II**II, DENEYSEL**

II,1, Aletler,.....	18
II,1,1, Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi,.....	18
II,1,2, Grafit Fırın Atomizör,.....	18
II,1,3, Vakumlu Süzme Sistemi,.....	18
II,1,4, Örneklerin Parçalanması,.....	19
II,1,5, Mikropipetler,.....	19
II,2, Örnekleme,.....	19
II,3, Örneklerin Süzülmesi ve Saklanması,.....	20
II,4, Kullanılan Malzemenin Temizliği,.....	20
II,5, Kullanılan Reaktifler,.....	20
II,6, Aletsel Analiz,.....	21
II,7, Analitik Yöntem,.....	21
II,7,1 Örneklerin Hazırlanması,.....	21
II,7,2, Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinin Ayarlanması,.....	22
II,7,3, Grafit Fırın Atomizörün Ayarlanması,.....	22
II,7,4, Gaz Akışının Ayarlanması,.....	22
II,7,5, Standartların Hazırlanması,.....	22
II,8, Hesaplama,.....	23

BÖLÜM III**III, SONUÇLAR ve TARTIŞMA****III,1, SONUÇLAR**

III,1,1, Kuzeydoğu Akdeniz'de Yüzey Sularında Toplam Askıyük Dağılımı,....	24
III,1,2, Kuzeydoğu Akdeniz Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Bazı Eser Elementlerin Dağılımı,.....	28
III,1,2,a, Krom,.....	28
III,1,2,b, Mangan,.....	30
III,1,2,c, Nikel,.....	31
III,1,2,d, Bakır,.....	33
III,1,2,e, Çinko,.....	34
III,1,2,f, Kadmiyum,.....	36
III,1,2,g, Civa,.....	37

III.2. TARTIŞMA

III.2.1. Deniz Ortamında Eser Elementlerin Kimyası.....	38
III.2.1.a. Krom.....	40
III.2.1.b. Mangan.....	40
III.2.1.c. Nikel.....	43
III.2.1.d. Bakır.....	43
III.2.1.e. Çinko.....	44
III.2.1.f. Kadmiyum.....	44
III.2.1.g. Civa.....	45
III.2.2. Toplam Askıyük ile Eser Elementlerin Etkileşimi.....	47
III.2.3. Birincil Üretim ile Eser Elementlerin Etkileşimi.....	48
III.2.4. Su Kütlesi Hareketleri ile Eser Elementlerin Etkileşimi.....	49
III.2.5. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükteki Bazı Eser Elementlerin Ortalama Mevsimsel ve Yıllık Dağılımı.....	50
III.2.5.a. Krom.....	50
III.2.5.b. Mangan.....	51
III.2.5.c. Nikel.....	51
III.2.5.d. Bakır.....	53
III.2.5.e. Çinko.....	54
III.2.5.f. Kadmiyum.....	54
III.2.5.g. Civa.....	55
III.2.6. Sonuç.....	56
CONCLUSION.....	58
KAYNAKLAR.....	59
ÇİZELGELER.....	64
ŞEKİLLER.....	84
EKLER.....	98
TEŞEKKÜR.....	101
ÖZGEÇMİŞ.....	102

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1. Önemli Endüstri Kuruluşlarının Atıklarında Olan Eser Elementler.....	64
Çizelge 2. Atık Sularda ve Doğal Olarak Kayalardan Taşınan Sularda Metal Derişimlerinin Miktar ve Oranları.....	65
Çizelge 3. Kömür ve Petrol Yanmalarıyla Çimento Üretimi Sırasında Ortaya Çıkan Metallerin Miktarı.....	65
Çizelge 4. Eser Elementlerin Planktonlardaki Derişimi.....	66
Çizelge 5. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinin ve Grafit Fırın Atomizörün Çalışma Koşulları.....	66
Çizelge 6. Kuzeydoğu Akdeniz'e Taşınan Askıyük ve Toplam Su Miktarı.....	67
Çizelge 7. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyük Miktarları.....	67
Çizelge 8.a.1. Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı İstasyonlarında Ölçülen Değişkenlerin Mevsimsel Dağılımı.....	68
Çizelge 8.a.2. Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı Ötesi İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Mevsimsel Dağılımı.....	69
Çizelge 8.b.1. Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Toplam Askıyük ile Oranlarının Yüzdeleri.....	70
Çizelge 8.b.2. Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı Ötesi İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Toplam Askıyük ile Oranlarının Yüzdeleri.....	71
Çizelge 9. Kuzeydoğu Akdeniz'de İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Ortalama Mevsimsel Dağılımı.....	72
Çizelge 10.a. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Krom Elementinin Derişimi.....	73
Çizelge 10.b. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Mangan Elementinin Derişimi.....	73
Çizelge 10.c. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Nikel Elementinin Derişimi.....	74
Çizelge 10.d. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Bakır Elementinin Derişimi.....	74

Çizelge 10.e,	Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Çinko Elementinin Derişimi,.....	75
Çizelge 10.f,	Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Kadmiyum Elementinin Derişimi,.....	75
Çizelge 10.g,	Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Civa Elementinin Derişimi,.....	76
Çizelge 11.a,	Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Kromun Yüzdesi,.....	77
Çizelge 11.b,	Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Manganın Yüzdesi,.....	77
Çizelge 11.c,	Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Nikelin Yüzdesi,.....	78
Çizelge 11.d,	Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Bakırın Yüzdesi,.....	78
Çizelge 11.e,	Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Çinkonun Yüzdesi,....	79
Çizelge 11.f,	Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Kadmiyumun Yüzdesi,..	79
Çizelge 11.g,	Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Civanın Yüzdesi,.....	80
Çizelge 12,	Avrupa Ülkelerinde Sürekli Çevreye Kadmiyum Veren Kaynaklar,.....	81
Çizelge 13,	Dünyada Kadmiyum Kullanan Önemli Kuruluşlar,.....	81
Çizelge 14,	Kuzeydoğu Akdeniz'de Ölçülen Değişkenlerin Yıllık Dağılımı,.....	82
Çizelge 15,	Değişik Denizlerin Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Bazı Eser Elementlerin Derişimi,.....	83
Çizelge 16,	Deniz Ortamında Toplam Atmosferik Partiküler Madde Derişimi,.....	83

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1, Örnekleme yapılan istasyonların yerleri.....	84
Şekil 2, Çevrede civanın günlük döngüsü.....	87
Şekil 3, Yerleşim merkezlerinden yağmur suları ile taşınan metallerin kaynağı....	87
Şekil 4, Kuzeydoğu Akdeniz'de düzenlenen araştırma seferlerinden bazılarının yüzey akıntı sistemeleri.....	88
Şekil 5, Yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklı çelik parçalama bloku;.....	90
Şekil 6, Ölçümleri yapılan bazı eser elementlerin standartlarının derişim-absorbans grafikleri.....	91
Şekil 7, Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sularındaki toplam askıyükte ölçülen bazı elementlerin; (a) Mevsimsel dağılım grafiği, (b) Toplam askıyük içerisindeki yüzde dağılımı.....	92
Şekil 8, Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sularındaki toplam askıyükteki ölçülen bazı eser elementlerin ortalama mevsimsel dağılımı.....	94
Şekil 9, Silisy Baseninin Yüzey Sedimanında (karbonatsız) metallerin dağılımı....	95
Şekil 10, Akdeniz'in genel yüzey akıntı sistemi.....	97

KISALTMALAR

- ND: Uygulanan yöntemin saptanabilirlik limitinin altında
- ppb: $\mu\text{g/l}$
- ppm: mg/l
- X: Aritmetik ortalama
- \pm : Standart sapma
- n: Örnek sayısı
- L: Saat yönü tersi su hareketi "Siklonik Hareket"
- H: Saat yönünde su hareketi "Antisiklonik Hareket"
- TAY: Toplam askiyük

ÖZ

Deniz kirliliğini belirleyen değişkenlerden olan toplam askıyükün kaynağı doğal ve yapay olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğal askıyük genelde denizin ekolojisinde yer alır ve kaynağı birincil üretim olup insan sağlığını etkilememektedir. Yapay askıyük, yani insan faktörü sonucu ortaya çıkan askı maddeler, kirletici olarak endişe verici olmaya başlamıştır.

Bu çalışmada, Kuzeydoğu Akdeniz'de bazı toksik veya toksik olmayan elementlerin askıyükte birikimi, dağılımı araştırılmış ve dünya denizleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen bulguların bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerle bağımlılığı incelenerek yorumlanmıştır.

Bu çalışmaya ek olarak su, sediman, balık ve diğer organizmalarda da yapılacak metal analizleri bölgenin daha iyi tanımlanmasına ışık tutacaktır. Aynı zamanda besin zinciri çerçevesinde dağılımı ve insanlara olabilecek etkileri açısından konu önem kazanmıştır.

ABSTRACT

Total Suspended Sediment is one of the pollutant parameters in the marine environment and its source can be classified as allochthonous and autochthonous. Natural suspended sediment is mainly present in marine ecological system and the source here being the primary production and this is not harmful for human being. Artificial suspended sediment which is man-made has been started to be dangerous as pollutant.

In the present study the accumulation and the distribution of some toxic and nontoxic elements in the suspended sediment was investigated and comparison was made available with values from different oceans. The present data was compared and discussed with some physical and chemical parameters and interrelationship between them was constructed.

Relation to this study the analysis of trace metals in sea water, sediment and marine organisms will be held in future in order to obtain complete cycle of some important trace elements. This important in terms of food chain in the marine environment since the human being could be affected by the system.

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

Deniz kirliliği genel anlamda insan tarafından, insan sağlığına zarar verecek, ekosistemini etkileyebilecek, canlı ve cansız kaynakların görünüm ve fonksiyonunu bozabilecek maddelerin verilmesi şeklinde özetlenebilir. Bu nedenle denizin kirlenmesi girdilerin taşınma yolları ve kendi tabanıyla sıkı bir ilişkisi sonucudur denilebilir.

Deniz ortamında bulunan eser elementlerin ölçülebilirlerinin sayısı ve derişimlerinin ölçüm limitleri yeni analiz yöntem ve cihazların geliştirilmesiyle artırılabilir. Deniz suyunda saptanabilen elementlerin tartışılması, güvenilirliği ve içeriği çerçevesinde dört ana gruba ayrılmaktadır:

1. Çözünmüş atmosferik gazlar,
2. Deniz organizmaları için gerekli besin tuzları (azot, fosfor iyonları),
3. Jeokimyasal olarak reaktif olmayan ve derişimleri 1mg/kg olan major elementler,
4. Deniz suyunda düşük derişimlerde bulunan eser elementler,

Bu çalışmanın amacı Kasım 1985 ile Ocak 1988 döneminde Kuzeydoğu Akdeniz'e düzenli olarak R/V Bilim Gemisiyle yapılan mevsimsel araştırma seferlerinde yüzeyden toplanan deniz suyu örneklerinde toplam askıyükteki bazı eser elementlerin (Hg, Cd, Zn, Cu, Mn, Ni, Cr) analizlerini içermektedir.

Analizlerin sonucunda elde edilen bulguların bazı fiziksel ve kimyasal değişkenler ile bağımlılığı incelenerek gözlem süresi içerisinde dağılımlarının nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Şekil 1,a-i'de örnekleme istasyonları gösterilmiş ve istasyonlar kıyı etkisindeki ve kıyı ötesi istasyonlar olarak sınıflandırılmıştır. Hava

koşullarına göre bazı istasyonların yerleri değiştiğinden her sefer için ayrı harita düzenlenmiştir,

Ek'te sunulan çizelgelerde Romen rakamlarıyla sembolize edilen araştırma seferleri aşağıdaki tarihlerde düzenlenmiştir,

I, Kasım, 1985

II, Nisan, 1986

III, Haziran-Temmuz, 1986

IV, Kasım, 1986

V, Şubat-Mart, 1987

VI, Haziran, 1987

VII, Eylül, 1987

VIII, Aralık, 1987

IX, Ocak, 1988

I.1. TOPLAM ASKIYÜKÜN KAYNAĞI

Deniz ortamında toplam askiyükün kaynağı birden fazladır. Bir kısmı denize katı olarak taşınmakta bir kısmı da suda çözünmüş halden katı fazına geçmektedir. Çoğunlukla açık denizlere karasal kökenli katılar rüzgarla ve yüzey su akıntılarıyla taşınmasına rağmen nehirsal girdilere göre çok küçük miktardadır,

Denizlere taşınan ve askiyük şeklinde su kolonunda bulunan partiküler materyaller genelde deniz dibi sediman sınıflandırılmasına göre yapılmaktadır (Goldberg, 1954). Sınıflandırma geniş olarak aşağıda açıklanmaktadır,

I.1.1. Karasal Kaynaklı Katılar

Nehirlerin ve denizdeki su hareketlerinin karaları aşındırması sonucu taşınan girdiler karasal kaynaklı kabul edilmektedir. Partiküler maddelerin deniz ortamında ağırlık ve büyüklüklerine göre su kolonunda asılı kalma

süreleri değişmektedir. Akıntıların etkisiyle kilometrelerce uzaklara taşınabilmektedir. Ayrıca deniz dibi akıntılarının etkisiyle (kütle halinde) sedimandan koparak (nefoloid tabaka) tekrar asılı katı madde halinde su kolonunda yukarıya doğru partiküler materyaller gelmektedir (Goldberg, 1954).

I.1.2. Suda Oluşan Katılar

Chester ve Huges'e (1967) göre suda oluşan katılar iki kısma ayrılmaktadır. Birincil üretim (fotosentez) ile direk olarak sudaki çözülmüş inorganik bileşiklerden, ikincisi de daha önce var olan minerallerin suda değişiminden olmaktadır. Birinci gruba örnek fotosentezle oluşan fitoplanktonlar ile bunların metabolik ürünleri ve ölü parçaları verilebilir. İkinci gruba örnek ise askıyükteki suda oluşan katılara, demir ve mangan hidroksitler, karbonantlar verilebilir.

I.1.3. Biyolojik Kökenli Katılar

Organik madde vb., fitoplanktonlar, zooplanktonlar, mayalar, mantarlar, organizma dışı parçacıkları, ölü organizmalar ve inorganik kabuk materyaller (diatomlar ve kokolitler) bu sınıflandırmaya girmektedir

I.1.4. Antropojenik Katılar

İnsanlar tarafından oluşturulan katılardır. Genellikle atmosfer ve nehir yoluyla denizlere taşınırlar. Nükleer döküntüler, evsel ve endüstriyel atıklar, petrol ve türevleri, metaller, sentetik organik maddeler, katranlar bu kategoriye girerler.

Nükleer patlamalar ve nükleer reaktörlerin atıkları denizin radyoaktivitesini tehlikeli bir şekilde artırmaktadır (Goldberg, 1975).

Nükleer bombaların atıkları 1 µm'den küçük boyutta olduğundan çok uzaklara da taşınabilmektedir (UNEP, 1985).

Petrolhidrokarbonları (katran yumruları dahil) özellikle son yıllarda denizlerin hızla kirlenmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda özellikle sahile yakın yüzey sularında oluşan yağ tabakaları atmosfer-deniz etkileşimini engelleyerek denizin çözünmüş oksijenini azalmasına ve balık, küçük organizma vb. canlıların kitle olarak ölümlerine sebep olmaktadır. Tüm dünya denizlerine yıllık ortalama $\sim 10^{12}$ - 10^{13} g petrol ve türevleri girdisi olmaktadır. Sargossa Denizi'nde ~ 9 mg/m² Akdeniz'de ise ~ 10 mg/m² katran yumrusu ölçülmüştür (Morris ve ark., 1976).

DDT, PCB gibi zirai mücadelede kullanılan sentetik organik kimyasallar denizlere nehir ve atmosfer yoluyla taşınmaktadır (Risebrough ve ark., 1976). Küçük moleküllü organikler, alifatik hidrokarbon bileşikleri, nehir, atmosfer ya da kanalizasyon yoluyla taşınırlar. Büyük moleküllü klorlu hidrokarbonlar plankton ve diğer canlılar tarafından adsorbe edilirler veya partiküller halinde su kolonunda bulunurlar, zamanla sedimana doğru çökerler (Bidleman ve ark., 1976).

1.2. TOPLAM ASKIYÜKÜN DENİZLERE TAŞINIMI

1.2.1. Nehirsel Girdiler

Toplam askiyükün karadan denizlere en fazla taşınma yolu nehirlerdir. Özellikle yağışlı mevsimlerde yağmurların yamaçlardan kopardığı parçacıklar ve nehir yatağının aşınmasıyla çok miktarda askiyük gelmektedir.

Nehirlerin taşıdığı girdiler bölgeyi mineral yönünden etkilemektedir. Bir başka deyişle askiyük deniz ortamındaki organik ve inorganik katı maddeleri nicel ve nitel olarak etkilemektedir (Evans, 1971; Shaw ve Bush, 1979 ve Özkan ve ark., 1980).

1.2.2. Atmosferik Girdiler

Genel olarak denizlere askıyükün sadece nehir yoluyla taşındığı söylenmekle birlikte son zamanlarda atmosferik girdilerin de önemli olduğu saptanmıştır (UNEP, 1985).

Atmosferik askıyük girdi miktarınının bölgenin meterolojik yapısına (rüzgar, yağmur, sıcaklık, basınç, nem) bağlı olduğu saptanmıştır.

Rüzgarla taşınan tozların kaynağı şu şekilde saptanabilmektedir:

- a. Belli başlı rüzgar sistemlerinin sirkülasyon yolları
- b. Taşınan toz partiküllerin bölgesel minerolojisi
- c. Atmosfere verilen antropolojik maddelerin yapısı
- d. Atmosferden taşınan tozların bölgesel etkinliği

Atmosferde $>1 \mu\text{m}$ 'den büyük toz zerrecikleri doğal, $<1 \mu\text{m}$ 'den küçük olanlar ise endüstriyel atıklar olarak kabul edilmektedir.

1.2.3. Eysel ve Endüstriyel Atıklar

Eysel ve endüstriyel atıklar modern yaşamın ve endüstrileşmenin getirdiği ve dünyanın hızla kirlenmesine neden olan girdilerdir. Yeterli kanalizasyon ve fabrika arıtma tesislerinin olmayışı hem denizlere hem de atmosfere direk olarak verilen partiküler maddelerdeki toksik oranın yüksek olmasına neden olmaktadır.

1.2.4. Diğer Girdiler

Deniz dibi akıntıların ve dalgaların kıyıları aşındırması, son yıllarda hızla artan deniz taşımacılığı -özellikle petrol- ortama çok miktarda askıyük vermektedir. Volkanik aktivitelerden olan girdiler de deniz ortamına partiküler maddeler vermektedir.

1.3. ESER ELEMENTLERİN KAYNAĞI

Eser elementler deniz suyunda homojen olarak dağılmayıp yamalar halinde bulunmaktadır. Çünkü jeokimyasal oluşumlardan ve özellikle adsorpsiyon ve biyolojik özümlenmeler bölgelerdeki elementlerin derişimlerini etkilemektedir. Beklenmeyen bölgesel derişimler karadan nehir sularıyla taşınan atıklar ve volkanik aktivitelerden kaynaklanmaktadır.

Eser element derişimleri genellikle derinlik arttıkça artar. Denizde eser element derişimleri $\mu\text{g/L}$ veya $\mu\text{l/L}$ olarak bulunur.

1.3.1. Jeolojik Aşınma

Karadan taşınan yağmur suları eser element girdisinin belirgin yoludur. Bazı sulardaki eser elementler, bölgedeki doğal kayaçların göstergesidir. Nitekim deniz dibi sedimandaki ve su kolonundaki eser elementler bölgenin minerolojik yapısını karakterize etmektedir.

Eser elementlerin bir kısmı çözünmüş olarak bir kısmı da çok iyi parçalanmış asılı organik maddelerde adsorbe edilmiş olarak bulunabilirler. Eser elementlerin nehir yatağının geçtiği yerlerin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin Suda çözünebilen bileşiklerin yada suda asılı kalacak boyutta küçük tanecikler halinde dağılan madenlerin bulunduğu bölgeden akan sular denizlere çok daha fazla sayıda ve miktarda elementleri taşırlar.

Eser elementlerin jeokimyasal dengesi, inorganik tortullarda adsorbe oluşuyla ve sonra sedimana geçmesiyle kontrol edilir. Tortullaşmanın şekli redoks potansiyeline ve denizin pH'sına bağlıdır. Deniz ortamında pH yavaş yavaş değiştiğinden, yükseltgenme ve indirgenme ortamları katı fazları şekillendirilmesiyle eser elementleri de etkiler. Örneğin demir (+3) hidroksit $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ ve mangan (+4) oksit $[\text{MnO}_2]$ yükseltgenme ortamında partiküler halde bulunmakta, indirgenme ortamında (anoksik koşullarda) indirgenerek çözünmüş hale Fe^{+2} ve Mn^{+2} geçmektedirler.

a- Oksitlenme Ortamı:

Az miktarda mangan ve demir; ferro-mangan çekirdeğini oluştururken su kolonundan ayrılmakta ve oluşan mikro-çekirdekler deniz dibine doğru hareketleri sırasında sudaki iyon haldeki elementleri de adsorbe ederek sedimana taşırlar.

b-İndirgenme Ortamı:

Akıntılarla su ortamına taşınan oksijen organik maddeler tarafından tüketildiğinde, indirgenme koşulları oluşur ve H₂S'li tabaka meydana gelir. Anoksik tabaka çok miktarda Fe(II) ve Mn(II) içerir.

I.3.2. Deniz organizmaları

Canlı hücreler ortamdaki elementleri alırlar, Bowen (1966) yaptığı bir çalışmada organizmalardaki eser element miktarının sudaki eser element miktarından 10⁶ katı olduğunu saptamıştır. Bu elementlerden bir kısmını (Fe, Mn, Cu, Co, Zn, Mo, B, V) yaşamı için kullanmasına rağmen, çoğu da vücudunda birikmektedir. Organizmalar öldükten sonra metaller bakteriler tarafından tekrar su kolonuna taşınmaktadır. Biyolojik üretimin olduğu bölgede eser element fazlalığı gözlenmektedir (Chester ve Stoner, 1975).

I.3.3. Endüstriyel Atıklar

Sosyal gelişme ile birlikte hızla endüstrileşen dünyamızda çevre için tehlikesi gittikçe belirginleşen kirlenme gündeme gelmektedir. Büyük endüstri kuruluşlarında kullanılan ve atık olarak ortama verilebilecek çeşitli ağır metaller Çizelge 1.'de belirtilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere petrol rafinerileri, demir-çelik, gübre, tekstil vb fabrikalar geniş çapta ortama ağır metal vermektedir (Förstner ve Wittman, 1979). Bütün bu kuruluşların atıkları ya atmosfer yoluyla veya direk olarak denizlere ulaşmaktadır.

Toksisitesi açısından çok önemli olan civanın, insan faktörünün olmadığı ve olduğu zaman dilimleri arasındaki derişim farkı ve döngüsü Şekil 2,'de verilmiştir.

1.3.4. Evsel Atıklar ve Sel Suları

1.3.4.1. Evsel Atıklar

Evsel atıklar, ön arıtma yapılmayan kanalizasyon, biyolojik arıtma yapılmayan fabrika, atölye, imalathane vb işletmeler tarafından direk olarak çevreye verilen katı atıklar zengin metal birikimine neden olmaktadır. Çizelge 2,'de görüldüğü gibi evsel atıkların bulunduğu bölgelerde Ni ve Cr dışında diğer elementlerin derişimleri kayaçtan akan sulardaki element derişimlerinden 15-200 katı kadar fazla olduğu hesaplanmıştır.

Evlerde yaygın olarak kullanılan deterjanlar tehlikeli boyutlarda kirlilik yarattığı ve Fe, Mn, Cr, No, Co, Zn, Sr ve B elementleri içerdiği saptanmıştır (Förstner ve Wittman, 1979).

1.3.4.2. Yerleşim Yerlerinden Taşınan Sel Suları Atıkları

Yağmur ile yıkanan yerleşim merkezlerinden denizlere gelen sel suları ağır metal birikimi açısından ciddi problemler yaratmaktadır. İstatiksel olarak denizlerdeki en önemli kirleticilerin ve miktarca en çok olanların sel sularınca taşındığı saptanmıştır (Förstner ve Wittman, 1979). Sokak tozları, kirler ve özellikle katı atıkların kirlilik yükleri iklime, mevsime ve toprağın kullanımına göre değişmektedir. Şekil 3,'de şema olarak şehirden akan sel sularındaki metal kirlenmesinin kaynakları verilmektedir.

1.3.5. Kırsal ve Tarımsal Atıklar

Tarımsal atıklar; hayvan dışkısı, yapay gübreler, zirai mücadele ilaçları (örneğin pestisitler) ve toprak aşınmaları alıcı su ortamında eser elementlerin birikimine neden olan bir başka kaynaklardır. Tarımda verimi artırmak için kullanılan yapay gübreler ve fosfat içeren kayaçlar (gübre hammaddesi olarak kullanılır) başta olmak üzere çok miktarda eser element (özellikle kadmiyum) içermektedir (Förstner ve Wittman, 1979).

1.3.6. Atmosferik Girdiler

Doğal ve yapay olarak atmosfer yoluyla denizlere taşınan kirleticiler çok miktarda eser element içermektedir. Atmosferik kirlilik insan ve iklim faktörüne göre değişmektedir. Genel olarak atmosferik askıyük hafif ve 1 µm'den küçük boyutta olduğu için rüzgarın etkisiyle kilometrelerce uzaklara taşınabilmektedir. Deniz ortamında (ilk 100 km) daha çok karasal orijinli ve homojen atmosferik karışım söz konusudur. Açıklar da ise (100-1000 km) atmosferin üst tabakalarındaki kimyasal maddeler bulunur ve yağmur veya karla birlikte denize taşınırlar.

Atmosferik girdilerin miktarı meteorolojik koşullara bağlıdır. Taşınma yolları ve kaynaklarını saptamada modelleme kolaylık sağlar. Sıcaklık, basınç, nem, rüzgar hızı ve yönü atmosferik girdilerin miktarını ve dağılımını etkilemektedir (UNEP, 1985).

Atmosferde metal kirlenmesi artışının bir başka nedeni yüksek sıcaklıktaki antropojenik kaynaklardır. Çizelge 3.'de kömür ve petrol kullanımıyla çimento üretimi sırasında ortaya çıkan metallerin derişimleri verilmektedir.

Jeotermal kaynaklar, volkanik patlamalar belirli miktarda atmosferik kirlenmeye neden olmaktadır (Förstner ve Wittman, 1979). Metallerin saflaştırılması işlemleri sırasında atmosfere çok miktarda partiküler madde ve toksik maddeler verilmektedir. Modern teknoloji kullanılan işletmelerde bile atmosferik kirlenme söz konusudur.

1.3.7. Diğer Girdiler

Çok miktarda metal kirlenmesine sebep olan ve sözü geçen sınıflandırmaya alınamayan kirletici kaynaklar da vardır. Örneğin (demir ve çelik) metalik korozyon paslanmaları bu gruptadır. Kıyılarda rüzgar etkisiyle tuzlar elektrolitin iletkenliğini ve anodik bozunma ile katodik paslanmayı artırmaktadır. Nemli ortamda bir elektrolit olarak davranan tuzlar (sodyum klorür) rüzgarın da etkisiyle kıyılara taşınarak demir ve çeliğin oksitlenerek metal katyonlarının su alıcı kaynaklara taşınmasına neden olurlar. Oluşan anodik korozyon ve katodik korozyon diğer girdileri oluştururlar.

Ham petrol çıkarımı sırasında çeşitli eser elementlerin atmosfere karışımı söz konusudur ve atmosferik kirlenmede bir etkidir (Montalvo ve Mc Kown, 1975).

1.4. ESER ELEMENTLERİN ASKI YÜKTE BİRİKİMİ

1.4.1. Çevre Faktörleri

1.4.1.1. Nehirler

Akarsular denizlere doğal olarak her zaman element taşımaktadır. Taşdığı elementlerin derişimi ve türü yörenin yapısına göre değişmektedir.

Akarsuların yağmurların etkisiyle yamaçlardan ve yatağından koparttığı partiküler maddeler çoğunlukla feldspar, kil ve kuartz şeklindeki inorganik minerallerdir. Diğer inorganik katılar, çözülmüş ve koloidal kısımların etkileşimiyle suda oluşan ve ölü organizmalardan kalan kalkerli, silisli partiküllerdir.

Tatlı sularda eser elementlerin dağılımı ve taşınımı karakteristik değişmeler göstermektedir. Yapılan çalışmalarda katı maddelerde ağırlıkça

metal derişimleri askıyük miktarı artıkça fazlalaştığını göstermişlerdir (Förstner ve Wittman, 1979),

Akarsu miktarının artmasıyla askıyük miktarı dolayısıyla metal tutma olasılığı artmaktadır. Suda çözülmüş olarak bulunan metal iyonlarının derişimleri ise seyrelmeden dolayı azalmaktadır. Bu da yörenin minerolojik yapısıyla iyonun suda çözünürlüğüne ve iyonların denizlere ulaşabilirliğine bağlıdır.

1.4.1.2. İklim Koşulları

Askıyükteki eser elementlerin derişimi ile iklim koşulları arasında sıkı bir ilişki vardır. Yağmur ve rüzgar, asılı katılardaki eser elementlerin derişimlerini etkilemektedir. Bölgesel rüzgarlar kıyılardan evsel, endüstriyel ve toprağı aşındırarak önemli miktarda askıyükü denizlere taşımaktadır.

Dünyanın genel rüzgar sistemleri enteresan durumlar çizmektedir. Örneğin Afrika Sahra Çölünden atmosfere geçen partiküler maddeler rüzgarın yardımıyla yüzlerce kilometre uzağı taşınabilmektedir. Çernobil nükleer patlaması sonucunda nükleer atıklar yerkürenin büyük bir kesimini etkilemiştir. Ayrıca özellikle Kuzeydoğı Akdeniz üzerinde oluşan rüzgar sistemi genellikle Kuzey Afrika orijinli olduğundan Sahra tozları bu bölgeye kadar ulaşmaktadır.

Yağmur ise kirleticilerin en çok deniz ortamına taşınmasına neden olan iklim faktördür. Atmosferde bulunan katı maddeler yağmurla birlikte ya direk olarak denize gelmekte ya da evsel ve endüstriyel atıklarla birlikte sel suları şeklinde nehirler kanalıyla denizlere taşınmaktadır.

Özetle; Atmosfer yoluyla katı atıkların nereden ve nasıl taşındığını saptamak oldukça zordur. Bu nedenle iyi bir meteorolojik modellemeye gereksinim vardır (UNEP, 1985).

1.4.2. Biyolojik Faktörler

Deniz ortamında eser elementler, planktonik organizmalar tarafından sudan alınmaktadır. Genellikle eser elementler fekal materyali olarak katı halde ortama atılmaktadır (Brewer, 1975).

Spencer ve Brewer (1969)'da yaptıkları bir çalışmada, bakır, çinko ve nikel elementlerinin askıyükte dağılımının plankton dağılımı ile uyum gösterdiğini belirtmişlerdir. Eser elementlerin biyolojik akışı planktonlarla beslenen zooplanktonlara daha sonrada besin zinciri içerisinde balıklara kadar ulaşmaktadır.

Planktonların yaşamını sürdürebildiği su tabakası güneş ışığının geçebildiği fotik bölgedir. Bu bölge birincil üretimin olduğu yerdir. Çünkü fotik bölge inorganik karbon ve besin tuzlarını direk olarak kullanan fotosentetik planktonların yaşam yeridir. Fotik bölge içindeki askıyükteki eser elementlerin yapısı tam olarak çözümlenmemiştir. Karasal etkiden uzak olan bölgelerde eser elementler için ortalama bir yaklaşım yapılmasına rağmen kıyılar için aynı yaklaşım verilememektedir. Çünkü bölgenin jeomorfolojik yapısı ve birincil üretim askıyükteki elementlerin derişimini etkilemektedir. Bakır, çinko ve nikelin iyonik halden partiküler hale geçmesi planktonlar yardımıyla olmaktadır. Toplam bakır derişiminin %5-15'i, çinkonun %5-20'si biyolojik orijinlidir (Förstner ve Wittman, 1979).

Çizelge 4.'de eser elementlerin planktonlardaki derişimi verilmektedir (Bertine ve Goldberg, 1972).

1.5. KUZEYDOĞU AKDENİZ'İN OŞİNOGRAFIK ÖZELLİKLERİ

1.5.1. Su Kütleleri

Denizlerde su hareketleri sıcaklık, yoğunluk ve tuzluluk gibi fiziksel değişkenlere bağımlı olarak değişmektedir. Kuzeydoğu Akdeniz bir başka deyişle Kuzey Levantin Baseni, Doğu Akdeniz'in ikinci büyük basendir.

Levant Deniz'i farklı su kütlelerinin dikey ve yatay yönlerdeki karışımları, mevsimlere göre değişimleri ve çeşitli fiziksel olaylar nedeniyle oşinografik açıdan oldukça karmaşık ve ilginç bir görünüme sahiptir. Levant Baseninde, ana hatları ile farklı üç tür su kütlelerinin bulunduğu söylenebilir.

Atlantik su girdisinin daha fazla olduğu ilkbahar ve yaz aylarında yüzey tabakalarında göreceli olarak Atlantik kaynaklı daha az tuzlu sular görülmektedir. Batı Akdeniz'de (Cebelitarık ve Sicilya arasında) tuzluluğu yaklaşık olarak % 36,15-37,15 arasında değişen bu su kütlesi en batıda 150-200 metre derinliklere kadar izlenmektedir (Morel, 1971).

Doğuya doğru Kuzey Afrika kıyıları boyunca ilerlerken özelliğini giderek yitiren bu sular Levant Denizi'nde yaklaşık % 38,5-39,0 tuzluluk değerleri ile tanımlanmakta ve çok karmaşık bir yol takip ederek 20-100 metre kalınlığında bir tabaka oluşturmaktadır. Atlantik suları yaz ve sonbahar aylarında tuzluluğu ve sıcaklığı yüksek homojen bir yüzey karışım tabakasının altında yer alan bir tuzluluk minimumu ile tanımlanmaktadır. Yüzey tabakasındaki tuzlu ve sıcak sular bu mevsimde rüzgarla karışım buharlaşma ve ısınma nedeniyle ortaya çıkmakta ve Atlantik sularını sınırlamaktadır (Ören, 1971).

Atlantik sularının altında Levant baseninin çeşitli bölgelerinde oluşarak batıya doğru hareket eden Levant Ara Suyu olarak isimlendirilen bir su kütlesi bulunmaktadır. Oluşum bölgelerinde yaklaşık % 39,1 tuzluluk ve 15,5 °C sıcaklık değerleri ile tanımlanabilen bu su kütlelerinin özellikle Rodos adasının doğusu ve Türkiye'nin güney kıyıları boyunca oluştuğu bilinmektedir (Özsoy ve ark., 1987).

Kış ve ilkbahar aylarında deniz sıcaklığının en aza indiği bir dönemde esen kuru ve soğuk kuzey rüzgarlarının etkisiyle giderek soğuyan, buharlaşma ile tuzluluğu artan ve bu nedenle yoğunluğu artan yüzey sularının dikey hareketleri sonucu daha derinlere çökerek kendisinden daha yoğun, dip suların üzerinde yer alır (Özsoy ve ark., 1987).

Siklonik döngülerin ortasında yoğunluk yüzeylerinin tanımladığı bir tepe oluşturmaktadır. Ovchinnikov'a (1984) göre kalınlığı daha az böyle bir tepe üzerinde kuru ve soğuk rüzgarların etkisi altında kalan yüzey sularının yoğunluğu çevresindeki ve altındaki su kütlesine göre artmaktadır. Bu sular daha sonra tabakalaşma gerçekleşinceye kadar yaklaşık 300-400 metre derinliklere doğru akmakta ve burada yüzey tabakasına göre tuzluluğu ve yoğunluğu daha fazla yeni bir su kütlesi oluşturmaktadır.

Özturgut (1976) ve Özsoy ve ark., (1986 a-e) tarafından bildirildiğine göre Kuzeydoğu Akdeniz baseninde bir dizi siklonik ve antisiklonik döngü bulunmaktadır. Ovchinnikov teorisi tüm Kuzey Levant Denizi'nde Levant Ara Suyunun oluşabileceğine işaret etmektedir. Siklonik döngülerin kenarlarından daha derinlere akan suların hemen yanlarındaki antisiklonik döngülerin ortalarındaki çukurlara akması beklenmelidir (Özturgut, 1976; Ünlüata, 1986).

1.5.2. Su Kütlesinin Dolaşımı

Ovchinnikov (1966) tarafından hesaplanan akıntı sistemine göre Şekil 10.'da görüleceği gibi, Atlantik Okyanusu yüzey suları Kuzey Afrika kıyı boyunca Levant basenine akarken bir kısmı kuzeye Girit adasına doğru yönelmektedir. Girit'in güneyinde ikiye ayrılan bu akıntıların bir bölümü tekrar batıya dönmekte diğer kısmında Mısır'a doğru ilerlemekte ve tekrar ikiye ayrılmaktadır. Kuzeye doğru yönelen akıntılar Rodos'un güneydoğusundaki siklonik su döngüsüne katılmaktadır. Doğuya doğru ilerleyen akıntılar ise İsrail, Lübnan ve Suriye kıyıları boyunca kuzeye yönelmekte ve kıyılarıımıza ulaşmaktadır. Güney sahillerimiz boyunca kıvrımlar çizerek batıya giden bu akıntılarının bir kısmı Rodos siklonik döngüsü ile birleşmekte, diğer bir kısmı da Ege Denizi'ne ulaşmaktadır.

Ovchinnikov'a göre (1966) Levant Denizi'nde ki bu akıntıların hızı 10-25 cm/h civarındadır ve yaz aylarında bu hız % 50 oranında azalmaktadır.

1.6. ÇALIŞMANIN AMACI

Denizlerdeki canlı ve cansız bütün varlıkların insanlar için önemi gün geçtikçe daha iyi anlaşılmaktadır. Sosyal ve endüstriyel alanda son yıllardaki hızlı gelişmeleri denizlerin kirlenmesini önemli ölçüde etkilemektedir. Genel olarak tüm dünya denizleri hakkında bilgiler olmasına rağmen, bölgesel bilgilere gereksinim vardır. Denizlerin kirlenmesinde etkin olan faktörlerin değişken olması, bölgeler arasında kirleticilerin farklı dağılımlar göstermesine neden olacaktır.

İskenderun-Marmaris arasında kalan kıyı şeridi ve kıyı ötesi bölge özelliklerinin göstergesi olabileceği düşünülerek kıyı şeridi ve kıyı ötesinde 19 istasyon seçilmiştir. Yapılan araştırma sırasında metallerin nerede birikim göstereceğinin saptanması için denizin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile sedimanın yapısı gözönüne alınmıştır. Ayrıca denizlerde elementlerin dağılımda iklim koşullarının özellikle yağmur ve rüzgarın önemi büyük olduğundan, araştırmada bu etkenler gözardı edilmemiştir.

Güney kıyılarımızda deniz taşımacılığının getirdiği kolaylıklar nedeniyle önemli endüstri kuruluşları vardır. Ayrıca bölgenin tarıma elverişli olduğundan kullanılan tarım ilaçları ve son yıllarda hızla gelişen turizmin getirdiği kıyı şeridindeki kentleşmeler denizin hızla kirlenmesine neden olmaktadır.

Kısacası araştırmanın amacı, çeşitli kaynaklardan hangi yol ve nedenlerle Kuzeydoğu Akdeniz'e taşınan toksik veya toksik olmayan eser elementlerin nasıl dağılım gösterdiğini inceleyip birbirleriyle ilişkisinin kurulmasına çalışılmıştır. Ayrıca sonuçlar bazı dünya denizleriyle karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM II

II. DENEYSEL

II.1. ALETLER

II.1.1. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre

Bu çalışmada metal analizlerinde Varian-Techtron AA-1250 Model ve Varian-Techtron AA-6 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometreleri kullanılmıştır. Kaydedici olarak Varian A-25 Model kullanıldı. Spektrofotometrede Cd, Cu, Cr, Hg ve Zn elementleri için ayrı ayrı Dyuk Katot lambaları, Mn ve Ni için de Cu-Co-Cr-Fe-Mn-Ni birleşik Dyuk Katot lambası kullanıldı.

II.1.2. Grafit Fırın Atomizer

Varian-Techtron Model 90 Grafit Fırın Atomizör kullanıldı. Analizler sırasında 5 µL örnek kullanıldığından halka şeklindeki grafit fırın tercih edilmiştir. Atomizör maksimum 3000 °C derece sıcaklığa çıkabilmektedir. Atomizör kurutma, yakma ve atomize olmak üzere üç aşamalı çalışmaktadır. Atomizörün her üç aşaması da her elementin çalışma koşullarına göre ayarlanabilmektedir.

II.1.3. Vakumlu Süzme Sistemi

Sartorius model cam filtre sistemiyle 1 atmosferlik vakum uygulanarak süzme yapılmış ve atmosferden gelebilecek kirlenmeyi önlemek için de kapalı, özel hazırlanan kabin kullanılmıştır.

II.1.4. Örneklerin Parçalanması

Askiyük içeren filtreler daha önce temizlenmiş kapaklı teflon beherlere aktarılmış ve 3 mL derişik nitrik asit (Analitik saflıkta, Merck) ilave edilmiştir. Her parçalama seti sırasında gelebilecek kirlenmeleri anlayabilmek için bir tane boş tanık filtre aynı koşullarda kullanılmıştır. Daha sonra Şekil 5.'de görülen çelik parçalama kabındaki özel yerlere içerisinde filtre içeren kapaklı teflon beherler yerleştirilmiştir. Parçalama kabı sıkıca kapatılıp 150 °C'de 8-10 saat tutulmuştur daha sonra soğumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına gelince örnekler 25 mL'lik 1N HCl ile temizlenmiş jojelere aktarılmış ve 0,1N HCl içeren deiyonize H₂O ile 25 mL tamamlanmış ve en kısa zamanda analiz edilmek üzere buzdolabına konulmuştur.

II.1.5. Mikropipetler

Örnekler analiz sırasında grafit küvete mikropipetler yardımıyla enjekte edilmiştir. Üç tip mikropipet kullanılmıştır. Birincisi Eppendorf (5-50 µl arasında), ikincisi Excalibar (5 µl'lik) ve üçüncüsü finpipet (1-5 µl, 50-250 µl, 200-1000 µl ve 1-5 ml'ye ayarlanabilir) olmaktadır.

II.2. ÖRNEKLEME

Toplam askiyüktaki eser elementlerin analizleri için deniz suyu örnekleri R/V Bilim araştırma gemisi ile toplanmıştır. Yüzeyden (geminin pruvasından) daha önce %10'luk nitrik asitle (Analitik saflıkta, Merck) yıkanmış polietilen kova yardımıyla alınan deniz suyu 5 litrelik polietilen (Nalgene) şişelere aktarılmıştır

II.3. ÖRNEKLERİN SÜZÜLMESİ ve SAKLANMASI

Toplanan deniz suyu örnekleri gemideki laboratuvarda daha önce % 10'luk HNO_3 asit içerisinde bulunan $0,45 \mu\text{m}$ gözenek genişlikli "Millipore" membrane filtre kağıtlarından süzölmüştür. Deniz suyu süzöldükten sonra filtre ikişer defa damıtık ve anyon-katyon ayırıcı reçineden geçirilmiş deiyonize sularla yıkanmıştır. Süzme ve yıkama işlemi bittikten sonra filtre kağıtları daha önce %10'luk HNO_3 ile yıkanan cam petri kaplarına konulup $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de analize kadar saklanmıştır.

II.4. KULLANILAN MALZEMENİN TEMİZLİĞİ

Poliytilen örnekleme şişeleri ve tüm cam malzemeler seyreltik nitrik asit içerisinde 24 saat bekletilmiş ve daha sonra damıtık su ile 5-6 defa, son olarak da deiyonize suyla çalkalanmıştır. Örnekleme sırasında şişeler deniz suyu örneği ile bir kaç kez çalkalanmıştır. Laboratuvar çalışmalarında kullanılan tüm cam, plastik ve teflon malzeme ve aparatlar seyreltik nitrik asit (%10'luk HNO_3) içerisinde 24 saat bekletilerek temizlenmiş daha sonra bu malzeme kullanılmadan önce sırasıyla damıtık su ve deiyonize su ile çalkalanmıştır. Teflon kaplar parçalama basamağından önce az miktarda derişik HNO_3 ile yıkanmıştır. Örneklerin süzölmesi sırasında kullanılan plastik pens, cam süzme sistemi, filtre kağıtları bol deiyonize su ile yıkanmıştır.

II.5. KULLANILAN REAKTİFLER

Kullanılan reaktiflerin analitik saflıkta olması gerekmektedir. Kullanılan reaktifler; Nitrik asit (% 69, AnalaR), Hidroklorik asit (%37 Merck), Sülfürik asit (%98, Merck) kalitededir.

II.6. ALETSEL ANALİZ

Bu çalışmada metal analizleri Varian-Techtron AA-1250 Model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ve Varian-Techtron AA-6 Model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile yapılmıştır. Spektrofotometrelerde Varian A-25 Model kaydedici kullanılmıştır. Spektrofotometrede Varian Cd, Cu, Pb ve Zn elementleri için ayrı ayrı Dyuk Katot lambaları ve Ni ile Mn içinde Cu-Co-Cr-Fe-Mn-Ni elementlerinin tümü için birleşik Dyuk Katot lambası kullanılmıştır.

II.7. ANALİTİK YÖNTEM

II.7.1. Örneklerin Hazırlanması

1 ile 5 litre arasındaki deniz suyu örnekleri 0,45 µm gözenek genişlikli, 47 mm çaplı membran filtrelerden 1 atmosferlik vakum altında süzümüştür. Süzme işlemi Sartorius marka cam filtre sistemi ile yapılmıştır. Süzme yapılırken ne kadar hacimde deniz suyu süzüldüğü ölçülmüş, bu değer hem toplam askıyük hemde toplam askıyükteki eser elementlerin derişim hesabında kullanılmıştır. Daha sonra filtre kağıtları ayrı ayrı plastik petri kaplarına alınarak etiketlenmiş, yaklaşık 50°C' de üflemesiz fırında 24 saat kurumaya bırakılmış ve hassas analitik terazide tartılmıştır. Bu filtreler süzme işleminden önce aynı koşullarda sabit tartıma getirilmişlerdir. Tartımdan sonra filtre kağıtları önceden temizlenmiş teflon kaplara alınmış ve 3 ml derişik HNO₃ ilave edilerek 150-160 °C' de 24 saat özel çelik bloklar içerisinde parçalanmıştır (Şekil 5.). Tamamı sıvı faza geçen örnekler 10, 25 ve 50 mL'lik balon jodelere alınarak deiyonize su ile hacimleri tamamlanmış ve aletsel analize hazır hale getirilmiştir.

II.7.2. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinin Ayarlanması

Çizelge 5'de verilen çalışma koşulları sağlanarak maksimum transmisyon elde edilmiştir. Her element için en uygun Oyuk Katot Lambası kullanılmıştır. Dalga boyu 300 nm'nin altında yapılan analizler sırasında Hidrojen Lambası yardımıyla düzeltilmiş absorpsiyon elde edilmiştir.

II.7.3. Grafit Fırınının Atomizörün Ayarlanması

Her element için uygun çalışma koşulları Grafit Fırın Atomizör'ün el kitabına göre hazırlanmıştır. Değişkenlere göre (sediman, su, organizma, vs.) her element için birden çok atomizerin ayarlanması sözkonusudur. Bu nedenle günlük olarak hazırlanan ara standartların en uyumlu derişim-absorpsiyon grafiğini elde edilinceye kadar atomizerin kurutma ile yakma ve atomize koşullarının sıcaklık ve süreleri saptanarak programlanmıştır.

II.7.4. Gaz Akışının Ayarlanması

Askiyükteki element derişimleri $\mu\text{g/l}$ (ppb) biriminde olduğu için Grafit Fırın Atomizör kullanılmıştır. Bu nedenle analiz sırasında enjekte edilen örnekte kurutma, yakma ve atomize koşulları sırasında herhangi bir şekilde madde kaybı, atmosferden gelebilecek kirlenmeler veya oksitlenme gibi kimyasal reaksiyonların önlenmesi için soy gaz olarak azot kullanılmıştır. Gazın akış hızı aynı koşullarda verilen standartlardan maksimum boyda ve uyumlu pik alıncaya kadar değiştirilerek saptanmıştır.

II.7.5. Standartların Hazırlanması

Her metale ait stok çözelti (genelde $1000 \text{ mg/l} = 1000 \text{ ppm}$) ya saf metalden ya da bu metallerin uygun tuzlarından hazırlanmıştır. Standart hazırlanmasına ait detaylı bilgi "Analytical Methods for Flame and Flameless Spectroscopy" isimli Varian Atomik Absorpsiyon

spektrofotometrelerine ait el kitabından alınmıştır. Çalışma (ara) standartları ise günlük hazırlanmıştır. Tüm standartlar ve çözeltiler deiyonize su ile hazırlanmıştır.

II.8. HESAPLAMA

Şekil 6'da, analizi yapılan eser element standartlarının derişim-absorbans grafikleri verilmektedir. Bu kalibrasyon eğrileri yardımıyla aşağıdaki 1 veya 2 nolu eşitlikler kullanılarak derişimler hesaplanabilir. Eğer kullanılan standart ağırlık olarak hesaba katılırsa formül 1'deki eşitliği kullanabiliriz. Ya da standartın molaritesi üzerinden hesaplama yapılırsa formül 2 kullanılmaktadır. Bu çalışma sırasında her iki eşitlikte kullanılmıştır.

Formül 1.:

$$C_e = \frac{A_e}{A_{st}} \times m_{st} \times \frac{25}{5 \times 10^{-3}} \times \frac{1}{V_e}$$

C_e : Örneğin derişimi, $\mu\text{g}/\text{l}$, ppb

A_e : Örneğin absorbansı, mm

A_{st} : Standartın absorbansı, mm

m_{st} : Standartın kütlesi, μg

V_e : Süzülen deniz suyu hacmi,

Formül 2.:

$$C_e = \frac{A_e}{\text{Eğim}} \times \frac{25 \times 10^{-3}}{V_e}$$

$$\text{Eğim} = \frac{A_{st-2} - A_{st-1}}{C_{st-2} - C_{st-1}}$$

$$C_e : \text{Örneğin derişimi, } \mu\text{g}/\text{l}, \text{ ppb}$$

BÖLÜM III.

III. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

III.1. SONUÇLAR

III.1. Kuzeydoğu Akdeniz Yüzey Sularında Toplam Askıyük Dağılımı

Deniz ortamında; nehir, evsel, kırsal ve endüstriyel atıklar kara kaynaklı askıyükünü oluştururlar. Biyolojik aktivitenin olduğu su kolonunda fitoplankton, zooplankton ve diğer organizmalar da askıyükün organik kısmını oluşturur, deniz suyunda iyonların kimyasal olayla oluşturdukları bileşiklerden kaynaklanan askıyük ise iyon kompleks oluşumu ve çökeltme şeklindedir. Toplam askıyük, sulu ortamda asılı kalan inorganik ve organik katı maddelerin miktarları olarak tanımlanmaktadır.

Kuzeydoğu Akdeniz'de en uzun kıyısı olan ülke Türkiye'dir. Bölgeye taşınan tatlı su miktarının %99'u Türkiye topraklarından olmakta ve tüm Akdeniz'e taşınanın suyun %6'sını oluşturmaktadır. Kuzeydoğu Akdeniz'de daha önce yapılan çalışmalara göre Türkiye'den toplam akarsu su miktarı $36,300 \cdot 10^6$ m³/yıl olarak saptanmıştır (EİE, 1978). Toplam evsel, endüstriyel ve tarımsal sular ise $3,170 \cdot 10^6$ m³/yıl olarak belirtilmiştir (UNEP, 1984). Çizelge 7,'de verildiği gibi yaklaşık askıyük girdisi $1,7 \cdot 10^6$ ton/yıl olarak hesaplanmış ve bu miktarın $1,6 \cdot 10^6$ ton/yıl'ı akarsu kaynaklı geri kalanın ise evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı olduğu görülmektedir (UNEP, 1984).

Şekil 7,'de de görüldüğü üzere toplam askıyük yağmurların etkisiyle kıyı bölgelerinde artmakta, kıyı ötesi bölgeleri ise etkilenmemektedir. Kıyıya yakın yerlerde kara kökenli askıyük yüzde olarak fazla olmasına rağmen kıyı ötesi bölgelerde daha çok biyolojik kökenli askıyük söz konusudur. Çünkü karasal askılar, deniz ortamının iyonik karakterinden dolayı kıyı ötesine kadar taşınmadan çökelmektedirler (Epply ve ark., 1983).

Deniz ortamında askıyük miktarını etkileyen faktörlerin biri de birincil üretilimdir. Akdeniz yüzey suları besin tuzları fakirdir. Bölüm III.2.3.'de açıklandığı gibi birincil üretilim kıyılarda özellikle nehir deltalarında fazladır. Fitoplanktonların yaşadığı ve zooplanktonlar tarafından tüketildiği bu kesimde canlı ve cansız organizmalar biyolojik kökenli askıyükü oluşturmaktadırlar.

Akdeniz'de yapılan çalışmalarda ortalama askıyük 0,5-1,5 mg/l olarak ölçülmüştür (Emelyanov ve Shimkus, 1973). Toplam askıyükte, organik partiküller %40-95, karasal partiküller %>15, karbonantlar %>5, biyolojik silikatlar %3-10 olarak hesaplanmıştır. Askıyükte kokolitler, ferrominiferiler, kimyasal orijinli kalsit kristalleri, dolomit, silisli flogellatlar, kil çeşitleri, kuvarz, demir hidroksitleri vs bulunmaktadır.

Kuzeydoğu Akdeniz yüzey sularında 9 ayrı araştırma seferinde 150 adet toplam askıyük örnekleme yapılmıştır (Çizelge 7.).

Kasım, 1985 çalışması sırasında Şekil 1.a.'da belirtilen istasyonlarda yapılan askıyük miktarı ve dağılımın araştırması sonucunda ortalama Toplam Askıyük kıyılarda $0,47 \pm 0,32$ mg/l, açıklarda ise $0,78 \pm 0,97$ mg/l bulunmuştur. Maksimum $2,66$ mg/l (26 nolu istasyon) ve minimum $0,15$ mg/l (24 nolu istasyon) askıyük saptanmıştır. Şekil 4.a.'da verilen Kuzeydoğu Akdeniz yüzey suyu akıntısı ile askıyük miktarları arasında benzer dağılım söz konusudur. 21 ve 26 nolu istasyonlar antisiklonik, 55 nolu istasyon da siklonik döngü kenarında kaldığı için askıyük miktarlarında doğal olan artışlar gözlenmektedir. Rodos Adasının güneydoğusunda her zaman olan siklonik hareket sonucunda dipten yüzeye taşınan besin tuzları sonbaharda azda olsa plankton çoğalmasına neden olmakta ve dolayısıyla biyolojik kökenli askıyük 55 nolu istasyonda oluşmaktadır.

Nisan, 1986 çalışmasında Şekil 1.b.'de verilen istasyonlarda örneklenen askıyükün genel olarak çok olduğu saptanmıştır. Çünkü kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağışların ve biyolojik aktivitenin yüksek olduğu bilinmektedir. Ortalama kıyı istasyonlarda $1,74 \pm 1,13$ mg/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise $0,55 \pm 0,62$ mg/l askıyük ölçülmüştür. Maksimum askıyük $3,26$ mg/l (20 nolu istasyon), minimum $0,10$ mg/l (56 nolu istasyon) olarak

ölçülmüştür. 20,21,22,25 ve 27 nolu istasyonlar; debisi çoğalan Seyhan, Ceyhan, Göksu nehirleri ile Tarsus ve Manavgat Çaylarının etki alanında olduğundan toplam askıyük derişimi bu istasyonlarda bağıl olarak yüksek ölçülmüştür. 56 nolu istasyon siklonik su hareketin ortasında olduğundan askıyük azalması söz konusudur. Siklonik sistemlerin merkezlerinde dipten yüzeye doğru akıntı ile besin tuzları taşınmaktadır (Şekil 4,b,). Dolayısıyla biyolojik aktivite yüksek olmakta ve biyolojik kökenli askıyük yüksek döngünün kenarlarında birikmektedir. 51 nolu istasyonda siklonik su döngüsünün kenarında olduğu için askıyük miktarında artış söz konusudur. Antisiklonik hareketlerde askıyük birikimi sistemin merkezinde olmaktadır (Ünlüata, 1982).

Haziran-Temmuz, 1986 çalışmasında Şekil 1,c,'de verilen istasyonlarda alınan örneklerde askıyükün miktarında belirgin bir düşüş olduğu saptanmıştır. Ortalama olarak kıyı istasyonlarda $0,55 \pm 0,30$ mg/l ve açık istasyonlarda $0,50 \pm 0,19$ mg/l askıyük bulunmuştur. Maksimum askıyük siklonik su döngüsünün kenarında bulunan 20 nolu istasyonda ($1,40$ mg/l), minimum askıyük ise antisiklonik su hareketin kenarında kalan 30 nolu istasyonda ($0,19$ mg/l) saptanmıştır.

Kasım, 1986 araştırma seferinde Şekil 1,d,'de verilen istasyonlarda yapılan askıyük örnekleme sonucunda ortalama kıyılarda $1,16 \pm 0,94$ mg/l, açıklarda ise $1,12 \pm 0,70$ mg/l değerleri saptanmıştır. Kasım, 1985 dönemine göre daha fazla askıyük saptanması istasyonların koordinatlarının farklı olmasındandır (Şekil 1,). Maksimum askıyük 20 nolu istasyonda minimum askıyük ise 51 nolu istasyonda ölçülmüştür.

Şubat-Mart, 1987'de yapılan kış dönemi araştırma seferinde Şekil 7,'de de görüleceği üzere toplam askıyük miktarı yağışlağın etkisiyle artmıştır. Ayrıca birincil üretke de bu dönemde olduğu için askıyükün artmasını etkilemiş olabilir. Ortalama askıyük kıyı boyunca $0,86 \pm 0,79$ mg/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise $0,54 \pm 0,45$ mg/l olarak saptanmıştır (Çizelge 8,a-b,). Yüzey akıntı sistemi dağılımına bakıldığında (Şekil 4,d,), 21 ve 30 nolu istasyonlar antisiklonik döngünün merkezinde, 32 ve 54 nolu istasyonlar siklonik hareketin kenarında bulunduğundan askıyük artışı

olmuştur. Maksimum askıyük 32 nolu istasyonda (2,90 mg/l), minimum askıyük ise 26 nolu istasyonda (0,16 mg/l) olarak bulunmuştur.

Haziran, 1987 örnekleme döneminde askıyük ortalama kıyılarda $1,18 \pm 0,80$ mg/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise $0,88 \pm 0,70$ mg/l bulunmuştur. Maksimum 2,66 mg/l (20 nolu istasyon), minimum 0,19 mg/l (29 nolu istasyon) ölçülmüştür. 21, 22, 24 istasyonlar Mersin ve İskenderun körfezlerindeki şehir ve endüstriyel atıkların etkisi altında olduğundan askıyük miktarlarında artış olmuştur.

Eylül, 1987'de yapılan örneklemeelerde askıyük ortalama kıyı istasyonlarda $1,32 \pm 0,91$ mg/l, kıyı ötesinde ise $0,56 \pm 0,40$ mg/l bulunmuştur. Maksimum 2,87 mg/l (20 nolu istasyon), minimum 0,24 mg/l (51 nolu istasyon) olarak saptanmıştır. Şekil 4.f.'de verilen yüzey akıntı sistemlerine bakıldığında, çalışma yapılan istasyonların siklonik ve antisiklonik döngüler etkisinde olması ve bağıl olarak askıyük dağılımında etkilemektedir. Bir başka deyişle askıyük miktarı siklonik döngülerin kenarlarında, antisiklonik döngülerin merkezlerinde yoğunlaşmaktadır. Bunun nedeni bu kesimlerde farklı yoğunluklardaki su kütleleri arasında cepheler oluşması ve bu cephe sistemlerin asılı katıları tutmasıdır.

Aralık, 1987 ve Ocak, 1988 araştırma seferlerinde sadece kıyı istasyonlarda örnekleme yapılmıştır. Mevsimin özeliğinden dolayı nehir deltalarına yakın istasyonlarda askıyük artışı saptanmıştır. Aralık, 1987 çalışmasında ortalama $0,55 \pm 0,30$ mg/l, maksimum 1,25 mg/l (22 nolu istasyon), minimum 0,05 mg/l (54 nolu istasyon) askıyük ölçülmüştür. Ocak ayı çalışmasında ise ortalama 1,06 mg/l, maksimum 3,20 mg/l (24 nolu istasyon), minimum 0,23 mg/l (30 nolu istasyon) ölçülmüştür. Her iki çalışmada saptanan askıyük dağılımı yüzey akıntı sistemleri ile uyum içerisinde dir.

Yapılan bu çalışmalar sonucunda toplam askıyük ortalamaları Çizelge 8, a-b'de verilmiştir. Bulgulara bakarak kıyı istasyonlarda askıyük mevsime bağıl olarak değişmekte, kıyı ötesi istasyonlarda ise askıyük dağılımına fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler yön vermektedir.

Askiyük ortalaması Çizelge 9,'da görüldüğü gibi kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde kıyı istasyonlarda sırasıyla $0,84 \pm 0,23$ mg/l, $1,74 \pm 1,13$ mg/l, $0,87 \pm 0,32$ mg/l ve $0,98 \pm 0,37$ mg/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise $0,54 \pm 0,45$ mg/l, $0,55 \pm 0,30$ mg/l, $0,69 \pm 0,19$ mg/l ve $0,82 \pm 0,23$ mg/l olarak saptanmıştır. Akdeniz'in Türkiye kıyıları ve açıklarında yıllık ortalama olarak askiyük miktarı $0,88 \pm 0,23$ mg/l olarak hesaplanmıştır.

III.2. Kuzeydoğu Akdeniz Yüzey Sularındaki Toplam Askiyükte Eser Elementlerin Derişimi

III.1.2.a. Krom

Düzenli olarak gerçekleştirilen mevsimsel araştırmaların 8'inde krom çalışması yapılmıştır (Şekil 1,a-1). Sonuçlar her araştırma seferi için ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Çizelge 10,a.).

Kasım, 1985'de ortalama kıyılarda $3,7 \pm 6,0$ ng/l, kıyı ötesi 26 nolu istasyonda ise 58 ng/l krom bulunmuştur. Mersin Körfezi'ndeki istasyonlardaki krom değerleri ND-15 ng/l arasında değişmektedir. Aynı istasyonların askiyük değerlerine bakıldığında atmosferik yoldan taşınan girdilerden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Siklonik su hareketinin etkisinde kalan 26 nolu istasyonda askiyük ve bağıl olarak krom fazlalığı saptanmıştır.

Nisan, 1986 çalışmasında ortalama olarak kıyı istasyonlarda 55 ± 45 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda 54 ± 44 ng/l krom ölçüldü. İskenderun Körfezi'ndeki istasyonlardaki 21 ve 51 nolu istasyonlarda krom derişimi saptanabilirlik limitinin altında olması ile yüzey akıntı sistemleri ile uyumlu dağılım göstermektedir (Şekil 1,b, ve 4,b.). Nitekim 26, 29 ve 52 nolu istasyonlar antisiklonik su hareketi sistemleri ortasında, 55 nolu istasyonda kenarında kalışından askiyük ve bağıl olarak krom yüksek ölçülmüştür. Bölgenin kromca zengin olması, Seyhan deltasında bulunan 22 nolu istasyonda derişim yüksekliği saptanmasıyla gösterilmiş olmaktadır.

Haziran-Temmuz, 1986 çalışmasında ortalama kıyılarda 162 ± 204 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise 346 ± 143 ng/l krom ölçülmüştür. Şekil 7,'de verilen askıyük ve krom değerleri grafiklerindeki uyumsuzluk ve krom/askıyük oran yüzdesi fazlalığı (Çizelge 11,a.) Yaz mevsiminde fiziksel değişkenlerin (buharlaşmanın) etkisiyle oluşan yüzey filimde (1 mm) kirletici derişimlerinin artması söz konusudur. Bu tabakanın atmosferle etkileşimi ve yüzey akıntılarının etkisi krom derişimini bağıl olarak değiştirmektedir. Nitekim 26, 27, 29, 31, 32 nolu istasyonlar antsiklonik yüzey akıntısının merkezinde, 54 nolu istasyonda döngünün kenarında kaldığı için krom derişimleri farklı olmuştur. Ferro-krom fabrikası katı atık sahasında çok ufak taneciklerin atmosfer olaylarıyla Antalya Körfezine gitmesi söz konusudur. Dolayısıyla Antalya Körfezi'nde krom değerleri benzerliği (homojen dağılımın) karasal girdilerin atmosferik yoldan da denize ulaştığını söyleyebiliriz

Kasım, 1986 sonuçları kıyılarda 9, kıyı ötesinde ise 2 istasyonda yapılan çalışmalarda sırasıyla 63 ± 68 ng/l ve $3,1 \pm 3,1$ ng/l krom ölçülmüştür.

Şubat-Mart, 1987 çalışmasında Antalya Körfezi'de alınan 5 örnekte krom saptandı. Ortalama değerler kıyılarda 35 ± 37 ng/l, kıyı ötesindeki 2 istasyonda ise saptanabilirlik limitin altında ölçülmüştür.

Haziran, 1987 çalışmasında Kuzeydoğu Akdeniz'in tamamında homojen krom dağılımı söz konusudur. 20 nolu istasyon, Şekil 1,f,'deki konumu gereği İskenderun Körfezi kıyılarında bulunan önemli sanayi kuruluşları (Demir-çelik, Gübre, Adana Organize Sanayi Bölgesi, Deri ve Mersin'deki Kromsan gibi endüstriyel fabrikalar) ve limanları nedeniyle kirlenmiş olabilir. 26 ve 30 nolu istasyonlar Şekil 4,d,'de verilen yüzey akıntı sistemiyle uyum içerisinde. Ortalama krom değerleri kıyılarda 42 ± 28 ng/l, kıyı ötesinde ise 61 ± 10 ng/l olarak saptanmıştır.

Eylül, 1987 çalışmasında kıyılarda 56 ± 99 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise 61 ± 10 ng/l krom ölçülmüştür. Yüzey akıntı sistemlerine bakıldığında 21 nolu istasyon siklonik döngünün kıyısında ve İskenderun Körfez çıkışı olması kirlilik birikimine neden olabilir. Keza aynı şekilde 25 nolu istasyon da hem Göksu Nehri deltasında oluşu hemde siklonik ve antisiklonik döngüler

arasında kalmasından kromca zenginleşmiş olabilir. Eylül , 1987 çalışmasında askıyük girdisinin ve krom/askıyük oranları yüzdesinin az oluşu nedeniyle burada atmosferik kirlenme söz kousudur.

Aralık, 1987 çalışmasında hava koşullarının elverişsiz olmasından dolayı kıyı istasyonlarda çalışma yapılmıştır. 29 nolu istasyonda maksimum krom ölçülmesi karasal kaynaklı girdi etkisindedir. Tüm istasyonlarda benzer krom değerleri ölçülmüştür. Ortalama krom derişimi 77 ± 177 ng/l'dir.

III.1.2.b. Mangan

Kasım, 1985 çalışmasında ortalama kıyılarda 34 ± 34 ng/l, kıyı ötesi istasyonda (26 nolu istasyon) 54 ng/l mangan ölçülmüştür. 20 ve 22 nolu istasyonlar kara kaynaklı kirleticilerin etki alanında olmasından kaynaklanmaktadır.

Nisan, 1986 çalışmasında askıyükün artmasıyla kıyılarda manganın derişimi de artmış, kıyı ötesi istasyonlarda ise aynı kalmıştır. Nitekim mangan/askıyük oran yüzdesinin büyük olması karasal girdinin önemindedir. Kıyılarda ortalama 61 ± 40 ng/l, kıyı ötesinde ise 51 ± 63 ng/l saptanmıştır.

Haziran-Temmuz, 1986 çalışmasında Mersin (22 ve 23) ve Antalya (29) körfezlerin ve Finike ile Marmaris açıklarındaki istasyonlarda yüksek miktarda mangan bulunması, yüzey akıntı sistemlerinin ve buharlaşmanın etkisiyle atmosferik taşınmaların birikiminden olmaktadır. Mangan/askıyük oran yüzdesinin yüksek olması mangan girdisinin askıda yoğunlaştığını açıklamaktadır (Bölüm III.2.1.b). Bu ayda kıyılarda ortalama 214 ± 179 ng/l, kıyı ötesinde ise 177 ± 143 ng/l mangan ölçülmüştür.

Kasım, 1986 çalışmasında Mersin Körfezi'nde diğer Kuzeydoğu Akdeniz kesimlerin göre daha çok mangan ölçülmüştür. Kıyılarda 81 ± 39 ng/l, kıyı ötesinde ise 19 ± 19 ng/l'dir.

Şubat-Mart, 1987 çalışma döneminde az sayıda yapılan örneklemeler sonucunda 27 ve 28 nolu istasyonda yüksek oranda mangan Şekil 4.d,'deki yüzey su

hareketi dağılım haritasında da görüldüğü üzere antisiklonik döngünün merkezinde yer almaktadır. Ortalama kıyılarda 54 ± 43 ng/l, kıyı ötesinde ise $40 \pm 2,5$ ng/l mangan bulunmuştur.

Haziran, 1987 seferinde toplam 11 istasyonda yapılan çalışma sonucunda, kıyılarda 189 ± 201 ng/l, kıyı ötesinde 40 ± 22 ng/l mangan ölçülmüştür. 20 nolu istasyonda mangan fazlalığı karasal girdilerin (endüstriyel ve evsel atıkların) atmosfer yoluyla taşınmasındandır denilebilir.

Eylül, 1987'de toplam 14 istasyonda yapılan ölçümlerde ortalama kıyılarda 87 ± 36 ng/l, kıyı ötesinde ise 95 ± 55 ng/l mangan saptanmıştır.

Aralık, 1987 ve Ocak, 1988 çalışmalarında sadece kıyıya yakın istasyonlarda alınan örneklerde mangan derişimi sırasıyla ortalama olarak 53 ± 50 ng/l ve 48 ± 61 ng/l ölçülmüştür.

III.1.2.c. Nikel

Kuzeydoğu Akdeniz'de yapılan 9 ayrı araştırma seferlerinden 8 tanesinde nikel ölçümleri yapılmıştır (Çizelge 10.c.).

Kasım, 1985'de maksimum nikel 479 ng/l olarak 25 nolu istasyonda (Göksu Deltasında) saptanmıştır. Diğer istasyonlara göre 5 ile 20 kat arasında değişen fazlalık özellikle bu bölgenin minerolojik yapısından kaynaklanmaktadır. Ayrıca Taşucu Kağıt Fabrikasının varlığı ve birincil üretimden nikelin derişimini etkilemektedir. 26 nolu istasyondaki nikel derişimi askıyük ile oranı yüzdesi büyük olması bölgenin minerolojik yapısından kaynaklanmaktadır. Ayrıca yüzey akıntı sistemi 26 nolu istasyonda birikimi artırıcı yönde etkilemektedir. Bu ayda kıyılarda ortalama 120 ± 163 ng/l, kıyı ötesi istasyonda ise 345 ng/l nikel ölçülmüştür.

Nisan, 1986'da kıyı istasyonlarda ortalama nikel derişimi 357 ± 574 ng/l, kıyı ötesinde ise 276 ± 272 ng/l olarak saptanmıştır. Manavgat Çayı

etkisindeki 27 nolu istasyon antisiklonik döngünün merkezinde olduğu için nikel derişimi fazlalığı görülmüştür.

Haziran-Temmuz, 1986 çalışmasında diğer eser elementlerde olduğu gibi nikel derişimi ile askiyük miktarı arasındaki grafiksel uyumsuzluk kirlenmenin atmosfer yoluyla taşındığını belirtmektedir. Nitekim element/askiyük oranları yüzdesinin de nispeten büyük olması bu gerçeği doğrulamaktadır. Ortalama nikel kıyılarda 1058 ± 1023 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda 1818 ± 1097 ng/l olarak ölçülmüştür.

Kasım, 1986'da yapılan nikel çalışması Mersin Körfezi'nde (ND-318 ng/l aralığında) yaklaşık aynı değerler göstermektedir. Ortalama kıyılarda 138 ± 101 ng/l, kıyı ötesindeki istasyonlarda 45 ± 35 ng/l olarak ölçülmüştür.

Şubat-Mart, 1987 çalışma döneminde Antalya Körfezi'ndeki istasyonlarda nikel ölçülmüştür. Kıyı istasyonlarda 45 ± 41 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise 200 ± 143 ng/l nikel ölçülmüştür.

Haziran, 1987 çalışmasında maksimum nikelin İskenderun Körfezi'ndeki 20 nolu istasyonda ölçülmesi endüstriyel kaynakların etkisindedir Antalya Körfezi'ndeki istasyonlarda nikel derişimlerinin hemen hemen aynı oluşu körfezin Karadan ferro-krom curufu tozlarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca antisiklaonik akıntı sistemide körfezi etkilemektedir. Kıyılarda 563 ± 736 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise $562,8 \pm 165,6$ ng/l ölçülen nikelin, askiyük ile oranları yüzdesi büyüklüğü kara kaynaklı girdilerin atmosfer yoluyla taşındığı söyleyebilir.

Eylül, 1987 çalışmasında maksimum nikel 32 ve 53 nolu istasyonlarda ölçülmüştür. 53 nolu istasyon da siklonik su hareketiyle dipten yüzeye Ni^{+2} iyonlarının taşınması söz konusu olabilir. 26 ve 56 nolu istasyonlar siklonik hareketin kenarında, 31 nolu istasyon ise iki döngü arasında bulunduğu için nikel derişimi yüksektir (Şekil 4.f.). Ortalama olarak kıyılarda 151 ± 128 ng/l, kıyı ötesinde ise 151 ± 99 ng/l nikel ölçülmüştür.

Aralık, 1987 mevsimsel çalışmasında nikel derişimi ortalama 54 ± 60 ng/l ölçülmüştür. Maksimum nikel ölçülen 23 nolu istasyon evsel ve endüstriyel girdiler söz konusudur.

III.1.2.d. Bakır

Kuzeydoğu Akdeniz'de 9 mevsimsel araştırmada örneklenen toplam askıyükteki bakır sonuçları Çizelge 10.d.'de verilmektedir. Çizelgeden de görüleceği üzere kıyı ve kıyı ötesi istasyonların bakır derişimleri çeşitli faktörlere göre değişmektedir.

Kasım, 1985 çalışmasında 6 kıyı ve 1 kıyı ötesi istasyonda bakır ölçülmüştür. Kıyı istasyonlarda bakır derişimi ortalama 34 ± 34 ng/l'dir, Mersin Körfezi'ndeki 20, 22, 23, 24 nolu istasyonlarda ölçülen askıyük ile uyum içerisinde olmadığı görülmektedir (Şekil 4.a.). Çünkü karadan nehir yoluyla taşınan girdilerin bakırca zengin olduğu bilinmektedir. Öte yandan sonbaharda gözlenen birincil üretim artışı (planktonlar ve atıklarında fazla miktarda bakır bulunması) biyolojik kökenli girdileri oluşturmaktadır.

Nisan, 1986 çalışmasında kıyı istasyonların da ortalama 30 ± 35 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda 14 ± 12 ng/l bakır ölçülmüştür. Askıyük artışına rağmen bakır miktarında düşüş söz konusudur. Askıyükün bu mevsimde karadan kopartılarak taşınan inorganik partiküller olmasındandır. 22 ve 27 nolu istasyonlarda ölçülen bakır bölgenin minerolojik yapısından kaynaklanmaktadır. Kıbrıs'taki zengin bakır maden yataklarından (Shaw ve Bush, 1976) denize taşınması ve yüzey akıntı sistemi etkisiyle 52 nolu kıyı ötesi istasyonda birikimi söz konusudur.

Haziran-Temmuz, 1986 çalışmasında bakır kıyılarda ortalama 27 ± 33 ng/l, kıyı ötesinde ise 12 ± 10 ng/l ölçülmüştür. 22 nolu istasyonda Seyhan deltasında bulunuşu ve yüzey akıntı sistemi etkisiyle bakır miktarında artış olmuştur. 56 nolu istasyonda keza yüzey akıntı sistemi etkisiyle bakır birikimi sözkonusudur.

Kasım, 1986'da yapılan analizler sonucunda kıyı istasyonlarda $6,6\pm 6,0$ ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise $1,2\pm 1,2$ ng/l bakır derişimi ölçülmüştür.

Şubat-Mart, 1987 çalışmasında kıyı istasyonlarda 24 ± 19 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda $24\pm 1,2$ ng/l bakır ölçülmüştür, 22 ve 28 nolu istasyonlar da nehir yoluyla gelen girdilerin ve yüzey akıntılarının etkisiyle bakır artışı olmuştur, 52 ve 53 nolu istasyonlarda yine siklonik su hareketi ve biyolojik üretimin etkisiyle bakır miktarında artış gözlenmiştir.

Haziran, 1987 çalışma döneminde 5 kıyı istasyonunda ortalama 79 ± 72 ng/l, 7 kıyı ötesi istasyonda ise ortalama 63 ± 45 ng/l bakır ölçülmüştür. Genel olarak yaz aylarında denizde oluşan tabakalaşma sonucunda yüzeyde maksimum kirlilik birikimi söz konusudur. Haziran, 1986'ya göre daha çok bakır ölçülmesi istasyonların koordinatlarının ve askıyük miktarı farklılığından kaynaklanmaktadır. Nitekim Haziran-Temmuz, 1986'ya göre askıyük artışı söz konusudur.

Eylül, 1987 çalışmasında bakır derişimi kıyılarda $16,7\pm 18,6$ ng/l, kıyı ötesinde ise 26 ng/l olarak ölçülmüştür, 53 nolu istasyonda bakır miktarı yüzey akıntısı etkisinden kaynaklanmaktadır.

Aralık, 1987 ve Ocak, 1988 tarihlerinde kıyı istasyonlarda yapılan araştırmalarda bakır ölçüm sonuçları sırasıyla 34 ± 68 ng/l ve 87 ± 81 ng/l olarak bulunmuştur. Her iki araştırmada da kıyıya yakın istasyonlarda örnekleme yapıldığından ölçülen bakır miktarında karasal etkiler söz konusudur.

III.1.2.e. Çinko

Çinko elementi analizi 9 ayrı örnekleme döneminde de yapılmıştır. 102 örnekte yapılan çinko ölçüm sonuçları Çizelge 10.e., askıyük ile oranları yüzdesi de Çizelge 11.e.'de sunulmuştur.

Kasım, 1985 çalışmasında kıyılarda 146 ± 124 ng/l, kıyı ötesi istasyonda ise 309 ng/l çinko saptanmıştır (Çizelge 8.a-b), Şekil 7.'de verilen grafiklere

bakıldığında çinko/askıyük oranı yüzdesi kıyılarda yüksek olması karasal girdilerin, kıyı ötesine göre fazla olduğunu göstermektedir, 26 nolu istasyon dışındaki istasyonlarda askıyükün az olması, çinkonun atmosferik ve biyolojik kökenli olabileceği konusunda fikir vermektedir.

Nisan, 1986 çalışmasında kıyılarda 159 ± 146 ng/l, kıyı ötesinde ise 139 ± 84 ng/l çinko ölçülmüştür. En fazla çinko 21 ve 51 nolu istasyonlarda olması yüzey akıntı sistemleri ile uyumluluğundandır.

Haziran-Temmuz, 1986 çalışmasında yapılan çinko analizlerinde derişim kıyılarda 392 ± 348 ng/l, kıyı ötesinde ise 278 ± 272 ng/l olarak bulunmuştur. Yüzey akıntı sistemleri ve karasal kaynaklı atmosferik girdiler göz önüne alındığında Kuzeydoğu Akdeniz'in bu mevsimdeki dağılımı ile uyum görülmektedir.

Kasım, 1986 çalışmasında genel olarak çinko derişimleri kıyılarda 117 ± 96 ng/l, kıyı ötesinde ise 155 ± 117 ng/l çinko saptanmıştır.

Şubat-Mart, 1987'de az sayıda çinko analizi yapılmıştır. Antalya Körfezi'ndeki askıyük miktarı ile çinko derişimleri arasında uyum vardır. Bu mevsimde görülen plankton üremesi sonucunda biyolojik kökenli çinko girdisi olduğunu söyleyebiliriz. Ortalama, kıyılarda 17 ± 24 ng/l, kıyı ötesinde ise 30 ± 37 ng/l çinko ölçülmüştür.

Haziran, 1987'de kıyılarda 160 ± 106 ng/l, kıyı ötesinde ise 186 ± 166 ng/l çinko ölçülmüştür. Genellikle bu mevsimde deniz sakin olduğu için atmosferle etkileşimi sonucu yüzeydeki ince bir kirlilik tabakasında kirlilik birikimi oluşmuştur..

Eylül, 1987 çalışmasında 23 ve 25 nolu istasyonlarda sonbaharda gözlenen ikinci plankton üremesi 55 ve 56 nolu istasyonları siklonik döngü etkisiyle dipten yüzeye besin tuzları gibi çinko gelebilmektedir. Ortalama çinko derişimi kıyılarda 142 ± 126 ng/l, kıyı ötesinde de 136 ± 127 ng/l saptanmıştır.

Aralık, 1987 çalışmasında ortalama çinko 53 ± 84 ng/l ölçülmüştür. Askıyükteki klorofil- α yüzdesi bu ayda oldukça yüksek

bulunmuştur (Ek 1-7.), Klorofil- α birincil üretimin yada başka bir deyişle ortamdaki fitoplankton miktarındaki artışın bir göstergesidir. 20 nolu istasyondaki çinko biyolojik kökenli olabilir.

Ocak, 1988 çalışmasında toplam 17 istasyonda çinko ölçümü yapılmış ve ortalama değer 140 ± 118 ng/l olarak bulunmuştur.

III.1.2.f. Kadmiyum

Kuzeydoğu Akdeniz'de 7 ayrı araştırma seferinde toplam 80 askıyük örneğinde Kadmiyum analizi gerçekleştirilmiştir. Nisan, 1986 çalışmasında ortalama kadmiyum kıyılarda $0,36 \pm 0,51$ ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda $0,14 \pm 0,29$ ng/l ölçülmüştür.

Haziran-Temmuz, 1986 kadmiyum ölçümleri ortalama olarak kıyılarda $1,61 \pm 1,14$ ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda $0,61 \pm 0,77$ ng/l saptanmıştır. 26 nolu istasyonda maksimum kadmiyum-kara kaynaklı girdiden olabilir. Nitekim Anamur'da çinko madenlerinin varlığı (MTAE, 1977) kadmiyumun kaynağı olabilir.

Kasım, 1986'da 31 nolu istasyon dışında kadmiyumun saptanabilirlik limitlerinin altında olduğu gözlenmiştir.

Şubat-Mart, 1987 çalışmasında da kadmiyum değerleri saptanabilirlik limitlerinin altında bulunmuştur.

Haziran, 1987 çalışmasında kadmiyum değerleri kıyılarda $0,26 \pm 0,45$ ng/l, kıyı ötesinde ise $0,72 \pm 0,44$ ng/l olarak ölçülmüştür. 26 ve 52 nolu istasyonlar Bölüm I,4,3.'de belirtilen deniz hareketi sonucu askıyük birikimi olmuş ve dolayısıyla eser element birikimi gözlenmiştir.

Eylül, 1987 ortalama kadmiyum sonuçları kıyılarda $0,56 \pm 0,47$ ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda $0,19 \pm 0,42$ ng/l olarak ölçülmüştür.

Aralık, 1987 kadmiyum sonuçlarına bakıldığında derişim tüm istasyonlarda ortalama olarak $0,80 \pm 0,62$ ng/l bulunmuştur.

III.1.2.g. Civa

Kuzeydoğu Akdeniz'de 8 ayrı mevsimsel çalışmada 86 askiyük örneğinde civa analizi yapılmıştır.

Nisan, 1986 çalışmasında Şekil 1.b'de gösterilen 5 kıyı ve 7 kıyı ötesi istasyonda örnekleme yapılmıştır. Çizelge 10.g.'deki verilere bakıldığında civa miktarı, maksimum 22 nolu istasyonda ($19,7$ ng/l), minimum 28 nolu istasyonda (ölçülebilir limitin altında) ölçülmüştür. Civa/askiyük oran yüzdesi Çizelge 10.g. ve Şekil 4.b.'de verilen yüzey akıntı sistemi ile uyum içerisinde. Nitekim siklonik ve antisiklonik su hareketleri etkisinde olan 30, 31, 54, 55 ve 56 nolu istasyonlarda civa ve askiyük miktarlarında artış gözlenmiştir.

Haziran-Temmuz, 1986 örnekleme sonucunda ortalama, kıyılarda $5,49 \pm 0,99$ ng/l kıyı ötesinde $5,91 \pm 1,52$ ng/l civa ölçülmüştür. Maksimum 26 ve 27 nolu istasyonlarda minimum ise 55 nolu istasyonda saptanmıştır. Şekil 4.c'de verilen yüzey akıntı sistemiyle karşılaştırıldığında uyum gözlenmektedir.

Kasım, 1986 çalışmasında örneklenen askiyükte civa derişimi Mersin körfezindeki istasyonlarda $4,3-1,3$ ng/l arlığında değişmektedir. 30 ve 51 nolu istasyonlardaki civa fazlalığı askiyükle uyum göstermektedir. Ortalama kıyılarda $2,05 \pm 1,52$ ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise $3,05 \pm 2,17$ ng/l civa saptanmıştır.

Şubat-Mart, 1987 civa ölçümleri sırasıyla $0,60 \pm 0,57$ ng/l ve $0,70 \pm 0,70$ ng/l olarak bulunmuştur. Değerler yüzey akıntı sistemleri ve askiyük ile uyum içerisinde.

Haziran, 1987 çalışma döneminde az sayıda istasyonda civa ölçümü yapılmıştır. 26 ve 52 nolu istasyonlar Bölüm 1.4.3'de belirtilen akıntı sistemleri etkisinde kaldığından civa miktarında artış söz konusudur. Ortalama civa derişimleri kıyılarda saptanabilirlik limitlerin altında, kıyı ötesi istasyonlarda ise 1.17 ± 0.49 ng/l'dir.

Eylül, 1987 seferinde Antalya Körfezi ve açıklarında yapılan civa analiz sonuçları yüzey su hareketleri ve askıyük değerleri ile uyum sağlamaktadır. Kıyılarda 1.80 ± 1.69 ng/l, kıyı ötesinde ise 2.93 ± 2.55 ng/l civa ölçülmüştür.

Aralık, 1987 civa sonuçları ortalama olarak 1.13 ± 0.47 ng/l'dir. Civa Antalya (29 nolu) ve Mersin (23 nolu) şehirlerine yakın istasyonlarda daha fazla görülmüştür. Buna da karadan gelen evsel atıklar neden olmaktadır.

Ocak, 1988 çalışmasında ortalama 8.25 ± 2.96 ng/l civa ölçülmüştür. Ortalamanın yüksek olması biyolojik kökenli askıyük ve karasal kaynaklı atmosferik girdilerden olabilir,abilir.

III.2.1. Deniz Ortamında Eser Elementlerin Kimyası

Deniz ortamında eser elementler çözünmüş olarak 7 değişik tipte dağılım göstermektedir (Riley ve Chester, 1983).

a- Normal dağılım; Deniz suyu tuzluluğuna bağlı olarak su kolonunda sabit derişim gösteren elementler bu gruba girer. Rb^+ , Cs^+ katyonları ve MoO_4^{2-} anyonu örnek verilebilir.

b- Besin tuzu dağılım; Biyokimyasal dönüşüm içerisinde elementler yüzeyde tüketilen ve derinliğe doğru artan dağılımdır. Biyojeokimyasal dönüşüm üç değişik şekilde olmaktadır. Birincisi P, N, Cd ve As(V) gibi eser elementlerin sığ bölgelerde yenilenişi sonucu orta derinliklerde maksimum göstermesidir. İkincisi Si, Zn, Ba, Ge gibi elementler dip bölgelerde yenilenme döngüsü sonucu derin sularda maksimum göstermektedir. Üçüncüsü ise hem sığ hemde dip bölgelerde birlikte oluşan yenilenme döngüleri

karişımı sonucu besin tuzu dağılımı göstermektedir, Ni elementi dağılımı bu şekildedir,

c- Yüzeyde fazla, derinlik arttıkça tüketilen dağılım; Eser elementler yüzey sularından alınıp hızla taşınmaktadır, Yüzeyde artış;

1. Atmosferik yoldan taşınan ve su kolonunda tutularak ortaya çıkan dağılımdır, ^{210}Pb bu tip dağılım göstermektedir,
2. Nehir yoluyla veya kıyı sedimanlarından ayrılan ve yatay olarak yüzeydeki dağılımlardır, Örnek olarak Mn ve ^{220}Ra verilebilir,

d- Orta derinlik minimumu; Yüzeyden gelen, okyanus dibinde yenilenen veya su kolonunda tutularak oluşan dağılımdır, Al ve Cu bu tip dağılım gösterirler,

e- Orta derinlik maksimumu; Hidrotermal aktiviteler sonucunda oluşmaktadır, Mn ve ^{210}Pb bu tip dağılım gösteren elementlerdir,

f- Oksik sularda orta derinlik maksimum ve minimumu; Eser elementlerin maksimum veya minimumu oksik su tabakasında görülür, Çünkü su kolonu veya eğimli sedimanda indirgeyici koşullar söz konusudur;

1. Eğer oksitlenmiş şekline göre indirgenmiş şekli bağıl olarak daha çözünürse maksimum oluşur, Örnek Mn(II) ve Fe(II),
2. Eğer indirgenmiş şekli bağıl olarak çözünür değilse veya partiküler olmayı tercih ediyorsa minimum oluşur, Örnek Cr(III),

g- Anoksik sularda maksimum ve minimum; Su sirkülasyonu zayıf bölgelerde, anoksik koşullar oluşabilirki bu sülfat indirgenmesiyle ($\text{SO}_4^{2-}-\text{H}_2\text{S}$) olmaktadır,

1. Eser elemntin indirgenmiş şekli oksijenli kısımlardaki şeklinden (oksidlenmiş; yükseltgenmiş) daha çözünürse maksimum oluşur, Örnek Mn(II) ve Fe(II),
2. Eğer indirgenmiş şekil az çözünürse veya partiküler halde bulunmayı tercih ediyorsa minimum oluşur, Örnek Cr(III),

III.2.1.a. Krom

Periyodik çizelgenin VI b grubundan olan krom oksijenli deniz suyunda f6 değerli olarak $(CrO_4)^{2-}$ anyon şeklinde bulunur, Kinetik etkiler, $Cr(III)$; $Cr(OH)_2^+$ ve $Cr(OH)_3$ bileşiklerinin hidroliz ürünü olarak ortaya çıkarılırlar, Krom elementi oksijensiz sularda $Cr(III)$ şeklinde karardır.

Araştırmacılar deniz ortamında bulunan mangan oksitlerin, doğal $Cr(OH)_2^+$ bileşimini adsorbe etmesi ve sedimana taşınması sonucunda bağıl olarak $Cr(III)$ 'ün genellikle partiküler halde olduğunu göstermekte ve $Cr(VI)$ 'ya oksitlenmesi için kesin bir yorum getirememektedirler (Riley ve Chester, 1983), Kromun sediman ve su kolonu arasındaki döngü yaklaşık 6-20 gün arasında olmaktadır (Riley ve Chester, 1983),

Yapılan başka bir çalışmada $Cr(VI)$, hidrojen sülfürlü ortamda hızla indirgendiğini, $Cr(III)$ 'ün ise oksik tabakada da yavaşça yükseltildiğini belirtmişlerdir (Riley ve Chester, 1983),

Krom deniz suyunda besin tuzları şeklinde dağılım gösterir ve derişimi 2-5 nmol/kg arasında değişmektedir, Toplam krom, $Cr(VI)$ 'yı da demir(II) hidroksitle çöktürme işlemi yaparak $Cr(III)$ 'e indirgedikten sonra ölçülmektedir (Riley ve Chester, 1983),

III.2.1.b. Mangan

Geçiş metallereinden olan mangan periyodik çizelgede grup VII b elementlerindedir ve denizde çözünmüş halde +2 yükseltgenme basamağında bulunur, Mangan deniz suyunda genellikle susuz halde Mn^{+2} ve/veya, $MnCl^+$ şeklinde zayıf kompleks gösterir, Oksijenli ortamda $Mn(II)$, sularda çözünmeyen mangan oksit şekliyle termodinamik olarak kararlı değildir ve MnO_2 veya $MnOOH$ ile redoks çifti şeklindedir, Açık sularda çözünmüş mangan derişimi 0,2-3 nmol/kg'dır, Yaklaşık 10-100 yıl arasında su kolonunda bulunan mangan anoksik şartlarda tekrar rejene olarak $Mn(II)$ şeklinde açığa çıkar, Elementin denizlerde dağılımı daha çok gelen girdiler tarafından

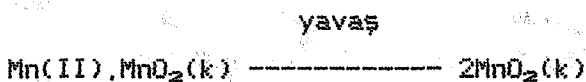
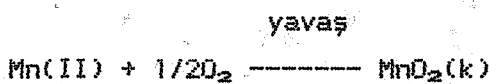
değişmektedir. En çok yüzey sularında, oksijenin maksimum olduğu ve termal suların bulunduğu bölgelerde vardır.

Çözünmüş mangan genellikle yüzey sularında zenginleşmektedir. Yüzeyde maksimum mangan nehir, kıyı sedimanlarının diffizyonu ve atmosferik girdilerden olmaktadır. Partiküler ve çözünmüş haldeki manganın toplam derişimi en çok oksijenin minimum olduğu tabakadadır (Riley ve Chester, 1983).

O_2-H_2S sınırında manganın redoks döngüsü üzerinde çok çalışmalar yapılmıştır (Spencer ve Brewer, 1971). Anoksik tabakada partiküler halde olan Mn(IV) bileşiminin indirgenmesiyle çözünmüş mangan (Mn^{+2}) birikmektedir.

Mn(II) akıntı ve dalgaların etkisiyle nötral veya bazik ortamda su kolonunda yükseltgenerek MnO_2 'yi oluşturur ve askıyük halinde özellikle yüzey sularında birikim gösterirler (Riley ve Chester, 1983).

Partiküler formda bulunan manganın dağılımı yüzey akıntılarla uyum içerisinde olduğundan siklonik veya antisiklonik döngülerin etkisiyle belli yerlerde yamalar halinde birikmektedirler. Mangan(II)'nin oksitlenme reaksiyonu şöyle olmaktadır:



Sulu ortamda Fe ve Mn element oksitlerinin oluşumunda birkaç faktör vardır;

a- Alkali pH ortamında (~ pH 7,1-8,5) demir çözülmüş oksijenle hızla oksitlenerek ferri şekline geçer. Oysa manganız çok yüksek pH'da oksitlenmektedir.

b- HCO_3 ve SO_4 gibi inorganik iyonlar, manganın kimyasal oksitlenmesini etkiler (Riley va Chester, 1983).

Sulu ortamda Fe ve Mn ve Fe-Sülfitlerde birikim ve birlikte çökme;

Al, Fe, Mn'in sulu oksitleri, özellikle oksijenli ortamlarda Fe/Mn hidroksitleri, su sistemlerinde ağır metallerin çökmesini belirler. Bu hidroksit ve oksitler hızlı olarak anyon ve katyonları tutar veya birlikte çöktürür. Hatta $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ve MnO_2 çok az miktarda olması suda ağır metallerin dağılımını ve kontrolü için yeterlidir. Pratikte, sulu metal oksitler tutma veya çökeltme kabiliyetlerinden dolayı, atık su ve içme suyu arıtımında kullanılır. Özellikle Alüminyum ve demir tuzları eser elementleri, organik kirleticileri ve fosfatlı bileşikleri ortamdaki ayırmada kullanılır.

İndirgenme koşullarında tutulan metaller hızla yayılır; doğal sularda çözülmüş metallerin en büyük kaynağı sulu Fe/Mn oksitlerin birikimidir (Riley va Chester, 1983).

Manganın minerolojisi değişik ve sınıflandırılması karışıktır. Mn(IV)'ün miktarı, " $\delta\text{-MnO}_2$ " iki değişik şekilde bulunmaktadır (Riley va Chester, 1983).

(a) Manganız(III)Manganat(IV), $\text{MnO}_7.5\text{H}_2\text{O}$

(b) Sodium-Manganız(III)Manganat(IV), $\text{Na}_4\text{Mn}_{14}\text{O}_{27}.9\text{H}_2\text{O}.\text{MnOH}$ genellikle Mn(II), Mn(IV) ve Mn(III) karışımından olur (Bricker, 1965)

pH'sı 7 ve daha yukarı olan sularda Fe ve Mn oksitler eser elementleri tutar. Eğer pH 7'den düşükse ortamda bulunan çinko, bakır ve arsenik vs.

eser elementler çözünmüş halden katı hale geçerken mangan çabuk bir şekilde hidroliz olmaktadır (Riley ve Chester, 1983).

III.2.1.c. Nikel

Nikel periyodik çizelge de grup VIII'de yer alır. Deniz suyunda daha çok Ni^{+2} katyon olarak, klor ve karbonat kompleksleri şeklinde bulunur. Deniz suyunda genel dağılımı besin tuzlarına benzemektedir.

Deniz ortamında eser elementlerden Cr, Cu, Mn, Co ve Ag gibi nikel dağılımının da bölgenin minerolojik yapısına bağlı olduğu saptanmıştır (Shaw ve Bush, 1977). Nikel planktonlar tarafından alınarak bir kısmı yaşamı için kullanırken bir kısmıda dışkı halinde deniz ortamına bırakılmaktadır (Brewer, 1975). Nikel derişimi yüzey sularda, tabandan yüzeye su hareketi olan yerlerde ve kutup bölgelerinde maksimum miktarda dağılım ölçülmüştür.

Oksijensiz ortamda (hidrojen sülfür) kükürt ile reaksiyonu sonucuda NiS şeklinde sedimana geçer.

III.2.1.d. Bakır

Bakır geçiş elementlerindendir ve periyodik cetvelde Ib grubunda yer alır. Deniz ortamında $Cu(II)$ iyonu en kararlı olanıdır. $CuCO_3$, $Cu(OH)_2$, $Cu_2CO_3(OH)_2$, CuS kompleksleri halinde bulunur.

$Cu(II)$ 'nin en belirgin fraksiyonu çözünmüş organik bileşikler halinde ortaya çıkar. Bakır genellikle kıyılara göre açıklarda az bulunur. Akıntı ve dalgaların etkisiyle deniz dibi sedimanından su kolonuna yeniden suspans olarak da geçmektedir. En belirgin girdi nehir ve atmosfer yoluyla olmaktadır (Chester, 1971).

Bakır, deniz ortamında çinko ve nikel gibi fitoplanktonlar tarafından alınarak ve akümüle olmaktadır (Chester ve Stoner, 1975).

III.2.1.e. Çinko

Çinko deniz ortamında besin tuzlarına benzer dağılım göstermektedir ve 0,05-9 nmol/kg arasında derişimi vardır. Çinko, eser elementlerin son on yıllık toplanması ve analizleri için iyi bir örnek olmuştur. Brewer (1975), deniz suyunda çinko derişimlerini 15-460 nmol/kg (ortalama ~ 50nmol/kg) olarak saptamış ve derişim aralığının büyük olmasının tartışılması gerektiğini belirterek çinko-deniz suyu etkileşmesine bağlamıştır.

K. Pasifikte yapılan bir çalışmada çinko ile silikat arasında bir bağlantı geliştirmiştir. Nedeni de çinkonun silikat gibi planktonlar tarafından alınarak sedimana doğru taşınmasına bağlamışlardır (Riley ve Chester, 1983).

Deniz ortamında çinko, $ZnCO_3$, $ZnSiO_3$ ve ZnS bileşiklerini oluşturmaktadır. Deniz ortamında +2 değerlikli geçiş elementlerden en çok çinko organizmalar tarafından alınır. Biyolojik kökenli askıyükte yapılan analizde çinkonun %20'sinin biyolojik kökenli partiküler madde olduğunu saptamıştır (Bowen, 1976)

III.2.1.d. Kadmiyum

Periyodik çizelgenin IIb grup elementlerindedir. Doğada kadmiyum genellikle (+2) yükseltgenme basamağında bulunur. Kadmiyum elementi deniz suyunda %26'sı $CdCO_3$, %5'i $Cd(OH)_2$, %1'i $CdCl_2$, %1'i $CdSO_4$ ve %66'sında Cd^{+2} iyon halindedir (UNEP, 1985).

Kadmiyum doğal olarak, ignius kayalarda 0,001-0,15 $\mu\text{g/g}$, metamorfik kayalarda 0,04-1,0 $\mu\text{g/g}$, sedimentli kayalarda 0,3-11 $\mu\text{g/g}$, deniz killlerinde 0,4 $\mu\text{g/g}$ ve deniz fosfatlarında 60-340 $\mu\text{g/g}$ derişimlerinde bulunmaktadır. Kirlenmenin olmadığı tarıma elverişli topraklarda 1 $\mu\text{g/g}$ 'dan az kadmiyum vardır. Bölgenin kadmiyum miktarının artması, çinko oranı fazla madenler, çinko eritme ve saflaştırılması işlemleri sırasında olmaktadır. Doğal olarak volkanik patlamalar sonucunda atmosferde bulunur. Rüzgarın taşıdığı tozlar ve orman yangınları kadmiyum yaymaktadır (UNEP, 1985).

Çizelge 12,'de Avrupa Topluluğu Ülkelerinde yapılan yıllık kadmiyum ölçümlerinin ve olası yıllık artık miktarları verilmektedir.

Kadmiyum daha çok korozyona karşı elektroboyada veya metal kaplamada kullanılmaktadır. Kadmiyum-nikel pillerin yapımında kullanılan kadmiyum çevreye önemli ölçüde kirletici vermektedir. Yapılan bir araştırmada eğer sadece kullanılan pillerin toplanırsa dünya kadmiyum kirlenmesi %30 oranında azalacağı hesaplanmıştır (Çizelge 13.).

Kadmiyumun denizlere ve okyanuslara atmosfer yoluyla ve çoğunlukla partiküler şeklinde taşınmaktadır. Yağmur ve kar ile çözünerek atmosferden denizlere ulaşmaktadır (UNEP, 1985). Volkanik hareketlerin olduğu bölgelerde atmosferin kadmiyumca zenginleştiği saptanmıştır. Nehirlerden partiküler ve çözülmüş halde taşınan kadmiyumun miktarı bölgenin minerolojik yapısına bağlıdır.

İnorganik formda olan kadmiyum bileşikleri çözünürlüğe bağlı olarak partiküler veya çözülmüş halde bulunur. Organik yapı içerisinde bulunan kadmiyumun biyolojik aktivite sonucunda kolaylıkla bozunmaktadır. Kadmiyum oksijensiz ortamda sülfür veya karbonat şeklinde çökerken oksijenli su veya sediman ortamında serbest halde bulunur.

Yapılan araştırmada kadmiyumun fitoplanktonlar tarafından alındığını, besin zinciri içerisinde zooplanktonlara geçtiğini ve daha sonrada dışkı maddesi içerisinde ortama partiküler halde verildiğini saptamıştır (UNEP, 1985).

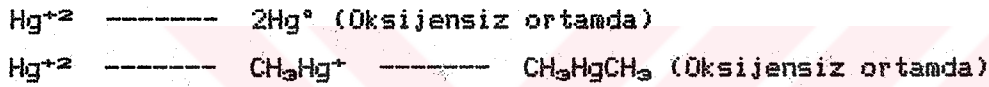
III.2.1.g. Civa

Deniz ortamında inorganik civa Hg^0 , $Hg_2^{+2}(I)$, $Hg^{+2}(II)$ olarak bulunmaktadır. Anoksik ortamda elementel halde bulunan civa oksijenli ortamda hızla $Hg^{+2}(II)$ 'ye yükseltgenmektedir. Tatlı sularda asidik ortamda $HgCl_2$, bazik ortamda $Hg(OH)_2$, deniz suyunda ise pH 9-10'nun altında $HgCl_4^{2-}$ veya $HgCl_2$ kompleksleri halinde bulunmaktadır.

Oksijenli ortamda serbest halde bulunan Hg^{+2} iyonlar biyolojik aktivasyon sonucunda metilcivaya dönüşmektedir. Ortamın pH'sı, redoks potansiyeli ve ortamdaki sülfür bileşikleri ve kompleks yapısı organik ve inorganik civanın miktarlarını etkilemektedir.

Hg^{+2} oksijensiz ortamda Hg^0 indirgenir. Oksijenli ortamda ise mikroorganizmalar yardımıyla organik civaya (mono-, di-metil civaya) dönüşerek partiküler halde özellikle deniz yüzey tabakasında birikirler. Nitekim yapılan çalışma sonucunda metil civanın askıyükte %83-100 oranda olduğu saptanmıştır (Salihoğlu, 1982).

Ortamda yürüyen reaksiyon şöyledir:



Civa ayrıca oksijensiz ortamda kükürt ile toksik bileşik olan civa sülfürleri yapar. Reaksiyon şöyledir:



Metil civanın tamamına yakını organik olduğu belirtilmiştir (Salihoğlu, 1982). Tarımsal mücadele ilaçları olarak kullanılan fenilciva tuzları (C_6H_5HgX), metoksietilciva tuzları ($CH_3-O-C_2H_4HgCl$) ve metoksietilciva asetatı ($CH_3-O-C_2H_4-Hg-CH_3COO$).

Bu bileşiklerin oksijenli ortamda hidroliz olup $Hg^{++(II)}$ 'ye dönüştüğü anlaşılmıştır. Doğu Akdeniz'de deniz suyundaki çözülmüş oksijen kışın yaklaşık 7ppm, yazın 5ppm, pH ise 8,2'dir. Bu koşullarda:

hidroliz



hidroliz



Açığa çıkan $Hg^{+2}(II)$ biyolojik aktivite sonucu CH_3Hg^+ , CH_3HgCH_3 'e dönüşmektedir.

III.2.2. Toplam Askıyük ile Eser Element Etkileşimi

Deniz kimyasında, 0.5 μm gözenekli filtrelerden geçenler çözünmüş madde, geçmeyenlere partiküler madde denir. Çözünmüş maddde, elementin kolloidal formlarını da içermektedir.

Partiküler madde, bir başka deyişle askıyük, gerek miktar gerekse yapısal olarak değişiklikler içermektedir. İnorganik askılar 1 μm 'den küçük olup çoğunlukla feldspar, kil ve kuvarz şeklinde karadaki kayaların aşınmasıyla oluşan minerallerdir. Diğer inorganikler; katı, çözünmüş ve kolloidal kısımların etkileştirmesiyle suda oluşan ve ölü organizmalardan kalan kalkerli, silisli partiküllerdir. Yaşayan organizmalar ve onların ölüleri ile atıkları deniz ortamında organik partikülleri oluşturur. Bazı partiküllerin inorganik içeriği fazla olabilir ve eser elementleri miktarları değerlendirilebilir. Öte yandan dip sularda askıyük artışı ve azalışı sedimanın akıntıyla yeniden su kolonuna taşınması veya hızla çökelmelerinden kaynaklanmaktadır.

Eser elementler deniz suyunda homojen dağılmayıp yamalar halinde bulunmaktadır. Çünkü jeokimyasal oluşumlardan ve özellikle adsorpsiyon ve biyolojik özümlemeler elementlerin derişimlerini etkilemektedir. Beklenmeyen bölgesel derişimler karadan taşınan atıklar ve volkanik aktivitelerden kaynaklanmaktadır.

Karadan taşınan yağmur suları eser element girdisinin belirgin yoludur. Eser elementlerin hepsi çözünmüş olarak değil, çok iyi parçalanmış asılı organik maddelerde adsorbe olarak taşınabilirler. Eser elementlerin miktarı nehir yatağının geçtiği yerlerin özelliklerine bağlıdır. Örneğin madenlerin bulunduğu bölgeden taşınan sular da daha çok eser element gelmektedir.

Eser elementlerin jeokimyasal dengesi, inorganik tortullarda adsorbe oluşuyla ve sonra sedimana geçmesiyle kontrol edilir. Tortullaşmanın şekli

redoks potansiyeli ve denizin pH'sına bağlıdır. Deniz ortamında pH yavaş yavaş değiştiğinden yükseltgenme ve indirgenme ortamları katı fazları şekillendirmesinden dolayı eser elementleri de etkiler. Örneğin çok küçük miktarda manganez ve demir; ferro-mangan çekirdeğini oluştururken su kolonundan ayrılmakta ve oluşan mikro-çekirdekler deniz dibine veya yüzeye doğru hareketleri sırasında sudaki iyon haldeki elementleride adsorbe ederek sedimana taşırlar.

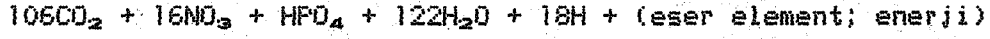
Ortamda bulunan oksijen organik maddeler tarafından tamamen tüketildiğinde, indirgenme koşulları oluşur ve H₂S'li tabaka meydana gelir. Anoksik tabaka çok miktarda Fe(II) ve Mn(II) içerir. H₂S arttıkça bu iyonlar sülfürler şeklinde çökmeye başlar.

III.2.3. Birincil Üretim ile Eser Element Etkileşimi

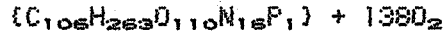
Canlı hücreler ortamdaki elementleri alırlar. Bowen (1966) yaptığı bir çalışmada organizmaların sudaki eser element miktarının 10⁶ katı olduğunu saptamıştır.

Deniz ortamında, fitoplanktonlar besin zincirinin ilk halkasını oluştururlar. Fitoplanktonlar oluşumu için bazı eser elementlere gereksinimi vardır. Genel olarak mikronütrient olarak tanımlanan bu eser elementlerin en önemlileri azot ve fosfordur. Azot ve fosfor yanında iskelet ve/veya hücre duvarına sahip olan fitoplanktonlar silikona da gereksinim duyarlar.

Deniz ortamında fotosentez olayı, ışığın ulaşabildiği derinliklerde olmaktadır. Fotosentez olabilmesi için deniz ortamında mikronütrientlerle inorganik karbonun bulunması şarttır. Fotosentez olayı basit olarak şu denklemle açıklanabilir.



Fotosentez Parçalanma



Fitoplanktonlar yaşamı için az da olsa bazı elementleri kullanmaktadırlar. Örneğin Fe, Mn, Cu, Ni ve Zn elementler enzimlerin; Co elementi de B₁₂ vitaminin yapısında bulunmaktadır. Deniz ortamında bulunan Hg, Pb, Cd, Se gibi elementler ise fitoplanktonlar ve diğer besin zinciri içerisindeki organizmalar tarafından gereksinim duyulmadığı halde alınmakta ve bazı organlarda birikmektedir.

III.2.4. Su Kütlesi Hareketi ile Eser Element Etkileşimi

Deniz ortamında saat yönünün tersi akıntılar siklonik döngü sistemlerini oluştururlar. Böyle sistemlerin merkezlerinde dip suların yüzeye doğru yükselmesi, merkezdeki yüzey sularının da kenarlara doğru taşınması söz konusudur. Böyle girdapların kenarlarında oluşan cephelerde birçok kimyasal bileşen birikmektedir. Antisiklonik merkezlerde durum tersinedir ve merkezde yüzey sularının dibe çökmesi söz konusudur. Böyle sistemlerde ise askıyük ile birçok kimyasal bileşen merkezi kısımlarda birikmektedir.

Sığ bölgeledeki dalga hareketleri kayalardan ve sedimandan kopardığı süspanse maddelerdeki eser elementleri yüzey akıntılarıyla açıklara taşımaktadır.

III.2.5. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükteki Bazı Eser Elementlerin Mevsimsel ve Yıllık Dağılımı

III.2.5.a. Krom

Çizelge 10,a'da verilen krom sonuçları karasal orijinli ve denizdeki fiziksel (akıntı, dalga vb.), biyolojik ve kimyasal değişkenlere bağlı olarak dağılım göstermektedir.

Türkiye'nin Akdeniz kıyı şeridinde (Hatay-Marmaris) krom madenleri işletmelerinin varlığı (MTAE,1977),ortama krom verebilecek endüstri kuruluşların yoğunluğu ve kıyı şehirleşmesi sonucu oluşan evsel atıklar kromun deniz ortamında dağılımını etkilemektedir.,

Kuzeydoğu Akdeniz'de 8 ayrı çalışma döneminde 84 örnekte krom element analizi sonuçlarına göre ortalama mevsimsel derişimleri kıyılarda kışın 56 ± 21 ng/l, ilkbaharda 55 ± 45 ng/l, yazın 102 ± 61 ng/l ve sonbaharda 41 ± 26 ng/l ölçülmüştür. Kıyı ötesi istasyonlarda ise kışın saptanabilirlik limitinin altında, ilkbaharda 54 ± 45 ng/l, yazın 203 ± 142 ng/l ve sonbaharda 43 ± 29 ng/l ölçülmüştür. Bu verilere dayanarak yıllık dağılım kıyılarda 64 ± 23 ng/l, kıyı ötesinde ise 75 ± 77 ng/l, tüm Kuzeydoğu Akdeniz'de ki dağılım ise 69 ng/l olarak hesaplanmıştır (Çizelge 9, ve 14.).

Ortalamanın üzerinde saptanan krom istasyonların bir kısmı Seyhan, Göksu, Manavgat, Eşen gibi kromca zengin askıyük taşıyan akarsuların; bir kısmı da ortama krom atığı verebilecek önemli endüstri kuruluşların etkisindedir. Yaz mevsiminde deniz suyunun fiziksel faktörlerden dolayı (sıcaklık, tuzluluk, akıntı) tabakalaşmasıyla yüzeyde oluşan ince tabakada kirlilik birikimi olmaktadır. Dolayısıyla krom derişimde diğer mevsimlere göre artış beklenmelidir.

III.2.5.b. Mangan

Kuzeydoğu Akdeniz'de mangan derişiminin kıyı istasyonlarda daha çok karasal orijinlidir. Kıyı ötesi istasyonlardaki mangan ise biyolojik kökenli ve atmosferik yoldan taşınan karasal girdilerden olmaktadır.

Yapılan 9 ayrı deniz seferinde maksimum mangan İskenderun ve Mersin körfezlerindeki istasyonlarda saptanmıştır. İskenderun-Taşucu kıyı şeridinde büyük endüstri kuruluşlarının (demir-çelik, gübre, kromsan ve tekstil fabrikaları) yanında, son yıllarda hızla artan kıyı kentleşmesi sonucu evsel girdiler ve kayalardan rüzgar ve yağmur etkisiyle önemli ölçüde kara kökenli mangan taşınmaktadır.

Çizelge 10.b.'de görüldüğü üzere 20 ve 25 nolu istasyonlar arasında ölçülen mangan derişimleri yukarıda anılan faktörler etkisinde kalışından dolayı ortalamanın üzerindedir.

Çizelge 11.b.'de manganın kıyı ve açık istasyonlarda askıyükteki yüzde ortalamasına bakıldığında askıyükün düşük olduğu yaz aylarında mangan artışı söz konusudur. Çünkü yaz mevsiminde deniz yüzeyinde oluşan maksimum kirlilik birikimi daha çok karasal orijinli atmosferik girdilerdir.

Kuzeydoğu Akdeniz'de ölçülen ortalama mevsimsel mangan Çizelge 9.'da sunulmaktadır. Buna göre kıyı istasyonlarında ortalama olarak mevsimsel mangan dağılımı kışın 52 ± 3 ng/l, ilkbaharda 61 ± 40 ng/l, yazın 202 ± 13 ng/l ve sonbaharda 67 ± 24 ng/l olarak ölçülmüştür. Kıyı ötesi istasyonlarda ise sırasıyla 40 ± 3 ng/l, 51 ± 63 ng/l, 109 ± 69 ng/l ve 56 ± 31 ng /l ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre manganın Kuzeydoğu Akdeniz'in kıyı bölgelerinde yıllık dağılımı kıyılarda 96 ± 23 ng/l, kıyı ötesinde ise 64 ± 27 ng/l hesaplanmıştır (Çizelge 9. ve 14.).

III.2.5.c. Nikel

Kuzeydoğu Akdeniz'de yapılan 9 ayrı mevsimsel çalışmalarda 90 toplam askıyük örneğinde nikel elementi ölçülmüştür. Nikelin ortalama mevsimsel

derişimi ve dağılımı kıyıya yakın istasyonlarda kışın 474 ± 2 ng/l, ilkbaharda 357 ± 574 ng/l, yazın 810 ± 248 ng/l ve sonbaharda 136 ± 12 ng/l olarak ölçülmüştür. Kıyı ötesi istasyonlarda ise sırasıyla 141 ± 165 ng/l, 276 ± 272 ng/l, 1010 ± 808 ng/l ve 220 ± 136 ng/l ortalama mevsimsel nikel ölçülmüştür (Çizelge 9.).

Bu veriler ışığında ortalama yıllık nikel derişimi kıyılarda 338 ± 295 ng/l, kıyı ötesinde 412 ± 348 ng/l olduğu ve tüm Kuzeydoğu Akdeniz için 375 ± 44 ng/l olarak saptanmıştır (Çizelge 14).

Şekil 9.'da verilen yüzey sedimanında elementlerin dağılımlarına bakıldığında nikel ile krom benzer dağılım göstermektedir. Dolayısıyla MTAE, (1977) araştırma raporunda zengin krom yataklarının Toroslar ve Batı Akdeniz kıyılarında bulunması ve nehir yoluyla veya rüzgar tarafından aşındırması sonucu atmosfer yoluyla denizlere nikel taşınmaktadır,

Nikel; çinko, bakır ve kurşun elementleri gibi planktonlar ve diğer mikroorganizmalar tarafından alınıp dışkı materyali olarak partiküler halde ortama geri verilmektedir (Spencer ve Brewer, 1979). Genellikle nikelin deniz suyunda kompleks yapmadan iyonik halde bulunması planktonlar tarafından kolaylıkla alınmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak birincil üretimin olduğu bölgelerde daha fazla nikel saptanması biyolojik askıyükteki nikel birikimindedir.

Mevsimsel ortalama nikel değerlerine bakıldığında ilkbahar ve yaz değerlerinin sonbahar ve kış değerlerinden fazla olması yağışların ve rüzgarın etkisiyle denizlere taşınmasından ve birincil üretim nedeniyledir. Yaz dönemi nikel değerlerine bakıldığında hem kıyı hemde kıyı ötesi istasyonlarda yüksek derişimler ölçülmesi atmosfer yoluyla ve yüzey akıntılarının etkisiyle taşındığını göstermektedir.

Özetlersek, Kuzeydoğu Akdeniz'de nikelin dağılımını etkileyen faktörler Şekil 9.c.'de verilen yüzey sedimanındaki nikel dağılımına göre yağmur sularının karadan kopararak taşınan partiküler materyaller ve birincil üretim doğal, evsel ve endüstriyel atıkların ise yapay nikel derişimini

oluşturmaktadır. Sığ sularda ve kıyılarda dalga ve akıntılar nikelin ortamda Ni^{+2} iyon şeklinde ve yüzeyde yoğunlaşmasına neden olmaktadır.

Tüm Akdeniz için ortalama 1,2 $\mu\text{g/l}$ olan nikel derişimi, Kuzeydoğu Akdeniz'de askıyükte dağılımı ortalama $0,37\pm0,04 \mu\text{g/l}$ olarak bulunmuştur. Kıyılarda ve kıyı ötesi istasyonlarda yıllık dağılıma bakılırsa açıklarda fazla olması atmosferik girdinin daha etkin olduğunu göstermektedir.

III.2.5.d. Bakır

Bakırın her çalışma döneminde bulunan sonuçlarına bakıldığında, askıyük ile uyum içerisinde olmadığı görülmektedir. Nitekim yağışların olmadığı yaz mevsiminde saptanan kıyı ötesi istasyonlardaki bakır derişim artışı atmosfer yoldan girdi veren kara kaynakların önemindedir. Ayrıca Kuzeydoğu Akdeniz'in genel akıntı sistemine göre Kıbrıs adasından ve Toroslardan gelen bakır elementi girdileri Antalya Körfezi'ne ve açıklara taşınması olasıdır. Yaz dönemindeki bakır artışını etkileyen diğer faktörde biyolojik aktivitedir.

Çizelge 10'da verilen bakır sonuçlarına göre Mersin ve Antalya körfezlerinde daha fazla olmasının nedeni , yoğun deniz trafiği ve önemli endüstri kuruluşların varlığıdır (Çizelge 1.).

Kuzeydoğu Akdeniz'de yaklaşık 104 örnekte yapılan bakır elementi analizinde ortalama mevsimsel dağılım kıyı istasyonlarda kışın $49\pm27 \text{ ng/l}$, ilkbaharda $30\pm35 \text{ ng/l}$, yazın $66\pm39 \text{ ng/l}$ ve sonbaharda $19\pm18 \text{ ng/l}$ ölçülmüştür. Aynı şekilde kıyı ötesi istasyonlarda sırasıyla $79\pm78 \text{ ng/l}$, $14\pm12 \text{ ng/l}$, $46\pm45 \text{ ng/l}$ ve $29\pm16 \text{ ng/l}$ bakır ölçülmüştür (Çizelge 9.).

Bakırın yapılan analizler sonucunda ortalama yıllık dağılım kıyı ve kıyı ötesinde $41\pm18 \text{ ng/l}$ ve $26\pm12 \text{ ng/l}$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 14). Bakırın mevsimsel grafiğine bakıldığında kıyı istasyonlarda fazla olduğu görülmektedir.

Kış ve ilkbaharda karadan nehir yoluyla taşınan partiküllerin inorganik olanları daha yoğun ve büyük olduğundan kısa sürede sedimana geçmektedir (Riley ve Chester, 1971). Öte yandan Türkiye'den taşınan askıların inorganik oranı fazla olduğuna göre kıyı ötesi istasyonlarda elementlerin organik karakterli askılarda birikimi söz konusudur. Buda kıyı ötesinde biyolojik kökenli askılarda bakır biriktiğini açıklamaktadır.

III.2.5.e. Çinko

Kuzeydoğu Akdeniz'de örnekleme yapılan 9 ayrı araştırma seferinde 102 tane örnekte çinko ölçümü yapılmıştır. Ortalama mevsimsel dağılımı kıyı istasyonlarda kışın 70 ± 52 ng/l, ilkbaharda 159 ± 146 ng/l, yazın 276 ± 116 ng/l ve sonbaharda 135 ± 13 ng/l, kıyı ötesi istasyonlarda ise sırasıyla 30 ± 37 ng/l, 139 ± 84 ng/l, 232 ± 46 ng/l ve 200 ± 77 ng/l olarak ölçülmüştür. Bu veriler ışığında Kuzeydoğu Akdeniz'de yıllık dağılım kıyılarda 160 ± 74 ng/l, kıyı ötesinde ise 150 ± 77 ng/l olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 9, ve 14.),

Silisyu baseninde yüzey sedimanlarında yapılan analizlerde yüksek miktarda çinkonun bulunması (Şekil 9.), denize karasal girdinin olmasıdır. Öte yandan Anamur-Adana ve Kuzey Kıbrıs kıyılarında çinko filizleri olduğu bilinmektedir (MTAE, 1977; Shaw ve Bush, 1977).

Çinko biyolojik kökenli askıyükte en çok birikim gösteren elementlerdendir Çizelge 4.'de de verilen değerlere bakıldığında çinko mangan dışında mikroorganizmalarda en fazla birikmektedir. Kuzeydoğu Akdeniz'de birincil üretiminin olduğu dönemlerde, yüzey akıntı sistemlerinin de etkisiyle homojen olmayan dağılım oluşmuştur. Çinko deniz ortamında organizmalar için erekli bir elementtir. Bu nedenle biyolojik askılarda daha fazla bulunmaktadır.

II.2.5.f. Kadmiyum

Kuzeydoğu Akdeniz'de yapılan kadmiyum ölçümü 7 ayrı örnekleme dönemini içermektedir. Yaklaşık 80 örnekte yapılan kadmiyum analizi sonucunda kıyı

istasyonlarda ortalama mevsimsel dağılımı kışın 0,4 ng/l, ilkbaharda 0,36 ng/l, yazın 0,94 ng/l ve sonbaharda 0,28 ng/l'dır. Kıyı ötesi istasyonlarda ise kışın saptanabilirlik limitinin altında, ilkbaharda 1,08 ng/l, yazın 1,67 ng/l ve sonbaharda 0,15 ng/l ölçülmüştür. Bu veriler ışında kadmiyumun açıklarda ilkbahar ve yaz mevsimlerinde daha fazla olması deniz ortamına atmosfer yoluyla karalardan taşındığını söyleyebiliriz,

Madenlerin filizlerinden saflaştırılması işlemi sırasında ve bazı endüstri kuruluşlarının özellikle gübre fabrikalarının atmosfere verdiği atıklar rüzgar yardımıyla denizlere ulaşmaktadır. Nitekim İskenderun-Mersin kıyı şeridi ile Fethiye-Marmaris arasındaki bölgelerde daha fazla kadmiyum ölçülmüştür (Çizelge 10.f.).

III.2.5.g. Civa

Diğer elementlerde olduğu gibi civa da deniz ortamında en çok yüzey sularındaki 1mm kalınlığındaki ince tabakada bulunur. Deniz yüzeyi ince tabakası kirlenmenin en yoğun olduğu kesimdir. Çünkü atmosferle deniz arasında kalan katı-sıvı ve gaz değişiminin tümü oldukça ince ve hacmi az bu tabakada olmaktadır. Ayrıca kendine özgü organizmaların yaşamında sağlayan bu su tabakasıdır. Bu tabakanın kimyasal özellikleri organik maddeler ile bazı eser elementlerin burada birikmesine olanak vermektedir.

Civanın (çinko ve kadmiyum gibi) atmosfer yoluyla denize giren madde miktarı nehir yoluyla girenlerle kıyaslanabilecek ölçüdedir. Cu, Ni, Zn, As, Sb, Ag ve Pb gibi karalardan denizlere olan toplam girdinin yarısından fazlası atmosfer yoluyla olabilmektedir.

Kıyı ve kıyı ötesi denizlere, atmosferden denize olan civa girdisi, civanın deniz yüzeyindeki gaz ile havadaki katı fazı (partikül) arasındaki dağılımına çok duyarlıdır. Bir başka deyişle su yüzeyine yakın hava tabakalarındaki katı fazdan deniz suyuna girmesi beklenen civa miktarları, aynı tabakanın buhar fazından alınan çok küçük bir fraksiyonundan olan civa girdilerine oranla çok azdır (Salihoğlu, 1982).

Civa çeşitli kompleksler ve partiküler halde bulunabilir, Redoks potansiyelindeki değişimler ve mikrobiyolojik aktiviteler değişik formlardaki civanın metillenmiş reaksiyonlar vermesine, indirgenme-oksitleme reaksiyonuna girmesine veya elemental halde atmosfere buharlaşmasına neden olmaktadır.

Deniz suyundaki toplam civanın yaklaşık %75-80'inin askıyükte olduğu saptanmıştır (Salihoğlu, 1982). Nitekim mevsimsel civa ve askıyük dağılımları uyum içerisinde olması civanın askıyükte biriktiğini açıklamaktadır (Şekil 8.).

Civanın suda askıyükte birikmesi, deniz ortamındaki dağılımını belirlemesi yönünden önemlidir. Askıyükü oluşturan parçacıkların bir araya gelmesiyle yeterli büyüklük ve ağırlığa ulaşanlar dibe çöker ve beraberindeki civayı da sedimana taşır. Biyolojik karıştırma, akıntı ve dalga hareketleri sedimana taşınan civanın tekrar suya geçmesine neden olmaktadır.

Kuzeydoğu Akdeniz'in seçilmiş değişik istasyonlarında örneklenen askıyükte civanın dağılımı Çizelge 10.g.'de verilmiştir. Yıllık ortalama olarak kıyılarda $3,96 \pm 2,16$ ng/l, kıyı ötesinde $3,15 \pm 1,75$ ng/l olarak bulunmuştur.

Örnekleme yapılan araştırma seferlerinde, askıyükte civa derişimleri Mersin ve Antalya körfezleri ile Göksu nehri deltasında saptanmıştır.

III.2.6. Sonuç

Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey sularındaki askıyükte ölçülen bazı eser elementlerin sonuçlarına bakıldığında bölgenin minerolojik yapısıyla uyum sağladığı görülmektedir.

Denizin atmosferle her zaman etkileşim içerisinde olduğu yüzey tabakasında askıyük derişimi atmosferden girdiler nedeniyle yüksek olmaktadır. Öte yandan denizde fiziksel olaylara bağlı olan yatay ve düşey su hareketleri askıyükte eser elementlerin yamalar halinde dağılımına neden olmaktadır. Bu

daha çok açık deniz için geçerlidir. Çünkü kıyı bölgelerde karasal girdiler de söz konusudur.

Kuzeydoğu Akdeniz'de yaz aylarında yağışların olmayışı sonucu nehir debileri azalmakta ve bağıl olarak birincil Üretim de düşük olmaktadır. Buna rağmen kıyı ve kıyı ötesi bölgelerde eser element derişimlerindeki artış gerçekte mevsmi itibariyle sakin olan Akdeniz'in yüzey sularında oluşan ince tabakada kirlilik birikimine neden olmaktadır. Bir başka deyişle denizin atmosferle etkileşim içerisinde olduğu bu tabakada maksimum kirlenme gözlenmektedir. Öte yandan denizin fiziksel değişkenlere bağılı olan yatay ve düşey su hareketleri eser elementlerin su kolonundaki dağılımını etkilemektedir.

Diğer mevsimlerde (özellikle kış ve ilkbahar aylarında) atmosferik girdiler yanında mevsimi itibariyle birincil Üretim sonucu biyolojik partiküler maddelerde ortama element vermektedir. Fakat bu mevsimlerde yaz aylarında gözlenen su tabakalaşması yatay ve dikey su hareketleri sonucu bozulmakta ve bağılı olarak yüzeyde kirlilik birikimi oluşmamaktadır.

Bu etkenler ışığında Mersin-İskenderun arasındaki kıyı şeridinde kara kaynaklı doğal girdiler nehir, rüzgar ve yağmur yardımıyla olmaktadır. Bölgenin şehirleşme ve endüstrileşme yoğunluğu yanında deniz trafiğininde işlekliği yapay kirletici faktörlerdir ve askıyükteki eser element derişimini belirlemektedir. Antalya- Marmaris kıyı şeridinde ise zengin maden yatakları bulunması eser element dağılımını belirlemektedir.

Askıyükte ölçülen eser elementlerin diğer denizlerde bulunan derişimleri ile karşılaştırıldığında okyanus sularına göre fazla (bakır hariç), Çin ve Meksika körfezlerine görede daha az olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni de okyanusların açık deniz olması ve kirleticileden etkilenmesinin diğer denizlere göre az olmasıdır.

CONCLUSION

The results obtained by the analysis of some trace elements in suspended sediments collected from the surface waters of Northeast Mediterranean were in agreement with the mineralogical structure of the region.

The concentration of suspended sediment is relatively high in surface layer because of the interaction with the atmosphere. On the other hand the physical dynamics of the water masses affect the distribution of suspended particles and causes patchiness. This is consistent for the open ocean since the land-based sources are effective for coastal areas. Thus the main source is the atmosphere for the suspended sediment in seawater for summer months because the precipitation is low and the input via rivers is minimum in summer months. The source of organic fraction in suspended sediment is primary production in the marine environment and it is relatively low in this time period of the year.

The concentration of suspended sediment and adsorbed trace elements increase in winter and spring because the primary production is high and the atmospheric precipitation is high as well. The water column is well-mixed in winter and early months and the accumulation of suspended sediment in the surface layer was not observed.

Consequently the coastal area between Mersin- and Iskenderun is affected by the natural land-based sources via rivers and precipitation as well as the development of urban areas and industry. These sources are effective on the concentration of the trace element in suspended sediments collected from the surface layer of this region. The coastal region between Antalya and Marmaris is affected by the rich ores in the coastal and inside areas.

When the trace element concentration in suspended sediment in the NE Mediterranean was compared with the values different marine environments was found relatively high (copper is exceptional), but low when compared with the values from China and Mexico Bay. Thus one can say that open ocean is unpolluted in terms of trace elements in suspended sediments.

KAYNAKLAR

- Bidleman, T.F., Rice, C.P., and Olney, C.E., 1976, "High molecular weight chlorinated hydrocarbons in the air and sea; rate and mechanisms of air/sea transfer", in Marine Pollutant transfer, Windom, H.L. and Duce, R.A., (eds.), Lexington Books, Lexington, 323.
- Bowen, H.J.M., 1966, "Trace Elements in Biochemistry," Academic Press, London.
- Brewer, P.G., 1975, "Minor elements in sea water, in Chemical Oceanography Vol I, 2nd ed., Riley, J.F. and Skirrow, G., (eds.), Academic Press, London, 415.
- Bruland, K.W., Franko, R.P., Knauer, G.A. and Martin, J.H., 1979, "Sampling and analytical methods for the determination of Cu, Cd, Zn and Ni at the nanogram per liter in sea water," Anal. Chim. Acta, 105, pp. 233-245.
- Chester, R. and Hughes, M.J., 1967, "A chemical technique for the separation of ferro-manganese minerals, carbonate minerals and absorbed trace elements from pelagic sediments", Chem. Geol., 2, 249.
- Chester, R. and Stoner, J.H., 1972, "Concentrations of Suspended Particulate Matter in surface sea water", Nature, 240, 552.
- Chester, R. and Stoner, J.H., 1974, "The distribution of Zn, Ni, Mn, Cd, Cu and Fe in some surface waters from the World Ocean, Mar. Chem, 2, 17.

- Chester, R. and Stoner, J.H., 1975, "Trace Elements in total Particulate Material from Surface Sea Water," *Nature* Vol. 225, pp.50-51.
- EIE, 1978, "Summary of 1978 Water-year Stream Gaging Activities." In water year 1978, 250 stream gaging and 10 lake gaging stations were operated by EIE Administration within Turkish Hydrological network.
- Emelyanov, E.M., K.M. Shimkus, 1972, "Suspended Matter in the Mediterranean Sea", In: *The Mediterranean Sea: A Natural Sedimentation Laboratory*, D.Y. Stanley (ed.), Dowden, Hutchinson and Ross Inc, Strousburg, Pennsylvania
- 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(30A), pp. 311-323.
- Evans, G., 1971, "The Recent Sedimentation of Turkey and the adjacent Mediterranean and Black Seas; review," In: A.S. Campbell (ed.), *Geology and history of Turkey*, Petroleum Exploration Society of Libya, pp. 385-406.
- Förstner, U. and Wittman, G.T.W., 1979, "Metal Pollution in the Aquatic Environment", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, printed in Germany.
- Goldberg, E.D., 1954, "Marine Geochemistry: Chemical Scavengers of the sea", *J. Geol.* 62, 249.
- Goldberg, E.D., 1975, "Marine Pollution in Chemical Oceanography", Vol. 3, 2nd ed, Riley, J.P. and Skirrow, G., (eds.), Academic Press, London, 39.
- Göçmen, D., 1987, "Fluctuations of chlorophyll-*a* and Related Chemical, Biological and Physical Parameters in Turkish Coastal Waters", Master Thesis, METU, Institute of Marine Sciences, Erdemli, Icel.

- Kullenberg, G., 1982, "Pollutant Transfer and Transport in the Sea", Volume II, CRC Press, Inc., 2000N.W. 24th street, Boca, Florida, 33431.
- Morris, B.F., Butler, J.N., Sleeter, T.D., and Cadwallader, J., 1976, "Transfer of particulate hydrocarbons material from the ocean surface to the water column", in Marine Pollutant Transfer, Windom, H.L. and Duce, R.A., (eds.), Lexington Books, Lexington, 213.
- MTAE, 1977, "MTA Enstitüsünce Bilinen Türkiye Yeraltı Kaynakları Envanteri", Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü yayınlarından, No 168, pp 1-330, Ankara, Türkiye.
- Oren, O. H., 1971, "The Atlantic Water in the Levant Basin and on the Shores of Israel, Cahiers Oceanographiques, v. 23, No. 3, 291-297.
- Ovchinnikow, I.M., 1966, "Circulation in the surface and intermediate layers of the Mediterranean", Oceanology, 5, pp. 48-58.
- Ovchinnikov, I. M., 1984, "The Formation of Intermediate Water in the Mediterranean, Oceanology, v. 24, 168-319.
- Özkan, M.A., G., Tuncel, S. Tuğrul, G. Remelow and T.İ., Balkaş, 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. Albagies (ed.), Pergamen Press, Oxford, New York, pp. 615-619
- Özsoy, E., M.A., Latif and Ü., Ünlüata, 1986, "Mesoscale hydrographic characteristics in the Northeastern Mediterranean- November 1985", paper presented at POEM Workshop Erdemli, İçel, Turkey, June, 1986.
- Özsoy, E., T. Oğuz, M.A., Latif ve Ü., Ünlüata, 1987, "Kuzeydoğu Levant Denizi'nin Oşinografisi", Cilt I, Fiziksel Oşinografi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli, İçel.

- Özturgut, 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.
- Riley, J.P. and Chester, R., 1971, "Introduction to Marine Chemistry," Academic Press, London and New York.
- Riley, J.P. and Chester, R., 1983, "Chemical Oceanography," Academic Press, London and New York, Vol. 8, pp. 1157-215.
- Risebrough, R.W., de Lappe, B.W., and Walker, W., 1976, "Transfer of higher molecular weight chlorinated hydrocarbons to the marine environment", in Marine Pollutant Transfer, Window, H.L. and Duce, R.A., (eds.), Lexington Books, Lexington, 261.
- Salihoğlu, İ., 1982, "Civanın Deniz ortamındaki Biyolojik-Kimyasal Dağılımlı", Doçentlik Tezi, ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli, İçel, Turkey.
- Salihoğlu, İ., 1986, "The state of pollution in the Noretheastern Mediterranean," Institute of Marrine Sciences, Middle East Technical University, Erdemli-İçel, Turkey.
- Salihoğlu, İ., A.Yılmaz, Ö., Baştürk, C. Saydam ve K. Yılmaz, 1988, "Akdeniz Eylem Planı II Aşama Uzun Süreli İzleme Programı (MEDPOL II), 1988 yılı Final Raporu", Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli, İçel.
- Schmidt, L.R., 1978, "Copper in the Marine Environment Part I., CRC Critical Reviews in Environmental Control, 8(3):247-291, William, O. Forster (ed), Pasific Northwest Laboratory Operated by Battelle Memorial Institute Richland, Washington 99352.
- Shaw, H.F. and Bush, P.R., 1977, "The Minerology and Geochemistry of the Recent Surface Sediments of the Cilicia Basin, Northeast Mediterranean", Marine Geology, 27(1978) 115-136.

- Spencer, D.W. and Brewer, P.G., 1969, "The distribution of copper, zinc and nickel in sea water of the Gulf of Maine and the Sargasso Sea," *Geochim. Cosmochim., Acta* 33, 325-339.
- Svedung, I and Dalemo, C., 1979, "Mercury Transport Through the Surface of Lakes", Swedish Water and Air Pollution Research Institute, Report B489.
- UNEP, 1984, UNEP/ECE/UNIDO/FAO/WHO/IAEA, "Pollutants from land-based sources in the Mediterranean", UNEP Regional Seas Report and Studies No. 32, UNEP, 1984.
- UNEP, 1985, IMO/WMO/IAEA/UNEP/FAO/WHO/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), "Atmospheric Transport of Contaminants into the Mediterranean Region", UNEP Reports and Studies No 26, Unep, 1985.
- UNEP, 1985, IMO/WMO/IAEA/UNEP/FAO/WHO/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), "Review of potentially harmful Substances- Cadmium, lead and tin", UNEP Reports and Studies No 22, UNEP, 1985.
- Ünlüata, Ü., 1982, "On the Low-frequency Motions in the Cilician Basin", *J. Phys. Ocean.*, printed in 1982.
- Ünlüata, Ü., 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," Institute of Marine Sciences, METU, Technical Report, 55 s.

41 ref.

Çizelge 2. Atık Sularda ve Doğal Olarak Kayaçlardan Taşınan Sularda Metal Derişimlerinin Miktar ve Oranları (Förstner ve Wittman, 1979).

Element	Kanalizasyon Atıklarında ^a (mg/kg)	Kayaçlarda ^b (mg/kg)	Oran (a/b)
Ni	60	80	0,8
Cr	240	200	1,2
Cu	700	45	15
Pb	450	15	30
Zn	2600	65	40
Cd	10	0,2	50
Ag	20	0,1	200

a; İsveç, Bergren and Oden, 1972; İngiltere ve Galler, Barrow and Weber, 1972; Mishigan, Blakesley, 1973.

b; Mason, 1958.

Çizelge 3. Kömür ve Petrol Yanmalarıyla Çimento Üretimi Sırasında Ortaya Çıkan Metallerin Miktarı (ton/yıl), (Förstner ve Wittman, 1979).

Element	Fosil Yakıt ^a		Çimento Üretimi ^b
	Kömür	Petrol	
Kobalt	700	30	-
Krom	1400	50	-
Bakır	2100	23	-
Nikel	2100	1600	-
Vanadyum	3500	8200	-
Civa	400	1600	100
Kadmiyum	140 ^c	2	80
Selenyum	420	30	700
Arsenik	5000	10	3200
Çinko	7000	40	30000
Kurşun	3500	50	30000

a. Bertine ve Goldberg, 1971

b. Goldberg, 1976

c. İllinois kömüründen (Roch ve diğ., 1973)

Çizelge 4. Eser Elementlerin Planktonlardaki derişimi, ppm (Bertine ve Goldberg, 1972)

Örnek	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Zn	Hg*
Dışkı Peletleri	9,6	38	226	243	20	950	0,34
Mikroplanktonlar	2,1	4,9	39	17,9	81	83	0,05
Yumurtalar	0,58	7,9	17	11,5	4,3	318	

*: Nötron aktivasyon yöntemi ile analizlendi

Çizelge 5. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrenin ve Grafit Fırın Atomizörün Çalışma Koşulları

	Mn	Cr	Ni	Zn	Cu	Cd	Hg
Lambanın akımı, mA	5	5	5	5	3	3	3
Dalga Boyu, nm	280,10	359,50	232,40	214,76	225,08	229,80	253,65
Spektral bant genişliği, nm	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5
Kurutma							
Sıcaklık, °C	80	80	100	80	100	60	50
Süre, sn	30	60	60	40	60	80	70
Yakma							
Sıcaklık, °C	700	1000	800	550	200	400	80
Süre, sn	30	30	25	40	20	30	20
Atomize							
Sıcaklık, °C	1900	2400	2200	1300	2000	1200	1000
Süre, sn	3	2	2	3	2	2	2
Sıcaklık artışı, °C/sn	500	500	300	400	400	400	400
	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
Kullanılan örnek hacmi, µl	5	10	5	5	5	5	5

Çizelge 6. Kuzeydoğu Akdeniz'e Taşınan Askıyük ve Toplam Su Miktarı
(UNEP, 1984).

	Evsel		Endüstriyel		Tarımsal		Nehirler		Toplam t/yıl
	t/yıl	%	t/yıl	%	t/yıl	%	t/yıl	%	
Toplam Deşarj	19	0	25	0	-	-	25000	100	25000
Toplam Askıyük	9,3	-	2,7	-	9,4	-	1,6 10 ⁶	100	

Çizelge 7. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyük Miktarları, mg/l

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	0,25	3,26	1,40	0,78	0,25	0,83	2,87	0,44	0,87
21	0,63	2,66	0,43	1,36	0,33	1,06	1,99		
22	0,84	2,51	0,37	3,62	1,20	2,66	2,23	1,25	1,95
23	0,68		0,52	1,18	0,64		1,92	0,50	
24	0,15	1,16		1,16		2,66	1,85	0,18	3,20
25	0,17	2,12	0,49	0,23	0,29	0,60	0,29	1,12	0,62
26	2,66	0,47	0,43	0,60	0,16	0,62	1,62	0,74	0,68
27	0,50	2,91	0,39	2,12	0,58	0,68	0,23	0,32	2,18
28	0,21	0,27	0,66	0,23	0,25	0,64	0,27	0,43	1,00
29	1,05	0,50	0,37	1,77	0,20	0,19	0,27		0,61
30		0,41	0,19	2,29	0,99	0,60	0,62	0,43	0,70
31		0,37	0,35	0,78		0,85	0,84		
32	0,25	0,23	0,39	0,33	2,90	0,62	0,70	0,60	
51	0,04	2,27	0,68	0,43	0,36	2,77	0,24		
52	0,04	0,56	0,47	0,51	0,97	0,64	0,42	0,50	0,47
53	0,02	0,17	0,43	0,96	0,37	0,64	0,50	0,18	0,82
54		0,21	0,45		1,55	0,97	0,44	0,80	1,36
55	1,42	0,41	0,80		0,29	0,68	0,25	0,36	0,53
56		0,10	0,66		0,66	0,32	0,66	0,40	0,66

Çizelge 8.a.1. Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Mevsimsel Dağılımı

Değişken	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Toplam Askiyük, mg/l									
X	0,47	1,74	0,55	1,16	0,86	1,18	1,32	0,55	1,12
±	0,32	1,13	0,30	0,94	0,79	0,80	0,91	0,30	0,77
n	9	9	10	12	9	9	10	15	14
Krom, ng/l									
X	4	55	163	62	35	42	56	77	
±	6	45	204	68	37	28	99	17	
n	5	6	7	9	5	5	7	15	
Mangan, ng/l									
X	34	61	214	81	54	189	87	53	48
±	34	40	179	39	43	201	36	50	61
n	6	7	7	9	4	5	7	16	16
Nikel, ng/l									
X	120	357	1058	138	45	563	163	54	
±	163	574	1023	101	41	736	135	61	
n	6	7	7	9	4	5	6	13	
Bakır, ng/l									
X	35	30	27	7	24	105	17	34	87
±	17	35	33	6	19	67	19	68	81
n	6	6	7	9	5	5	7	15	16
Çinko, ng/l									
X	146	159	392	117	17	160	142	53	140
±	124	146	348	96	24	106	126	84	118
n	5	7	7	8	4	5	7	16	17
Kadmiyum, ng/l									
X		0,36	1,61	,ND	,ND	0,26	0,56	0,80	
±		0,51	1,14	,ND	,ND	0,45	0,47	0,62	
n		5	3	9	7	4	7	16	
Civa, ng/l									
X		7,57	5,49	2,06	0,60	,ND	1,80	1,13	8,25
±		7,02	0,99	1,52	0,57	,ND	1,69	0,47	2,96
n		5	3	8	8	4	7	16	8

Çizelge 8.a.2, Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı Ötesi İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Mevsimsel Dağılımı

Değişken	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Toplam Askıyük, mg/l									
X	0,78	0,55	0,50	1,12	0,54	0,88	0,56		
±	0,97	0,62	0,19	0,70	0,45	0,70	0,40		
n	6	9	8	4	8	9	9		
Krom, ng/l									
X	58	54	345	3	ND	61	68		
±	-	45	143	3		10	59		
n	1	6	4	2	2	4	6		
Mangan, ng/l									
X	54	51	177	19	40	40	95		
±	-	63	143	19	3	22	55		
n	1	5	3	2	2	6	7		
Nikel, ng/l									
X	345	276	1818	45	563	151	50		
±	-	272	1097	36	165	100	209		
n	1	5	4	3	4	7	7		
Bakır, ng/l									
X	12	14	12	23	79	79	51		
±	-	12	10	31	78	88	81		
n	1	5	4	3	3	7	7		
Çinko, ng/l									
X	309	139	278	155	30	186	136		
±	-	84	272	117	37	166	127		
n	1	6	3	3	3	7	7		
Kadmiyum, ng/l									
X		1,08	0,61	0,11	,ND	0,72	0,19		
±		2,36	0,77	0,15	,ND	0,44	0,42		
n		7	5	3	3	4	9		
Civa, ng/l									
X		4,74	8,56	3,05	0,70	1,17	2,93		
±		3,08	2,64	2,17	0,70	0,49	2,55		
n		7	5	3	2	4	8		

Çizelge 8.b.1. Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Toplam Askıyük ile Oranlarının Yüzdeleri ⁽¹⁾

Değişken	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Krom⁺									
X	0,01	0,09	0,41	0,13	0,06	0,05	0,02	0,05	
±	0,01	0,10	0,56	0,19	0,05	0,03	0,03	0,07	
n	5	6	7	9	5	5	7	13	
Mangan⁺									
X	0,09	0,09	0,55	0,13	0,17	1,36	0,17	0,10	0,04
±	0,09	0,09	0,50	0,12	0,18	2,24	0,19	0,09	0,05
n	6	8	7	9	4	5	7	15	14
Nikel⁺									
X	0,56	0,14	2,28	0,62	0,15	0,69	0,24	0,13	
±	1,02	0,22	2,82	1,24	0,19	0,90	0,31	0,19	
n	6	6	6	9	5	5	7	14	
Bakır⁺									
X	0,10	0,02	0,07	0,01	0,05	0,13	0,02	0,03	0,09
±	0,09	0,02	0,09	0,01	0,05	0,09	0,02	0,03	0,09
n	6	6	7	9	5	5	7	13	13
Çinko[*]									
X	6,52	1,44	7,17	2,34	0,82	0,91	0,99	1,51	1,16
±	8,33	1,25	7,80	3,56	1,18	0,49	1,25	2,07	0,92
n	5	7	7	8	4	4	7	14	14
Kadmiyum[*]									
X		0,01	0,03	.ND	.ND	0,01	<0,01	0,01	
±		0,01	0,03	.ND	.ND	0,02	<0,01	0,01	
n		5	3	9	7	4	8	14	
Civa[*]									
X		0,06	0,09	0,05	0,01	.ND	0,06	0,03	0,09
±		0,05	0,02	0,06	0,01	.ND	0,05	0,02	0,06
n		5	2	8	8	4	7	14	8

* : Değişken sonuçları 10^{-2} ile çarpılacak

+ : Değişken sonuçları 10^{-1} ile çarpılacak

Çizelge 8.b.2, Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı Ötesi İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Toplam Askıyük ile Oranlarının Yüzdeleri

Değişken	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Krom ⁺									
X	0,02	0,21	0,61	<0,01	,ND	0,09	0,14		
±	-	0,15	0,21	<0,01	,ND	0,03	0,11		
n	1	6	4	2	2	4	6		
Mangan ⁺									
X	0,02	0,05	0,43	0,05	0,04	0,06	0,21		
±	-	0,02	0,46	0,04	<0,01	0,03	0,14		
n	1	4	3	2	2	6	7		
Nikel ⁺									
X	0,13	0,57	4,10	0,03	0,16	0,53	0,52		
±	-	0,59	3,75	0,03	0,20	0,53	0,42		
n	1	6	4	3	3	7	7		
Bakır ⁺									
X	0,01	0,12	0,02	0,01	0,07	0,14	0,04		
±	-	0,16	0,03	0,01	0,04	0,14	0,07		
n	1	5	4	3	3	7	7		
Çinko *									
X	1,44	1,93	7,25	1,18	0,77	4,54	3,31		
±	-	1,59	8,27	0,15	1,03	5,08	4,07		
n	1	6	3	3	3	7	7		
Kadmiyum*									
X		0,03	0,04	<0,01	,ND	0,02	<0,01		
±		0,06	0,06	<0,01	,ND	0,01	<0,01		
n		7	5	3	3	4	8		
Civa*									
X		0,15	0,21	0,04	0,03	0,03	0,06		
±		0,12	0,11	0,04	0,02	0,02	0,06		
n		6	6	3	3	3	7		

* ; Değişken sonuçları 10^{-2} ile çarpılacak
+ ; Değişken sonuçları 10^{-1} ile çarpılacak

Çizelge 9, Kuzeydoğu Akdeniz'de İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Ortalama Mevsimsel Dağılımı

Değişken	Kıyı İstasyonlar				Kıyı Ötesi İstasyonlar			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
Toplam Askiyük, mg/l								
X	0,84	1,74	0,87	0,98	0,54	0,55	0,69	0,82
±	0,23	1,13	0,32	0,37	0,45	0,30	0,19	0,23
Krom, ng/l								
X	56	55	102	41	ND	54	203	43
±	21	45	61	26	ND	45	142	29
Mangan, ng/l								
X	51,8	61,4	201,6	67	40	51	109	56
±	2,7	40,0	12,7	24	2,5	63	69	31
Nikel, ng/l								
X	47	357	810	136	141	276	1010	220
±	2	574	248	13	165	272	808	136
Bakır, ng/l								
X	49	30	53	19	24	14	46	22
±	27	35	26	18	1	12	34	2
Çinko, ng/l								
X	70	159	276	135	30	139	232	200
±	52	146	116	13	37	84	46	77
Kadmiyum, ng/l								
X	0,40	0,36	0,94	0,28	ND	1,08	1,67	0,15
±	0,40	0,51	0,68	0,28	ND	2,36	0,95	0,04
Civa, ng/l								
X	3,60	7,57	2,75	1,93	0,70	4,74	4,87	2,27
±	3,88	7,02	2,75	0,13	0,70	3,08	3,70	0,79

Çizelge 10.a. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Krom Elementinin Derişimi, ng/l

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	3			215		64		25	
21	ND	ND		15			108		
22	15	113	ND		ND	19		77	
23	ND		ND	39			ND	22	
24				64			ND	22	
25	ND	53		143			282	ND	
26	58	48	135	59		75	28	ND	
27			119		79	17		ND	
28		ND	95	29	17	23	ND	ND	
29		106	642	ND	ND		8	721	
30		14		ND	80	66	15	74	
31			293			86	ND	54	
32		60	151	ND			3	ND	
51		ND							
52		81			ND				
53				6		52	131	ND	
54		40	190		ND	51		156	
55		139	314				65		
56			578				163	ND	

Çizelge 10.b. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Manganez Elementinin Derişimi, ng/l

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	67			78		582		22	ND
21	10	60		37			54		
22	92	104	505			153		138	41
23	22		133	162			118	20	
24	ND			121			47	51	52
25	13	86		104			105	122	55
26	54	29	71	46		19	70	158	ND
27		115	11	75	59	115		35	122
28		50	56		123	46	149	1	ND
29		ND	398	39	10		65		18
30					26	73	77	91	ND
31			375			50	54	ND	ND
32		16	327	66			85	ND	229
51		20		38					
52		175			38	59			71
53				ND		46	141	73	85
54		14			43	34	209	37	96
55		15	117				495	72	ND
56			40			11	52	ND	ND

Çizelge 10.c. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Nikel Elementinin Derişimi, ng/l

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	91			319		1991		ND	
21	40	124		131			198		
22	70	212	ND		ND	129		ND	
23	20		846	266			59	186	
24	20			186			70	ND	
25	479	ND		136			251	91	
26	345	535	52	ND		317	392	ND	
27		1814	1449		60	543		20	
28		10	194	ND	15	136	ND	80	
29		40	2922	96	106	325	201		
30		30		ND	146	402	20		
31			3701			15	80		
32		121	1941	111			397	ND	
51				10					
52		38			422	35		25	
53				80	70	121	689	131	
54			101	1009		ND	216	131	
55		648	1139				20	40	
56			1423		259	151	149		

Çizelge 10.d. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Bakır Elementinin Derişimi, ng/l

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	7			19		55		268	208
21	ND			ND		144	10		
22	53	47	103		53			ND	216
23	42		ND	10			35	37	
24	43			12			ND	ND	26
25	15	21		7			ND	48	146
26	12	2	ND	7		84	4	ND	141
27		98	12		4	ND		ND	5
28		ND	25	ND	41	182	2	5	ND
29			37	5	7	16	ND	277	98
30		10			18	279	12		ND
31			23			147	53	11	187
32		12	12	ND			17	11	25
51				2					
52		35			25	68			53
53				ND	23	87	108	ND	
54		22	ND			5	ND	65	ND
55		2	6				5	ND	96
56			18			15		36	189

Çizelge 10.e, Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Çinko Elementinin Derişimi, ng/l

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	20			93		213		200	77
21	60	506		37			49		324
22	153	149	ND		ND	200		46	328
23			369	271			255	ND	
24	122			156			44	51	326
25	377	119		267			269	ND	59
26	309	68	769	60		335	40	94	158
27		101	ND			42		12	20
28		25	794		11	34	13	313	141
29		116	65	23	57	83	27	ND	7
30		192		319	ND	100	62	23	156
31			663			309	329		81
32		95	749	30			32	ND	339
51		263		49					
52		193			9	104			ND
53				98	82	153	138	38	155
54		101	67		ND	4	21	6	16
55		17	105				312	61	157
56						522	342	ND	39

Çizelge 10.f, Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Kadmiyum Elementinin Derişimi, ng/l

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20				ND		ND	1,03	1,93	
21		ND		ND	ND		1,03		
22		1,32			ND	ND		1,22	
23				ND	ND			1,19	
24				ND			1,03	0,04	
25				ND	ND		0,08	ND	
26		ND	2,99	ND		0,16		ND	
27					ND	ND	ND	0,71	
28		ND	1,63	ND	ND	1,03	ND	ND	
29		ND	0,20	ND	ND		ND	1,92	
30		ND	ND	0,32		0,40	0,32	0,38	
31		0,72	ND				ND	1,39	
32		0,48		ND	ND		0,74	0,58	
51				ND			ND		
52					ND	1,19	ND		
53		ND		ND	ND		ND	0,36	
54		ND	1,84				ND	0,83	
55			ND				ND	1,15	
56		ND	1,22			1,11	1,35	0,07	

Çizelge 10.g. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzey Sularındaki Toplam Askıyükte Civa Elementinin Derişimi, ng/l

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20				4,3		ND		1,4	5,2
21		9,9		1,6	1,4		ND		15,9
22		19,7			ND	ND		2,1	6,5
23				1,3	1,0			1,6	
24							ND	1,6	3,1
25				3,9	ND		1,7	0,7	11,8
26		1,1	6,8	2,6		1,0		1,1	9,6
27					1,4	ND	3,3	0,7	11,1
28		ND	5,3	2,6	0,7	ND	3,9	0,7	11,1
29		6,6	4,4	ND	0,3		ND	2,0	
30		5,9	7,7	4,9		1,0	3,3	1,3	
31		4,9	6,8				4,4	0,7	
32		1,6		ND	ND		3,7	0,7	
51				4,3			ND		
52					ND	0,7	ND		7,6
53		ND		ND	1,4		7,2	0,8	
54		7,9	12,0				3,3	0,8	
55		9,2	5,1				3,3	0,7	
56			11,3			2,0		1,2	

Çizelge 11.a. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Kromun Yüzdesi,
% $\times 10^{-1}$

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	0,01			0,28		0,08		0,06	ND
21	ND	0,05	ND		ND	0,01		0,06	ND
22	0,02	0,05	ND		ND	0,01		0,06	ND
23	ND		ND	0,03			ND	0,04	
24				0,05			ND	0,12	ND
25	ND	0,02		0,62			0,09	ND	0,57
26	0,02	0,10	0,31	0,09		0,12	0,02	ND	ND
27			0,30		0,14	0,02		ND	ND
28		ND	0,14	0,12	0,07	0,04	ND	ND	ND
29		0,21	1,73	ND	ND		0,03		ND
30		0,45		ND	0,08	0,11	0,03	0,17	ND
31			0,75			0,10	ND		
32		0,26	0,39	ND			0,01	ND	ND
51		ND							
52		0,15			ND				ND
53				0,01		0,08	0,26	ND	ND
54		0,19	0,42		ND	0,05	0,19		ND
55		0,34	0,40				0,25		ND
56			0,88				0,25	ND	0,36

Çizelge 11.b. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Manganın Yüzdesi
% $\times 10^{-1}$

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	0,27			0,10		0,70		0,05	ND
21	0,02	0,03		0,03			0,03		
22	0,11	0,04	1,36			0,06		0,11	0,02
23	0,03		0,26	0,14			0,06	0,04	
24	ND			0,10			0,03	0,28	0,02
25	0,08	0,04		0,45			0,36	0,11	0,09
26	0,02	0,06	0,17	0,08		0,03	0,04	0,21	ND
27		0,04	0,03	0,04	0,10	0,17		0,11	0,06
28		0,18	0,09		0,49	0,07	0,55	0,03	ND
29		ND	1,08	0,03	0,05		0,24		0,03
30					0,03	0,12	0,12	0,21	ND
31			1,07			5,52	0,06	ND	
32		0,07	0,84	0,19			0,12	ND	
51		0,01		0,09					
52		0,31			0,04	0,09			0,15
53				ND		0,07	0,28	0,04	0,10
54		0,07				0,03	0,48	0,05	0,07
55		0,04	0,15		0,03		0,20	0,20	ND
56			0,06			0,04	0,08	ND	ND

Çizelge 11.c. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Nikelin Yüzdesi
% $\times 10^{-1}$

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	0,36			4,08		2,40		ND	
21	0,06	0,05		0,09			0,09		
22	0,08	0,08	ND		ND	0,05		ND	
23	0,03		1,63	0,23			0,03	0,15	
24	0,01			0,16			0,04	ND	
25	2,82	ND		0,59			0,87	0,08	
26	0,13	1,13	0,12	ND		0,50	0,24	ND	
27		0,62	3,72		0,10	0,79		0,06	
28		0,04	0,29	ND	0,06	0,21	ND	0,18	
29	0,02	7,89	0,05	0,53	1,71	0,74			
30		0,07		ND	0,07	0,24	0,65	0,05	
31		0,52	10,57			0,02	0,09		
32				0,34			0,57	ND	
51				0,02					
52		0,07			0,44	0,06		0,05	
53				0,08	0,03	0,19	1,38	0,73	
54		0,05	2,24		ND	0,22	0,29		
55		1,58	1,42				0,08	0,11	
56			2,15			0,81	0,23	0,37	

Çizelge 11.d. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Bakırın Yüzdesi,
% $\times 10^{-1}$

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	0,03			0,02		0,07		0,06	0,23
21	0,08	ND		ND		0,14	0,01		
22	0,06	0,02	0,28		0,04			ND	0,11
23	0,06		ND	0,01			0,02	0,07	
24	0,29			0,01			ND	ND	0,01
25	0,09	0,01		0,03			ND	0,04	0,02
26	0,01	0,43	ND	0,01		0,13	0,01	ND	0,02
27		0,03	0,03		0,01	ND		ND	0,01
28		ND	0,04	ND	0,16	0,28	0,01	0,01	ND
29			0,09	0,01	0,03	0,08	ND		0,16
30		0,02		0,03	0,02	0,47	0,02		ND
31			0,07			0,17	0,06		
32		0,05	0,03	ND			0,02	0,02	
51				0,01					
52		0,06			0,03	0,11			0,11
53				ND	0,06	0,14	0,22	ND	
54		0,10	ND		0,12	0,01	ND	0,08	ND
55		0,01	0,01				0,01	ND	0,15
56			0,03			0,05	0,03	0,09	0,29

Çizelge 11.e, Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Çinkonun Yüzdesi,
% $\times 10^{-2}$

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20	0,80			1,19		1,75		4,55	0,89
21	0,95	1,19		0,27			0,25		
22	0,55	0,59	ND		ND	0,75		0,36	1,68
23			0,71	2,30			1,32	ND	
24	8,13			1,34			0,24	2,83	1,02
25	22,18	0,55		11,61			0,27	ND	0,95
26	1,16	1,45	16,36	1,00		5,40	0,25	1,27	2,32
27		0,35	ND			0,62		0,38	0,09
28		0,93	12,03		0,44	0,53	0,48	7,28	1,41
29		2,32	1,76	0,13	2,85	4,37	1,00		1,11
30		4,68		1,39	ND	1,66	1,00	0,53	2,23
31			18,94				3,92		
32		4,13	19,21	0,91			0,46	ND	
51		1,16		1,14					
52		3,45			0,09	1,62			ND
53				1,02	2,22	2,39	2,76	2,11	1,89
54		0,48	1,49		ND	0,04	0,48	0,08	0,12
55		0,41	1,31				12,48	1,69	2,96
56						16,31	5,18	ND	0,59

Çizelge 11.f, Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Kadmiyumun Yüzdesi,
% $\times 10^{-2}$

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20				ND		ND	<0,01	<0,01	
21		ND		ND	ND		<0,01		
22		0,01			ND	ND		0,01	
23				ND	ND			0,02	
24				ND			<0,01	<0,01	
25				ND	ND		<0,01	ND	
26		ND	0,07	ND		<0,01		ND	
27					ND	ND	ND	0,02	
28		ND	0,02	ND	ND	0,04	ND	0,02	
29		ND	<0,01	ND	ND		ND		
30		ND	ND	<0,01		<0,01	<0,01	0,01	
31		0,01	ND				ND		
32		0,02	ND	ND		0,01	0,01		
51				ND			ND		
52					ND	0,02	ND		
53		ND		ND	ND		ND	0,02	
54		ND	0,04				ND	0,01	
55		0,16	ND				ND	0,03	
56		ND	0,17			0,03	0,02	<0,01	

Çizelge 11.g. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askıyükte Bulunan Civanın Yüzdesi,
 $\% \times 10^{-2}$

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20				0,06		ND		0,03	0,06
21		0,03		0,01	0,04		ND		
22		0,08			ND	ND	0,02	0,03	
23				0,01	0,02			0,03	
24							ND	0,09	0,01
25				0,17	ND		0,06	<0,01	0,19
26		0,02	0,16	0,04		0,02		0,01	0,14
27					0,02	ND	0,14	0,02	0,05
28		ND	0,08	0,11	0,03	ND	0,14	0,02	0,11
29		0,13	0,11	ND	0,02		ND		
30		0,14	0,41	0,02		0,02	0,05	<0,01	
31		0,13	0,19				0,05		
32		0,07		ND	ND		0,05	0,01	
51				0,09			ND		
52					ND	0,01	ND		0,16
53		ND		ND	0,04		0,14	0,04	
54		0,37	0,27				0,12	0,01	
55		0,22	0,06				0,13	0,02	
56			0,17			0,06		0,03	

Çizelge 12. Avrupa Ülkelerinde Sürekli Çevreye Kadmiyum Veren Kaynaklar (UNEP, 1985).

Kaynaklar	Bileşke (ton/yıl)		
	Hava	Kara	Su
Volkanik Olaylar	20	ND	ND
Demir içermeyen metal Üretimde			
Çinko ve Kadmiyum	20	200	50
Bakır	6	15	ND
Kurşun	7	40	20
Demir-Çelik Üretiminde	34	349	ND
Yakıt Kullanımında			
Kömür ve Linyit	8	390	ND
Petrol ve Gaz	0,5	14,5	-
Atık sularda	31	1434	ND
Lağım Atıklarında	2	130	33
Fosfat Gübre Fabrikalarında	-	346	62
Toplam	132	3009	273

Çizelge 13. Dünyada Kadmiyum Kullanan Önemli Kuruluşlar

Kullanılan Alan	1965		1970		1975	
	ton	%	ton	%	ton	%
Piller	669	7	842	8	1102	14
Boya maddelerinde	2463	25	2733	25	1980	25
Boyalamada	4518	47	4068	37	2614	33
Alaşımlarda	804	8	803	7	658	8
Stabilizer	905	9	2089	19	1249	16
Diğerleri	333	4	382	4	300	4
Toplam	9692		10917		7903	

Çizelge 14. Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı İstasyonlarda Ölçülen Değişkenlerin Yıllık Dağılımı

Değişken	Kıyı İstasyonlar	Kıyı Ötesi İstasyonlar
Toplam Askıyük, mg/l	1,11±0,37	0,65±0,11
Krom, ng/l	64±23	75±77
Mangan, ng/l	96±62	64±27
Nikel, ng/l	338±295	412±349
Bakır, ng/l	41±18	26±12
Çinko, ng/l	160±74	150±77
Kadmiyum, ng/l	0,50±0,26	0,73±0,68
Civa, ng/l	3,96±2,16	3,15±1,75

Çizelge 15. Yüzeysel sularındaki askıyükte bazı eser elementlerin derişimi, ng/l (Kullenberg, 1982)

Bölgeler	Mn	Cu	Zn	Fe	Cr	Ni	Al	Hg	Cd
Çin Denizi	778	74	149				45559		
Kuzeydoğu Atlantik Okyanusu ^a	54	43	85				3755		
G. Atlantik ve Hint Okyanusu ^c	9	10	22				298		
Atlantik Okyanusu ^b	3,5	3,6	16	222	3,1	1,8	78		
Kuzeybatı Atlantik Okyanusu ^c	11	3,4	11	121	3,1	<1,2	160		
Atlantik Okyanusu ^d	7	9,1		223		5,2	164		
Atlantik Okyanusu ^e	7,6	25	23	341	9,6		118		
Meksika Körfezi ^f									
Kıyı Bölgesi	1110	790	1200						
Açık Bölgesi	1200	430	550						
Kuzeydoğu Akdeniz (Bu çalışma)									
Kıyı Bölgesi	96±82	41±18	150±74	64±23	338±295		3,9±2,2	0,510,3	
Açık Bölgesi	64±77	26±12	150±77	75±77	411±349		3,2±1,8	0,7±0,7	

a Chester ve diğ., 1979

b Baut-Menard ve Chesselet, 1979

c Wallace ve diğ., 1977

d Krishnaswami ve Sarin, 1976

e Baut-Menard ve Chesselet, 1979 (GEOSECS değerleri)

f Siewey ve Hood, 1971

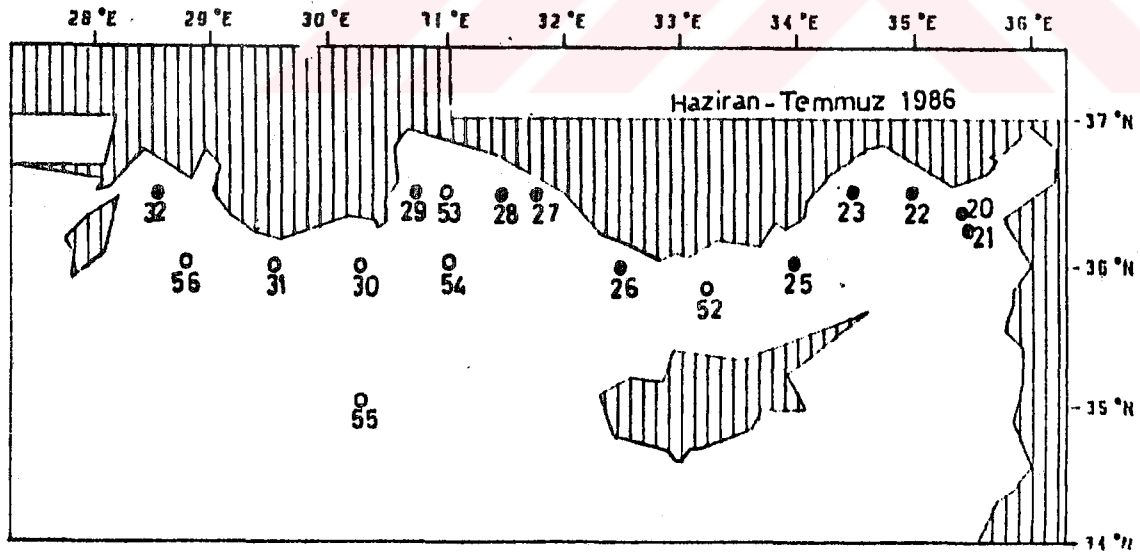
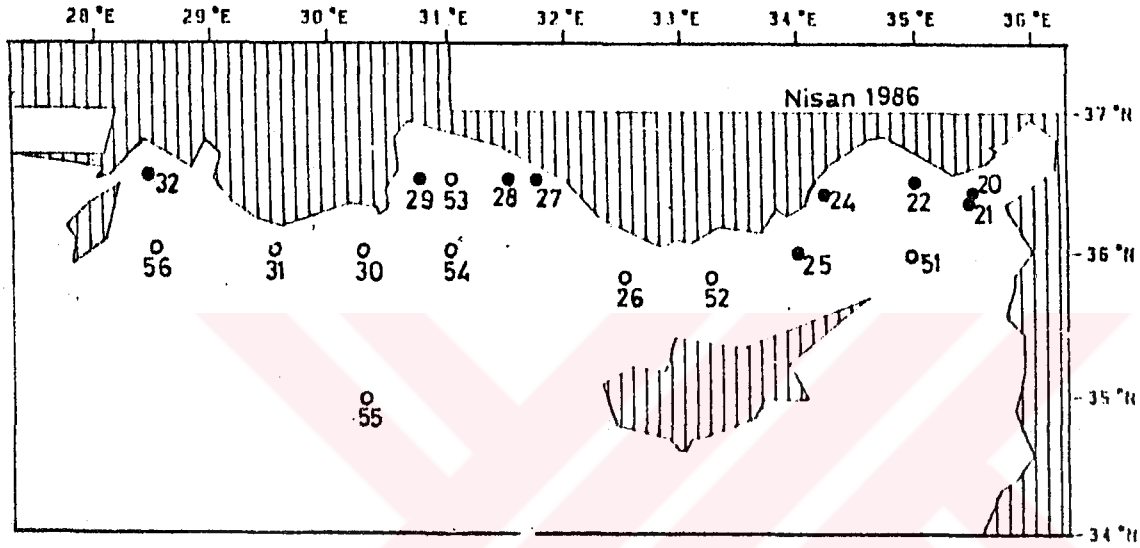
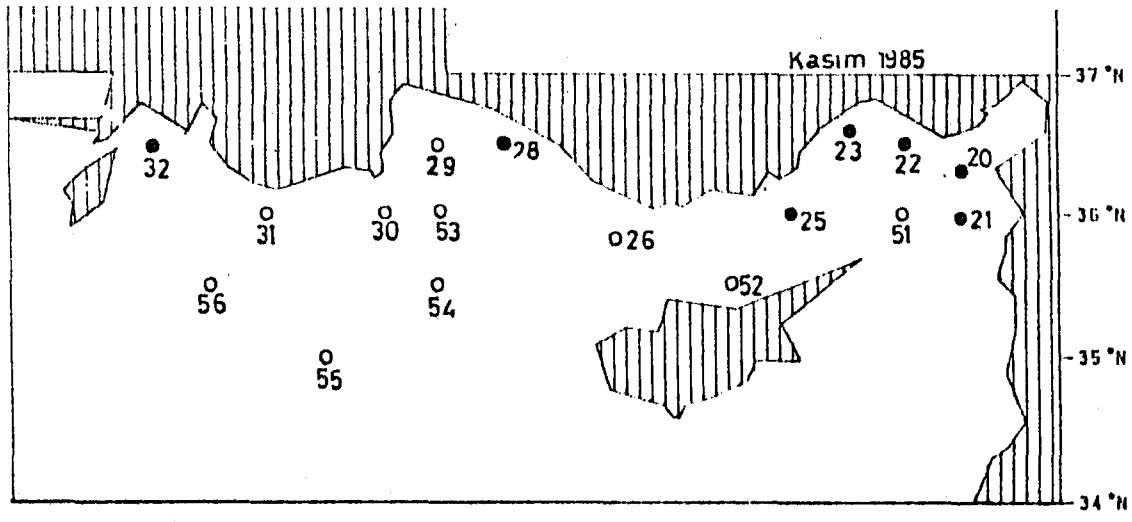
Çizelge 16. Deniz ortamında toplam atmosferik partiküler madde derişimi

Bölgeler	Elementler, ng m ⁻³								
	Al	Fe	Mn	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn	Cd
Tropikal K. Atlantik*	160	1000	2,2	0,43	0,64	0,7	9,9	4,3	-
K. Atlantik*	8	3,4	0,05	0,07	-	0,12	0,1	0,3	0,003
Girit Kıbrıs Arası*	1260	687	1,4	0,5	2,4	2,1	9,1	11	0,1

* Baut Menard ve Chesselet (1979)

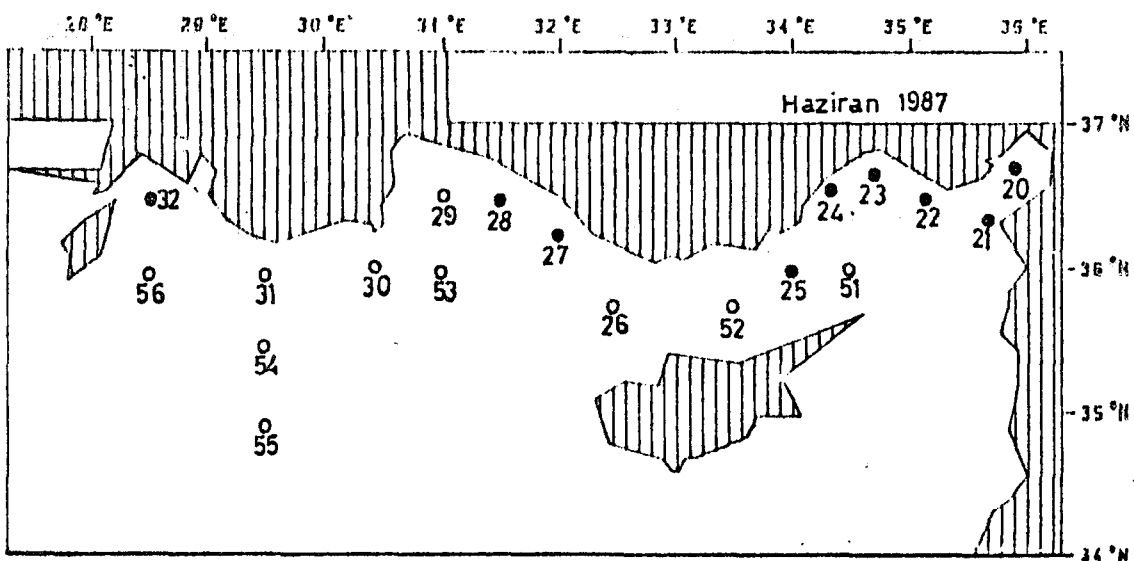
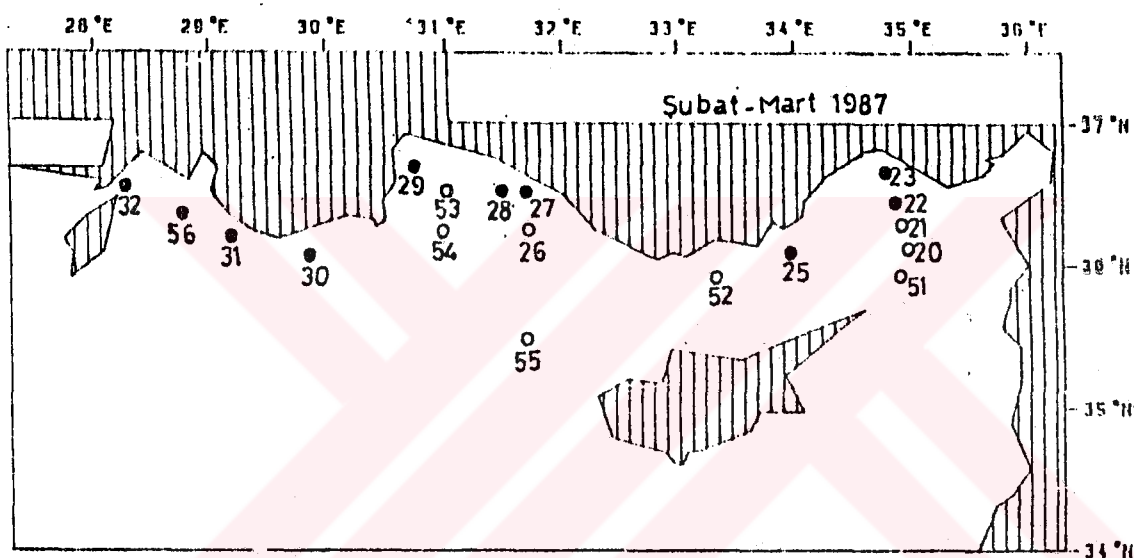
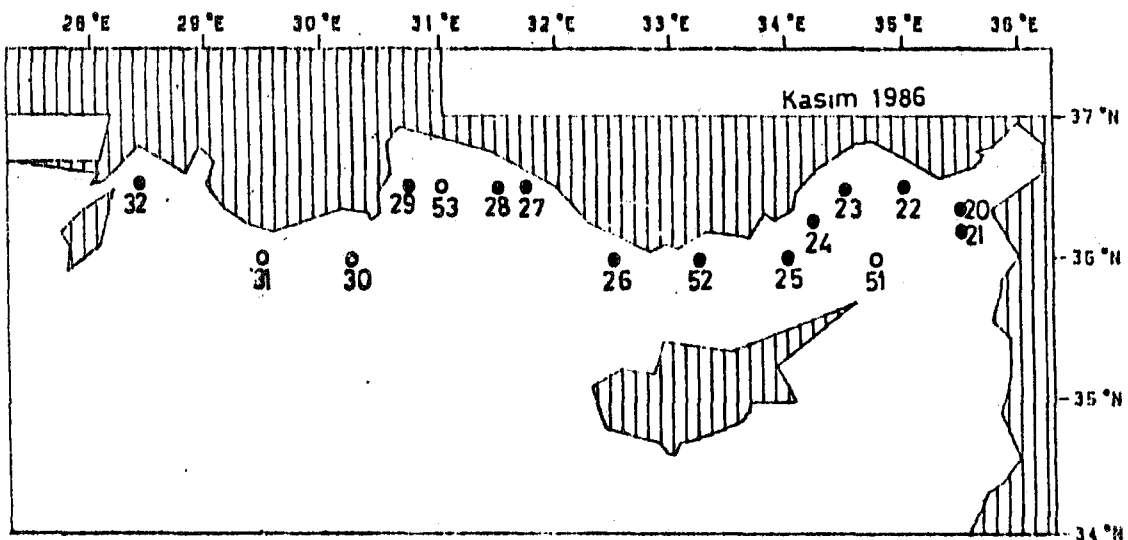
+ Duce ve diğ., (1975)

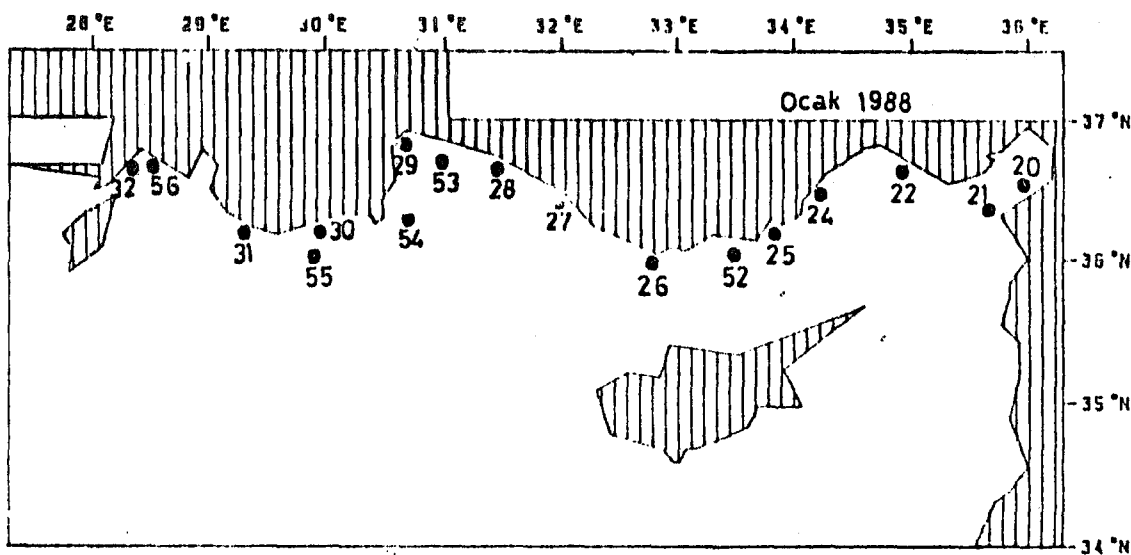
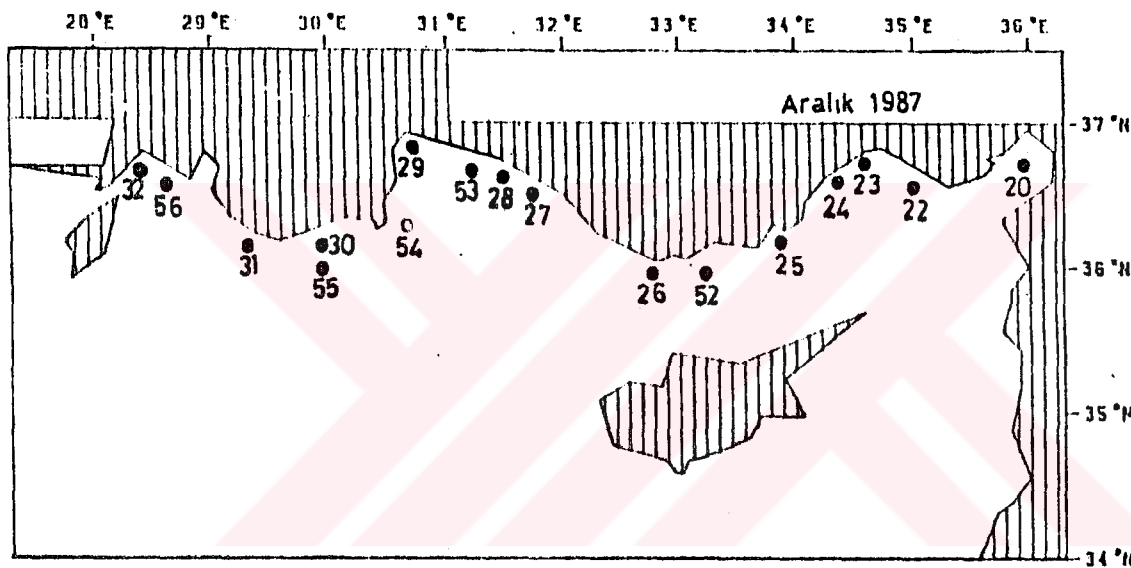
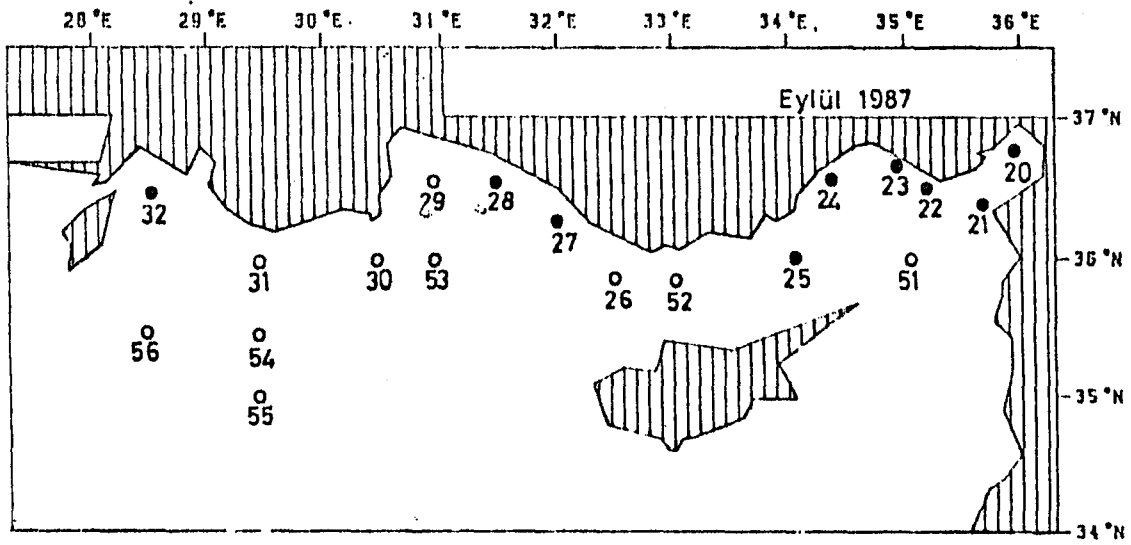
x C. Saydam, (1981)

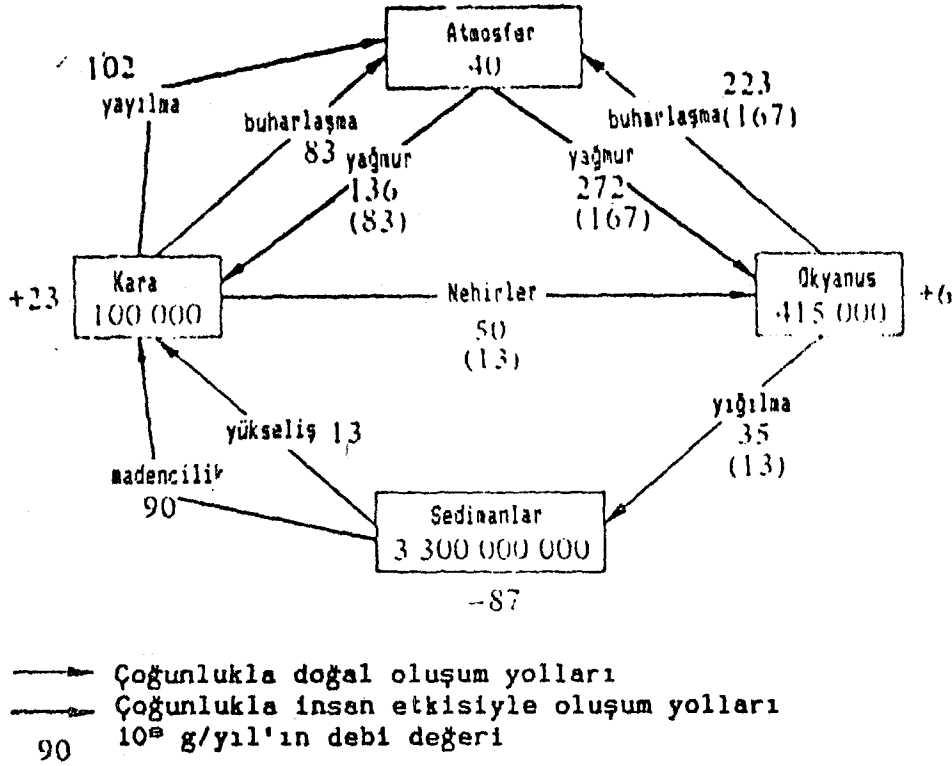


Şekil 1. Örneklemeye yapılan istasyonların yerleri
 ● Kıyı istasyonlar, ○ Kıyı ötesi istasyonlar

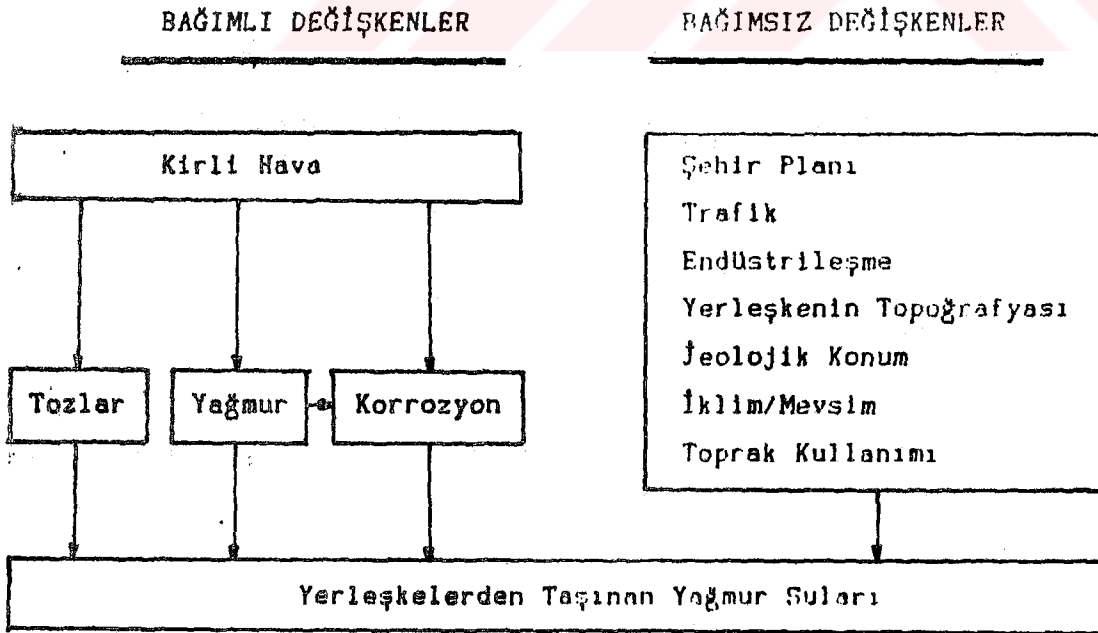
- | | | |
|----------------|---------------------|-------------------------|
| a. Kasım, 1985 | b. Nisan, 1986 | c. Haziran-Temmuz, 1986 |
| d. Kasım, 1986 | e. Şubat-Mart, 1987 | f. Haziran, 1987 |
| g. Eylül, 1987 | h. Aralık, 1987 | i. Ocak, 1988 |



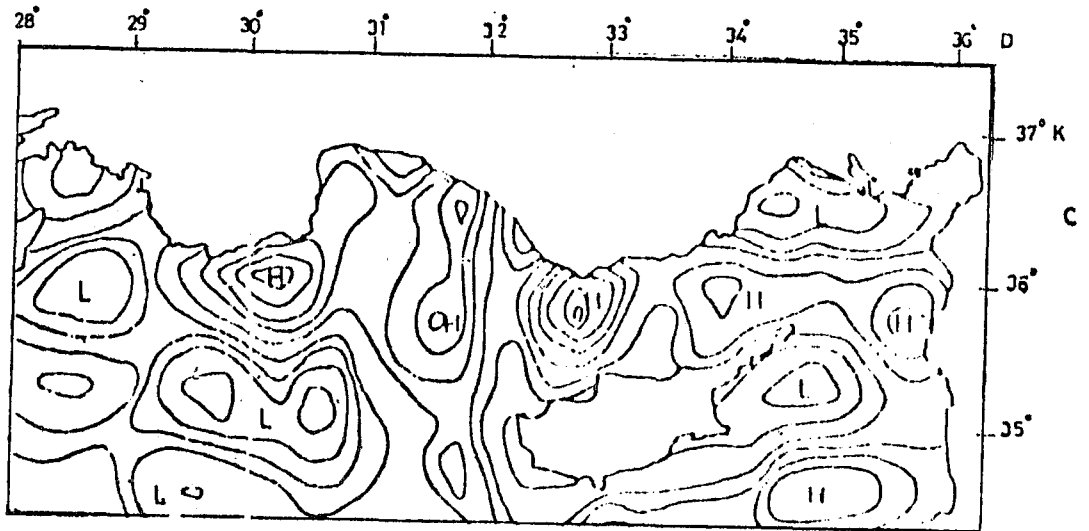
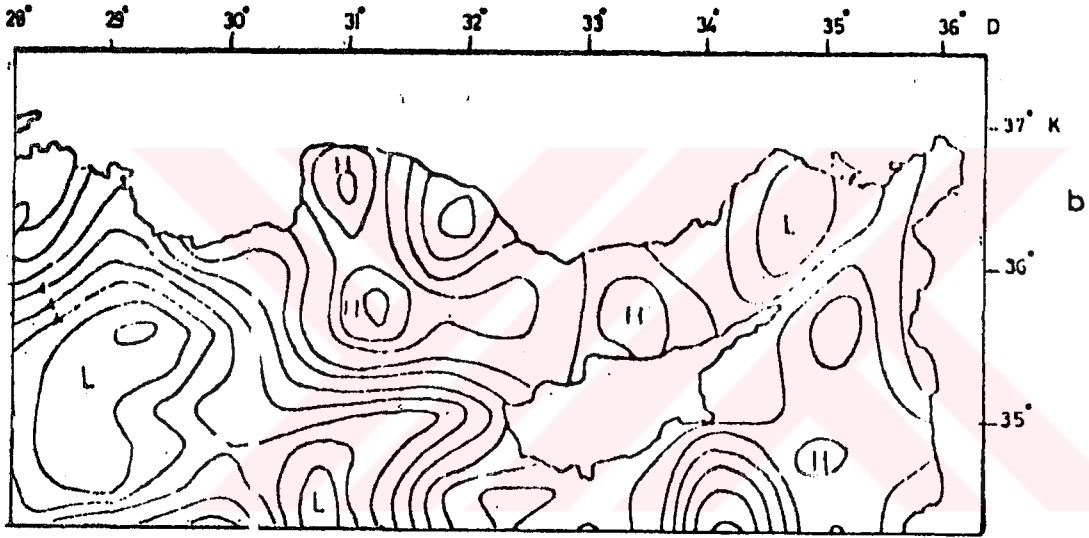
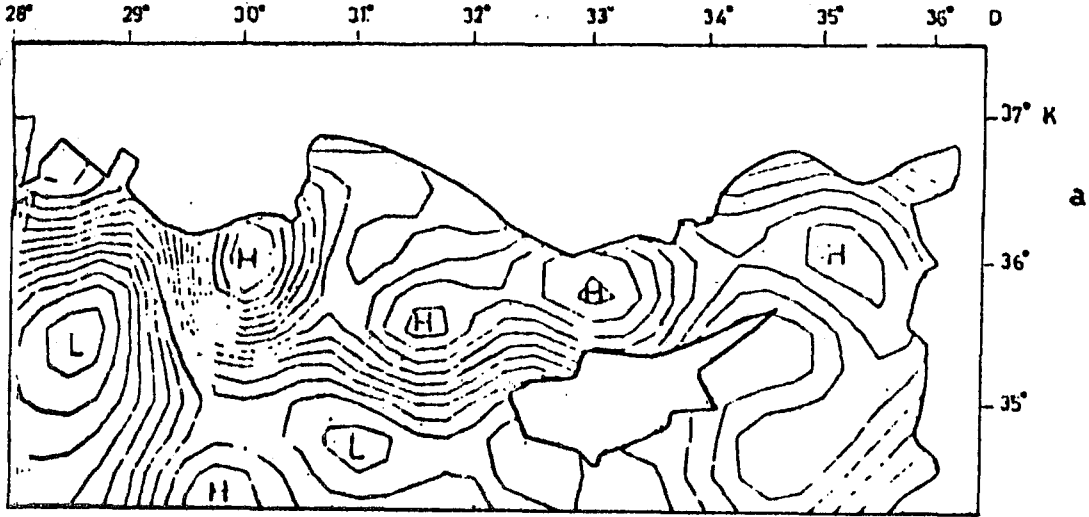




Şekil 2. Çevrede civanın günlük döngüsü
 (+) Artan miktar
 (-) Azalan miktar, birim 10⁹ g (Garrels ve diğ., 1975'den sonra)



Şekil 3. Yerleşim merkezlerinden yağmur suları ile taşınan metallerin kaynağı
 (Malmquist, 1975'den sonra)

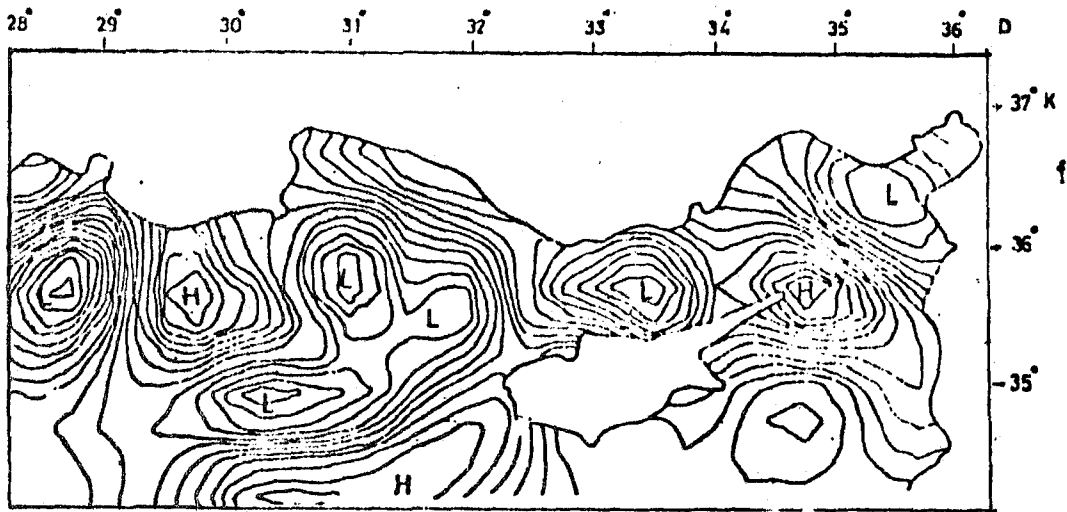
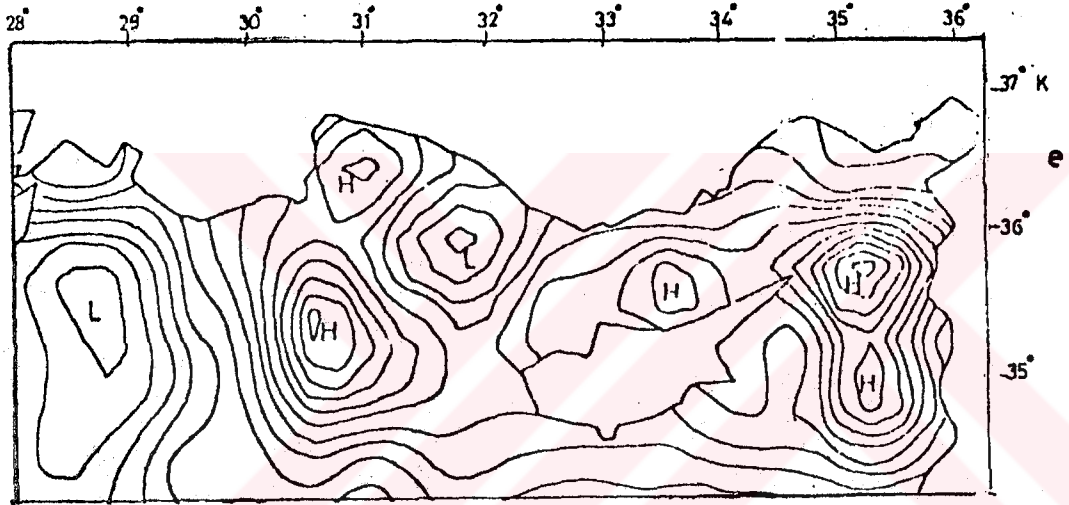
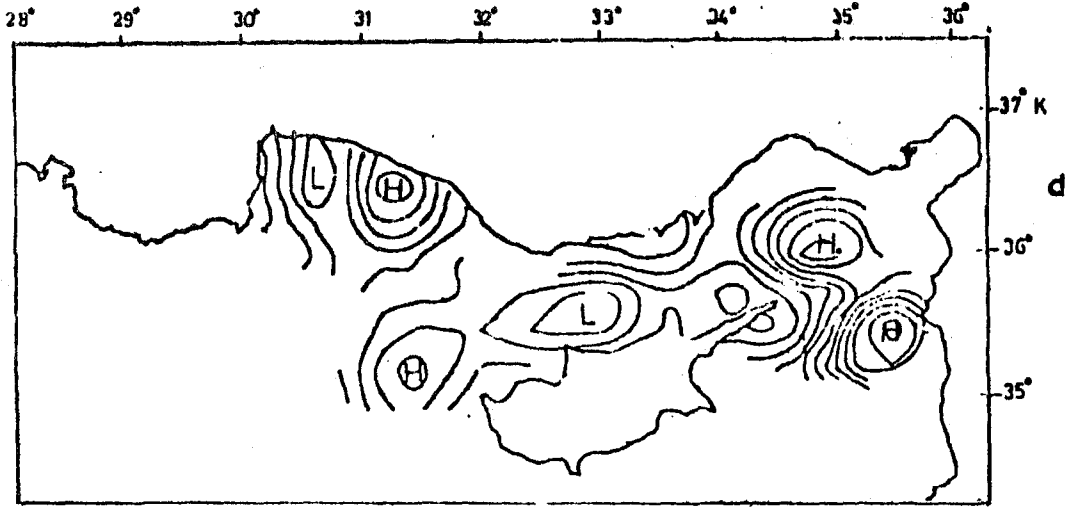


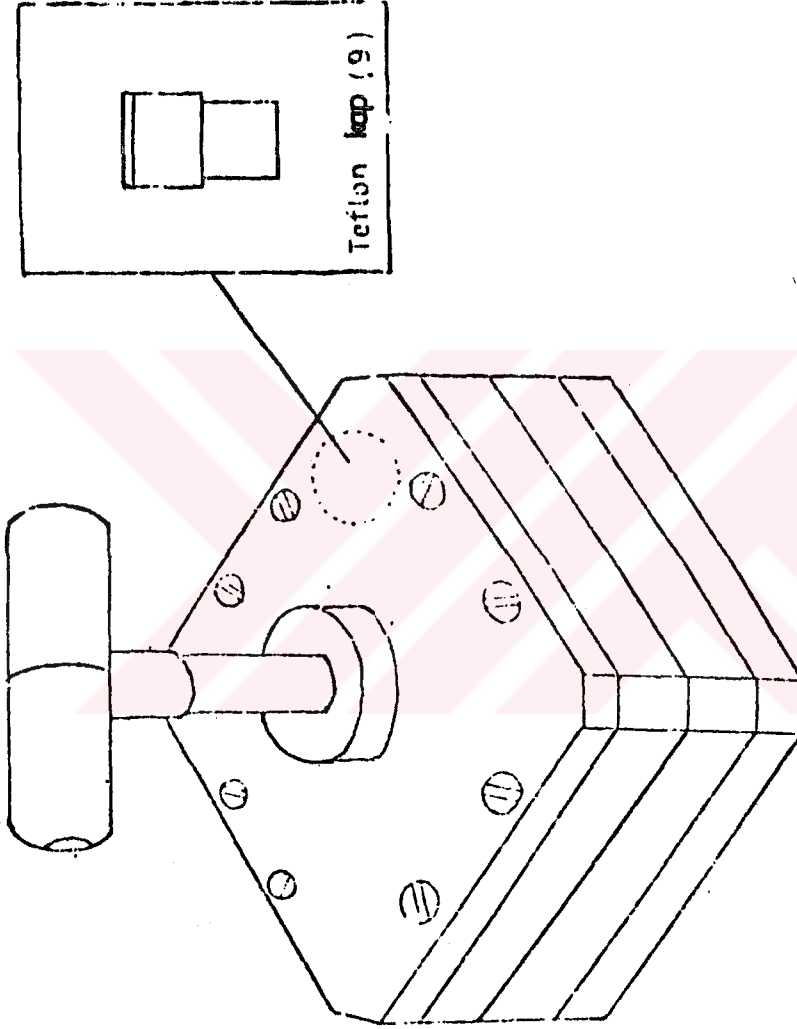
Şekil 4. Kuzeydoğu Akdeniz'de düzenlenen araştırma seferlerinden bazılarının yüzey akıntı sistemeleri (Özsoy ve diğ., 1986-1988)

a. Kasım, 1985
d. Şubat-Mart, 1987

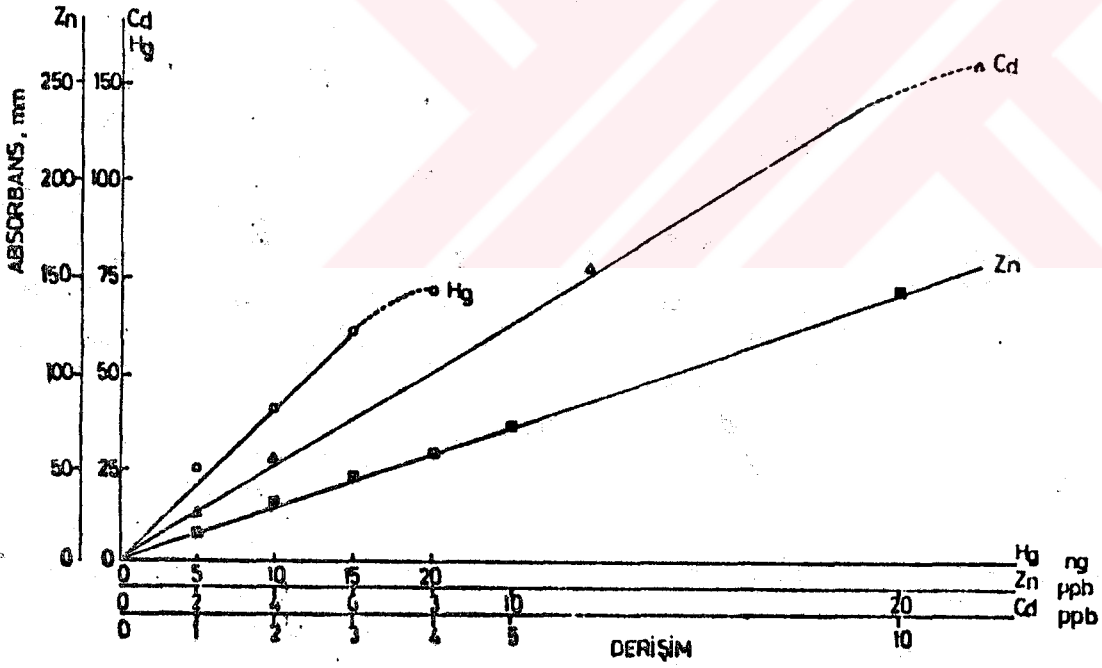
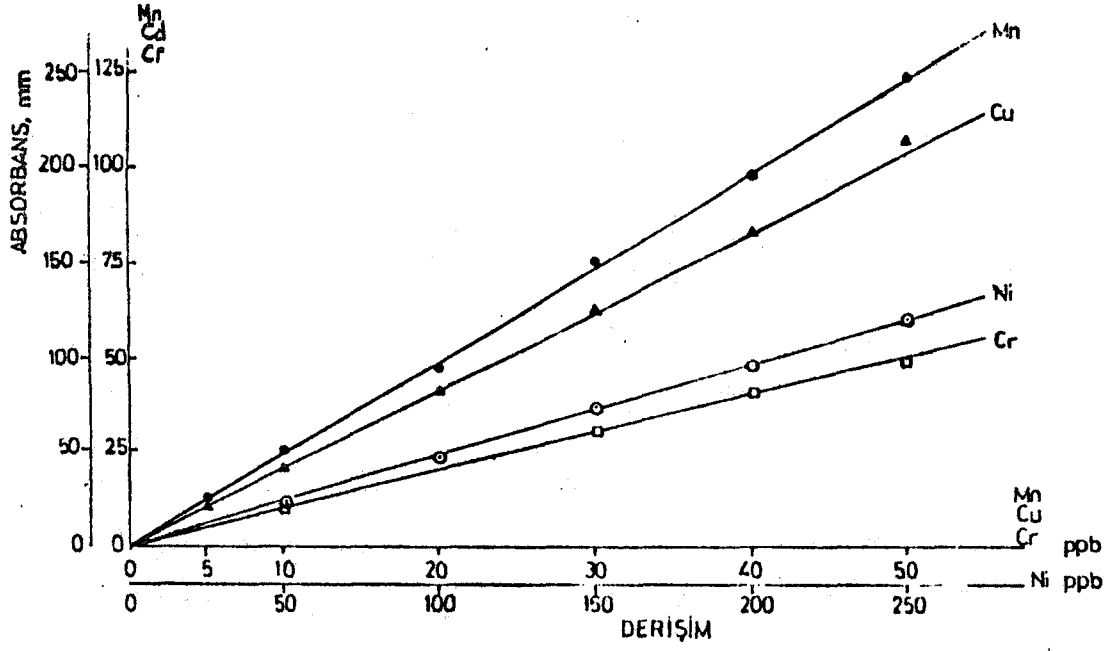
b. Nisan, 1986
e. Haziran, 1987

c. Haziran-Temmuz, 1986
f. Eylül 1987

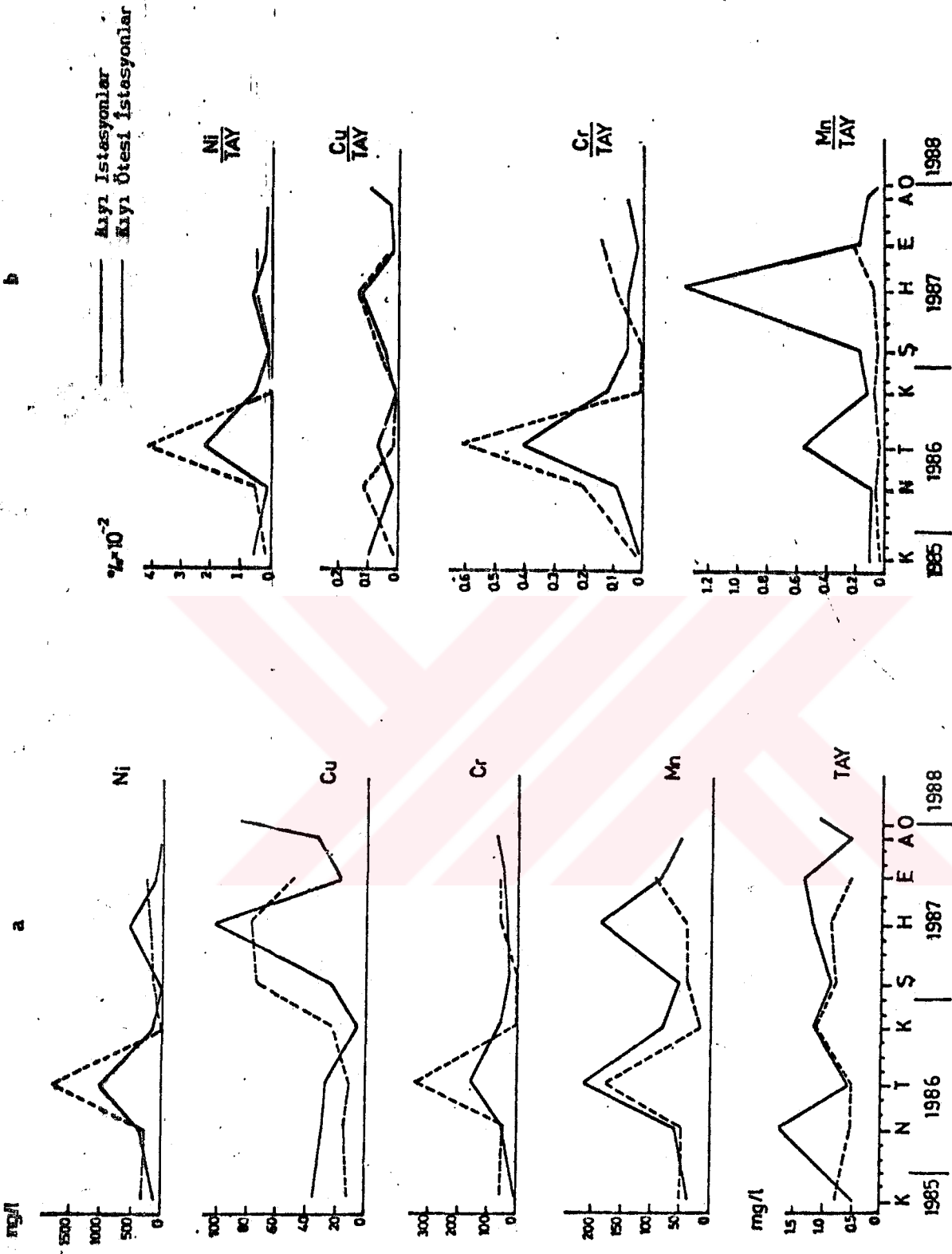




Şekil 5. Yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklı çelik parçalama bloku

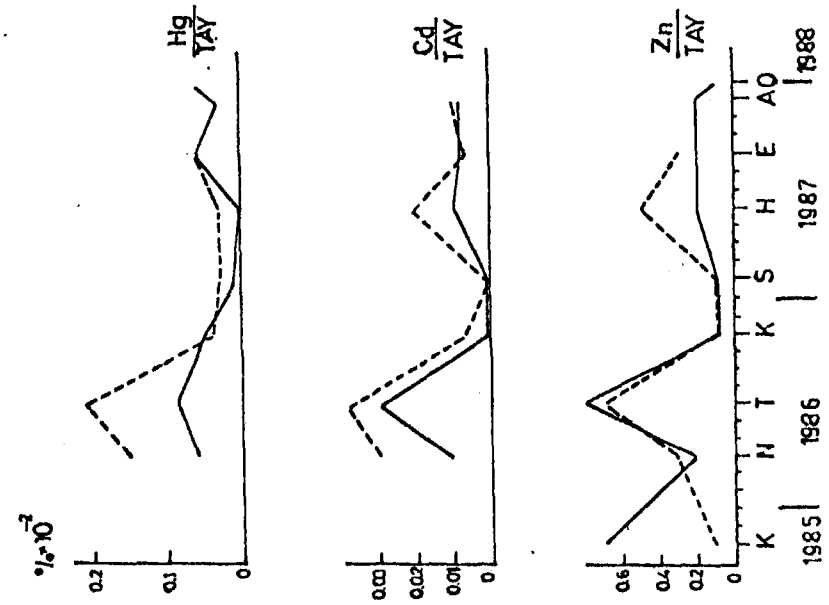


Şekil 6. Ölçümleri yapılan bazı eser elementlerin standartlarının derişim-absorbans grafikleri

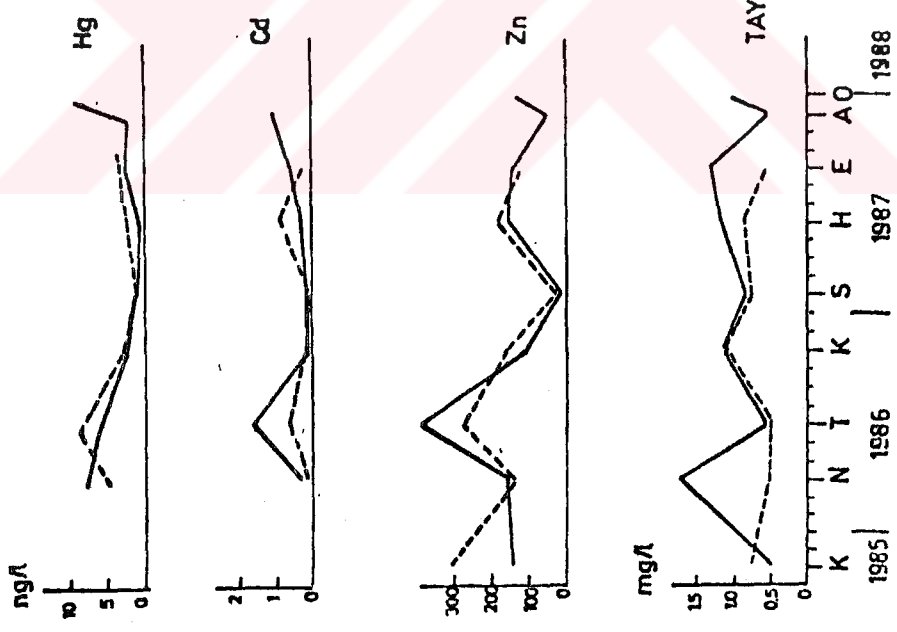


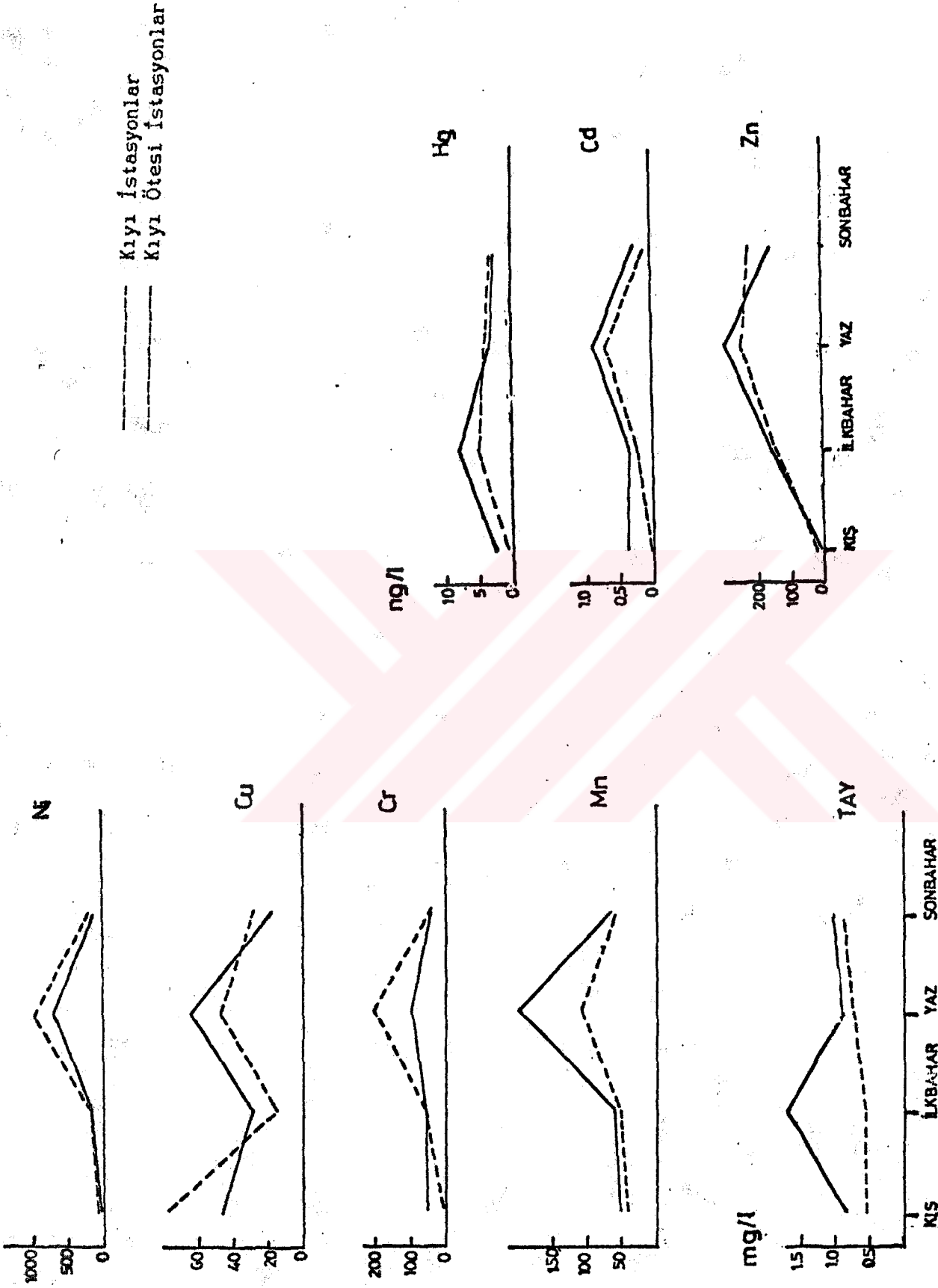
Şekil 7. Kuzeydoğu Akdeniz'in yüzey sularındaki toplam eskiyütle ölçülen bazı eser elementleri
a. Örneklemeye yapılan her araştırma dönemine göre derinliklerindeki dağılımı
b. Toplam eskiyük içerisindeki oran yüzdesi dağılımı

b

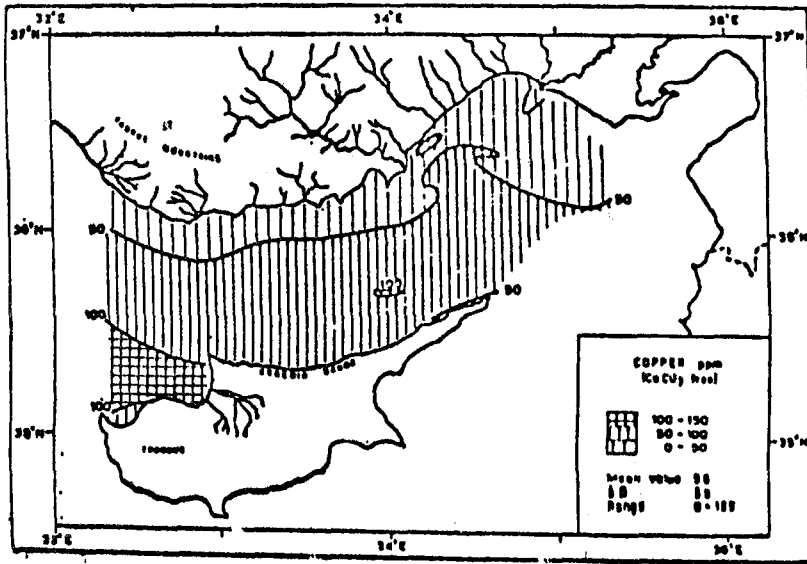


a

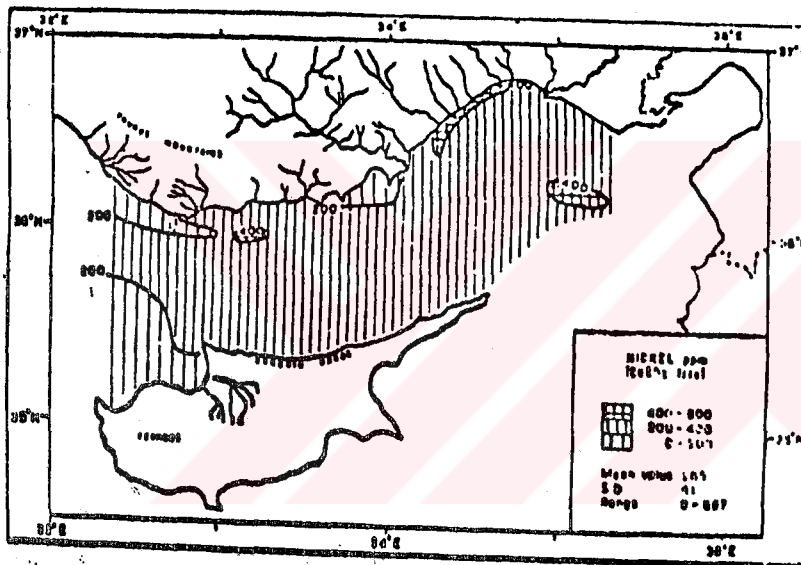




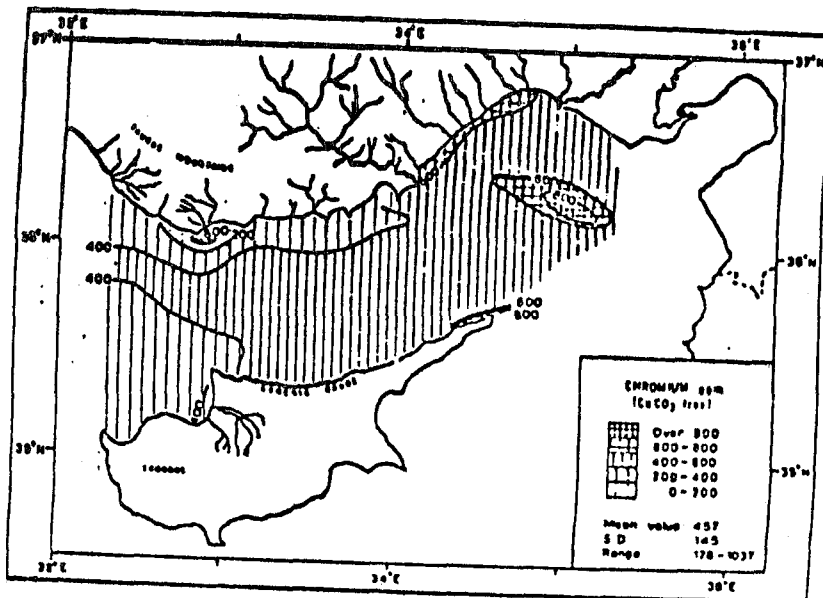
Şekil 8. Kuzeydoğu Akdeniz'in yüzey sularındaki toplam askiyükte ölçülen bazı eser elementleri ortalama mevsimsel dağılımı



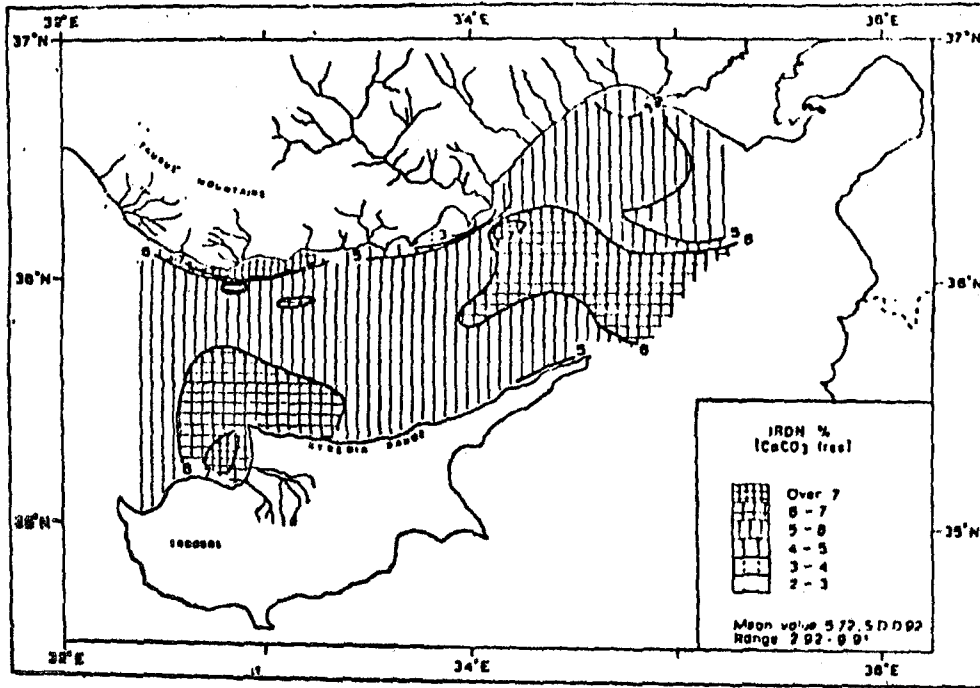
a



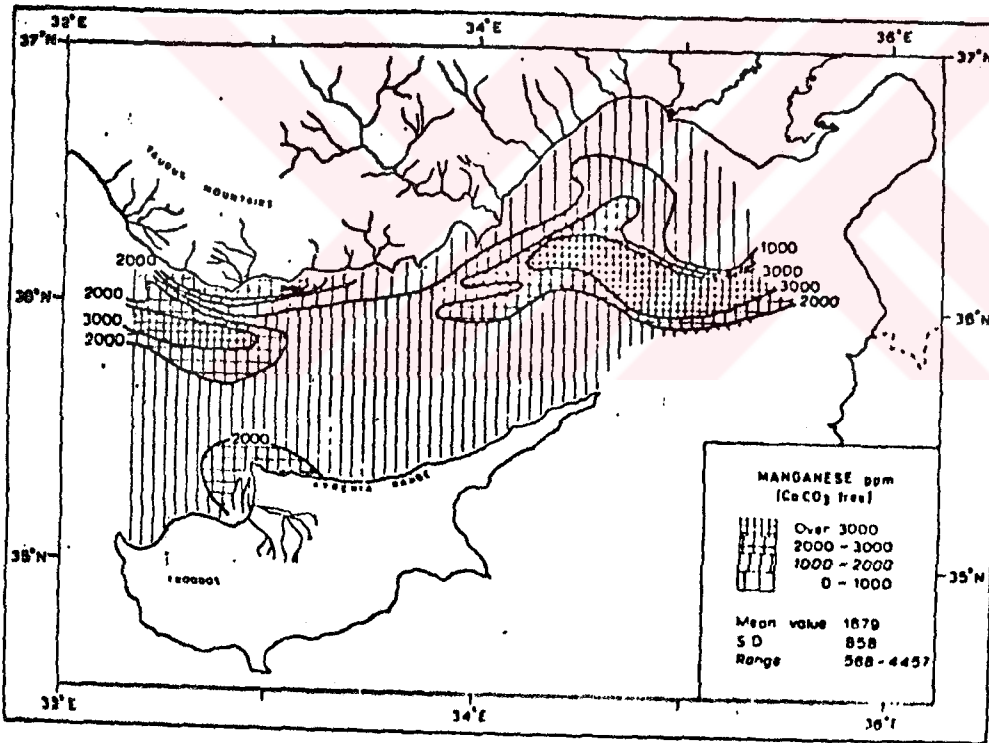
b



c



d



e

Şakıl 9. Yüzey sedimanında (karbonatsız) metallerin dağılımı (Shaw ve Bush, 1978'den sonra

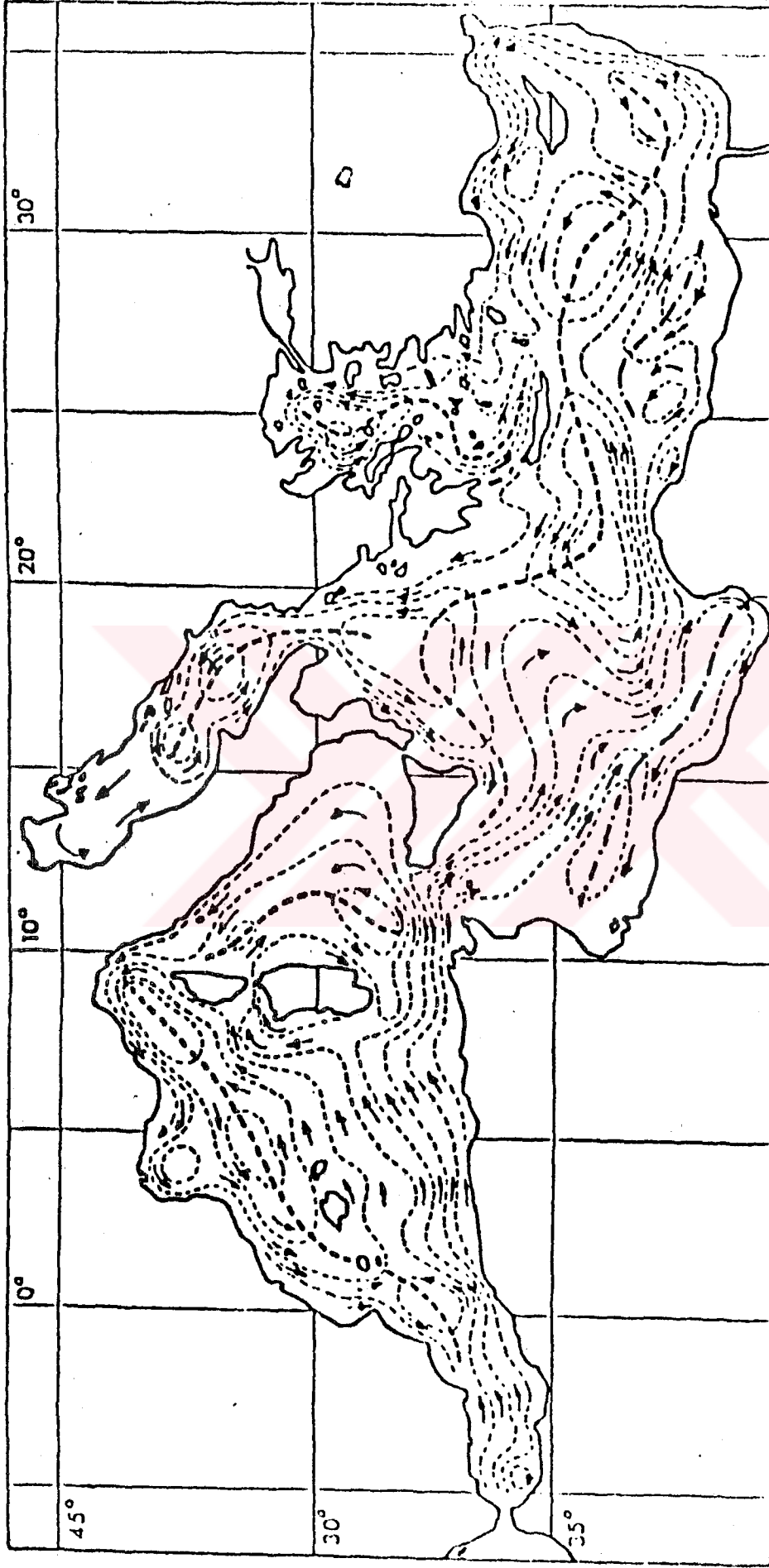
a. Bakır (ppm)

b. Nikel (ppm)

c. Krom (ppm)

d. Demir (%)

e. Manganez (ppm)



Şekil 10. Akdeniz'de görülen yüzey akıntıları (Ovchinnikov, 1966)

Ek 1. Kuzeydoğu Akdeniz'in Yüzeysel Sularındaki Klorofil- α 'nın Dağılımı, $\mu\text{g/l}$
(Göçmen, 1988).

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20		0,04	0,30	0,14	0,41	0,29	0,04	0,07	0,74
21		0,05	0,33				0,04		0,14
22		0,17	0,04	0,16			0,12	0,16	1,04
23			0,30	0,33	0,52	0,48	0,14		
24									0,92
25		0,10	0,06			0,32	0,09	0,35	0,38
26		0,09	0,05			0,08		0,33	0,03
27			0,03		0,03	0,08		0,72	0,27
28			0,03			0,08		0,25	0,28
29		0,05	0,04		0,35	0,08		0,22	0,27
30		0,03	0,08			0,08			
31		0,04	0,04			0,08		0,03	0,70
32		0,02	0,03	0,09				0,22	0,30
51		0,07		0,07		0,17			
52				0,05	0,19				
53		0,05		0,05		0,04		0,16	0,27
54		0,05				0,03			
55		0,08	0,03			0,11		0,36	0,53
56		0,05	0,03			0,74		0,09	0,27

Ek 2. Kuzeydoğu Akdeniz'de Toplam Askı Yükteki Klorofil- α 'nın Yüzdesi, $\% \times 10^{-1}$

İst. No:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
20		0,01	0,21	0,18	1,64	0,34	0,01	0,16	0,85
21		0,02	0,77				0,02		
22		0,07	0,11	0,04			0,05	0,13	0,53
23			0,58	0,28	0,81		0,07		
24									0,29
25		0,05	0,12			0,53	0,31	0,31	0,61
26		0,19	0,12			0,13		0,45	0,04
27			0,08		0,05	0,12		2,25	0,12
28			0,05			0,13		0,51	0,28
29		0,1	0,11		1,75	0,42			0,44
30		0,07	0,42			0,13			
31		0,11	0,11			0,09			
32		0,17	0,08	0,27				0,37	
51		0,03		0,16		0,06			
52				0,09	0,19				
53		0,29		0,05		0,06		0,89	0,33
54		0,24				0,03			
55		0,20	0,04			0,16		1,00	1,00
56		0,50	0,05			2,31		0,23	0,41

EK 3, Kuzeydoğu Akdeniz'de Ölçülen Klorofil- α 'nın Mevsimsel Dağılımı, $\mu\text{g/l}$

Değişken	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
(1) X		0,07	0,12	0,11	0,30	0,22	0,09	0,25	0,44
±		0,04	0,12	0,04	0,20	0,15	0,04	0,18	0,29
n		7	10	4	3	6	5	12	14
(2) X		0,06	0,05	0,06	0,30	0,17			
±		0,02	0,02	0,01	0,11	0,22			
n		8	4	2	2	8			

(1); Kıyı İstasyonlar
(2); Kıyı Ötesi İstasyonlar

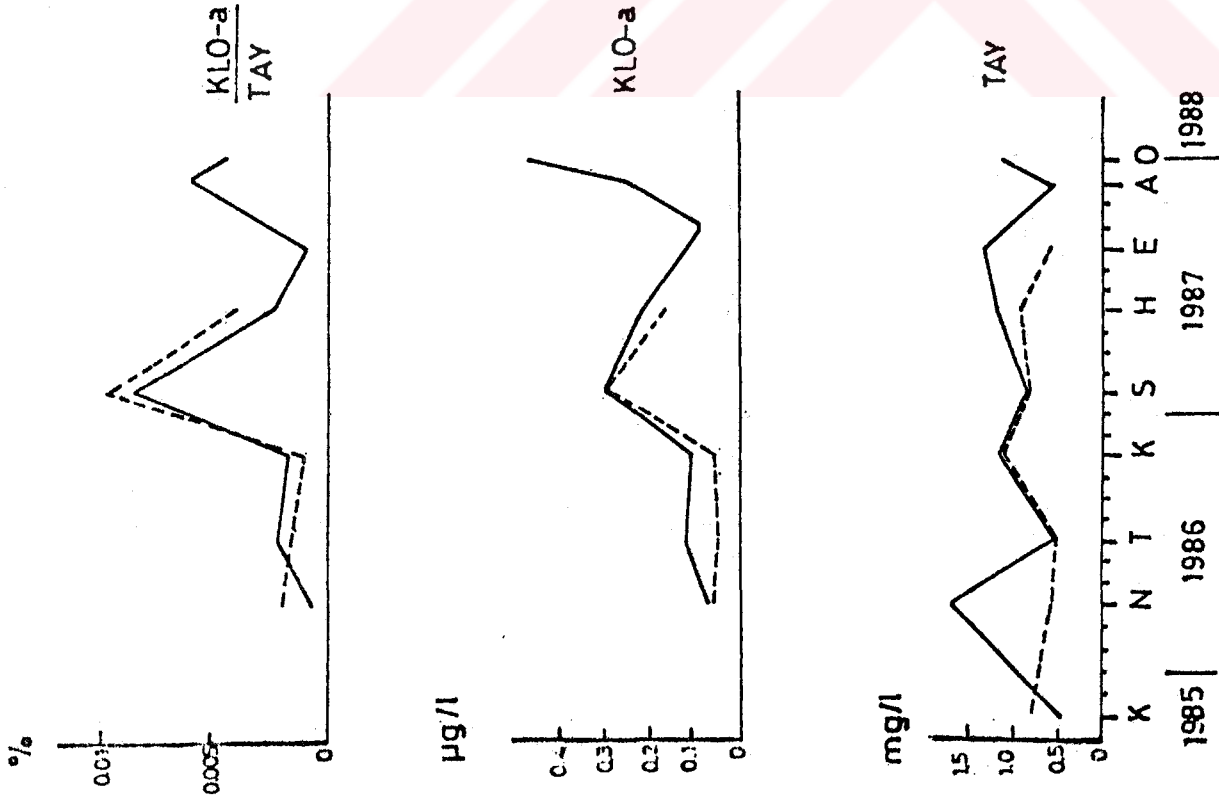
EK 4, Kuzeydoğu Akdeniz'de Kıyı İstasyonlarda Ölçülen Klorofil- α 'nın Toplam Askı Yük ile Oranlarının Yüzdeleri

Değişken	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
(1) X		0,07	0,22	0,17	0,87	0,24	0,09	0,63	0,45
±		0,05	0,23	0,10	0,70	0,17	0,11	0,61	0,28
n		7	10	4	3	6	5	12	14
(2) X		0,20	0,16	0,11	0,92	0,41			
±		0,14	0,16	0,06	0,73	0,73			
n		8	4	2	2	8			

(1); Kıyı İstasyonlar
(2); Kıyı Ötesi İstasyonlar

EK 5, Kuzeydoğu Akdeniz'de İstasyonlarda Ölçülen Klorofil- α 'nın Ortalama Mevsimsel Dağılımı, $\mu\text{g/l}$

Değişken	Kıyı İstasyonlar				Kıyı Ötesi İstasyonlar			
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
X	0,33	0,07	0,17	0,10	0,30	0,06	0,11	0,06
±	0,08	0,04	0,05	0,01	0,11	0,02	0,06	0,01



EK 7. Fitoplanktonların derişim göstergesi olan Kloofil- α 'nın (KLO-a):
 a. Örnekleme yapılan her araştırmaya dönemine göre derişimlerinin dağılımı
 b. Toplam askıyık içerisindeki oran yüzdesi dağılımı
 c. Ortalama mevsimsel dağılımı

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin programlanmasında ve yazılmasında değerli fikirleri ile bana yön veren ve katkıda bulunan tez danışman hocam Prof. Dr. Hunay Evliya'ya teşekkürü bir borç bilirim,

Tez çalışmalarım sırasında çalışmalarımı destekleyen, tezimi okuyarak değerli görüşlerini aktaran Prof. Dr. İlkay Salihoğlu'na ve Doç. Dr. Cemal Saydam'a ayrı ayrı teşekkür ederim.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü Kimyasal Oşinografi Anabilim Dalı laboratuvar olanaklarını sağlayan Enstitü Müdürü Prof. Dr. Ümit Ünlüata'ya teşekkür ederim .

Enstitü'deki çalışma arkadaşlarıma ve Araştırma Görevlisi Semal Yemencioğlu'na özel teşekkürlerimi iletirim.

Çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan ve destekleyen eşime, uslu kızlarıma teşekkür ederim.

T. G.
Yükseköğretim Kurulu
Değerlendirme Merkezi

ÖZGEÇMİŞ

10-Nisan-1954 Kırşehir doğumluyum. İlk, orta ve lise öğrenimimi çeşitli illerde tamamladım. Hacettepe Üniversitesi, Kimya Fakültesinin Kimyagerlik Bölümünden 1979 yılında mezun oldum.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü'nde 1980 Mayıs tarihinden beri teknik eleman olarak çalışmaktayım. Bu süre içerisinde kısa dönem askerlik görevimi yaptım ve 1984 yılında 13 aylığına İngiltere'ye gittim. Orada yabancı dil öğrenimi yaparken bir yandan da Aston Üniversitesi'nin Kimya Bölümünde yarı zamanlı çalıştım.

Türkiye'ye döndükten sonra 1987 yılının ikinci yarı sömestrisinde Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladım ve Nisan 1989'da mezun oldum.

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi