



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

BATI KARADENİZ'DE EKONOMİK ÖNEMİ OLAN
BAZI DENİZ ÜRÜNLERİNDE
AĞIR METALLERİN BELİRLENMESİ

PROJE NO: DEBAG-80/G

Deniz Bilimleri ve Balıkçılık Araştırma Grubu

Marine Sciences and Fishery Research Grant Committee

BATI KARADENİZ'DE EKONOMİK ÖNEMİ OLAN

BAZI DENİZ ÜRÜNLERİNDE
AĞIR METALLERİN BELİRLENMESİ

PROJE NO: DEBAG-80/G

PROF.DR. MUSTAFA ÜNSAL
ZİR.Y.MÜH. YILMAZ BEKİROĞLU
ARAŞT.GÖR. ŞENGÜL AKDOĞAN
KİM.MÜH. ÜLKÜ ATAÇ
ZİR.Y.MÜH. YUSUF KAYIKÇI
KİMYAGER NİGAR ALEMDAĞ
KİMYAGER MUAMMER AKTAŞ
KİMYAGER CELAL YILDIRIM

MAYIS 1993
Erdemli-MERSİN

Onsöz	v
Özet ve anahtar kelimeler	vi
Summary and key words	viii
Sekiller listesi	x
Tablolar listesi	xi
1. Giriş	1
2. Projei destekleyen ve işbirliği yapılan kuruluşlar	3
2.1. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu-TUBİTAK	3
2.2. Tarım ve Köylüsleri Bakanlığı-Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü	3
2.3. Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü	4
3. Projenin amaçları	5
4. Proje de uygulanan metodlar	8
4.1. Balık	8
4.2. Midye	9
4.3. Makroalg	9
4.4. Plankton	10
4.5. Sediman	10

11	5. Elde edilen bulgular
11	5.1. Metal konsantrasyonlarının bölgelere göre değişimi
12	5.1.1. Inebolu
12	5.1.1.1. Plankton
13	5.1.1.2. Midye
15	5.1.1.3. Makroalg
16	5.1.1.4. Sediman
18	5.1.1.5. Balıklar
18	A. Mezgit
19	B. Istavrit
20	C. Hamsi
21	5.1.2. Zonguldak
22	5.1.2.1. Plankton
24	5.1.2.2. Midye
26	5.1.2.3. Makroalg
27	5.1.2.4. Sediman
29	5.1.2.5. Balıklar
29	A. Mezgit
30	B. Istavrit
31	C. Hamsi
32	5.1.3. Sakarya
32	5.1.3.1. Plankton
34	5.1.3.2. Midye
34	5.1.3.3. Sediman
35	5.1.3.4. Balıklar
36	5.1.4. İğneada
36	5.1.4.1. Plankton

51	11. Referanslar
50	10. Harcamalar
49	9. Sonuclar.....
48	8. Kasillasilan guclukler
46	7. Bolgelerin kirlilik yonunden karstillasitirlmasl
44	6. Orneklerin ortalama metal konsantrasyonlari
43	5.1.4.5. Baliklar
41	5.1.4.4. Sediman
40	5.1.4.3. Makroalg
38	5.1.4.2. Midye

ONSQZ

TUBITAK desteğinde yürütülmekte olan "Batı Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi" projesi, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), ODTU-Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Köyisleri Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü arasında kurulan bir izleme komitesi ve TUBITAK-DEBAG tarafından izlenmiştir. Katkılarından dolayı bu kuruluslara teşekkür ediyoruz.

Yukarıda adı geçen proje çalışmalarıyla ilgili gelişme ve faaliyetleri içeren bu rapor, 1.3.1992-31.12.1992 tarihleri arasında alınan örneklerde yapılan metal analizlerinin sonuç- larını ve bu sonuçların yorumunu içermektedir.

TURKCE OZET VE ANAHTAR

KELIMELER

Bu raporda, "Batı Karadeniz'de Ekonomik Önemli Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi Projesi" çerçevesinde yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların yer ve zamana göre değişimlerine yer verilmiştir. Adı geçen proje, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TUBİTAK)'nın parasal katkısı, Tarım ve Köylüleri Bakanlığı - Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü'nün (TKB-TSUA) tekne, personel, araç ve gereç katkısıyla Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından yürütülmüştür.

Proje süresince, Batı Karadeniz'de önemli miktarda avlanan ve dolayısıyla ekonomik önemi olan pelajik türlerden Hamsi ve İstavrit'te, demersal türlerden Mezgit'te cıva, bakır ve kursun düzeyleri belirlenmiş ve bu düzeylerin yer ve zamana bağlı olarak değişimleri incelenmiştir. Ayrıca, deniz suyundan önemli miktarda kirletici aldıkları ve bu özelliklerinden dolayı "indikatör organizma" olarak bilinen midye ve planktonlar (fito- ve zooplankton karışımı) ile makroalg ve sedimanlar da örneklenerek aynı proje içerisinde analiz edilmiştir. Örnekleme bölgelerinde elde edilen metal konsantrasyonları karşılaştırıldığında cıva ve özellikle bakır konsantrasyonları Inebolu'da en yüksek düzeyde bulunmuş, bu bölgeyi Ineada bölgesi izlemiştir. Kursun konsantrasyonu, Ineada bölgesinde Inebolu bölgesinden biraz daha yüksek bulunmuştur.

Orneklerin metal miktarları karıştırıldığında, tüm me-
taller sedimanda en yüksek düzeyde bulunmuş, bunu plankton ve
makroalg izlemistir. Böylece, bir bilgede metal kirliliğinin
belirlenmek için midyelerle birlikte sediman ve makroalgler de
kullanılabilir. Kullani labilecektir.
Anahar kelime: Plankton, Midye, Makroalg, Sediman, Balık,
Agir metal, Konsantrasyon.

The project was conducted in Middle East Technical
University, Faculty of Marine Sciences in Trabzon with
financial support of the State Planning Office (T.C. Milli
Eğitim Bakanlığı) and Technical Research Council (T.C. Bilim ve
Teknoloji Bakanlığı) and Ministry of Agriculture and Rural Affairs
(T.C. Tarım ve Köylü İşleri Bakanlığı). The project was
conducted in the framework of the project "Determination
of the metal content in the sediments and in plankton and
macroalg in the Black Sea." The project was conducted in
Trabzon, Turkey. The project was conducted in the framework
of the project "Determination of the metal content in the
sediments and in plankton and macroalg in the Black Sea."
The project was conducted in the framework of the project
"Determination of the metal content in the sediments and in
plankton and macroalg in the Black Sea." The project was
conducted in the framework of the project "Determination of
the metal content in the sediments and in plankton and
macroalg in the Black Sea." The project was conducted in
the framework of the project "Determination of the metal
content in the sediments and in plankton and macroalg in
the Black Sea." The project was conducted in the framework
of the project "Determination of the metal content in the
sediments and in plankton and macroalg in the Black Sea."

The present report comprehends the data and results obtained on the temporal and spatial levels of some heavy metals in some marine organisms and in sediment which were studied within the framework of the project "Determination of Heavy Metals in Some Economically Important Marine Organisms in Southwestern Black Sea". The metal pollution in an area in Southwestern Black Sea was conducted by Middle East Technical University, Institute of Marine Sciences in Erdemli with the financial support of the State Planning Office, Turkish Scientific and Technical Research Council (TUBITAK) and in collaboration with Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Aquatic Research Institute in Trabzon.

During the project, the levels of mercury, copper and lead, their changes in space and time were studied in two pelagic fish species, Anchovy and Horse Mackerel and also in a demersal species, European Hake which were caught in significant amounts in southwestern Black Sea, so all having economic importance. Furthermore, the mussel, macroalgae, mixed plankton (Phyto- and Zooplankton) and sediment collected from four sampling areas were also analysed for the same metals, since they were accepted to be good indicators of pollution.

When the metal concentrations were compared among the sampling areas, mercury and especially copper concentrations

SUMMARY AND KEY WORDS

were found to be highest in Inebolu region and it was followed by İğneada. Lead concentration was slightly higher in the samples from İğneada region than those collected from Inebolu region.

When the metal contents of the samples were compared to each other, the sediment contained the highest metal concentrations and was followed by plankton and macroalgae. Thus, the sediment and macroalgae could be used, together with mussel in order to identify the metal pollution in an area.

Key words: Plankton, Mussel, Macroalgae, Sediment, Fish, Heavy metal, Concentration.

SEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

1. Örneklem bölgeleri	58
2. Plankton'da civa, bakır ve kursun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi	59
3. Midye'de civa, bakır ve kursun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi	59
4. Makroalg'de civa, bakır ve kursun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi	60
5. Sediiman'da civa, bakır ve kursun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi	60
6. Mezgit'te civa, bakır ve kursun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi	61
7. Istavrit'te civa, bakır ve kursun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi	61
8. Hamsi'de civa, bakır ve kursun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi	62
9. Sakarya Nehri ve Filyos (Yenice) Cayı'nın debilerinin aylara göre değişimi	62
10. Örneklerde ölçülen ortalama civa ve kursun konsantrasyonları	63
11. Örneklerde ölçülen ortalama bakır konsantrasyonları	63

TABLOLAR, LİSTESİ

74	10. Haziran ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde kursun konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
73	9. Mart ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde kursun konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
72	8. Aralık ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde bakır konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
71	7. Eylül ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde bakır konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
70	6. Haziran ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde bakır konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
69	5. Mart ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde bakır konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
68	4. Aralık ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde cıva konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
67	3. Eylül ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde cıva konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
66	2. Haziran ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde cıva konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)
65	1. Mart ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde cıva konsantrasyonları (µg g ⁻¹ , yas ağırlık)

En çok avlanan, dolayısıyla ekonomik önemi olan balık türleri hamisi, istavrit ve mezgit ile, kirliliği belirleyici

edilerek değerlendirilmiştir. tamamlanabilmesi için Mart ayında alınan örnekler de analiz proje 1.6.1992 tarihinde başlamış, ancak dört mevsimin Batı Karadeniz'de yürütülmüştür. Batı Karadeniz'de yapılan proje, 1991 yılında Orta ve Doğu Karadeniz'de, 1992 yılında da civa, bakır ve kurşun düzeylerinin belirlenmesini içeren bu başlatılmışlardır. Ekonomik önemi olan bazı deniz ürünlerinde leri Araştırma Enstitüsü, TÜBİTAK desteğinde bir proje Enstitüsü ile Tarım ve Köylüleri Bakanlığı-Trabzon Su Ürün- kirlilik durumunu belirlemek amacıyla ODTÜ-Deniz Bilimleri Yukarıdaki bilgiler dikkate alarak, Karadeniz'in kullanan diğer canlılar, bu arada insan üzerinedir.

İlalar üzerine, dolaylı etkisi ise bu canlıları besin olarak Kirliliğin doğrudan etkisi, kirliliği ortama yasayan can-

zor değildir.

diğinde bölgenin ne kadar çok kirlenebileceğini tahmin etmek dir. Bu girdilere sanayi atıkları ve evsel atıklar da eklen- etkisi de Batı Karadeniz'in büyük bir bölümünde gözlenmekte- Boğazi yoluyla gerek Akdeniz'in ve gerekse Marmara Denizi'nin nehirlerinin etkisi altındadır. Bunlara ek olarak İstanbul Dinyester Nehirleri ile günde Sakarya ve Yenice (Filyos) pro Batı Karadeniz, batıda Tuna, kuzey-batıda, Dinyeper ve

Boğazi (1992) araştırması sonuçları olarak değerlendirilmiştir. K.

1. GİRİŞ (1992) araştırması sonuçları olarak değerlendirilmiştir. K.

"İndikatör" türleri olarak bitkiler, hayvanlar ve plankton (fito- ve zooplankton) araştırma materyali olarak seçilmiştir. Ayrıca, proje ile ilgili olarak bitkiler ve hayvanlar da proje kapsamına alınarak analiz edilmiştir. (Tablo 1)

2. PROJEYİ DESTEKLEYEN VE İSBİRLİĞİ YAPILAN KURULUSLAR

Projeyi destekleyen ve işbirliği yapılan kuruluşlar

şunlardır:

- * Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK),
- * Tarım ve Köyisleri Bakanlığı-T Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Mudurluğu (TKB-TSÜAE),
- * Orta Doğu teknik Üniversitesi- Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü (ODTU-DBE).

2.1. TÜRKİYE BİLİMSEL ve TEKNİK ARASTIRMA

KURUMU-TÜBİTAK

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, dünyesin-
deki Deniz Bilimleri ve Balıkçılık Araştırma Grubu (DEBAG)
tarafından DEBAG-18/G Projesi kapsamında desteklenmiştir.

2.2. TARIM VE KÖYİSLERİ BAKANLIĞI-TRABZON

SU ÜRÜNLERİ ARASTIRMA ENSTİTÜSÜ

Tarım ve Köyisleri Bakanlığına bağlı Trabzon Su Ürünleri
Araştırma Enstitüsü proje çalışmalarına personel, araç ve
gerek yünden katkıda bulunmuştur. Örnekler belirlenen istas-
yonlardan (Şekil 1) Enstitü elemanları tarafından alınmış,
ağırlık ve boy ölçümleriyle fiziksel ve kimyasal parametreler

ölçülmüş, asitte eritilmiş (digestion) ve Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi'nde analiz edilmişlerdir.

2.3. ORTA DOĞU TEKNİK UNIVERSİTESİ-ERDEMLİ DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTUSU

Deniz Bilimleri Enstitüsü, bir yandan Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü personelinin teorik ve pratik eğitimine katkıda bulunmuş, diğer yandan da bu Enstitü personeli tarafından yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçları değerlendirmiştir. Ayrıca projenin ara raporları da yine Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından hazırlanarak TÜBİTAK'a sunul-
mustur.

Ayrıca Giris Bölümü'nde de bahsedildiği gibi kuzey-batı, batı ve güneyden, Batı Karadeniz'e dökülen önemli nehirler ve bazı dereceler Rusya, Avrupa ve Türkiye'den topladıkları her türlü evsel ve endüstriyel atıkları bu bölgeye tasıma- dirler. Bölgede yasayan organizmaların bu kirlenmeden etkilen- memesi düşünülemez. Bu etkiler, kısa bir süre sonunda (gün, hafta, vb) gözlenileceği gibi (akut etki) aylar, hatta yıllar sonra da ortaya çıkabilir (kronik etki). Özellikle uzun süreli etkiler en tehlikeli olanlarıdır. Bu etkilerin belir- lenerek gerekli önlemlerin alınabilmesi için kirliliğinden alınan organizmaların içerdikleri kirlilik miktarlarının bilinmesi gerekir. Böylece hem bölgenin, hem de o bölgede yasayan organizmanın kirlilik düzeyi belirlenebilir. Organiz- malar için elde edilen sonuçlar, uluslararası kabul edilebilir ust limitlerle karşılaştırılarak (Tablo 13) bu organizmaların

Batı Karadeniz'de kentsel tüm kıyı boyunca devam etmektedir. Bu yerleşim birimlerinin ürettiği evsel atıklar, çoğu kez hiçbir ön arıtma yapılmadan ya doğrudan denizlere ya da dere, nehir gibi akarsulara verilmekte ve dolaylı olarak denize ulaşmaktadır. Ayrıca Karadeniz kıyısında endüstriyel faaliyetler de oldukça yayındır. Balkas ve ark. (1990), Kara- deniz'in Türkiye kıyısında mevcut ve atık üreten tüm sanayi kuruluşlarının sayısını 236 olarak vermektedirler. Bunlardan bir bölümü de Batı Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır.

3. PROJENİN AMAÇLARI

insan sağlığı acısından bir tehlike oluşturunp oluşturmadığı anlaşılabılır.

Yaptığımız literatür araştırmaları, Batı Karadeniz'de yasayan organizmaların ağır metal konsantrasyonları konsundaki çalışmaların midyelerle sınırlı kaldığını (Petkevich & Stepanyuk, 1971; Sarbanescu ve ark., 1980; Akdoğan, 1991) balıklar ve alglerle ilgili herhangi bir çalışma yapılmadığını göstermektedir.

1991 yılında Orta ve Doğu Karadeniz'den baslatılan ve dört yıl devamı düşünölen bu projenin amaçları:

- Doğu Karadeniz'de olduğu gibi Batı Karadeniz'de de en çok avlanan, dolayısıyla ekonomik önemi olan bazı balık türlerinde (Hamsi, İstavrit ve Mezgit) cıva, bakır ve kurşun düzeylerini belirlemek ve bu düzeylerin yer ve zamana göre değisimlerini incelemek,

- Elde edilen sonuçları, diğer ülkeler tarafından belirlenen kabul edilebilir üst limitlerle karşılaştırarak adı geçen balık türlerindeki kirletici konsantrasyonlarının sağlık acısından tehlikeli olup olmadıklarını saptamak,

- Ülkemizde henüz belirlenmemiş olan "sağlık acısından kabul edilebilir üst limitler'in" belirlenmesinde veri tabanı oluşturmak,

- TKB-TSÜAE personelinin örnek alınması, örneklerin analiz edilmesi ve çıkan sonuçların değerlendirilmesi konularında eğiterek gelecekte bu tür çalışmaları rutin olarak yapabilercek şekilde deneyim kazanmalarını sağlamak,

- Pek çok araştırmacı tarafından kirlilik indikatörü (gösterge) olarak kabul edilen plankton midye'ye ek olarak, makroalg'leri de proje kapsamına alarak Batı Karadeniz'in kirlilik düzeyini belirlemektedir.

4. PROJEDE UYGULANAN METODLAR

4.1. BALIK

Örnekleme ve eritme işlemleri Bernhard (1976) tarafından belirtilen yöntemlerle yapılmıştır. Buna göre değişik boylarda balık örnekleri alındı. Balıkların total boyları ve toplam ağırlıkları ölçülerek plastik torbalara konuldu ve analize kadar derin dondurucuda saklandı. Analiz için derin dondurucudan çıkarılan balıklar, bir süre çözülmeğe bırakıldı. İyice çözülmeden kurutma kağıdında kurulandı ve solungaçların gerisinden yanal çizginin üst kısmından pullar temizlendikten sonra 0.5 ile 1.0 gr örnek (deri ile birlikte et kısmı) analiz edilmek üzere plastik ya da paslanmaz celikten yapılmış bisturi ile kesilerek alındı. Alınan örnekler hassas terazide tartıldı, eritme işlemi (digestion) için teflon kaplara konuldu ve üzerine 3.0 ml konsantre nitrik asit (HNO_3) ilave edildi. Teflon kapların kapakları kapatılarak bir süre beklendikten sonra celik bloklardaki yerlerine yerleştirildi. Ayrıca blank (kör) için iki adet teflon kaba sadece 3.0 ml HNO_3 konularak bunlar da celik bloklara yerleştirildi. Daha sonra celik blok ısıtıcı levha üzerine konularak 130-150° C'de 9 saat ısıtıldı. Isıtıcı kapatılarak celik blok oda ısısına gelinceye kadar beklendi. Teflon kaplardaki erimis örnekler balon jöjelere alınarak hacim, iki kez distile edilmiş su ile 25 ml'ye tamamlandı. Örnekler analize kadar buz dolabında +4° C'de saklandı. Civa, bakır ve kursun analizleri UNEP/FAO/IAEA/IOC (1984 a,b) de tanımlanan yöntemle Atomik Absorpsiyon

Spektrofotometresi'nde (AAS) analiz edildi. Çıkan sonuçlar, cesitli yöntemlerle değerlendirildi.

4.2. MIDYE

Örneklemin alınması ve eritilmesi yine Bernhard (1976) tarafından belirlenen ve yukarıda balıklar için açıklanan yöntemle yapıldı: Örnekleme farklı boydaki midyelerin kabukları plastik ya da paslanmaz celikten yapılmış bistiiri ile acıldı ve yumusak (et) kısmından yaklaşık 0.5 gr alınarak teflon kaplara konuldu. Bundan sonra analize kadar olan işlemlere balıklarda olduğu gibi devam edildi. Metaller yine UNEP/FAO/IAEA/IOC (1984 a,b) de tanımlanan yöntemle AAS'de analiz edildi.

4.3. MAKROALG

Ortamdan toplanan alglerin üzerindeki yabancı maddeler temizlendikten sonra plastik torbalara konularak analize kadar derin dondurucuda saklandı. Analizden önce yaklaşık 1.0 gr alg örneği alınarak eritilmek üzere teflon kaplara konuldu ve üzerine 3.0 ml konsantre HNO_3 eklenerek 9 saat ısıtıldı. Balık ve midyelerde olduğu gibi daha sonra 25 ml'lik balon jöjelerle alınarak analiz ediliinceye kadar $+40^{\circ}C$ 'de buzdolabında saklandı. Yine balık ve midyeler için kullanılan yöntemle AAS'de analiz edildi.

4.4. PLANKTON

Göz açıklığı 55 µm olan plankton ağı ile toplanan plankton örnekleri 0.45 µ'luk membran filitrelerden süzülüp deney tüpleri içerisinde konularak eritme işlemine kadar derin dondurucuda saklandı. Blank olarak kullanılmak üzere plankton- suz 0.45 µ'luk membran filitrelerden iki adedi de örneklerle birlikte derin dondurucularda saklandı. Örneklerin eritme işlemi ve analizleri balık, midye ve makroalg'lerde izlenen yöntemlere göre yapıldı.

4.5. SEDİMAN

Diğer örneklerde olduğu gibi ortamdan alınan sediman örnekleri de analize kadar plastik torbalar içerisinde derin dondurucuda saklandı. Yaklaşık 0.5 gr sediman örneği yukarıda açıklanan yöntemle asitte eritildi ve AAS'de analiz edildi. Sedimandaki metal konsantrasyonları genellikle yüksek olduğundan analiz esnasında örnekler bazen birkac kez seyreltilirdi.

5. ELDE EDİLEN BULGULAR

Dört değişik örneklem zamanında (Mart, Haziran, Eylül ve Aralık) Şekil 1'de gösterilen istasyonlardan alınan balık, midye, makroalg, sediman ve karışık plankton örnekleri analiz edilmiş ve analiz sonuçları Tablo 1-12 de gösterilmiştir. Tablolarda da görüldüğü gibi metal konsantrasyonları analiz edilen örneklerin türlerine ve örneklem bölgelerine göre değişmektedir.

5.1. METAL KONSANTRASYONLARININ BÖLGELERE

GÖRE DEĞİŞİMİ

İnebolu, Sakarya ve İğneada bölgelerinden Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında alınan plankton, midye, makroalg, sediman, mezgit, istavrit ve hamisi örneklerinde ölçülen metal konsantrasyonlarının ortalama değerleri alınmıştır. Zonguldak bölgesinden yine aynı örneklem zamanlarında alınan örneklerden bazıları üç ayrı yerden (Filios Cayı, Zonguldak Limanı ve Zonguldak Ereğli) alınmış ve bu değerlerin ortalaması Zonguldak bölgesi olarak verilmiştir. Böylece dört ayrı bölgeden alınan örneklerde (Şekil 1), dört örneklem zamanında ölçülen metal değerlerinin ortalaması alınarak bu değerlerin her bölge ve her örnek türü için değişimleri incelenmiştir (Şekil 2-8).

5.1.1. INEBOLU

Inebolu bölgesinden alınan örneklerde ölçülen metal konsantrasyonlarının ortalama değerleri Şekil 2- 8 ve Tablo 1-12 de gösterilmiştir.

5.1.1.1. PLANKTON

Cıva: Bu bölgeden alınan planktonlarda ölçülen cıva konsantrasyonlarının ortalama değeri $0.47 \mu\text{g g}^{-1}$ dir (Şekil 2). Bu değer İgneada bölgesinden sonra $(0.85 \mu\text{g g}^{-1})$ en yüksek düzeyde bulunmuştur. Aralık ayı örneklerinde ölçülen yüksek cıva değeri $(1.07 \mu\text{g g}^{-1})$ ortalama değerin yüksekliğine neden olmuştur (Tablo 4). Bilindiği gibi Kastamonu-Abana'da cıva yatakları bulunmaktadır (MTA, 1977). Sonbahar'da yağın yağmur- larla cıvanın denize ulaştığı düşünülebilir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) aylık bültenleri incelendiğinde Karadeniz'de Kasım ayı yağış ortalamasının 86 mm , Aralık ayı ortalamasının ise 93 mm olduğu görülmektedir. Bu ortalama değerler Inebolu bölgesinde daha da artmakta ve sırasıyla 127 ve 139 mm ye ulaşmaktadır. Dolayısıyla Aralık ayındaki yüksek cıva değeri bir nedeni bu yağışlar olabilir. Saydam ve ark. (1989) Batı Karadeniz'de yaptıkları araştırmalarda deniz suyundaki cıva konsantrasyonlarının maksimum değerleri ile yağış arasında da bir ilişki olduğunu gözlemişlerdir. Bu da cıvanın karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir. Aynı araştırmacılar kıyı istasyonlarındaki cıva değerlerini özellikle Kıs ve İlkbahar aylarında acık istasyonlara göre daha yüksek bulmuşlardır.

Ayrıca yağmur ya da sel suları ile denize ulaşan ve "aski yük" olarak isimlendirilen deniz suyundaki asılı parçacıkların da planktonla birlikte analiz edilmesi bu organizmalarda civa değerlerinin yüksek olmasına neden olabilmektedir. Spencer ve ark. (1972) göre partikül halindeki civa aski yükün üzerine yapışmıştır.

Bakır: Planktondaki ortalama bakır değeri ($8.11 \mu\text{g g}^{-1}$), Zouguldağ ve İğneada bölgesinden yüksek, ancak Sakarya'dan alınan plankton örneklerinden düşüktür (Şekil 2). Eylül ayı değeri ($1.48 \mu\text{g g}^{-1}$) dışında diğer üç örnekleme zamanında bakır değerleri 7.77 ile $14.13 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir.

Kürsün: İnebolu'dan alınan plankton örneklerinde ölçülen kürsün değerinin ortalaması $11.6 \mu\text{g g}^{-1}$ dir (Şekil 2). Bu değer, örnekleme bölgeleri arasında planktonda ölçülen en yüksek kürsün değeridir. Özellikle Haziran ve Aralık aylarında oldukça yüksek kürsün değerleri elde edilmiştir (sırasıyla 18.17 ve $21.50 \mu\text{g g}^{-1}$ dir). Bu yüksek değerler civada olduğu gibi yağışlarla ilgili olabilir. Branika ve Konrad (1979) yaptıkları araştırmada kürsünün suda asılı parçacıklara kolaylıkla tutunduğunu gözlemişlerdir.

Sonuç olarak İnebolu bölgesinden dört örnekleme zamanında alınan plankton örneklerinde ortalama civa, bakır ve kürsün değerleri oldukça yüksektir.

5.1.1.2. MİDYE

Cıva: İnebolu bölgesinden alınan midye örneklerinde ortalama cıva değeri ($0.20 \mu\text{g g}^{-1}$), diğer üç örnekleme bölgesinden

daha yüksek bulunmuştur. Bu değer, Zonguldak bölgesinden elde edilen değerden 10 kat, Sakarya ve İğneada'dan elde edilen değerlerden ise 6.7 kat daha yüksektir. Özellikle Mart ve Haziran aylarında ölçülen yüksek değerler (Tablo 1 ve 2) ortalama değeri yükseltmiştir. Planktondaki civa için yağmur-larin varsayılan etkisi midyedeki civa için de geçerlidir. MGM Bültenleri incelendiğinde İnebolu ve çevresine 1992 yılı Ocak ve Subat aylarında önemli miktarda yağmur yağdığı gözlenmektedir (Ocak'ta 121, Subat'ta 123 mm). Mart ve Haziran aylarına kadar dibe çöken metallerin, bu arada civanın midyeler tarafından alınması ve biriktirilmesi olasıdır.

Bakır: Civa değerlerinde olduğu gibi midyede en yüksek bakır değeri de yine İnebolu'da ölçülmüştür. Dört örnekleme döneminde de değerler yüksek olup 2.20 ile 8.06 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir. Diğer örneklerle karşılaştırıldığında en yüksek bakır değerleri İnebolu bölgesinden alınan örneklerde ölçülmüştür. Bu yüksek bakır değeri aşağıdaki şekilde açıklanabilir; Kastamonu çevresinde zengin bakır cevheri yatakları bulunmaktadır (MTA, 1977). Gerek maden yataklarından ve gerekse tasima esnasında ortaya dağılan bakır, yağmur ve sularıyla denize ulaşmakta ve büyük olasılıkla midyeler tarafından alınmaktadır. Mart ve Haziran aylarında ölçülen yüksek bakır değerlerini bu şekilde açıklamak mümkündür.

Kursun: 0.39 $\mu\text{g g}^{-1}$ olan ortalama kursun konsantrasyonunu bakıra göre oldukça düşük düzeydedir (Şekil 3). En yüksek değer 0.78 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile Mart ayında, en düşük değer ise 0.11 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile Aralık ayında ölçülmüştür.

Sonuc olarak Inebolu bölgesinden alınan midye örneklerinde ölçülen ortalama bakır, cıva ve kursorun konsantrasyonları diğer örnekleme bölgelerine göre en yüksek değerlerde bulun-
mustur.

5.1.1.3. MAKROALG

Makroalgler bazı araştırmacılar tarafından ağır metal kirliliğinin göstergesi (indikatörü) olarak kullanılmışlardır (Bryan & Hummerstone, 1973; Rönberg ve ark., 1990). Proje teklifinde olmasına karşın bazı bölgelerden alg örnekleri de alınarak metal analizleri yapılmıştır.

Cıva: Inebolu bölgesinden alınan maroalglerdeki ortalama cıva konsantrasyonu örnek alınan diğer bölgelerle aynı düzeydedir. Örnekleme yapılan aylar arasında da önemli bir fark yoktur (Tablo 1, 2, 3 ve 4).

Bakır: Bakır konsantrasyonlarının ortalama Zonguldak ve İğneada bölgesinden alınan örneklerle göre (sirasıyla 2.29 ve 2.25 $\mu\text{g g}^{-1}$) oldukça yüksektir ($7.19 \mu\text{g g}^{-1}$; Sekil 4). En yüksek bakır değeri Aralık ayında ölçülmüştür. Daha önce de belirtildiği gibi Ekim ayından itibaren Inebolu bölgesinde yağışlar artmaktadır. Bu yağışlar sonucu bir yandan denize ulaşan bakır miktarı artmakta, diğer yandan deniz suyunun tuzluluğu azalmaktadır. Bryan ve Hummerstone (1973) yaptıkları araştırmada tuzluluğun azalmasıyla gerek suda ve gerekse deniz alglerinde bakır ve kursorun konsantrasyonlarının arttığını gözlemislerdir. Dolayısıyla Aralık ayında alglerde gözlenen bakır

artısı doğrudan ya da dolaylı olarak yağışlarla ilgili olabilir.

Kursun: Inebolu bölgesinden alınan makroalg örneklerinde ölçülen kursun konsantrasyonlarının ortalaması diğer örneklemeye göre oldukça düşük ($0.21 \mu\text{g g}^{-1}$) bulunmuştur (Şekil 4). Bakırda olduğu gibi yine en yüksek değer Aralık ayında alınan örneklerde ölçülmüştür. Bu yüksek değer in acıklaması yine bakırda olduğu gibi yağışlarla ilgili olabilir.

Sonuç olarak Inebolu bölgesinden alınan makroalg örneklerinde bakır konsantrasyonu diğer örneklemeye göre en yüksek, kursun konsantrasyonu ise en düşük düzeyde bulunmuştur. Civa konsantrasyonu diğer örneklemeye göre aynı düzeydedir.

5.1.1.4. SEDİMAN

Alınan örnekler arasında sedimanlar, en yüksek metal içeren örneklerdir. Bunun nedeni kirlleticilerin zamanla dibeye çökerek sedimana karışmasındandır.

Civa: Inebolu bölgesinden alınan sediman örneklerinde ölçülen ortalama civa değeri $3.00 \mu\text{g g}^{-1}$ dir ve diğer örnek-leme bölgelerine göre en yüksek düzeydedir (Şekil 5). Plankton bölümünde de açıklandığı gibi Kastamonu-Abana bölgesinde civa yatakları bulunmaktadır (MTA, 1977). Civanın sel sularıyla denize ulaşması mümkündür. Sedimandaki civa değeri Eylül ayında en yüksek düzeye ulaşmıştır (Tablo 3). İkibahar aylarında yağın yağmurlarla denize ulaşan civa yaz ayları boyunca ya doğrudan ya da sülfür ile birleşerek (Spencer ve

ark., 1972) dibe çöker. Dolayısıyla Eylül ayında sedimandaki civa konsantrasyonlarının artmasına sebep olur. Ayrıca EİF (1989) verilerine göre Batı Karadeniz'deki derelerin debisi Eylül ayında en alt düzeye düşmektedir.

Bakır: Örneklem bölgeleri arasında en yüksek bakır değeri 216.69 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile Inebolu bölgesinden alınan sediman örneklerinde ölçülmüştür (Şekil 5). Bunun baslıca kaynağı Kastamonu ve çevresindeki bakır cevheri yataklarıdır (MTA, 1977). Örneklem ayllarına baktığımızda en yüksek değerin (382.00 $\mu\text{g g}^{-1}$) Eylül, en düşük değerin ise (35.07 $\mu\text{g g}^{-1}$) Haziran ayında ölçüldüğünü görmekteyiz (Tablo 7). Civa bölünmünde de acıktandığı gibi ilkbaharda yağın yağmurlarla denize ulaşın bakır Haziran ayında henüz su kolonunda bulunmaktadır. Zamanla dibe çöken bakır yaz sonunda ve sonbahar başlarında sedimana ulaşmakta ve dolayısıyla sedimandaki değeri artmaktadır. Yapılan diğer çalışmalarda da sedimandaki bakır konsantrasyonlarının aylara göre değiştiği gözlenmiştir (Pecheanu, 1982).

Kursun: Sedimandaki kursun değeri bakıra göre düşük olmasına karşın cıvaya göre oldukça yüksektir (8.94 $\mu\text{g g}^{-1}$). Bu değer, Zonguldak ve İğneada'dan elde edilen ortalama değerlerden düşük, (sırasıyla 12.16 ve 17.28 $\mu\text{g g}^{-1}$), Sakarya'dan elde edilen ortalama değerden (5.77 $\mu\text{g g}^{-1}$) ise yüksektir. Örneklem zamanlarına göre incelendiğinde aylar arasında büyük bir fark olmadığı, ancak Aralık ayında ölçülen değerin Haziran ve Eylül aylarına göre daha düşük olduğu gözlenmektedir (Tablo 10, 11 ve 12).

Sonuc olarak Inbolu bölgesinden alınan sediman örneklerinde civa ve bakır konsantrasyonları diğer örnekleme bölgesine göre en yüksek düzeydedir.

5.1.1.5. BALIKLAR

A. MEZGİT

Cıva: Inbolu'dan alınan örneklerde ölçülen ortalama yükseklik (Sekil 6). Sakarya ve İğneada bölgesinden örnek alınmadığından sadece iki bölge arasında karşılaştırma yapılabilmektedir. Dört örnekleme zamanı kendi arasında karşılaştırıldığına en yüksek değerin ise (0.01 $\mu\text{g g}^{-1}$) Aralık ayında ölçüldüğü görülmektedir (Tablo 3 ve 4). Daha önce de belirtildiği gibi Inbolu'dan alınan sediman örneklerinde cıva konsantrasyonu Aralık ayında en yüksek düzeyde ölçülmüştür. Mezgit demersal yani dipte yasayan bir balıktır. Besininin bir kısmını da sedimandan sağlamaktadır. Bu nedenle Aralık ayında mezgit'te ölçülen en yüksek cıva konsantrasyonu, yaz boyunca dibe çöken ve sedimanda biriken cıvanın bu tür tarafından sedimandan alınmasından kaynaklanmış olabilir.

Bakır: Bakır düzeyi (1.51 $\mu\text{g g}^{-1}$) Zonguldak örneklerine göre (2.31 $\mu\text{g g}^{-1}$) düşüktür. En yüksek değer Haziran ayında yani bakırın henüz sedimana ulaşmadığı zamanda ölçülmüştür. Bilindiği gibi balıklarda metallerin ortamdaki alınması;

(i) besin yoluyla, (ii) solunum yoluyla (solunucularla) ve (iii) deri yoluyla olmaktadır. Bakırın mezgıt tarafından alınması her üç yol ile de mümkündür.

Kursun: Kursun konsantrasyonu çok düşük düzeydedir (Şekil 6). Sadece Eylül ayında $0.09 \mu\text{g g}^{-1}$ lık bir değer ölçülmüş, diğer örnekleme zamanlarında ise aletin hassasiyet düzeyinin altında bulunmuştur. Eylül ayında ölçülebilen bu değer sedimandaki yüksek kursun değeri ile cakismaktadır.

Sonuc olarak Inebolu bölgesinden alınan mezgıt örneklerinde cıva, bakır ve kursun konsantrasyonları oldukça düşük düzeydedir.

B. İSTAVRIT

Cıva: İstavrit'te ortalama cıva düzeyi $0.08 \mu\text{g g}^{-1}$ olup, mezgıt'e göre daha düşük bulunmuştur (Şekil 7). Ancak Inebolu bölgesinden sadece Haziran ve Eylül aylarında istavrit örneği alınabilmiştir. Dolayısıyla elde edilen ortalama değer iki ayın ortalamasıdır. Bu nedenle mezgıt'le karşılaştırmak mümkün değildir. Cıva değerleri iki örnekleme zamanında da eşit düzeyde bulunmuştur.

Bakır: Cıvanın aksine istavrit'teki iki aylık bakır düzeyi ortalaması mezgıt'e göre daha yüksek bulunmuştur ($1.51 \mu\text{g g}^{-1}$ 'a karşı $2.00 \mu\text{g g}^{-1}$). Bu değer, diğer örnekleme bölgelelerinden daha yüksektir. Mezgıt ve hamisi dışında Inebolu'dan alınan tüm örneklerde bakır konsantrasyonu yüksek bulunmuştur. Spencer & Brewer'a (1971) göre denize ulasan bakır önce su

kolonunda ve yüzeye yakın bölgede bulunur ve zamanla sülfürle birleşerek dibe çöker. Bilindiği gibi istavrit pelajik bir tür olup su kütlesi içinde ve yüzeye yakın bölgelerde yasamak-
tadır. Dolayısıyla bakırı değişik yollardan alarak biriktirmis-
olabilir.

Kursun: Istavritte kursun düzeyi ortalaması bakır ve
cıvaya göre oldukça düşüktür ($0.02 \mu\text{g g}^{-1}$).

Sonuç olarak Inebolu bölgesinden alınan istavrit örnek-
lerinde ölçülen üç metalden bakır en yüksek, kursun ise en
düşük düzeyde bulunmuştur. Cıva, Sakarya bölgesi dışında diğer
örnekleme bölgeleriyle eşit düzeydedir.

C. HAMSI

Cıva: Hamsi örnekleri sadece Mart ve Aralık aylarında
alınabilmektedir. Bu iki ayın ortalama cıva değeri makroalg
disinde bu bölgeden alınan diğer örneklerle göre oldukça düşük
düzeyde bulunmuştur ($0.03 \mu\text{g g}^{-1}$).

Bakır: Cıvada olduğu gibi hamsi örneklerinde bakır kon-
santasyonu da Inebolu'dan alınan diğer örneklerle göre çok
düşük düzeyde ($0.5 \mu\text{g g}^{-1}$) bulunmuştur (Şekil 8). Mart ayında
ölçülen bakır konsantrasyonu aletin hassasiyet düzeyinin al-
tındadır. Aralık ayında ise yaklaşık $1.0 \mu\text{g g}^{-1}$ dir.

Kursun: İki ayın ortalama kursun değeri mevsit ve istav-
ritte ölçülen ile aynı düzeydedir ($0.02 \mu\text{g g}^{-1}$). Bakırda
gözleendiği gibi Mart ayında kursun konsantrasyonu da aletin
hassasiyet düzeyinin altındadır. Aralık ayında ise bakır

duzeyi kadar yuksek olmasa da $0.045 \mu g^{-1}$ lik bir deger bulunmüstür. Görueldügu gibi hamsi'de gerek bakir ve gerekse kursun konsantrasyonlari Aralik ayinda az da olsa bir artis göstermistir. MGM nun aylık bultenleri incelendiginde Inebolu bölgesine Ekim, Kasim ve Aralik aylarında önemli miktarda (yıllık ortalama 122-139 mm) yağmur yağdığı görülmektedir Ayrica EIF (1989) verilerine göre Yaz aylarında azalan nemli ve derelerin debileri Ekim ayından itibaren yeniden artmak tadır. Yağmur ve sel sularıyla denize ulasan ve bir süre su kolonunda partikül halinde ya da parçacıklara yapışmış olarak bulunan kursun (Roth & Hornung, 1977; Branika & Konrad, 1979 Oregon & Fukai, 1980) ve bakir büyük olasılıkla deri, solunga ve belkide besin yoluyla hamsi tarafından alınmış olabılır. Sonuc olarak mezgit ve istavritte oldugu gibi hamsi'de de ölçülen uc metalden bakir en yüksek, kursun ve civa ise en düşük düzeyde bulunmüstür.

5.1.2. ZOGULDAK

Zonguldağ bölgesinden alınan örneklerde ölçülen metal konsantrasyonlarının ortalama değerleri Şekil 2-8 ve Tablo 1-12 de gösterilmiştir. Örneklerin bir kısmı Filios Cayı bölgesinden, bir kısmı Ereğli, bir kısmı da Zonguldağ Limanı'nda alınmıştır. Şekillerde verilen değerler bu üç örnekleme bölgesinin ve dört örnekleme zamanının ortalamaasıdır.

Cıva: $0.10 \mu\text{g g}^{-1}$ olan ortalama cıva konsantrasyonu

Inebolu bölgesinden alınan plankton örneklerinden elde edilen değerlere göre ($0.47 \mu\text{g g}^{-1}$) çok düşüktür (Şekil 2). Örnekler her nekadar Filios Cayı önlüğünden alınmış ise de bu cayın etkisi çok fazla görülmemektedir. Aylara göre konsantrasyonları incelediğimizde Eylül ve Aralık aylarında diğer aylara göre yüksek değerler elde edilmiştir. Filios Cayının aylık debisine baktığımızda Aralık ayında artışı görülmektedir (Şekil 9). Artan debiye bağlı olarak denize ulaşan partikül halindeki küçük parçacıkların miktarı da artmaktadır. Plankton ağı ile planktonların toplanması esnasında bu parçacıklar ve bu parçacıklara yapışmış olan partikül halindeki cıva da toplanarak planktonla birlikte analiz edilmekte dolayısıyla planktondaki metal değerine katkıda bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda, cıvanın %4-50 sinin su kolonundaki aktif yüzeyli organik maddelere tutunduğu gözlenmiştir (Wallace, 1982).

Debinin en düşük olduğu Eylül ayında da planktondaki cıva konsantrasyonunda bir artış gözlenmiştir. MGM'nun verilerine baktığımızda bazı yıllar Zonguldak yöresine Eylül ayında sene-lik ortalamanın üzerinde yağış düştüğü görülmektedir. Örneğin Zonguldak'ta Eylül ayı yağış ortalaması 89 mm iken 1991 yılının da 300 mm lik yağış almıştır. Bu da karasal girdiyi arttırmaktadır. Eylül ayında planktonda görülen cıva artışını bu şekilde açıklamak mümkündür.

Bakır: Planktonda ortalama bakır değeri $6.32 \mu\text{g g}^{-1}$

olmasına karşın diğer örneklerde bölgelelerinden daha düşüktür (Sekil 2). En yüksek değerler Mart ($7.3 \mu\text{g g}^{-1}$) ve Aralık ($17.00 \mu\text{g g}^{-1}$) aylarında ölçülmüştür. Bu yüksek değerler, civa için açıklanan nedenlerden kaynaklanabileceği gibi farklı aylarda oluşan farklı tür kompozisyonundan da kaynaklanabilir. Çunku fitoplanktonun tür kompozisyonu, içerdigi metal konsantrasyonu üzerinde etkilidir (UNEP/FAO/WHO, 1987).

Kürsün: Zonguldak bölgesinden alınan plankton örneklerinde ölçülen ortalama kürsün değeri ($6.41 \mu\text{g g}^{-1}$) Inebolu ve İğneada bölgesinden alınan örneklerden daha düşüktür, ancak Sakarya bölgesinden alınanların 2 katıdır (Sekil 2). En yüksek değer $16.60 \mu\text{g g}^{-1}$ ile Haziran ayında, en düşük değer ise $0.52 \mu\text{g g}^{-1}$ Mart ayında ölçülmüştür. Haziran ayındaki bu yüksek değer karasal kaynaklı girdilerin artmasından dolayı olabilir. Yine MGM verilerine baktığımızda Zonguldak bölgesinde Haziran ayı yağış ortalaması 68 mm olduğu halde 1992 yılı Haziran ayında bu bölge 180 mm yağış almıştır.

Sonuç olarak Zonguldak bölgesinden alınan plankton örneklerinde civa konsantrasyonları aylara göre değişimle birlikte ortalama değeri oldukça düşüktür. Bakır konsantrasyonu diğer örneklerde bölgelelerinden daha düşüktür, kursun ise Sakarya bölgesinden daha yüksek, diğer bölgelelerden daha düşüktür.

Cıva: Midye'lerde, $0.02 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak ölçülen ortalama cıva konsantrasyonu diğer tüm örnekleme bölgelerinden daha düşüktür (Şekil 3). Örnekleme zamanlarına göre baktığımızda, Mart ayında en yüksek ($0.036 \mu\text{g g}^{-1}$), Haziran ayında ise en düşük ($0.018 \mu\text{g g}^{-1}$) düzeydedir. Saydam ve ark. (1989) nın Mayıs ayında Zonguldak yöresi yüzey sularında ölçtükleri cıva konsantrasyonu 70 ng l^{-1} ye kadar ulaşmaktadır. Bu konsantrasyon, Temmuz ayında $30-40 \text{ ng l}^{-1}$ arasında değişmektedir.

Bakır: Zonguldak bölgesinden alınan midye örneklerinde ortalama bakır konsantrasyonu $2.02 \mu\text{g g}^{-1}$ dir. Haziran ayında ölçülen bakır konsantrasyonu ile Eylül ayında ölçülen konsantrasyonlar birbirine çok yakın olup Aralık ve Mart ayında ölçülen konsantrasyonlardan daha yüksektir (Tablo 5,6,7 ve 8). Denizlerde bulunan metallerin büyük çoğunluğu karasal kaynaklıdır. Yani yağmur, sel suları ya da nehirler yoluyla denize ulaşır. Bu kirleticilerden birisi olan bakır da denize ulaştığında önce su kolonu içerisinde erimis ya da partikül halinde bulunur ve zamanla dibe çöker (Spencer & Brewer, 1871). Dibe yasayan midyeler dibe çöken metalleri, bu arada bakırı alarak vücutlarında biriktirirler. Zonguldak bölgesinde en önemli nehir olan Filyos Cayı'nın aylık debisine baktığımızda Mart ve Aralık aylarında oldukça yüksek olduğu görülmekte (Şekil 9), Mayıs ayından itibaren azalarak Eylül ayında en düşük düzeye inmektedir. Debinin yüksek olduğu aylarda denize ulaşan bakır, debinin düşük olduğu Mart ve Eylül aylarında dibe çökmekte ve midyeler tarafından alınmaktadır. Mart ve

Eylül aylarında midyelerdeki ölçülen yüksek bakır konsantrasyonlarını bu şekilde açıklamak mümkündür.

Kursun: Midyelerde kursun konsantrasyonlarının ortalaması (0.37 $\mu\text{g g}^{-1}$) Sakarya ve İğneada bölgesi örneklerinden

daha yüksektir, İnebolu örnekleriyle aynı düzeydedir (Şekil 3). Aylara göre dağılımına baktığımızda bakırın tersi bir durum gözlenmektedir; midyelerin içerdikleri kursun miktarı Mart ayında 0.50 $\mu\text{g g}^{-1}$, Aralık ayında 0.56 $\mu\text{g g}^{-1}$ dir. Buna karşılık Haziran ayında ölçülen kursun miktarı 0.16 $\mu\text{g g}^{-1}$, Eylül ayında ise 0.25 $\mu\text{g g}^{-1}$ dir. Bu fark iki metalin deniz suyundaki farklı kimyasal durumundan, denize ulaşma yolunun ya da zamanının farklı olusundan kaynaklanabilir. Wallace (1982)'in yaptığı bir araştırmaya göre, deniz suyunda bulunan aktif

yüzeyle organik maddelerle birleştiği halde kursunun sadece %3-12'si birleşmiştir.

Sonuç olarak Zonguldak bölgesinden alınan midye örneklerinde ölçülen civa konsantrasyonları, diğer örneklem bölgelerine göre en düşük, bakır konsantrasyonunu İnebolu bölgesinden az, fakat Sakarya ve İğneada bölgesinden alınan midye örneklerinden daha fazladır. Kursun konsantrasyonu ise yine Sakarya ve İğneada bölgesinden daha az, İnebolu bölgesiyle yaklaşıktır.

Çıva: Zonguldak bölgesinden Haziran, Eylül ve Aralık aylarında makroalg örneği alınmış, Mart ayında alınmamıştır. Üç ayın ortalama değeri $0.03 \mu\text{g g}^{-1}$ dir (Şekil 4). Bu değer, Inebolu ve İğneada'dan elde edilen değerlerle yaklaşık aynı düzeydedir (her iki bölgede de $0.02 \mu\text{g g}^{-1}$). Örneklemeye alyarına göre incelediğimizde Haziran ayında 0.06 , Aralık ayında ise $0.01 \mu\text{g g}^{-1}$ ölçülmüştür.

Bakır: Makroalglerde ölçülen ortalama bakır konsantrasyonu ($2.29 \mu\text{g g}^{-1}$) İğneada bölgesiyle aynı düzeyde, ancak Inebolu bölgesine göre oldukça düşük düzeydedir (Şekil 4). En yüksek değer $3.00 \mu\text{g g}^{-1}$ ile Eylül ayında ölçülmüştür. Haziran ve Aralık aylarında birbirine oldukça yakın değerler elde edilmiştir. Haziran ve Aralık aylarında sadece Zonguldak-Eregli bölgesinden örnek alınmış, Eylül ayında ise Eregli ile birlikte Filios Cayı ve Zonguldak Limanı'ndan da makroalg örnekleri alınmıştır (Tablo 7). Eregli disında alınan bu iki örnekte bakır düzeyi daha yüksek olduğundan Eylül ayında bakır konsantrasyonu daha yüksek bulunmuştur.

Kurşun: $3.46 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak ölçülen ortalama kurşun konsantrasyonu İğneada bölgesine, özellikle Inebolu bölgesine göre oldukça yüksek bulunmuştur. Bu yüksek değer, Haziran ayında sadece Eregli bölgesinden alınan makroalg örneklerinde ölçülen $16.80 \mu\text{g g}^{-1}$ ortalama değerden kaynaklanmaktadır (Tablo 10). Bu örnekleme zamanında Zonguldak Limanı ve Filios Cayı bölgelerinden örnek alınmadığı için karışlaştırma olanağı

bulunmamıştır. Aynı örnekleme bölgesinde Haziran ayında civa konsantrasyonunda da bir artış görüldüğüne göre bu örnekleme zamanında bölgesel bir kirlenme düşünülebilir.

Sonuç olarak Zonguldak bölgesinden alınan makroalg örneklerinde ölçülen civa düzeyi oldukça düşük ve diğer örnekleme bölgelerinde esit düzeyde, bakır konsantrasyonunda İnebolu bölgesinden düşük, İğneada bölgesinden yüksek, kur-sun ise her iki örnekleme bölgesinden de daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

5.1.2.4. SEDİMAN

Cıva: Makroalg'lerde olduğu gibi sediman örnekleri de Zonguldak bölgesinden Haziran, Eylül ve Aralık aylarında alınmıştır. Elde edilen ortalama değer $0.07 \mu\text{g g}^{-1}$ dir (Şekil 5). Bu ortalama değer, İnebolu ve İğneada örneklerinden daha az, Sakarya örneklerinden ise daha yüksektir. Örnekleme zamanları dikkate alındığında Haziran ve Aralık aylarında ölçülen değerler (sırasıyla 0.08 ve $0.07 \mu\text{g g}^{-1}$), Eylül ayında elde edilen değerden ($0.05 \mu\text{g g}^{-1}$) çok az farklıdır. Mart ve Aralık aylarında Zonguldak Limanı ve Ereğli) örnek alınmış ancak Eylül ayında Zonguldak Limanından örnek alınmamıştır. Limandan alınan örnekler Mart ve Aralık ayı değerlerini yükseltmiştir. Aksi halde üç örnekleme zamanında alınan örneklerin civa değerleri birbirine oldukça yakındır. Zonguldak Limanı'ndaki yüksek değer de normaldir.

Bakır: Sedimanlarda ölçülen ortalama bakır konsantras-

yonu 19.66 $\mu\text{g g}^{-1}$ dir. İnebolu bölgesinden alınan örneklerden elde edilen değerlere (216.69 $\mu\text{g g}^{-1}$) göre oldukça düşük olan

bu değer Sakarya örneklerinden elde edilenden daha yüksek, İğneada örneklerinin ise yaklaşıklık yarısı değerindedir (Şekil 5). Mart ayında örnek alınmadığından ortalama değer Haziran, Eylül ve Aralık aylarında elde edilen değerlerin ortalamasıdır.

Bu üç örnekleme zamanında en yüksek değer 26.44 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile Haziran ayında ölçülmüştür. Kıs ve İlkbahar aylarında karadan denize ulaşan bakırın bir kısmı Haziran ayına kadar sedimana ulaşarak konsantrasyonun artmasına sebep olmuştur.

Kürsün: Sedimanda ölçülen 12.16 $\mu\text{g g}^{-1}$ kürsün değeri İğneada'dan sonra dört örnekleme bölgesi arasında ölçülen en yüksek değerdir. En yüksek değer Haziran ve Eylül aylarında ölçülmüştür (sırasıyla 13.00 ve 14.18 $\mu\text{g g}^{-1}$). Bakırda olduğu gibi Kıs ve İlkbahar aylarında nehirler yoluyla denize ulaşan kürsün nehir debilerinin azaldığı bu aylarda (Şekil 9) sedimana ulaşmıştır.

Sonuç olarak Zonguldak bölgesinden alınan sediman örneklerinde çiva konsantrasyonunu diğer örnekleme bölgeleriyle aynı düzeyde, bakır konsantrasyonunu İnebolu bölgesinden düşük olmakla birlikte oldukça yüksek, kürsün ise İğneada'dan sonra en yüksek düzeyde bulunmuştur.

A. MEZGİT

Cıva: Mezgitte cıva konsantrasyonlarının ortalaması oldukça düşük düzeydedir ($0.04 \mu\text{g g}^{-1}$). Dört örnekleme bölgesi arasında en yüksek değer $0.07 \mu\text{g g}^{-1}$ ile Aralık ayında, en düşük değer de $0.006 \mu\text{g g}^{-1}$ ile Haziran ayında ölçülmüştür. Saydam ve ark. (1989) göre Batı Karadeniz'de deniz suyunda cıva konsantrasyonu Kış ve İlkbahar aylarında artmaktadır. Deniz suyundaki cıva zamanla deniz dibine çökmektedir. Demersal bir balık türü olan mezgit Yaz ve Sonbahar aylarında dibe çöken bu cıvayı cesitli yollardan alarak biriktirebilir. Aralık ayında alınan mezgit örneklerinde ölçülen yüksek cıva konsantrasyonlarının nedenini bu şekilde açıklamak mümkündür.

Bakır: Mezgit'te $2.31 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak ölçülen ortalama bakır değeri Inebolu bölgesinden alınan örneklerle göre oldukça yüksektir. Buna karşın örnekleme zamanları dikkate alındığında en yüksek değer Inebolu'da olduğu gibi yine Haziran ayında ölçülmüştür. Bu da karasal kaynaklardan denize ulaşan bakırın bir bölümünün Haziran ayında dibe yakın bölgelere ulaştığını göstermektedir. Aynı bölgede sedimandaki bakırın da Haziran ayında en yüksek düzeyde olması bu düşünceyi doğrulamaktadır.

Kurşun: Zonguldak bölgesinden alınan mezgit örneklerinde kurşun düzeyi ($0.51 \mu\text{g g}^{-1}$) bakıra göre çok düşük olmakla birlikte en yüksek değer bakırda olduğu gibi yine Haziran ayında ölçülmüştür (Şekil 6). Daha önce de belirtildiği gibi

aynı ayda sedimandaki kursun düzeyi de oldukça yüksek bulun-
mustur. Ayrıca mezgit'in demersal bir tür, yani dipte yasayan
ve besininin büyük kısmını sedimanda bulunan canlılardan
sağladığı dikkate alınır. Haziran ayında bu türde ölçülen
yüksek kursun konsantrasyonu daha iyi açıklanabilir.
Sonuç olarak Zonguldak bölgesinden alınan mezgit örnekle-
rinde ölçülen cıva ve kursun miktarı oldukça düşük, bakır ise
yüksek denilebilecek düzeydedir.

B. İSTAVRIT

Cıva: İstavrit'te ölçülen ortalama cıva konsantrasyonu
 $0.11 \mu\text{g g}^{-1}$ dir (Şekil 7). Bu değer, İnebolu'dan alınan örnek-
lerde ölçülen $0.08 \mu\text{g g}^{-1}$ değerine yakındır. Mezgit'te olduğu
gibi en yüksek değer yine Aralık ayı örneklerinde ölçülmüştür.
Balıklar sürekli yer değiştiren canlılardır. Bu nedenle
herhangi bir bölgeden avlanan bir balık türünde ölçülen metal
miktarı mutlaka o bölgenin kirlilik düzeyini yansıtmayabilir.
Dolayısıyla diğer örneklem zamanlarına göre Haziran ayında
istavrit'te ölçülen yüksek cıva konsantrasyonu mutlaka bu
örnekleme zamanında meydana gelen bir kirlenmeden kaynaklan-
mayabilir. Üstelik istavrit pelajik bir türdür yani su kolonu
içerisinde deniz dibinden uzak bölgelerde yasar ve dipteki
kirlilikten fazla etkilenmez. Buna karşın Haziran ayındaki
yüksek değer, cıvanın su kolonunda bulunduğu ve henüz dibe
cökmediği zamana rastlamaktadır.

Bilindiği gibi hamsi senenin ancak belirli zamanlarında avlanan bir türdür. Belirlenen örnekleme zamanlarında bazı bölgelerden iki kez, bazı bölgelerden ise bir kez alınabil-
mistir. Zonguldak'tan sadece Aralık ayında örnek alınmış ve

C. HAMSI

trasyonu ise daha yüksek bulunmuştur.
den alınan mezeit örneklerine göre daha düşük, cıva konsan-
lerinde ölçülen ortalama bakır ve kurşun miktarı, aynı bölge-
Sonuç olarak Zonguldak bölgesinden alınan istavrit örnek-
gecerlidir.

konsantrasyonları için açıklanan nedenler kurşun için de
ayında ölçülmüştür. Dolayısıyla bu ayda yüksek bakır ve cıva
Cıva ve bakırda gözleendiği gibi en yüksek değer yine Aralık
bölgesi örneklerine göre oldukça yüksek düzeydedir (Şekil 7).
de ortalama kurşun konsantrasyonu $0.17 \mu\text{g g}^{-1}$ dir ve inebolu
Kuşun: Zonguldak bölgesinden alınan istavrit örneklerin-

lenenlerden yaklaşık üç kat daha fazla olduğunu gözlemiştir.
beslenen balıklardaki bakır konsantrasyonunun, planktonla bes-
1978) yaptığı bir araştırmada, dipte yaşayan organizmalarla
mezeit'e göre daha düşüktür. Topping (1973, bkz. Schmidt,
lamaktadır. İstavrit'te ölçülen ortalama bakır konsantrasyonu
bu yüksek değer, bakırın su kolonunda bulunduğu zamana rast-
 $2.70 \mu\text{g g}^{-1}$ ile Aralık ayında ölçülmüştür. Cıvada olduğu gibi
bolu örneklerine göre daha düşük düzeydedir. En yüksek değer
Bakır: Ortalama bakır konsantrasyonu ($1.61 \mu\text{g g}^{-1}$) Ine-

ölçüm sonuçları Şekil 8' de gösterilmiştir. Buna göre Aralık ayında ölçülen cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonları sırasıyla 0.02, 1.60 ve 0.05 $\mu\text{g g}^{-1}$ dir.

5.1.3. SAKARYA

Sakarya bölgesinden tüm örnekler alınamamış, düzenli olarak sadece plankton örnekleri ve Mart ayı dışında sediman örnekleri alınmıştır. Ayrıca Haziran ayında midye, Mart ayında da istavrit örnekleri bir kez alınmıştır. Bu örneklerle ait ölçüm sonuçları Şekil 2,3,5 ve 7' de gösterilmiştir.

5.1.3.1. PLANKTON

Cıva: Plankton örneklerinde ölçülen ortalama cıva konsantrasyonu 0.12 $\mu\text{g g}^{-1}$ dir (Şekil 2). Bu değer, Zonguldak bölgesinden alınan plankton örneklerinden elde edilen 0.10 $\mu\text{g g}^{-1}$ değeri ile yaklaşık aynı düzeydedir. İnebolu ve İğneada örneklerine göre ise oldukça düşük düzeydedir. Örneklemeye dönemlerine göre incelendiğimizde en yüksek değer 0.19 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile Mart ayında ölçülmüş, onu 0.16 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile Haziran ayı izlemiştir. En düşük değer ise 0.04 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile Aralık ayında ölçülmüştür. MGM verilerine göre Sakarya ve yöresinde Kıs ve Ilkbahar aylarında aylık yağış ortalaması 60 ile 133 mm arasında değişmektedir. Diğer yandan EİE (1989) verilerine göre Sakarya Nehri'nin debisi Kıs ve Ilkbahar aylarında en yüksek

duzeve ulasmaktadir (Sekil 9). Batı Karadeniz'in yuzey sula-
rinda toplam civayı olcen Saydam ve ark. (1989) Mayıs ve
Temmuz aylarında, Eylül ve Nisan aylarına göre oldukça yuksek
degerler bulmuslar ve bu degerlerle maksimum yağış arasında
bir ilişki olduğunu gözlemislerdir. Planktonda Mart ve Haziran
aylarında ölçülen yuksek degerlerin yağışlarla ilişkili olması
muhemeldir.

Bakır: Sakarya bölgesinden alınan plankton örneklerinde
ortalama bakır konsantrasyonu $8.48 \mu\text{g g}^{-1}$ dir ve diğer ör-
nekleme bölgelerine göre en yuksek düzeydedir. Her örnekleme
döneminde yuksek degerler ölçülmesine karşın en yuksek deger
 $12.80 \mu\text{g g}^{-1}$ ile Mart ayında, en düşük deger de $4.64 \mu\text{g g}^{-1}$
ile Eylül ayında ölçülmüştür. Aylara göre farklı degerler,
ortamdaki bakır konsantrasyonundan kaynaklanabileceği gibi
planktonun tür kompozisyonundan da kaynaklanabilir. Karadeniz
de fitoplankton türleri aylara göre değişmektedir (Soroğın,
1982, bkz. Izdar ve ark., 1987).

Kursun: Sakarya bölgesinden alınan plankton örneklerinde
ortalama kursun konsantrasyonu diğer örnekleme bölgelerine
göre daha düşük düzeydedir ($3.09 \mu\text{g g}^{-1}$). Cıvanın aksine en
yuksek deger Aralık ayında ölçülmüştür. Bu yuksek deger plank-
tonun içerdığı kursun olabileceği gibi nehirle gelen ve
planktonla birlikte toplanan partikül halinde ya da partikül-
lere yapışmış kursun da olabilir. Çünkü Karadeniz'de bakır ve
kursunun büyük bir kısmı partikül halindedir (Haraldson &
Westerlund, 1988).

Sonuc olarak Sakarya bölgesinden alınan plankton örnek-
lerinde civa ve kursum konsantrasyonları diğer örnekleme
bölgelerine göre düşük, bakır konsantrasyonunu ise en yüksek
düzeydedir.

5.1.3.2. MIDYE

Sakarya bölgesinden sadece bir kez Haziran ayında midye
örneği alınabilmektedir. Bu örneklerin analizi sonucunda 0.03 µg
g⁻¹ civa, 0.34 µg g⁻¹ bakır ve 0.01 µg g⁻¹ kursum bulunmuştur.

5.1.3.3. SEDİMAN

Civa: Ortalama civa değeri oldukça düşük bulunmuştur
(0.02 µg g⁻¹). Eylül ayında ölçülen değer aletin hassasiyet
düzeyinin altında kalmıştır. Haziran ayında ölçülen 0.02 µg
g⁻¹ değeri ile Aralık ayında ölçülen 0.03 µg g⁻¹ değeri ara-
sında büyük bir fark yoktur.

Bakır: Sedimanda ortalama bakır konsantrasyonunu 16.64 µg
g⁻¹ olarak ölçülmüştür. Bu değer, dört örnekleme bölgesi
arasında en düşük değerdir (Şekil 5). En yüksek değer 26.93 µg
g⁻¹ ile Haziran ayında ölçülmüştür. Eylül ve Aralık aylarında
yaklaşık aynı değerler elde edilmiştir (sırasıyla 11.60 ve
11.40 µg g⁻¹). EİE (1989) verilerine baktığımızda Sakarya
Nehri'nin debisinin en düşük olduğu aylardan birisi de Haziran
aydır (Şekil 9). Dolayısıyla su kolonu içinde bulunan
partikül halindeki bakırın (Haraldson & Westerlund, 1988)
sedimana çökmesi için uygun bir zamandır.

Kursun: Bakır değerinde olduğu gibi kursun değeri de dört

örnekleme bölgesi arasında en düşük olanıdır. Örnekleme dönemleri arasında en yüksek değer ($8.82 \mu\text{g g}^{-1}$) yine bakırda olduğu gibi Haziran ayında gözlenmiştir. En düşük değer ise $1.80 \mu\text{g g}^{-1}$ ile Eylül ayında ölçülmüştür. Haziran ayındaki yüksek değer, debinin azalması ve dolayısıyla cökeltmenin artmasıyla açıklanabilir. Eylül ayındaki düşük değer doğa koşullarında meydana gelen bir değişimden kaynaklanabilir. Örneğin MGM verilerine göre uzun yıllar Eylül ayı ortalama yağış miktarları Sakarya bölgesinde 59, Kocaeli bölgesinde 62 ve Zonguldak bölgesinde 89 mm iken 1991 yılında aynı ayda ölçülen yağış miktarı Sakarya bölgesinde 106, Kocaeli bölgesinde 132 ve Zonguldak bölgesinde 300 mm'ye ulaşmıştır. Yağışlarla birlikte debi de artacak ve meydana gelen karışım sonunda sedimandaki kursun tekrar suya geçecektir.

Sonuç olarak Sakarya bölgesinden alınan sediman örnek-

lerinde cıva, bakır ve kursun konsantrasyonları diğer örnek-
leme bölgelerine göre daha düşük düzeyde bulunmuştur

5.1.3.4. BALIKLAR

Balık örneklerinden sadece istavrit Mart ayında alınabil-
miştir. Ölçülen konsantrasyonlar; $0.26 \mu\text{g g}^{-1}$ cıva, $0.14 \mu\text{g g}^{-1}$ bakır ve $0.40 \mu\text{g g}^{-1}$ kursundur.

5.1.4. İGNEADA

İğneada bölgesinden plankton ve midye örnekleri Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında düzenli olarak alınmış, makroalg ve sediman örnekleri Mart ayı dışında yine düzenli olarak alınmış, ancak balık örneklerinden sadece istavrit Mart ayında alınmış, diğer balık örnekleri ise alınmamıştır.

5.1.4.1. PLANKTON

Cıva: Plankton için ölçülen ortalama cıva değeri 0.85 µg g⁻¹ dir (Şekil 2). Bu değer, dört örnekleme bölgesi arasında ölçülen yüksek değerdir. Örnekleme dönemlerine göre en yüksek konsantrasyon 2.95 µg g⁻¹ ile Eylül ayında, en düşük konsantrasyon ise 0.08 µg g⁻¹ ile Aralık ayında ölçülmüştür. İğneada bölgesi kuzeydeki uc büyük nehirin (Tuna, Dinyeper ve Dinyester) etkisi altındadır. Bu nedenle Karadeniz'in diğer Türkiye kıyılarından farklı özellikler göstermesi doğaldır.

Bologa ve ark. (1984) Romanya kıyılarında yaptıkları bir araştırmada, diatomların da içinde bulunduğu *Bacillariophyta* grubunun biyomasının Eylül ayında diğer aylara göre en yüksek düzeyde olduğunu gözlemişlerdir. Aynı araştırmacılar bu grubun 0, 5 ve 10 metrelerde biyomas dağılımını incelemişler ve sırasıyla 0 (sıfır) metrede 7,888.78, 5 m'de 4,189.36 ve 10 m'de 220.39 mg m⁻³ bulmuşlardır. Bizim örneklerimiz de yüzeyden ve yüzeyin hemen altından alınmışlardır. Saydam ve ark. (1989)

Eylül ayında Batı Karadeniz'in toplam askı yük konsantrasyon-
larında Tuna Nehri'nin etkili olduğunu belirtmektedirler.
Spencer ve ark. (1972) ise İstanbul Boğazi'nin Karadeniz çıkı-
sında bir istasyondan aldıkları askı yük örneklerinde oldukça
yüksek civa değerleri ölçmüşlerdir. Karadeniz'deki askı yükün
iz element konsantrasyonunu inceleyen bu araştırmacılara göre
en yüksek civa değerleri Karadeniz'in batı kıyısında gözlen-
miştir. Civa bu bölgede partikül halindeki maddelerle bir-
aradadır. Çünkü askı yükün üzerine yapışmıştır.

Yapılan tüm bu çalışmalarını dikkate aldığımızda, Eylül
ayında ölçülen yüksek civa değeri fitoplanktonların içerdikleri
civa olabileceği gibi planktonla birlikte toplanan suda asılı
parcacıklara (toplam askı yük) tutunmuş civa da olabilir.

Bakır: Planktonda ölçülen ortalama bakır değeri 7.86 µg
g⁻¹ dir. Bu değer, Zonguldak bölgesinden elde edilen değere
göre daha yüksektir, ancak Inebolu ve Sakarya bölgelerinden
alınan plankton örneklerinin içerdikleri bakır miktarından daha
dusuktur. Örneklem zamanlarına göre en yüksek değer 14.60 µg
g⁻¹ ile Aralık ayında, en düşük değer ise 1.80 µg g⁻¹ ile Mart
ayında ölçülmüştür. Aralık ayında ölçülen yüksek değer plank-
tonun miktarından ya da tür kompozisyonundan kaynaklanabilir.
Bologa ve ark. (1984) yaptıkları araştırmada Aralık ayında
litredeki hücre sayısını ve biyomassı Mart ayından daha yüksek
bulmuşlardır. Yine aynı araştırmacılara göre Mart ayındaki tür
kompozisyonu ile Aralık ayındaki tür kompozisyonu birbirinden
farklıdır. Yüksek konsantrasyonun diğer bir nedeni de Aralık

ayında özellikle Tuna Nehri ile bol miktarda tasınan askı yük ya da partikül halindeki bakır olabılır. Haraldson & Westlund'a (1988) göre Karadenizde bakır ve kursumun büyük bir kısmı partikül halindedir.

Kursum: Cıvada olduğu gibi planktonda da en yüksek kursum değeri Eylül ayında ölçülmüştür ($27.63 \mu\text{g g}^{-1}$). Ortalama kursum değeri ise $10.41 \mu\text{g g}^{-1}$ dir. Bu değer, Inebolu'dan elde edilen değerden sonra en yüksek değerdir. Cıva ve bakırda da açıkladığı gibi yüksek kursum değerleri gerek planktondan ve gerekse nehirler yoluyla tasınan askı yük ya da partikül halindeki kursumdan kaynaklanmış olabılır.

Sonuç olarak İğneada bölgesinden alınan plankton örneklerinde ortalama cıva konsantrasyonu diğer örneklem bölgelerine göre oldukça yüksek, kursum konsantrasyonu Inebolu'dan düşük, Zonguldak ve Sakarya'dan yüksek, bakır konsantrasyonu ise Zonguldak bölgesi dışında diğer iki örneklem bölgesinden daha düşük bulunmuştur.

5.1.4.2. MİDYE

Cıva: Zonguldak ve Sakarya bölgelerinde olduğu gibi İğneada bölgesinden alınan midyelerde de ortalama cıva konsantrasyonu $0.03 \mu\text{g g}^{-1}$ ile oldukça düşük düzeyde kalmıştır (Şekil 3). Örneklem zamanları arasında büyük bir fark olmamakla birlikte en yüksek değer $0.06 \mu\text{g g}^{-1}$ ile Mart ayında

ölçümüştür. Benzer durum Zonguldak bölgesinden alınan midye-lerde de gözlenmiştir. Ancak Ocak ve Subat aylarında ölçüm yapılmadığından Mart ayındaki bu artışın önceki aylardan mı yoksa bu aydaki birikiimden mi kaynaklandığı bilinmemektedir. Örnekler liman bölgesinden alındığından, limanda meydana gelen bir kirlenme de düşünülebilir. Çünkü MGM verilerine göre 1992 yılında Kırklareli yöresine Ocak, Subat ve Mart aylarında düşen yağmur sırasıyla 1, 10 ve 63 mm'dir.

Bakır: Midyelerde ölçülen ortalama bakır konsantrasyonu 1.31 $\mu\text{g g}^{-1}$ dir ve Sakarya bölgesinden sonra en düşük düzeydedir. Örnekleme zamanları dikkate alındığında en yüksek değer 1.88 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile Eylül ayında ölçülmüştür. Bu doğal bir sonuçtur çünkü ilkbaharda su kolonunda bulunan fitoplankton ve partikül halindeki ya da partiküllere yapışmış metal Yaz boyunca dibe çökerek midyeler tarafından alınmıştır. Ayrıca ortamdaki sıcaklık ve tuzluluk değişimleri de bakırın midyeler tarafından alınmasını etkileyebilir (Phillips, 1980).

Kursun: İgneada bölgesinden alınan midyelerde ölçülen kursun konsantrasyonu, Zonguldak ve Inebolu örneklerine göre düşük düzeydedir (0.12 $\mu\text{g g}^{-1}$). Mart ayında ölçülen değer, diğer örnekleme zamanlarına göre biraz daha yüksek bulunmuştur. Saydam ve ark. (1989) Ocak ayında Batı Karadeniz'de yüksek askı yük konsantrasyonları ölçmüşlerdir. Bu yüksek konsantrasyonu Tuna Nehri'nin etkisine bağlamaktadırlar. Brankica & Konrad (1979) yaptıkları araştırmada kursunun suda asılı parçacıklara kolayca tutunduğunu gözlemişlerdir. Diğer bazı

araştırmacılar ise (Roth & Harnung, 1977; Oregon & Fukai, 1981), deniz suyundaki kursunun büyük bir kısmının partikül halindeki maddelerle birleşerek hızlı bir şekilde deniz dibindeki sedimanlara taşındığını belirtmektedirler. Deniz dibine ulaşan kursun da midyeler tarafından alınmaktadır. Sonuç olarak İğneada bölgesinden alınan midyelerde civa, bakır ve kursun değerleri düşük düzeylerde bulunmuştur.

5.1.4.3. MAKROALG

Cıva: İğneada bölgesinden Mart ayında makroalg örneği alınmamıştır. Alınan örneklerde ölçülen ortalama cıva konsantrasyonu diğer örnekleme bölgelerinde olduğu gibi düşük düzeydedir ($0.02 \mu\text{g g}^{-1}$). Örnekleme dönemleri arasında çok az konsantrasyon farkı olmakla birlikte Eylül ayında biraz daha yüksektir (Tablo 3). Bu yüksek değer, denizlerin yakın olduğu Yaz mevsimi boyunca deniz dibine çöken bu metalin algler tarafından alınmasından kaynaklanmıs olabilir.

Bakır: Ortalama bakır konsantrasyonu $2.25 \mu\text{g g}^{-1}$ olup bu da Zonguldak bölgesinden alınan alg örnekleriyle aynı düzeyde, ancak İnebolu örneklerinden daha düşüktür (Sekil 4). Örnekleme dönemlerine göre en yüksek konsantrasyon ise Aralık ayında ölçülmüştür. Bu yüksek değer, o ayda oluşan yerel bir kirlenmeden olabileceği gibi Yaz ve Sonbahar aylarında meydana gelen

birlikinden de kaynaklanmış olabilir. Çünkü yapılan bazı arastirmalar, alglerde bakirin Yaz aylarından Sonbahar ve Kış aylarina doğru arttigi göstermistir (Rönberg ve ark., 1990).

Kursun: İgneada bölgesinden alınan makroalg örneklerinde ölçülen ortalama kursun değeri $2.85 \mu\text{g g}^{-1}$ dir. Bu değeri İnebolu örneklerine göre oldukça yüksek, ancak Zonguldak örneklerinden daha düşük düzeydedir. Haziran ayında diğer aylara göre çok yüksek kursun değeri bulunmüstür ($8.22 \mu\text{g g}^{-1}$). Halbuki bakırda en yüksek değeri Aralık ayında ölçülmüstür. Bu da bakır ile kursun arasında gerek denize ulaşım zamanı ve gerekse deniz suyundaki kimyasal yapısı bakımından fark olduğunu göstermektedir. Ayrıca her alg türü, metalleri deniz suyundan farklı miktarlarda almakta ve biriktirmektedir (Ho, 1987). Ancak analiz edilen alglerin tür tanımlaması yapılmadığı için bakır ile kursun arasındaki bu farklı durumu açıklamak mümkün olamamıştır.

Sonuç olarak İgneada bölgesinden alınan makroalg örneklerinde civa konsantrasyonları diğer örneklem bölgelerinde olduğu gibi düşük düzeyde, bakır ve kursun konsantrasyonları ise ya esit düzeyde ya da daha yüksek bulunmüstür.

5.1.4.4. SEDİMAN

Cıva: İgneada bölgesinden alınan sedimanlarda ortalama civa konsantrasyonunu ($0.11 \mu\text{g g}^{-1}$) İnebolu'dan sonra en yüksek düzeyde bulunmüstür. Örneklem zamanları arasında en yüksek değeri de $0.15 \mu\text{g g}^{-1}$ ile İnebolu'da olduğu gibi Eylül ayında

ölçülmüştür. Aralık ayında ölçülen değer de $(0.10 \text{ } \mu\text{g g}^{-1})$ Eylül ayına yakındır (Tablo 3 ve 4). Karışımın en az olduğu Yaz aylarında dibe çöken civa Haziran ayına göre Eylül ayında, sedimandaki konsantrasyonun biraz daha artmasına sebep olmuştur. Aralık ayında karışımın başlamasıyla sedimandaki civa miktarı da azalmaya başlamıştır.

Bakır: Inebolu'dan sonra en yüksek ortalama bakır değeri $(36.67 \text{ } \mu\text{g g}^{-1})$ İğneada'dan alınan sedimanlarda gözlenmiştir (Şekil 5). Ancak Inebolu'dan farklı olarak en yüksek değer Aralık ayında ölçülmüştür (Tablo 3 ve 4). Aralık ayında ölçülen bu yüksek bakır değeri sedimanın yapısından kaynaklanabilir (Schmidt, 1978; Yücesoy & Ergin, 1992), bu bölgede oluşan antisiklonik çevrim (eddy) den de kaynaklanmış olabilir (Oğuz ve ark., 1992).

Kurşun: Dört örnekleme bölgesi arasında en yüksek kurşun değeri ortalama İğneada'dan alınan sediman örneklerinde ölçülmüştür $(17.28 \text{ } \mu\text{g g}^{-1})$. Mart ayı dışında diğer örnekleme zamanlarında en yüksek değer $(36.50 \text{ } \mu\text{g g}^{-1})$, bakırda olduğu gibi Aralık ayında ölçülmüştür. Mart ayında bu bölgeden sediman örneği alınmamıştır. Bu yüksek değer için önce bölgesel bir kirlenme düşünülebilir. Bir diğer neden de bakırda olduğu gibi sedimanın yapısı olabilir. Yücesoy & Ergin, 1992) Kara-deniz'de yaptıkları araştırmalarda sedimanların organik karbon içeriği ile bakır ve kurşun konsantrasyonları arasında bir ilişki bulmuşlardır; sedimanlardaki organik karbon miktarı

arttiğında metal miktarı da artmaktadır. Yine aynı araştırma-
cılar sedimandaki kursun miktarının cinko miktarıyla orantılı
olarak arttığını gözlemislerdir. Buna göre eğer herhangi bir
sebep, örneğin bölgesel bir cinko kirlenmesiyle sedimandaki
cinko miktarı artar ise kursun miktarı da artmaktadır. Görül-
düğü gibi sedimanlardaki metal miktarı pek çok faktöre bağlı
olarak değişmektedir.

Sonuç olarak İğneada bölgesinden alınan sediman örnek-
lerinde ortalama civa ve bakır konsantrasyonları Zonguldak ve
Sakarya bölgelerine göre daha yüksek düzeyde, kursun konsan-
trasyonunu ise tüm örnekleme bölgelerine göre en yüksek düzeyde
bulunmuştur.

5.1.4.5. BALIK

İğneada bölgesinden sadece istavrit örneği Mart ayında
alınabilmiş, diğer balık örnekleri alınamamıştır. Ölçülen me-
tal değerleri sırasıyla, civa 0.09, bakır 0.51 $\mu\text{g g}^{-1}$, kursun
ise aletin hassasiyet düzeyinin altındadır.

6. ÖRNEKLERİN ORTALAMA METAL KONSANTRASYONLARI

Bu çalışmada, dört örnekleme zamanında toplanan plankton (fito ve zooplankton), midye, makroalg, sediman ve balık (mezgit, istavrit, hamsi) olmak üzere toplam bes farklı örnek türünde, civa, bakır ve kurşun konsantrasyonları belirlenmiştir. Ölçülen metal konsantrasyonlarının ortalaması alınarak elde edilen sonuçlar Şekil 10 ve 11'de gösterilmiştir. Şekil 10'da görüldüğü gibi en yüksek civa ve kurşun değerleri sedimanda ölçülmüş, bunu plankton izlemiştir. Ancak civadan farklı olarak makroalg'de de önemli miktarda kurşun bulunmuştur.

Civa ve kurşunda olduğu gibi bakırda da en yüksek konsantrasyon sedimanda ölçülmüş, bunu sırasıyla plankton, makroalg ve midye izlemiştir (Şekil 11).

Plankton dışında diğer iki örnek (makroalg ve midye), su ortamında yer değiştirmeyen sabit organizmalardır. Dolayısıyla bir bölgenin kirliliğini belirlemede ve izlemede sedimanla birlikte kullanılabilirler. Halbuki balıklar sürekli yer değiştirdiklerinden belirli bir bölgeyi temsil ettikleri söylenemez. Bu nedenle özellikle midyeler ve makroalgler pek çok araştırmacı tarafından metal kirliliğinin indikatörü (gösterge) olarak kullanılmışlardır (Bryan & Hummerston, 1973; Phillips, 1976 a,b; Roenbergh ve ark., 1990). Örneğin bu çalışmada makroalg'lerin önemli miktarda bakır ve kurşun

biriktirdikleri gözlenmiştir. Dolayısıyla bu iki metal için de
indikatör tür olarak kullanılabilir -

7. BÖLGELERİN KİRLİLİK YÖNÜNDEN KARSILAŞTIRILMASI

Bölüm 5 ve 6'da verilen açıklamaların ışığında, dört örneklem bölgesinden (Inebolu, Zonguldak, Sakarya ve Iğneada) dört örneklem zamanında (Mart, Haziran, Eylül ve Aralık) alınan örneklerin analizleri sonucu elde edilen verilerin ortalamaları alınarak bu bölgelerin kirlilik durumları karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırmada özellikle mide, makroalg gibi sabit türler ile sedimanda ölçülen metal konsantrasyonları esas alınmıştır. Buna göre:

Inebolu bölgesinde civa ve bakır kirliliğinin önemli olduğu ve bunu Iğneada ve Zonguldak bölgelerinin takip ettiği gözlenmiştir. Kursun kirliliği yönünden ise bu bölge, Iğneada ve Zonguldak bölgesinden sonra gelmektedir. Özellikle Inebolu bölgesinden alınan sediman örneklerinde ölçülen civa konsantrasyonları 0.61 ile $7.73 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında, bakır konsantrasyonları ise 35.07 ile $382.00 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir ve diğer örneklem bölgelerine göre en yüksek düzeydedir. Bu yüksek değerler Kastamonu yöresinde bulunan bakır (Küre, Catalzeytin, Devrekani) ve civa (Abana, Bozkurt) cevheri yataklarından kaynaklanmaktadır (MTA, 1977). Yani karasal kaynaklıdır. Buna karşılık balıklarda ve midyede ölçülen civa ve bakır konsantrasyonlarının ortalaması uluslararası kabul edilebilir limitlerin altındadır (Tablo 13).

Zonguldak ve Sakarya bölgelerinin civa yönünden hemen hemen aynı düzeyde, diğer iki örnekleme bölgesinden ise daha az kirliliğe gözlennmiştir. Bakır yönünden ise diğer iki bölgeden daha az kirliliğe olmalarına karşın Zonguldak bölgesinin Sakarya bölgesine göre biraz daha kirliliği olduğunu söyleyebiliriz. Aslında Sakarya bölgesinden plankton dışında diğer örnekler düzenli olarak alınmamıştır. Bu nedenle bu bölgeyi, diğer örnekleme bölgeleriyle karşılaştırmak yanlış olur. Kur- sun kirliliği Sakarya bölgesinde en düşük düzeyde, Zonguldak bölgesinde ise İğneada'dan sonra en yüksek düzeydedir. Zonguldak bölgesinden alınan midye ve özellikle makroalg'lerde oldukça yüksek kursun konsantrasyonları ölçülmüştür. Yine bu bölgeden alınan sediman'da ölçülen kursun konsantrasyonu da İnebolu ve Sakarya bölgelerinden daha yüksek düzeyde bulun- mustur.

Yukarıda da bahsedildiği gibi İğneada bölgesinden her uc metal için elde edilen değerler oldukça yüksek düzeydedir. Özellikle sedimanda ölçülen civa, bakır ve kursun değerleri Zonguldak ve Sakarya bölgelerine göre yüksek düzeyde bulunmuş- tur. Özellikle sediman'da ölçülen kursun konsantrasyonu, diğer örnekleme bölgelerinden daha yüksek bulunmuştur. Yörede bilii- nen herhangi bir kursun cevheri rezervi bulunmadığına göre bu yüksek değerler büyük olasılıkla kuzeydeki nehirlerden kaynak- lanmaktadır. Burada da gerek midye ve gerekse örneklemlenen balık türündeki (istavrit) ortalama konsantrasyonlar yine uluslararası limitlerin altındadır (Tablo 13).

8. KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER

Çalışma süresince örnek alımlarında bazı güçlüklerle karşılaşmıştır; Bölüm 2.2'de de belirtildiği gibi örnekler belirlenen istasyonlardan Tarım ve Köyisleri Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü elemanları tarafından alınmıştır. Örnekleme bölgelerinin Enstitü'ye uzak olması nedeniyle özellikle Kış ve İlkbahar aylarında ulaşım ve denizden örneklerin alınmasında bazı güçlüklerle karşılaşmıştır. Balık örnekleri pazardan alınmış, ancak buna karşın iklim koşulları nedeniyle istenildiği zaman denize çıkılamadığından bazı örnekleme zamanlarında balık örnekleri alınmamıştır.

Yine ortamda bulunmaları iklim koşullarına bağlı olan midye ve makroalg örnekleri az da olsa bazı örnekleme zamanında bazı istasyonlardan alınamamıştır.

Tüm bu güçlüklerle karşılaşılan örneklerden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek gerek Batı Karadeniz'in kirlilik durumu ve gerekse araştırma konusu organizmaların yaşadığı metal miktarlarının sağlık açısından önemli konularında bir sonuca varılabilmektedir..

Buna göre Batı Karadeniz'de civa , bakır ve kükürd miktarı bazı bölgelerde oldukça yüksektir. Ancak insan gıdası olarak kullanılan balık ve midyelerde bu metallerin miktarı henüz uluslararası kabul edilebilir limitlerin altında

9 . SONUCLAR

Sekil 1'de gösterilen dört örnekleme bölgesinden alınan örneklerde civa, bakır ve kursun konsantrasyonları ölçülmüş ve bu konsantrasyonların yer ve zamana göre değişimi incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda Inebolu bölgesinden alınan sediman örneklerinde civa ve bakır konsantrasyonları, dört bölge arasında en yüksek düzeyde bulunmuştur. Civa ve bakır kirliliği yönünden Inebolu'yu İğneada izlemiştir. En yüksek kursun düzeyi İğneada'dan alınan sediman örneklerinde ölçülmüş, bu bölgeyi Zonguldak izlemiştir. Metal konsantrasyonlarının yüksekliği yönünden sedimanları plankton ve makroalg izlemiştir.

Araştırma konusu olan balık türlerinde ve midye'de ölçülen metal miktarları uluslararası kabul edilebilir limitlerin altında bulunmuştur. Ancak bu metallerin zamanla sedimanda ve deniz suyunda artmasına bağlı olarak organizmalarda da artması kaçınılmazdır.

Bu nedenle önerimiz, bir başka araştırmada midye, makroalg gibi indikatör organizmaları ve sedimanları kullanarak bir yandan kirlenmenin kaynağını belirlemek, diğer yandan da su-rekli ölçümlerle ortamdaki metal miktarının artıp artmadığını izlemektir.

10 . HARCAMALAR

Proje bütçesi ve yapılan harcamaların dağılımı (TL)

Kalemler	Toplam	Trabzon	Erdemli
	Ödenek	S.U.A.E.	D.B.E.
Personel	50.000.000	40.624.000	11.792.000
Techizat	--	--	--
Sarf	145.000.000	2.000.000	138.362.000
Seyahat	25.000.000	3.405.000	13.070.000
Kirtasiye	20.000.000	--	15.629.000
Diğer	5.000.000	--	2.577.000
Toplam	245.000.000	46.029.000	181.410.000

REFERANSLAR

Akdoğan, S., The seasonal variation in trace metal concentrations in *Mytilus galloprovincialis* along the Turkish Black Sea Coast. (Master tezi) ODTU-Deniz Bilimleri Enstitüsü (1991).

Balkas, T., Dechev, G., Mihnea, R., Serbanescu, O. &

Unluata, U., State of marine environment in the Black

Sea Region. UNEP Regional Seas Reports and Studies No:

124 UNEP, (1990) pp: 41.

Bernhard, B., Manual of methods in aquatic environment research. Part 3. Sampling and analyses of biological materials Guidelines for the FAO (GFCM)/UNEP joint coordinated project on pollution in the Mediterranean. (1976) pp:124.

Bologa, A.S., Skolka, H.V. & Frangopol, P.T., Annual cycle of planktonic primary productivity off the Romanian Black Sea coast. Mar.Ecol.Prog.Ser., 19, 25-32, (1984).

Branika, M. & Konrad, Z., Lead in marine environment.

Proceedings of the International Experts Discussion on the "Lead Occurrence, Fate and Pollution in the Marine Environment", eds: Branika, M. ve Konrad, Z., Pergamon Press, (1977) p:155-179.

Bryan, G.W. & Hummerstone, L.G., Brown seaweed as an indicator of heavy metals in estuaries in south-west England. J.mar.biol.Ass.U.K., 53, 705-720, (1973).

EİE., Türkiye sularında su kalitesi gözlemleri. Elektrik İleri Etüd Idaresi Genel Mudurluğu, (1989), pp:163.

Haraldsun, C. & Westerlund, S., Trace metals in the water columns of the Black Sea and Framvaren Fjord. Mar.Chem., 23, 417-424, (1988).

Ho, Y.B., Metals in 19 intertidal macroalgae in Hong Kong waters. Mar.Pollut.Bull., 18, 564-565, (1987).

Izdar, E., Konuk, T., Ittekot, V., Kempe, S. & Degens, E.T., Particle flux in the Black Sea: nature of organic matter in Particle Flux in the Oceans. Eddgens, E.T., Izdar, E. ve Honjo, S., Mitt.Geol.Palaont.Inst.Univ. Hamburg 1987), p:1-18.

MTA., M.T.A. Enstitusunce Billinen Türkiye Yeraltı kaynakları Envanteri. Maden Teknik Arama Enstitusu Yayınları. No: 168 (1977) pp: 390.

- Oğuz, T., La Viollette, P.E., & Unluata, U., The upper layer circulation of the Black sea: its variability as inferred from hydrographic and satellite observations. J.Geophys. Res., 97, 12,569-12,584, (1992).
- Oregon, B. & Fukai, R., Distribution of different chemical forms of lead in Mediterranean sediments. Ves Journées Etudes Pollution. p: 243-250, CIESM, Cagliari (1981).
- Pecheanu, I., Contenu de certains metaux lourds dans les sediments superficiels du Bassin du Port de Constanza. Ves Journées Etudes Pollution p: 435-438, Cannes, CIESM., (1982).
- Petkevich, T.A. & Stepanyuk, I.A., The seasonal variability of the chemical elementary composition of Black Sea mussels. Biologiya Morya, 22, 77-85, (1971).
- Phillips, D.J.H., Quantitative Aquatic Biological Indicators Applied Science Publishers Ltd. London (1980), pp: 488.
- Roth, I. & Harnung, H., Heavy metal concentrations in water, sediment and fish from Mediterranean coastal area. Israel Environ.Sci.Techol., 11, 265-269, (1977).

Rönnerberg, O., Adjers, K., Ruokolahiti, C. & Bondestam, M.,

Fucus vesiculosus as an indicator of heavy metal

availability in a fish farm recipient in the northern
Baltic Sea. Mar. Pollut. Bull., 21, 388-392, (1990).

Sarbanescu, O., Munteanu, G., Pecheanu, I. & Mihnea, R.,

Mytilus galloprovincialis de la cote romaine de la Mer

Noire, facteur de concentration en metaux lourds. Ves

Journees Etudes Pollution, 573-576, CIESM, Cagliari,

(1980).

Saydam, A.C., Yilmaz, A., Salihoglu, I. & Basturk, O., Bati

Karadeniz'in Osinografisi. Cilt II, Kimyasal Osinografi,

ODTU-Deniz Bil.Enst. Erdemli-Icel (1989) PP: 108.

Spencer, D.W. & Brewer, P.G., Vertical advection diffusion

and redox potentials as controls on the distribution of

manganese and other trace metals dissolved in waters of

the Black Sea. J.Geophys.Res., 76, 5877-5892, (1971).

Spencer, D.W., Brewer, P.G. & Such, P.L., Aspect of the

distribution and trace element composition of suspended

matter in the Black Sea. Geochem.Cosmochem.Acta, 39, 71

-86, (1972).

Schmidt, R.L., Copper in marine environment. Part I: CRC

Critical Reviews in the Environmental Control, 8(2):

101-152. Copper in the marine environment. Part II:

CRC Critical Reviews in the Environment Control, 8(3):

247-291, (1978).

UNEP/FAO/IAEA/IOC., Determination of total mercury in selected

marine organisms by cold vapour Atomic Absorption

Spectrophotometry. Reference Methods for Marine

Pollution Studies, No:8, Rev. 1, UNEP (1984a).

UNEP/FAO/IAEA/IOC., Determination of total cadmium, zinc,

lead and copper in selected marine organisms by flameless

cold vapour Atomic Absorption Spectrophotometry.

Reference Methods for Marine Pollution Studies, No:11,

Rev. 1, UNEP (1984b).

UNEP/FAO/WHO., Assessment of the state of pollution of the

Mediterranean Sea by mercury compounds. MAP Technical

Reports Series. No:18, UNEP, Athens (1987).

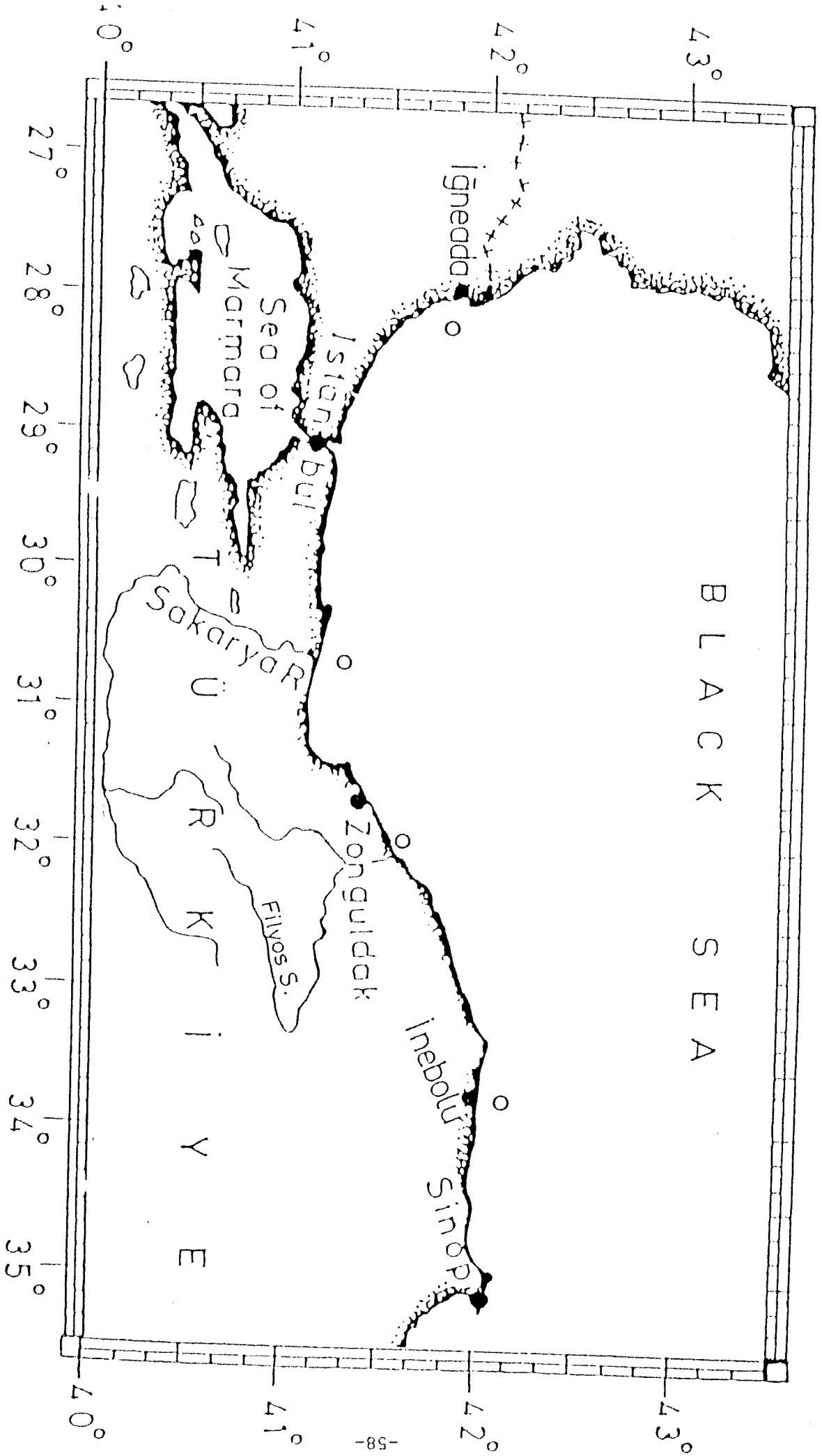
Wallace, G.T.Jr., The association of copper, mercury and lead

with surface-active organic matter in coastal seawater.

Mar.Chem., 11, 379-394, (1982).

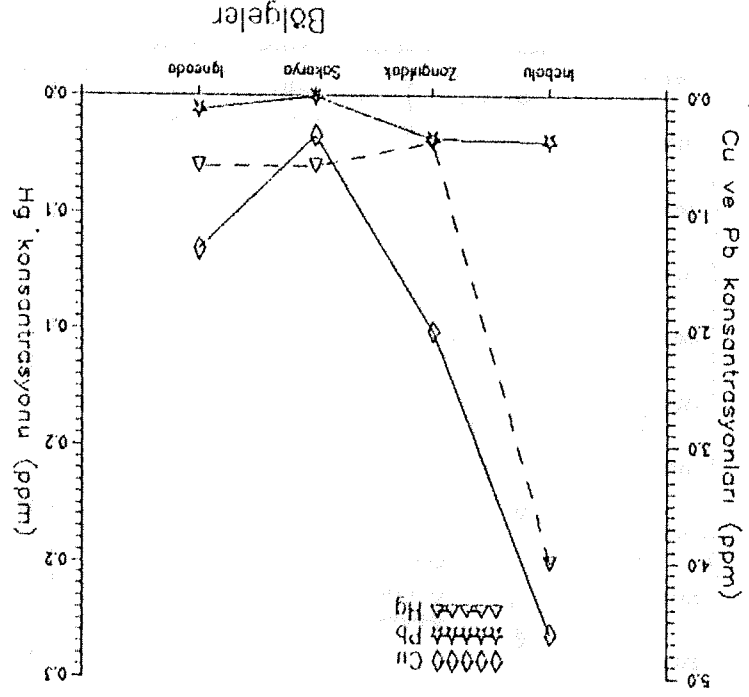
Yucesoy, M. & Ergin, M., Heavy metal geochemistry of surface
sediments from the southern Black Sea shelf and upper
slope. Chem. Geol., 99, 265-287, (1992).

S E K I L L E R

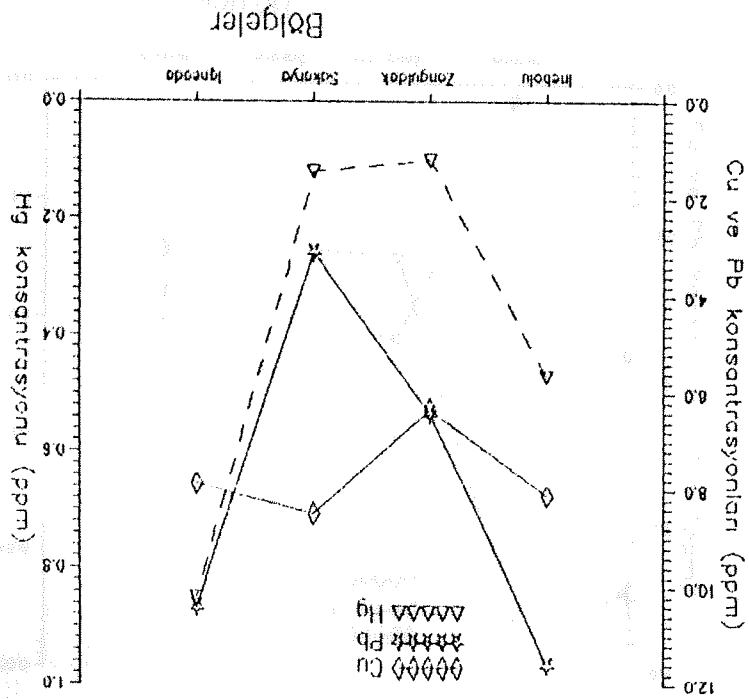


Sekil 1. Örneklem bölgeleri

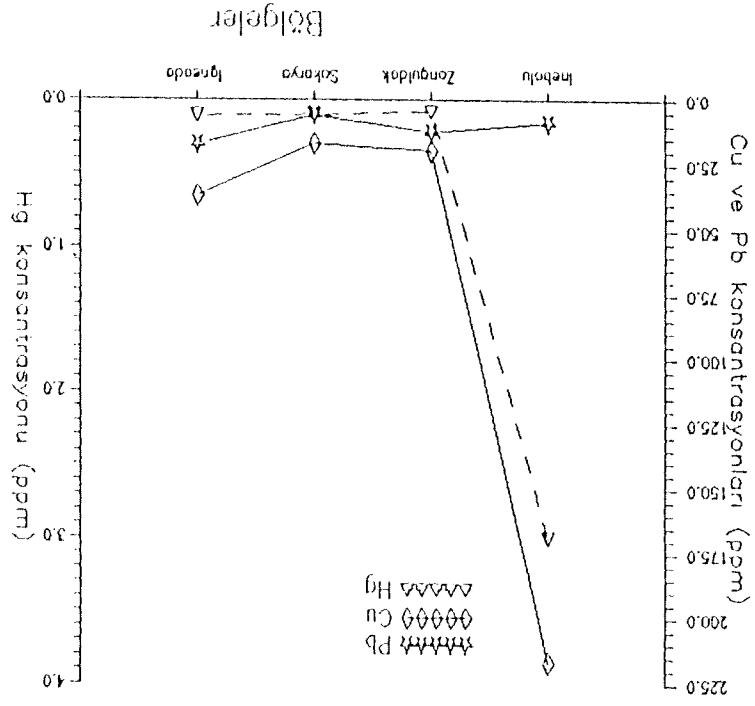
Sekil 3. Midye'de cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi



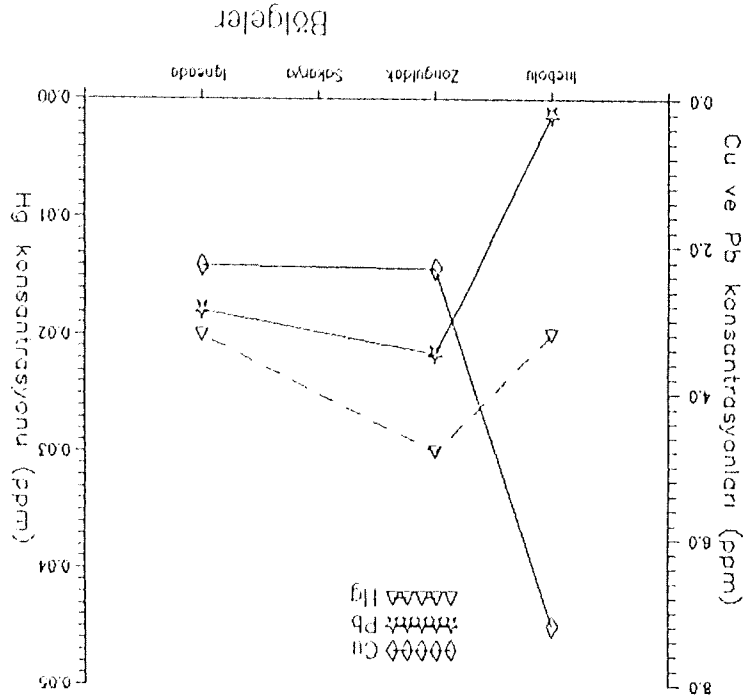
Sekil 2. Plankton'da cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi



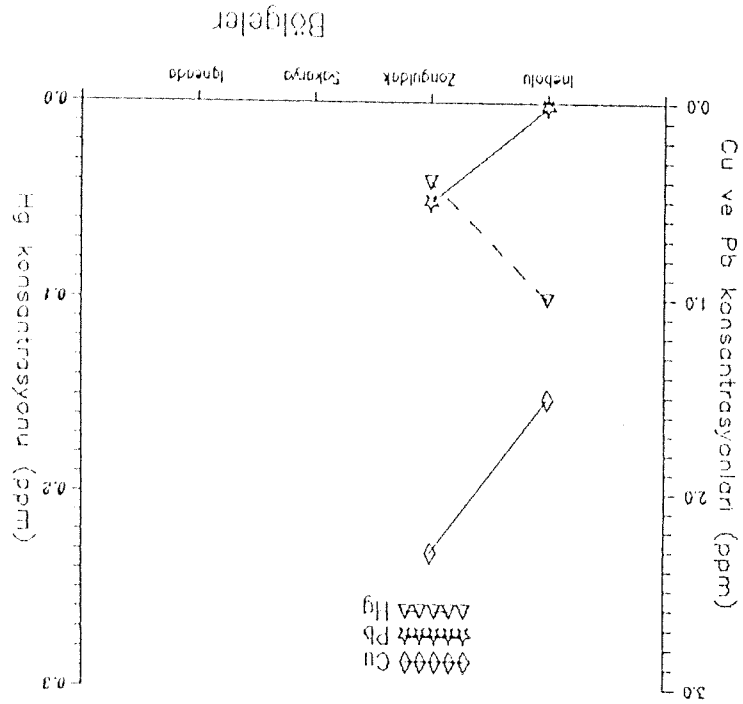
Sekil 5. Sediman'da cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi



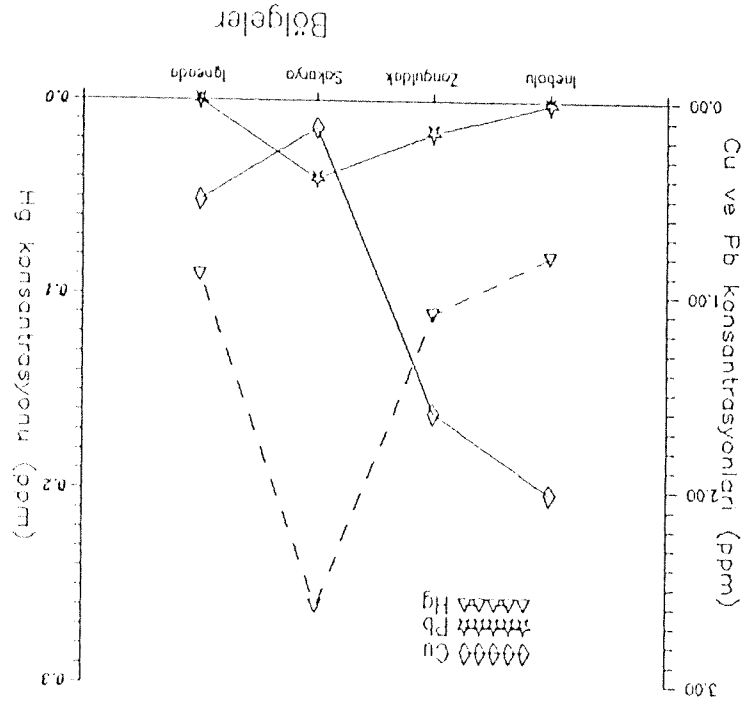
Sekil 4. Makroalg'de cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi



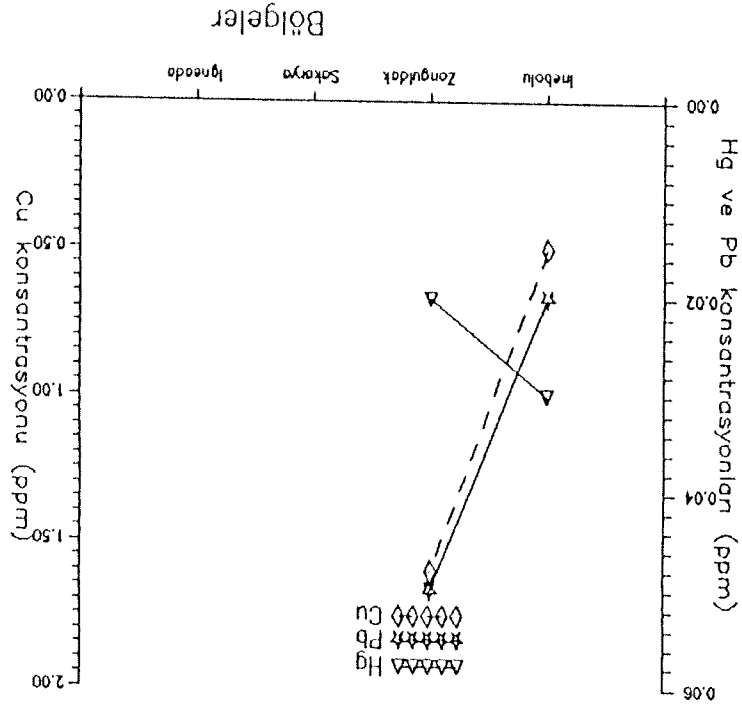
Sekil 6. Mezgit'te cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi



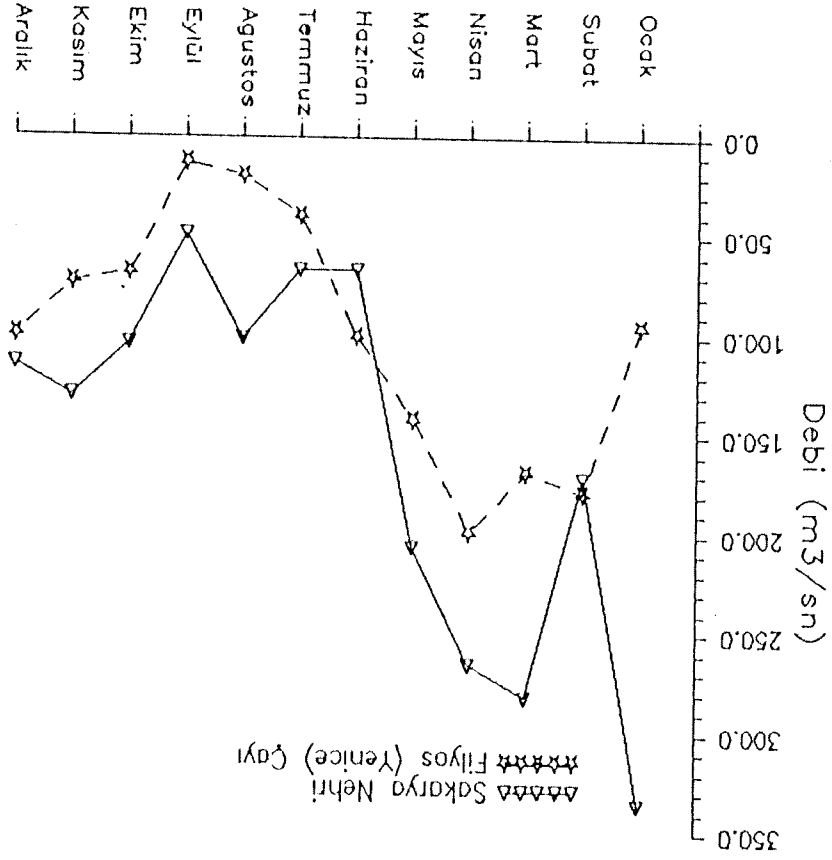
Sekil 7. İstavrit'te cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının örnekleme bölgelerine göre değişimi



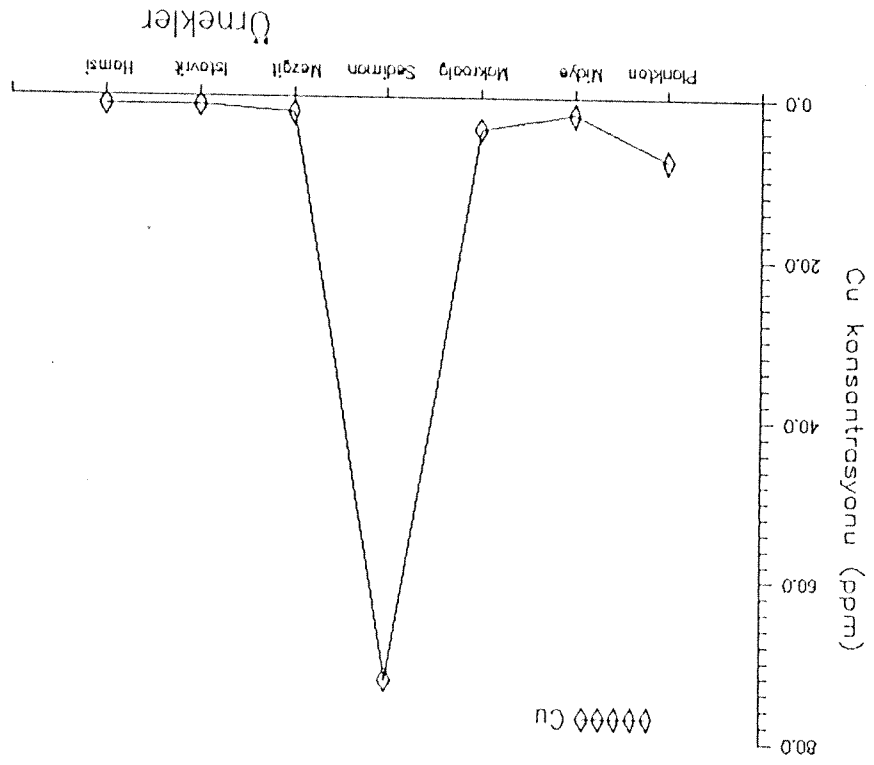
Sekil 8. Hamsi'de cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının örneklem bölgelerine göre değişimi



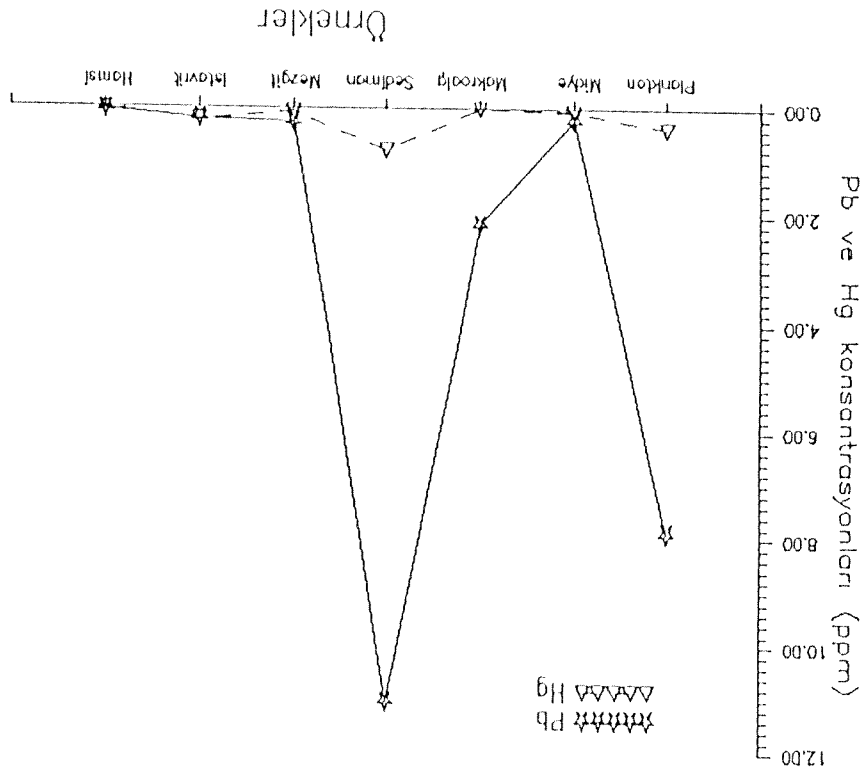
Sekil 9. Sakarya Nehri ve Filyos (Yenice) Çayı'nın debilerinin aylara göre değişimi



Sekil 11. Örneklerde ölçülen ortalama bakır konsantrasyonları



Sekil 10. Örneklerde ölçülen ortalama cıva ve kurşun konsantrasyonları



T A B L O L A R

Tablo 1: Mart ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde civa konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yağ ağırlık)

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Ölçülen boy (cm)	Ölçülen ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Hin.	Max.	Ortalama
----------------	-----------	-----------------	------------------	----------------------	----------------------------	------	------	----------

Kastamonu	Hezgit	Pazardan	17.13±1.61	38.05±16.79	3	0.12	0.21	0.15±0.06
Inebolu	Hamsi	"	9.87±1.27	4.19±1.63	3	0.02	0.06	0.04±0.02
"	Midye	Dağıtım	3.27±0.46	3.38±0.84	3	0.06	0.22	0.14±0.08
"	Plankton	Plankton	-	0.66±0.08	2	0.09	0.16	0.12
Zonguldak	Hezgit	Pazardan	13.66±0.23	16.68±3.62	3	0.03	0.04	0.04±0.01
Filyos Gölü	İstavrit	"	14.03±0.63	16.66±3.12	3	0.02	0.06	0.04±0.02
"	Midye	Dağıtım	3.33±0.46	4.77±1.91	3	0.03	0.14	0.074
"	Plankton	Plankton	-	0.42±0.06	2	0.03	0.06	0.04
L. Zonguldak	Midye	Dağıtım	3.73±0.24	4.61±0.69	3	0.01	0.02	0.01±0.01
Limn								
Sakarya	İstavrit	Pazardan	13.67±0.97	19.77±7.27	3	0.10	0.60	0.30±0.24
Herkez	Plankton	Plankton	-	0.07	2	0.06	0.3	0.19
İğnada	İstavrit	Pazardan	12.00±0.00	12.82±0.66	3	0.03	0.19	0.09±0.09
Limn	Midye	Dağıtım	6.40±1.20	14.39±6.86	3	0.01	0.12	0.06±0.06
"	Plankton	Plankton	-	0.88±0.66	2	0.002	0.41	0.20

Tablo 2: Haziran ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde cıva konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yağ ağırlık)

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Ortalama total boy (cm)	Ortalama ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Kastamonu	Mezgit	Pazardan	13.77±0.66	16.23±1.92	3	0.01	0.04	0.03±0.01
Inebolu	Intavrit	"	15.37±0.63	26.36±4.63	3	0.04	0.16	0.08±0.06
"	Hiç	Dağıtım	4.76±0.60	7.34±1.73	3	0.23	0.68	0.61±0.33
"	Plankton	Plankton	-	0.2	1	-	-	0.60
"	Hiç	Dağıtım	-	0.99±0.02	3	0.01	0.04	0.03±0.02
"	Sediman	Beckmann	-	0.36	2	0.37	0.95	0.66
"	Mezgit	Pazardan	16.73±0.60	29.43±2.64	3	0.005	0.01	0.01±0.003
Filyos sayı	Intavrit	"	12.63±0.33	13.34±0.96	3	0.06	0.34	0.13
"	Hiç	Dağıtım	4.40±0.42	6.82±2.04	3	0.01	0.02	0.02±0.003
"	Plankton	Plankton	-	0.28	1	-	-	0.076
"	Sediman	Beckmann	-	0.35	2	0.03	0.04	0.037
Zonguldak	Hiç	Dağıtım	4.30±0.22	6.62±1.36	3	0.02	0.03	0.03±0.007
Limn	Sediman	Beckmann	-	0.39	2	0.2	0.2	0.2
Zonguldak	Hiç	Dağıtım	3.02±0.20	2.83±0.68	3	0.01	0.02	0.01±0.003
Ereğli	Hakro ağı	"	-	0.96±0.02	3	0.03	0.10	0.06±0.04
"	Sediman	Beckmann	-	0.40	2	0.03	0.04	0.035
Sakarya	Hiç	Dağıtım	4.94±0.40	3.10±0.43	3	0.02	0.03	0.03±0.01
Merkez	Plankton	Plankton	-	0.34	1	-	-	0.16
"	Sediman	Beckmann	-	0.38	2	0.02	0.02	0.02
İğneada	Hiç	Dağıtım	4.96±0.66	12.18±4.00	3	0.01	0.01	0.01
Limn	Plankton	Plankton	-	0.40	1	-	-	0.16
"	Hakro ağı	Dağıtım	-	1.00±0.05	3	0.01	0.02	0.01±0.005
"	Sediman	Beckmann	-	0.45	2	0.06	0.08	0.06±0.03

(1998, 2000)

Yeri	Örnek	Örnekleme	göklü	(cm)	(gr)	Örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Ornekleme	Örnek	Örnekleme	göklü	(cm)	(gr)	Örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
		total boy				Analiz edilen			
		Ortalama				Metall konsantrasyonları			
		Ortalama							

Tablo 4: Arahlık ayınında değişik bölgelerden alınan örneklerde civa konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yağ ağırlık)

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Ortalama total boy (cm)	Ortalama ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama	Ortalama
Kastamonu	Mezgit	Pazardan	11.6	8.63	1	-	-	0.013	0.013
Inebolu	Hamet	"	10.10±0.61	5.85±1.01	3	0.01	0.04	0.02±0.02	0.02±0.02
"	Midye	Dağıtım	4.93±0.63	10.89±3.80	3	0.03	0.06	0.04±0.01	0.04±0.01
"	Plankton	Plankton	-	0.045	1	-	-	1.07	1.07
"	agı ille	Plankton	-	-	-	-	-	-	-
"	Dağıtım	Beckmann	-	0.60±0.01	2	0.02	0.02	0.02	0.02
"	Sediman	Beckmann	-	0.13	2	0.01	1.20	0.61	0.61
Zonguldak	Mezgit	Pazardan	14.83±1.43	21.60±9.29	3	0.01	0.02	0.02±0.002	0.02±0.002
Fileye gaya	İstavarit	"	13.83±1.18	22.67±6.14	3	0.12	0.26	0.16±0.07	0.16±0.07
"	Hamet	"	10.57±0.76	6.38±1.13	3	0.01	0.06	0.02±0.02	0.02±0.02
"	Midye	Dağıtım	5.23±1.10	14.71±9.90	3	0.01	0.01	0.01±0.002	0.01±0.002
"	Plankton	Plankton	-	0.20	1	-	-	0.11	0.11
"	Sediman	Beckmann	-	0.16	2	0.08	0.10	0.084	0.084
Zonguldak	Midye	Dağıtım	4.60±1.28	10.54±6.79	3	0.01	0.02	0.02±0.002	0.02±0.002
Liman	Sediman	Beckmann	-	0.13	2	0.05	0.17	0.12	0.12
Zonguldak	Midye	Dağıtım	4.47±0.98	7.66±3.45	3	0.02	0.04	0.03±0.007	0.03±0.007
Ererli	Midye	Dağıtım	-	0.66±0.12	2	0.01	0.01	0.01	0.01
"	Sediman	Beckmann	-	0.18	2	0.02	0.02	0.02	0.02
"	agı ille	Plankton	-	0.11	1	-	-	0.04	0.04
Sakarya	Plankton	Plankton	-	0.11	1	-	-	0.04	0.04
Horkez	agı ille	Plankton	-	0.11	1	-	-	0.04	0.04
"	Sediman	Beckmann	-	0.11	2	0.02	0.04	0.03	0.03
İğneada	Midye	Dağıtım	4.87±0.66	11.76±3.94	3	0.02	0.03	0.02±0.007	0.02±0.007
Liman	Plankton	Plankton	-	0.16	1	-	-	0.08	0.08
"	agı ille	Plankton	-	0.16	1	-	-	0.08	0.08
"	Midye	Dağıtım	-	0.64±0.08	2	0.01	0.01	0.01	0.01
"	Sediman	Beckmann	-	0.18	2	0.10	0.12	0.11	0.11

Tablo 5: Mart ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde bakır konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yaş ağırlık)

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Ortalama total boy (cm)	Ortalama ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Kastamonu	Hezgit	Pazardan	17.13±1.51	38.05±16.79	3	0.62	0.94	0.80±0.16
Inebolu	Hamai	"	9.87±1.27	4.19±1.53	3	3.60	13.70	8.06±6.16
"	Midye	Dağış ilö	3.27±0.46	3.38±0.84	3			
"	Plankton	Plankton	-	0.66±0.08	2	12.70	16.00	14.30
Zonguldak	Hezgit	Pazardan	13.66±0.23	16.68±3.52	3	0.37	0.57	0.48±0.10
Filyos Gazi	İstavrit	"	14.03±0.53	16.55±3.12	3	0.35	1.90	0.95±0.82
"	Midye	Dağış ilö	3.33±0.45	4.77±1.91	2	0.32	3.20	1.76
"	Plankton	Plankton	-	0.42±0.05	2	5.90	8.70	7.30
Zonguldak	Midye	Dağış ilö	3.73±0.24	4.51±0.69	2	0.96	1.44	1.20
Liman								
Zonguldak	Midye	Dağış ilö	3.30±0.29	4.29±0.91	3	0.93	1.81	1.48±0.46
Ereğli								
Sakarya	İstavrit	Pazardan	13.67±0.97	19.77±7.27	3	0.06	0.24	0.14±0.10
Merkez	Plankton	Plankton	-	0.07	2	9.30	16.4	12.80
İğneada	İstavrit	Pazardan	12.00±0.00	12.82±0.55	3	0.36	0.68	0.51±0.16
Liman	Midye	Dağış ilö	5.40±1.20	14.39±6.86	3	0.25	1.51	0.94±0.63
"	Plankton	Plankton	-	0.88±0.56	2	1.30	2.30	1.80

Tablo 6: Haziran ayında değışik bölgelerden alınan örneklerde bakır konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yağ ağırlık)

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Ortalama total boy (cm)	Ortalama ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Kastamonu	Mezgit	Pazardan	13.77±0.66	16.23±1.92	3	2.96	3.25	3.10±0.16
Inebolu	İstavrit	"	15.37±0.63	26.36±4.63	3	1.79	2.80	2.40±0.63
"	Midye	Dağıtım	4.76±0.60	7.34±1.73	3	3.16	4.90	4.10±0.90
"	Plancton	Plancton	-	0.2	1	-	-	9.10
"	Dağıtım	Dağıtım	-	0.99±0.02	3	0.12	1.06	0.60
"	Sediman	Beckmann	-	0.36	2	34.50	35.64	35.07±0.81
Zonguldak	Mezgit	Pazardan	16.73±0.60	29.43±2.64	3	3.19	7.72	5.03±2.38
Filyos gavy	İstavrit	"	12.63±0.33	13.34±0.96	3	1.12	2.16	1.62±0.66
"	Midye	Dağıtım	4.40±0.42	6.82±2.04	3	2.64	6.00	3.88±1.86
"	Plancton	Plancton	-	0.28	1	-	-	0.76
"	Sediman	Beckmann	-	0.36	2	22.20	25.02	23.61±2.00
Zonguldak	Midye	Dağıtım	4.30±0.22	6.62±1.36	3	2.00	3.63	3.00±0.90
Liman	Sediman	Beckmann	-	0.39	2	21.42	26.21	23.81±3.38
Zonguldak	Midye	Dağıtım	3.02±0.20	2.83±0.68	3	0.43	1.09	0.87±0.38
Ereğli	Dağıtım	Beckmann	-	0.96±0.02	3	0.87	1.23	1.05±0.18
"	Sediman	Beckmann	-	0.40	2	29.60	34.20	31.90±3.26
Sakarya	Midye	Dağıtım	4.94±0.40	3.10±0.43	3	0.17	0.66	0.34±0.20
Herkez	Plancton	Plancton	-	0.34	1	-	-	7.66
"	Sediman	Beckmann	-	0.38	2	21.20	31.90	26.93±7.03
İğneada	Midye	Dağıtım	4.96±0.66	12.18±4.00	3	0.21	2.00	1.11
Liman	Plancton	Plancton	-	0.40	1	-	-	4.21
"	Dağıtım	Beckmann	-	1.00±0.06	2	0.28	1.66	0.98
"	Sediman	Beckmann	-	0.45	2	16.80	27.64	22.20±7.70

Tablo 7: Eylül ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde bakır konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yağ ağırlık)

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Ortalama total boy (cm)	Ortalama ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Kaşamonu	Mezgit	Pazardan	14.83±1.66	16.82±6.98	3	0.82	2.24	1.66±0.74
	"	"	14.00±0.73	18.31±4.39	3	1.24	1.79	1.61±0.31
	Midye	Dağış 110	4.90±0.86	10.31±4.78	3	1.96	2.62	2.20±0.29
	Plankton	Plankton	-	0.11	1	-	-	1.48
	Hakro a18	Dağış 110	-	1.02±0.01	3	3.13	3.36	3.27±0.12
"	Sediman	Beckmann	-	0.43	2	374.90	389.20	382.00±10.00
	"	"	"	"	"	"	"	"
	Hakro a18	Dağış 110	-	1.04±0.02	3	2.10	4.03	3.24±1.06
	Sediman	Beckmann	-	0.35	2	10.96	12.04	11.06±0.76
	"	"	"	"	"	"	"	"
Zonguldak	Mezgit	Pazardan	16.33±0.94	18.46±4.33	3	1.10	1.66	1.39±0.26
	"	"	14.87±1.49	24.10±6.63	3	0.00	1.63	1.28
	Midye	Dağış 110	3.47±0.64	4.02±1.31	3	1.89	2.76	2.28±0.44
	Plankton	Plankton	-	0.67	1	-	-	0.24
	Hakro a18	Dağış 110	-	1.04±0.02	3	2.10	4.03	3.24±1.06
"	Sediman	Beckmann	-	0.35	2	10.96	12.04	11.06±0.76
	"	"	"	"	"	"	"	"
	Hakro a18	Dağış 110	-	1.04±0.02	3	2.10	4.03	3.24±1.06
	Sediman	Beckmann	-	0.35	2	10.96	12.04	11.06±0.76
	"	"	"	"	"	"	"	"
Zonguldak	Midye	Dağış 110	3.93±0.19	6.72±1.46	3	1.80	3.46	2.77±0.86
	Hakro a18	Dağış 110	-	1.07±0.01	3	2.64	3.94	3.37±0.66
	"	"	"	"	"	"	"	"
	Hakro a18	Dağış 110	-	1.04±0.02	3	1.73	4.13	2.68±1.28
	Sediman	Beckmann	-	0.34	2	3.94	12.10	8.02
Sakarya	Plankton	Plankton	-	0.10	1	-	-	4.64
	"	"	"	"	"	"	"	"
	Hakro a18	Dağış 110	-	0.32	2	7.96	16.21	11.60±6.10
	Sediman	Beckmann	-	0.32	2	7.96	16.21	11.60±6.10
	"	"	"	"	"	"	"	"
İznada	Midye	Dağış 110	4.70±0.43	9.46±2.12	3	1.20	2.76	1.90±0.80
	Plankton	Plankton	-	0.03	1	-	-	10.83
	"	"	"	"	"	"	"	"
	Hakro a18	Dağış 110	-	1.00±0.05	3	0.32	0.76	0.47±0.26
	Sediman	Beckmann	-	0.40	2	31.18	32.40	31.80±0.86

Tablo 8: Aritik ayında g^{-1} , yağ ağırlık) (g^{-1} , yağ ağırlık) bölgeleden alınan örneklerde bakır konsantrasyonları

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Örnek boy (cm)	Ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Kastamonu	Mezgit	Pazardan	11.6	8.63	1	-	-	0.61
Inebolu	Hamai	"	10.10±0.61	6.86±1.01	3	0.68	1.33	1.00±0.40
"	Hamai	Plankton	4.93±0.63	10.89±3.80	3	3.63	4.71	4.11±0.64
"	Plankton	Plankton	-	0.045	1	-	-	7.77
"	Hakro a1g	Da1g1g ile	-	0.60±0.01	2	14.40	21.20	17.80
"	Sediman	Beckmann	-	0.13	2	227.00	240.00	233.00
Zonguldak	Mezgit	Pazardan	14.83±1.43	21.60±9.29	2	2.20	2.47	2.33
"	Filyos gavya Istavrit	"	13.83±1.18	22.67±6.14	2	2.64	2.76	2.70
"	Hamai	"	10.87±0.76	6.38±1.13	3	1.00	2.70	1.60±0.90
"	Midye	Da1g1g ile	5.23±1.10	14.71±9.90	3	0.90	4.90	2.40±2.10
"	Plankton	Plankton	-	0.20	1	-	-	17.00
"	Sediman	Beckmann	-	0.16	2	19.60	29.10	24.30
Zonguldak	Midye	Da1g1g ile	4.60±1.28	10.64±6.79	3	0.33	2.36	1.30±1.01
Limn	Sediman	Beckmann	-	0.13	2	17.80	19.80	18.80
Zonguldak	Midye	Da1g1g ile	4.47±0.98	7.66±3.46	3	1.00	1.80	1.28±0.46
Ereğli	Hakro a1g	"	-	0.66±0.12	2	0.75	1.42	1.08
"	Sediman	Beckmann	-	0.18	2	16.00	16.70	16.30
Sakarya	Plankton	Plankton	-	0.11	1	-	-	8.84
Merkez	ağ1 ile	Plankton	-	0.11	1	-	-	-
"	Sediman	Beckmann	-	0.11	2	9.94	13.00	11.40
İznada	Midye	Da1g1g ile	4.87±0.66	11.76±3.94	3	0.81	1.84	1.30±0.61
Limn	Plankton	Plankton	-	0.18	1	-	-	14.60
"	ağ1 ile	Plankton	-	0.18	1	-	-	-
"	Hakro a1g	Da1g1g ile	-	0.64±0.08	2	6.30	6.32	6.31
"	Sediman	Beckmann	-	0.18	2	55.00	57.00	56.00

Tablo 9: Mart ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde kükür konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yağ ağırlık)

Örnek	Örnek adı	Örnek boy (cm)	Örnek ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Kastamonu	Mezgit	Pazardan	17.13±1.61	30.06±16.79	3	Alaetin hassasiyet düzeyinin altında	Alaetin hassasiyet düzeyinin altında
Inebolu	Hamsı	"	9.67±1.27	4.19±1.63	3	Alaetin hassasiyet düzeyinin altında	Alaetin hassasiyet düzeyinin altında
"	Midye	Dağıtım	3.27±0.46	3.38±0.84	3	0.29	1.30
"	Plankton	Plankton	-	0.66±0.08	2	0.78	1.62
"	Mezgit	Dağıtım	13.66±0.23	16.58±3.52	3	0.13	0.13
Zonguldak	Mezgit	Pazardan	14.03±0.53	16.56±3.12	3	0.13	0.13
Filyos galy	Mezgit	"	14.03±0.53	16.56±3.12	3	0.13	0.13
"	Midye	Dağıtım	3.33±0.46	4.77±1.91	3	0.28	2.22
"	Plankton	Plankton	-	0.42±0.06	2	0.30	0.76
"	Mezgit	Dağıtım	3.73±0.24	4.61±0.69	3	0.06	0.07
Zonguldak	Midye	Dağıtım	3.30±0.29	4.39±0.91	3	0.06	0.20
Zonguldak	Midye	Dağıtım	13.67±0.97	19.77±7.27	3	0.27	0.66
Sakarya	Mezgit	Pazardan	-	0.07	2	0.70	3.66
Merkez	Plankton	Plankton	-	0.07	2	0.70	3.66
"	Mezgit	Dağıtım	12.00±0.00	12.82±0.56	3	0.11	0.41
İzmir	Mezgit	Pazardan	5.40±1.20	14.39±6.86	2	0.30	0.19
"	Plankton	Plankton	-	0.88±0.56	2	0.08	0.19

Tablo 10: Haziran ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde kurgun konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yağ ağırlık)

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Ortalama total boy (cm)	Ortalama ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Kastamonu	Hezgit	Pazardan	13.77±0.66	16.23±1.92	3	0.02	0.06	0.04
Inebolu	İstavrit	"	15.37±0.63	26.36±4.63	2	0.02	0.06	0.04
"	Hidye	Dağış ile	4.76±0.60	7.34±1.73	2	0.12	0.76	0.44
"	Plankton	Plankton	-	0.2	1	-	-	18.17
"	Hakro ağı	Dağış ile	-	0.99±0.02	2	0.19	0.28	0.24±0.06
"	Sediman	Beckmann	-	0.36	1	-	-	10.62
"	Hezgit	Pazardan	16.73±0.60	29.43±2.64	2	1.42	2.26	1.84±0.69
"	İstavrit	"	12.63±0.33	13.34±0.96	2	0.00	0.13	0.07
"	Hidye	Dağış ile	4.40±0.42	6.82±2.04	2	0.16	0.20	0.18±0.03
"	Plankton	Plankton	-	0.28	1	-	-	16.60
"	Sediman	Beckmann	-	0.36	1	-	-	7.03
Zonguldak	Hidye	Dağış ile	4.30±0.22	6.62±1.36	2	0.09	0.28	0.19
Limn	Sediman	Beckmann	-	0.39	1	-	-	22.90
Zonguldak	Hidye	Dağış ile	3.02±0.20	2.83±0.58	2	0.07	0.16	0.11±0.06
Ereğli	Hakro ağı	"	-	0.96±0.02	2	0.07	0.16	0.11±0.06
"	Sediman	Beckmann	-	0.40	1	-	-	16.80
"	Hezgit	Pazardan	16.73±0.60	29.43±2.64	2	1.42	2.26	1.84±0.69
"	İstavrit	"	12.63±0.33	13.34±0.96	2	0.00	0.13	0.07
"	Hidye	Dağış ile	4.40±0.42	6.82±2.04	2	0.16	0.20	0.18±0.03
"	Plankton	Plankton	-	0.28	1	-	-	16.60
"	Sediman	Beckmann	-	0.36	1	-	-	7.03
Zonguldak	Hidye	Dağış ile	4.30±0.22	6.62±1.36	2	0.09	0.28	0.19
Limn	Sediman	Beckmann	-	0.39	1	-	-	22.90
Sakarya	Hidye	Dağış ile	4.94±0.40	3.10±0.43	2	0.00	0.02	0.01
Merkez	Plankton	Plankton	-	0.34	1	-	-	2.92
"	Sediman	Beckmann	-	0.38	1	-	-	8.82
İğneada	Hidye	Dağış ile	4.96±0.65	12.18±4.00	3	-	-	7.90
Limn	Plankton	Plankton	-	0.40	1	-	-	7.90
"	Hakro ağı	Dağış ile	-	1.00±0.05	2	7.61	8.83	8.22±0.86
"	Sediman	Beckmann	-	0.46	1	-	-	3.44

Tablo 11: Eylül ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde kurşun konsantrasyonları ($\mu\text{g g}^{-1}$, yağ ağırlık)

Örnekleme	Örnek	Örnekleme	total boy	ağırlık	Analiz edilen	Metal konsantrasyonları	Yeri
			(cm)	(gr)	örnek sayısı	Min.	Max.
Ortalama							
Kastamonu	Herzlit	Pazardan	14.83±1.66	16.82±5.98	2	0.07	0.11
	İstavrit	"	14.00±0.73	18.31±4.39	2		0.09±0.03
	Midye	Dağıs 110	4.90±0.86	10.31±4.78	2	0.19	0.26
	Plankton	Plankton	-	0.11	1	-	5.64
	agz 110						
	Hakro a18	Dağıs 110	1.02±0.01		2	0.03	0.09
	Sediman	Beckmann	0.43		1	-	9.29
		keçesi 110					
Zonguldak	Herzlit	Pazardan	16.33±0.94	18.46±4.33	2	0.06	0.08
	Filyos gayi İstavrit	"	14.87±1.49	24.10±6.63	2	0.00	0.25
	Midye	Dağıs 110	3.47±0.64	4.02±1.31	2	0.16	0.27
	Plankton	Plankton	-	0.67	1	-	4.43
	Hakro a18	Dağıs 110	1.04±0.02		2	0.16	0.63
	Sediman	Beckmann	0.36		1	-	13.40
		keçesi 110					
Zonguldak	Midye	Dağıs 110	3.93±0.19	5.72±1.46	2	0.13	0.62
	Hakro a18	Dağıs 110	1.07±0.01		2	0.03	0.07
							0.33
							0.06
Zonguldak	Erzili	Hakro a18	1.04±0.02		2	0.66	0.84
	Sediman	Beckmann	0.34		1	-	14.96
		keçesi 110					
Sakarya	Plankton	Plankton	-	0.10	1	-	3.16
	agz 110						
	Sediman	Beckmann	0.32		1	-	1.80
		keçesi 110					
İznada	Midye	Dağıs 110	4.70±0.43	9.46±2.12	2	0.05	0.12
	Plankton	Plankton	-	0.03	1	-	0.09±0.06
	agz 110						27.63
	Hakro a18	Dağıs 110	1.00±0.05		2	0.16	0.24
	Sediman	Beckmann	0.40		1	-	11.90
		keçesi 110					0.20±0.06

Tablo 12: Arahik ayında değişik bölgelerden alınan örneklerde kuruşun konsantrasyonları (1/g g⁻¹, yağ ağırlık)

Örnekleme yeri	Örnek adı	Örnekleme şekli	Ortalama total boy (cm)	Ortalama ağırlık (gr)	Analiz edilen örnek sayısı	Min.	Max.	Ortalama
Kaastamonu	Hezgit	Pazardan	11.5	8.63	1			
Inebolu	Hamai	"	10.10±0.61	6.86±1.01	2	0.05	0.06	0.05
"	Hidye	Dalış 11e	4.93±0.63	10.89±3.80	1	-	-	0.11
"	Plankton	Plankton	-	0.045	1	-	-	0.11
"	Hakro a18	Dalış 11e	-	0.60±0.01	2	0.13	0.63	0.33
"	Sediman	Beckmann	-	0.13	2	6.90	6.90	6.90
"	"	keşesi 11e	-	-	-	-	-	-
Zonguldak	Hezgit	Pazardan	14.83±1.43	21.60±9.29	2	0.13	0.13	0.13
"	"	"	13.83±1.18	22.67±6.14	3	0.26	0.53	0.35±0.16
"	Hamai	"	10.67±0.76	6.38±1.13	2	0.06	0.06	0.06
"	Hidye	Dalış 11e	5.23±1.10	14.71±9.90	3	0.41	1.30	0.77±0.46
"	Plankton	Plankton	-	0.20	1	-	-	4.10
"	"	keşesi 11e	-	-	-	-	-	-
"	Sediman	Beckmann	-	0.16	2	6.90	9.60	8.20
Zonguldak	Hidye	Dalış 11e	4.60±1.28	10.64±6.79	3	0.10	0.84	0.63±0.38
Limn	Sediman	Beckmann	-	0.13	2	10.40	11.90	11.10
"	"	keşesi 11e	-	-	-	-	-	-
Zonguldak	Hidye	Dalış 11e	4.47±0.98	7.66±3.46	3	0.29	0.63	0.37±0.13
"	Hakro a18	"	-	0.66±0.12	2	0.10	0.16	0.13
"	Sediman	Beckmann	-	0.18	2	7.60	13.80	10.60
"	"	keşesi 11e	-	-	-	-	-	-
Sakarya	Plankton	Plankton	-	0.11	1	-	-	4.10
Herkez	Plankton	Plankton	-	0.11	1	-	-	6.70
"	"	keşesi 11e	-	-	-	-	-	-
"	Sediman	Beckmann	-	0.11	2	5.80	7.60	6.70
"	"	keşesi 11e	-	-	-	-	-	-
İğneada	Hidye	Dalış 11e	4.87±0.66	11.76±3.94	2	0.11	0.11	0.11
Limn	Plankton	Plankton	-	0.16	1	-	-	5.90
"	"	keşesi 11e	-	-	-	-	-	-
"	Hakro a18	Dalış 11e	-	0.64±0.08	2	0.11	0.16	0.13
"	Sediman	Beckmann	-	0.18	2	31.40	41.60	36.60
"	"	keşesi 11e	-	-	-	-	-	-

Tablo 13: Bazı ülkelerde ağır metallerin deniz ürünlerindeki kabul edilebilir üst limitleri ($\mu\text{g g}^{-1}$), (Nauen, 1983; UNEP, 1987)

Ülke Adı	Çiğa		Bakır		Kurgun	
	Balık	Midye	Balık	Midye	Balık	Midye
Almanya	1.0	--	--	--	--	0.5
A.B.D.	1.0	1.0	--	--	--	--
Avrupa	0.3	--	--	--	--	--
Topl.kom.	0.3	--	--	--	--	--
Australya	0.5	0.5	10.0	--	1.5-2.5	--
Brezilya	0.5	0.5	--	--	--	--
Danimarka	0.5	--	--	--	--	--
Ekvator	1.0	--	10.0	--	0.5	--
Finlandiya	1.0	--	--	--	--	2.0
Fransa	0.5-0.7	0.5	--	--	--	--
Filipinler	0.5	0.5	--	--	0.5	0.5
Hindistan	0.5	--	10.0	--	0.5	--
Hollanda	0.7	0.7	--	--	0.5	2.0
Hong-Kong	0.5	0.5	--	--	6.0	6.0
İngiltere	--	--	20.0	--	2.0-3.0	10.0
İspanya	0.5	--	--	--	--	--
İsviçre	0.5	0.5	--	--	1.0	1.0
İsveç	1.0	--	--	--	1.0	1.0
İtalya	0.7	0.7	--	--	--	2.0
Malta	0.5-0.7	--	--	--	--	--
Sili	--	--	10.0	10.0	2.0	2.0
Türkiye	--	--	--	--	--	--
Yugoslavya	0.4-0.5	0.8-1.0	--	--	--	--
Yunanistan	0.7 (metil çiya)	--	--	--	--	--

BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU

1- Proje No: DEBAG-80/G

2- Rapor Tarihi: Mayıs 1993

3- Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 1.6.1992 - 31.12.1992

4- Projenin Adı: Batı Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi

5- Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar: Yürütücü: Prof.Dr. Mustafa ÜNSAL
Yardımcı Araştırmacılar: Yılmaz BEKİROĞLU, Y.Doç.Dr. Semal YEMENİCİ-
OĞLU, Araşt.Gör. Şengül AKDOĞAN, Sıdıka ERGİN, Yusuf KAYIKÇI, Ülkü
ATAÇ, Cennet ÜSTÜNDAG

6- Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü

P.K. 28

Erdemli/İÇEL

7- Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:

1- TÜBİTAK-Atatürk Bulvarı No: 221 06100 Kavaklıdere/ANKARA

2- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü

8- Öz (Abstract):

Bu raporda "Batı Karadeniz'de Ekonomik Önemi olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi" Projesi çerçevesinde Hamsi, Is-tavrit, Mezgit, Midye, Makroalg, Sediman ve Planktonda (fito- ve zooplank-ton) Cıva, Bakır ve Kurşun düzeyleri belirlenmiş ve bu düzeylerin yer ve zamana göre değişimleri incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlardan, İnebolu bölgesinde cıva ve özellikle bakır konsantrasyonlarının en yüksek düzeyde olduğu ve bunu İgneada'nın izlediği gözlemlenmiştir. Kurşun konsantrasyonu İgneada bölgesinde, İnebolu bölgesinden biraz daha yüksek bulunmuştur.

Örnekler arasında en yüksek metal konsantrasyonu sedimanda ölçül-müş, bunu plankton ve makroalg izlemiştir.

Anahtar kelimeler: Plankton, Midye, Makroalg, Sediman, Balık, Ağır Metal

Konsantrasyon.

Anahtar Kelimeler:

9- Proje ile ilgili Yayın/Tebliğlerle ilgili Bilgiler

10- Bilim Dalı: DENİZ BİLİMLERİ

Doçentlik B. Dalı Kodu: 611.01.00

Uzmanlık Alanı Kodu: -

ISIC Kodu: -

11- Dağıtım (*) : ☐ Sınırlı☒ Sınırsız

12- Raporun Gizlilik Durumu :

☐ Gizli☒ Gizli Değil

(*) Projenizin Sonuç Raporunun ulaştırılmasını istediğiniz kurum ve kuruluşları ayrıca belirtiniz