



1999-0003

TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

1999-33

KARADENİZ'DE AĞIR METAL
KİRLİLİĞİ

YDABÇAG

PROJE NO: YDABÇAG-456/G-457/G

Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve
Çevre Araştırma Grubu

Earth Marine Atmospheric Sciences and
Environmental Researches Grant Group

1999-33

**KARADENİZ'DE AĞIR METAL
KİRLİLİĞİ**

YDABÇAG

PROJE NO: YDABÇAG-456/G-457/G

YÜRÜTÜCÜ : PROF.DR. MUSTAFA ÜNSAL

**PROF.DR. NAMIK ÇAĞATAY
ZİR.Y.MÜH. YILMAZ BEKİROĞLU
Y.DOÇ.DR. NUR KIRATLI
KİMYAGER NİGAR ALEMDAĞ
KİMYAGER MUAMMER AKTAŞ
TEKN. EROL SARI**

**MART 1998
Erdemli-MERSİN**

ÖNSÖZ

TÜBİTAK desteğinde, Türkiye'nin Doğu ve Batı Karadeniz kıyılarında eşzamanlı olarak yürütülen "Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliği" konulu iki proje, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), ODTÜ-Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü arasında kurulan bir izleme komitesi ve TÜBİTAK-YDABÇAG tarafından izlenmiştir. Katkılarından dolayı bu kuruluşlara teşekkür ediyoruz.

Yukarıda adı geçen proje çalışmalarıyla ilgili gelişme ve faaliyetleri içeren bu rapor, 01.05.1996-31.12.1996 tarihleri arasında yapılan metal analizlerinin sonuçlarını ve bu sonuçların yorumunu içermektedir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Tablolar Listesi	v
Şekiller Listesi.....	viii
Özet ve Anahtar Kelimele	ix
Summary and Key Words	xii
1. Giriş	1
2. Projeyi Destekleyen ve İşbirliği Yuruluşlar	3
2.1. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu- TÜBİTAK	3
2.2. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı - Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü	3
2.3. İstanbul Üniversitesi- Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü	4
2.4. Orta Doğu Teknik Üniversitesi- Erdemli Deniz Bilimleri Enstitü	4
3. Projenin Amaçları	5
4. Projede Uygulanan Metotlar	7
4.1. Sediman	7
4.2. Midye	8
4.3. Deniz Suyu	8
5. Elde Edilen Bulgular	10
5.1. Doğu Karadeniz	10
5.1.1. Metal Konsantrasyonlarının İstasyonlara ve Zamana Göre Değişimi	10

TABLOLAR LİSTESİ

5.1.1.1. Cıva	10
5.1.1.2. Bakır	12
5.1.1.3. Kurşun	14
5.1.1.4. Kadmiyum	17
5.1.1.5. Çinko	20
5.2. Batı Karadeniz	22
5.2.1. Metal Konsantrasyonlarının istasyonlara Göre Değişimi	22
5.2.1.1. Cıva	22
5.2.1.2. Bakır	23
5.2.1.3. Kurşun	24
5.2.1.4. Kadmiyum	25
5.2.1.5. Çinko	25
6. Karşılaşılan Güçlükler	27
7. Sonuçlar	28
8. Harcamalar	31
9. Referanslar	32
5a. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	43
5b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	44
5c. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	45
5d. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	46
5e. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	47
6a. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	45
6b. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	46
6c. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	46
6d. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	47

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
1. Örnekleme İstasyonlarının Yerleri	38
2. Doğu Karadeniz’de Örnekleme İstasyonlarında Ölçülen pH, Çözünmüş oksijen (D.O.), Sıcaklık (T°C), Tuzluluk (S%) ve Seki Disk (Sk.D.) değerleri	39
3a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	40
3b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	40
3c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	41
4a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	42
4b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	42
4c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Cıva Konsantrasyonları	43
5a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	44
5b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	44
5c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	45
6a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	46
6b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	46
6c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz’den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Bakır Konsantrasyonları	47

7a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Kurşun Konsantrasyonları	48
7b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Kurşun Konsantrasyonları	48
7c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Kurşun Konsantrasyonları	49
8a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Kurşun Konsantrasyonları	50
8b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Kurşun Konsantrasyonları	50
8c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Kurşun Konsantrasyonları	51
9a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Kadmiyum Konsantrasyonları	52
9b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Kadmiyum Konsantrasyonları	52
9c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Kadmiyum Konsantrasyonları	53
10a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Kadmiyum Konsantrasyonları	54
10b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Kadmiyum Konsantrasyonları	54
10c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Kadmiyum Konsantrasyonları	55
11a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Çinko Konsantrasyonları	56
11b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Çinko Konsantrasyonları	56
11c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Ölçülen Çinko Konsantrasyonları	57
12a. Ağustos Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Çinko Konsantrasyonları	58
12b. Ekim Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Çinko Konsantrasyonları	58

12c. Aralık Ayında Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Ölçülen Çinko Konsantrasyonları	59
13. Aralık Ayında Batı Karadeniz'den Alınan Sediman ve Su Örneklerinde Ölçülen Metal Konsantrasyonları	60

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
1. Örneklem İstasyonları (Doğu Karadeniz)	62
2. Örneklem İstasyonları (Batı Karadeniz)	63
3. Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Cıva Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	64
4. Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Cıva Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	64
5. Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Bakır Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	65
6. Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Bakır Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	65
7. Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Kurşun Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	66
8. Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Kurşun Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	66
9. Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Kadmiyum Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	67
10. Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Kadmiyum Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	67
11. Doğu Karadeniz'den Alınan Sediman Örneklerinde Çinko Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	68
12. Doğu Karadeniz'den Alınan Midye Örneklerinde Çinko Konsantrasyonlarının Yer ve Zamana Göre Değişimi	68
13. Doğu Karadeniz'de Maden Yatakları	70

ÖZET VE ANAHTAR KELİMELELER

Bu rapor, Türkiye'nin Doğu ve Batı Karadeniz kıyılarında eşzamanlı olarak yürütülen cıva, bakır, kurşun kadmiyum ve çinkonun karasal kaynaklarını belirlemeye yönelik "Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliği" konulu iki proje çerçevesinde elde edilen sonuçları içermektedir. Bu amaçla Doğu Karadeniz'den Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında 6 kaynak ve 4 referans istasyonundan alınan midye ve sediman örneklerinde Hg, Cu, Pb, Cd ve Zn konsantrasyonları ölçülmüştür. Batı Karadeniz'den ise Aralık ayında 2 kaynak ve 2 referans istasyonundan alınan sediman örneklerinde Hg, Cu, Pb, Cd ve Zn konsantrasyonları ile deniz suyu örneklerinde Hg konsantrasyonları ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre bu metallerin Karadeniz'e en çok hangi kaynaktan ve yılın hangi zamanında ve ne oranda gidiği saptanmaya çalışılmıştır.

Doğu Karadeniz'de sediman örneklerinde en yüksek cıva değerleri, Hopa Bakır İşletmelerinin atıklarının denize ulaştığı noktadan (İst. D1) ve Giresun-Tirebolu Harşit Çayı'nın denize ulaştığı noktadan (İst. D2) alınan örneklerden elde edilmiştir. Midyelerde ise en yüksek değerler yine İst. D1'den alınan örneklerde ölçülmüş, bunu Giresun-Bulancak Pazar Suyu'nun denize ulaştığı noktadan (İst. D3) alınan örnekler izlemiştir. Batı Karadeniz'de sedimanda en yüksek cıva değeri Şile'den (İst. BR2) alınan örneklerde gözlenmiş, bunu Sakarya nehrinin denize ulaştığı yerden (İst. B2) alınan örnekler izlemiştir. Deniz suyunda ise en yüksek cıva konsantrasyonu yine Sakarya'dan (İst. B2) alınan örneklerde ölçülmüştür.

Bu Bakır konsantrasyonları, Doğu Karadeniz'de İst. D1'den alınan sediman ve midye örneklerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Batı Karadeniz'de de yine en yüksek değerler Şile ve Sakarya'dan (İst. BR2 ve B2) alınan sediman örneklerinden elde edilmiştir.

Kurşun konsantrasyonları, Doğu Karadeniz’de İst. D1 ve D2’den alınan sediman örneklerinde ve İst. D1’den alınan midye örneklerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Sinop’tan (İst. D6) alınan midye örneklerinde de oldukça yüksek kurşun değerleri ölçülmüştür. Batı Karadeniz’de en yüksek kurşun değeri Şile’den (İst. BR2) alınan örneklerden elde edilmiştir.

Kadmiyum konsantrasyonlarının Doğu Karadeniz’deki durumu kurşun ile benzerlik göstermektedir; sedimanda yine İst. D1 ve D2’den alınan örneklerde kamium en yüksek bulunmuştur. Midyelerde Hopa’dan (İst. D1) alınan örneklerde kadmiyum en yüksek düzeyde olup bunu Sinop (İst. D6) örnekleri izlemiştir. Batı Karadeniz’de Sakarya nehrinin ağız kısmından (İst. B2) alınan sediman örneklerinde kadmiyum konsantrasyonları en yüksek düzeyde bulunmuştur.

Çinko konsantrasyonları Doğu Karadeniz’de yine İst. D1 ve D2’den alınan sediman örneklerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Midye örneklerinde diğer metallerden farklı bir durum göstermiştir; en yüksek değer Sinop’tan (İst. D6) alınan midye örneklerinde ölçülmüştür. Batı Karadeniz’de Şile’den (İst. BR2) alınan sediman örneklerinde çinko konsantrasyonları anormal derecede yüksek bulunmuştur.

Bazı istasyonlarda sedimandaki metal konsantrasyonları ile midyelerdeki metal düzeyleri arasında bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Bu ilişki, metallerin türüne, mevsime ve ayrıca ortam koşullarına göre değişmektedir.

Sonuç olarak, Doğu Karadeniz’e Hg, Cu, Pb, Cd ve Zn en çok, Bakır İşletmelerinin atıklarının denize ulaştığı Hopa’dan (İst. D1) ve Giresun-Tirebolu Harşit Çayı’nın denize döküldüğü noktadan (İst. D2) girmektedir. Bu iki noktayı Sinop Merkez Sanayii (İst. D6) izlemektedir. Ayrıca Kızılırmak, Yeşilirmak ve Giresun - Bulancak Pazar Suyu yoluyla da önemli miktarda bakır ve kurşun ve bir miktar da cıva ve kadmiyum Doğu Karadeniz’e ulaşmaktadır.

Batı Karadeniz'de referans istasyonu olarak seçilmesine karşın en yüksek metal kirliliği Şile'de (İst. BR2) gözlenmiş, bunu Sakarya nehrinin denize döküldüğü alan (İst. B2) izlemiştir. Şile'deki bu kirlilikte Tuna Nehri yoluyla Batı Karadeniz'e ulaşan ve akıntılar yoluyla doğu yönünde hareket eden kirleticilerin de büyük rolü vardır.

conducted at the same time along the western and eastern Black Sea coasts

Anahtar kelimeler: İstasyon, Sediman, Midye, Metal, Konsantrasyon.

During these projects, Hg, Cu, Pb, Cd and Zn concentrations were measured in sediment and mussel samples taken in August, October and in December from 6 source and 4 control stations in the eastern Black Sea. Also the sediment samples collected in December from 2 source and 2 control stations in the western Black Sea were analyzed for their Hg, Cu, Pb, Cd and Zn concentrations, and the sea water samples for only Hg concentrations. From the results obtained, the main sources of these metals in the Black Sea and the temporal changes in their concentrations were evaluated.

In the eastern Black Sea the highest mercury concentrations were found in sediment samples taken from the effluent discharge point of the Copper Refinery in Hopa (St. D1) and from the mouth of Hargit Stream (St. D2) in Tirebolu-Giresun. The highest mercury concentrations were again measured in mussels sampled from St. D1, was followed by those taken from the mouth of Paraz Stream (St. D3) in Balıkecek-Giresun. In the western Black Sea the highest mercury concentrations were obtained from sediments at Şile (St. BR2), followed by the samples taken from the discharge point of Sakarya River (St. B2). For sea water samples from St. BR2 also contained the highest mercury concentrations.

The copper concentrations in the eastern Black Sea were at their highest levels both in sediment and mussel samples from St. D1 in the

SUMMARY AND KEY WORDS

This report contains the findings dealing with the land-based sources of mercury, copper, lead, cadmium and zinc which were studied within the framework of two projects “**Heavy Metal Pollution in the Black Sea**” conducted at the same time along the western and eastern Black Sea coasts of Turkey.

During these projects, Hg, Cu, Pb, Cd and Zn concentrations were measured in sediment and mussel samples taken in August, October and in December from 6 source and 4 control stations in the eastern Black Sea. Also the sediment samples collected in December from 2 source and 2 control stations in the western Black Sea were analysed for their Hg, Cu, Pb, Cd and Zn concentrations and the sea water samples for only Hg concentrations. From the results obtained, the main sources of these metals in the Black Sea and the temporal changes in their concentrations were evaluated.

In the eastern Black Sea, the highest mercury concentrations were found in sediment samples taken from the effluent discharge point of the Copper Refinery in Hopa (St. D1) and from the mouth of Harşit Stream (St. D2) in Tirebolu-Giresun. The highest mercury concentrations were again measured in mussels sampled from St. D1, was followed by those taken from the mouth of Pazar Stream (St. D3) in Bulancak-Giresun. In the western Black Sea, the highest mercury concentrations were obtained from sediments at Şile (St. BR2), followed by the samples taken from the discharge point of Sakarya River (St. B2). The sea water samples from St. B2 also contained the highest mercury concentrations.

The copper concentrations in the eastern Black Sea were at their highest levels both in sediment and mussel samples from St. D1. In the

western Black Sea the highest values were obtained again for sediment samples from Sts. BR2 and B2.

The highest lead concentrations were contained in sediment samples from Sts. D1 and D2 and in mussel samples from St. D1 in the eastern Black Sea. The mussel samples taken from Sinop (St. D6) also displayed significantly high lead concentrations. In the western Black Sea, the highest values were obtained from the Şile (St. BR2) samples.

The pattern of cadmium both in sediment and mussels in the eastern Black Sea was similar to that of lead; with respect to mercury, sediments from Sts. D1 and D2 and mussels from St. D1 were found to have the highest concentrations. Additionally, mussels from St.6 also contained a remarkably high cadmium concentration. In the western Black Sea, samples from the mouth of Sakarya River had the highest cadmium concentrations.

The zinc concentrations in sediment from the eastern Black Sea were again highest at Sts. D1 and D2. However, the zinc concentrations in mussels showed a different pattern from that for above-mentioned metals; highest values were measured in the samples from Sinop (St. D6). In the western Black Sea the sediment samples from Şile (St. BR2) had abnormally high zinc concentrations.

At some stations a correlation was observed between metal concentrations in sediment and those contained in mussels. This correlation is dependent on metal species, season and also environmental conditions.

As a result, the main sources of Hg, Cu, Pb, Cd and Zn in the eastern Black Sea are the effluent discharged from the Copper Refinery in Hopa (St. D1) and the mouth of Harşit Stream (St. D2) in Tirebolu-Giresun. The next most important source following these two areas was Sinop Central Industry (St. D6). In addition, important amount of copper and lead and a remarkable amount of mercury and cadmium reach the eastern Black Sea through the Kızılırmak and Yeşilirmak Rivers and Pazar Stream.

In the western Black Sea, Şile was found to be the most polluted area, although it was chosen as a control station, followed by the Sakarya River mouth. It is obvious that pollutants discharged by the River Danube into the western Black Sea and carried by currents in an eastern direction have a significant role in the pollution occurring at Şile.

Key words: Station, Sediment, Mussel, Metal, Concentration.

1. GİRİŞ

Diğer denizlerde olduğu gibi Karadeniz'de de evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar kirliliğin başlıca kaynağını oluşturmaktadırlar. Bu atıkların içerdiği ağır metaller de çeşitli yollardan, özellikle nehirler ve dereler yoluyla Karadeniz'e ulaşmakta ve burada yaşayan canlılar tarafından değişik miktarlarda alınmaktadır.

Karadeniz'in fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri de Ege ve Akdeniz'e göre oldukça farklıdır (Oğuz ve Tuğrul, 1990; Bingel ve Ünsal, 1990). Bir yandan İstanbul Boğaz'ından giren alt akıntı, gerek Akdenizden, gerekse Marmara Denizi'nden bazı Kirleticileri bu denize taşımaktadır. Diğer yandan ülkemizden Sakarya nehri ve bazı çaylar (Filyos Çayı) ile özellikle batı ve kuzey batıdan Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirleri vasıtasıyla önemli miktarda kirletici de Batı Karadeniz'e ulaşmaktadır.

Orta ve Doğu Karadeniz'e başlıca üç büyük nehir, (Kızılırmak, Yeşilirmak ve Çoruh) ile pek çok ırmak ve dere dökülmektedir. Bu bölge ayrıca maden yatakları yönünden de oldukça zengindir (Şekil 13). Bu madenler arasında özellikle bakır ve kurşun önemli bir yer tutmakta ve Türkiye ekonomisine önemli bir katkı sağlamaktadır. Ancak sağladığı bu katkıların yanında atıkları, ya doğrudan denize verilmekte ya da gerek yağmur ve sel suları ile gerekse nehirler yoluyla dolaylı olarak Karadeniz'e karışmaktadır.

Diğer yandan özellikle Orta ve Doğu Karadeniz'de yerleşim alanları çok ve geniş bir alana yayılmış olup kıyı boyunca devam etmektedir. Buna bağlı olarak tarımsal faaliyetler ve endüstrileşme de yoğunlaşmıştır.

Yukarıdaki bilgileri dikkate alarak, Karadeniz'de kirliliğe sebep olan bazı metallerin (cıva, bakır ve kurşun) yer ve zamana göre organizmalardaki birikimini incelemek amacıyla 1991 yılında ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü ile Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı-Trabzon Su Ürünleri Araştırma

Enstitüsü, TÜBİTAK desteğinde bir proje başlatmışlardır. Bu çalışmalara, 1993 yılından itibaren aynı metallerin karasal kaynaklarını belirlemeyi amaçlayan projelerle devam edilmiş, 1996 yılında bu metallere kadmiyum ve çinko da eklenmiştir.

Bu son projede, özellikle kirliliği belirleyici "İndikatör" bir tür olarak bilinen midye ile yine önemli miktarda kirletici içeren sediman araştırma materyali olarak seçilmiştir. Ayrıca Batı Karadeniz'de deniz suyunda cıva ölçümleri de yapılmıştır.

2. PROJEYİ DESTEKLEYEN VE İŞBİRLİĞİ YAPILAN KURULUŞLAR

Projeyi destekleyen ve işbirliği yapılan kuruluşlar şunlardır:

- Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK),
- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı-Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TKB-TSÜAE),
- İstanbul Üniversitesi-Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü (İÜ-DBİ)
- Orta Doğu teknik Üniversitesi- Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü (ODTÜ-DBE).

2.1. TÜRKİYE BİLİMSEL ve TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU-TÜBİTAK

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) bünyesindeki Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve Çevre Araştırma Grubu (YDABÇAG) tarafından YDABÇAG-456/G ve 457/G Projeleri kapsamında desteklenmiştir.

2.2. TARIM VE KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI-TRABZON SU ÜRÜNLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

Tarım ve Köyişleri Bakanlığına bağlı Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü proje çalışmalarına personel, araç ve gereç yönünden katkıda bulunmuştur. Örnekler, Şekil 1'de belirlenen istasyonlardan tüm örnekleme zamanlarında (Ağustos, Ekim ve Aralık), Enstitü elemanları tarafından alınmış, asitte eritilmiş (digestion) ve Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi'nde analiz edilmişlerdir. Örnekleme noktalarındaki fiziksel ve kimyasal parametreler örnekleme anında yine Enstitü elemanları tarafından ölçülmüştür.

2.3. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Aralık ayında Batı Karadeniz'de Şekil 2'de gösterilen istasyonlardan örneklerin toplanmasına katkıda bulunmuştur. Ayrıca deniz suyunda cıva analizleri ve sedimandaki metal analizleri bu Enstitü tarafından yapılmıştır.

2.4. ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ-ERDEMLİ DENİZ BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

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 analizlerde elde edilen sonuçları değerlendirmiştir. Ayrıca Aralık ayında Şekil 2'deki istasyonlardan örneklerin alınmasına katkıda bulunmuş ve bu örneklerin ölçüm sonuçlarını değerlendirmiştir. Projenin sonuç raporu da yine Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından hazırlanarak TÜBİTAK'a sunulmuştur.

çalışmalarını yok edecek kadar az olduğunu göstermiştir (Serbanescu ve

3. PROJENİN AMAÇLARI

1991 yılında Orta ve Doğu Karadeniz'de başlatılan ve amacıyla bir yıl

Giriş bölümünde de belirtildiği gibi Doğu Karadeniz'de kentleşme 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 Doğu Karadeniz kıyısı maden yönünden oldukça zengin ve endüstriyel faaliyetler bakımından da oldukça yoğundur. Bunun yanı sıra kuzeydoğu, doğu ve güneyden, Doğu Karadeniz'e dökülen önemli nehirler ve bazı dereler Rusya ve Türkiye'den topladıkları her türlü evsel ve endüstriyel atıkları bu bölgeye taşımaktadırlar.

Batı Karadeniz'e de çeşitli yollardan değişik türde kirleticiler ulaşmaktadır; güneyde Sakarya ve Filyos, Batıda Tuna nehri, kuzeybatıda Dinyeper ve Dinyester nehirleriyle önemli miktarda kirletici bu denize karışmaktadır.

Ayrıca kıyı boyunca endüstrileşme de zaman içerisinde artmaktadır. Balkaş ve ark. (1990), Karadeniz'in Türkiye kıyısında mevcut ve atık üreten tüm sanayi kuruluşlarının sayısını 236 olarak vermektedirler. Bunların büyük bölümü Doğu Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır. Bölgede yaşayan organizmaların bu kirlenmeden etkilenmemesi düşünülemez. Bu etkiler, kısa bir süre sonunda (gün, hafta, vb) gözlenebileceği gibi (akut etki) aylar, hatta yıllar sonra da ortaya çıkabilir (kronik etki). Özellikle uzun süreli etkiler en tehlikeli olanlarıdır. Bunun için yapılması gereken en önemli iki çalışma; (i) kirleticilerin en çok hangi bölgeden ya da bölgelerden, hangi miktarda Karadeniz'e girdiğini belirlemek ve (ii) denize ulaşan bu kirleticilerin ne oranda organizmalara geçtiğini saptamaktır.

Yaptığımız literatür araştırmaları, Karadeniz'de yaşayan organizmaların ağır metal konsantrasyonları konusunda 1991 yılına kadar yapılan

Çalışmaların yok denecek kadar az olduğunu göstermiştir (Serbanescu ve ark., 1980).

1991 yılında Orta ve Doğu Karadeniz'de başlatılan ve sırasıyla bir yıl batı, diğer yıl Doğu Karadeniz'de sürdürülen çalışmaların devamı niteliğinde olan řu projenin amaçları:

- Karadeniz'de, nehir, dere ve atık suların denize ulaştığı yerlerden alınan midye ve sediman örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonlarını değerlendirerek elde edilen sonuçları karşılaştırıp kirlenmenin en çok hangi bölgelerde ve hangi kaynaklardan geldiğini belirlemek ve gerekli önlemleri almak,
- Midyeler ve bazı balık türleri için elde edilen sonuçları, diğer ülkeler tarafından belirlenen kabul edilebilir st limitlerle karşılaştırarak bu organizizmaların içerdiği kirletici konsantrasyonlarının sağlık açısından tehlikeli olup olmadıklarını saptamak ve böylece, ülkemizde henüz belirlenmemiş olan "sağlık açısından kabul edilebilir st limitler'in" belirlenmesinde veri tabanı oluşturmak,
- TKB-TSAE personelini örnek alınması, örneklerin analiz edilmesi ve çıkan sonuçların değerlendirilmesi konularında daha çok eğiterek gelecekte bu tür çalışmaları rutin olarak yapabilecek şekilde deneyim kazanmalarını sağlamak,

4. PROJEDE UYGULANAN METOTLAR

Örnekler, Tablo 1'de belirtilen yerlerden, Şekil 1 ve 2'de gösterilen kaynak ve referans istasyonlarından alınmıştır. Kaynak istasyonlardan alınan örnekler nehir, dere ve atıkların denize ulaştığı noktalardan, ya da bu noktalara en yakın yerlerden alınmıştır. Referans (temiz) istasyonlar ise kaynak istasyonlarından mümkün olduğunca uzak noktalardan seçilmiştir.

4.1. SEDİMAN

Dalgıç ya da Backman kepçesi (Grab) ile ortamdan alınan sediman örnekleri de analize kadar asit ile temizlenmiş plastik kavanozlar ya da torbalar içerisinde derin dondurucuda saklandı. Doğu Karadeniz'den alınan sediman örnekleri yaş olarak, Batı Karadeniz'den alınan sediman örnekleri ise kuru olarak analiz edildi. Doğu Karadeniz örnekleri 80 mikrondan elendikten sonra yaklaşık 0.5 gr sediman alınarak eritmek üzere teflon kaplara konuldu. Örneklerin üzerine 3.0 ml konsantre nitrik asit (HNO_3) ilave edildi ve teflon kapların kapakları kapatılarak çelik bloktaki yerlerine yerleştirildi. Blank (Kontrol) için iki adet teflon kaba sadece 3.0 ml HNO_3 eklenerek bunlar da çelik blok içindeki yerlerine yerleştirildi. İçerisinde teflon kapların bulunduğu çelik blok, ısıtıcı levha (Hot plate) üzerine konularak 130-150 °C'de 9 saat ısıtıldı. Isıtıcı kapatılarak çelik blok oda ısısına gelinceye kadar beklendi ve daha sonra teflon kaplardaki erimiş örnekler balon jojelere alınarak hacim, iki kez distile edilmiş su ile 25 ml'ye tamamlandı. Örnekler analize kadar buz dolabında +4 °C' de saklandı. Cıva, bakır, kurşun, kadmiyum ve çinko analizleri UNEP/FAO/ IAEA/ IOC (1984 a,b) de tanımlanan yöntemle Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi'nde (AAS) analiz edildi. Sedimandaki metal konsantrasyonları genellikle yüksek olduğundan analiz esnasında örnekler bazen birkaç kez seyreltilti. Çıkan sonuçlar çeşitli yöntemlerle değerlendirildi.

4.2. MİDYE

Örneklerin alınması ve eritilmesi Bernhard (1976) tarafından tanımlanan yöntemle yapılmıştır. Buna göre: örnekleme yerlerinden toplanan ve plastik torbalar içinde derin dondurucuda saklanan midyelerin mümkün olduğunca aynı boyda olanları alınarak kabukları plastik ya da paslanmaz çelikten yapılmış bisturi ile açıldı ve yumuşak (et) kısmından yaklaşık 0.5 gr alınarak eritmek üzere (digestion) teflon kaplara konuldu. Örneklerin üzerine 3.0 ml konsantre nitrik asit (HNO_3) ilave edildi ve teflon kapların kapakları kapatılarak bir süre (15-20 dak.) bekledikten sonra çelik bloktaki yerlerine yerleştirildi. Ayrıca blank için iki adet teflon kaba sadece 3.0 ml HNO_3 konularak bunlar da çelik blok içindeki yerlerine yerleştirildi. Eritme işleminin bundan sonraki safhaları ve analizler sedimanda açıklandığı şekilde yapıldı.

Literatürde verilen değerlerin büyük bir kısmı kuru ağırlık olarak verildiğinden, Doğu Karadeniz'de her istasyondan birer örneğin (Sediman ve midye) kuru ağırlıkları belirlenerek kuru ağırlık/yaş ağırlık oranları hesaplandı ve tablolarda verildi.

4.3. DENİZ SUYU

Deniz suyunda cıva analizleri soğuk buhar yöntemiyle yapılmıştır. Bunun için batı Karadeniz'de her istasyondan alınan deniz suyu örneğinden 500 ml alındı ve reaksiyon tüpüne konuldu. Üzerine 10 ml %10'luk kalay-2 klorür ya da %2'lik sodyum borohidrat eklendi ve 30 dak. azot ile havalandırılarak karıştırıldı. Böylece cıva Hg^0 'a indirgendi. İndirgenen buhar halindeki bu Hg^0 azot gazı yardımıyla içerisinde gümüş ya da altın bulunan V şeklindeki bir cam boruya taşındı. Daha sonra bu V şeklindeki boru bir ısıtıcının içine yerleştirilerek yaklaşık 2 dak. 500°C 'de ısıtıldı. Buhar halindeki cıva absorpsiyon hücresine gönderildi ve absorpsiyon değeri yazıcıdaki

kağıt üzerine kaydedildi. Daha sonra suyun 1 litresindeki cıva değeri hesaplandı.

5. ELDE EDİLEN BULGULAR

5.1. DOĞU KARADENİZ

Şekil 1'de gösterilen istasyonlardan, üç değişik örnekleme zamanında (Ağustos, Ekim ve Aralık) alınan midye ve sediman örnekleri analiz edilmiş ve analiz sonuçlarının ortalamaları Tablo 3-12'de gösterilmiştir. Tablolardan da görüldüğü gibi metal konsantrasyonları analiz edilen örneklerin türlerine ve örnekleme bölgelerine göre değişmektedir.

5.1.1. METAL KONSANTRASYONLARININ İSTASYONLARA VE ZAMANA GÖRE DEĞİŞİMİ

Toplam 6 kaynak ve 4 referans istasyonunun her biri için üç ayrı örnekleme zamanında elde edilen değerlerin ortalamaları hesaplanarak konsantrasyonların yer ve zamana göre değişimi Şekil 3-12'de gösterilmiştir.

5.1.1.1. CIVA

A. Sedimanda

Sediman örnekleri İst. D6 dışında tüm kaynak istasyonlarından alınmıştır. Tüm örnekleme zamanlarında en yüksek cıva konsantrasyonları İst. D1 ve D2'de ölçülmüştür (Şekil 3). Tablo 1'de de görüldüğü gibi İst. D1 Hopa Karadeniz bakır İşletmelerinin denize ulaştığı yerde bulunmaktadır. Daha önce yapılan bir çalışmada (Ünsal ve ark., 1995) da İst. D1'in bulunduğu yerden atık suyun tabanından ve kıyıdan alınan sediman örneklerinde cıva konsantrasyonları en yüksek bulunmuştur. Ancak 1995'te yapılan çalışmada İst D1'de ölçülen en yüksek değer $4.28 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu halde bu çalışmada $12.50 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Yine aynı çalışmada, önemli miktarda cıvanın karasal kaynaklardan Karadeniz'e ulaştığı saptanmıştır. Bu da karasal kaynaklı cıva kirliliğinin bu bölgede geçmişten bugüne artmakta olduğunu göstermektedir. Giresun, Tirebolu Harşit çayının denize

döküldüğü yerde bulunan İst. D2'de de İst. D1'e yakın ve diğer istasyonlara göre oldukça yüksek değerler bulunmuştur. Şekil 13'te görüldüğü gibi gerek İst. D1, gerekse İst. D2'nin yakınında çok sayıda maden yatağı bulunmaktadır. Dolayısıyla bu iki istasyonda ölçülen yüksek cıva konsantrasyonlarının bu maden yataklarından kaynaklandığı söylenebilir. Diğer istasyonlarda ölçülen cıva konsantrasyonları 0.28 ile $1.63 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir (Tablo 2a-c).

Referans istasyonlarında ise cıva konsantrasyonları kaynak istasyonlara göre oldukça düşük düzeyde bulunmuştur

Örnekleme zamanına göre incelendiğinde İst. D1, D2 ve D3'te Ekim ayına göre Ağustos ve Aralık aylarında daha yüksek değerler elde edilmiştir.

İst. D1 ve D2'de ölçülen değerler, Akdeniz'de kirli sayılabilecek bazı körfezlerden elde edilen değerlerle (Rapin ve ark., 1979; Rapin ve Fernex, 1981) karşılaştırıldığında, oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

B. Midyede

Midye örnekleri 6 kaynak istasyonundan sadece 3'ünde, bulunabilmiştir. Referans istasyonlarının tamamından midye örneği alınmasına karşın sadece Ağustos ayında bir istasyonda (DR4) çok düşük düzeyde ($0.003 \mu\text{g g}^{-1}$) cıva ölçülmüş, diğer referans istasyonlarında aletin hassasiyet düzeyinin altında kalmıştır (Tablo 2a,b ve c). Şekil 4'te de görüldüğü gibi üç örnekleme zamanında da en yüksek değerler (0.04 ile $0.07 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında) İst. D1'den elde edilmiştir. İst. D3 ve D6'daki değerler 0.015 ile $0.03 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir (Şekil 4). Tüm bu değerler, cıva kirliliğinin önemli olduğu belirtilen Kuzey Adriyatikteki lagünlerden elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında çok yüksek olmadığı görülmektedir. İst. D1'de sedimanda gözlenen yüksek değerler midyelere de yansımıştır. Sedimandaki cıva konsantrasyonları ile midyelerdeki (*Mytilus galloprovincialis*) cıva konsantrasyonları arasındaki ilişki başka araştırmacılar (Vukadin ve ark., 1986; Majori ve ark., (1991b) tarafından da incelenmiştir.

Yukarıda da açıklandığı gibi Referans istasyonlarında bir tanesi (DR4) hariç diğerlerinde cıva konsantrasyonları aletin hassasiyet düzeyinin altında kalmıştır.

Örnekleme zamanları kendi aralarında karşılaştırıldığında sedimanın aksine Ekim ayında midyelerde cıva konsantrasyonlarının diğer örnekleme zamanlarına göre daha yüksek, Ağustos ayında ise daha düşük düzeyde olduğu görülmektedir (Şekil 4). Bu fark büyük olasılıkla üreme zamanından kaynaklanmaktadır. Çünkü Tablo 2a'da ortalama ağırlık ve ağırlık-boy oranının yüksek, Tablo 2b' de ise düşük olduğu görülmektedir. Bu yüksek ağırlık organizmaların taşıdığı yumurtadan kaynaklanmış olabilir. Carlberg'e (1993) göre yumurtaların gelişme dönemi olan kış aylarında midyelerdeki (*Mytilus edulis*) kirlenici miktarları azalmaktadır. Akdoğan ve Ünsal (1993) da büyük boy midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) en yüksek cıva konsantrasyonunu sonbaharda gözlemişlerdir.

5.1.1.2. BAKIR

A. Sedimanda

Sedimanda ölçülen bakır konsantrasyonları İst. D1'de en yüksek düzeyde ($7405-8710 \mu\text{g g}^{-1}$) olup, bunu İst. 2 izlemektedir (Şekil 5). Bu değerler kuzey Ege Denizi'nden (Voutsinou-Taliadouri, 1989) ve kuzey Adriyatik'ten (Majori ve ark., 1991b) elde edilen değerlere göre çok yüksektir. Her iki istasyon da bakır madenlerinin yoğun olduğu yerlerde bulunmaktadır (Şekil 13). Ayrıca İst. D1'in bulunduğu Hopa yöresinde hem Karadeniz Bakır İşletmeleri bulunmakta, hem de Hopa limanından yükleme yapılmaktadır. İst. D2 ise Harşit Çayının denize döküldüğü noktadadır (Şekil 1). Daha önce yapılan çalışmalarda da (Ünsal ve Beşiktepe, 1994; Ünsal ve ark., 1995) aynı istasyonlarda yüksek değerler bulunmuştur. Yine aynı çalışmada dere ve atık sulardan alınan sediman örneklerinde yüksek bakır konsantrasyonları ölçülmüştür. Bu sonuçlar bakırın büyük ölçüde karasal kaynaklı olduğunu göstermektedir. Geriye kalan üç istasyonda (İst.

D3, D4 ve D5) bakır değerleri $100 \mu\text{g g}^{-1}$ 'in atındadır. Ancak bu değerler de daha önce Doğu Karadeniz'de (Yücesoy ve Ergin, 1992), Batı Karadeniz'de (Pecheanu, 1982) ve Kuzey Adriyatik'te ölçülen değerlerden daha yüksektir. Bu da Doğu Karadeniz'in özellikle orta ve doğu kısmında bakır kirliliğinin ne kadar ciddi boyutlara ulaştığını göstermektedir.

Tüm istasyonlar nehir, dere ve atık suların denize döküldüğü yerde bulunmaktadır. Tuncel ve ark., (1993) göre Karadeniz'e bakırın %90'ı akarsular yoluyla gelmekte, geriye kalan %10'u ise endüstri kaynaklıdır.

Referans istasyonlarının sadece ikisinden (DR3 ve DR4) sediman örneği alınmıştır. Elde edilen değerler de 48 ile $62 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir. Bu değerler de yüksek sayılabilecek düzeydedir. Bu istasyonlardan Ordu-Ünye'de bulunan DR3 istasyonunda bazı kaynak istasyonlardan daha yüksek ($62 \mu\text{g g}^{-1}$) bir değer elde edilmiştir. Tuncel ve ark.'na (1993) göre Samsun'da bulunan Karadeniz Bakır İşletmeleri'nden önemli miktarda bakır (33000 kg/yıl) denize karışmaktadır. Yine bu araştırmacılar tarafından Samsun yakınında bulunan Mert ırmağının sularında yapılan bakır ölçümlerinde ortalama 21 ng l^{-1} gibi yüksek sayılabilecek bir değer elde edilmiştir. Bu kaynaklardan denize karışan ve ayrıca Yeşilırmak ve Kızılırmak nehirlerinden Karadeniz'e ulaşan partikül halindeki bakır akıntılar yoluyla bu referans istasyonuna kadar taşınmış ve bir kısmı burada çökmüş olabilir. Diğer referans istasyonu (DR4) Sinop ve Samsun gibi yerleşim yerlerinin etkisinde bulunmaktadır.

Örnekleme zamanına göre bakır değerleri, her örnekleme istasyonunda farklılık göstermektedir (Şekil 5).

B. Midyede

Sedimanda olduğu gibi yine İst. D1'de anormal derecede yüksek değerler ($8.60-10.00 \mu\text{g g}^{-1}$) elde edilmiştir (Şekil 6). Sedimandaki bakır konsantrasyonları ile *Mytilus galloprovincialis*'in içerdiği bakır konsantrasyonu arasındaki ilişki bazı araştırmacılar (Majori ve ark., 1991b)

tarafından da incelenmiştir. Elde edilen bu değerler, Kuzey Adriyatik Denizi' nin kirli bölgelerinden elde edilen değerlere ($790-1550 \mu\text{g kg}^{-1}$) göre oldukça yüksektir (UNEP/FAO, 1986). Ancak Orta ve Doğu Karadeniz kıyılarında daha önce yapılan çalışmalarda (Ünsal & Beşiktepe, 1994) aynı midye türünde ölçülen bakır konsantrasyonlarının Rize yöresinde $13.33 \mu\text{g g}^{-1}$ 'a kadar yükselebildiği gözlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada da (Akdoğan, 1991) bakır konsantrasyonlarının Karadeniz'in doğusuna doğru arttığı saptanmıştır. Diğer istasyonlarda ölçülen bakır konsantrasyonları, Romanya kıyıları (Serbanescu ve ark., 1980), İstanbul Boğazı (Akdoğan & Ünsal, 1993) ve Sinop civarından (Erdem & Öztürk, 1991) elde edilen değerlerle yaklaşık aynı düzeydedir. Bu değerler, bazı ülkeler tarafından belirlenen kabul edilebilir üst limitlerin (yaklaşık $10 \mu\text{g g}^{-1}$) altındadır (Nauen, 1983).

Referans istasyonlarından alınan midye örneklerinde ölçülen bakır konsantrasyonları genellikle 0.07 ile $3.55 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir (Tablo 5a-c).

Örnekleme zamanlarına göre incelediğimizde İst D1 ve D2 dışında Ağustos ayında kaynak istasyonlarında ölçülen değerler daha düşük değerler, buna karşın referans istasyonlarında yüksek olmuştur. Ekim ayında referans istasyonlarındaki değerler genellikle düşük, kaynak istasyonlarda ise yüksek düzeydedir. Aralık ayında ise İst. D1 dışında kaynak ve referans istasyonlarındaki değerler yaklaşık aynı düzeydedir. Bu da kaynak istasyonlarda kirletici girişinin belirli zamanlarda azaldığını göstermektedir.

5.1.1.3. KURŞUN

A. Sedimanda

Cıva ve bakırda olduğu gibi en yüksek cıva konsantrasyonları yine İst. D1 ve D2'de ölçülmüştür (Şekil 7). Diğer istasyonlarda ölçülen değerler de oldukça yüksek düzeydedir. Daha önce yapılan çalışmalarda İst. D1 ve D2'nin bulunduğu bölgede akarsulardan ya da atık sulardan alınan sediman

örneklerinde oldukça yüksek kurşun değerleri ölçülmüştür (Ünsal ve ark., 1995). Bu yüksek değerler karasal girdilerin önemini göstermektedir. Kendler'e (1993) göre su ortamındaki kurşunun başlıca kaynağı evsel atıklar ve özellikle taşıtlardan kaynaklanan atmosferdeki partiküllerdir. Kaynak istasyonlarında, özellikle İst D1 ve D2'de ölçülen bu değerler başka bölgelerde elde edilen sonuçlara göre (Voutsinou-Taliadouri, 1989; Majori ve ark., 1991b) anormal derecede yüksek bulunmuştur. İst. D1 ve D2'deki bu yüksek kurşun konsantrasyonları hem kaynaktan hem de batıdan gelen askı yükün zamanla dibe çökmesinden kaynaklanmaktadır. Çünkü gerek Kızılırmak, Yeşilirmak gibi büyük nehirlerle gerekse Samsun'da bulunan Karadeniz Bakır İşletmeleri'nden önemli miktarda kurşun Karadeniz'e ulaşmaktadır. Ayrıca yine Samsun yakınında bulunan Mert ırmağı ile Trabzon yakınında bulunan Tabakhane Deresinin sularında önemli düzeyde kurşun ölçülmüştür (Tuncel ve ark., 1993). Deniz suyundaki kurşunun büyük bir kısmı partikül halindeki maddelerle birleşerek hızlı bir şekilde dibe çökmektedir (Roth & Hornung, 1977; Oregon & Fukai, 1981). Zooplankton'un dışkısı (Feacal pellets) ve değişen kabukları ile birlikte de önemli miktarda kurşun sedimana ulaşmaktadır. Fowler (1977) yaptığı bir araştırmada zooplankton'un dışkısında, hayvanın tüm vücuduna oranla 30 kat daha fazla kurşun bulmuştur. Ayrıca Murgul bakır madeni ve Çayeli bakır işletmelerinde bakır ile bir arada bulunan kurşun (Yücesoy & Ergin, 1992) atık sularla denize ulaşmaktadır. Kurşun kirliliğinin kuzeyden gelmesi de olasıdır. Yesin ve ark., (1994) göre Kafkas kıyılarında detritus güneydoğu yönünde akmaktadır. Dolayısıyla partiküllere bağlı olan kirleticiler de bu yönde hareket etmektedirler. Giresun yöresinde bulunan istasyondan (İst. D2) elde edilen yüksek kurşun konsantrasyonları bu bölgede bulunan kurşun madenlerinden kaynaklanmaktadır (Şekil 13). Ayrıca Tirebolu'da bulunan cevher konsantre tesislerinden de önemli miktarda kurşun kirliliği meydana gelmektedir. Yücesoy ve Ergin de (1992) Doğu Karadeniz sedimanlarında en yüksek kurşun konsantrasyonunu Giresun civarında ölçmüşlerdir. Daha

önce Karadeniz'de yapılan çalışmalarda elde edilen değerler (Pecheanu, 1982; Yücesoy & Ergin, 1992) mevcut çalışmada elde edilen değerlere göre daha düşük düzeydedir. Ergin ve ark., (1991) tarafından Haliç'ten elde edilen en yüksekk değer İst D1 ve D2'den elde edilen değerden daha azdır. Yine Ünsal ve ark. (1993) tarafından Batı Karadeniz sedimanlarında ölçülen ortalama kurşun konsantrasyonları 11.00 ile 16.68 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir. Dolayısıyla Doğu Karadeniz'in bazı bölgelerinde sedimandaki kurşun kirliliğinin ciddi boyutlara ulaştığı görülmektedir.

Referans istasyonlarında ölçülen kurşun değerleri de kaynak istasyonlara yakın, hatta bazı istasyonlarda daha yüksek bulunmuştur (Şekil 7). Bu yüksek değerler büyük olasılıkla atmosferden kaynaklanmaktadır. Çünkü atmosferden gelen kurşun kirliliği istasyonlar arasında eşit olarak dağılmıştır. Hatta yerleşim bölgelerine yakın referans istasyonlarında, kaynak istasyonlarına göre daha yüksek değerler elde etmek mümkündür.

Örnekleme zamanlarına göre değerlendirildiğinde, İst. D3 hariç diğer kaynak istasyonlarında Ağustos ayında değerler en düşük düzeyde olup Ekimde biraz yükselmekte, Aralık ayında ise en yüksek değere ulaşmaktadır. Bunun nedeni, kaynaktan gelen kirliliğe ek olarak Ekim ayında yağmurların başlaması ve Aralık ayında daha da artmasıyla atmosferdeki kurşunun da denize karışmasıdır.

B. Midyede

Midyelerde İst. D1'de ölçülen kurşun değerleri bakır değerlerinden daha yüksek bulunmuştur; bakır için elde edilen en yüksek değer 10.00 $\mu\text{g g}^{-1}$ olduğu halde, kurşun için 16.00 $\mu\text{g g}^{-1}$ dır. Özellikle Ekim ve Aralık aylarında oldukça yüksek değerler elde edilmiştir (Şekil 8). Daha önce yapılan bir çalışmada (Ünsal ve Beşiktepe, 1994) da yine aynı bölgeden alınan midye örneklerinde yüksek değerler elde edilmiştir. Ancak bu değerler 1.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ in altında bulunmuştur. Yine Kuzey Adriyatik denizinden (Majori ve ark., 1991b) ve Karadeniz'den (Ünsal ve ark., 1992;1995) elde edilen sonuçlar da (0.01 ile 1.71 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir) mevcut

çalışmada elde edilen sonuçlara göre oldukça düşük düzeydedir. Bu sonuçlar İst. D1'de kurşun kirliliğinin ciddi düzeyde olduğunu göstermektedir. İst. D3'te ölçülen düşük kurşun konsantrasyonlarına karşın Sinop Merkez Sanayiinde bulunan İst. D6'da da yine kurşun konsantrasyonları oldukça yüksek düzeydedir ($5.00 - 10.50 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında; Şekil 8). Daha önce aynı bölgede yapılan tüm çalışmalarda bu bölgeden alınan midye örneklerinde kurşun konsantrasyonu hep yüksek bulunmuştur (Erdem ve Öztürk, 1991; Ünsal ve Beşiktepe, 1994; Ünsal ve ark., 1995). Öztürk'e (1991) göre İst. D14'ün çok yakınında bulunan Dışlıman, şehir çöp ve radar tesisi atıklarının boşaltıldığı yerdir. Bu evsel atıkların içinde pil ve floresan lambaları da bulunmaktadır. Dolayısıyla elde edilen yüksek kurşun konsantrasyonu hem sanayiden, hem de bu evsel atıklardan meydana gelmektedir.

İst. D1 dışında, referans istasyonları da dahil tüm istasyonlarda en yüksek değer Ağustos ayında ölçülmüştür. Remoudaki ve ark. (1992) kuzey-batı Akdeniz'de yaptıkları bir araştırmada kurşunun en çok yaz aylarında deniz yüzeyine karıştığını ve çökeldiğini gözlemişlerdir.

Referans istasyonlarında ölçülen kurşun değerleri de oldukça yüksek düzeyde olup 0.36 ile $8.30 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir. En yüksek değer ($8.30 \mu\text{g g}^{-1}$) Sinop-Gerze'de bulunan referans istasyonunda (DR4) ölçülmüştür. Bu istasyonun da Sinop yöresindeki kurşun kirliliğinden etkilenme olasılığı yüksektir.

5.1.1.4. KADMIYUM

A. Sedimanda

Daha önceki metallerde olduğu gibi kadmiyum değerleri de Hopa'da bulunan İst.D1'de oldukça yüksek ($9.60-13.00 \mu\text{g g}^{-1}$) bulunmuştur. Ancak Şekil 9'da da görüldüğü gibi Giresun-Tirebolu, Harşit çayının denize ulaştığı yerde bulunan İst.D2'den elde edilen en yüksek ($7.80-18.60 \mu\text{g g}^{-1}$)

değer İst. D1'den daha yüksektir. Bu değerler diğer araştırmacılar (Pecheanu, 1982; Majori ve ark., 1991a,b) tarafından ölçülen değerlere göre anormal derecede yüksektir. Ancak Uysal ve Tuncer (1984) tarafından İzmir Körfezi'nin iç kısımlarından alınan sediman örneklerinden elde edilen yüksek değerlerle yaklaşık aynı düzeydedir. Bölüm 5.1.1.3'te de belirtildiği gibi aynı istasyonlarda kurşun değerleri de yüksek bulunmuştur. Yine Şekil 11'de görüldüğü gibi çinko değerleri de bu iki istasyonda en yüksek düzeydedir. Krom ve ark. (1990) yüzey sedimanlarında kurşun ve çinko ile kadmiyum konsantrasyonları arasında önemli bir ilişki saptamışlardır. Marmenteau ve Veglia, (1992) atmosferdeki kurşun ile kadmiyum arasında yine bir ilişki gözlemişlerdir. Saydam ve ark. (1992) da atmosferde bulunan kadmiyum ve kurşunun aynı kaynaktan geldiğini belirtmişlerdir. Haraldsson ve Westerlund (1988) Karadeniz'de yaptıkları bir araştırmada deniz suyunda bulunan kadmiyumun %60'nın partikül halinde olduğunu gözlemişlerdir. Bu partikül halindeki kadmiyumun bir kısmının atmosferden geldiği, bir kısmının da nehirler yoluyla taşındığı olasıdır. Eğer tek kaynak atmosfer olsaydı tüm istasyonlardaki değerlerin birbirine yakın olması gerekirdi. Oysa, diğer örnekleme istasyonlarında ölçülen kadmiyum değerleri ilk iki istasyona göre oldukça düşük düzeyde bulunmuştur (Şekil 9). Bu iki istasyondaki yüksek değerler ya bölgesel kirlenmeden kaynaklanmakta, ya da kıyı akıntıları yardımıyla batıdan taşınmaktadır. Büyük olasılıkla her iki varsayım da geçerlidir.

Örnekleme zamanlarına göre incelendiğinde ilk iki istasyonda Ağustos ayında kadmiyum değerleri en düşük, Aralık ayında en yüksek bulunmuştur. Tuncel ve ark. (1993) doğu Karadeniz'e dökülen nehir ve derelerin sularında yaptıkları kadmiyum ölçümlerinde ortalama olarak Ağustos ayında en yüksek değeri elde etmişlerdir. Yaz aylarında nehir ve derelerle Karadeniz'e ulaşan kadmiyum büyük olasılıkla sonbahardan

itibaren çökerek dip sedimanlarına ulaşmakta ve böylece Ekim ve Aralık aylarında yüksek değerler elde edilmesine neden olmaktadır.

Referans istasyonlarında ölçülen değerler ilk iki istasyona göre düşük olmasına karşın, diğer kaynak istasyonlarıyla yaklaşık aynı düzeyde, hatta bazılarında biraz daha yüksek bulunmuştur (Şekil 9).

B. Midyede

Kaynak istasyonları arasında ortalama en yüksek kadmiyum değerleri ($1.20 \mu\text{g g}^{-1}$) yine İst. D1'den elde edilmiştir. Diğer iki istasyondan İst. D3'te en yüksek ortalama değer ($0.60 \mu\text{g g}^{-1}$) düşük olmasına karşın İst. D6'da ($1.05 \mu\text{g g}^{-1}$) İst. D1'e yakın bulunmuştur. Tüm bu ortalama değerler İzmir Körfezi'nden Tuncer ve Uysal (1984), Akdeniz'den (UNEP, 1986) ve Adriyatik denizinden (Majori ve ark., 1991b) elde edilen sonuçlara göre daha yüksektir. Ancak Serbanescu ve ark. (1980) tarafından Karadeniz'in Romanya kıyılarından değerlerle yaklaşık aynı düzeydedir.

Örnekleme zamanlarına göre incelendiğinde sedimanın aksine midyelerde kadmiyum konsantrasyonu referans istasyonları da dahil olmak üzere Ağustos ayında en yüksek, Ekim ayında en düşük düzeydedir.

Referans istasyonlarında, özellikle DR1'de Ağustos ayında anormal derecede yüksek bir sonuç elde edilmiştir. Bu sonuç analiz hatasından kaynaklanabileceği gibi yöresel kirlenmeden de kaynaklanabilir. Şekil 1'de de görüldüğü gibi bu referans istasyonu D1 ve D2 istasyonlarının arasında bulunmaktadır. Şekil 9'da bu iki istasyondan alınan sediman örneklerinde kadmiyum konsantrasyonlarının yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla İst. DR1'in her iki istasyondan da etkilenmesi olasıdır. Diğer referans istasyonlarında ölçülen kadmiyum konsantrasyonları, D3 ve D6 no'lu kaynak istasyonları ile yaklaşık aynı düzeydedir. Bu sonuçlara göre doğu

Karadeniz’de midyelerdeki kadmiyum konsantrasyonları İst. D1 dışında diğer tüm istasyonlarda yaklaşık aynı düzeydedir.

5.1.1.5. ÇİNKO

A. Sedimanda

Daha önceki metaller gibi çinko için de en yüksek değerler İst. D1 ve D2’den elde edilmiştir (Şekil 11). Sedimandaki metaller arasındaki ilişki çeşitli araştırmacılar (Krom ve ark., 1990; Ergin ve ark., 1991; Yücesoy ve Ergin, 1992) tarafından saptanmıştır; Krom ve ark. (1990) yaptıkları araştırmada yüzey sedimanlarındaki çinko ile kurşun, bakır ve kadmium arasında önemli derecede bir ilişki saptamışlardır. Çinko ile kurşun arasındaki ilişki Yücesoy ve Ergin (1992) tarafından da gözlenmiştir. Şekil 3,5,7 ve 9’da görüldüğü gibi İst. D1 ve D2’de metal (Cu, Pb, Cd ve Hg) değerleri her zaman diğer istasyonlardan daha yüksek bulunmuştur. Yukarıda adı geçen araştırmacılar, birden fazla metalin aynı istasyonda artış göstermesini “kaynağın aynı olması” şeklinde açıklamaktadırlar. Örneğin Yücesoy ve Ergin (1992) Karadeniz’de yaptıkları araştırmada doğu Karadeniz’in doğusundan elde ettikleri yüksek çinko, kurşun ve bakır konsantrasyonlarını bu metallerin “aynı maden yatağında bir arada bulunduğu ve dolayısıyla aynı kaynaktan geldiği” şeklinde açıklamışlardır. Bu durum Şekil 13’te de görülmektedir. İst. D1 ve D2 dışında diğer kaynak istasyonlarında çinko konsantrasyonları bu iki istasyona göre oldukça düşük düzeyde bulunmuştur.

Örnekleme zamanlarına göre incelendiğinde Ağustos ayında İst. D1, D2 ve D5’te ölçülen çinko konsantrasyonları diğer zamanlara göre daha düşük, İst. D2 ve D4’te ise biraz daha yüksek bulunmuştur.

Referans istasyonlarında ölçülen çinko konsantrasyonları İst. D3 ve D5 ile yaklaşık aynı düzeyde, İst. D4'ten ise daha yüksek bulunmuştur (Şekil 11).

B. Midyede

Daha önce incelenen metallerin aksine İst. D1'den alınan midyelerde ölçülen çinko konsantrasyonları İst. D3 ile aynı düzeyde, İst. D6'ya göre ise oldukça düşük düzeydedir (Şekil 12). Sinop sanayi bölgesinde bulunan İst.6'dan önemli çinko girdisi olduğu anlaşılmaktadır. Kurşun ile ilgili bir önceki bölümde de (Bölüm, 5.1.1.3/B) belirtildiği gibi evsel ve sanayiden gelen kirliliğin yanında bu bölgede eski pillerden gelen bir kirlilik de söz konusudur. Çinko konsantrasyonlarının yüksek olması büyük olasılıkla buradan da kaynaklanmaktadır.

Refrans istasyonları da dahil tüm istasyonlarda Ağustos ayında alınan midyelerde çinko konsantrasyonları yüksek bulunmuştur. Çünkü denizin sakin olduğu yaz aylarında partiküllere (parçacıklara) yapışmış olan ya da partikül halinde bulunan çinko suyun dibine daha kolay ulaşmakta ve dipte bulunan midyeler tarafından alınmaktadır.

Referans istasyonlarından ikisinde; DR4 ve özellikle DR1'de oldukça yüksek çinko değerleri ölçülmüştür. Rize yöresinde bulunan DR1 ve Sinop yöresinde bulunan DR4'ün çevredeki çinko kirlenmesinden etkilenmesi çok büyük olasılıktır. İst. DR3'te de çinko konsantrasyonları kaynak istasyonları ile aynı düzeyde olmasına karşın, İst. DR2'de oldukça düşük düzeyde bulunmuştur.

5.2. BATI KARADENİZ

Karşılaşılan çeşitli (lojistik) güçlükler nedeniyle batı Karadeniz'den sadece Aralık ayında ve dört istasyondan deniz suyu ve sediman örneği alınabilmektedir.

5.2.1. METAL KONSANTRASYONLARININ İSTASYONLARA VE ZAMANA GÖRE DEĞİŞİMİ

Yukarıda da belirtildiği gibi batı Karadeniz'den sadece Aralık ayında örnek alındığı için zamana göre bir değerlendirme yapılamamıştır (Tablo 13).

5.2.1.1. CIVA

A. Deniz Suyunda

Deniz suyunda en yüksek cıva konsantrasyonu 2.4 ng l^{-1} ile Sakarya nehrinin denize döküldüğü yerden (İst. B2) alınan su örneklerinde ölçülmüş, bunu 1.4 ng l^{-1} ile Bartın Çakraz Koyu'ndan (İst. BR1) alınan örnekler izlemiştir. Çakraz koyu referans istasyonu olmasına karşın ölçülen bu yüksek değer, cıva içeriği yüksek olan suların başka yerlerden (örneğin Tuna nehri, Sakarya ve Filyos nehirleri gibi) buraya ulaştığını düşündürmektedir. Diğer iki istasyonda (İst. B1 ve BR2) ölçülen cıva değerleri $<1 \text{ ng l}^{-1}$ 'dir.

B. Sedimanda

Sedimanda en düşük (9 ng g^{-1}) cıva değeri Bartın-Çakraz Koyu'ndaki referans istasyonunda (BR1), en yüksek değer (91 ng g^{-1}) ise Şile'deki referans istasyonunda (BR2), ölçülmüştür (Tablo 13). Filyos'tan alınan

örneklerde de cıva değeri Çakraz Koyu'ndakilerle yaklaşık aynı düzeyde (10 ng g^{-1}) bulunmuştur. Sakarya'dan alınan örneklerde ölçülen cıva konsantrasyonları da oldukça yüksek düzeyde (41 ng g^{-1}) bulunmuştur. Sakarya ve Şile'den alınan sediman örneklerinde çamur oranının diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Diğer bir ifadeyle Sakarya ve Şile örneklerinin tane boyunun diğer örneklerle göre daha küçük olduğu görülmüştür.. Dolayısıyla bu istasyonlarda ölçülen yüksek cıva konsantrasyonları sedimanın küçük tane boyundan kaynaklanmaktadır. Renzoni ve ark. (1973) da yaptıkları araştırmada tane boyu küçük olan sedimanlarda cıva konsantrasyonlarının daha yüksek olduğunu gözlemişlerdir.

Saydam ve ark. (1989) İstanbul Boğazi'nin Karadeniz çıkışında bir istasyondan aldıkları askı yük örneklerinde oldukça yüksek ($6.1-16.6 \text{ ng l}^{-1}$) cıva değerleri ölçmüşlerdir. Aynı araştırmacılara göre partikül halindeki cıva, askı yükün üzerine yapışmıştır. Ayrıca bir kısım cıva da sülfür şeklinde dibe çökmektedir. Diğer yandan Karadeniz'de akıntının yönü batıdan doğuya doğrudur. Cıva bakımından zengin olan ve oluşan girdaplar (Eddies) yardımıyla çöken askı yük, Şile yakınlarındaki sedimanda yüksek cıva konsantrasyonlarına sebep olmuştur.

5.2.1.2. BAKIR

A. Sedimanda

Cıvada olduğu gibi en yüksek bakır konsantrasyonları yine Şile ($47 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) ve Sakarya'dan ($27 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) alınan örneklerde ölçülmüştür. Bu değerler Pecheanu (1982) tarafından Köstence Liman'ında ölçülen değerlerle aynı düzeydedir. Sakarya nehrinin denize ulaştığı yerden daha önce alınan örneklerde ölçülen bakır konsantrasyonları $12-23 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişmektedir (Ünsal ve ark., 1997). Filyos nehir ağzından (İst. B1) ve Çakraz Koyu'ndan (İst. BR1) alınan örneklerde ise bakır konsantrasyonları

yine düşük bulunmuştur (Tablo 13). Bakır denizlere başlıca iki yoldan ulaşmaktadır; nehirler ve atmosfer. Tuncel ve ark. (1993) göre batı Karadeniz'e nehir ve dereler yoluyla ulaşan bakır miktarı 231563 kg/yıl'dır. Aynı araştırmacıların bu nehir ve derelerden aldıkları su örneklerinde ölçtükleri bakır miktarları ise 1.8 ile 45.67 ng/ml) arasında değişmektedir. Diğer yandan Hacısalihoğlu ve ark. (1992)'na göre atmosfer yoluyla batı Karadeniz'e ulaşan bakır miktarı 2700 ng/cm²/yıl'dır.

5.2.1.3. KURŞUN

A. Sedimanda

Sedimanda kurşun konsantrasyonu Şile'den alınan örneklerde anormal derecede yüksek (143 µg g⁻¹) bulunmuştur (Tablo 13). Diğer istasyonlardan alınan örneklerde ölçülen kurşun değerleri (5-11 µg g⁻¹) daha önce Ünsal ve ark. (1992, 1995) tarafından ölçülen değerlerle aynı düzeyde bulunmuştur. Yücesoy ve Ergin (1992) Karadeniz'de yaptıkları bir araştırmada sedimanda en yüksek kurşun konsantrasyonlarını Karadeniz'in en batı ucunda (İğneada açıklarında) ölçmüşlerdir. Bu yüksek konsantrasyonlarda Tuna nehrinin katkısı yadsınamaz. Ayrıca bilindiği gibi atmosferdeki kurşun miktarı, özellikle büyük şehirlerde kış aylarında kullanılan sıvı yakıt ve araba eksozlarından çıkan dumanlarla artmaktadır. Atmosferde bulunan kurşun zamanla deniz suyuna karışmaktadır. Hacısalihoğlu ve ark. (1992) tarafından batı Karadeniz atmosferinde ölçülen kurşun miktarı 60 ng/m³, atmosfer yoluyla giren kurşun miktarı ise 1150 ng/cm²/yıl'dır. Bir yandan Tuna nehri ile batıdan gelen, diğer yandan yakınındaki İstanbul atmosferinden gelen kurşun Şile'de yüksek konsantrasyonların elde edilmesine sebep olmuştur.

Cıva ve bakırda olduğu gibi Filyos (İst. B1) ve Bartın Çakraz Koyu'ndan (İst. BR1) alınan örneklerde kurşun konsantrasyonları da düşük bulunmuştur.

5.2.1.4. KADMIYUM

A. Sedimanda

Diğer metallerin aksine en yüksek kadmiyum konsantrasyonu (225 ppb) Sakarya nehrinin denize ulaştığı yerden (İst. D2) alınan örneklerde ölçülmüştür. Tuncel ve ark. (1993) bu bölgedeki bazı küçük akarsularda yaptıkları ölçümlerde özellikle Ağustos ve Ekim aylarında yüksek sayılabilecek değerler bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar denizlerdeki kadmiyumun daha çok endüstriyel kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla endüstriyel kaynaklı kadmiyumun akarsular yoluyla denize ulaşması sözkonusudur. Ancak kadmiyumun önemli bir kısmı da atmosferden gelmektedir (Marmenteau ve Veglia, 1992; Saydam ve ark., 1992). Kurşun, bakır ve çinko konularında da belirtildiği gibi batı Karadeniz'de en yüksek metal değerleri Şile'den alınan örneklerde ölçülmüş, bunu Sakarya nehri ağzından alınan örnekler izlemiştir. Diğer yandan Hornung ve ark. (1989) sedimanda kurşun, bakır ve çinko konsantrasyonları ile kadmiyum konsantrasyonları arasında önemli bir ilişki gözlemişlerdir.

5.2.1.5. ÇİNKO

A. Sedimanda

Çinko konsantrasyonları tüm istasyonlarda cıva, bakır ve kurşun konsantrasyonlarından daha yüksek bulunmuştur. Yine diğer metallerde olduğu gibi en yüksek değer Şile'den, en düşük değer Çakraz Koyu'ndan alınan örneklerde ölçülmüştür (Tablo 13). Özellikle Şile ve Sakarya'dan alınan örneklerde ölçülen çinko değerleri, Yücesoy ve Ergin (1992) tarafından daha önce aynı bölgeden ve Ergin ve ark. (1991) tarafından Haliç ve

İzmit Körfezinden elde edilen değerlere göre oldukça yüksek bulunmuştur. Buna karşın Pecheanu (1982) tarafından Köstence Limanı'ndan elde edilen değerlerle yaklaşık aynı düzeydedir.

6. KARŞILAŞILAN GÜÇLÜKLER

Çalışma süresince örnek alımlarında bazı güçlüklerle karşılaşmıştır; Kış ve İlkbahar aylarında Sakarya, Filyos, Kızılırmak ve Yeşilirmak gibi büyük nehirlerin denize döküldüğü bölgelerden örneklerin alınmasında bazı sorunlarla karşılaşmıştır. Örneğin istenilen özellikte (tane boyu küçük) sediman örneği bulunamamıştır.

Yine ortamda bulunmaları iklim koşullarına ve mevsimlere bağlı olan midye örnekleri bazı örnekleme zamanlarında bazı istasyonlardan alınamamıştır.

Bölüm 2.3'te de belirtildiği gibi Batı Karadeniz'den örnekler İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü tarafından alınmıştır. Ancak bu enstitünün lojistik olanaklarının yetersizliği nedeniyle sadece Aralık ayında sediman ve deniz suyu örneği alınabilmektedir.

Tüm bu güçlüklerle karşı alınan örneklerden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek özellikle Doğu Karadeniz'de, araştırma konusu metallerin hangi kaynaklardan ve en çok hangi mevsimde denize ulaştığı saptanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, gerek doğu, gerekse batı Karadeniz'den elde edilen sonuçların daha önceki sonuçlarla uyumlu olduğu gözlenmiştir.

7. SONUÇLAR

Doğu Karadeniz bölgesinde Şekil 1'de gösterilen 6 kaynak ve 4 referans istasyonundan üç ayrı örnekleme zamanında (Ağustos, Ekim ve Aralık) alınan sediman ve midye örneklerinde cıva, bakır, kurşun, kadmiyum ve çinko konsantrasyonları ölçülerek bu metallerin, hangi kaynaklardan ve senenin en çok hangi zamanında denize ulaştığı belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca metal konsantrasyonları arasında bir ilişki bulunup bulunmadığı, diğer bir anlatımla bir örnek türündeki metal miktarının diğer örnek türündeki metal miktarı üzerine ne oranda etkili olduğu incelenmiştir.

Batı Karadeniz'den sadece Aralık ayında iki kaynak ve iki referans istasyonundan (Şekil 2) alınan sediman örneklerinde cıva, bakır, kurşun, kadmiyum ve çinko analizleri ile deniz suyunda cıva analizleri yapılmış ve elde edilen değerlerin istasyonlara göre değişimleri incelenmiştir.

Metal konsantrasyonlarının örnekleme istasyonlarına göre değişimi (artma ve azalması) incelendiğinde;

- Cıva değerleri, örnekleme istasyonlarına ve bu istasyonlardan alınan örneklerin türüne göre farklılık göstermiştir. Doğu Karadeniz'de midyelerde en yüksek değerler, Hopa Bakır İşletmelerinin atıklarının denize ulaştığı noktadan (İst. D1) alınan örneklerden (Ekim ayında en yüksek) elde edilmiştir. Sedimanda ise yine Hopa örneklerinden (Ağustota en yüksek) ve ayrıca Giresun-Tirebolu Harşit Çayı'ndan (İst. D2) alınan örneklerden (Aralıkta en yüksek) elde edilmiştir. Batı Karadenizde ise sedimanda en yüksek cıva değeri Şile ve Sakarya nehrinin denize ulaştığı yerden (İst. BR2 ve B2) alınan örneklerde, deniz suyunda ise yine Sakarya'dan (İst. B2) alınan örneklerde ölçülmüş, bunu Bartın Çakraz Koyu'ndan (İst. BR1) alınan örnekler izlemiştir.

- Bakır konsantrasyonları, Doğu Karadeniz'den alınan midyelerde yine cıvada olduğu gibi Hopa Bakır İşletmelerinin atıklarının denize ulaştığı noktadan (İst. D1), özellikle Ekim ve Aralıkta alınan örneklerde anormal derecede yüksek düzeyde bulunmuştur. Sedimanda da Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında eşit düzeyde olmak üzere en yüksek bakır Hopa örneklerinde bulunmuş, bunu Giresun'dan (İst. D2) alınan örnekler izlemiştir. Batı Karadeniz'de de cıva ile aynı durum gözlenmiş; en yüksek bakır değerleri Şile ve Sakarya örneklerinden elde edilmiştir.

- Kurşun konsantrasyonları, Doğu Karadeniz'de Hopa'dan (İst. D1) alınan midye örneklerinde ve özellikle Ekim ayında en yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu değerleri, Sinop'ta (İst. D6) ölçülen değerler izlemiştir. Ancak bu istasyonda en yüksek değer Ağustos ayında bulunmuştur. Sedimanda ise en yüksek konsantrasyonlar Hopa'dan ve Giresun-Tirebolu Harşit Çayı'nın denize döküldüğü yerden (İst. D2) alınan örneklerde ölçülmüştür. İst. D1'de kurşun değerleri Ekim ve Aralık aylarında en yüksek düzeye ulaşmış, İst. D2'de ise Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında yaklaşık aynı düzeyde bulunmuştur. Batı Karadeniz'de en yüksek kurşun değeri Şile'den alınan örneklerden elde edilmiş, diğer istasyonlarda ise daha düşük düzeyde kalmıştır.

- Kadmiyum konsantrasyonlarının Doğu Karadeniz'deki durumu kurşun ile benzerlik göstermektedir; midyelerde Hopa'dan (İst. D1) alınan örneklerde kadmiyum en yüksek düzeyde olup bunu Sinop (İst. D6) örnekleri izlemiştir. İst. D1'de en yüksek konsantrasyon Ekim ayında, İst. D6'da ise Ağustos ayında ölçülmüştür. Sedimanda Hopa (İst. D1) ve Giresun-Tirebolu'dan (İst. D2) alınan örneklerde kadmiyum en yüksek bulunmuştur. İst. D1'de en yüksek konsantrasyon Ekim ve Aralık aylarında, İst. D2'de ise üç örnekleme zamanında yaklaşık aynı düzeyde olmuştur. Batı Karadeniz'de

en yüksek kadmiyum değerleri Sakarya nehrinin ağzından (İst. D2) alınan örneklerden elde edilmiştir.

- Çinko konsantrasyonları Doğu Karadeniz'de midye örneklerinde diğer metallere farklı bir durum göstermiştir; en yüksek değer Sinop'tan ve Ağustos ayında alınan midye örneklerinde ölçülmüştür. Sedimanda çinko değerleri ise yine diğer metallere olduğu gibi en yüksek Hopa ve Giresun'dan (İst. D1 ve D2) alınan örneklerden elde edilmiş, örnekleme zamanına göre değişim ise kurşun ile benzerlik göstermiştir. Batı Karadeniz'de Şile'den (İst. BR2) alınan sediman örneklerinde çinko değerleri diğer istasyonlara göre çok yüksek bulunmuştur.

Bazı istasyonlarda sedimandaki metal konsantrasyonları ile midyelerdeki metal düzeyleri arasında bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Bu ilişki, metallere türüne, mevsime ve ayrıca ortam koşullarına göre değişmektedir.

Sonuç olarak sediman ve midyelerde ölçülen metal konsantrasyonları incelendiğinde:

- Doğu Karadeniz'e cıva, bakır, kurşun, kadmiyum ve çinko en çok, Bakır İşletmelerinin atıklarının denize verildiği Hopa'dan (İst. D1) ve Giresun-Tirebolu Harşit Çayı'nın denize ulaştığı noktadan (İst. D2) girmektedir. Bu iki noktayı Sinop Merkez Sanayii (İst. D6) izlemektedir. Ayrıca Kızılırmak, Yeşilirmak ve Giresun - Bulancak Pazar Suyu yoluyla da önemli miktarda bakır ve kurşun doğu Karadeniz'e ulaşmaktadır.
- Batı Karadeniz'de referans istasyonu olarak seçilmesine karşın en yüksek metal kirliliği Şile'de gözlenmiş, bunu Sakarya nehrinin denize döküldüğü alan izlemiştir. Şile'deki bu kirlilikte Tuna nehriyle batı Karadeniz'e ulaşan ve akıntılar yoluyla doğuya doğru hareket eden kirleticilerin de büyük rolü vardır.

8. HARCAMALAR

Proje bütçesi ve yapılan harcamaların dağılımı (TL): **YDABÇAG 456/G**

Kalemler	Toplam ödenek	Harcanan	Kalan
Personel	400.000.000	665.270.550	--
Seyahat	100.000.000	19.600.000	79.400.000(*)
Toplam	500.000.000	684.870.000	--

(*) : Personel faslına aktarıldı.

Proje bütçesi ve yapılan harcamaların dağılımı (TL): **YDABÇAG 457/G**

Kalemler	Toplam ödenek	Harcanan	Kalan
Teçhizat	80.000.000	34.440.000	45.560.000
Sarf Malzemesi	270.000.000	18.599.640	251.400.360
Seyahat	50.000.000	5.920.000	44.080.000
Hizmet alımı	100.000.000	34.293.000	65.707.000
Toplam	500.000.000	93.252.640	406.747.360

9- REFERANSLAR

- Akdoğan, Ş., The Seasonal Variation in Trace Metal Concentrations in *Mytilus galloprovincialis* along the Turkish Black Sea Coast. (Master Tezi) ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, (1991).
- Akdoğan, Ş. & Ünsal, M., Variations in Trace Metal Content of the Mussel, *Mytilus galloprovincialis* Lamark with Season and Size. *Doğa Tr. J. of Zoology*, 117-125, (1993).
- Balkaş, T., Dechev, G., Mihnea, R., Serbanescu, O. & Ünlüata, Ü., 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 Mediterranean*. (1976) pp:124.
- Bingel, F. & Ünsal, M., Stock Assessment Studies for the Turkish Black Sea Coast. Fisheries Sections. NATO-TU Fisheries First Technical Report, M.E.T.U. - Institute of Marine Sciences, Erdemli-İçel, pp 79-122, (1990).
- Carlberg, S.R., Correct Sampling - What is that ?. UNEP/FAO/IAEA: Designing of the Monitoring Programmes and Management of Data Concerning Chemical Contaminants in Marine Organisms. MAP Technical Reports Series No:77, UNEP, Athens, 79- 94, (1993)
- Erdem, M. & Öztürk, M., Batı Karadeniz'de Yaşayan *Mytilus galloprovincialis* ve *Cystoseria barbata* Türlerindeki Ağır Metal Düzeyleri. *Karadeniz'in Ekolojik Sorunları ve Ekonomik Değerlendirme Olanakları Sempozyumu*. (1991).
- Ergin, M., Saydam, C., Baştürk, Ö., Erdem, E. & Yörük, R., Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments from the two Coastal Inlets (Golden Horn Estuary and İzmit Bay) of the Northeastern Sea of Marmara. *Chem. Geol.*, 91, 269-85, (1991).
- Fowler, S.W., Trace Elements in Zooplankton Particulate Products. *Nature*, 269, 51-2, (1977).
- Hacısalıhoğlu, G., Balkaş, T.İ., Arami, M., Ölmez, İ. & Tuncel, G., Sampling and Analysis of Aerosol in the Black Sea Atmosphere. UNEP/WMO: Airborne Pollution of the Mediterranean Sea. Report and Proceedings of the Second WMO/UNEP Workshop. MAP Technical Reports Series No.64, UNEP, Athens, 67-82, (1992).

- Haraldson, C. & Westerlund, S., Trace Elements in the Water Columns of the Black Sea and from Varen Fjord. *Mar. Chem.*, 23, 417-24, (1988).
- Hornung, H., Krom, M.D. & Cohen, Y., Trace Metal Distribution in Sediments and Benthic Fauna of Haifa Bay, Israel. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 29, 43-56 (1989).
- Kendler, B.S., Lead: An Element of Danger. *Caroline Biological Supply Company*, 56 (1), 1-3, (1993).
- Krom, M.D., Hornung, H. & Cohen, Y., Use of Trace Metal Distribution in Sediments to Investigate Pollutant Transport; Haifa Bay, A Case Study. UNEP/IAEA: Transport of Pollutants by Sedimentation: Collected Papers from the First Mediterranean Workshop (Villefranche-sur-Mer, France, 10-12 December 1987). MAP Technical Reports Series No.45, UNEP, Athens, 85-100, (1990).
- Majori, L., Nedoclan, G., Daris, F. & Modonutti, G.B., Mercury Distribution in *Mytilus galloprovincialis* Lmk. in Northern Adriatic Lagoons and Coastal Areas. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, Tomes 101-102-103-104, 214-7, (1991a)
- Majori, L., Daris, F., Nedoclan, G., Modonutti, G.B. & Mattassi, G., Metal Distribution (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) in Northern Adriatic Lagoon Sediments and Interrelationships with the Concentrations Found in Bioindicators (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, Tomes 101-102-103-104, 221-4, (1991b).
- Marmenteau, C. & Veglia, A., Determination of Seasonal Variations in the Atmospheric Concentrations of Lead, Cadmium and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Monaco. UNEP/WMO: Airborne Pollution of the Mediterranean Sea. Report and Proceedings of the Second WMO/ UNEP Workshop. MAP Technical Reports Series No.64, UNEP, Athens, 57-65, (1992).
- Nauen, C.E., Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fisheries Products. *FAO Fish.Circ.*, 764, (1983), pp: 102.
- Oğuz, T. & Tuğrul, S., Stock Assessment Studies for the Turkish Black Sea Coast. Oceanographic Sections. NATO-TU Fisheries First Technical Report, M.E.T.U. - Institute of Marine Sciences, Erdemli-İçel, pp 1-78, (1990).
- Oregon, B. & Fukai, R., Distribution of Different Chemical Forms of Lead in Mediterranean Sediments. *Ves Journées Études Pollution. CIESM*, Cagliari (1981), 243-250.
- Öztürk, M., Sinop'un Koy ve Limanlarında Yayılım Gösteren *Patella coerulea* L. ve *Enteromorpha linza* (L.) J. Agardh Türlerindeki Ağır Metal Düzeyleri. *Tr. J. of Biology*, 18, 195-211, (1994). ???

- Pecheanu, I., Contenu de Certains Métaux Lourds dans les Sédiments Superficiels du Bassin du Port de Constanza. *VI^{es} Journées Études Pollution*, Cannes, C.I.E.S.M. pp: 435-38, (1982).
- Remoudaki, E., Bergametti, G. & Buat-Menard, P., The Atmospheric Input of Lead into the Northern Mediterranean Sea. In: *Airborne Pollution of the Mediterranean Sea*. Report and Proceedings of the Second WHO/UNEP Workshop. *MAP Technical Reports Series No. 64* UNEP, Athens, (1992) pp: 17-31.
- Renzoni, A., Bacci, E. & Falciai, L., Mercury Concentration in the Water, Sediments and Fauna of an Area of the Tyrrhenian Coast. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, Tomes XXXI-XXXII, 17-45, (1973).
- Rapin, F., Fernex, F., Favarger, P.Y., Vernet, J.P. & Van Dievoet, E., Répartition du Mercure dans les Sédiments Marins Superficiels du Plateau Continental de la Cote d'Azur (France, Méditerranée). *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, Tomes LIII-LIV, 41-9, (1979).
- Rapin, F. & Fernex, F., Teneurs en Métaux Lourds dans les Sédiments des Baies de Nices et de Villefranche-Sur-Mer (Méditerranée, France) Origine des Contaminations. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, Tomes LXIII-LXIV, 85-96, (1981).
- Roth, I. & Harnung, H., Heavy Metal Concentrations in Water, Sediment and Fish from Mediterranean Coastal Area. *Israel Environ. Sci. Technol.*, 11, 265-69, (1977).
- Saydam, A.C., Yılmaz, A., Salihoğlu, İ. & Baştürk, B., Batı Karadeniz'in Oşinografisi "Kimyasal Oşinografi" *Tekn. Rap.*, ODTÜ-Deniz Bil. Enst. Cilt II, (1989) pp: 108.
- Saydam, A.C., Kubilay, N. & Baştürk, Ö., An Initial Assessment of Airborne Pollution in the Northeastern Mediterranean from Various Sources. UNEP/WMO: Airborne Pollution of the Mediterranean Sea. Report and Proceedings of the Second WMO/UNEP Workshop. *MAP Technical Reports Series No.64*, UNEP, Athens, 95-120, (1992).
- Serbanescu, O., Munteanu, G., Pecheanu, I. & Mihnea, R., *Mytilus galloprovincialis* de la Cote Romaine de la Mer Noire, Facteur de Concentration en Métaux Lourds. *V^{es} Journées Études Pollution*, Cagliari, CIESM, (1980) 573-576.
- Tuncel, G., Tuncer, G. & Güllü, G., Karadeniz Deniz Kirliliği Ölçüm ve İzleme Projesi. Nihai Rapor. ODTÜ-Çevre Müh. Böl. Ankara (1993), pp: 49.
- 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), pp: 17.

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), pp: 21.

UNEP/FAO, Baseline Studies and Monitoring of Metals, Particularly Mercury and Cadmium, in Marine Organisms (MED POL II). *MAP Technical Reports Series* No. 2 UNEP, Athens (1986) pp: 45-55; 125-39; 205-16.

Uysal, H. & Tuncer, S., A Comparative Study on the Heavy Metal Concentrations in Some Fish Species and in the Sediments from İzmir Bay. *VII^{es} Journées Etudes Pollution*, Lucerne, CIESM, (1984) 275-284.

Ünsal, M., Doğan, M., Ataç, Ü., Yemenicioğlu, S., Akdoğan, Ş., Kayıkçı.Y. & Aktaş, M., Orta ve Doğu Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi. *Sonuç Raporu*, ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli,(1992), pp: 51.

Ünsal, M., Bekiroğlu, Y., Akdoğan, Ş., Ataç, Ü.,Kayıkçı.Y., Alemdağ, N., Aktaş, M. & Yıldırım, C., Batı Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Bazı Deniz Ürünlerinde Ağır Metallerin Belirlenmesi. *Sonuç Raporu*, ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli,(1993), pp: 78.

Ünsal, M. & Beşiktepe, Ş., A Preliminary Study on the Metal Content of Mussels, *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.) in the Eastern Black Sea. *Tr. J. of Zoology*, 18, 265-71, (1994).

Ünsal, M., Bekiroğlu, Y., Beşiktepe (Akdoğan), Ş., Kayıkçı.Y., Alemdağ, N., Aktaş, M. & Yıldırım, C., Orta ve Doğu Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliğinin Karasal Kaynaklarının Belirlenmesi. *Sonuç Raporu*, ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli,(1995), pp: 83.

Ünsal, M., Bekiroğlu, Y., Beşiktepe (Akdoğan), Ş., Kayıkçı.Y., Alemdağ, N., Aktaş, M. & Yıldırım, C., Batı Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliğinin Karasal Kaynaklarının Belirlenmesi. *Sonuç Raporu*, ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli,(1997), pp: 94.

Voutsinou-Taliadouri, F., Satsmadjis, J. & Iatridis, B., Impact of Athens Sewage and Industrial Discharge on the Metal Content of Sediments from Piraeus Harbour and Eleusis Bay. *Rev. Intern. Océanogr. Méd.*, Tomes LXXXIII-LXXXIV, 31-45, (1989).

Vukadin, I., Tusek-Znidaric, M., Byrne, A.R. & Stegnar, P., Mercury and Methylmercury Distribution in Sediments and in *Mytilus galloprovincialis* from Kastela Bay (Central Adriatic).In: *Papers presented at the FAO/ UNEP/WHO/IOC/IAEA Meeting on the Biogeochemical Cycle of Mercury in the Mediterranean*. (1986) pp: 163-67.

- Yesin, N.V., Komarov, A.V. & Kos'yan, R.D.,** Measures to Improve the Ecological Situation in the Coastal Area of the North-Eastern Part of the Black Sea. in: *Assessment of the Land-Based Sources of Marine Pollution (LBSMP) in the Adjacent to the Commonwealth of Independent States (CIS). Papers from the Advisory Committee on Protection of the Sea Conference Held in Sevastopol, Crimea, Ukraine, from 6 th to 10 th April 1982.* (1994).
- Yücesoy, M. & Ergin, M.,** Heavy Metal Geochemistry of Surface Sediments from the Southern Black Sea Shelf and Upper Slope. *Chem. Geol.*, 99, 265-87, (1992).

T A B L O L A R

Tablo 1. Örnekleme istasyonlarının yerleri

İstasyon No ^(*)	Kaynak istasyonları
D1	Hopa Karadeniz Bakır İşletmeleri
D2	Giresun - Tirebolu Harşit Çayı
D3	Giresun - Bulancak Pazar Suyu
D4	Samsun - Çarşamba Yeşilirmak
D5	Samsun - Bafra Kızılırmak
D6	Sinop Merkez Sanayii
B1	Zonguldak - Filyos Çayı
B2	Sakarya Nehri
	Referans istasyonları
DR ₁	Rize - Fındıklı
DR ₂	Giresun - Eynesil
DR ₃	Ordu - Ünye
DR ₄	Sinop - Gerze
BR ₁	Bartın - Çakraz Koyu
BR ₂	Şile

(*): D: Doğu Karadeniz ; B: Batı Karadeniz ; R: Referans istasyonları

Tablo 2. Doğu Karadeniz’de örnekleme istasyonlarında ölçülen pH, çözünmüş oksijen (D.O.), sıcaklık (T°C), tuzluluk (S‰) ve seki disk (Sk.D.) değerleri

İst.	A Ğ U S T O S					E K İ M				
	pH	D.O. (mg/l)	T°C	S‰	Sk.D. (m)	pH	D.O. (mg/l)	T°C	S‰	Sk.D. (m)
D1	8.4	3.80	26.2	4.20	0.2	8.6	3.15	21.5	1.90	0.1
D2	7.7	8.60	19.0	0.20	0.7	7.9	9.00	17.8	0.00	0.7
D3	7.6	8.80	18.0	0.20	0.9	7.7	9.20	16.8	0.00	0.35
D4	7.7	8.80	19.0	0.00	1.1	7.9	8.75	18.6	0.00	0.5
D5	7.6	8.85	18.5	0.20	1.15	7.9	9.20	17.2	0.60	0.3
D6	8.1	8.55	20.2	18.1	0.85	7.9	8.70	18.2	17.8	0.75
DR1	7.8	7.20	27.0	18.0	1.4	8.1	7.70	21.8	17.8	1.2
DR2	8.06	8.20	20.6	17.8	1.0	8.0	9.65	12.8	17.6	0.8
DR3	8.1	8.15	23.5	18.0	1.2	8.0	8.80	19.0	18.0	0.9
DR4	8.2	8.50	20.5	18.0	1.8	8.0	8.70	19.2	18.0	0.9

Tablo 2. (Devamı)

İst.	A R A L I K				
	pH	D.O. (mg/l)	T°C	S‰	Sk.D. (m)
D1	8.3	6.80	13.8	2.20	0.1
D2	8.0	9.75	11.5	0.00	0.25
D3	7.9	9.80	11.8	0.00	0.2
D4	8.1	9.90	11.5	0.00	0.35
D5	7.6	9.75	13.0	0.40	0.25
D6	8.3	8.75	13.0	18.0	0.7
DR1	7.9	9.45	12.6	17.4	1.0
DR2	8.0	9.65	12.8	17.6	0.8
DR3	8.2	9.50	12.9	17.5	1.4
DR4	8.2	8.80	13.0	17.6	0.85

Tablo 3a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.72	12.00	13.00	12.50 ± 0.50
D2	0.81	4.90	5.00	4.95 ± 0.05
D3	0.71	1.60	1.65	1.63 ± 0.02
D4	0.71	0.30	0.32	0.31 ± 0.01
D5	0.73	0.45	0.54	0.50 ± 0.05
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.73	0.25	0.28	0.27 ± 0.02
DR4	0.74	0.36	0.38	0.37 ± 0.01

Tablo 3b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.75	3.45	3.85	3.70 ± 0.20
D2	0.72	3.80	4.40	4.00 ± 0.30
D3	0.75	0.28	0.30	0.28 ± 0.02
D4	0.71	1.00	1.40	1.20 ± 0.20
D5	0.72	0.32	0.48	0.42 ± 0.08
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	--	--	--	--
DR4	0.76	0.22	0.30	0.26 ± 0.04

Tablo 3c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	Ortalama
D1	0.73	6.70	7.25	7.02 ± 0.28	7.02 ± 0.28
D2	0.65	5.20	6.70	5.90 ± 0.75	5.90 ± 0.75
D3	0.73	1.40	1.50	1.45 ± 0.06	1.45 ± 0.06
D4	0.75	1.20	1.35	1.28 ± 1.28	1.28 ± 1.28
D5	0.74	0.50	0.80	0.70 ± 0.17	0.70 ± 0.17
D6	--	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--	--
DR3	0.76	0.30	0.55	0.43 ± 0.12	0.43 ± 0.12
DR4	0.70	0.40	0.44	0.42 ± 0.02	0.42 ± 0.02

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığına oranı

Tablo 4b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan nadye örneklerinde ölçülen cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama	Ortalama
D1	0.20	3.20	3.43	0.05	0.10
D2	--	--	--	n.d.	n.d.
D3	0.21	3.70	6.41	0.15	0.45
D4	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--
D6	0.20	3.10	8.12	n.d.	n.d.
DR1	0.20	4.02	5.05	n.d.	n.d.
DR2	0.21	4.10	6.80	n.d.	n.d.
DR3	0.22	4.80	8.53	n.d.	n.d.
DR4	0.22	5.77	10.90	n.d.	n.d.

Tablo 4a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.22	5.06	12.15	0.03	0.06	0.04 ± 0.01
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.21	5.73	13.90	0.01	0.02	0.015 ± 0.005
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.22	5.51	11.20	0.01	0.04	0.02 ± 0.01
DR1	0.21	4.10	4.47	n.d.	n.d.	--
DR2	0.21	4.47	13.98	n.d.	n.d.	--
DR3	0.20	4.17	8.90	n.d.	n.d.	--
DR4	0.22	4.66	5.37	0.002	0.004	0.003 ± 0.001

Tablo 4b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.20	3.20	5.43	0.05	0.10	0.07 ± 0.03
D2	--	--	--	n.d.	n.d.	--
D3	0.21	3.70	6.41	0.15	0.45	0.03 ± 0.015
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.20	5.10	8.18	n.d.	n.d.	--
DR1	0.23	4.02	5.05	n.d.	n.d.	--
DR2	0.21	4.20	6.80	n.d.	n.d.	--
DR3	0.22	4.80	8.53	n.d.	n.d.	--
DR4	0.22	5.77	16.90	n.d.	n.d.	--

Tablo 4c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen cıva konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.21	3.40	6.70	0.04	0.05	0.05 ± 0.05
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.22	4.32	7.20	0.02	0.03	0.02 ± 0.006
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.27	5.20	8.80	n.d.	n.d.	--
DR1	0.21	5.00	8.20	n.d.	n.d.	--
DR2	0.22	4.28	7.10	n.d.	n.d.	--
DR3	0.21	4.95	8.22	n.d.	n.d.	--
DR4	0.24	4.78	6.90	n.d.	n.d.	--

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında

Tablo 5a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.72	8580.00	8800.00	8710.00 ± 115.00
D2	0.81	240.00	255.00	248.00 ± 7.50
D3	0.71	62.00	65.00	63.00 ± 1.70
D4	0.71	55.00	59.00	57.00 ± 2.00
D5	0.73	29.00	31.00	30.00 ± 1.00
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.73	60.00	64.00	62.00 ± 2.00
DR4	0.74	46.00	50.00	48.00 ± 2.00

Tablo 5b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Max.	Min.	Ortalama
D1	0.75	7680.00	7670.00	7675.00 ± 5.00
D2	0.72	135.00	133.00	134.00 ± 1.00
D3	0.75	57.00	53.00	55.00 ± 2.10
D4	0.71	80.00	66.00	72.00 ± 7.00
D5	0.72	57.00	55.00	56.00 ± 1.00
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	--	--	--	--
DR4	0.76	53.00	51.00	52.00 ± 1.00

Tablo 5c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.73	6880.00	7715.00	7405.00 ± 457.00
D2	0.65	180.00	220.00	198.00 ± 20.00
D3	0.73	48.00	58.00	53.60 ± 5.10
D4	0.75	72.00	93.00	81.00 ± 10.80
D5	0.74	37.00	50.00	43.00 ± 6.30
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.76	45.00	53.00	50.00 ± 4.35
DR4	0.70	47.00	54.00	49.00 ± 3.80

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı

Tablo 6a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.22	5.06	12.15	5.50	13.00	8.60 ± 3.80
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.21	5.73	13.90	0.90	2.20	1.65 ± 0.70
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.22	5.51	11.20	1.05	1.40	1.20 ± 0.18
DR1	0.21	4.10	4.47	1.30	2.25	1.70 ± 0.50
DR2	0.21	4.47	13.98	0.70	1.60	1.10 ± 0.45
DR3	0.20	4.17	8.90	2.75	4.00	3.55 ± 0.70
DR4	0.22	4.66	5.37	1.00	2.50	1.75 ± 0.75

Tablo 6b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.20	3.20	5.43	9.00	11.00	10.00 ± 1.00
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.21	3.70	6.41	2.25	3.00	2.55 ± 0.40
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.20	5.10	8.18	1.40	1.60	1.50 ± 0.10
DR1	0.23	4.02	5.05	0.07	0.07	0.07 ± 0.00
DR2	0.21	4.20	6.80	0.50	0.60	0.55 ± 0.05
DR3	0.22	4.80	8.53	1.45	1.80	1.60 ± 0.18
DR4	0.22	5.77	16.90	0.50	1.30	0.90 ± 0.40

Tablo 6c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen bakır konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.21	3.40	6.70	8.80	9.95	9.33 ± 0.57
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.22	--	--	1.30	1.44	1.35 ± 0.07
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.27	5.20	8.80	1.70	2.10	1.90 ± 0.20
DR1	0.21	5.00	8.20	1.10	1.40	1.20 ± 0.15
DR2	0.22	4.28	7.10	0.60	0.75	0.68 ± 0.07
DR3	0.21	4.95	8.22	1.20	1.55	1.40 ± 0.19
DR4	0.24	4.78	6.90	0.90	1.30	1.15 ± 0.20

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı

Tablo 7a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.72	450.00	460.00	455.00 ± 5.80
D2	0.81	950.00	1040.00	1006.00 ± 50.00
D3	0.71	202.00	210.00	204.00 ± 4.50
D4	0.71	58.00	64.00	59.00 ± 4.50
D5	0.73	58.00	62.00	60.00 ± 2.00
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.73	66.00	72.00	69.00 ± 3.00
DR4	0.74	110.00	118.00	112.00 ± 5.50

Tablo 7b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.75	2340.00	2350.00	2345.00 ± 5.00
D2	0.72	1190.00	1290.00	1235.00 ± 50.00
D3	0.75	76.00	80.00	78.00 ± 2.00
D4	0.71	278.00	315.00	290.00 ± 21.00
D5	0.72	100.00	118.00	108.00 ± 9.00
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	--	--	--	--
DR4	0.76	110.00	114.00	112.00 ± 2.00

Tablo 7c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.73 *	2580.00	2920.00	2723.00 ± 176.00
D2	0.65	1250.00	1380.00	1300.00 ± 70.00
D3	0.73	125.00	210.00	171.00 ± 43.00
D4	0.75	270.00	380.00	323.00 ± 55.00
D5	0.74	145.00	250.00	191.00 ± 53.00
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.76	70.00	85.00	76.00 ± 7.60
DR4	0.70	90.00	108.00	101.00 ± 9.65

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı

Tablo 8a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.22	5.06	12.15	9.00	14.00	11.00 ± 2.60
D2	--	--	--	--	--	--
D3	--	--	--	--	--	--
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.22	5.51	11.20	8.00	14.00	10.50 ± 3.00
DR1	0.21	4.10	4.47	3.40	9.50	6.45 ± 3.00
DR2	0.21	4.47	13.98	2.70	5.20	4.25 ± 1.35
DR3	0.20	4.17	8.90	n.d.	n.d.	--
DR4	0.22	4.66	5.37	6.00	13.00	8.30 ± 4.00

K.A., Y.A. Kurşun konsantrasyonu (ppm, yaş ağırlık)

n.d. Veri elde edilememiştir.

Tablo 8b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.20	3.20	5.43	12.00	24.00	16.00 ± 7.00
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.21	3.70	6.41	0.90	2.00	1.35 ± 0.55
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.20	5.10	8.18	4.80	5.20	5.00 ± 0.20
DR1	0.23	4.02	5.05	4.50	10.00	7.35 ± 2.75
DR2	0.21	4.20	6.80	2.50	4.20	3.20 ± 0.90
DR3	0.22	4.80	8.53	n.d.	n.d.	--
DR4	0.22	5.77	16.90	2.50	6.00	3.85 ± 1.90

Tablo 8c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.21	3.40	6.70	11.00	18.00	14.60 ± 3.50
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.22	--	--	2.20	3.70	2.90 ± 0.75
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.27	5.20	8.80	5.20	6.90	5.95 ± 0.85
DR1	0.21	5.00	8.20	4.25	5.70	5.05 ± 0.73
DR2	0.22	4.28	7.10	3.20	3.80	3.50 ± 0.30
DR3	0.21	4.95	8.22	0.25	0.50	0.36 ± 0.12
DR4	0.24	4.78	6.90	4.20	5.55	4.95 ± 0.70

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı

n.d. : Aletin hassasiyet düzeyinin altında

Tablo 9b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen kurşun konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Ortalama
D1	0.21	2.00	6.00	4.80 ± 1.00
D2	0.32	3.00	10.00	9.14 ± 6.11
D3	0.75	1.20	1.00	2.40 ± 0.20
D4	0.11	1.8	0.03	0.46 ± 0.20
D5	0.72	0.0	1.0	0.40 ± 0.00
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	--	--	--	--
DR4	0.70	1.00	1.00	0.40 ± 0.00

Tablo 9a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen kadmiyum konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.72 *	9.50	2.25	9.60 ± 0.13
D2	0.81	7.70	7.90	7.80 ± 0.10
D3	0.71	1.40	1.75	1.60 ± 0.20
D4	0.71	3.30	3.90	3.55 ± 0.30
D5	0.73	2.70	3.20	2.95 ± 0.25
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.73	2.50	2.70	2.60 ± 0.10
DR4	0.74	4.60	5.00	4.75 ± 0.21

Tablo 9b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen kadmiyum konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.75	12.00	14.00	13.00 ± 1.00
D2	0.72	15.00	16.00	15.20 ± 0.72
D3	0.75	2.20	2.70	2.45 ± 0.25
D4	0.71	1.35	1.65	1.45 ± 0.20
D5	0.72	2.00	2.15	2.08 ± 0.08
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	--	--	--	--
DR4	0.76	3.10	3.40	3.25 ± 0.15

Tablo 9c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen kadmiyum konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.73	12.50	12.80	12.60 ± 0.15
D2	0.65	17.50	19.50	18.60 ± 1.05
D3	0.73	1.80	1.95	1.85 ± 0.07
D4	0.75	4.20	4.75	4.48 ± 0.27
D5	0.74	3.70	4.20	3.93 ± 0.25
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.76	3.50	4.30	4.00 ± 0.43
DR4	0.70	4.15	4.55	4.35 ± 0.20

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığına oranı

Tablo 10a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen kadmiyum konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.22	5.06	12.15	0.85	1.55	1.20 ± 0.35
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.21	5.73	13.90	0.60	0.60	0.60 ± 0.20
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.22	5.51	11.20	0.85	1.40	1.05 ± 0.30
DR1	0.21	4.10	4.47	1.85	2.25	2.05 ± 0.20
DR2	0.21	4.47	13.98	0.25	0.75	0.50 ± 0.25
DR3	0.20	4.17	8.90	0.35	1.15	0.80 ± 0.40
DR4	0.22	4.66	5.37	0.20	0.80	0.45 ± 0.30

Tablo 10b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen kadmiyum konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık)

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.20	3.20	5.43	0.50	0.90	0.65 ± 0.20
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.21	3.70	6.41	0.18	0.22	0.20 ± 0.02
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.20	5.10	8.18	0.30	0.35	0.33 ± 0.03
DR1	0.23	4.02	5.05	0.20	0.40	0.35 ± 0.13
DR2	0.21	4.20	6.80	0.20	0.30	0.25 ± 0.05
DR3	0.22	4.80	8.53	0.15	0.30	0.20 ± 0.08
DR4	0.22	5.77	16.90	0.25	0.50	0.35 ± 0.15

Tablo 10c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen kadmiyum konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.21	3.40	6.70	0.85	1.20	0.98 ± 0.20
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.22	--	--	0.45	0.55	0.50 ± 0.05
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.27	5.20	8.80	0.40	0.55	0.48 ± 0.07
DR1	0.21	5.00	8.20	0.45	0.80	0.65 ± 0.20
DR2	0.22	4.28	7.10	0.45	0.55	0.50 ± 0.05
DR3	0.21	4.95	8.22	0.40	0.65	0.51 ± 0.12
DR4	0.24	4.78	6.90	0.35	0.45	0.40 ± 0.04

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığına oranı

Tablo 11a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen çinko konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.72	270.00	280.00	275.00 ± 5.00
D2	0.81	264.00	297.00	285.00 ± 18.00
D3	0.71	117.00	120.00	118.00 ± 1.50
D4	0.71	64.00	66.00	64.00 ± 1.00
D5	0.73	43.00	56.00	51.00 ± 7.00
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.73	80.00	89.00	84.00 ± 4.50
DR4	0.74	74.00	90.00	80.00 ± 4.50

Tablo 11b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen çinko konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.75	293.00	310.00	303.00 ± 8.90
D2	0.72	295.00	308.00	303.00 ± 7.20
D3	0.75	83.00	87.00	85.00 ± 2.00
D4	0.71	40.00	65.00	51.00 ± 12.70
D5	0.72	74.00	75.00	74.00 ± 1.00
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	--	--	--	--
DR4	0.76	92.00	94.00	92.00 ± 2.00

Tablo 11c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde ölçülen çinko konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.73	320.00	345.00	335.00 ± 13.00
D2	0.65	280.00	320.00	296.00 ± 21.00
D3	0.73	80.00	95.00	86.00 ± 7.60
D4	0.75	52.00	70.00	60.00 ± 9.15
D5	0.74	69.00	81.00	76.00 ± 6.25
D6	--	--	--	--
DR1	--	--	--	--
DR2	--	--	--	--
DR3	0.76	90.00	110.00	98.00 ± 10.50
DR4	0.70	65.00	84.00	75.00 ± 9.60

K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığına oranı

Tablo 12a. Ağustos ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen çinko konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.22	5.06	12.15	25.00	69.00	43.00 ± 22.00
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.21	5.73	13.90	15.00	68.00	43.00 ± 26.00
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.22	5.51	11.20	160.00	235.00	188.00 ± 40.00
DR1	0.21	4.10	4.47	110.00	170.00	136.00 ± 30.00
DR2	0.21	4.47	13.98	10.00	38.00	23.00 ± 14.00
DR3	0.20	4.17	8.90	18.00	70.00	47.00 ± 26.00
DR4	0.22	4.66	5.37	60.00	134.00	87.00 ± 40.00

Tablo 12b. Ekim ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen çinko konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	0.20	3.20	5.43	25.00	50.00	35.00 ± 13.50
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.21	3.70	6.41	33.00	50.00	39.00 ± 9.00
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.20	5.10	8.18	55.00	75.00	63.00 ± 10.00
DR1	0.23	4.02	5.05	0.40	0.75	0.55 ± 0.18
DR2	0.21	4.20	6.80	15.00	25.00	20.00 ± 5.00
DR3	0.22	4.80	8.53	33.00	65.00	47.00 ± 16.00
DR4	0.22	5.77	16.90	0.55	0.65	0.60 ± 0.05

Tablo 12c. Aralık ayında Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde ölçülen çinko konsantrasyonları (ppm, yaş ağırlık).

İstas- yonlar	K.A/Y.A.	Ortalama boy (cm)	Ortalama ağırl.(gr)	Min.	Max.	Ortalama
D1	* 0.21	3.40	6.70	20.00	27.00	23.00 ± 3.50
D2	--	--	--	--	--	--
D3	0.22	--	--	17.00	35.00	24.00 ± 9.30
D4	--	--	--	--	--	--
D5	--	--	--	--	--	--
D6	0.27	5.20	8.80	65.00	80.00	71.00 ± 7.70
DR1	0.21	5.00	8.20	1.20	1.36	1.28 ± 0.08
DR2	0.22	4.28	7.10	13.00	19.00	15.00 ± 3.00
DR3	0.21	4.95	8.22	24.00	35.00	29.00 ± 5.50
DR4	0.24	4.78	6.90	0.90	2.30	1.45 ± 0.73

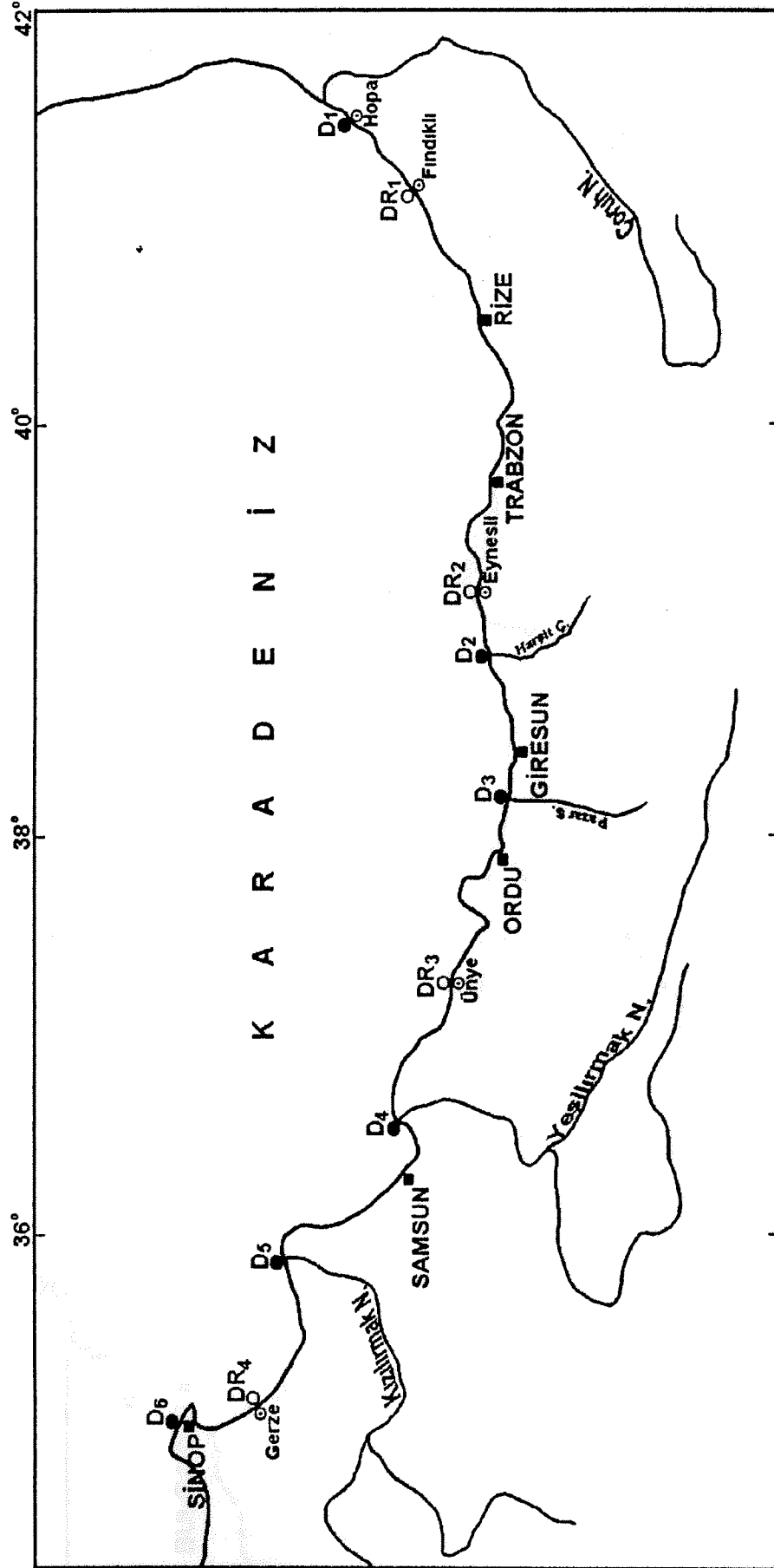
K.A./Y.A. : Kuru ağırlığın yaş ağırlığına oranı

Tablo 13. Aralık ayında Batı Karadeniz'den alınan sediman ve su örneklerinde ölçülen metal konsantrasyonları (ppm, kuru ağırlık)

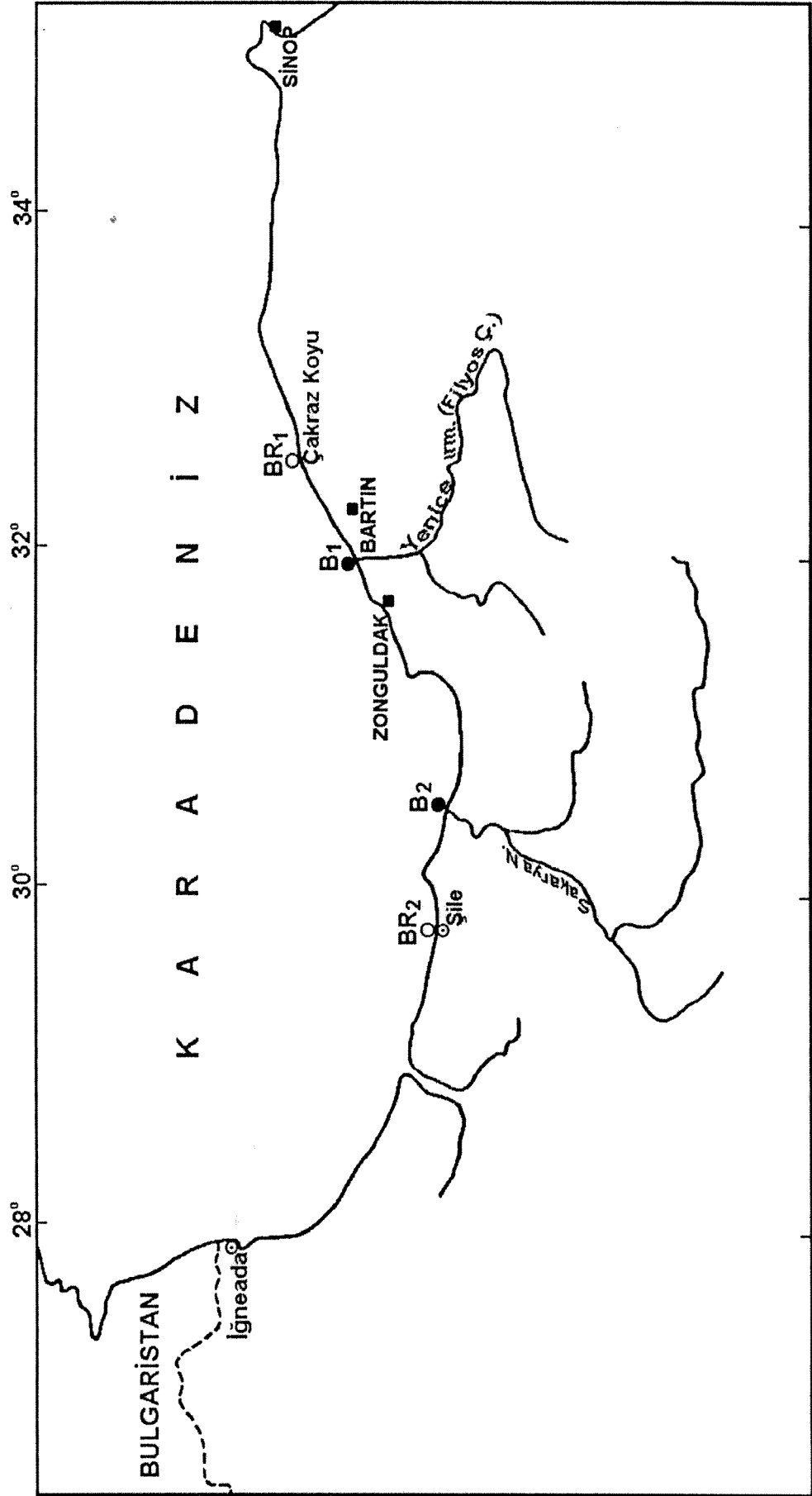
İstasyonlar	Cu	Pb	Cd ⁽¹⁾	Zn	Hg ⁽¹⁾	Hg ⁽²⁾
B1	5.00	6.00	1.00	29.00	10.00	<1.00
B2	27.00	11.00	225.00	77.00	41.00	2.40
BR1	2.00	5.00	2.00	12.00	9.00	1.40
BR2	47.00	143.00	27.00	238.00	91.00	< 1.00

(1) : ppb ; (2) : ng/l

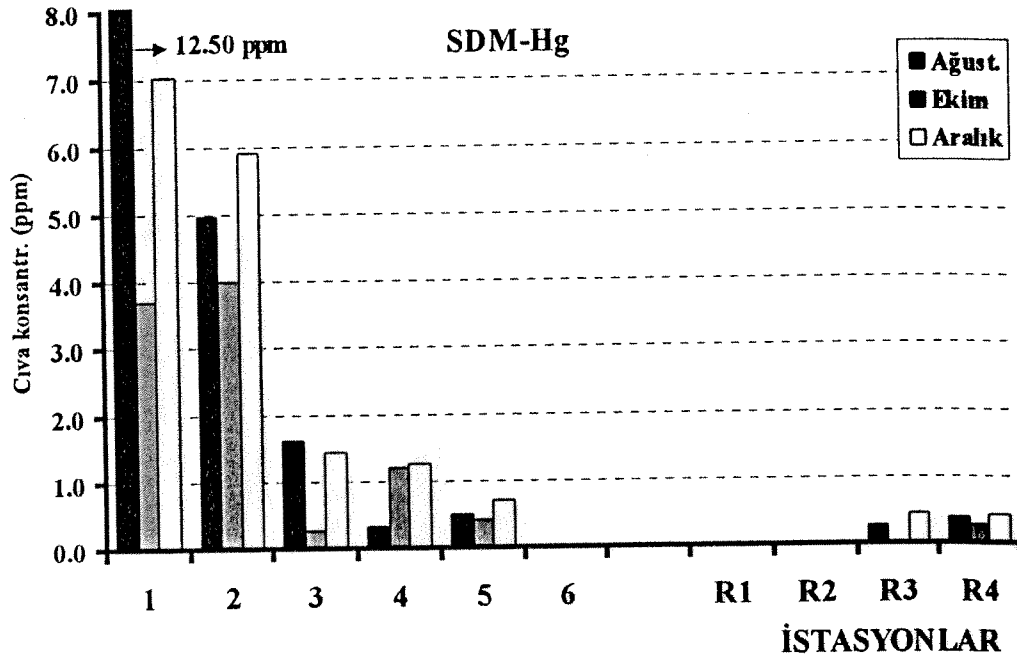
Ş E K İ L L E R



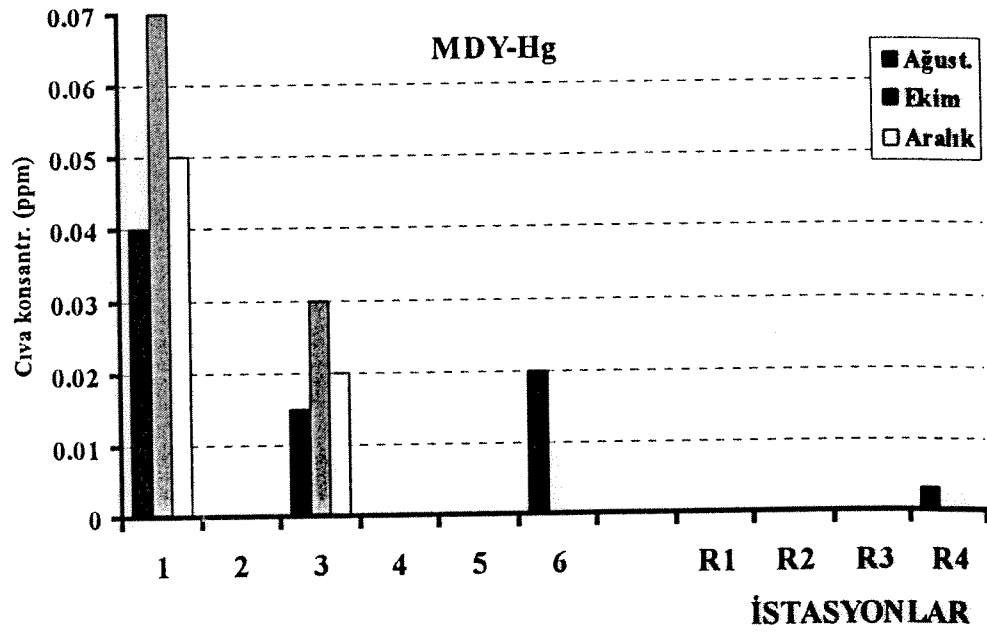
Şekil 1. Örnekleme istasyonları (R₁, R₂, R₃ ve R₄ referans istasyonları)



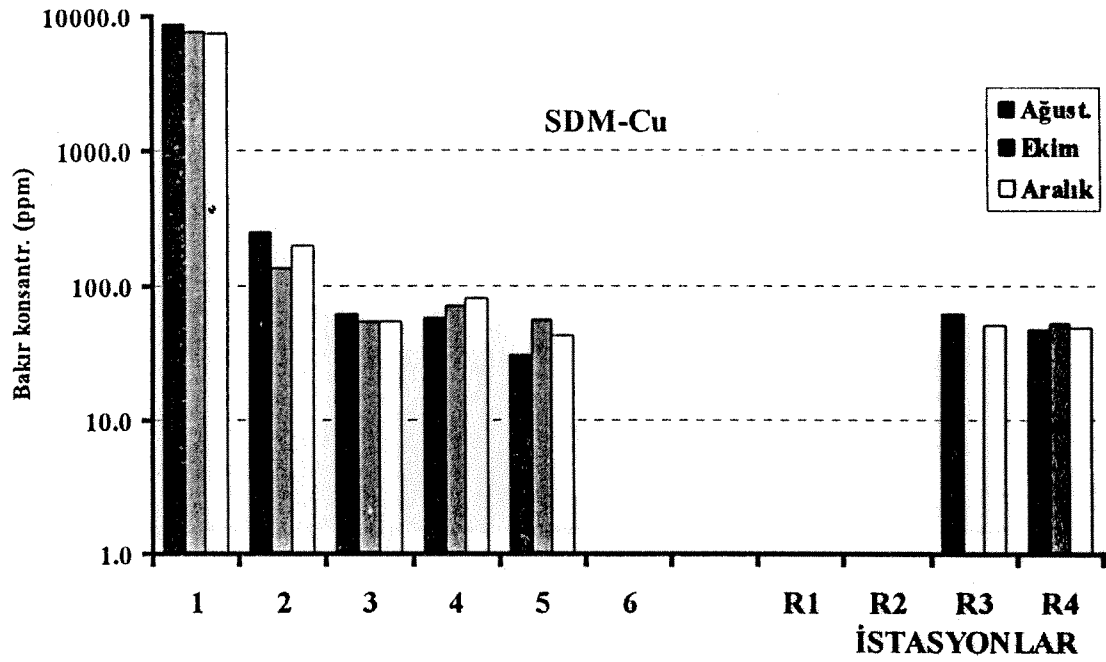
Şekil 2. Örneklem istasyonları (R_1 ve R_2 referans istasyonları)



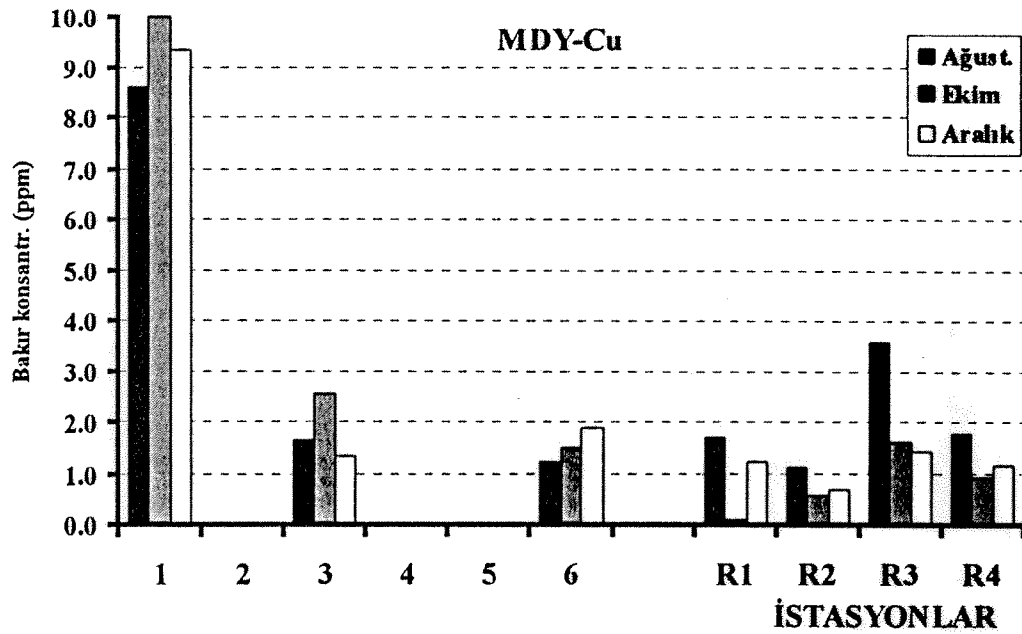
Şekil 3. Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde cıva konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



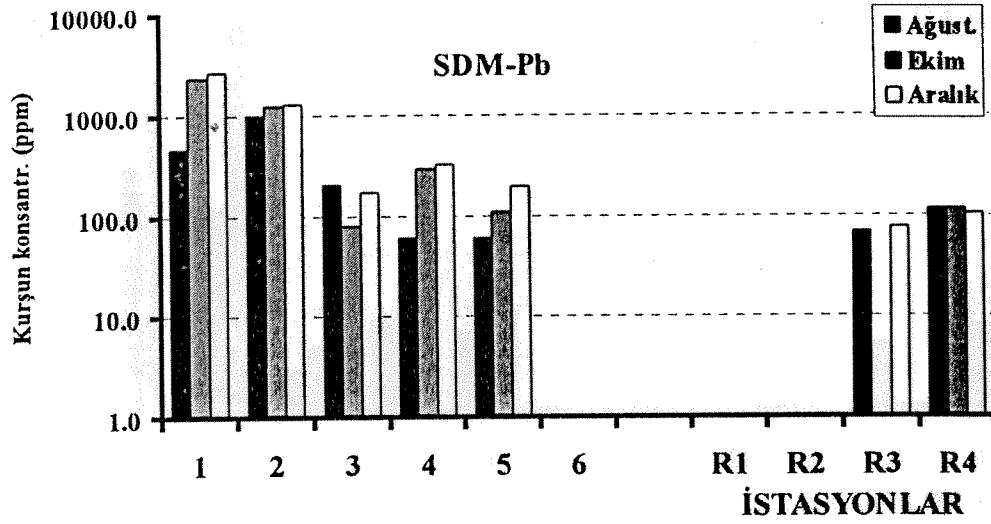
Şekil 4. Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde cıva konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



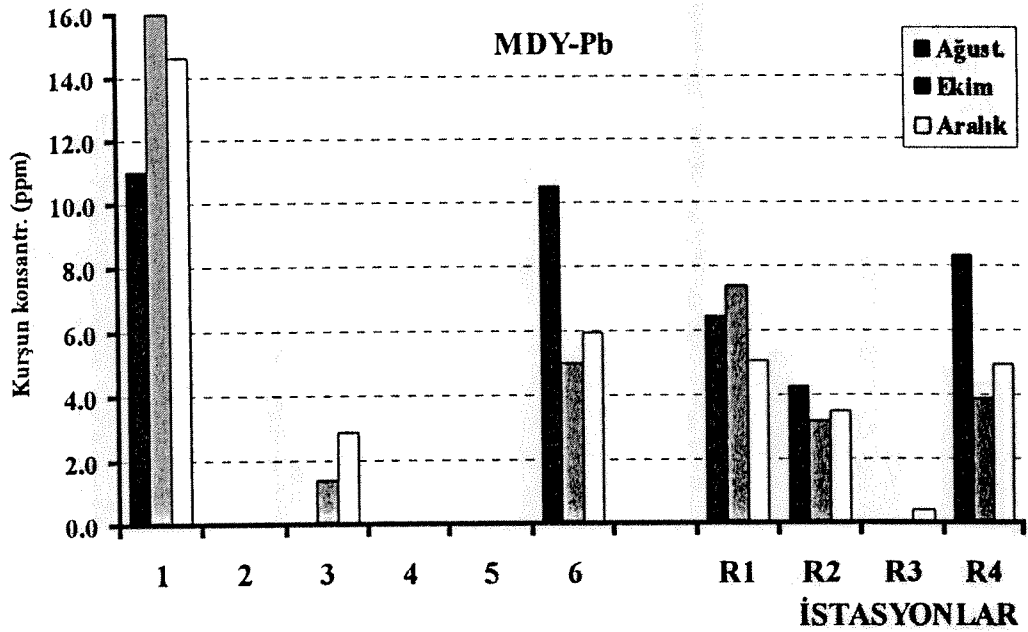
Şekil 5. Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde bakır konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



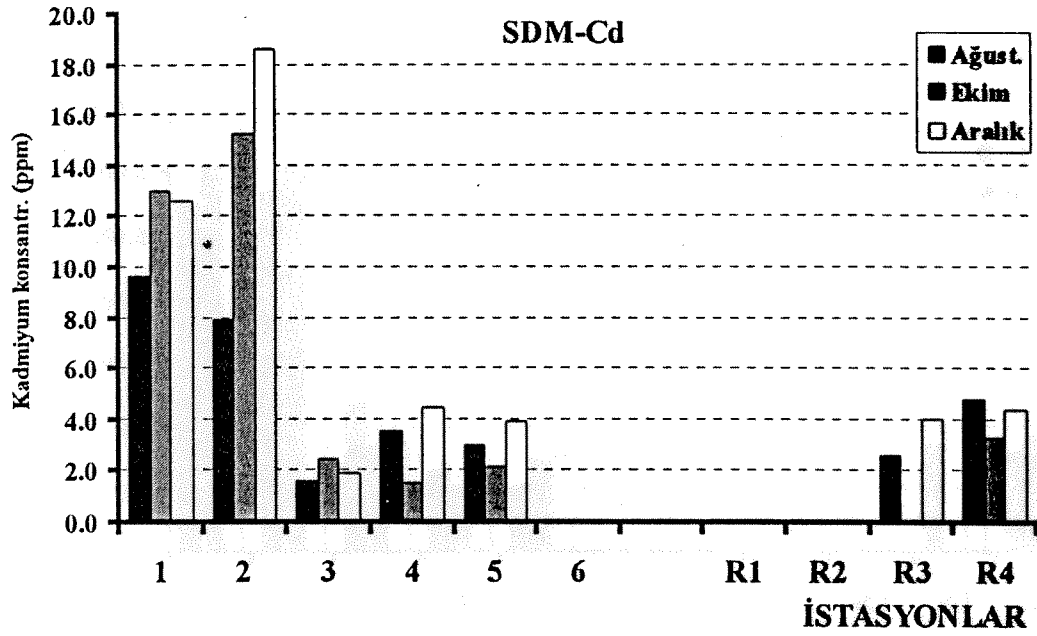
Şekil 6. Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde bakır konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



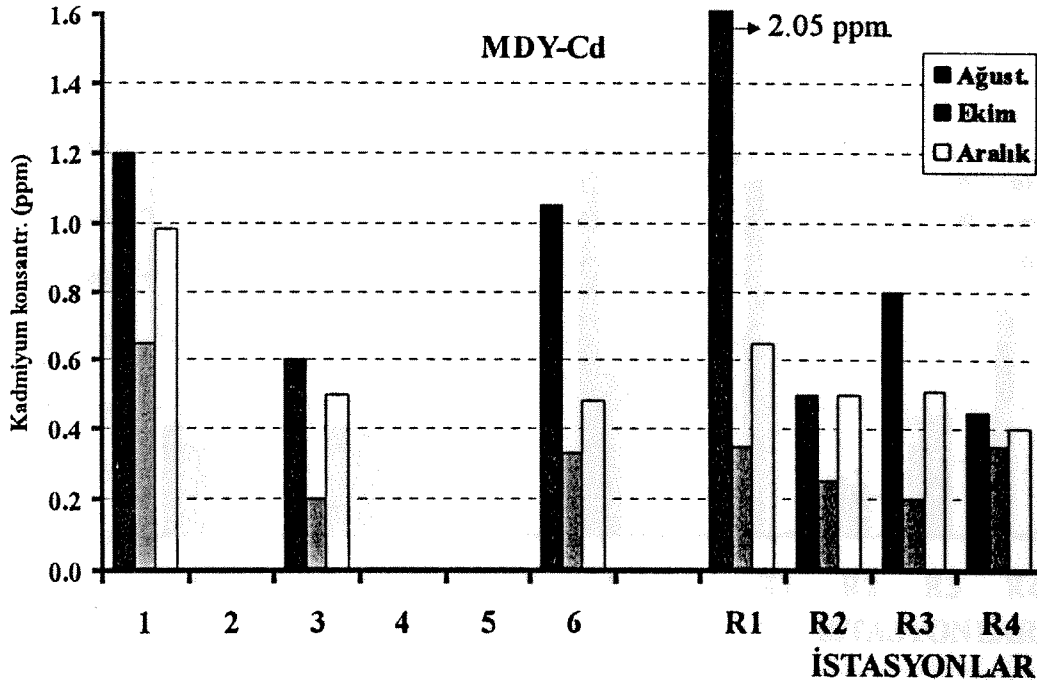
Şekil 7. Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde kurşun konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



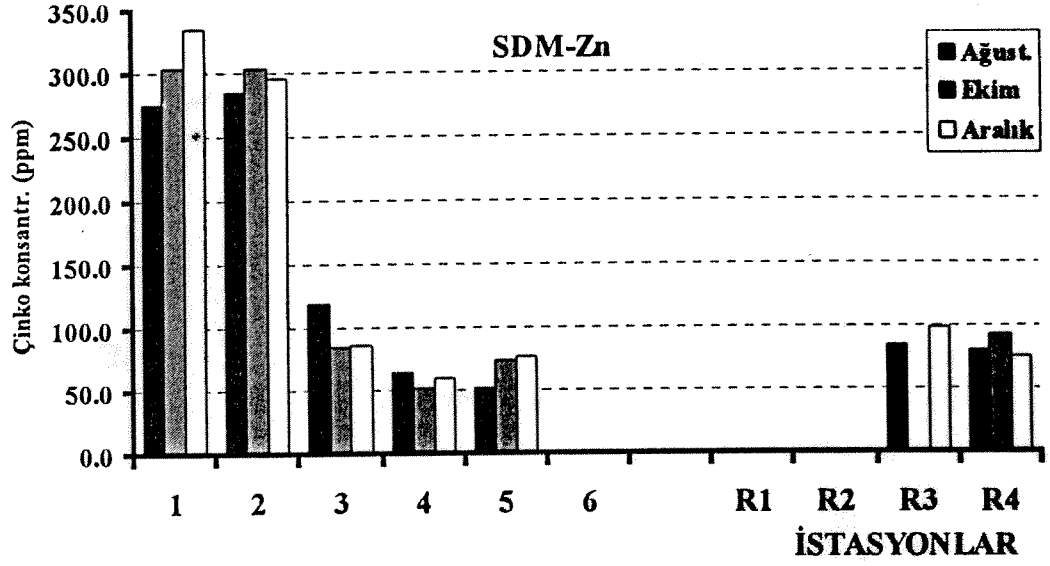
Şekil 8. Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde kurşun konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



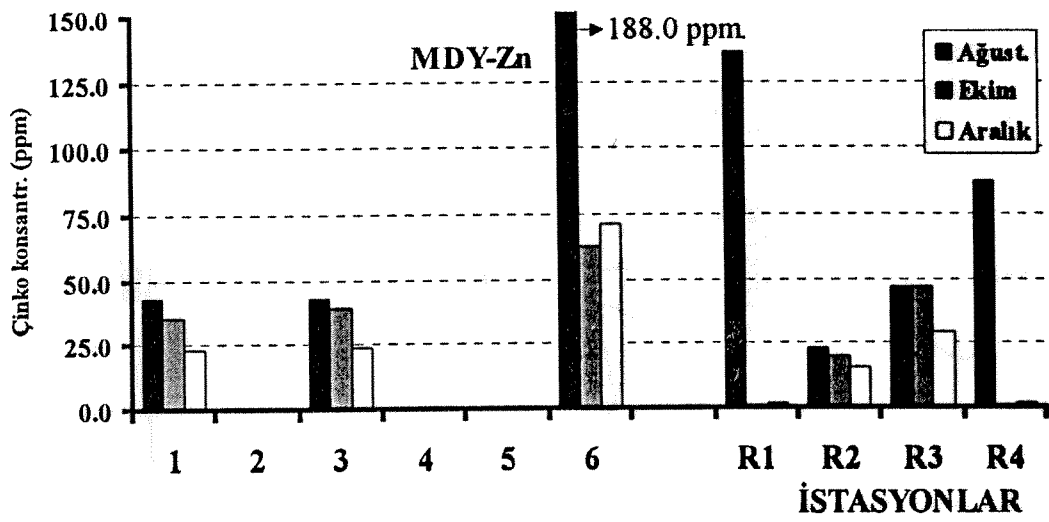
Şekil 9. Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde kadmiyum konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



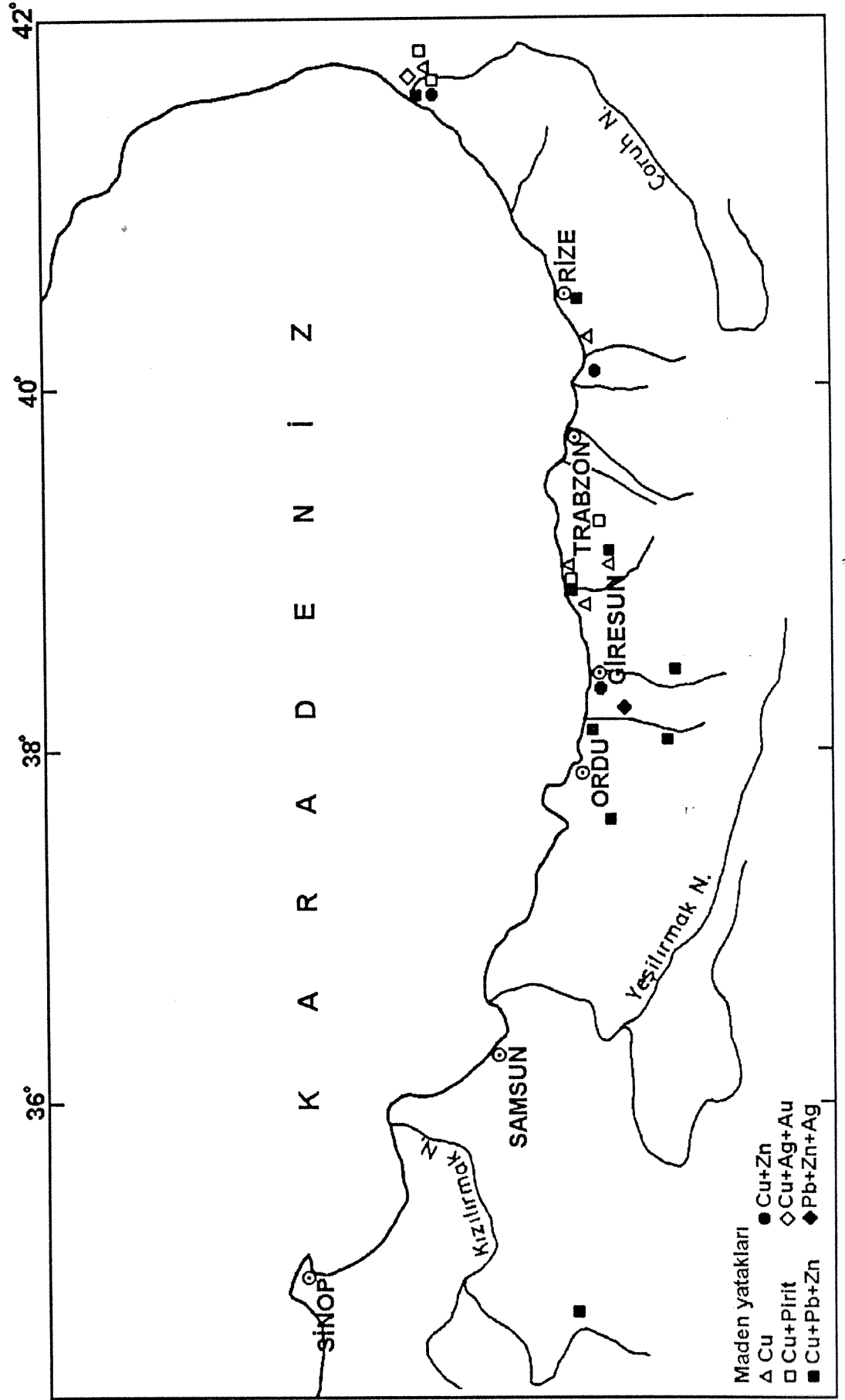
Şekil 10. Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde kadmiyum konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



Şekil 11. Doğu Karadeniz'den alınan sediman örneklerinde çinko konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



Şekil 12. Doğu Karadeniz'den alınan midye örneklerinde çinko konsantrasyonlarının yer ve zamana göre değişimi.
R : Referans istasyonları



Şekil 13. Doğu Karadeniz'de maden yatakları (Yücesoy & Ergin'den (1992) değiştirilerek

BİBLİYOGRAFİK BİLGİ FORMU	
1- Proje No: YDABÇAG-456/G ve 457/G	2- Rapor Tarihi: Mart 1998
3- Projelerin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01.05.1996-31.12.1996	
4- Projenin Adı: 1- Doğu Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliği 2- Batı Karadeniz'de Ağır Metal Kirliliği	
5- Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar: Yürütücüsü: Prof.Dr. Mustafa ÜNSAL Yardımcı Araştırmacılar: 1-Y.Doç.Dr. Semal YEMENİCİOĞLU, Araşt.Gör. Şengül BEŞİKTEPE, Yılmaz BEKİROĞLU, Yusuf KAYIKÇI, Ülkü ATAÇ 2- Prof.Dr. Namık ÇAĞATAY, Y.Doç.Dr. Erdoğan OKUŞ, Y.Doç.Dr. Semal YEMENİCİOĞLU, Y.Doç.Dr. Nur KIRATLI	
6- Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: ODTÜ-Deniz Bilimleri Enst. P.K. 28 Erdemli/İÇEL	
7- Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: 1- TÜBİTAK : Atatürk Bulvarı, No: 221 06100 Kavaklıdere/ANKARA 2- Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Yomra/TRABZON 3- İst.Üniv., Deniz Bilimleri ve İşletm. Enstitüsü, Müşkile Sok. No: 1 Vefa/İSTANBUL	
4- Öz (Abstract): Bu rapor, Türkiye'nin doğu ve batı Karadeniz kıyılarında cıva, bakır, kurşun, kadmiyum ve çinkonun karasal kaynaklarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmaların sonuçlarını içermektedir. Bunun için doğu Karadeniz'de 6 kaynak ve 4 referans istasyonundan Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında alınan midye ve sediman örneklerinde, batı Karadeniz'de 2 karnak ve 2 referans istasyonundan Aralık ayında alınan sediman ve deniz suyu örneklerinde adı geçen bu metaller ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre doğu Karadeniz'de metal kirliliği en çok Hopa yöresinde gözlenmiş, bunu sırasıyla Giresun ve Sinop izlemiştir. Kızılırmak ve Yeşilır- mağın da metal kirliliğinde önemli biy etkisi olduğu gözlenmiştir. Batı Karadeniz'de metal yönünden en kirli bölgenin Şile olduğu, bunu Sakarya nehrinin denize ulaştığı bölgenin izlediği gözlenmiştir. Şile'deki kirlenmenin kuzey ve kezey-batı Karadeniz'e dökülen nehirlerden (özellikle Tuna nehrinden) kaynaklandığı, aynı zamanda İstanbul Boğazı ve İstanbul şehrinin de bu kirlilikte etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Doğu ve batı Karadeniz'e metal girdileri, ortam koşullarına bağlı olarak senenin belirli zamanlarında (mevsimlerinde) artma ve azalma göstermiştir.	
9- Proje ile ilgili Yayın/Tebliğlerle ilgili Bilgiler: -----	
10- Bilim Dalı: DENİZ BİLİMLERİ Doçentlik B.Dalı Kodu: 611.01.00 Uzmanlık Alan Kodu: ----	
ISIC Kodu: ----	
11- Dağıtım (*):	☐ Sınırlı ☒ Sınırsız
12- Raporun Gizlilik Durumu:	☐ Gizli ☒ Gizli Değil

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