

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KUZEY MARMARA DENİZİ'NDEKİ KARAGÖZ
İSTAVRİT BALIĞINDA (*Trachurus trachurus* L., 1758)
BAZI AĞIR METAL BİRİKİMLERİ

Atilla RADJAEİ
(Kimyager)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd.Doç. Dr. Mustafa CEBECİ

İSTANBUL 2006

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KUZEY MARMARA DENİZİ'NDEKİ KARAGÖZ
İSTAVRİT BALIĞINDA (*Trachurus trachurus* L., 1758)
BAZI AĞIR METAL BİRİKİMLERİ

Atilla RADJAEİ
(Kimyager)
(14110322001022)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd.Doç. Dr. Mustafa CEBECİ

İSTANBUL 2006

ÖNSÖZ

Fikir ve deneyimleriyle bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkıları bulunan, bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr Mustafa CEBECİ'ye, çalışmalarım sırasında İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Laboratuvarı olanaklarından yararlanmamı sağlayan Sayın Yrd. Doç. Dr Nuray BALKIS'a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca Ağır Metal analizlerinde bana yol gösteren İstanbul Üniversitesi Araştırma Görevlilerinden Sayın Abdullah AKSU'ya, tezimin yazımı esnasında bana destek olan Marmara Üniversitesi Araştırma görevlilerinden Efsun Görkem GÖKSUNGUR'a en içten teşekkür ve minnetlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA NO</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
SEMBOL LİSTESİ	VI
KISALTMALAR.....	VII
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
TABLO LİSTESİ	XII
I. GİRİŞ VE AMAÇ	1
II. GENEL BİLGİLER	3
II. 1. AĞIRMETALLER VE ORGANİK YAŞAMA ETKİSİ	3
II. 1. 1. Metallerin Toksikliği.....	4
II.1.1.1. Cıva (Hg)	5
II.1.1.2. Kurşun (Pb).....	7
II.1.1.3. Krom (Cr)	8
II.1.1.4. Kadmiyum (Cd)	10
II.1.1.5. Nikel (Ni).....	11
II.1.1.6. Bakır (Cu)	12
II.1.1.7. Çinko (Zn)	13
II.1.1.8. Manganez (Mn).....	14
II.1.1.9. Demir (Fe).....	15

II. 1. 2. Metallerin Denizel Ortama Taşınması	15
II.1.2.1. Nehir Yoluyla Madde Taşınımı	15
II.1.2.2. Atmosferik yolla madde taşınımı	16
II.1.2.3. Hidrotermal yolla madde taşınımı.....	16
II. 2. KARAGÖZ İSTAVRİT (<i>Trachurus trachurus</i> , L. 1758)	
BALIĞINDA AĞIR METAL BİRİKİMİ İLE İLGİLİ	
ÇALIŞMALAR	17
II. 3. ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ.....	19
II. 3. 1. Marmara Denizi'nin Genel Özellikleri.....	19
II. 3. 2. Marmara Denizi'nin Ekolojik Özellikleri	21
II. 3. 3. Deniz Kazaları İstatistiği	27
III. MATERYAL ve METOD.....	31
III. 1. MATERYALİN TANIMI	31
III. 2. ÖRNEKLERİN ELDE EDİLMESİ.....	32
III. 3. ÖRNEKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	32
III. 3. 1. Örneklerin Analize Hazırlanması	33
III. 3. 2. Ağır Metaller (Bakır, kurşun, çinko, kadmiyum)	
İçin Analiz Yöntemler	34
III. 3. 3. Cıva Analizleri	34
III. 3. 4. Atomik Absorbsiyon.....	35
IV. ARAŞTIRMA BULGULARI	36
IV. 1 . KADMIYUM (Cd).....	36
IV. 2 . BAKIR (Cu)	43
IV. 3 . KURŞUN (Pb).....	50
IV. 4 . ÇİNKO (Zn).....	57
IV. 5 . CİVA (Hg).....	64
V. TARTIŞMA ve SONUÇ	73
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	81

ÖZET

Bu çalışmada araştırma materyali olarak seçilen istavrit örnekleri (*Trachurus trachurus* L., 1758) Kuzey Marmara Denizi'nde avlanan balıkçı teknelerinin kasalarından rasgele örnekleme yöntemine göre toplanmıştır. Örnekleme zamanları Kasım 2005 ile Mayıs 2006 tarihleri arasında kalan aylık periyotlar şeklindedir. Çalışmada toplam 750 adet istavrit bireyi kullanılmıştır.

Laboratuvara getirilen İstavritler Küçük, Orta ve Büyük olmak üzere 3 boya ve kendi aralarında ise iki alt boya ayrılmıştır [Küçük boy 1 (K1), Küçük boy 2 (K2), Orta boy 1 (O1), Orta boy 2 (O2) , Büyük boy 1 (B1), Büyük boy 2 (B2)]. Cıva ve diğer metaller (Cu, Cd, Zn, Pb) için iki ayrı örnek hazırlanmış ve etüvde kurutulmuştur. Metaller sıvı faza kuvvetli asit çözünürleştirilmesiyle alınmıştır. Atomik absorpsiyon cihazı (Shimadzu firmasının AA-6701-F modeli) ile okumalar yapılmıştır. Cıva için hidrür sistemi, diğer metaller için alev sistemi kullanılmıştır.

Türkiye denizlerinde istavrit balığında ağır metal analizi çok fazla çalışılmış bir konu değildir ve çalışılan bölgeler farklı olduğundan ve farklı zamanlarda çalışıldığından elde edilen sonuçlar da farklılıklar göstermektedir.

Yapılan araştırma sonucunda kirliliğin aylara göre değiştiği, Bakır'ın çalışma süresince bütün aylarda ve bütün boylarda su ürünleri yönetmeliğinde tolere edilebilen değeri aşmadığını, Kurşun ve Kadmiyum'un çalışma süresince bütün aylarda ve bütün boylarda tolere edilebilen değeri aştığı, Cıva'nın ise sadece şubat ayında tolere edilebilen değeri aştığı tespit edilmiştir. Çinko içerikleri ise bazı aylarda ve bazı boylarda tolere edilen değer üzerinde çıkmış, bazı aylarda ve bazı boylarda ise altında kalmıştır.

ABSTRACT

In this study, selected research material Horse Mackerel samples which were (*Trachurus trachurus* L., 1758) randomly selected and gathered from Fishmongers Shipdesk were hunted from The Northern Sea of Marmara . Timeframe for sampling periods are monthly between November 2005 and May 2006 In this study, I gathered 750 samples of Horse Mackerel.

Horse Mackerels brought to the laboratory came in three different sizes which are small, medium and big and among themselves they are also seperated into two subsizes [Small size 1 (K1), Small size 2 (K2), Middle Size 1 (O1), Middle Size 2 (O2) , Big size 1 (B1), Big size2 (B2)] two different samples are prepared and dried into the stove for Mercury and other Metals (Cu, Cd, Zn, Pb). Metals are extracted by strong acid solubility liquid phase and results read by Atomic Absorption Machine (The Model of AA-6701-F made by Shimadzu Company) Hydrid system used for Mercury and Flame System is used for other Metals.

In the seas of Turkey Heavy Metal analysis for Horse Mackarels are not excessive subject in the studied areas and slightly dissimilar to those studies made in different timeframes. As a result these studies are different than the others.

At the end of this research, pollutions are variable on monthly basis, also during the copper working period, all the months and sizes do not exceed the allowance Water Products Regulations. However, the working period of Lead and Cadmium exceed allowance rate , and Mercury only exceeds allowance rate in February. Zinc contents in some months exceeded allowance rate but in some months and some sizes allowance rates stayed below level.

June, 2006

Atilla RADJAEİ

SEMBOL LİSTESİ

Kg	: Kilogram
G	: Gram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
ng	: Nanogram
M	: Molarite
ppm	: Milyonda bir kısım
ppb	: Milyarda bir kısım
ppt	: Trilyonda bir kısım
l	: Litre
ml	: Mililitre
s	: Saniye
cm	: Santimetre
°C	: Derece celcius
Cd	: Kadmiyum
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Pb	: Kurşun
Hg	: Cıva
HNO₃	: Nitrik asit
HCL	: Hidroklorik asit
HF	: Florik asit
HClO₄	: Perklorik asit

KISALTMALAR

K1	: Küçük boy 1
K2	: Küçük boy 2
O1	: Orta boy 1
O2	: Orta boy 2
B1	: Büyük boy 1
B2	: Büyük boy 2
LT	: Balığın Total Uzunluğu (cm)
TOK	: Toplam organik karbon miktarı
PAH	: Poliaromatik hidrokarbon
FK	: Fekal koli

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil II.1 Marmara Denizi Batimetri Haritası	20
Şekil II.2 Marmara Denizi'nde ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonunun 1968-1988 yılları arasındaki Değişimleri	22
Şekil II.3 Marmara Denizi'nde Çözünmüş Oksijenin Derinlik Boyunca Dağılımının 23 Yıllık Ortalama Değerleri	23
Şekil III.1 Karagöz istavrit (<i>Trachurus trachurus</i> L.,1758)	31
Şekil III.2 Karagöz İstavrit Üzerinde Alınan Ölçümü	33
Şekil IV.1 Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	36
Şekil IV.2 Aralık 2005 küçük, orta ve büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	37
Şekil IV.3 Ocak 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	38
Şekil IV.4 Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	38
Şekil IV.5 Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	39
Şekil IV.6 Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	40
Şekil IV.7 Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	40
Şekil IV.8 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Cd Miktarı($\mu\text{g/g}$)	41

Şekil IV.9	Kasım 2005-Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre	
	Ortalama Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	42
Şekil IV.10	Aylık Ortalama Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	43
Şekil IV.11	Kasım 2005 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	43
Şekil IV.12	Aralık 2005 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	44
Şekil IV.13	Ocak 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	45
Şekil IV.14	Şubat 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	45
Şekil IV.15	Mart 2006 küçük, Orta ve büyük Boy İstavritlerde	
	Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	46
Şekil IV.16	Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	47
Şekil IV.17	Mayıs 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	47
Şekil IV.18	Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	48
Şekil IV.19	Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre	
	Ortalama Cu Miktarı($\mu\text{g/g}$)	49
Şekil IV.20	Aylık Ortalama Cu Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	50
Şekil IV.21	Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Pb Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	50
Şekil IV.22	Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Pb Miktarı ($\mu\text{g/g}$).....	51
Şekil IV.23	Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Pb Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	52
Şekil IV.24	Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Pb Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	52
Şekil IV.25	Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Pb Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	53
Şekil IV.26	Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
	Pb Miktarı ($\mu\text{g/g}$)	54

Şekil IV.27 Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Pb Miktarı (µg/g)	54
Şekil IV.28 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Pb Miktarı (µg/g)	55
Şekil IV.29 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre	
Ortalama Pb Miktarı (µg/g)	56
Şekil IV.30 Aylık Ortalama Pb Miktarı (µg/g)	57
Şekil IV.31 Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	58
Şekil IV.32 Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	58
Şekil IV.33 Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarları (µg/g)	59
Şekil IV.34 Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	60
Şekil IV.35 Mart 2006 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarları (µg/g).....	60
Şekil IV.36 Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	61
Şekil IV.37 Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	62
Şekil IV.38 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Zn Miktarı (µg/g)	63
Şekil IV.39 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre	
Ortalama Hg Miktarı (ng/g)	63
Şekil IV.40 Aylık Ortalama Zn Miktarı (µg/g)	64
Şekil IV.41 Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	65
Şekil IV.42 Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	66
Şekil IV.43 Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarları (ng/g)	66
Şekil IV.44 Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	67

Şekil IV.45 Mart 2006 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarları (ng/g)	68
Şekil IV.46 Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	68
Şekil IV.47 Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	69
Şekil IV.48 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Hg Miktarı (ng/g)	70
Şekil IV.49 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara göre	
Ortalama Hg Miktarı(ng/g)	71
Şekil IV.50 Aylık Ortalama Hg Miktarı (ng/g)	72

TABLO LİSTESİ

SAYFA NO

Tablo II.1 Ağır Metallerin Zehirliliğini Etkileyen Faktörler	5
Tablo II.2 Doğrudan ya da Dolaylı İlişkisi Bulunan Denizlerle Marmara Denizi'nin Boyutları Açısından Karşılaştırılması	20
Tablo II.3 1963-1977 ve 1983 yıllarında Mayıs Döneminde Yapılmış O ₂ Ölçümlerinin Karşılaştırılması (O ₂ mg/l) (Artüz ve Baykut 1986)	23
Tablo II.4 Marmara Denizi'nde Besleyici Tuzlar (µmol/l), Toplam Organik Karbon (mg C/l) ve Birincil Üretim (g C/m ²) Mevsimsel Ortalamaları	25
Tablo II.5 Derin Deniz Deşarjına İzin Verilebilecek Atık Suların Özellikleri.....	26
Tablo II.6 Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri	27
Tablo II.7 İstanbul Boğazı 1999 Yılı Gemi Trafiği	29
Tablo III.1 Örneklenen İstavrit Bireylerinin Aylara Göre Dağılımı.....	33
Tablo.III.2 Aas analizinin Doğruluğunu Belirlemek İçin Yapılan Referans Madde Sonuçları.....	35
Tablo IV.1 Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g).....	36
Tablo IV.2 Aralık 2005 küçük, orta ve büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g).....	37
Tablo IV.3 Ocak 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)	37
Tablo IV.4 Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)	38
Tablo IV.5 Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)	39

Tablo IV.6 Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Cd Miktarı (µg/g)	39
Tablo IV.7 Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Cd Miktarı (µg/g).....	40
Tablo IV.8 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama	
Cd Miktarı (µg/g)	41
Tablo IV.9 Aylara Göre Cd' nin En Düşük ve En Yüksek Olduğu	
Miktar (µg/g)	42
Tablo IV.10 Aylık Ortalama Cd Miktarı (µg/g)	42
Tablo IV.11 Kasım 2005 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Cu Miktarı (µg/g)	43
Tablo IV.12 Aralık 2005 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Cu Miktarı (µg/g)	44
Tablo IV.13 Ocak 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Cu Miktarı (µg/g)	44
Tablo IV.14 Şubat 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Cu Miktarı (µg/g)	45
Tablo IV.15 Mart 2006 küçük, Orta ve büyük Boy İstavritlerde	
Cu Miktarı (µg/g)	46
Tablo IV.16 Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Cu Miktarı (µg/g)	46
Tablo IV.17 Mayıs 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Cu Miktarı (µg/g)	47
Tablo IV.18 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama	
Cu Miktarı (µg/g)	48
Tablo IV.19 Aylara göre Cu' nun En Düşük ve En Yüksek	
Miktarı (µg/g)	49
Tablo IV.20 Aylık Ortalama Cu Miktarı (µg/g)	49
Tablo IV.21 Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Pb Miktarı (µg/g)	50
Tablo IV.22 Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Pb Miktarı (µg/g).....	51

Tablo IV.23 Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Pb Miktarı (µg/g)	51
Tablo IV.24 Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Pb Miktarı (µg/g)	52
Tablo IV.25 Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Pb Miktarı (µg/g)	53
Tablo IV.26 Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Pb Miktarı (µg/g)	53
Tablo IV.27 Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Pb Miktarı (µg/g)	54
Tablo IV.28 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara göre Ortalama	
Pb Miktarı (µg/g)	55
Tablo IV.29 Aylara göre Pb' nin En düşük ve En Yüksek Miktarı (µg/g)	56
Tablo IV.30 Aylık Ortalama Pb Miktarı (µg/g)	56
Tablo IV.31 Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	57
Tablo IV.32 Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritler'de	
Zn Miktarı (µg/g)	58
Tablo IV.33 Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarları (µg/g)	59
Tablo IV.34 Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	59
Tablo IV.35 Mart 2006 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarları (µg/g)	60
Tablo IV.36 Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	61
Tablo IV.37 Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Zn Miktarı (µg/g)	61
Tablo IV.38 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre ortalama	
Zn Miktarı (µg/g)	62
Tablo IV.39 Aylara göre Zn' nin En düşük ve En Yüksek Miktarı (µg/g)	63
Tablo IV.40 Aylık Ortalama Zn Miktarı (ng/g)	64

Tablo IV.41 Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	65
Tablo IV.42 Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	65
Tablo IV.43 Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarları (ng/g)	66
Tablo IV.44 Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	67
Tablo IV.45 Mart 2006 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarları (ng/g)	67
Tablo IV.46 Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	68
Tablo IV.47 Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde	
Hg Miktarı (ng/g)	69
Tablo IV.48 Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Hg	
Miktarı (ng/g)	70
Tablo IV.49 Aylara göre Hg'nin En Düşük ve En Yüksek Miktarı (ng/g)	71
Tablo IV.50 Aylık Ortalama Hg Miktarı (ng/g)	71
Tablo IV.51. Su Ürünleri Yönetmeliğindeki Kabul Edilebilir Metal Değerleri	72

I. GİRİŞ ve AMAÇ

Hızla artmakta olan dünya nüfusu ile paralel olarak ortaya çıkan beslenme sorunlarının çözümü ve insanoğlunun protein ihtiyacını karşılamak için sucul organizmalar göz önüne alınması gereken bir kaynaktır. Doymuş yağ oranı düşük, iyot fosfor, vitamince zengin ve diğer hayvansal proteinlerden ucuz olan bu sucul organizmaları korumalı ve bu kaynaklar daha verimli bir şekilde kullanılmalıdır.

Ülkemiz insanının doğru ve sağlıklı beslenmesi için gerekli yüksek düzeyde hayvansal proteine olan ihtiyaç, tercihen deniz ve iç su ürünlerinden yüksek oranda yararlanma yollarının sürekli aranmasına neden olmaktadır (DPT, 2001).

Ülkemiz su ürünleri üretiminin ortalama yüzde 82,2'si üç tarafı dört ayrı karakterdeki denizlerden, yüzde 9,3'ü iç sulardan ve yüzde 8,5'i yetiştiricilikten sağlanmaktadır (DPT, 2001).

Ülkemiz su ürünleri içinde ekonomik olan su ürünlerinin sayısı 100'ü geçmemekte ve balık üretiminin yaklaşık yüzde 80-90'ı pelajik (göçmen) türlerden oluşmaktadır. Karadeniz'de hamsi, istavrit, kefal, palamut-torik, lüfer, Akdeniz'de sardalya, kefal; Ege Denizi'nde sardalya, Marmara'da hamsi, istavrit, kefal gibi balıklar önemli ekonomik pelajik türlerdir. Demersal balıklardan (Dip balıkları) Karadeniz'de kalkan, mezgit, Ege ve Akdeniz'de çipura, barbunya, berlam ve ıskarmoz gibi balıklar ön sırada yer alırlar (DPT, 2001).

Türkiye'de de su ürünleri sektöründeki gelişmeler dünya su ürünlerinde görülen gelişmelere benzer olarak, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra üretimdeki artışlar 1988 yılına kadar sürmüştü ve bu yıldan sonra izlenen azalmalar, özellikle Karadeniz'de av şiddeti artışlarından, aşırı avdan ve ekolojik değişimlerden kaynaklanmaktadır.

Son yıllarda görülen üretim azalmasına en önemli etkisi görülen kirlenmedir. Ülkemizde su ürünleri stoklarının azalmakta olduğu veya bir başka ifadeyle artış göstermediği belirtilmekte, bu duruma aşırı avcılığın yanı sıra çevresel faktörlerin'de

her geçen gün olumsuzlaşması neden olarak gösterilmektedir. Ortamlarda yaşayan bir çok canlıyı bir zincir halinde etkilemektedir (DPT, 2001).

Denizler dünyadaki en büyük çevre kirlenmesinin en çok etkilendiği ortam deniz ve iç su ortamlarıdır. Bu oksijen kaynağıdır ve en büyük gıda kaynaklarından biridir. Deniz kirliliği çevre kirliliğinin bir parçasıdır. Ancak denizlerin dezavantajı; çevreye (kara, nehir, göl, atmosfer gibi) atılan hemen her türlü kirleticinin bir şekilde denizlerde sonlanmasıdır. Malzeme üretim ve kullanımı ile enerji üretimi sonucu denizlere binlerce madde girmektedir (Anonim, 2001).

Denizlere bırakılan binlerce maddenin az bir kısmı istenmeyen zararlara neden olmaktadır. Bu maddelerin dolaylı ve dolaysız etkileri , insan dahil , canlıların ölümü ile sonuçlanabilmektedir (Anonim, 2001).

İnsanlar, deniz kirleticilerine daha çok balık ve diğer deniz ürünlerini yediklerinde veya kum ile temas ettiklerinde maruz kalmaktadırlar. Endüstriyel kirlenme nedeniyle oluşan en büyük zarar ise, deniz ürünlerinin tüketimi ile ilişkilidir. Deniz ürünlerindeki yüksek düzeydeki kimyasal kirleticiler, onların koku ve tatlarında göreceli olarak belirgin bir değişiklik yapmakta ve bunların insan vücudundaki birikimlerinin erken belirtileri, kimyasal zehirlenme için spesifik olmayabilir (Anonim, 2001a).

Karagöz istavrit (*Trachurus trachurus* L.,1758) balığı üretim miktarı bakımından ülkemiz su ürünleri içerisinde hamsiden sonra ikinci sırayı almaktadır (Anonim, 1996). Dünya istavrit üretiminin % 5'i ülkemiz tarafından karşılanmaktadır. Ülkemiz istavrit av miktarının % 80'i Karadeniz'den sağlanmaktadır (Anonim, 1995).

Bu çalışmada Kasım 2005 ile Mayıs 2006 tarihleri arasında Kuzey Marmara denizinde avlanan istavrit (*Trachurus trachurus* L.,1758) balığı 9-11 cm, 11-13 cm, 13-15 cm olmak üzere Küçük, Orta ve Büyük boy olarak ayrılmış ve Cıva, Kadmiyum, Bakır, Kurşun, Çinko düzeyleri Atomik Absorbsiyon spektrofotometri cihazı kullanılarak tespit edilmiştir.

Bu araştırma ile, Kuzey Marmara denizinde avlanan istavritin (*Trachurus trachurus* L.,1758) beslenme ve diğer çevresel etkilerle kas dokusuna geçen ağır metal birikiminin saptanması amaçlanmıştır. Böylece insanlar açısından protein kaynağı olan istavrit (*Trachurus trachurus* L.,1758) balığının tüketilmesiyle insan sağlığı açısından oluşabilecek sonuçların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

II.GENEL BİLGİLER

II. 1. AĞIR METALLER ve ORGANİK YAŞAMA ETKİSİ

Ağır metaller yerkabuğunda doğal olarak bulunan bileşiklerdir. Bozulmaz ve yok edilemezler. Küçük bir miktara kadar vücudumuza gıdalar, içme suyu ve hava yolu ile girerler. İz elementler gibi bazı ağır metaller (örneğin bakır, çinko) insan vücudunun metabolizmasını sürdürmek için elzemdirler. Bununla birlikte yüksek konsantrasyonlarda toksik olabilirler. Ağır metal zehirlenmesi oluşabilmektedir, örneğin kontamine olmuş içme suyundan (örneğin kurşun borular), emisyon kaynaklarına yakın ortam hava konsantrasyonunun yüksek olmasından veya gıda zinciri yoluyla (Anonim, 2006).

Hiçbir organik hayat metal iyonlarının katkısı olmadan gelişemez ve hayatta kalamaz. Bir hayvan familyasının sağlıklı yaşaması için gerekli metal konsantrasyonları bellidir ve türlerden türlere bu değer çok geniş aralıklarla değişmez. Bu elementlerin tükenmesi ve kaybolan elementin artması canlı vücudunda sorunlar yaratır. Bu sorunlar açık birer biyokimyasal semptomlara neden olur (Overhorff ve Forth 1978).

Sodyum potasyum ve kalsiyum iyonları biyolojik yaşamı sürdürebilmesi için gerekli elementlerdir.Yetmiş kilogramlık bir insan için gerekli bu elementlerin miktarları aşağıda miligram/yetmiş kilogram cinsinden verilmiştir.

Sodyum: 70000 mg/70kg, Magnezyum: 40000 mg/70kg, Potasyum: 250000 mg/70kg, Kalsiyum:1700000 mg/70kg, Molibden: 5 mg/70kg, Mangan: 30 mg/70kg, Demir: 7000 mg/70kg, Kobalt: 1 mg/70kg, Bakır: 150 mg/70kg, Çinko: 3000 mg/70kg (Vahrenkamp, 1973).

Ağır metallerin farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak sucul ortamdaki konsantrasyonları ile sucul canlılardaki biyolojik birikim ve artışları değişiklik gösterebilir. Bu yüzden, söz konusu metallerin çevredeki genel

özellikleri, kaynakları, toksisiteleri, ortamdaki değişimleri ve biyolojik birikim / artış mekanizmalarının iyi bilinmesi gerekir (Türkmen, 2003).

Ağır metaller tehlikelidir çünkü biyobirikime eğilimlidirler. Biyobirikim zamanla biyolojik bir organizmada bir kimyasal konsantrasyonun, kimyasalın doğadaki konsantrasyonu ile karşılaştırıldığında artması demektir. Bileşikler herhangi bir zamanda canlı şeylerde birikebilirler ve onların vücuda alınmaları ve depolanması metabolize edilmelerinden veya atılmalarından daha hızlıdır. Halen daha, ağır metallerden kaynaklanan gıda zehirlenmeleri çok nadirdir ve çoğu durum sadece çevresel kirlenmeden sonra meydana gelir.

Kirleticilerin bir bölümünü oluşturan ağır metaller, metal bileşikleri ve çeşitli mineraller göller, nehirler, körfez ve okyanuslar ile bunların sedimentlerin de geniş şekilde yayılmıştır (Bryan ve Uysal 1978).

Bu minerallerin söz konusu olan bu yerlerde bulunmasının iki temel kaynağı vardır. Bunlardan birincisi doğal olarak o yapının bir parçası olmaları, ikincisi ise insan faaliyetleri sonucunda yoğun olarak üretilip bir şekilde buraya taşınmalarıdır (Chow ve diğ.1976) .

Metal bileşikliklerinin yapmış olduğu kirlilik dünya denizlerinde önemli bir problem olmaktadır. Denizlerde meydana gelen bu kirliliğin kaynakları antropolojik ve jeokimyasal kökenli olmaktadır. Tehlikeli metaller olarak sınıflandırılan Cu, Zn, Pb ve Cd, Hg dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli kirlilik parametreleri olarak belirtilmektedir (DİE, 1996).

II. 1. 1. Metallerin Toksikliği

Vücutta doğal olarak bulunan bazı metallerin sağlığını yararları vardır. Örneğin demir kansızlığı önler, çinko ise 100'den fazla enzim reaksiyonunda yer alır. Metallerin normal olarak vücutta bulunma oranı çok düşüktür. Bu oran yükseldiği takdirde, vücutta toksik etki yapmaya başlarlar. Endüstriyel ürünlerin üretiminde ağır metallerin yoğun bir biçimde kullanılması nedeniyle, insanların ağır metallere maruz kalma oranı son 50 yılda çok ciddi bir şekilde artmıştır. (Anonim,2005).

Aşağıdaki ağır metaller toksisite semptomları içermektedir. Metallerin toksiklik düzeyi her metalde farklı düzeydedir. Metallerin toksiklik düzeyine bir çok faktör etki etmektedir. Metallerin toksiklik düzeyi çoktan aza doğru Hg, Ag, Cu, Zn, Pb, Cr, Ni ve Co şeklinde olmakla beraber bu sıralama kesin değildir (Brayn,1971).

Metallerin toksikliğini birçok faktör etkiler. Bu faktörler tablo II.1.'de gösterilmiştir.

Tablo II. 1. Ağır Metallerin Zehirliliğini Etkileyen Faktörler (Brayn, 1976)

	Çözünür		İyon
			Kompleks iyon
			Şelat iyon
			Molekül
Metallerin sudaki durumu	İnorganik organik	partikül	kollaidol
			çökelti
			Adsorbe edilmiş
Zehirlerin veya diğer metallerin bulunuşu	Birlikte hareket İletişimsizlik Terslik		Biri diğerinin etkisini artırır Birbirlerine etkide bulunmazlar Birbirlerinin etkilerini azaltırlar
Organizmanın fizyolojisini etkileyecek faktörler ve sudaki formlar	Sıcaklık Işık Tuzluluk Ph Oksijen		
Organizmanın yapısı	Yaşam evresi Hayat döngüsündeki değişim Üreme Yaş,boy Cinsiyet Aktivite Kabuğunun kalınlaşması Metallere uyum		

II. 1. 1. 1. Cıva (Hg)

Cıva, çevrede doğal olarak bulunan bir elementtir. Metal formunda, cıva tuzu veya organik cıva bileşikleri halinde bulunabilir.

Metalik cıva çeşitli ev eşyalarında, barometrede, termometrede ve floresan lambalarda, kullanılır. Bu aletlerde bulunan cıva kapalı bir şekilde haznelerinde bulunduğundan tehlikesizdir ve sağlık problemi yaratmaz. Fakat termometre kırıldığında buharlaşan cıvanın solunmasıyla ciddi oranda cıvaya maruz kalınabilir. Bu durum sinir, beyin ve böbrek zedelenmeleri, akciğer tahrişi, göz tahrişi, deri dökülmesi, kusma ve ishal gibi zararlı etkilere neden olabilir.

Cıva gıdalarda doğal olarak bulunmaz. Fakat, insanlar tarafından tüketilen balık gibi gıdalar yoluyla besin zinciri içerisinde kendilerine yer bulur ve yayılabilirler. Balıktaki cıva konsantrasyonu içinde yaşadığı suda bulunan cıva

konsantrasyonundan daha fazladır. Tarlalardaki çevresel kirlenmeden dolayı et önemli miktarda cıva ihtiva edebilir. Bitkisel ürünlerde cıva bulunmaz, fakat tarımsal uygulamalar esnasında cıva içeren spreylere kullanılmasıyla sebzelerden ve diğer ürünlerden insan vücuduna taşınabilir.

Cıvanın insanlar üzerinde birçok olumsuz etkisi vardır. Başlıca olumsuz etkileri şunlardır:

- Sinir sistemi bozukluklarına sebep olur:
- Beyin fonksiyonlarına zarar verir
- DNA ve kromozomlara zarar verir
- Alerjik reaksiyonlara, deri isiliklerine, yorgunluğa ve baş ağrısına yol açar
- Üreme ile ilgili negatif etkiler; spermilere zarar vermek, sakat doğumlar ve düşük doğum gibi.

Beyin fonksiyonlarının zarar görmesi, öğrenme bozukluğuna, kişilik değişikliklerine, titremeye, görünüm bozukluklarına, sağırılığa, kas koordinasyon kaybına ve hafıza kaybına yol açar. Kromozomların zarar görmesi ise mongolizme yol açar.

Deniz suyunda yaklaşık 0.1 ppb civarındadır. Bu oran deniz organizmaları için tehdit edici değerin yaklaşık onda biridir (Anonim, 2006).

En üst seviyedeki anorganik cıva mikroorganizmalar tarafından organik cıva yani metil ve dimetil cıvayı vermek üzere metillendirilir (San Francisco Körfezi). Biyolojik membranlar'dan geçme kabiliyeti sahip metil cıva organizmalar tarafından absorbe edilir. Metil cıva bileşikleride lipidler'de çözülür ve bu yüzden besin zincirinde birikirler; halbuki dimetil cıva uçucudur ve atmosfere kaçar. Doğal suların pH'sındaki değişimler metillenme derecesini etkilemez. Ancak yüksek pH'da dimetil cıva oluşumu yüksektir (Fagerström. ve Jönelöv 1972) .

Gıdalara bağlı cıva zehirlenmesi çok nadir olmakla beraber, cıvadan kaynaklanan neredeyse tüm zehirlenmeler çevre kirliliğine bağlıdır. Böyle bir çevresel kirlenmenin en bilinen örneği 1932-55 yılları arasında Japonya'da meydana gelenidir (Anonim, 2006). 1952'de, cıva zehirlenmesinin ilk kanıtı Japonya'da Minimata nüfusunda ortaya çıkmıştır. 1932'den itibaren, Japonya'da Chisso's kimyasalları tarafından cıva içeren lağım Minimata sahiline serbest bırakıldı. Cıva deniz ürünlerinde birikti, daha sonra nüfusta cıva zehirlenmeleri gözlemlendi ve bunun nedeni cıva ile kirlenmiş balıkların tüketilmesiydi. 1950'lerde toplam 500 ölüm

vakası kaydedildi. Ölümlerin nedeninin PVC üretimi yapan bir fabrikanın anorganik cıva ve asetaldehiti Minimata körfezine doğrudan boşaltması olduğu ortaya çıktı. Ondan sonra; Japonya, endüstri aleminin en katı çevresel kanunlarını çıkardı ve hastalık da Minimata sendromu olarak bilinir. Japonya’da ikinci Minimata hastalığı 1964-1965 yıllarında patlak vermiştir. Bunun sebebi ise Showa elektrik endüstrisinin Agona nehrine yaptığı deşarjdır (Anonim 2006). Ağır metallerden cıva için taze balıklarda kabul edilebilir maksimum miktar 0,5 mg/kg olarak belirtilmiştir (TGK, 1997).

II. 1. 1. 2. Kurşun (Pb)

Kurşun yıllardır birçok kullanılma alanı olan yumuşak bir metaldir. Kurşun yaygın olarak M.Ö. 5000'den itibaren metal ürünleri, kablolar ve boru hatları alanlarında ve hatta boya ve pestisitler’de kullanılmaktadır. Kurşun insan sağlığına en çok zarar veren 4 metalin dışındadır. İnsan vücuduna gıdalardan (65%), sudan (20%), ve havadan (15%) girebilir.

Meyve, sebzeler, etler, tahıllar, deniz mahsulleri, alkolsüz içecekler ve şarap gibi gıdalar önemli miktarlarda kurşun içerirler. Sigara dumanı da az miktarda kurşun içerir.

Kurşun (içme) suyuna boruların korozyonu yolu ile girebilir. Hatta su biraz asidik ise bu olay daha kolay gerçekleşir. Bu yüzden, genel su işleme sistemlerinde şu an içme amaçlı sularda pH ayarlamalarına ihtiyaç vardır.

Bilindiği kadarıyla, insan vücudunda kurşun hiçbir gerekli fonksiyonu yerine getirmez. Gıda, hava veya sudan yüksek alımından sonra yalnızca hasara neden olur.

Kurşun birçok istenmeyen etkiye neden olabilir, örneğin:

- Hemoglobin biyosentezin’ de aksama ve anemi
- Kan basıncında artış
- Böbrek hasarı
- Düşük yapma ve zor düşük
- Sinir sisteminde aksama
- Beyin hasarı
- Sperm hasarları ile erkeklik verimliliğinde azalma
- Çocukların öğrenme kabiliyetlerinde azalma

- Saldırganlık, dürtülerle hareket ve hiperaktivite gibi çocuklarda davranış bozukluğu

Kurşun, fetusa annenin plasentası yoluyla girebilir. Bundan dolayı doğmamış çocuklarda sinir sistemi ve beyinlerinde ciddi hasarlara neden olabilir.

Bununla beraber, gıdalardan kaynaklanan kurşun toksisitesi son derece nadirdir ve neredeyse sadece çevresel kirlenmelerden olmuştur (Anonim, 2006).

Kurşunun suda çözünen bileşiklerinin deniz canlılarına çok zehirli olduğu kabul edilmektedir. Suda çözünmeyen ince dağılmış kurşun sülfürün de balıklar için iki ay içinde öldürücü olduğu bulunmuştur.

Ağır metallerden kurşun için taze balıklarda kabul edilebilir maksimum miktar 0,2 mg/kg olarak belirtilmiştir (TGK, 1997). İki bin yıl önce yunanlı fizikçi kurşun zehirlenmesinden kaynaklanan hastalığa plumbism adını vermiştir (Stöfen, 1974).

1930 yılında Almanya’da 250 hastada kurşun zehirlenmesinden kaynaklanan rahatsızlıklar ortaya çıkmıştır. İçme suyundaki incelemeler sonucunda kurşun miktarı 25 ppm bulunmuştur ve bu vakanın sebebi olduğu tahmin edilmiştir (Fagerström ve Jörnelöv 1972).

II. 1. 1. 3. Krom (Cr)

İnsanlar Kroma, soluma yoluyla, yeme veya içme ve krom veya krom bileşikler ile deri teması ile maruz kalmaktadırlar. Krom miktarı hava ve suda genellikle düşüktür. İçme suyunda, krom miktarı genellikle düşüktür fakat kontamine kuyu suları tehlikeli olan krom(IV); heksavalent kromu içerebilirler. Çoğu insan için krom(III) içeren gıdayı yemek kromu yüksek miktarda alma yoludur, ayrıca krom(III) birçok sebze, meyve, ette, mayada ve tahılda doğal olarak bulunmaktadır. Gıda hazırlama ve depolamanın çeşitli yolları gıdanın krom içeriklerini değiştirebilir. Eğer gıda çelik tank veya kutularda depolanıyorsa, krom konsantrasyonu artabilir.

Krom(III) insanlar için elzem bir besin öğesidir ve eksikliğinde kalp sorunları, metabolizma aksaklıkları ve diyabete sebep olabilir. Fakat çok fazla krom(III) alımı sağlık sorunlarına sebep olabilir. Örneğin deri döküntüleri.

Krom(IV) özellikle çelik ve tekstil endüstrisinde çalışan insanların sağlığı için bir tehlikedir. Ayrıca sigara içen kişilerde de kroma maruz kalma ihtimali daha da artmaktadır.

Krom(IV)'ün çeşitli sağlık etkilerine neden olduğu bilinmektedir. Deri ürünlerinde bulunan bir bileşense, deri dökülmesi gibi alerjik reaksiyonlara neden olabilir. Eğer krom(IV) solunursa, burun tahrişlerine ve burun kanamalarına neden olabilir. Krom(IV)'ün neden olduğu diğer sağlık problemleri:

- Deri dökülmeleri
- Mide sorunları ve ülser
- Solunum problemleri
- Zayıflamış bağışıklık sistemi
- Böbrek ve karaciğer hasarları
- Genetik materyalde değişiklik
- Akciğer kanseri
- Ölüm

Kroma maruz kalma ile ilgili sağlık problemleri kromun oksidasyon durumuna bağlıdır. Metal formu (bu üründe var olan krom) düşük toksisitelidir. Hekzavalent formu toksiktir. Derideki hekzavalent formunun ters etkileri ülserleşmeyi, deri iltihaplanmasını ve alerjik reaksiyonlarını içermektedir. Hekzavalent krom bileşiklerinin solunması ülserleşme ve nasal septumdaki mukoz membranların perforasyonu, yutak ve gırtlakta tahriş, astmatik bronşit, bronşların spazm şeklinde kasılması ve ödem gibi sorunlara neden olabilir. Solunumla ilgili belirtiler arasında öksürme ve hırıltı, nefesin çabuk kesilmesi, burun kaşıntısı yer almaktadır (Anonim, 2006).

Kromun deniz canlılarındaki biyolojik birikimi düşüktür. Örneğin Fitoplanktonlardaki (Diagenes) birikimi sekiz günde 0.025 ppm konsantrasyonu 92 katına, *Astrionella japonica* on beş günde 0.7 ppm konsantrasyonunu 18.2 katına çıkarır. Midye (*Mytilus edulis*) için 0.3 ppm içeren deniz suyun ile temas sonucunda birikim ilk konsantrasyonun 27 katıdır. Bir Midye türü olan *Mya arenaria*'nın 1 ppm konsantrasyonda gill dokusunun oksijen tüketimi azalmakta süzme aktivitesi düşmektedir (Baykut ve diğ. 1987).

1960 yılında Japonya'da Nippon kimya endüstrisi dünyada en fazla miktarda krom (6+) içeren atığa sahip firmadır. Bu katı atığı inşaat malzemeleri yapımında kullanmıştır. Ve bir süre sonra bu malzemenin kullanıldığı yerlerde kanser vakaları meydana gelmiştir. Krom (6+) tozları soluk alma ile akciğerlere kadar gelmiş ve bunun sonucu olarak akciğer kanserine sebep olmuştur (Förstner ve Witmann 1981).

1975 yılında krom zehirlenmesinden kaynaklanan vaka olmuştur. Tokyo içme suları yer altı sularından karşılanmakta idi ve bu kaynaktan krom atıklarının olduğu yere çok yakındı ve buradan içme sularına krom (6+) karışmıştı. Bu yüzden Nogoya'daki içme suları kromattan dolayı sararmıştı. Otoritelerin büyük çabası bu atık asfalt benzeri bir malzeme ile çevreden izole edilmiştir (Springel magazine, 1975).

II. 1. 1. 4. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum en çok yer kabuğunda bulunur. Her zaman çinko ile kombinasyon halinde bulunur. Kadmiyum ayrıca endüstrilerde çinko, kurşun ve bakır ekstraksiyonunun kaçınılmaz yan ürünüdür. Daha sonra doğaya başlıca toprak yolu ile girmektedir çünkü kadmiyum gübre ve pestisitler' de bulunmaktadır.

Kadmiyumun insanlar tarafından yüksek alımı başlıca gıdalar yoluyla olmaktadır. Kadmiyum bakımından zengin gıdalar insan vücudunda kadmiyum konsantrasyonunu oldukça arttırabilir. Karaciğer, mantar, kabuklu deniz ürünleri, midye, kakao tozu ve deniz yosunu bu gıdalara bazı örneklerdendir.

İnsanlar sigara içtiklerinde, yüksek miktarda kadmiyuma maruz kalırlar. Tütün dumanı kadmiyumu akciğerlere taşır. Kan da vücudun diğer kısımlarına taşır. Vücudun bu kısımlarında toksik etkiye neden olabilir.

Diğer yüksek miktarlarda maruz kalmalar tehlikeli atık bölgelerine veya kadmiyumu hava ile serbest bırakan fabrikalara yakın yerlerde yaşayan insanlarda ve metal rafinasyon endüstrisinde çalışan insanlarda görülmektedir. İnsanlar kadmiyumu soluduklarında, ciddi olarak akciğerlere zarar verebilir. Hatta bu ölüme bile neden olabilir (Anonim, 2006).

Taze balıklar için kabul edilebilir maksimum değer 0.05 mg/kg' dır (TGK, 1997).

Kadmiyum ilk olarak karaciğere kan yolu ile taşınır. Orada, kompleks oluşturmak için proteinlerle birleşerek, böbreklere taşınır. Kadmiyum böbreklerde birikir ve burada filtreleme mekanizmasına zarar verir. Bu da, elzem proteinlerin ve şekerin vücuttan atılmasına ve sonuçta da böbrek rahatsızlığına neden olur. Kadmiyumun böbreklerde birikmesinden önce insan vücudundan atılması çok uzun bir süre almaktadır.

Kadmiyumun neden olduğu diğer sağlık sorunları:

- İshal, karın ağrıları ve ciddi kusma

- Kemik kırılması
- Üreme bozuklukları ve hatta kısırlık ihtimali
- Merkezi sinir sistemine hasar
- Bağışıklık sistemine hasar
- Psikolojik bozukluklar
- DNA hasarı veya kanser gelişimi ihtimali

Gıdalardan gelen kadmiyum toksisitesi nadirdir ve sadece çevresel kirlenmeden sonra veya kadmiyum miktarı yüksek gıdaların kronik alımından sonra meydana gelmektedir (Anonim, 2006).

1947 yılında Japonya’da Jinitsu nehri kıyısındaki kasabada romatizmal bir hastalık ortaya çıktı. Daha sonraları bu hastalığa Itai-Itai ismi verilmiştir. Bu hastalık kemiklere ve iskelete zarar vermektedir (Friberg ve diğ. 1974).

1961 de bu hastalığın ortaya çıkmasında aşırı kadmiyumun rol oynadığı ortaya çıkmıştır, ayrıca 1968 yılında Japonya Sağlık Bakanlığını “Itai-Itai hastalığının kronik kadmiyum zehirlenmesinden olduğunu” açıklamıştır (Hagino ve Yoshioka 1961).

II. 1. 1. 5. Nikel (Ni)

Nikel, çevrede çok düşük seviyede bulunan bir elementtir. İnsanlık, nikeli, bir çok farklı uygulamalar için kullanır. Nikelin, en yaygın uygulaması, paslanmaz çelik ve diğer metal malzemelerin içeriği olarak kullanılmasıdır. Nikel, mücevherat gibi metal ürünlerde genelde bulunur.

Gıda maddeleri, doğal olarak küçük miktarlarda nikel içerir. Çikolata ve katı yağların, yüksek oranda nikel içerdiği bilinir. Kirli topraklardan elde edilen sebzelerin yüksek miktarda tüketilmesiyle nikel alımı artacaktır. Bitkilerin nikeli topladığı bilinir ve dolayısıyla sebzelerden nikel alımı yüksektir. Sigara içenler, ciğerlerine yüksek oranda nikel alırlar. Nikel deterjanlarda da bulunabilir.

İnsanlar nikel solunum yoluyla, içme suyuyla, gıdaların tüketimiyle veya sigara içilmesiyle maruz kalabilir. Nikelle kirlenen toprak veya su deriyle temas ettiğinde de nikel maruz kalınabilir. Aslında nikelin az miktarda alınması vücut için gereklidir; fakat aşırı dozda alınırsa insan sağlığı için tehlikeli olabilir.

Nikelin fazla miktarda alınması aşağıda belirtilen bozukluklara neden olabilir.

- Akciğer, burun, prostat ve gırtlak kanseri riskini artırır.
- Akciğerlerde tıkanma

- Solunum yetersizliği
- Doğum kusurları
- Astım ve kronik bronşit
- Mücevherlerden kaynaklanan deri isiliđi gibi alerjik reaksiyonlar
- Kalp rahatsızlıkları
- Nikel gazına maruz kalındığında, halsizlik ve baş dönmesi

Nikel dumanı solunum yollarını tahriş edici etkiye sahiptir ve zatürreeye neden olabilir. Nikel ve bileşenlerine maruz kalınması “nikel kaşıntısı” olarak bilinen bir deri rahatsızlığının oluşmasına da neden olabilir. Bu rahatsızlığın ilk belirtisi genellikle deride isiliklerin oluşmasından yedi gün öncesinde başlayan kaşıntı isteğidir. İlk isilikler eritamöz ya da bezelerdir, bunları deride ülserleşme takip edebilir. Bir kez kazanılan nikel hassasiyeti kalıcı olabilmektedir.

Kanserojenite-Nikel ve belirli nikel bileşenleri ciddi anlamda kanserojen olarak kabul edilen malzemeler listesinde bulunmaktadır. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) nikel bileşenlerini grup 1'de (İnsanlarda kansere yol açtığına dair yeterli kanıt bulunan), nikeli grup 2B'de (İnsanlarda kansere yol açma olasılığı bulunan) listelemiştir (Anonim, 2006).

II. 1. 1. 6. Bakır (Cu)

Bakır çok yaygın bir maddedir ve doğada doğal olarak bulunur ve doğal olaylar yoluyla ile doğada yayılır. İnsanlar bakırı yaygın bir şekilde kullanırlar. Örneğin endüstride ve tarımda kullanılır. Bakır üretimi son on yılda çok gelişmiştir ve buna bağlı olarak doğadaki bakır miktarı artmıştır.

Bakır birçok çeşit gıdada, içme suyunda ve havada bulunabilir. Bundan dolayı her gün yiyerek, içerek ve soluyarak önemli bir miktar bakırı vücudumuza alırız. Bakırın absorpsiyonu gereklidir, çünkü bakır insan sağlığı için gerekli olan bir iz elementtir. İnsanların yüksek konsantrasyonlarda bakırı orantılı olarak idare edebilmelerine rağmen, çok fazla bakır önemli sağlık problemlerine yol açabilir.

Çoğu bakır bileşiği ya su tortusuna ya da toprak parçacıklarına yerleşip bağlanır. Çözünür bakır bileşikleri insan sağlığı için en büyük tehdidi oluşturmaktadır. Genellikle doğada suda çözünür bakır bileşikleri tarım uygulamalarında kullanımı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Havadaki bakır konsantrasyonu genellikle oldukça düşüktür, bundan dolayı soluma ile bakıra maruz kalma ihmal edilebilir. Fakat bakır cevherini metale işleyen dökümcülerin yakınlarında yaşayan kişiler bu tür bir maruz kalmayı yaşamaktadırlar.

Bakırdan tesisata sahip evlerde yaşayan kişiler çoğu kişiye oranla daha fazla bakır miktarına maruz kalmaktadırlar, çünkü bakır, korozyona uğramış borulardan içme suyuna geçmektedir.

Bakıra mesleki olarak maruz kalma sıklıkla olmaktadır. Çalışma ortamında bakır bulaşması metal ateşi olarak bilinen grip benzeri duruma neden olmaktadır. Bu durum iki gün sonra geçer ve bu aşırı hassasiyetten olur.

Bakıra uzun süreli maruz kalma burun, ağız ve göz tahrişine ve baş ağrılarına, karın ağrılarına, baş dönmesine, kusmaya ve ishale neden olmaktadır. Bakırın kasten yüksek miktarda alımı karaciğer ve bakır hasarlarına ve hatta ölüme bile neden olabilir. Bakırın kanserojen olup olmadığı da henüz saptanmamıştır.

Uzun süreli yüksek konsantrasyonlardaki bakıra maruz kalma ile genç ergenlerde zekanın azalması arasında bir bağlantı olduğunu gösteren bilimsel makaleler bulunmaktadır. Böyle bir şey olup olmadığı gelecek araştırmalar için konu olmalıdır.

Bakır dumanına, tozuna veya sisine endüstriyel olarak maruz kalma metal dumanı ateşi ile burunda mukoza membrandaki atrofik değişikliklerle sonuçlanmaktadır. Kronik bakır zehirlenmesi Wilson Hastalığı ile sonuçlanmaktadır ve karaciğer sirozu, beyin hasarı, demiyelinizasyon, böbrek hasarı (Anonim, 2006).

Taze balıklarda kabul edilebilir maksimum değer 20 mg/kg'dır (TGK, 1997).

II. 1. 1. 7. Çinko (Zn)

Denizlerdeki çinko miktarı insan aktiviteleri ve şehirleşmeyle ile bağlantılı olup madencilik, elektro kaplama ve sentetik fiber üretiminden kaynaklanmaktadır (Brayn, 1971).

Çinkonun deniz ürünlerini yemekten kaynaklanan herhangi bir insan sağlığına katkısı yoktur. Normal bir beslenme düzeninde çinkodan dolayı herhangi bir zehirlenme oldukça düşük bir olasılıktır. Taze balıklar için kabul edilebilir maksimum değer 50 mg/kg'dır (TGK, 1997).

Keskin bir çinko zehir etkisinin ortaya çıkması ancak galvanizlenmiş kaplarda bulunan yiyecek ve içeceklere bu kaplardan çinkonun bulaşması ve bu kontamine

olan gıdaların tüketilmesiyle mümkündür. Bu tür rahatsızlığın çeşitli göstergeleri vardır bunlar; karın ağrısı, bulantı ve kusmadır. Sadece günde 225 – 450 mg çinko alınması kusmaya neden olabilir, günde 50 ile 150 mg alınması durumunda hafif bir bağırsak sıkıntısının gözlenebildiği belirtilmiştir. Çinko oksit dumanının içe çekilmesi halinde metal dumanı kaynaklı ateşli rahatsızlık gözlenmiştir. Bol miktarda terleme, güçsüzlük ve hızlı soluk alıp verme gibi belirtileri vardır ve bu belirtiler çinko oksit' e maruz kalındığında 8 saat içinde gözlenir ve etkisi 12 ile 24 saat sürebilir.

II. 1. 1. 8. Manganez (Mn)

Manganez, yeryüzünde her yerde bulunabilen çok yaygın bir bileşendir. Manganez, gerekli toksik üç iz element arasında yer almaz. İnsan vücudunda çok yüksek konsantrasyonlarda bulunursa toksiktir. İnsanlar tavsiye edilen günlük alım miktarları kadar almazlarsa sağlıkları bozulur. Fakat aynı zamanda yüksek alımlarda, sağlık problemleri oluşacaktır.

İnsanlar tarafından manganezin yüksek alımları, ıspanak, çay ve baharatlar gibi gıdalardan kaynaklanmaktadır. En yüksek konsantrasyonlarda manganez içeren gıdalar tahıllar, pirinç, soya fasulyesi, yumurta, fındık, zeytinyağı, yeşil fasulye ve ıstiridyedir. Manganezin insan vücudundaki absorpsiyonun'dan sonra kan yolu ile karaciğer, böbrek, pankreas ve endokrin bezlerine taşınır.

Manganez etkileri başlıca solunum sisteminde ve beyinde gözlenir. Manganez zehirlenmesinin belirtileri halüsinasyonlar, unutkanlık ve sinir hasarlarıdır. Manganez ayrıca Parkinson, akciğer ambolisi ve bronşite neden olabilir. Eğer bir erkek manganeze uzun süreler boyunca maruz kalırsa iktidarsızlık oluşabilir. Manganez tarafından neden olunan sendrom şizofrenilik, matite, kasların zayıflığı, baş ağrısı ve uykusuzluk gibi belirtilere sahiptir.

Manganez insan sağlığı için gerekli bir element olduğundan, manganez yokluğu da sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu etkiler aşağıdadır:

- Şişmanlık
- Glikoz intoleransı
- Kan pıhtılaşması
- Deri problemleri
- Düşük kolesterol seviyeleri
- İskelet bozuklukları

- Doğum hataları
- Saç renginde değişiklikler
- Nörolojik semptomlar

Kronik manganez zehirlenmesi uzun süreli toz ve dumanın solunmasından kaynaklanır. Hastalıktan hasar gören başlıca bölge merkezi sinir sistemidir ve kalıcı sakatlık ile sonuçlanabilir. Belirtiler bitkinlik, uykusuzluk, güçsüzlük, duygusal bozukluk, spastik yürüyüş, tekrarlı bacak krampları ve felçtir. Manganez bileşikleri tozu veya dumanıyla çalışan işçilerde zatürree ve diğer üst solunum yolu enfeksiyonları sıklıkla gözlenmiştir. Manganez bileşikleri deneysel belirsiz tümörjenik ajanlardır (Anonim, 2006).

II. 1. 1. 9. Demir (Fe)

Demirin zehirliliği çok yüksek değildir. Bu konuda yapılan çalışmalarda bazı metallerin zehirliliği büyükten küçüğe doğru $Hg > Zn = Cd = Cu > Co = Ni > Al > Fe > Mn$ olarak bildirilmiştir (Brayn, 1971).

Çözülmüş ve asılı olarak bulunur: Denize sanayi atığı olarak gelir. Demir hümitik aside bağlanınca renk oluşur bu da red tide olayına sebep olur. Diatomlar demiri partikül halde tutarak hücre yüzeyine bağlarlar.

II. 1. 2. Metallerin Deniz Ortamına Taşınımı

Ağır metaller karaların aşınması sonucu ve rüzgarlarla, nehirlerin denizlerle birleştiği alanlara taşınmaktadır. Bunlara ek olarak endüstriyel ve evsel atıklardan kaynaklanan önemli bir miktar ağır metalde, giderek artan bir şekilde denizlere ulaşmaktadır (Brayn, 1971).

Denizlere madde taşınımı üç yolla olmaktadır:

- 1) Nehir yoluyla madde taşınımı
- 2) Atmosferik yolla madde taşınımı
- 3) Hidrotermal yolla madde taşınımı

II. 1. 2. 1. Nehir Yoluyla Madde Taşınımı

Nehirlerle taşınım' da iki girdi vardır; a)brüt girdi, b)net girdi

a) Brüt girdi: Nehirlerdeki materyallerin haliçlere gelen kısmına denir.

b) Net girdi: Haliçlere nehirlerle gelen materyelin %90'ı haliçlerde tutulur. İşte tutulan bu kısmın dışında kalan %10 materyele net girdi denir.

Nehir yoluyla taşınan metal miktarını etkileyen en önemli faktörlerden birisi nehir yatağını oluşturan kaya yapısıdır (Shiller ve Boyle 1985). Örneğin Macklind nehrindeki Ni, Cu, Zn miktarına kaya yapısı ve nehir suyunun etkileşiminin kontrol ettiği saptanmıştır (Reeder ve diğ 1972). Nehir yoluyla metal taşınımı etkileyen önemli diğer bir faktör ise antropojenik faaliyetlerdir. Örneğin Zn, Cd, Hg gibi metaller antropojenik faaliyetlerin yoğun olduğu yerlerde fazladır. Ayrıca Fe, Zn, Pb, Cd gibi metaller doğal yada antropojenik faaliyetler nehir ortamına geçmiş çözünmüş organik asitlerle kompleks oluşturarak konsantrasyonlarında artış görülmektedir (Windom ve Smith 1985).

II. 1. 2. 2. Atmosferik Yolla Madde Taşınımı

Atmosferik girdi iki yolla olur

a) Doğal aerosollerle

b) Antropojenik aerosollerle

a) **Doğal Aerosollerin Kaynakları:** Dünya kabuğu, Okyanus, Volkanik aktiviteler, Biosfer, Diğer kısımlar (kozmetik ışınlr vb.).

b) **Antropojenik Aerosollerin Kaynakları:** Fosil yakıt yanması, Madensel faaliyetler.

II. 1. 2. 3. Hidrotermal Yolla Madde Taşınımı

Bu yolla madde taşınımı iki yolla olur.

a) **Deniz Suyu ile Bazalt Kaya Arasındaki Yüksek Sıcaklıktaki Reaksiyonlar Sonucu ile Hidrotermal Girdi:** Bu da düşük sıcaklık sistemleri ve yüksek sıcaklık sistemleri olmak üzere ikiye ayrılır.

a1) **Düşük Sıcaklık Sistemleri:** 6-17 derece sıcaklıkta oluşan reaksiyonlar sonucu girdi olur (Edmond ve diğ. 1979). Bu sistemle çoğunlukla magnezyum metali denizel ortama girer.

a2) **Yüksek Sıcaklık Sistemleri:** 350 derece gibi yüksek bir sıcaklıkta reaksiyonlar cereyan eder: Ca, Mn, Rb, Ba, K, Si gibi metaller denizel ortama bu sistemden girer (Edmond ve diğ, 1982).

b) **Deniz Suyu ile Basalt Kaya Arasındaki Düşük Sıcaklıktaki Reaksiyonlar Sonucu ile Hidrotermal Girdi:** Fe ve Mn'nin denizel ortama geçtiği bir yol olduğu saptanmıştır (Elderfield, 1976). Deniz suyundaki uranyumunda yaklaşık %50'sinin de bu yolla geçtiği bulunmuştur (Bloch, 1980).

II. 2. Karagöz İstavrit Balığında (*Trachurus trachurus* L. , 1758) Ağır Metal Birikimleri ile İlgili Çalışmalar

Karagöz istavrit (*Trachurus trachurus* L.,1758) (şekil III.1.) balığı üretim miktarı bakımından ülkemiz su ürünleri içerisinde hamsiden sonra ikinci sırayı almakta (DİE, 1994). Dünya istavrit üretiminin % 5'i ülkemiz tarafından karşılanmaktadır. Ülkemiz istavrit av miktarının % 80'i Karadeniz'den sağlanmaktadır (Fishery Statistics, 1993).

Ülkemiz denizlerinde yüksek miktarda avlanmasına ve tüketilmesine karşın karagöz istavrit balığında ağır metal içeriği üzerine yapılan çalışmaların sayısı çok azdır. Çalışılan bölgelerin farklı olmasından ve çalışmalar değişik zaman aralıklarını kapsadıklarından elde edilen sonuçlar da farklılıklar göstermektedir.

Ünsal ve ark., (1991).: “Orta ve Doğu Karadeniz’de Ekonomik Önemi Olan Deniz Organizmalarında Ağır Metallerin Belirlenmesi ” başlıklı çalışmalarında Karadeniz’de yaşayan ve besin olarak kullanılan bazı organizmalarda bulunan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve İstavrit (*Trachurus trachurus*) ile demersal türlerden mezgitte (*Merlangius merlangus euxinus*) cıva, bakır, ve kurşun düzeyleri belirlemiş ve bu düzeylerin yer ve zamana bağlı olarak değişimleri incelmışlerdir. Ayrıca deniz suyundan önemli miktarda kirletici aldıkları ve bu özelliklerinden dolayı kirlilik düzeyinin belirlenmesinde “indikatör organizma” olarak kabul edilen midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve planktonlar (fito-zooplankton) da kaynak (kirli) ve referans (temiz) istasyonlardan örneklenerek analizleri yapmışlardır. Elde edilen sonuçlardan; Haziran ve Ekim aylarında analiz edilen organizmalarda cıva konsantrasyonunun arttığı, bakır konsantrasyonunun ise azaldığı saptamışlardır. Kurşun değerleri yaz aylarında en yüksek seviyeye ulaşmış, sonbahar ve kış aylarında azalmıştır. Bakır konsantrasyonlarının Doğu Karadeniz’in doğusuna gidildikçe arttığı ve Samsun ve Hopa’da yüksek olduğu, kurşun konsantrasyonlarının ise batıda özellikle Sinop’ta yüksek olduğu saptanmışlardır. Bazı istisnalar dışında cıva konsantrasyonlarının, örnekleme bölgelerinde eşit düzeyde olduğunu saptamışlardır. Ortalama değerler, deniz ürünlerinde kabul edilebilir üst limit değerleri ile karşılaştırıldığında, çalışılan organizmalarda ölçülen bakır, cıva ve kurşun değerleri genel olarak uluslararası limitlerin altındadır.

Kocahan (1999).; “Marmara Denizi Demersal balıklarında Ağır Metal Kirliliği”, başlıklı çalışmada Marmara denizinde 28.08.1996 ve 9.10.1996 tarihleri arasında trol ile avlanan berlam, mezigit, öksüz, barbunya, kırlangıç, karides ve benekli haninin yumuşak dokusunda Hg, Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe konsantrasyonlarını ölçmüştür. Maksimum ölçüm sonuçları: Mezigit’te 0,0817 µg/g cıva ve 0,156 µg/g kurşun: Benekli Kırlangıçta 0,0224 µg/g kadmiyum ve 1,8102 µg/g demir : karides’ te 2,4354 µg/g bakır ve 4,131 µg/g çinko olarak saptamıştır. Berlam mezigit ve karides’te boy ile cıva miktarının arttığı, hani ve barbunya örneklerinde boy artışı ile kadmiyum miktarının arttığı, berlam örneklerinde boy küçülmesiyle ile bakır ve çinko miktarının azaldığı, hani ve öksüz örneklerinin boy azalması ile bakır miktarının azaldığı mezigit örneklerinde boy azalması ile çinko ve demir miktarının azaldığı Ayrıca benekli kırlangıç örneklerinde ise boy azalması ile demir miktarının azaldığını saptamıştır.

Yazkan ve ark., (2000).: “Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği”, başlıklı çalışmalarında 2000 yılı Ocak, şubat ve Mart aylarında Antalya körfezinde avlanan balık türlerinin (*Mullus barbatus*, *Mugilcephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomberjaponicus*, *Solea solea*) kas ve karaciğer dokusunda Cu, Zn, Pb ve Cd içerikleri belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları balıkların kas dokusunda Cu ve Zn içeriğinin sırası ile 0,51-3,66 mg/kg ve 3,17-11,36 mg/kg, karaciğerlerinde ise 0,83-4,44 mg/kg ve 3,97-15,14 mg/kg arasında değiştiğini saptamışlardır. Ağır metaller arasında insan sağlığı açısından toksisitesi yüksek metallerden olan Pb ve Cd ise balık örneklerinin kas dokusunda sırası ile 0,00-2,05 mg/kg ve 0,00-0,13 mg/kg, karaciğer dokusunda ise 0,00-2,25 mg/kg ve 0,03-0,15 mg/kg değerleri arasında saptamışlardır.

Yılmaz (2003).: “İskenderun Körfezi’nden Avlanan Has Kefal (*Mugil cephalus* L.) ve Çipura (*Sparus aurata* L.)’da Ağır Metal Düzeylerinin Karşılaştırılması”, başlıklı çalışmada İskenderun Körfezi’nde üç istasyonda avlanan has kefal (*Mugil cephalus*) ve çipura’nın (*Sparus aurata*) üreme organlar, deri ve kas dokularında Fe, Cu, Ni, Cr, Pb ve Zn düzeyleri belirlemiştir. Ağır metal düzeylerinin, istasyonlara, balık türlerine ve doku tiplerine göre değişim gösterdiği saptamıştır. Genelde has kefal’deki (*M. cephalus*) metal birikimlerinin çipura’ dan (*Sparus aurata*) daha yüksek olduğunu saptamıştır. Has kefal’ in kasında en yüksek Cu, Zn, Fe, Pb, Ni ve Cr düzeyleri sırasıyla 1,39, 47,25, 66,38, 10,02, 1,34 ve 1,71 µg/g yaş ağırlık ve

gonadında 44,50, 269,06, 332,56, 90,97, 9,17 ve 8,68 µg/g yaş ağırlık olarak saptamıştır.

II. 3. ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

II. 3. 1. Marmara Denizi'nin Genel Özellikleri

Toplam 11 350 km²'lik bir alana ve 3378 km³'lük bir hacme sahip bulunan Marmara Denizi (şekil II.2), tümüyle Türkiye sınırlarının içinde yer alıp bir iç deniz özelliği taşımaktadır. Topografik ve hidrografik özellikleri, bu denizin dinamiği ve kirliliği üzerinde önemli rol oynamaktadır.

Marmara Denizi'ni Ege ve Karadeniz'e bağlayan iki önemli su yolundan birisi İstanbul Boğazı, diğeri ise Çanakkale Boğazı'dır. İstanbul Boğazının her iki ağzındaki eşikler boğazın ve dolayısıyla Marmara Denizi'nin hidrodinamiği üzerinde kontrol edici özelliğe sahiptirler. Daha uzun ve geniş olan Çanakkale Boğazı İstanbul Boğazı'na kıyasla daha az sınırlama getirmektedir. Marmara Denizi'nin maksimum uzunluğu (Gelibolu-İzmit) 276 km ve maksimum genişliği 76 km, kıyı uzunluğu ise 927 km'dir (Tüfekçi ve Okuş 1989).

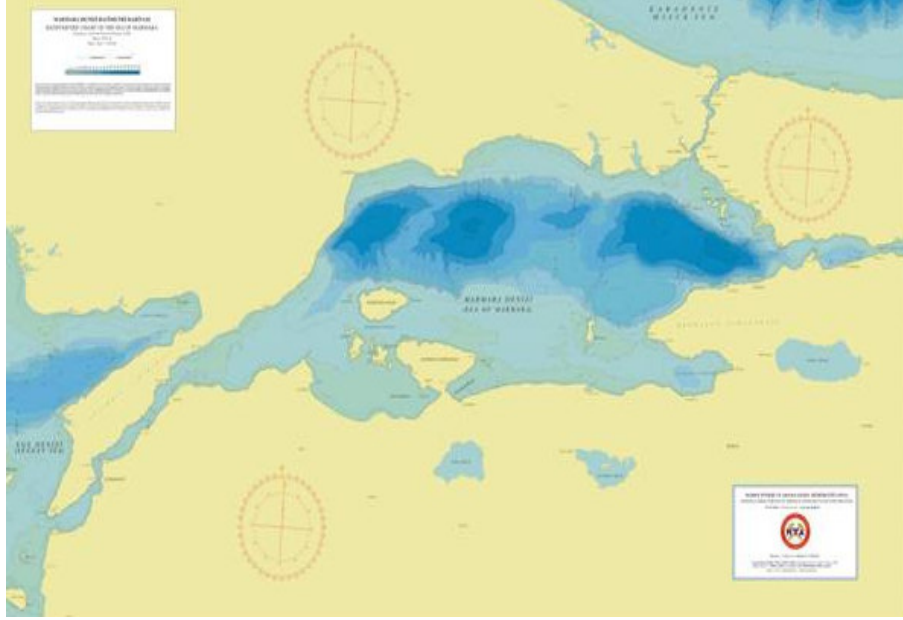
Çanakkale ve İstanbul Boğazları ile Marmara Denizi'nin birlikte oluşturdukları sistem, "Türk Boğazlar Sistemi" (TBS) olarak adlandırılmaktadır. TBS'nin oşinografisi, geçmiş yıllarda yoğun biçimde araştırmalara konu olmuştur, ve özellikle fiziksel yapısı ve değişkenliği konusunda başta olmak üzere araştırmalar yapılmıştır.

Karadeniz ile Akdeniz'in Ege Baseni arasında iletişim TBS aracılığıyla gerçekleşir. Bu sistemin su ve madde iletişimini en sınırlayıcı elemanı İstanbul Boğazı'dır, çünkü buradaki iki tabakalı iki yönlü akımlar özel bir hidrodinamik rejime uymaktadırlar. Ayrıca iklimsel değişimlerin ve kontrastların en önemli olduğu bir bölgede yer alması nedeniyle de TBS komşu olduğu denizlerde büyük çevresel değişimleri kolaylıkla yaratabilecek bir yapıya sahiptir.

Marmara Denizi'nin taban topoğrafyasında, güney kıyısı boyunca uzanan 100m derinliğindeki geniş kıta sahanlığı bölgesi ile, bunun kuzeyinde doğu - batı yönünde uzanan (batı'dan doğuya doğru sırasıyla 1100m, 1390m, ve 1240m) derin üç depresyon dikkat çekicidir . Bu derin depresyonları, yaklaşık 750m derinliği bulunan ve batıdaki 20 km, doğudaki ise 40 km uzunluğunda olan iki eşik yapısı birbirinden ayırmaktadır (Ekrem ve diğ, 1990).

Tablo II. 2. Doğrudan ya da Dolaylı İlişkisi Bulunan Denizlerle Marmara Denizi'nin Boyutları Açısından Karşılaştırılması (Artüz, 1992)

Bölge	Yüzölçümü	Marmara'nın Oranı	Hacmi	Marmara'nın oranı
Dünya Denizleri	361×10^6	0,00003	137×10^9	0,000004
Atlas Okyanusu	106×10^6	0,0001	402×10^6	0,00001
Akdeniz	25×10^6	0,004	39×10^5	0,001
Karadeniz	423×10^3	0,03	537×10^3	0,01
Marmara Denizi	$11,5 \times 10^3$	-	6×10^3	-



Şekil II. 1. Marmara Denizi Batimetri Haritası (anonim, 2006a)

Tablo II.2'de Marmara Denizi'nin diğer denizlerle olan bir karşılaştırması verilmiştir. Buradan görüleceği üzere, bir denizin atık maddelerinin alıcı ortamı olarak değerlendirilmesinde birim ve etken olan boyut açısından Marmara Denizi Akdeniz'den bin, Karadeniz'den ise yüz defa daha kısıtlı olanağa sahiptir. Bir havzanın alıcı ortam olarak değerlendirilmesinde boyut kadar önemli olan diğer bir özelliği de, suların kendi kendine yenilenebilme yeteneğidir. Marmara bu açıdan da çok kısıtlı bir hidrolojik yapıya sahiptir (Artüz, 1992). Bu veriler doğrultusunda görüldüğü üzere bu hızla Marmara denizini kirletmeye devam edildiği takdirde dönüşü imkansız bir sona doğru ilerlemektedir.

Marmara Denizi'nin hidrografik ve diğer fiziksel özellikleri son 10 yıllık süre içerisinde detaylı bir şekilde çalışılmıştır. Sıcaklık ve tuzluluk özellikleri bakımından Karadeniz'e benzer iki tabakalı bir sistemin varlığını göstermektedir. Ara yüzey değişmekle beraber, 25-35 m arasında olduğu söylenebilir. Yüzey tabaka sıcaklık kış mevsiminde 4-5°C'ye kadar düşebilmekte, yaz aylarında ise 25 °C'ye kadar çıkabilmektedir. Kış mevsiminde meydana gelen karışımlar nedeniyle yüzey tabakası yaz aylarına nazaran 10-20 m kadar daha derin olabilmektedir. Yine karışımlar nedeniyle yüzey tabakası tuzluluğu büyük değişimler gösterebilmektedir (Anonim 2004).

Ülke nüfusunun yaklaşık %25'ini ve sanayiinin %60'ını barındıran Marmara Bölgesi, ülke yüzölçümünün %9'luk bir bölümünü kaplamaktadır. Ülke sanayi'nin bu kadar büyük bir bölümünü barındıran, buna ek olarak Türkiye'nin en büyük metropolünü sınırları içerisinde bulunduran bu bölgede, ne kadar tedbir alınsa da potansiyel bir kirlilik mevcuttur. Bu yüzden evsel atıkları ve sanayi atıklarını arıtma işlemi olmadan direk olarak Marmara denizine bırakılması geçmişte de olduğu gibi günümüzde de çevre felaketlerine sebep olmaktadır. Devreye sokulacak arıtma tesisleri sayesinde kirliliğin önüne geçebilmek mümkündür.

II. 3. 2. Marmara Denizi'nin Ekolojik Özellikleri

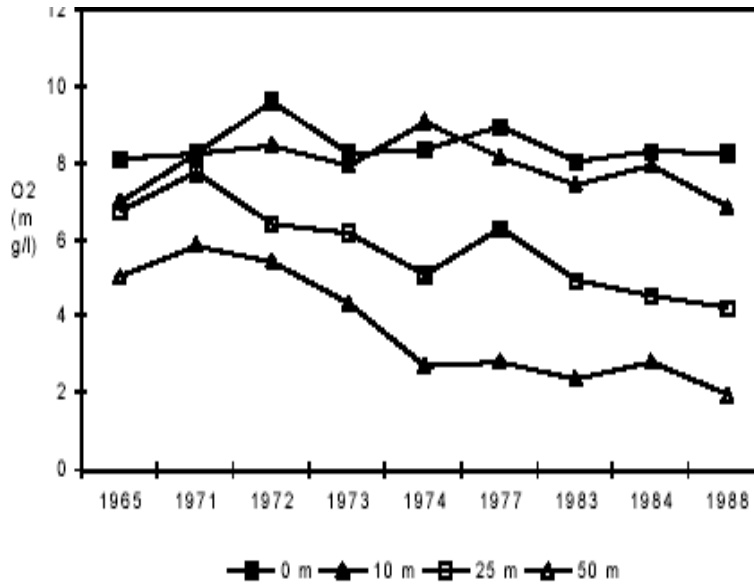
Denizlerde son yıllarda kirlenmenin gün geçtikçe ve büyük bir hızla ilerlediği en tehlikeli bölgelerden biri, Marmara Denizi olmuştur. Bu denizimizin doğal arıtmayı sağlamaya yetecek ölçüde su alış-verişine sahip olmaması ve mevcut akıntı ve karışım hareketlerinin yeterli seyrelmeyi sağlayamaması, Marmara Denizi biyolojik alanını daralmasına ve ekolojisinin zarar görmesinin devam edeceği anlamını taşımaktadır (Benli ve Uslu 1998).

Marmara Denizi'nde mevsimsel bir sıcaklık tabakalaşması (termoklin) görülmektedir. Sıcaklığı mevsimlere göre 6-21°C arasında değişen Karadeniz kökenli az tuzlu (%0,16-0,18) yüzey sularını ve Akdeniz'den gelen en alt tabaka ki, en derin yerden 75m'ye kadar olan ve sıcaklığı ortalama 14,2°C olan, Çanakkale'den Karadeniz'e 2,5 ay sürede kat eden tuzlu (%0,38-0,39) su tabakasının meydana getirdiği sürekli yoğunluk tabakalaşmasının (piknoklin) varlığı Marmara'da alt ve üst tabakaların karışımı sınırlamakta ve birbirinden oldukça farklı özelliklere sahip iki tabakanın oluşumuna neden olmaktadır bu durumda kirleticilerin, nütrientlerin ve buna bağlı olarak birincil üretimin yer ve zaman içinde değişiminde ve doğal

çevrimlerinde önemli rol oynamaktadırlar. Yapılan gözlemlere göre Akdeniz suyunun ancak %20 dolayında Karadeniz'e geçtiği görülmektedir (Artüz ve Baykut 1986).

Çözünmüş Oksijen; Marmara Denizi'nde gözlenen önemli özellik, alt tabaka sularında sürekli ve belirgin bir oksijen eksikliğinin varlığıdır, bu en önemli ekolojik sorunlardan biridir. Bir taraftan alt tabaka sularında anoksik şartların hüküm sürdüğü Karadeniz, diğer tarafta ise konvektif karışımlarla derinlik boyunca tüm su kütesinin oksijence zenginleştirildiği Akdeniz ve Ege Denizi ile bağlantısı bulunan Marmara Denizi'nde, alt tabaka sularının içerdiği oksijen miktarı, bu iki deniz arasında bir geçiş durumunu yansıtmaktadır. Marmara'da 25-30 m'nin altında kalan alt tabaka sularının oksijen doygunluğunun %20-30 civarında olduğu anlaşılmaktadır. Akdeniz'de 1000 m derinlikte bile oksijen doygunluğunun %70 olduğu belirtilirse, Marmara Denizi alt tabaka sularının doygunluk derecesi hakkında bir fikir sahibi olunur.

Marmara Denizi'nde çeşitli derinliklerde ölçülen çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının 1965-1988 yılları arasındaki değişimleri Şekil II.3'de gösterilmiştir. Özellikle 1970'li yıllardan itibaren ortaya çıkan çözünmüş oksijen konsantrasyonlarındaki azalma bu şekilden belirgin bir biçimde görülmektedir. Şekil II.4'de çözünmüş oksijenin derinlik boyunca dağılımının 23 yıllık ortalama değerleri verilmektedir (Artüz, 1992).

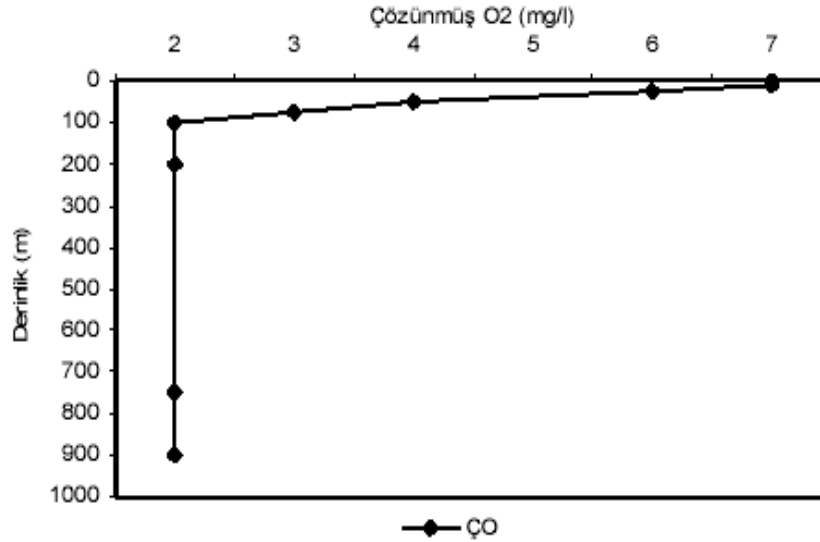


Şekil II. 2. Marmara Denizi'nde Ölçülen Çözünmüş Oksijen Konsantrasyonunun 1968-1988 Yılları Arasındaki Değişimleri (Artüz, 1992) .

Şekil 1'den, ortalama alınan dönemde balık yaşamı için gerekli olan 5 mg/l konsantrasyon sınırının yaklaşık 45 m derinliğe kadar ulaştığı görülmektedir. 1983 yılından bu yana, 25 m'den daha derin suların pek çok deniz canlısı için yaşanamayacak duruma geldiği ortaya çıkmaktadır (Benli ve Uslu1998). Tablo II.3'de 1963-1983 döneminde çözünmüş O₂'nin düşey dağılımı gösterilmiştir (Artüz ve Baykut 1986).

Tablo II. 3. 1963-1977 ve 1983 Yıllarında Mayıs Döneminde Yapılmış O₂ Ölçümlerinin Karşılaştırılması (O₂ mg/l) (Artüz ve Baykut 1986)

Derinlik (m)	Mayıs 1963	Mayıs 1977	Mayıs 1983
0	10,2	9,16	8,5
10	8,8	8,64	8,3
20	9,8	6,54	3,6
50	4,6	2,65	2,6
75	4,2	2,5	2,15



Şekil II. 3. Marmara Denizi'nde Çözünmüş Oksijenin Derinlik Boyunca Dağılımının 23 Yıllık Ortalama Değerleri (Artüz, 1992).

Akdeniz baseni sularının Cebelitarık Boğazı kanalıyla yenilenme zamanının 70 yıl, Karadeniz'in 700-900 yıl, Baltık Denizinin ise 2500 yıl olduğu hatırlanırsa Marmara Denizi alt tabaka sularının 6-7 yıl olan yenilenme zamanının esasında oldukça kısa olduğu anlaşılır (Tuğrul ve diğ. 1998). Bu kadar kısa yenilenme zamanına karşılık, alt tabaka sularında gözlenen düşük oksijen doygunluğu (% 20-30), Marmara Denizine organik madde girdisinin oldukça yüksek olmasından

dolayıdır. Bununla beraber anoksik şartların alt tabakada henüz ortaya çıkmamış olması, Çanakkale Boğazı alt tabakası kanalıyla Marmara Denizine sürekli bir oksijen girdisinin varlığından kaynaklanmaktadır. Marmara Denizine ait kirlilik değerleri ise şöyledir;

TOK; Marmara Denizi üst tabaka sularının ortalama toplam organik karbon miktar, tüm dönemlerde 1,87-2,27 mg C/l aralığında değişmektedir. 30-50 m'ler arasında kalan su kütlelerinin mevsimsel ortalamaları karşılaştırıldığında 0,66-0,84 mg C/l 300 m'nin altında kalan sularda ise 0,47-0,6 mg C/l arasında değişmektedir (Benli ve Uslu 1998)

Silikat; Marmara Denizi derin çukurları boyunca yapılan silikat ölçümlerinden, Akdeniz kaynaklı suların etkisi en belirgin olarak batıdaki derin çukur bölgesinde hissedilmektedir. Batı çukurunun 500 m'sinde silikat değeri ortalama 37,8 $\mu\text{mol Si/l}$ iken doğuya doğru artmakta ve orta basende 44,4 $\mu\text{mol Si/l}$ 'ye, doğu baseninde ise 48 $\mu\text{mol Si/l}$ mertebesine ulaşmaktadır (Benli ve Uslu1998).

Fosfat, azot; Marmara Denizi yüzey tabakası (0-10 m) sularında ölçülen inorganik fosfat iyonunun, üst tabaka sularındaki değişimi incelendiğinde, Bandırma Körfezi ile Kapıdağ Yarımadası'nın kuzeydoğusunda kalan bölgenin yüzey sularının Marmara Denizi'nin diğer bölgelerine oranla daha fazla fosfat içerdiği görülmektedir. Marmara Adası-Tekirdağ hattının batısında kalan bölge sularının inorganik fosforun her mevsim daima düşük konsantrasyonlarda (2,8-3,5 $\mu\text{g P/l}$) olduğu ve homojen bir dağılım gösterdiği, İstanbul Boğazının Marmara ağzı ile Büyükçekmece-Yalova üçgeni içinde kalan bölgenin ise, daha dinamik bir yapıyı arz ettiği görülmektedir ve bu bölgenin diğer bölgelere oranla daima daha fazla miktarlarda azot bileşikleri içerdiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalara göre Karadeniz'den Marmara'ya yılda yaklaşık 0,98x10⁴ ton TP ve 1,72x10⁵ ton TN taşınmaktadır.1990 yılı itibariyle İstanbul'dan Marmara Denizi'ne yılda 0,33x10⁴ ton TP ve 0,17x10⁵ ton TN girmektedir (Tuğrul ve diğ. 1998).

Klorofil; Marmara Denizi'nde 1960'da yapılan ölçümlerde klorofil-a miktarının 0,63 mg/m³ 1983'de aynı noktalarda yapılan ölçümlerde ise 2,17 mg/m³ olarak ölçülmüştür (Tuğrul ve diğ. 1998). Bugünkü hali ile Marmara Denizi, yalnızca belirli organizma türlerinin eskisine oranla daha fazla üreyebildikleri tehlikeli bir kirlenme aşamasına gelmiş durumdadır. Fakat bu şartlara hala dayanabilen balık türleri de bulunmaktadır (Tüfekçi ve Okuş 1989).

FC; Marmara Denizi'nin yüzey suyu fekal koli açısından alt tabaka suyuna (Akdeniz suyu) nazaran daha kirli durumdadır. Yüzey suyundaki fekal koli konsantrasyonu yoğunluklu olarak 500-4000 FC/l arasında seyrederken, dip suyunda aynı parametrenin değeri 0-60 FC/l arasında değiştiği gözlenmiştir (Bayhan ve diğ. 1998).

Tüm bu değerler, Marmara Denizi'nde biyolojik üretimin geçmişten günümüze artarak devam ettiğini ve üretken bölgenin İstanbul Boğaz-Marmara Denizi birleşim bölgesinin olduğunu göstermektedir. Marmara Denizi'nde birincil üretim, ilk 30 m'lik su sütunu içinde sınırlı kalmaktadır. Tablo II.4.'de 1986-1988 yaz ve kış dönemlerine ait besleyici tuzların ortalama değerleri verilmiştir.

PAH; 1987 Ağustos döneminde tüm Marmara ortalaması 1,15 µg/l olan PAH miktarı, İstanbul Boğazı'nın Karadeniz ağzında 0,65 µg/l, Boğaz boyunca ise 0,59 µg/l olarak bulunmuştur. Marmara Denizi'nin İstanbul Boğazı'nın Marmara ağzı ile Büyükçekmece Yalova arasın akalan üçgen bölgede ise 1,47 µg/l'ye yükselmektedir. Buradan bu bölge içersindeki yoğun demirleme, yükleme ve boşaltma gibi liman faaliyetlerinin önemli petrol kirliliği yarattığı ve mevcut petrol kirliliğinin tamamının Karadeniz'den kaynaklanmadığı örülmektedir (Güven ve diğ.1998).

Tablo II. 4. Marmara Denizi'nde Besleyici Tuzlar (µmol/l), Toplam Organik Karbon (mg C/l) ve Birincil Üretim (mg C/m2) Mevsimsel Ortalamaları (Artüz, 1992).

	PO4	NO3+NO2	TOK	Silikat	Birincil Üretim
Yaz ortalaması	0,12	0,33	2,27	0,69	6,17
Kış ortalaması	0,4	2,04	-	-	9,12
Yıllık ortalama	0,25	0,72	2,32	1,85	7,83

Petrol kirliliği; Her türlü deniz taşıma araçlarının sintine ve balast sularından, rafineri ve petrokimya komplekslerinin atık sularından, petrol dolum ve boşaltım tesislerinden ve tanker trafiğinden kaynaklanan petrol kirliliği denizlerdeki besin zincirlerinin tüm halkaları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Özellikle İstanbul Boğazı suları deniz trafiğinin çok yoğun olması sebebiyle, geçen gemilerin sintine sularından en fazla etkilenen bölgedir (Artüz, 1992). 1996-1997 yıllarında Güven ve çalışma arkadaşlarının yaptıkları çalışmada da Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi'ndeki petrol kirliliği tayini deniz suyu kolonunda her on metrede bir yapılmıştır. Karadeniz'de 1996'da 1,49-33,9 µg/l, 1997'de 0,57-44,6 µg/l, İstanbul Boğazı girişte 1996'da 1,35-85,7 µg/l, 1997'de 0,96-43,13 µg/l, çıkışta 1996'da 1,43-

92,8 µg/l, 1997'de 0,86-88,3 µg/l, Marmara Denizi'nde 1996'da 0,18-60,3 µg/l ve 1997'de 0,31-180,3 µg/l arasında değişmiştir. (Güven ve diğ.1998).

Deterjan Kirliliği; Marmara Denizi'nde deterjan kirliliği ile ilgili çalışma 1997'de Güven ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi'ndeki 1996-1997 yıllarında deterjan kirliliği tayini deniz kolonunda her on metrede bir yapılmıştır. Karadeniz'de 1996'de 4,02-26,08 µg/l, 1997'de 2,14-25,17 µg/l, İstanbul Boğazı girişinde 1996'da 5,25-50,34 µg/l, 1997'de 2,04-52,23 µg/l, çıkışta 1996'da 1,59-67,09 µg/l, 1997'de 2,24-39,65 µg/l, Marmara Denizi'nde 1996'da 1,26-52,29 µg/l, 1997'de 1,57-74,98 µg/l arasında değişmiştir. deterjan kirliliğinin dip suyunda yüzey suyundan fazla olduğunu göstermiştir. Denizlere deşarj edilecek atıkların olması gereken parametreler vardır, bunlar tablo II.5'de görülmektedir. Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri Tablo II.6'da görülmektedir.

Tablo II. 5. Derin Deniz Deşarjına İzin Verilebilecek Atık Suların Özellikleri (Anonim, 2001a)

Parametre	Sınır	Düşünceler
ph	6.0-9.0	
Sıcaklık	35C°	
Askıda katı madde mg/lt	350	
Yağ ve Gres mg/lt	10	
yüzer maddeler	Bulunmayacaktır	
5 günlük biyolojik oksijen miktarı boİ5 mg/lt	250	
Kimyasal oksijen ihtiyacı koİ mg/lt	400	
Toplam azot mg/lt	40	
Toplam fosfor mg/lt	10	
Yüzey aktif maddeler mg/lt	10	Biyolojik olarak parçalanması Türk standartları enstitüsü standartlarına uygun olmayan maddelerin boşaltımı prensip olarak yasaktır
Diğer parametreler		Tehlikeli ve zararlı maddeler yönergesinde bu parametreler için verilen sınır değerlere uymalıdır

Tablo II. 6. Deniz Suyunun Genel Kalite Kriterleri (Anonim, 2001a)

Parametre	Kriter	Düşünceler
pH	6.0-9.0	
Renk ve bulanıklık	Doğal	Doğal su içi yaşam için gerekli fotosentez aktivitesinin, ölçüm derinliğindeki normal değerini %90'dan fazla etkilemeyecek kadar olmalıdır
Yüzer madde		Yüzer halde yağ, katran vb. sıvılarla çöp vb. katı maddeler bulunmaz
Askıda katı madde mg/l	30	
Çözülmüş oksijen mg/l	Doygunluğun %90'ından fazla	Çözülmüş oksijen değerleri derinlik boyunca izlenmelidir
Parçalanabilir organik kirleticiler		Seyreldikten sonra çözülmüş oksijen varlığını yukarıda öngörülen değerden daha fazla tehlikeye düşürecek miktarda olmamalıdır
Ham petrol ve petrol türevleri mg/l	0.003	Su ve sediment'te ayrı değerlendirilmeli ve tercihen hiç bulunmamalıdır
Radyoaktivite		Söz konusu deniz ortamına ait doğal radyoaktivite tür ve seviyeleri aşılmayacaktır. yapay radyoaktivite ölçülemeyecek düzeyde bulunacaktır
Üretkenlik		Söz konusu deniz ortamına ait mevsimsel üretkenlik seviyeleri korunacaktır
Zehirlilik	Bulunmayacak	
Fenoller mg/l	0.001	
Bakır mg/l	0.01	
Kadmiyum mg/l	0.01	
Krom mg/l	0.1	
Kurşun mg/l	0.1	
Nikel mg/l	0.1	
Çinko mg/l	0.1	
Cıva mg/l	0.04	
Arsenik mg/l	0.1	

II. 3. 3. Deniz Kazaları İstatistiği

Coğrafi özellikleri bakımından çok riskli bir yapıya sahip olan İstanbul Boğazı'ndan Montrö Sözleşmesi'nin imzalandığı 1936 yılında ortalama olarak yılda 4700 gemi geçerken, 2003 yılında 28,951'i transit gemi olmak üzere 46,939 gemi

geçiş yapmıştır. Söz konusu Boğaz' dan aylık gemi geçiş sayısı 3911, günlük gemi geçiş sayısı ise 129'dur (Akten, 2003).

Bugüne kadar meydana gelen deniz kazaları incelendiğinde, deniz kazalarının insan hataları, yoğun trafik, kötü hava koşulları, akıntı, yangın, coğrafi yapısı ve topografik koşullar, arıza ve diğer (Asma köprüler ve enerji nakil hatları, gemi koşulları, gemilerin seyre yönelik teknik yetersizlikleri, çevresel seyir yardımcılarının yetersizliği, mevzuat uygulayıcılarının farklı işletme ve kuruluşlardan oluşması, bu nedenle mevcut kurallara uyulup uyulmadığının tam olarak denetlenememesi, haberleşme ve arama kurtarma faaliyetlerinin yetersizliği, gemilere karadan verilen hizmetlerin (teknolojik altyapı ve ekipman vb.) yetersizliği, gemilerin kılavuz kaptan almamaları, bölgenin yeterince tanınmaması, Çalışmayı Önleme Tüzüğü (COLREG 72)'nün eksik uygulanması, ı ışık kirliliği vb.'dir.

Boğazlardaki birçok kazanın sis, kar veya yağmur nedeniyle görüş uzaklığının yarım mil ve altına düştüğü zamanlarda meydana geldiği görülmektedir. İstanbul Boğazı'nda özellikle kış aylarında kısıtlı görüş potansiyel kazalara neden olmaktadır (Kahraman, 1999). Boğazların yüzey ve dip akıntılara maruz kaldığı Karadeniz'den akan yüzey akıntıları Marmara Denizi seviyesinden 0,41 m. daha yüksek olup şiddetli rüzgar, yağış, kar ve sis gibi meteorolojik faktörler görüşü kısıtlamaktadır (Chapman, 1993). İstanbul Boğazı'nda akıntının seyre olan etkisi kaza nedenlerinden biri olup İstanbul Boğazı'nda üst akıntıların kuzeyden güneye olması nedeniyle genellikle Karadeniz'den Marmara'ya gelen gemilerin kazaya uğradığı görülmektedir. Kuzeyden gelen gemi Marmara'ya çıkana kadar arkadan gelen akıntının etkisi altında kalmakta anaförlerin ana akıntıya karışması nedeniyle Boğazda yol alan gemilerin başları ve kıçlarının farklı yönde ve hızda akıntı etkilerine uğradığından sürüklenme ve savrulmalarına dolayısıyla kazalara neden olmaktadır (Gültepe , 1998). Ayrıca söz konusu akıntı ile geminin aynı yönde gitmesinden dolayı geminin hızı artacağı için karaya oturma ve karşı şeride geçerek gelen bir gemi ile çatışma tehlikesi daha fazladır.

Tanker kazaları sonucu denize karışan petrol ürünleri, deniz üzerinde birkaç santim kalınlığında bir film tabakası oluşturmakta, akıntı ve rüzgar durumuna göre, dar veya geniş bir alana yayılmakta, sahil şeridine vurduğu takdirde kalın bir katran tabakası oluşturarak, ölümcül kirlenmelere ve kısmen de eriyerek dibe çökmekte ve deniz canlıları için hayati tehlikeler oluşturmakta ve suda erimiş oksijeni süzerek solunum yapan canlıların yok olmasına neden olmaktadır (Güngör, 1999). İstanbul

Boğazı'nda Sağ Seyir Düzeni'nin uygulandığı 1982 yılından itibaren 1982-2003 yıllarında kazaların en fazla olduğu aylar Ocak (%13,0) daha sonra Şubat (%12,8) ve Mart (%12,0) aylarında en az kazalar ise Nisan (%5,1) ve Ekim (%5,1) aylarında olmaktadır (Anonim, 2006d).

İstanbul Boğazı'nda kazaya yakın durumların en fazla olduğu aylar Haziran (%12,4) daha sonra Nisan ve Temmuz (%11,7) olup en az kazaya yakın durumların olduğu ay ise Mart (%5,1)'dir (Anonim, 2006d).

Kayıtlara bakıldığında, bugüne kadar toplam 162 önemli deniz kazasına rastlanmaktadır. Bu kazalardan 105'i İstanbul Boğazı'nda, 35'i Çanakkale Boğazı'nda, 22'si ise Marmara Denizi'nde meydana gelmiştir. Kazalardan %52'si iki geminin çarpışması, %30'u karaya oturma, %72'si rıhtım veya yalıya çarpma, %4'ü yangın, %10'u da diğer sebeplerden olmuştur. Tüm bu kazalar sonucunda yüzlerce insan hayatını kaybetti, birçok gemi yandı veya battı, birçok rıhtım veya yalı hasar gördü ve önemli boyutlarda çevre kirliliği oluştu. Boğazlarda ve özellikle İstanbul Boğazı'nda, meydana gelebilecek bir deniz kazası sonucunda büyük çapta çevre kirliliği, yangın, kitlesel ölümler, kıyıların ve yapıların hasar görmesi, deniz canlılarının tamamen yok olması gibi sonuçlar doğabileceği gibi, Karadeniz'in dünya denizleri ile olan bağlantısının kesilmesine yol açar (Anonim, 2006g).

Tablo II. 7. İstanbul Boğazı 1999 Yılı Gemi Trafik (Anonim, 2006c)

	Toplam Gemi	Toplam Grt	Kılavuz Alan	SP-1 Veren	Uğraksız Gemi	200M.'den Küçük Büyük		500 GRT' dan Küçük Büyük	
Yıllık	47.906	293.342.82	18.424	30.619	26.323	45.738	2.168	3.552	44.354
Aylık	3.992	24.445.236	1.535	2.551	2.194	3.811	181	296	3.696
Günlük	133	814.841	51	85	73	127	6	10	123
Yüzde %			%38		%54	%95	%5	%8	%92

Yukarıdaki tablo II.7'de görüldüğü üzere, İstanbul Boğazı yoğun ve tehlikeli bir gemi trafiğinin baskısı altındadır. İstanbul boğazında bugüne kadar meydana gelen meydana gelen büyük gemi ve tanker kazaları şunlardır;

Independentia (15. 11. 1979): Haydarpaşa önlerinde Romen bandıralı Independentia gemisi ile Yunan tankerinin çarpması sonucu 95.000 ton petrol denize dökülmüştür.

Nassia (13. 10. 1994): 100.000 ton ham petrol taşıyan Kıbrıs Rum kesimi bandıralı Nassia adlı gemi, İstanbul boğazında, bir kuru yük gemisi ile çarpışmış ve boğaza 5000 tondan fazla petrol dökülmüştür.

Jambur-Datongsham (29. 03. 1990): İstanbul boğazında meydana gelen kazada Jambur adlı tankerden yaklaşık 2600 ton gazolin denize dökülerek deniz kirliliğine neden olmuştur.

Madonnalily-Robinion18 (14. 11. 1991): İki geminin İstanbul boğazında çarpışması sonucu 20000 canlı hayvan yüklü gemi batmıştır.

Volganefit-248 (29. 10. 1999): Volganefit-248 adlı tanker kuvvetli rüzgar nedeniyle ikiye ayrılmış, kaza sonucu 900-1000 ton fuel-oil Marmara denizine dökülmüştür.

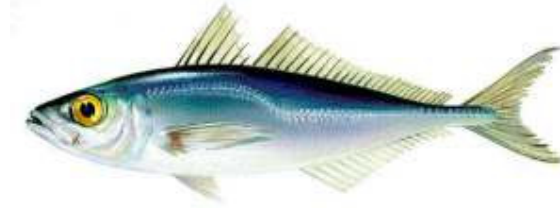
Bluestar-Gaziantep (28. 10. 1988): Bluestar adlı kimyasal yüklü geminin Gaziantep adlı tankerle çarpışması sonucu 1000 ton amonyak gazı denize ve havaya karışmış inflak etme tehlikesi bulunan Bluestar gemisi İstanbul dan uzaklaştırılarak Marmara denizine çekilmiştir.

III. MATERİYAL ve METOD

III. 1. MATERİYALİN TANIMI

Marmara Denizi'nin ekonomik balıkları arasında yer alan Karagöz istavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) balığının sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir.

Ordo : Perciformes
Familia : Carangidae
Genus : *Trachurus*
Species : *trachurus* (L., 1758)



Şekil III. 1. Karagöz istavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) (Anonim, 2006e)

Ülkemiz denizlerinde çok çeşitli formlarla temsil edilen istavrit balıkları, bütün dünya denizlerinin sıcak, ılık ve oldukça soğuk denizlerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Cinslerine göre, en sığ sahillerden açık denizlerin 200 metre derinliklerine kadar yaygın olarak bulunurlar. Bazı türleri en sığ acı sulara kadar girerek yaşamlarını sürdürürler. Vücutları füze şeklinde olup ince pullarla örtülüdür. Boyları 50 cm dir. Kafası gövdesiyle orantılı büyüklüktedir. Vücuduna göre gözleri büyük, burnu kısa, ağız normal büyüklükte ve eğiktir. Çenelerdeki dişler incedir

İki sırt yüzgeci vardır. Birinci sırt yüzgeci üçgen şeklinde olup dikenlidir. Bu yüzgecin önünde deriye batık durumda kısa bir tek diken vardır. İkinci sırt yüzgeci anüs yüzgeci çatal biçimindeki kuyruk yüzgecine doğru uzanır. Anüs yüzgecinin önünde iki adet ufak diken vardır. Karın yüzgeçleri orta büyüklükteki Göğüs yüzgeçlerinin altındadır.

Yanal çizgisi çok belirgin ve birbiri üzerine sıra halinde yerleşmiş çok sert küçük levhalardan oluşmuştur. Sayıları 79 dan azdır. Yan çizgi ile sırt yüzgeçleri arasında

bulunan nokta şeklinde ikinci bir çizgi kuyruğa doğru devam eder. Operkulumun arka kenarı üzerinde siyah bir leke vardır. Sırt kısımları grimsi-yeşil, yan tarafları göz alıcı, parlak gümüş renginde, karnı ise beyazdır. Kuyruk yüzgecinin rengi gri yada koyu mavidir. Küçüklerine kıraça denir.

Etçil balıklardır. Besinlerini hamsi, gümüş, çaça, ve sardalya gibi balıkların yavruları ile krustaseler ve kurtlar gibi omurgasız hayvanlar oluşturur. Eti lezzetlidir. Genellikle taze, dondurulmuş, tuzlanmış işlenmiş ve konserve olarak yenilir. Ülkemiz balıkçılığında önemli bir yeri vardır.

Üremeleri; Mart-Temmuz ayları arasındadır. Yumurta ve larvaları pelajiktir. Yumurtalarının çapı 0.70-1.10 mm arasındadır. Yavruları planktonla beslenirler. Yazın sahillerde, kışın derinlere giderler. Yaz boyunca Karadeniz’de beslenirler kasım başından itibaren İstanbul boğazına göç ederler. Tekirdağ ve Marmara’nın güney sahillerine yayılırlar. Nisan sonlarında tekrar Karadeniz’e göç ederler.

Avcılığı:Dalyan, gırgır, ıgırp, orta su trolü, olta ve çaparı ile avlanır.

III. 2. ÖRNEKLERİN ELDE EDİLMESİ

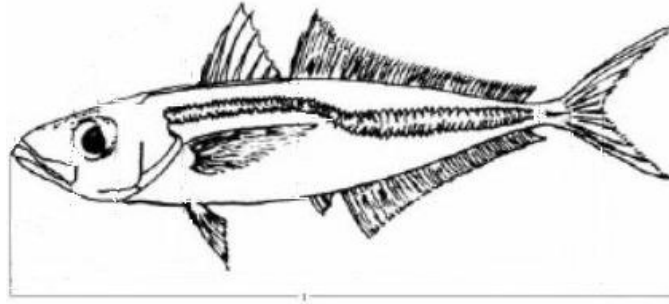
Marmara denizinde gırgır ile avcılığı yapılan istavrit balığı (şekil II.1) Kuzey Marmara Denizinde avlanan ticari balıkçı tekneleriyle 7 ay süresince ayda bir defa olmak üzere balıkçı kasalarından rasgele örnekleme yöntemine göre örneklenmiş, örneklenen balıklar aynı gün Marmara Üniversitesi Su Ürünleri Laboratuvarına getirilmiş ve küçük boy, orta boy, büyük olmak üzere 3 ana gruba ayrılmıştır. Bu çalışma süresi içerisinde 750 adet istavrit balığı bireyleri toplanmıştır.

Çalışmanın materyali, İstanbul İli’nin Avrupa yakası kıyısında bulunan Büyük şehir Belediyesi Su ürünleri Hal müdürlüğüne bağlı Kumkapı Balık Hali’ndeki balıkçıların avladığı balıklardan temin edilmiştir. İstavrit balığı pelajik olduğundan bireylerin elde edilmesinde gırgır ağları kullanılmıştır.

III. 3. ÖRNEKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Laboratuvara taşınan örneklerin öncelikle total boy ölçümleri yapılmıştır. Boy ölçümlerinde mm ve cm bölmeli ölçüm tahtası kullanılmış ve birim olarak cm alınmıştır. Balıkların burun ucundan normal durumdaki kuyruk yüzgecinin uç kısmına kadar olan toplam uzunlukları (LT) cm olarak ölçülmüştür. (şekil III.2) Bireyler 3 ana gruba (Küçük boy, Orta boy, Büyük boy) ayrılmış (Tablo III.1) daha

sonra kendi aralarında iki alt gruba ayrılmıştır [(K1= Küçük boy 1), (K2= Küçük boy 2), (O1= Orta boy 1), (O2= Orta boy 2), (B1= Büyük boy 1), (B2= Büyük boy 2)] ve ayrılan gruplardaki balıkların kas dokuları kullanılmıştır. Küçük boy plastik bıçaklarla deri kuyruk ve kılçık kısmından ayrılmıştır ve Kontaminasyona neden olmamak için kullanılan bütün cam malzemeler %10'luk HNO₃ ile içinde bekletilmiştir.



Şekil III. 2. İstavrit Üzerinde Alınan 1)TL Ölçümü

Tablo III. 1. Örneklenen İstavrit Bireylerinin Aylara Göre Dağılımı

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Küçük Boy (9- 11 cm)	73 adet	19 adet	14 adet	22 adet	18 adet	25 adet	20 adet
Orta Boy (11-13 cm)	40 adet	42 adet	44 adet	41 adet	51 adet	39 adet	45 adet
Büyük boy (13- 15 cm)	2 adet	44 adet	47 adet	43 adet	41 adet	44 adet	36 adet
Toplam	115 adet	105 adet	105 adet	106 adet	110 adet	108 adet	101 adet

III. 3. 1. Örneklerin Analize Hazırlanması

Bu çalışmada Cu, Cd, Pb, Zn, Hg olmak üzere 5 Ağır Metalin analizi yapılmıştır. Analiz öncesi gruplandırılan ve analiz için ayrılan kas dokuları etüvde kurutulmuştur. Cıva tayininde en fazla 45-50 derecelik bir sıcaklık aralığı gerektiği için diğer metallerin tayini içinde aynı sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Bu işlemdeki temel ilke organik dokuyu tamamen kurutmaktır. Bu sayede örnekler dövülerek un

haline getirilerek ve homojen bir materyal elde edilecektir. Bu homojen materyalden 1'er gram örnekler ayrılarak yapılacaktır.

III. 3. 2. Ağır Metaller (Bakır, kurşun, çinko, kadmiyum)İçin Analiz Yöntemleri

Toplam metal analizleri için çözünürleştirme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde şu aşamalardan geçmiştir.

1. Kontaminasyona neden olmamak için tüm teflon ve cam malzemeler deneyden önce %10'luk nitrik asit içerisinde bir gece bekletildi.
2. Daha önceden kurutulmuş, hazırlanmış örnekten 1 gram tartılıp (105 °C' de) teflon behere konularak üzerine 10 ml HNO₃ ekleyip çeker ocakta ısıtıcı tabla üzerinde 120 °C'de 30 dakika bekletilmiştir.
3. 30 dakika sonra teflon beherler ocağın üzerinden alınarak yarım saat soğutulmuştur.
4. Örnekler tekrar çeker ocakta ısıtıcıya konularak üzerine 5 ml HF , hemen arkasından üzerine 5 ml HClO₄ eklenip 30 dakika daha ısıtıcıda beklemeye bırakılmıştır. Daha sonra teflon beherlerin kapakları açılarak üzerine 10 ml 1M HCL ilave edilerek, ısıtıcıda tutulmaya devam edilmiştir.
5. Isıtma işlemi tamamlandıktan sonra teflon beherlerdeki karışım 50 ml'lik balonjojelere aktarılıp üzerine 1M HCl ilave edilerek 50 ml'ye tamamlanmıştır.

III. 3. 3. Cıva Analizleri

1. Kurutulan örneklerden 1 gram alınarak deney tüplerine aktarıldı.
2. Tüplerin üzerine 3 ml HNO₃ ilave edilerek içi su dolu su dolu beher içerisinde ısıtıcı tablo üzerinde 3 saat süreyle 50-60 derecede ısıtılmıştır.
3. Kuvvetli asit tarafından bütün organik madde eritildikten sonra
4. Deiyonize su ile 10 ml'ye tamamlanarak ölçmeye hazır hale getirilmiştir.

Örneklerin analize hazırlık dönemimde organik kısmını parçalanıp yakılması için gerekli olan oksijenin büyük kısmını nitrik asit yardımıyla sağlar. Perklorik asidi ise, organik maddenin daha basit bileşiklere parçalanmalarını sağlamak için

kullanıyoruz. Diğer bir görevi ise nitrik ve florik asidin yalnız kullanılmaları durumunda oluşabilecek köpürmeyi engellemek için kullanılmaktadır.

III. 3. 4. Atomik Absorbsiyon

Ağır metal analizlerinde yaygın olarak Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrisi (AAS) kullanılmaktadır. Bir başka yöntemde Spektrofotometrik yöntemdir. Fotometrik yöntemler interfranslar nedeniyle zorluklar getirdiği için genelde Aas kullanımı daha yaygın, daha iyi ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Atomik absorbsiyon yönteminde alev veya elektrik arkı ile buharlaştırılan atomların elektronlarını uyararak normalden daha yüksek enerji düzeyine çıkarılması ve bunun saptanması ilkesine dayanan analizlerdir.

Bu çalışmada ağır metal ölçümleri için Shimadzu firmasının 6701-F modeli AAS cihazı kullanılmıştır.

Bu cihazda, Flame emmission, Graphite furnace, Hidrür sistemi vardır. Alev ünitesinde asetilen + hava karışımı kullanılmıştır. Toplam metal içeriği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$C=(A*D)/W$$

C: Toplam metal miktarı

A:AAS’de okunan değer

D: Seyreltme faktörü

W: Analizi yapılan örnek miktarı

Tablo III. 2. Aas Analizinin Doğruluğunu Belirlemek İçin Yapılan Referans Madde Sonuçları

Element	Referans madde	Okunan değer (ppm)	Sertifika değeri (ppm)
Pb	IAEA 405	76,9	72,6-77
Zn	IAEA 405	266	272-286
Cu	IAEA 405	47,3	46,5-48,9
Cr	IAEA 405	81,8	80-88
Hg	BCR(CRM 142)	1,100	1,04

CRM 142 yumuşak kumlu toprak

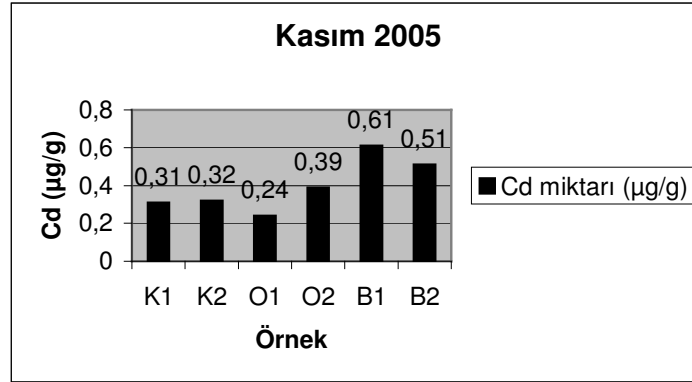
IV. ARAŞTIRMA BULGULARI

IV. 1. KADMIYUM (Cd)

Kasım 2005’de Tablo IV.1’de görüldüğü gibi en düşük değer Orta boy 1’de 0,24 µg/g en yüksek değer ise Büyük boy 1’de 0,61 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.1’de görüldüğü gibi K1 ve K2 numunelerinin değerleri birbirine yakındır ve O1, O2 ve B1’de artış göstermiş olup B2’de değerde düşme gözlenmektedir. Bu ayda Büyük boy istavritlerde diğerlerine oranla daha fazla Cd miktarı saptanmıştır.

Tablo IV. 1. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

	Cd miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	0,31
Küçük Boy 2	0,32
Orta Boy 1	0,24
Orta Boy 2	0,39
Büyük Boy 1	0,61
Büyük Boy 2	0,51



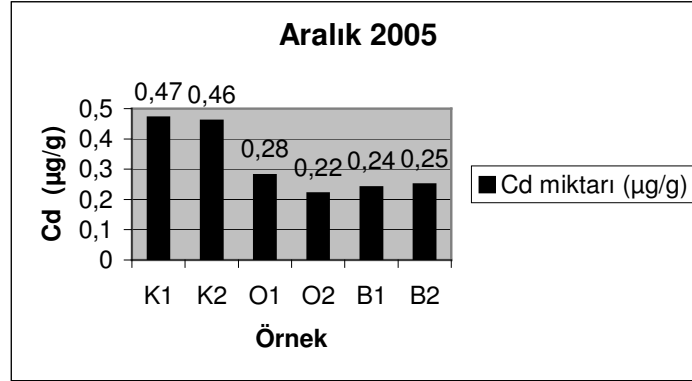
Şekil IV. 1. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

Aralık 2005’de ise en düşük değer tablo IV.2’de görüldüğü gibi Orta boy 2’de 0,22 µg/g, en yüksek değer ise Küçük boy 1’de 0,47 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.2’de görüldüğü üzere Aralık 2005 de K1 den O2 e kadar Cd değerlerinde bir seyrelme, B1 ve B2’de ise yükselme gözlenmektedir. Bu ayda en fazla Cd miktarı

diğerlerine oranla Küçük boy istavritlerde saptanmıştır. Ayrıca bu aydaki değerler Küçük, Orta ve Büyük boyların miktarları birbirine yakın miktarlar çıkmıştır.

Tablo IV. 2. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

	Cd (µg/g)
Küçük Boy 1	0,47
Küçük Boy 2	0,46
Orta Boy 1	0,28
Orta Boy 2	0,22
Büyük Boy 1	0,24
Büyük Boy 2	0,25

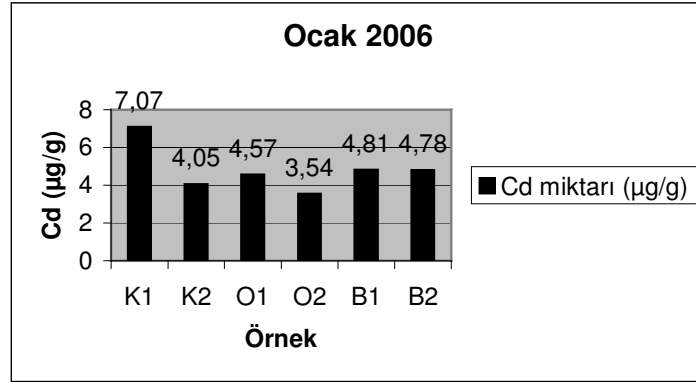


Şekil IV. 2. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

Ocak 2006'da ise en düşük değer tablo IV.3'de görüldüğü gibi Orta boy 2'de 3,54 µg/g, en yüksek değer ise Küçük boy 1'de 7,07 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.3'de görüldüğü üzere Büyük boy örneklerde değerler birbirine yakın çıktığı gözlenmektedir.

Tablo IV. 3. Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

	Cd miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	7,07
Küçük Boy 2	4,05
Orta Boy 1	4,57
Orta Boy 2	3,54
Büyük Boy 1	4,81
Büyük Boy 2	4,78

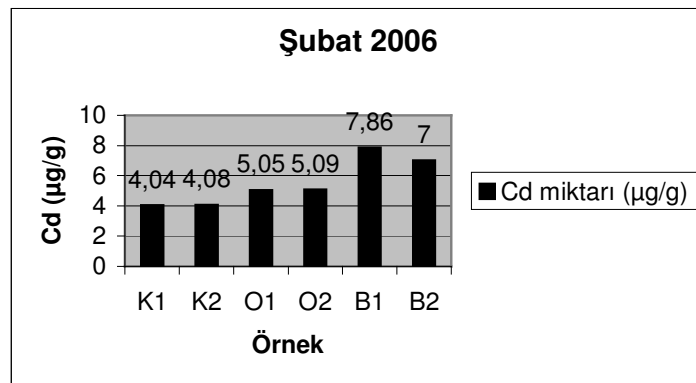


Şekil IV. 3. Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

Şubat 2006'da ise tablo IV.4'de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 1'de 4,04 µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 2'de 7,86 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.4'de görüldüğü üzere K1 ile B1 arasında değerlerin yükseldiği ve B2'de değer düştüğü gözlenmektedir. Bu ayda en yüksek Cd miktarı Büyük boy istavritlerde saptanmıştır.

Tablo IV. 4. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

	Cd miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	4,04
Küçük Boy 2	4,08
Orta Boy 1	5,05
Orta Boy 2	5,09
Büyük Boy 1	7,86
Büyük Boy 2	7



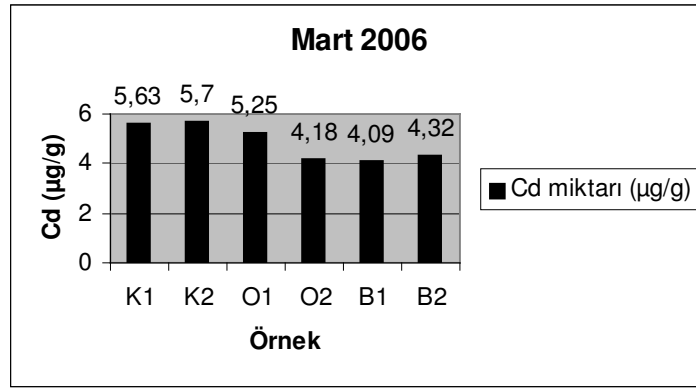
Şekil IV. 4. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

Mart 2006'da ise tablo IV.5'de görüldüğü gibi en düşük değer, Büyük boy 1'de 4,09 µg/g, en yüksek değer ise Küçük boy 2'de 5,7 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil

5’de görüldüğü üzere K1 ile K2’nin ve B1 ve B2’nin değerlerin birbirine yakın çıktığı gözlenmektedir. Şekil IV.5’de görüldüğü üzere K2 ile B1 arasında bir seyrelme görülmektedir fakat B2’de değerin yükseldiği gözlenmektedir. Bu ayda diğerlerine oranla en yüksek değer Küçük boy istavritlerde saptanmıştır.

Tablo IV. 5. Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

	Cd miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	5,63
Küçük Boy 2	5,7
Orta Boy 1	5,25
Orta Boy 2	4,18
Büyük Boy 1	4,09
Büyük Boy 2	4,32

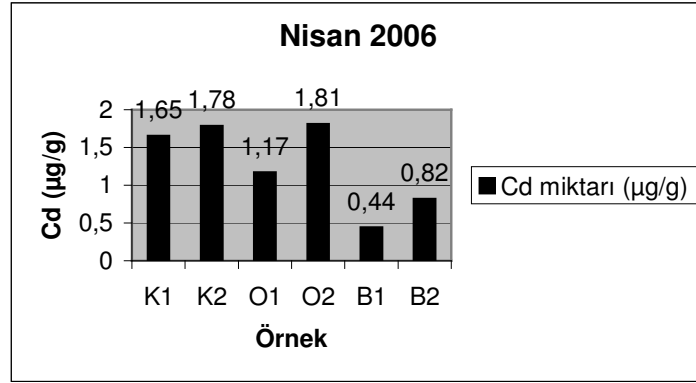


Şekil IV. 5. Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

Nisan 2006’da ise tablo IV.6’da görüldüğü gibi en düşük değer Büyük boy 1’de 0,44 µg/g, en yüksek değer ise Küçük boy 2’de 1,78 µg/g olarak saptanmıştır. Bu ayda en düşük Cd miktarı büyük boy istavritlerde saptanmıştır.

Tablo IV. 6. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

	Cd miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	1,65
Küçük Boy 2	1,78
Orta Boy 1	1,17
Orta Boy 2	1,81
Büyük Boy 1	0,44
Büyük Boy 2	0,82

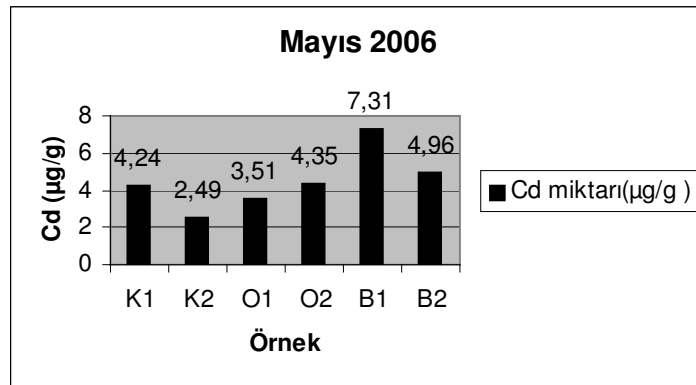


Şekil IV. 6. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

Mayıs 2006'da ise tablo IV.7'de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 2'de 2,49µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 1'de 7,31µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.7'de görüldüğü üzere Küçük boy 2 ile Büyük boy 1 arasında değerlerde bir artış, Büyük boy 2'de ise değerlerde hızlı bir azalma gözlenmektedir. Bu ayda Büyük boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla Cd miktarı saptanmıştır.

Tablo IV. 7. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cd Miktarı (µg/g)

	Cd miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	4,24
Küçük Boy 2	2,49
Orta Boy 1	3,51
Orta Boy 2	4,35
Büyük Boy 1	7,31
Büyük Boy 2	4,96



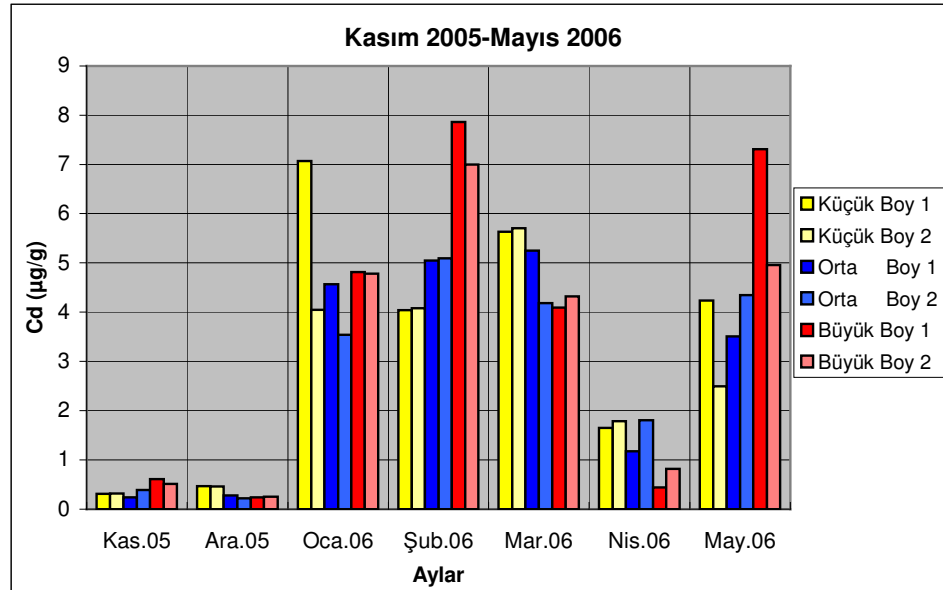
Şekil IV. 7. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritler' de Cd Miktarı (µg/g)

Tablo IV.8'e bakıldığında zaman Küçük boy1 in aylara göre en düşük olduğu değer Kasım 2005'de 0,31 µg/g , en yüksek olduğu değer ise Ocak 2006'da 7,07 µg/g, Küçük boy 2'de ise en düşük olduğu değer Kasım 2005'de 0,32 µg/g, en

yüksek olduğu değer ise Mart 2006'da 5,7 μ g/g, Orta boy 1'in en düşük olduğu değer Kasım 2006'da 0,24 μ g/g, en yüksek olduğu değer ise Mart 2006'da 5,25 μ g/g, Orta boy 2'de en düşük olduğu değer Aralık 2005'de 0,22 μ g/g, en yüksek olduğu değer Şubat 2006'da 5,09 μ g/g, Büyük boy 1'de en düşük olduğu değer Aralık 2005'de 0,24 μ g/g, en yüksek olduğu değer Şubat 2006'da 7,86 μ g/g, Büyük boy 2'de ise en küçük olduğu değer Aralık 2005'de 0,25 μ g/g, en yüksek olduğu değer ise Şubat 2006'da 7 μ g/g olarak saptanmıştır.

Tablo IV. 8. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Cd Miktarı (μ g/g)

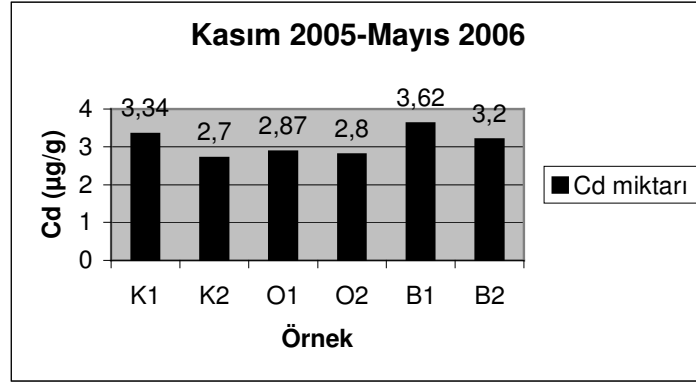
	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006	Ortalama Değer
Küçük Boy 1	0,31	0,47	7,07	4,04	5,63	1,65	4,24	3,34
Küçük Boy 2	0,32	0,46	4,05	4,08	5,7	1,78	2,49	2,70
Orta Boy 1	0,24	0,28	4,57	5,05	5,25	1,17	3,51	2,87
Orta Boy 2	0,39	0,22	3,54	5,09	4,18	1,81	4,35	2,80
Büyük Boy 1	0,61	0,24	4,81	7,86	4,09	0,44	7,31	3,62
Büyük Boy 2	0,51	0,25	4,78	7	4,32	0,82	4,96	3,20



Şekil IV. 8. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Cd Miktarı (μ g/g)

Şekil IV.8’de ise 7 aylık Cd ($\mu\text{g/g}$) değerleri görülmektedir. En yüksek değerin Şubat 2006’da Büyük boy1’de, en küçük değer ise Aralık 2005 de Orta boy 2’de saptandığı görülmektedir.

Şekil IV.9’da Boylara göre olan ortalamalara bakıldığı zaman en yüksek değerin B1’de en düşük değerin ise K2’de olduğu görülmektedir.



Şekil IV. 9. Kasım 2005-Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$)

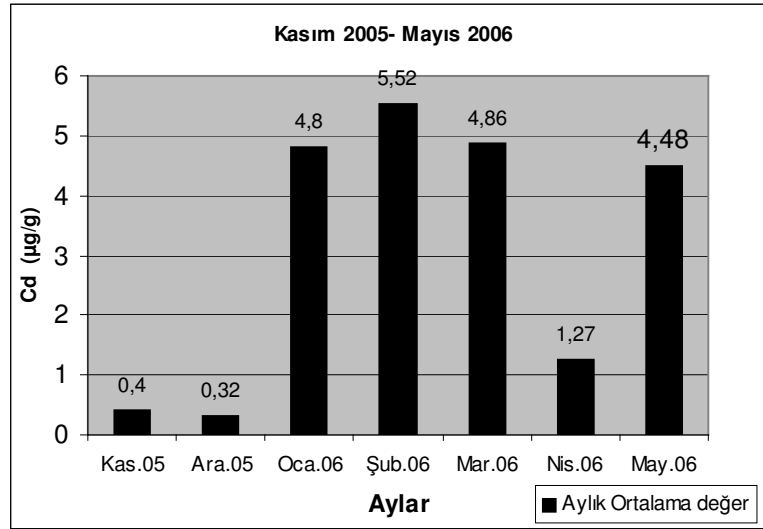
Tablo IV. 9. Aylara Göre Cd’ nin En Düşük ve En Yüksek Olduğu Miktar ($\mu\text{g/g}$)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Cd ($\mu\text{g/g}$)	0,24-0,61	0,22-0,47	3,54-7,07	4,04-7,86	4,09-5,7	0,44-1,78	2,49-7,31

Tablo IV.10’da aylık ortalama Cd miktarları görülmektedir. Şekil.IV.10’a bakıldığı zaman aylık ortalama Cd miktarlarında en düşük değerin Aralık 2005’de en yüksek değerin ise Şubat 2006’da saptandığı görülmektedir.

Tablo IV. 10. Aylık Ortalama Cd Miktarı ($\mu\text{g/g}$)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Küçük Boy 1	0,31	0,47	7,07	4,04	5,63	1,65	4,24
Küçük Boy 2	0,32	0,46	4,05	4,08	5,7	1,78	2,49
Orta Boy 1	0,24	0,28	4,57	5,05	5,25	1,17	3,51
Orta Boy 2	0,39	0,22	3,54	5,09	4,18	1,81	4,35
Büyük Boy 1	0,61	0,24	4,81	7,86	4,09	0,44	7,31
Büyük Boy 2	0,51	0,25	4,78	7	4,32	0,82	4,96
Aylık ortalama	0,4	0,32	4,8	5,52	4,86	1,27	4,48



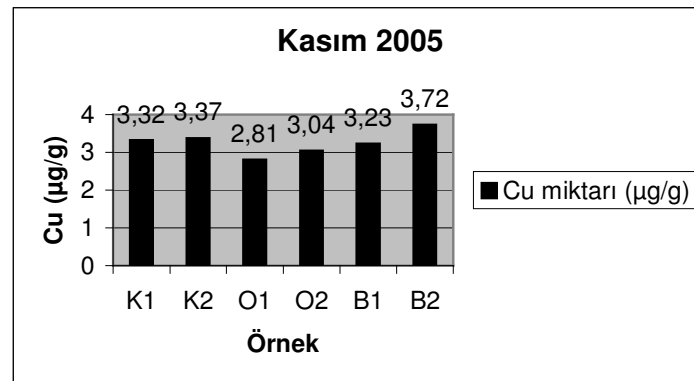
Şekil IV. 10. Aylık Ortalama Cd Miktarı (µg/g)

IV. 2. BAKIR (Cu):

Kasım 2005’de tablo IV.11’de görüldüğü gibi en düşük değer Orta boy 1’de 2,81 µg/g, en yüksek değer ise büyük Boy 2’de 3,72 µg/g olarak saptanmıştır. Kasım 2005’de Cu düzeyleri şekil IV.11’a bakıldığında K1 ve K2’de bulunan değerlerin birbirine yakın olduğu ve O1 den B2 ye kadar değerde bir artış olduğu gözlenmektedir.

Tablo IV. 11. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

	Cu miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	3,32
Küçük Boy 2	3,37
Orta Boy 1	2,81
Orta Boy 2	3,04
Büyük Boy 1	3,23
Büyük Boy 2	3,72

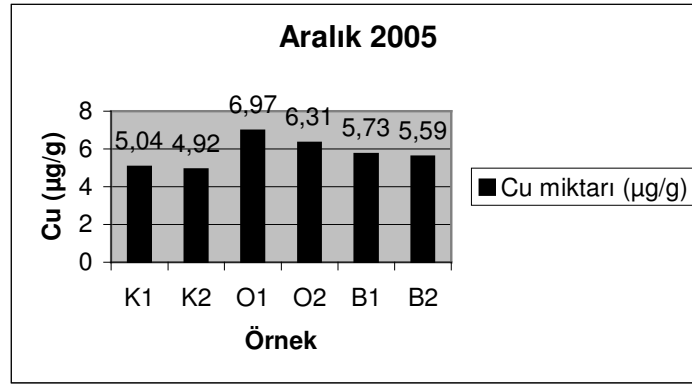


Şekil IV. 11. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

Aralık 2005’de ise tablo IV.12’de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 1’de 4,92 µg/g, en yüksek değer ise Orta boy 2’de 6,97 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.12’de K1 ile K2 değerleri arasında düşük bir azalma ve O1’de ise ani bir yükselme , O2 den B2’ye kadar da değerde düşme gözlenmektedir. Bu ayda Orta boy istavritlerde diğerlerine oranla daha fazla Cu miktarı saptanmıştır.

Tablo IV. 12. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

	Cu miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	5,04
Küçük Boy 2	4,92
Orta Boy 1	6,97
Orta Boy 2	6,31
Büyük Boy 1	5,73
Büyük Boy 2	5,59

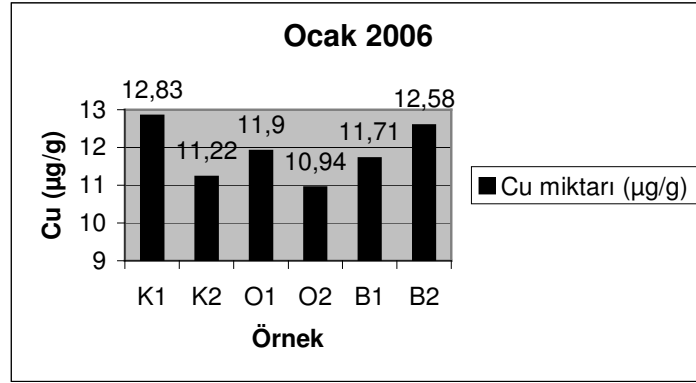


Şekil IV. 12. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

Ocak 2006’da ise tablo IV.13’de görüldüğü gibi en düşük değer Orta boy 2’de 10,94 µg/g, en yüksek değer ise 12,83 µg/g ile Küçük boy 1’de saptanmıştır.

Tablo IV. 13. Ocak 2006 küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

	Cu miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	12,83
Küçük Boy 2	11,22
Orta Boy 1	11,9
Orta Boy 2	10,94
Büyük Boy 1	11,71
Büyük Boy 2	12,58

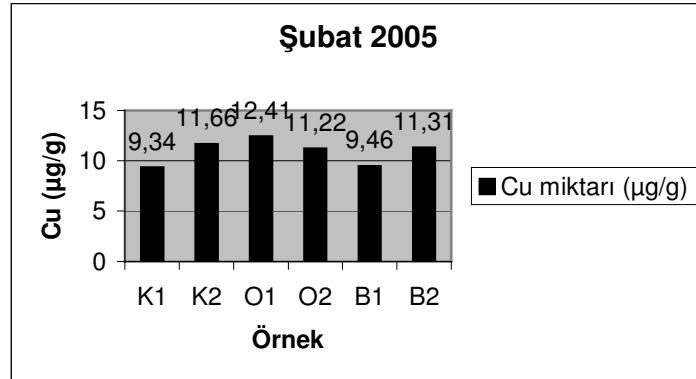


Şekil IV. 13. Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

Şubat 2006'da ise tablo IV.14'de görüldüğü gibi en düşük değer 9,34 µg/g ile Küçük boy 1'de, en yüksek değer ise Orta boy 1'de 12,41 µg/g olarak saptanmıştır.

Tablo IV. 14. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

	Cu miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	9,34
Küçük Boy 2	11,66
Orta Boy 1	12,41
Orta Boy 2	11,22
Büyük Boy 1	9,46
Büyük Boy 2	11,31

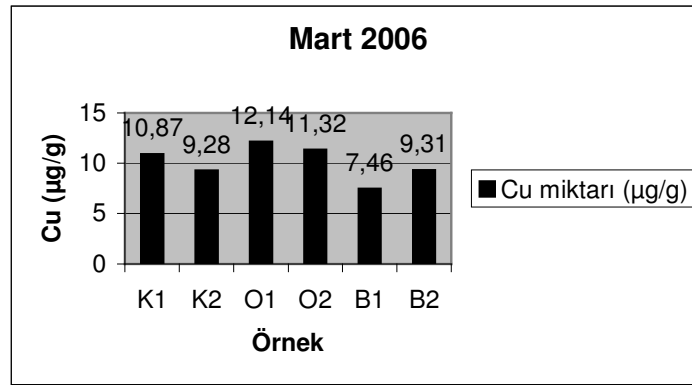


Şekil IV. 14. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

Mart 2006'da ise tablo IV.15' de görüldüğü gibi en düşük değer Büyük boy 1'de 7,46 µg/g, en büyük değer ise 12,14 µg/g ile Orta boy 1'de saptanmıştır. Şekil IV.15'de görüldüğü üzere bu ayda Orta boy istavritlerde diğerlerine oranla daha fazla Cu miktarı saptanmıştır.

Tablo IV. 15. Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

	Cu miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	10,87
Küçük Boy 2	9,28
Orta Boy 1	12,14
Orta Boy 2	11,32
Büyük Boy 1	7,46
Büyük Boy 2	9,31

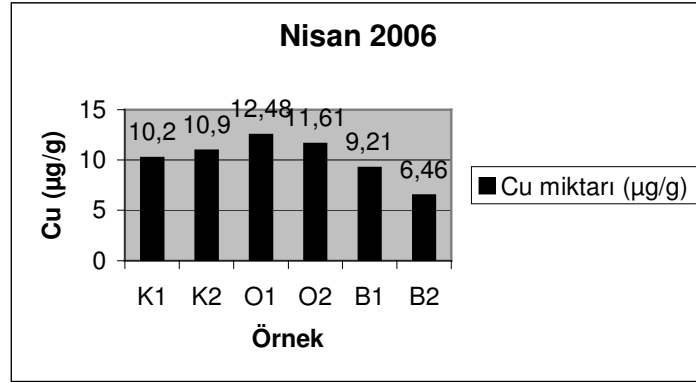


Şekil IV. 15. Mart 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

Nisan 2006’da ise Tablo IV.16’da görüldüğü gibi en düşük değer 6,46 µg/g ile Büyük boy 2’de, en yüksek değer ise 12,48 µg/g ile orta boy 1’de saptanmıştır. Şekil IV.16’da görüldüğü üzere bu ayda Orta boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla miktarda Cu saptanmıştır.

Tablo IV. 16. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

	Cu miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	10,2
Küçük Boy 2	10,9
Orta Boy 1	12,48
Orta Boy 2	11,61
Büyük Boy 1	9,21
Büyük Boy 2	6,46

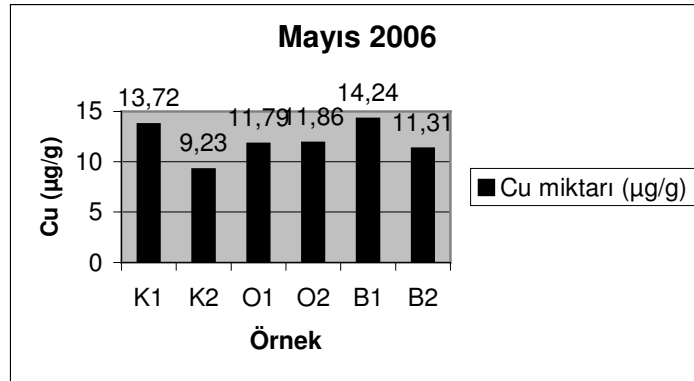


Şekil IV. 16. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

Mayıs 2006'da ise Tablo IV.17'de görüldüğü gibi en düşük değer 9,23 µg/g ile Küçük boy 2'de , en yüksek değer ise 14,24 µg/g ile büyük boy 1'de saptanmıştır

Tablo IV. 17. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

	Cu miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	13,72
Küçük Boy 2	9,23
Orta Boy 1	11,79
Orta Boy 2	11,86
Büyük Boy 1	14,24
Büyük Boy 2	11,31



Şekil IV. 17. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Cu Miktarı (µg/g)

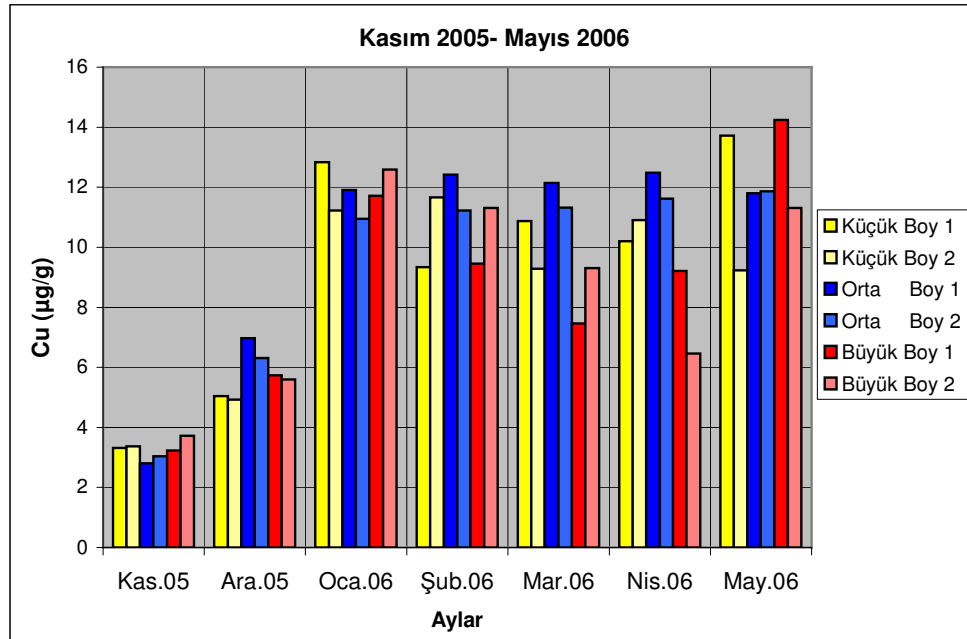
Tablo IV.18'e bakıldığı zaman Küçük boy1'in aylara göre en düşük olduğu değer Kasım 2005'de 3,32 µg/g , en yüksek olduğu değer ise Mayıs 2006'da 13,72 µg/g, Küçük boy 2'de ise en düşük olduğu değer Kasım 2005'de 3,32 µg/g, en yüksek olduğu değer ise Şubat 2006'da 11,66µg/g, Orta boy 1'de en düşük olduğu değer Kasım 2005'de 2,81µg/g, en yüksek olduğu değer ise Nisan 2006'da 12,48µg/g, Orta boy 2'de en düşük olduğu değer Kasım 2005'de 3,04 µg/g, en yüksek olduğu değer Mayıs 2006'da 11,86µg/g, Büyük boy 1'de en düşük olduğu

değer Kasım 2005’de 3,23µg/g, en yüksek olduğu değer Mayıs 2006’da 14,24 µg/g, Büyük boy 2’de ise en küçük olduğu değer Kasım 2005’de 3,72 µg/g, en yüksek olduğu değer ise Ocak 2006’da 12,58 µg/g olarak saptanmıştır

Şekil IV.18’de ise 7 aylık Cu (µg/g) değerleri görülmektedir. En yüksek değerlerin Mayıs 2006’da Büyük boy1’de, en küçük değer ise Kasım 2005’de Orta boy 1’de saptandığı görülmektedir.

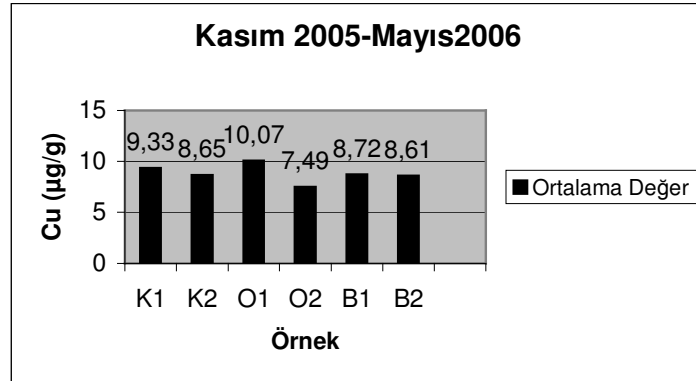
Tablo IV. 18. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Cu Miktarı (µg/g)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006	Ortalama Değer
Küçük Boy 1	3,32	5,04	2,83	9,34	10,87	10,2	13,72	9,33
Küçük Boy 2	3,37	4,92	11,22	11,66	9,28	10,9	9,23	8,65
Orta Boy 1	2,81	6,97	11,9	12,41	12,14	12,48	11,79	10,07
Orta Boy 2	3,04	6,31	10,94	11,22	11,32	11,61	11,86	7,49
Büyük Boy 1	3,23	5,73	11,71	9,46	7,46	9,21	14,24	8,72
Büyük Boy 2	3,72	5,59	12,58	11,31	9,31	6,46	11,31	8,61



Şekil IV. 18. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Cu Miktarı (µg/g)

Şekil IV.19’da Boylara göre ortalama Cu değerlerine bakıldığı zaman en yüksek değerin O1’de en düşük değerin ise O2’de olduğu görülmektedir.



Şekil IV. 19. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Cu Miktarı (µg/g)

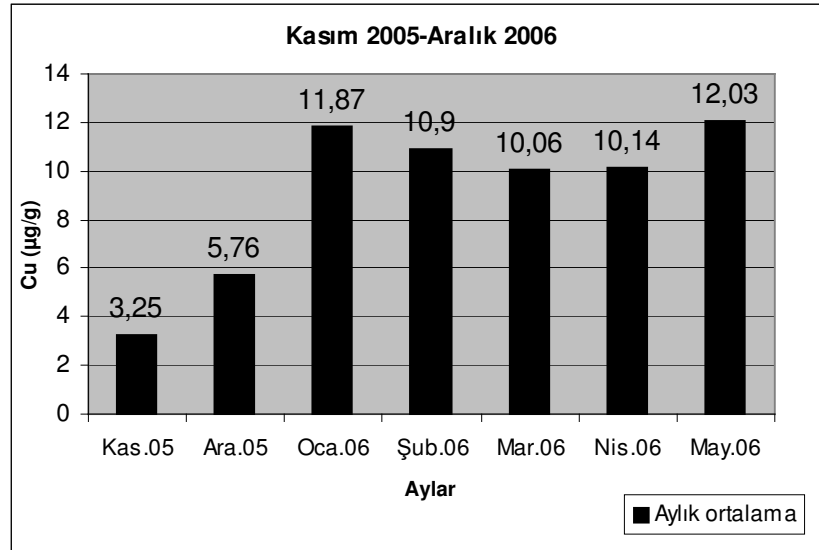
Tablo IV. 19. Aylara Göre Cu’ nun En Düşük ve En Yüksek Miktarı (µg/g)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Cu(µg /g)	2,81-3,72	4,92-6,97	10,94-12,83	9,34-12,41	7,46-12,14	6,46-12,48	9,23-14,24

Tablo IV.20’de aylık ortalama Cu miktarları görülmektedir. Şekil.IV.20’ye bakıldığı zaman aylık ortalama Cu miktarlarında en düşük değerin Kasım2005’de en yüksek değerin ise Mayıs 2006’da saptandığı görülmektedir.

Tablo IV. 20. Aylık Ortalama Cu Miktarı (µg/g)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Küçük Boy 1	3,32	5,04	12,83	9,34	10,87	10,2	13,72
Küçük Boy 2	3,37	4,92	11,22	11,66	9,28	10,9	9,23
Orta Boy 1	2,81	6,97	11,9	12,41	12,14	12,48	11,79
Orta Boy 2	3,04	6,31	10,94	11,22	11,32	11,61	11,86
Büyük Boy 1	3,23	5,73	11,71	9,46	7,46	9,21	14,24
Büyük Boy 2	3,72	5,59	12,58	11,31	9,31	6,46	11,31
Aylık ortalama	3,25	5,76	11,87	10,9	10,06	10,14	12,03



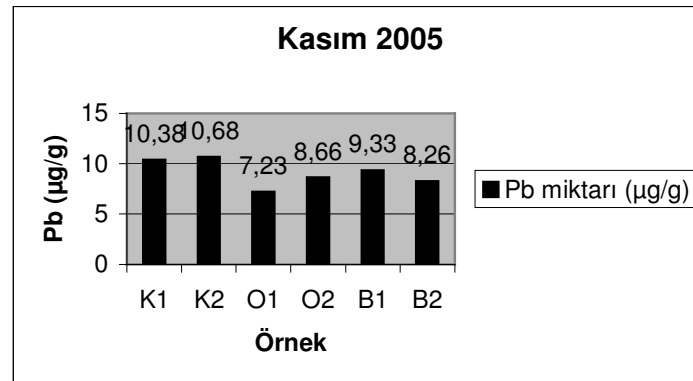
Şekil IV. 20. Aylık Ortalama Cu Miktarı (µg/g)

IV. 3. KURŞUN (Pb)

Kasım 2005’de ise tablo IV.21’de görüldüğü gibi en düşük değer Orta boy 1’de 10,68 µg/g, en yüksek değer ise Küçük boy 2’de 10,68 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil 21’de görüldüğü üzere bu ayda Küçük boy istavritlerde diğer boylara göre daha fazla Pb(µg/g) miktarı saptanmıştır

Tablo IV. 21. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

	Pb miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	10,38
Küçük Boy 2	10,68
Orta Boy 1	7,23
Orta Boy 2	8,66
Büyük Boy 1	9,33
Büyük Boy 2	8,26

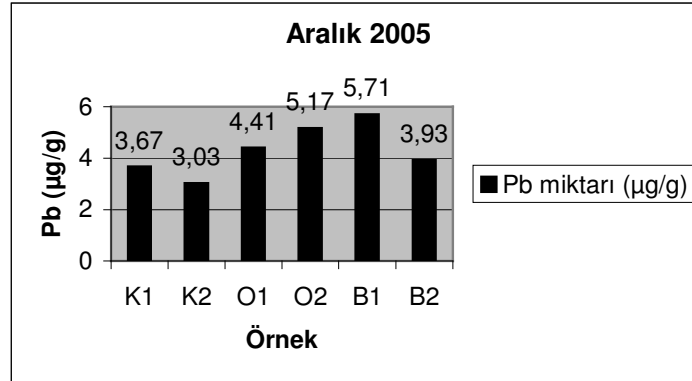


Şekil IV. 21. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

Aralık 2005’de ise tablo IV.22’de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 2’de 3,03 µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 1’de 6,97 µg/g olarak saptanmıştır.Şekil IV.22’de görüldüğü üzere bu ayda K1’ den K2’ye değerinde bir düşme, K2’den O1’e kadar değerinde bir yükselme ve O1 den O2 ye değerinde düşme gözlenmektedir.

Tablo IV. 22. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

	Pb miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	3,67
Küçük Boy 2	3,03
Orta Boy 1	4,41
Orta Boy 2	5,17
Büyük Boy 1	5,71
Büyük Boy 2	3,93

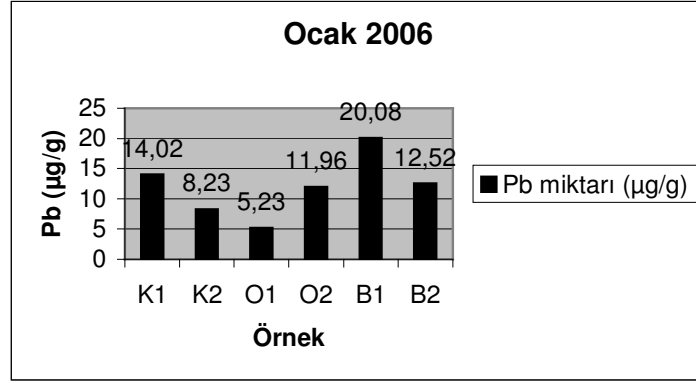


Şekil IV. 22. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

Ocak 2006’de ise tablo IV.23’de görüldüğü gibi en düşük değer Orda boy 1’de 5,23 µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 1’de 20,08 µg/g olarak saptanmıştır.Şekil IV.23’de görüldüğü üzere K1’den O1’e kadar değerinde bir düşme, O1’den B1’e kadar ani bir yükselme, B1 ile B2 arasında ise ani bir düşme gözlenmektedir.

Tablo IV. 23.Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

	Pb miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	14,02
Küçük Boy 2	8,23
Orta Boy 1	5,23
Orta Boy 2	11,96
Büyük Boy 1	20,08
Büyük Boy 2	12,52

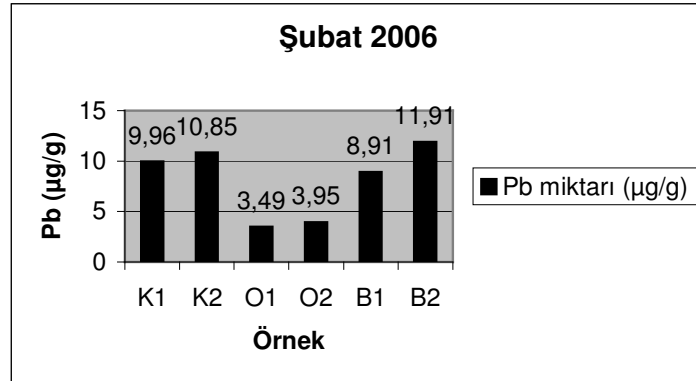


Şekil IV. 23. Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

Ocak 2006’da ise tablo IV.24’de görüldüğü gibi en düşük değer Orda boy 1’de 3,49 µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 2’de 11,91µg/g olarak saptanmıştır. Bu ayda en düşük değerler Orta boy istavritlerde tespit edilmiştir.

Tablo IV. 24. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

	Pb miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	9,96
Küçük Boy 2	10,85
Orta Boy 1	3,49
Orta Boy 2	3,95
Büyük Boy 1	8,91
Büyük Boy 2	11,91

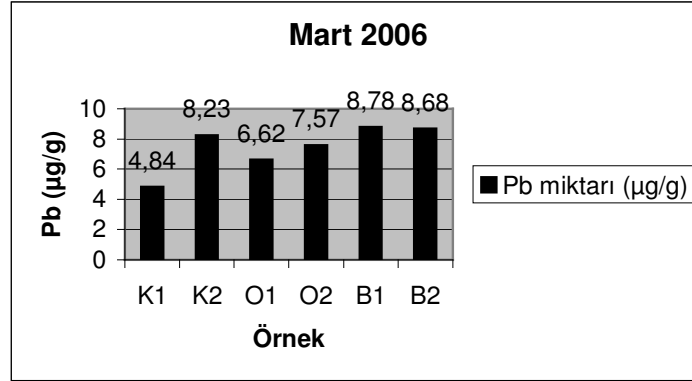


Şekil IV. 24. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

Mart 2006’da ise tablo IV.25’de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 1’de 4,84 µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 1’de 8,78 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.25’de görüldüğü üzere Büyük boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla Pb (µg/g) miktarı saptanmıştır.

Tablo IV. 25. Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

	Pb miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	4,84
Küçük Boy 2	8,23
Orta Boy 1	6,62
Orta Boy 2	7,57
Büyük Boy 1	8,78
Büyük Boy 2	8,68

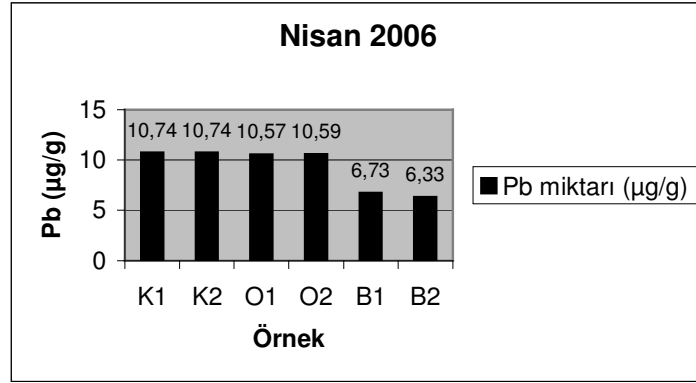


Şekil IV. 25. Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

Nisan 2006'da ise tablo IV.26'da görüldüğü gibi en düşük değer Büyük boy 2'de 6,33 µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 1'de ve Büyük boy 2'de 10,74 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.26'de görüldüğü üzere Büyük boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla Pb (µg/g) miktarı saptanmıştır:Şekil IV.26'da görüldüğü üzere K1'den B2'ye kadar Pb(µg/g) miktarında seyrelme saptanmıştır.

Tablo IV. 26. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

	Pb miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	10,74
Küçük Boy 2	10,74
Orta Boy 1	10,57
Orta Boy 2	10,59
Büyük Boy 1	6,73
Büyük Boy 2	6,33

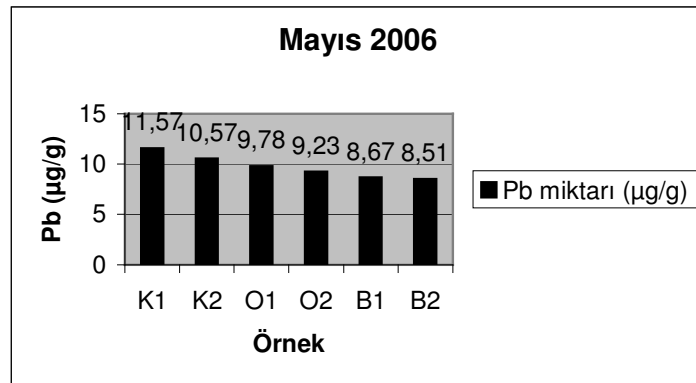


Şekil IV. 26. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

Mayıs 2006'da ise tablo IV.27'de görüldüğü gibi en düşük değer Büyük boy 2'de 8,51 µg/g, en yüksek değer ise Küçük boy 1'de 11,57 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.27'de görüldüğü üzere Büyük boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla Pb (µg/g) miktarı saptanmıştır. Şekil IV.26'da görüldüğü üzere K1'den B2'ye kadar Pb(µg/g) miktarında seyrelme saptanmıştır.

Tablo IV. 27. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

	Pb miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	11,57
Küçük Boy 2	10,57
Orta Boy 1	9,78
Orta Boy 2	9,23
Büyük Boy 1	8,67
Büyük Boy 2	8,51



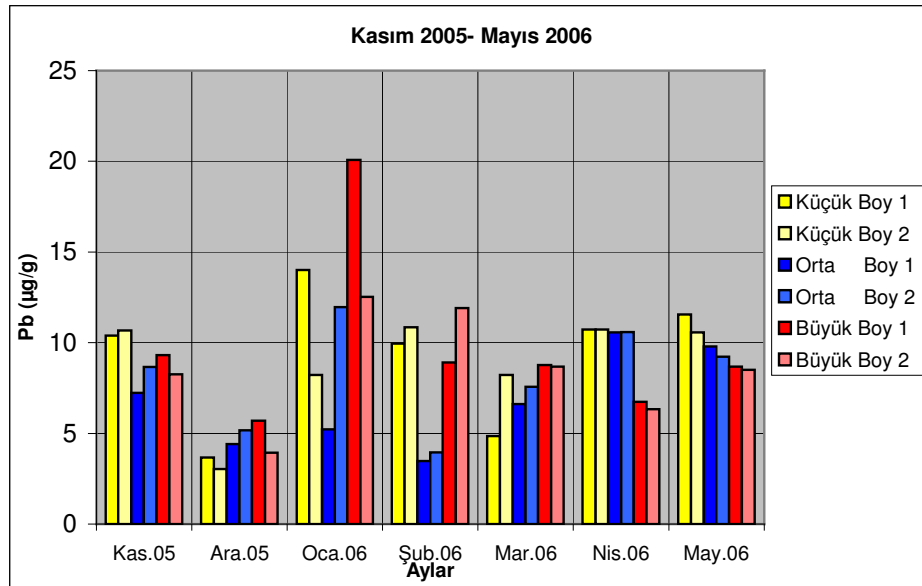
Şekil IV. 27. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Pb Miktarı (µg/g)

Tablo IV.28'e bakıldığı zaman Küçük boy1'in aylara göre en düşük olduğu değer Aralık 2005'de 3,67 µg/g , en yüksek olduğu değer ise Ocak 2006'da 14,02 µg/g, Küçük boy 2'de ise en düşük olduğu değer Aralık 2005'de 3,03 µg/g, en

yüksek olduğu değer ise Şubat 2006'da 10,85 µg/g, Orta boy 1'de en düşük olduğu değer Şubat 2006'da 3,49 µg/g, en yüksek olduğu değer ise Nisan 2006'da 10,57 µg/g, Orta boy 2'de en düşük olduğu değer Şubat 2006'da 3,95 µg/g, en yüksek olduğu değer Ocak 2006'da 11,96 µg/g, Büyük boy 1'de en düşük olduğu değer aralık 2005'de 5,71 µg/g, en yüksek olduğu değer Ocak 2006'da 20,08 µg/g, Büyük boy 2'de ise en küçük olduğu değer Aralık 2005'de 3,93 µg/g, en yüksek olduğu değer ise Ocak 2006'da 12,52 µg/g olarak saptanmıştır

Tablo IV. 28. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Pb Miktarı (µg/g)

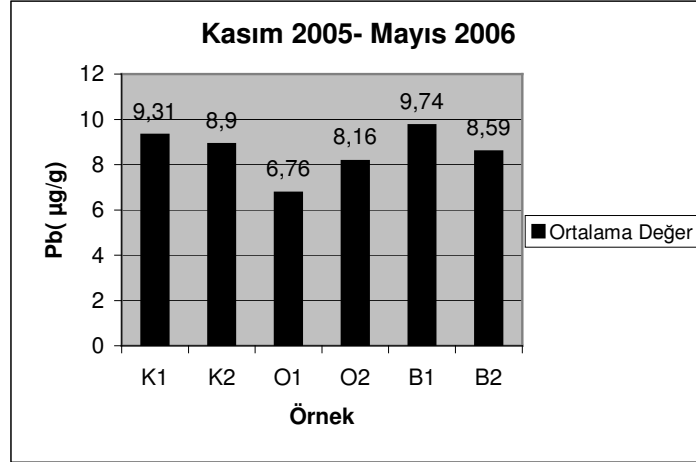
	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006	Ortalama Değer
Küçük Boy 1	10,38	3,67	14,02	9,96	4,84	10,74	11,57	9,31
Küçük Boy 2	10,68	3,03	8,23	10,85	8,23	10,74	10,57	8,9
Orta Boy 1	7,23	4,41	5,23	3,49	6,62	10,57	9,78	6,76
Orta Boy 2	8,66	5,17	11,96	3,95	7,57	10,59	9,23	8,16
Büyük Boy 1	9,33	5,71	20,08	8,91	8,78	6,73	8,67	9,74
Büyük Boy 2	8,26	3,93	12,52	11,91	8,68	6,33	8,51	8,59



Şekil IV. 28. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Pb Miktarı (µg/g)

Şekil IV.28’de ise 7 aylık Pb (µg/g) değerleri görülmektedir. En yüksek değer Ocak 2006’da Büyük boy 1’de, en küçük değer ise Aralık 2005’de Küçük boy 2’de saptandığı görülmektedir.

Şekil IV.29’da Boylara göre ortalama Pb değerlerine bakıldığında zaman en yüksek değer B1’de en düşük değerin ise O1’de olduğu görülmektedir



Şekil IV. 29. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Pb Miktarı (µg/g)

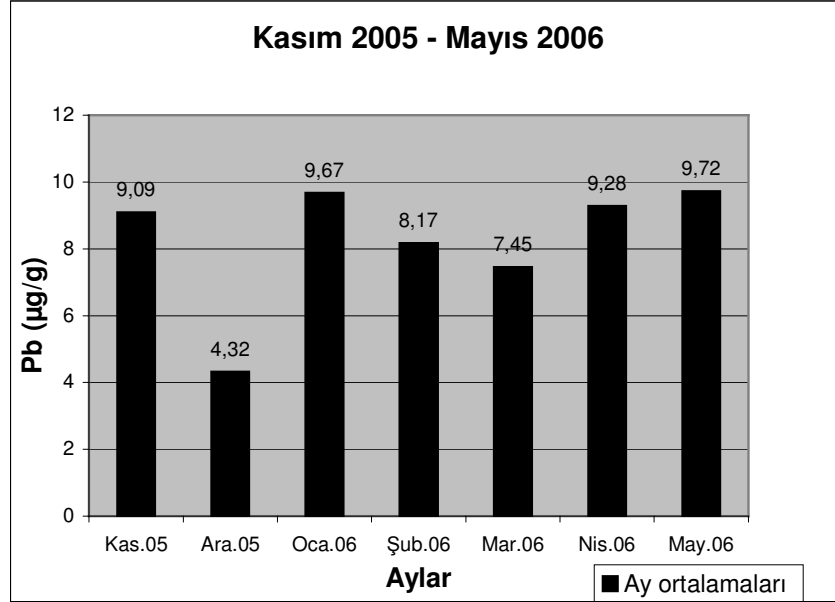
Tablo IV. 29. Aylara göre Pb’ nin En düşük ve En Yüksek Miktarı (µg/g)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Pb(µg /g)	7,23-10,68	3,03-5,71	5,23-20,8	3,49-11,91	4,84-8,78	6,33-10,74	8,51-11,57

Tablo IV. 30. Aylık Ortalama Pb Miktarı (µg/g)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Küçük Boy 1	10,38	3,67	14,02	9,96	4,84	10,74	11,57
Küçük Boy 2	10,68	3,03	8,23	10,85	8,23	10,74	10,57
Orta Boy 1	7,23	4,41	5,23	3,49	6,62	10,57	9,78
Orta Boy 2	8,66	5,17	11,96	3,95	7,57	10,59	9,23
Büyük Boy 1	9,33	5,71	20,08	8,91	8,78	6,73	8,67
Büyük Boy 2	8,26	3,93	12,52	11,91	8,68	6,33	8,51
Ortalama değer	9,09	4,32	9,67	8,17	7,45	9,28	9,72

Tablo IV.30’da aylık ortalama Pb miktarları görülmektedir. Şekil IV.30’a bakıldığında aylık ortalama Pb miktarlarında en düşük değerin Aralık 2005’de en yüksek değerin ise Ocak 2006’da saptandığı görülmektedir.



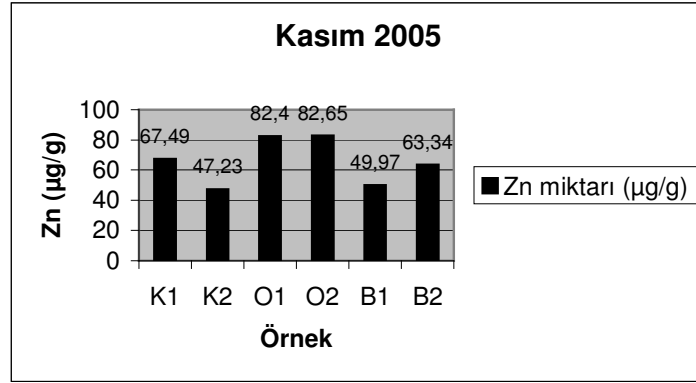
Şekil IV. 30. Aylık Ortalama Pb Miktarı (µg/g)

IV. 4. ÇİNKO (Zn)

Kasım 2005’de ise tablo IV.31’de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 2’de 10,68 µg/g, en yüksek değer ise Orta boy 2’de 10,68 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil 31’de görüldüğü üzere bu ayda Orta boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla Pb(µg/g) miktarı saptanmıştır.

Tablo IV. 31. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

	Zn miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	67,49
Küçük Boy 2	47,23
Orta Boy 1	82,4
Orta Boy 2	82,65
Büyük Boy 1	49,97
Büyük Boy 2	63,34

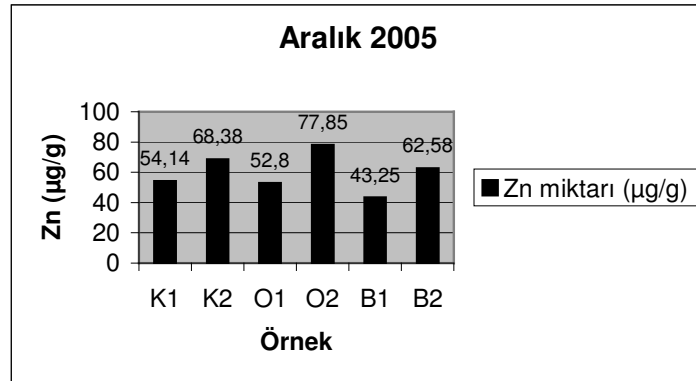


Şekil IV. 31. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

Aralık 2005’de ise tablo IV.32’de görüldüğü gibi en düşük değer Büyük boy 1’de 43,25 µg/g, en yüksek değer ise Orta boy 2’de 77,85 µg/g olarak saptanmıştır.

Tablo IV. 32. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

	Zn miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	54,14
Küçük Boy 2	68,38
Orta Boy 1	52,8
Orta Boy 2	77,85
Büyük Boy 1	43,25
Büyük Boy 2	62,58

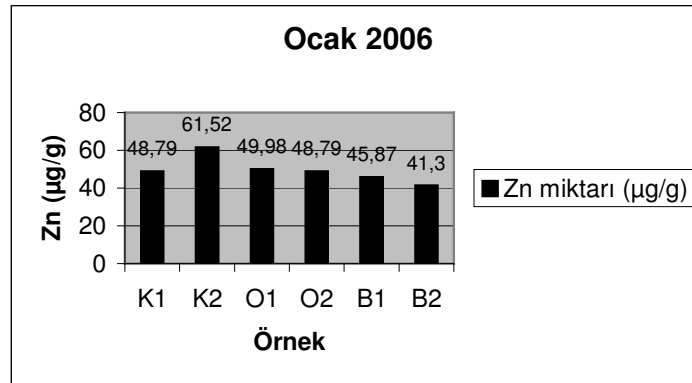


Şekil IV. 32. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

Ocak 2005’de ise tablo IV.33’de görüldüğü gibi en düşük değer Büyük boy 2’de 41,3 µg/g, en yüksek değer ise Küçük boy 2’de 61,52 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.33’de görüldüğü üzere bu ayda K1 ile K2 arasında değerde yükselme, K2 arasında ise değerde seyrelme gözlemlenmektedir.

Tablo IV. 33. Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarları (µg/g)

	Zn miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	48,79
Küçük Boy 2	61,52
Orta Boy 1	49,98
Orta Boy 2	48,79
Büyük Boy 1	45,87
Büyük Boy 2	41,3

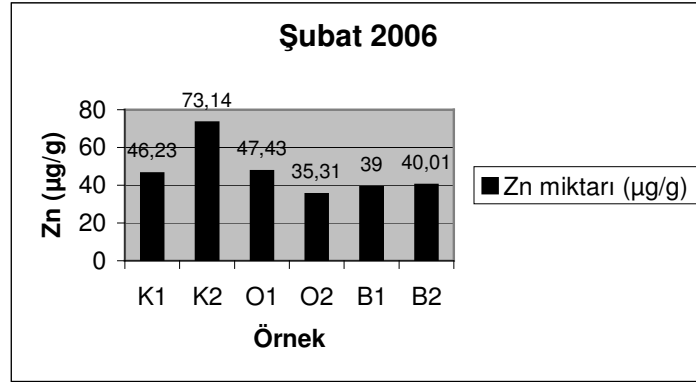


Şekil IV. 33. Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

Şubat 2006'da ise tablo IV.34'de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 2'de 10,68 µg/g, en yüksek değer ise Orta boy 2'de 10,68 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil 34'de görüldüğü üzere bu ayda Orta boy istavritlerde diğer boylara göre daha fazla Pb(µg/g) miktarı saptanmıştır.

Tablo IV. 34. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

	Zn miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	46,23
Küçük Boy 2	73,14
Orta Boy 1	47,43
Orta Boy 2	35,31
Büyük Boy 1	39,00
Büyük Boy 2	40,01

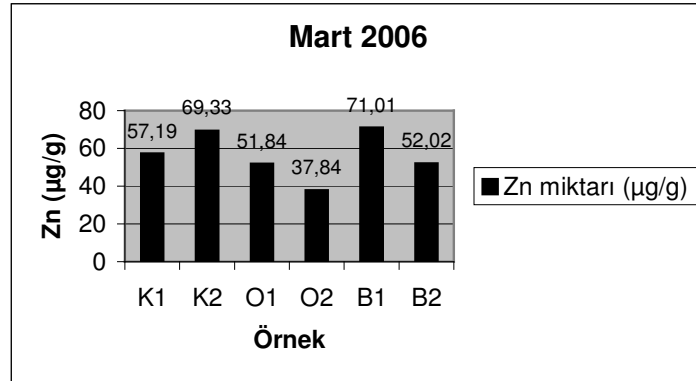


Şekil IV. 34. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

Mart 2006'da ise tablo IV.35'de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 2'de 10,68 µg/g, en yüksek değer ise Orta boy 2'de 10,68 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil 35'de görüldüğü üzere bu ayda Orta boy istavritlerde diğer boylara göre daha fazla Pb(µg/g) miktarı saptanmıştır.

Tablo IV. 35. Mart 2006 Küçük,Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarları (µg/g)

	Zn miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	57,19
Küçük Boy 2	69,33
Orta Boy 1	51,84
Orta Boy 2	37,84
Büyük Boy 1	71,01
Büyük Boy 2	52,02



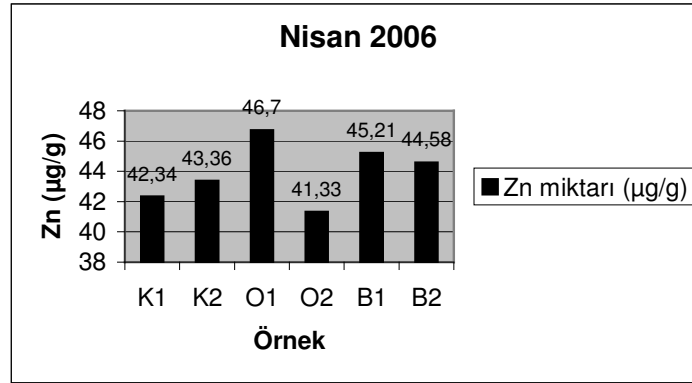
Şekil IV. 35. Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

Nisan 2006'da ise tablo IV.36'da görüldüğü gibi en düşük değer Orta boy 2'de 41,33 µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 1'de 45,21 µg/g olarak saptanmıştır.

Şekil IV.36'da görüldüğü üzere K1 ile O1 arasında değerde yükselme, O2'de ani bir düşüş ve B1'de ani yükselme gözlemlenmektedir.

Tablo IV. 36. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

	Zn miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	42,34
Küçük Boy 2	43,36
Orta Boy 1	46,7
Orta Boy 2	41,33
Büyük Boy 1	45,21
Büyük Boy 2	44,58

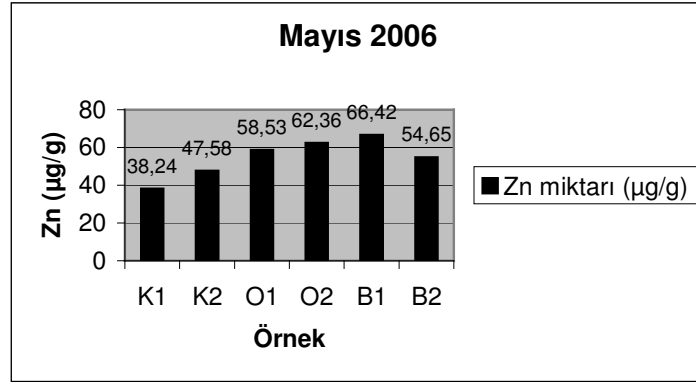


Şekil IV. 36. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

Mayıs 2006'da ise tablo IV.37'de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 1'de 38,24 µg/g, en yüksek değer ise Büyük boy 1'de 66,42 µg/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.37'de görüldüğü üzere K1 ile B1 arasında değerde yükselme, B1 ile B2 arasında düşüş gözlemlenmektedir.

Tablo IV. 37. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

	Zn miktarı(µg/g)
Küçük Boy 1	38,24
Küçük Boy 2	47,58
Orta Boy 1	58,53
Orta Boy 2	62,36
Büyük Boy 1	66,42
Büyük Boy 2	54,65



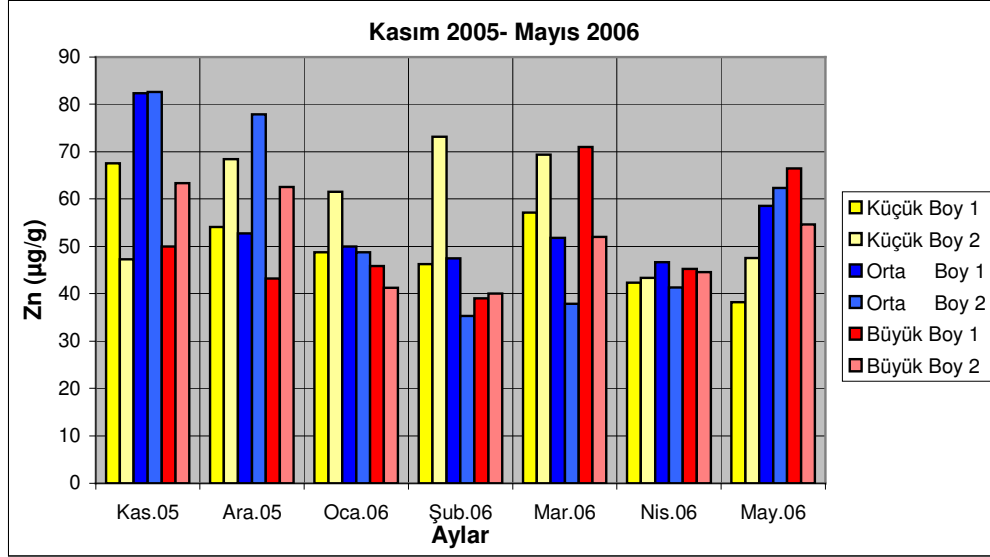
Şekil IV. 37. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Zn Miktarı (µg/g)

Tablo IV.38'e bakıldığında zaman Küçük boy 1'in aylara göre en düşük olduğu değer Mayıs 2006'da 38,24 µg/g , en yüksek olduğu değer ise Kasım 2005'de 67,49 µg/g, Küçük boy 2'de ise en düşük olduğu değer Nisan 2006'da 43,36 µg/g, en yüksek olduğu değer ise Şubat 2006'da 73,14 µg/g, Orta boy 1'de en düşük olduğu değer Nisan 2006'da 46,7 µg/g, en yüksek olduğu değer ise Kasım 2005'de 82,4 µg/g, Orta boy 2'de en düşük olduğu değer Şubat 2006'da 35,31 µg/g, en yüksek olduğu değer Kasım 2005'de 82,65 µg/g, Büyük boy 1'de en düşük olduğu değer Şubat 2006'da 39,00 µg/g, en yüksek olduğu değer Mart 2006'da 71,01 µg/g, Büyük boy 2'de ise en küçük olduğu değer Şubat 2006'da 40,01 µg/g, en yüksek olduğu değer ise Kasım 2005'de 63,34 µg/g olarak saptanmıştır.

Tablo IV. 38. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre ortalama Zn Miktarı (µg/g)

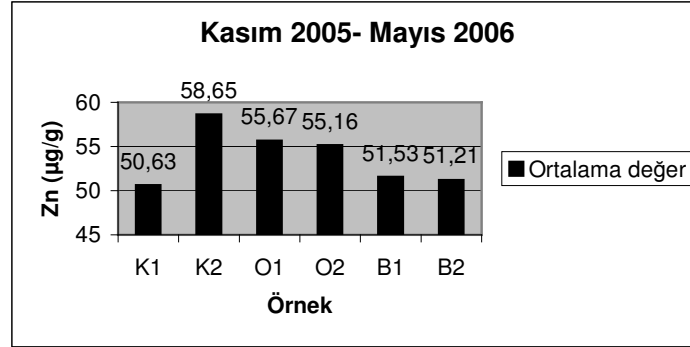
	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006	Ortalama Değer
Küçük Boy 1	67,49	54,14	48,79	46,23	57,19	42,34	38,24	50,63
Küçük Boy 2	47,23	68,38	61,52	73,14	69,33	43,36	47,58	58,65
Orta Boy 1	82,4	52,8	49,98	47,43	51,84	46,7	58,53	55,67
Orta Boy 2	82,65	77,85	48,79	35,31	37,84	41,33	62,36	55,16
Büyük Boy 1	49,97	43,25	45,87	39,00	71,01	45,21	66,42	51,53
Büyük Boy 2	63,34	62,58	41,3	40,01	52,02	44,58	54,65	51,21

Şekil IV.38’de ise 7 aylık Pb (µg/g) değerleri görülmektedir. En yüksek değer Kasım 2005’de Orta boy 2’de, en küçük değer ise Şubat 2006’da Orta boy 2’de saptandığı görülmektedir.



Şekil IV. 38. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Zn Miktarı (µg/g)

Şekil IV.39’da Boylara göre ortalama Pb değerlerine bakıldığı zaman en yüksek değer K2’de en düşük değer ise K1’de olduğu görülmektedir



Şekil IV. 39. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Zn Miktarı (µg/g)

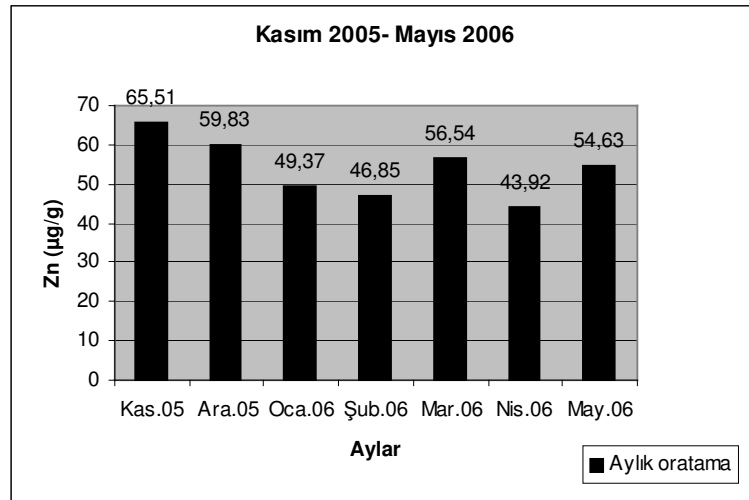
Tablo IV. 39. Aylara göre Zn’ nin En düşük ve En Yüksek Miktarı (µg/g)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Zn (µg/g)	47,23-82,65	43,25-77,85	41,3-61,52	35,31-73,14	37,84-71,01	41,33-46,7	38,24-66,42

Tablo IV. 40. Aylık Ortalama Zn Miktarı (µg/g)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Küçük Boy 1	67,49	54,14	48,79	46,23	57,19	42,34	38,24
Küçük Boy 2	47,23	68,38	61,52	73,14	69,33	43,36	47,58
Orta Boy 1	82,4	52,8	49,98	47,43	51,84	46,7	58,53
Orta Boy 2	82,65	77,85	48,79	35,31	37,84	41,33	62,36
Büyük Boy 1	49,97	43,25	45,87	39	71,01	45,21	66,42
Büyük Boy 2	63,34	62,58	41,3	40,01	52,02	44,58	54,65
Aylık ortalama	65,51	59,83	49,37	46,85	56,54	43,92	54,63

Tablo IV.40’da aylık ortalama Pb miktarları görülmektedir. Şekil.IV.40’a bakıldığı zaman aylık ortalama Pb miktarlarında en düşük değerin Kasım 2005’de, en yüksek değerin ise Nisan 2006’da saptandığı görülmektedir.

**Şekil IV. 40. Aylık Ortalama Zn Miktarı (µg/g)**

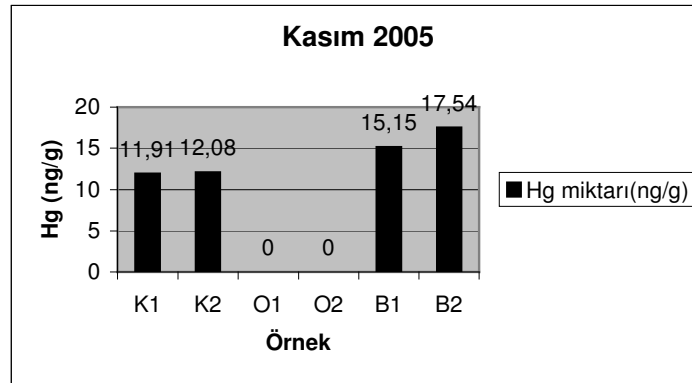
IV. 5. CIVA (Hg):

Kasım 2005’de ise tablo IV.41’de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 1’de 11,91 ng/g, en yüksek değer ise Büyük boy 2’de 17,54 ng/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.41’de görüldüğü üzere bu ayda Büyük boy istavritler de diğer boylara

oranla daha fazla Hg (ng/g) miktarı saptanmıştır. Bu ayda Orta boy istavritlerde Hg miktarı çalışmada uygulanan metot ve analiz yöntemi hassasiyetinin altında bulunduğundan ölçülememiş ve < 0,01 olarak değerlendirilmiştir.

Tablo IV. 41. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg miktarı (ng/g)

	Hg miktarı(ng/g)
Küçük Boy 1	11,91
Küçük Boy 2	12,08
Orta Boy 1	< 0,01
Orta Boy 2	< 0,01
Büyük Boy 1	15,15
Büyük Boy 2	17,54

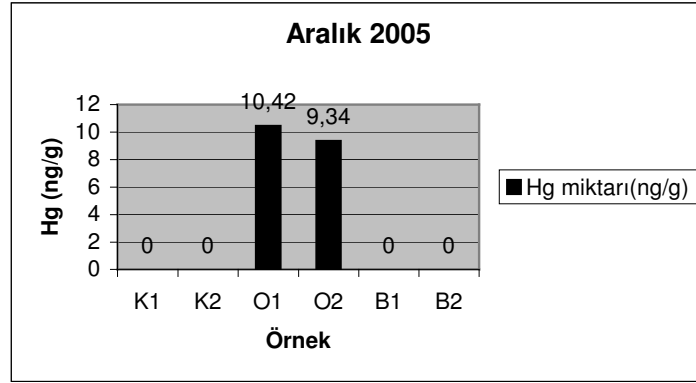


Şekil IV. 41. Kasım 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg miktarı (ng/g)

Aralık 2005’de ise tablo IV.42’de görüldüğü gibi en düşük değer Orta boy 2’de 9,34 ng/g, en yüksek değer ise Orta boy 1’de 10,42 ng/g olarak saptanmıştır. Bu ayda Küçük ve Büyük boy istavritlerde Hg miktarı çalışmada uygulanan metot ve analiz yöntemi hassasiyetinin altında bulunduğundan ölçülememiş ve < 0,01 olarak değerlendirilmiştir.

Tablo IV. 42. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg miktarı (ng/g)

	Hg miktarı(ng/g)
Küçük Boy 1	< 0,01
Küçük Boy 2	< 0,01
Orta Boy 1	10,42
Orta Boy 2	9,34
Büyük Boy 1	< 0,01
Büyük Boy 2	< 0,01

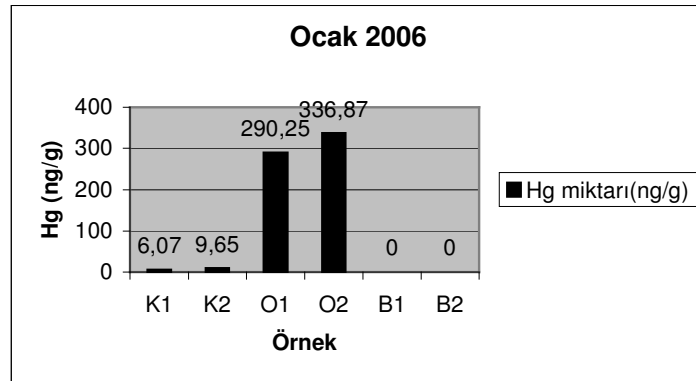


Şekil IV. 42. Aralık 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg miktarı (ng/g)

Ocak 2006'da ise tablo IV.43'de görüldüğü gibi en düşük değer Küçük boy 1'de 6,07 ng/g, en yüksek değer ise Orta boy 2'de 336,87 ng/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.43'de görüldüğü üzere bu ayda Orta boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla Hg (ng/g) miktarı saptanmıştır. Bu ayda Büyük boy istavritlerde Hg miktarı çalışmada uygulanan metot ve analiz yöntemi hassasiyetinin altında bulunduğundan ölçülememiş ve < 0,01 olarak değerlendirilmiştir.

Tablo IV. 43. Ocak 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg miktarı (ng/g)

	Hg miktarı(ng/g)
Küçük Boy 1	6,07
Küçük Boy 2	9,65
Orta Boy 1	290,25
Orta Boy 2	336,87
Büyük Boy 1	< 0,01
Büyük Boy 2	< 0,01



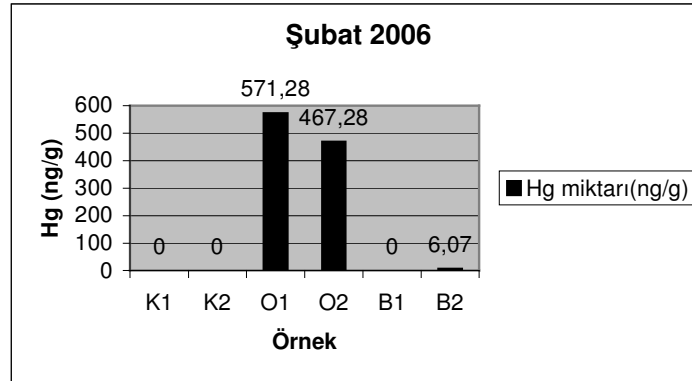
Şekil IV. 43. Ocak 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg Miktarı (ng/g)

Şubat 2006'da ise tablo IV.44'de görüldüğü gibi en düşük değer Büyük boy 2'de 6,07 ng/g, en yüksek değer ise Orta boy 1'de 571,28 ng/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.44'de görüldüğü üzere bu ayda Orta boy istavritlerde diğer boylara oranla

daha fazla Hg (ng/g) miktarı saptanmıştır. Bu ayda Küçük boy istavritlerde ve Büyük boy 1’de Hg miktarı çalışmada uygulanan metot ve analiz yöntemi hassasiyetinin altında bulunduğundan ölçülememiş ve < 0,01 olarak değerlendirilmiştir.

Tablo IV. 44. Şubat 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg miktarı (ng/g)

	Hg miktarı(ng/g)
Küçük Boy 1	< 0,01
Küçük Boy 2	< 0,01
Orta Boy 1	571,28
Orta Boy 2	467,28
Büyük Boy 1	< 0,01
Büyük Boy 2	6,07

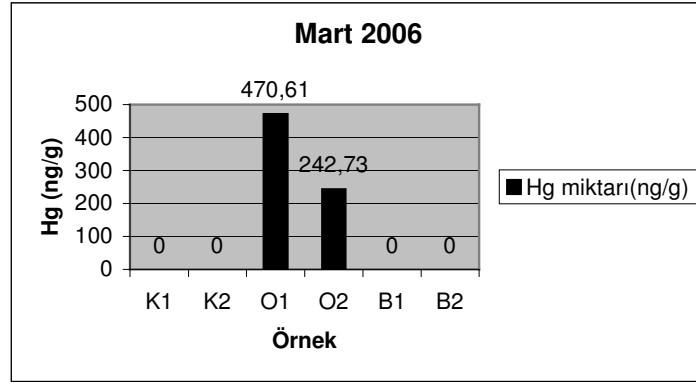


Şekil IV. 44.Şubat 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg miktarı (ng/g)

Mart 2006’da ise tablo IV.45’de görüldüğü gibi en düşük değer Orta boy 2’de 242,73 ng/g, en yüksek değer ise Orta boy 1’de 470,61 ng/g olarak saptanmıştır. Bu ayda Küçük boy ve Büyük boy istavritlerde Hg miktarı çalışmada uygulanan metot ve analiz yöntemi hassasiyetinin altında bulunduğundan ölçülememiş ve < 0,01 olarak değerlendirilmiştir.

Tablo IV. 45. Mart 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg Miktarı (ng/g)

	Hg miktarı(ng/g)
Küçük Boy 1	< 0,01
Küçük Boy 2	< 0,01
Orta Boy 1	470,61
Orta Boy 2	242,73
Büyük Boy 1	< 0,01
Büyük Boy 2	< 0,01

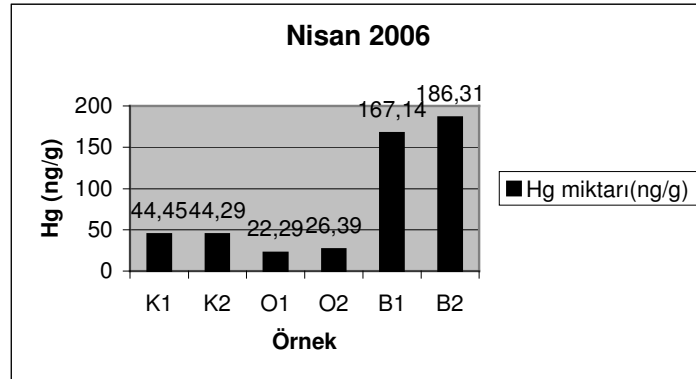


Şekil IV. 45. Mart 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg Miktarı (ng/g)

Nisan 2006'da ise tablo IV.46'de görüldüğü gibi en düşük değer Orta boy 1'de 22,29 ng/g, en yüksek değer ise Büyük boy 2'de 186,31 ng/g olarak saptanmıştır. Şekil IV.46'da görüldüğü üzere bu ayda Büyük boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla Hg (ng/g) miktarı saptanmıştır. Bu ayda Büyük boy istavritlerde ani bir yükselme gözlenmektedir.

Tablo IV. 46. Nisan 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg Miktarı (ng/g)

	Hg miktarı(ng/g)
Küçük Boy 1	44,45
Küçük Boy 2	44,29
Orta Boy 1	22,29
Orta Boy 2	26,39
Büyük Boy 1	167,14
Büyük Boy 2	186,31



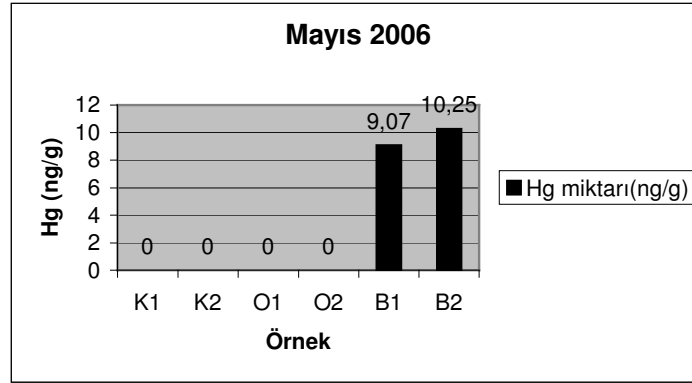
Şekil IV. 46. Nisan 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg Miktarı (ng/g)

Mayıs 2006'da ise tablo IV.47'de görüldüğü gibi en düşük değer Büyük boy 1'de 9,07 ng/g, en yüksek değer ise Büyük boy 2'de 10,25 ng/g olarak saptanmıştır.

Bu ayda Küçük boy ve Orta boy istavritlerde Hg miktarı çalışmada uygulanan metot ve analiz yöntemi hassasiyetinin altında bulunduğundan ölçülememiş ve $< 0,01$ olarak değerlendirilmiştir.

Tablo IV. 47. Mayıs 2006 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg Miktarı (ng/g)

	Hg miktarı(ng/g)
Küçük Boy 1	$< 0,01$
Küçük Boy 2	$< 0,01$
Orta Boy 1	$< 0,01$
Orta Boy 2	$< 0,01$
Büyük Boy 1	9,07
Büyük Boy 2	10,25



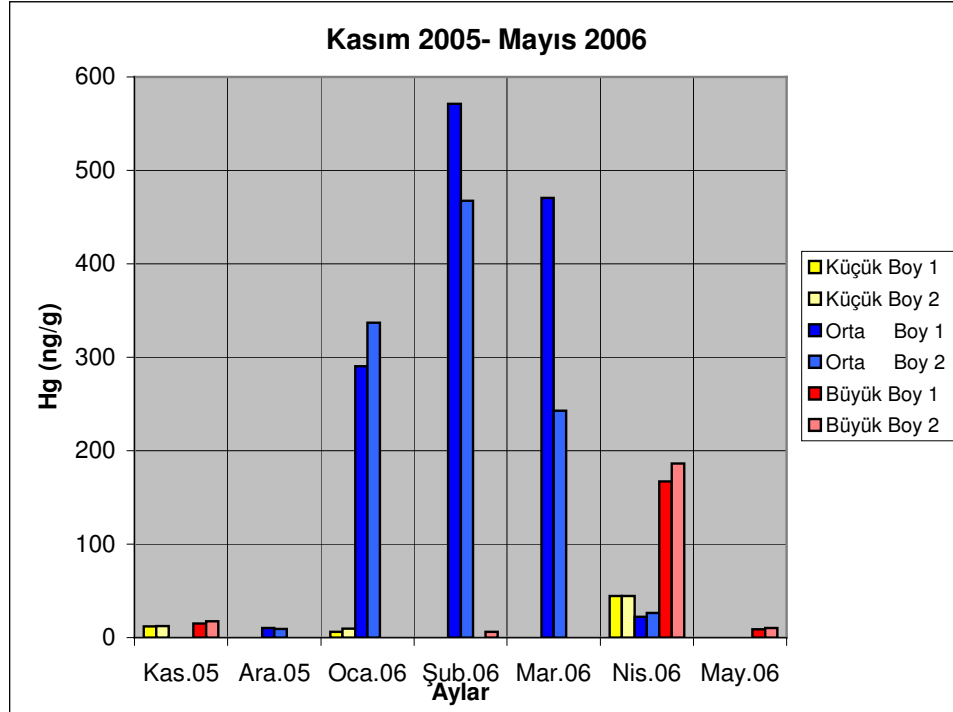
Şekil IV. 47. Mayıs 2005 Küçük, Orta ve Büyük Boy İstavritlerde Hg Miktarı (ng/g)

Tablo IV.48'e bakıldığı zaman Küçük boy1'in aylara göre en düşük olduğu değer Ocak 2006'da 6.07 ng/g , en yüksek olduğu değer ise Nisan 2006'da 44,45 ng/g, Küçük boy 2'de ise en düşük olduğu değer Ocak 2006'da 9,65 ng/g, en yüksek olduğu değer ise Nisan 2006'da 44,129 ng/g, Orta boy 1'de en düşük olduğu değer Aralık 2005'da 10,42 ng/g, en yüksek olduğu değer ise Şubat1 2006'da 571,28 ng/g, Orta boy 2'de en düşük olduğu değer aralık 2005'da 9,34 ng/g, en yüksek olduğu değer Şubat 2006'da 467,28 ng/g, Büyük boy 1'de en düşük olduğu değer Mayıs 2006'da 9,07 ng/g, en yüksek olduğu değer Nisan 2006'da 167,14 ng/g, Büyük boy 2'de ise en küçük olduğu değer Şubat 2006'da 6,07 ng/g, en yüksek olduğu değer ise Nisan 2006'da 186,31 ng/g olarak saptanmıştır.

Tablo IV. 48. Kasım 2005 - Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Hg Miktarı (ng/g)

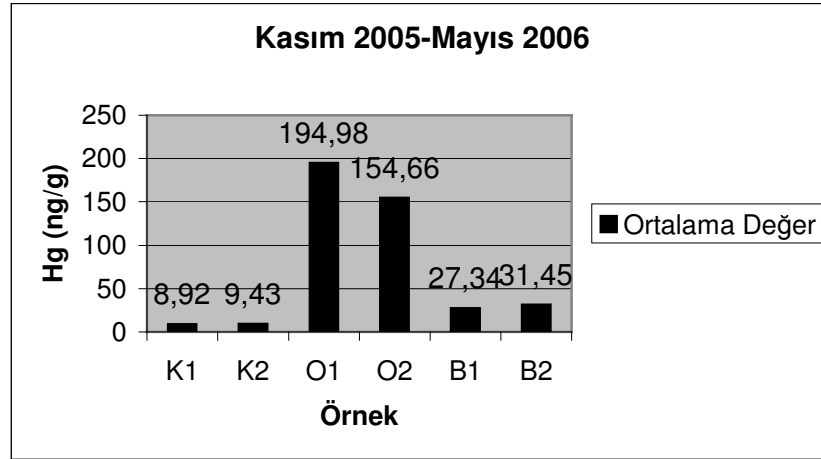
	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	Mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006	Ortalama Değer
Küçük Boy 1	11,91	< 0,01	6,07	< 0,01	< 0,01	44,45	< 0,01	8,92
Küçük Boy 2	12,08	< 0,01	9,65	< 0,01	< 0,01	44,29	< 0,01	9,43
Orta Boy 1	< 0,01	10,42	290,25	571,28	470,61	22,29	< 0,01	194,98
Orta Boy 2	< 0,01	9,34	336,87	467,28	242,73	26,39	< 0,01	54,66
Büyük Boy 1	15,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	167,14	9,07	27,34
Büyük Boy 2	17,54	< 0,01	< 0,01	6,07	< 0,01	186,31	10,25	31,45

Şekil IV.48’de ise 7 aylık Hg (ng/g) değerleri görülmektedir. En yüksek değer Şubat 2006’da Orta boy 1’de, en küçük değer ise Şubat 2006’da Büyük boy 2’de ve aynı değere sahip Ocak 2006’da Küçük boy 1’de saptandığı görülmektedir.



Şekil IV. 48. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Hg Miktarı (ng/g)

Şekil IV.49'da boylara göre ortalama Hg değerlerine bakıldığında zaman en yüksek değer O1'de en düşük değerin ise K1'de olduğu görülmektedir



Şekil IV. 49. Kasım 2005- Mayıs 2006 Arasındaki Boylara Göre Ortalama Hg Miktarı (ng/g)

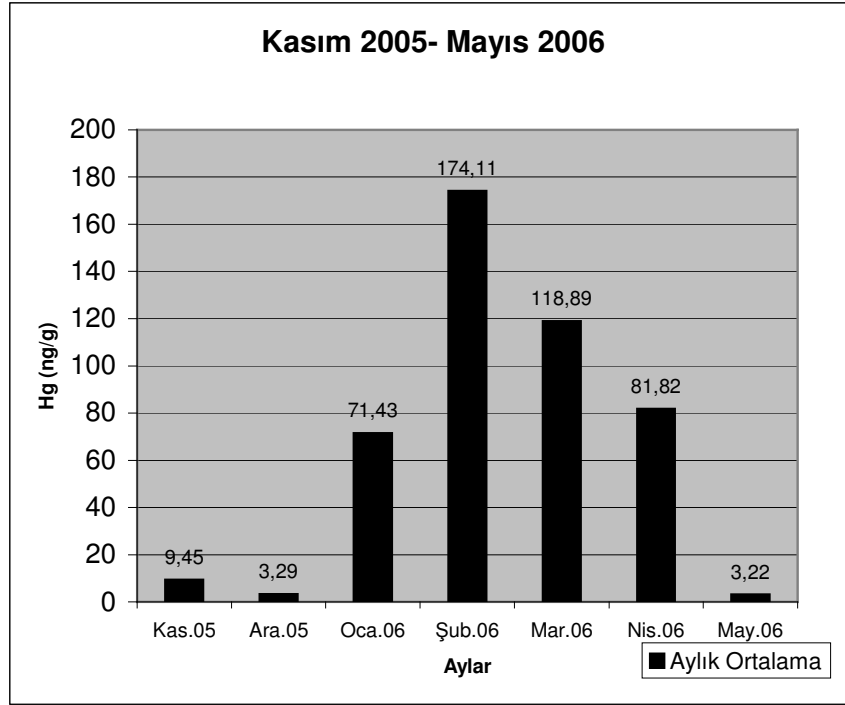
Tablo IV. 49. Aylara göre Hg' nin En düşük ve En Yüksek Miktarı (ng/g)

	Kas.05	Ara.05	Oca.06	Şub.06	Mar.06	Nis.06	May.06
Hg (ng/g)	11,91- 12,57	9,34- 10,42	6,07- 336,87	6,07- 571,78	242,73- 470,61	9,07- 10,25	8,62- 198,98

Tablo IV. 50. Aylık Ortalama Hg Miktarı (ng/g)

	Kasım 2005	Aralık 2005	Ocak 2006	Şubat 2006	mart 2006	Nisan 2006	Mayıs 2006
Küçük Boy 1	11,91	< 0,01	6,07	< 0,01	< 0,01	44,45	< 0,01
Küçük Boy 2	12,08	< 0,01	9,65	< 0,01	< 0,01	44,29	< 0,01
Orta Boy 1	< 0,01	10,42	290,25	571,28	470,61	22,29	< 0,01
Orta Boy 2	< 0,01	9,34	336,87	467,28	242,73	26,39	< 0,01
Büyük Boy 1	15,15	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	167,14	9,07
Büyük Boy 2	17,54	< 0,01	< 0,01	6,07	< 0,01	186,31	10,25
Aylık Ortalama	9,45	3,29	71,43	174,11	118,89	81,82	3,22

Tablo IV.50'de aylık ortalama Hg miktarları görülmektedir. Şekil.IV.50'de bakıldığında zaman aylık ortalama Hg miktarlarında en düşük değerin Mayıs 2006'da, en yüksek değerin ise Şubat 2006'da saptandığı görülmektedir.



Şekil IV. 50. Aylık Ortalama Hg Miktarı (ng/g)

Ülkemizde su ürünleri yönetmeliğindeki kabul edilebilir metal değerleri aşağıda tabloda gösterilmiştir.

Tablo IV. 51. Su Ürünleri Yönetmeliğindeki Kabul Edilebilir Metal Değerleri

Ürün grubu	Ağır metaller	Kabul Edilebilir Değer
Canlı	Cıva	0,5 mg/kg
	Kadmiyum	0,05 mg/kg
	Kurşun	0,2 mg/kg
	Bakır	20,0 mg/kg
	Çinko	50,0 mg/kg
	Arsenik	1,0 mg/kg
Dondurulmuş ve İşlenmiş	Cıva	0,5 mg/kg
	Kadmiyum	0,05 mg/kg
	Kurşun	0,2 mg/kg
	Bakır	20,0 mg/kg
	Çinko	50,0 mg/kg
	Arsenik	1,0 mg/kg

V. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ağır metaller yer kabuğunda doğal olarak bulunan bileşiklerdir. Bozulmaz ve yok edilemezler. Küçük bir miktara kadar vücudumuza gıdalar, içme suyu ve hava yolu ile girerler. Bazı ağır metaller (örneğin, bakır, çinko) insan vücudunun metabolizmasını sürdürmek için gerekli olan elementlerdir. Bununla birlikte yüksek konsantrasyonlarda toksik olabilirler ve gıda zehirlenmelerine yol açabilirler; örneğin içme suyundan (kurşun borular vs), emisyon kaynaklarına yakın olan ortamlarda havadaki konsantrasyonlarının yüksek olmasından veya gıda zinciri yoluyla insan vücudunda metal birikimlerine rastlanmaktadır (Anonim, 2006).

Ağır metaller biyobirikim eğilimleri nedeniyle toksik etki gösterirler. Biyobirikim zamanla biyolojik bir organizmada bir kimyasal konsantrasyonun, kimyasalın doğadaki konsantrasyonu ile karşılaştırıldığında artması demektir. Bileşikler herhangi bir zamanda canlı dokularda birikebilirler. Vücuda alınmaları ve depolanmaları metabolize edilmelerinden veya atılmalarından daha hızlıdır (Anonim, 2006).

Bu çalışmada Türkiye balıkçılığı için oldukça önem arz eden istavrit balığının beslenme ve diğer etkenler vasıtasıyla kas dokusuna geçen ağır metal miktarları saptanmıştır. 750 adet istavrit örneği üzerinde Cu, Cd, Hg, Zn, Pb analizleri yapılmıştır.

5.1. Cıva: Tablo VI.51'deki su ürünleri yönetmeliğindeki tolere edilebilir değer 0,5 mg/kg olarak verilmiştir. Bu değer tablo IV.48'de görüldüğü üzere şubat 2006'da Orta boy 1'de aşılmıştır. Şubat 2006'da Orta boy 2'de ve Mart 2006'da Orta boy 1'de tolere edilebilir değere çok yakın olduğu saptanmıştır. Şekil IV.48'de ve görüldüğü üzere Ocak 2005- Mayıs 2006 dönemini kapsayan çalışmada Orta boy istavritlerde diğer boylara oranla daha fazla cıva birikimi meydana geldiği saptanmıştır. Şekil IV.49'da boylara göre ortalama Cıva düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değer K1'de 8,92 ng/g, en yüksek değerin ise O1'de 194,98 ng/g olduğu saptanmıştır. Şekil IV.50'de aylık ortalama cıva düzeyleri grafiğe geçirilmiş

ve en düşük değerin mayıs 2006'da 3,22 ng/g, en yüksek değerin ise şubat 2006'da 174,11 ng/g olduğu saptanmıştır.

5.II.Kurşun: Tablo VI.51'deki su ürünleri yönetmeliğindeki tolere edilebilir değer 0,2 mg/kg olarak verilmiştir. Tablo IV.28'de görüldüğü üzere 7 aylık dönemde bütün aylarda ve Küçük, Orta ve Büyük boy istavritlerde tolere edilen değerin aşıldığı saptanmıştır. Şekil IV.29'da boylara göre ortalama Kurşun düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değerin O1'de 6,76 µg/g, en yüksek değerin ise B1 de 9,74 µg/g olduğu saptanmıştır. Şekil IV.30'da aylık ortalama Kurşun düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değerin Aralık 2005'de 4,32 µg/g, en yüksek değerin ise Mayıs 2006'da 9,72 µg/g olduğu saptanmıştır.

5.III.Çinko: Tablo VI.51'deki su ürünleri yönetmeliğindeki tolere edilebilir değer 50 mg/kg olarak verilmiştir. Tablo VI.38'de görüldüğü üzere Kasım 2005'de Küçük boy 1'de, Orta boy 1 'de, Orta boy 2 'de, Büyük boy 2'de; Aralık 2005'de Büyük boy 1 hariç bütün diğer boylarda; Şubat 2006'da Küçük boy 2'de ; Mart 2006'da Orta boy 2 hariç bütün diğer boylarda; Mayıs 2006'da Orta boy 1'de, Orta boy 2 'de, Büyük boy 1'de ve Büyük boy 2'de tolere edilen değeri aşmıştır. Şekil IV.39'da boylara göre ortalama Çinko düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değerin K1'de 50,63 µg/g, en yüksek değerin ise K2'de 528,65 µg/g olduğu saptanmıştır. Şekil IV.40'da aylık ortalama Çinko düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değerin Nisan 2006'da 43,92 µg/g, en yüksek değerin ise Kasım 2005'de 65,51 µg/g olduğu saptanmıştır.

5.IV.Bakır: Tablo VI.51'deki su ürünleri yönetmeliğindeki tolere edilebilir değer 20 mg/kg olarak verilmiştir. Tablo IV.18'de görüldüğü üzere 7 aylık dönemde bütün aylarda, Küçük, Orta ve Büyük boy istavritlerde tolere edilen değerin aşılmadığı saptanmıştır. Şekil IV.19'da boylara göre ortalama Bakır düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değerin O2'de 7,49 µg/g, en yüksek değerin ise O1'de 10,07 µg/g olduğu saptanmıştır. Şekil IV.20'de aylık ortalama Bakır düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değerin Kasım 2005'de 3,25 µg/g, en yüksek değerin ise Mayıs 2006'da 12,03 µg/g olduğu saptanmıştır

5.V.Kadmiyum: Tablo VI.51'deki su ürünleri yönetmeliğindeki tolere edilebilir değer 0,05 mg/kg olarak verilmiştir. Tablo IV.8'de görüldüğü üzere 7 aylık dönemde bütün aylarda, Küçük, Orta ve Büyük boy istavritlerde tolere edilen değerin aşıldığı saptanmıştır. Şekil IV.9'da boylara göre ortalama Kadmiyum düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değerin K2'de 2,7 µg/g, en yüksek değerin

ise B1’de 3,62 µg/g olduğu saptanmıştır. Şekil IV.10’da aylık ortalama Kadmiyum düzeyleri grafiğe geçirilmiş ve en düşük değerin Aralık 2005’de 0,32 µg/g, en yüksek değerin ise Şubat 2006’da 5,52 µg/g olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada 7 ay süresince saptanan değerlere bakıldığında; Kurşun’da ve kadmiyum’da bütün aylarda ve bütün boylarda su ürünleri yönetmeliğinde tolere edilen değeri aştığı ve saptanan sonuçların çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Özellikle Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında çok yüksek olduğu Pb değerleri tespit edilmiştir. Çinko’da tolere edilebilir değerlerin genelde bütün aylarda aşıldığı, aşılmadığı durumlarda ise tolere edilen değere yakın değerlerin olduğu görülmüştür. Cıva değerlerinin sadece Şubat ayında bir örnekte tolere edilen değerin üzerine çıktığı, Bakır değerlerinin ise bütün aylarda ve bütün boylarda tolere edilen değerin aşılmadığı saptanmıştır. Ayrıca bazı örneklerdeki Hg miktarı çalışmada uygulanan metot ve analiz yöntemi hassasiyetinin altında bulunduğundan ölçülememiş ve < 0,01 µg/l olarak değerlendirilmiştir.

Türkiye denizlerinde Karagöz istavrit balığında ağır metal analizi çok fazla çalışılmış bir konu değildir ve çalışılan bölgeler farklı olduğundan ve farklı zamanlarda çalışıldığından elde edilen sonuçlar da farklılıklar göstermektedir. Yapılan literatür araştırması sonucunda özellikle Marmara Denizi’nde bu kapsamdaki bir çalışmaya rastlanmamıştır. Türkiye’nin büyük bir nüfus yoğunluğuna ve endüstriyel faaliyetlerine sahip olan Marmara Bölgesi genelinde böyle bir çalışma istavrit balığında ilk defa olmaktadır. Çalışma sonuçları bundan sonraki araştırmalara bir kaynak olacaktır.

Ayrıca Türkiye denizlerinde Karagöz istavrit (*Trachurus tachurus* L., 1758) balığının avcılığı ve tüketimi oldukça fazladır. Bu sebepten dolayı yurt genelinde büyük ölçüde tüketilen istavrit balığının kontrolsüz tüketimi insanlar üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Bu tüketimler ve özellikle deniz kirliliği kontrol altına alınmazsa daha ilerde çok büyük ve telafisi güç sorunlara yol açabilir. Yapılan bu çalışma ile Marmara Denizi’ndeki kirlenmenin boyutlarına katkıda bulunulmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

- AKTEN, N.: “The Strait of İstanbul (Bosphorus): The seaway separating the continents with its dense shipping traffic”, *Turkish Journal of Marine Sciences, Published by Institute of Marine Sciences and Management, University of İstanbul, Türkiye*, Volume 9 (3) (2003) 250-263.
- ANONİM, 2001.: www.bsm.gov.tr.tr/makale/20016.asp?sayi=20016#01 (Erişim tarihi : 2001).
- ANONİM, 2001a.: www.bsm.gov.tr.tr/makale/20017.asp?sayi=20017#08 (Erişim tarihi : 2001).
- ANONİM, 2005.: www.kadinveaile.com (Erişim tarihi:2005).
- ANONİM, 2004.: www.yalovacevre.gov.tr (Erişim tarihi: 2004).
- ANONİM, 2006.: www.food-info.net/tr/metal/intro.htm (Erişim tarihi : 2006).
- ANONİM, 2006a.: www.avnidincer8m.com (Erişim tarihi : 2006).
- ANONİM, 2006b.: www.ibss.iuf.net/blacksea (Erişim tarihi : 2006).
- ANONİM, 2006c.: www.denizce.com/denizkirli.asp (Erişim tarihi : 2006).
- ANONİM, 2006 d.: www.denizhaber.com (Erişim tarihi : 2006).
- ANONİM, 2006e.: www.masmar.com/especies/desc/74.html (Erişim tarihi: 2006).
- ARTÜZ, I., BAYKUT, F.: “Marmara Denzinin Hidrografisi ve Su Kirlenmesi Açısından Bilimsel Etüdü”, *İstanbul Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi*, Yayın No: 3, İstanbul Türkiye, 3 (1986).
- ARTÜZ, I.: “Deniz Kirlenmesi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Yayınları*, İstanbul, Türkiye, (1992).
- BAYHAN, H., ÖVEZ, S., AYDIN, A., OKUŞ, E.: “Marmara, İstanbul Boğazı ve Karadeniz Çıkışında Fekal Koliform Tayini ile Evsel Atık suyun İzlenmesi”, *Büyükşehirlerde Atık su Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Kontrolü Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, (1998).
- BAYKUT, F. AYDIN, BAYKUT, S.: “Çevre Kirlenme ve Koruma Mühendislik Fakültesi yayınları”, İstanbul, Türkiye 73 (1987) 120-140.

- BENLİ, H. A., USLU, O.: “Deniz Kaynaklarının Yönetimi ve Kirlilik Kontrolü”, *Ulusal Çevre Eylem Planı*, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, (1998).
- BLOCH, S.: “Same Factors Controlling the Concentration of Uranium in the World Ocean *Geochim Cosmochim Acta*”, 44 (1980) 373-377.
- BRAYN, G.W.: “The Effects of Heavy Metals on Marine and Estuarine Organisms”, *Proc. R.Soc. Lond.*, (1971) 389-410.
- BRAYN, G.W.: “Heavy metal Contamination in the Marine Pollution Johnston R.(ed)”, *London Academic press*, (1976) 185-302.
- BRAYN, G.W., UYSAL, H.: “Heavy Metal The Burrowing Bivalve *Scapharca* Plana From The Tamar Estuary In Relation To Environmental Levels”, *J. Marine Biol. Ass. U.K.*, 58 (1) (1978) 89-108.
- CHAPMAN, S.E., AKTEN N.: “Marine Casualties in the Turkish Straits *Seaways*”, (1993) 6-9.
- CHOW, T.J. SNYDER, H.G., SYNDER, C.B.: “Mussel as Indicator of Lead Pollution *Sci. Of the Total Environ*”, 6 (1) (1976) 55-63.
- DİE, 1994.: “Su ürünleri İstatistikleri”, *T.C. Başbakanlık devlet İstatistik Enstitüsü*, Yayın No:1694, Ankara, (1994).
- DİE, 1996.: “Su Ürünleri istatistikleri”, *T.C. Başbakanlık Devlet istatistik Enstitüsü*, Yayın No: 2075, Ankara, (1996).
- DPT, 2001.: “Su Ürünleri ve Su Ürünleri Sanayii Özel İhtisas komisyonu raporu”, *T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı*, Yayın No: DPT:2575-ÖİK:588, Ankara, Türkiye (2001)158.
- EDMOND, J.M., MEASURES, R.E, MCDUFF, L.H.,CHAN, R.,GRANT, B., GORDON, L.I. CORLISS, J.H.: “*Crust Hydrothermal Activity and The Balance of the Major and Minor Elements in the Ocean*”, The Galapagos Data. *Eart Planet. Science Letters*. 46 (1979) 1-18.
- EDMOND, J.M. , VAN DAMN K.L. , MCDUFF, R.E. ve MEASURES, C.J.: “Chemistry of Hotsprings On the East Pacific Rise and Effluent Dispersal”, *Nature* 297 (1982) 187-191.
- EKREM, M., OĞUZ, T., SUR, H. İ., Ş. BEŞİKTEPE, ÖZSOY, E. and ÜNLÜATA Ü. “*Oceanography of the Turkish Straits - Third Annual Report, Physical Oceanography of the Turkish Straits*”, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel. Volume I.(1990).

- ELDERFIELD, H.: "Hydrogenous Material in Marine Sediments", *Excluding Manganase Nodules In Chemical Oceono graphy*, J.p. Riley & Chester (eds) London Acededmic pres. Vol: 5 (1976) 137-215.
- FAGERSTRÖM, T. JERNELOV, A.: "Aspects of the Quatitave Ecology of Mercury", *Water Research* 6 (1972) 1193-1202.
- FISHERY STATİSTİCS.: "Catches and Landings", FAO. Year book, Rome, (1993) 76.
- FRIBERG, L. PISCATOR, M. NORDBERG, G.F. KJELLSTRÖM, T.: "Cadmium in the Enviroment" Cleveland.crc, (1974).
- FRÖSTNER, V. WİTMANN, G.T.W.: "Metal Pollution In the Aquatic Enviroment", New York, (1981) 3-38.
- GÜLTEPE, A.: "İstanbul Boğazı'nın Coğrafi Etüdü ve Ortadoğu'daki Önemi", *Yüksek Lisans Tezi*, T.C. Marmara Üniversitesi, Ortadoğu ve İslam Ülkeleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (1998) 8-37, 46.
- GÜNGÖR, S.: "Türk Boğazları ve Geçiş", *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (1999) 20-21 .
- GÜVEN, K., ÜNLÜ, S., OKUŞ, E., DOĞAN, E., EROĞLU, V., SARIKAYA, H., ÖZTÜRK, I.: (1998a) "Karadeniz, İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi'nde 1996-1997 Yıllarına Ait Petrol Kirliliği", *Büyükşehirlerde Atık su Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Kontrolü Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, Kasım (1998).
- HAGINO, N. YOSHIOKA, K.: "Study on the Cause of Itai-Itai Disease", J.Japon Orthop. Assoc, (1961) 35-812.
- KAHRAMAN, İ.: "İstanbul Channel Transport Risk Assesement Via Simulation", *Yüksek Lisans Tezi*, Boğaziçi University, Department of Industrial Engineering, İstanbul, Türkiye, (1999) 111 .
- KOCAHAN, İ.: "Marmara Denizi Demersal Balıklarında Ağır Metal Kirliliği", *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul üniversitesi, Kimyasal Oşinografi anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, (1999) 154.
- MARTIN, J.M. & MAYBECK, M.: "Elemental Mass Ballance Of Material Carried By Major World Rivers" *Marine Chemistry* 7, (1972) 173-206.
- OVERHOFF, H. FORTH, W.: "Biologisch Essentielle Elemente (spurenelemente)", *Deut Arzteblatt*, (1978).

- REEDER, S.W. , HITCHON. B. , LEVINSON, A.A.: “Hydrogeochemistry Of The Surface Water Of The Mackenzie River Drainage Basin”, Canada-1 Factor Controlling Inorganic Composition. *Geochim. Acta*, 36 (1972) 825-865.
- SHILLER, H.P. BOYLE, E.: “Dissolved Zinc In The Rivers”. *Nature*, 317 (1985) 49-51.
- SPRINGEL MAGAZİNE .: (1975) 37.
- STOFEN, D.: “Blei Als Umweltgift. Die verdeckte Bleivergiftung”, Einmassenphänomen Eschwege G.E. Schroeder, (1974).
- TGK.: “ Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği”, *Dünya Yayıncılık*, İstanbul, Türkiye, (1997) 214,
- TUĞRUL, S., POLAT, Ç., BAŞTÜRK, Ö., SALİHOĞLU, İ.: “Marmara-Karadeniz arasındaki Besin Elementleri Taşınımı, Doğal ve Karasal Kaynaklı Girdilerin Marmara Ekosistemine Etkilerinin Karşılaştırılması”, *Büyükşehirlerde Atık su Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Kontrolü Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, (1998).
- TÜFEKÇİ, V., OKUŞ, E.: “ Karadeniz-İstanbul Boğazı Kışağı, Boğaz ve Boğazın Marmara Denizi Çıkışındaki Fitoplankton Dağılımı”, *Büyükşehirlerde Atık su Yönetimi ve Deniz Kirlenmesi Kontrolü Sempozyumu*, İstanbul,Türkiye, Kasım (1989).
- TÜRKMEN, A.: “İskenderun Körfezi’nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Tas 5stiridyasi’nde (*Spondylus Spinosus Schreibers*, 1793) Oluşan Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma”, *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye, (2003) 152.
- ÜNSAL, M., DOĞAN , M., ATAÇ, Ü., YEMENCİOĞLU, S., AKDOĞAN, Ş., KAYIKÇI, Y., AKTAŞ, M.: “Orta ve Doğu Karadeniz’de Ekonomik Önemi Olan Deniz Organizmalarında Ağır Metallerin Belirlenmesi”, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, (1991) 55.
- VAHRENKAMP, H.: “Metalla in Lepensprozessen Chemie”, *Unserer Zeit*, 7 (1973) 97-105.
- WINDOM, H.L. ve SMITH, R.: “Factor Influencing The Concentration and Distribution of Trace Metals In Biological Systems”, *Endeavour* 24 (1985) 96-100.

- YAZKAN, Y., ÖZDEMİR, F., GÖLÜKCÜ, M.: “Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği”, *Turk J. Vet. Anim. Sci.*26, **(2002)**, 1309-1313.
- YILMAZ, A.: “İskenderun Körfezi’nden Avlanan Has Kefal (Mugil cephalus L.) ve Çipura (Sparus aurata L.)’da Ağır Metal Düzeylerinin Karşılaştırılması” , *Turk J.Vet. Anim. Sci.* 29, **(2005)**, 257-262.
- YÜCE, R.: “ Türkiye Denizlerinde Yaşayan Balıklar”, *Marmara Üniv. Doğa Bitkileri ve Su Ürünleri Araştırma Uygulama Merkezi*, Yayın No:1, İstanbul, Türkiye, **(1998)**, 202-203.

ÖZGEÇMİŞ

1977’de İstanbul Kadıköy’de doğdum. İlk, Orta ve lise öğrenimimi İstanbul’da tamamladım 1995 yılında öğrenimime başladığım Kocaeli Üniversitesi Fen-Edebiyat fakültesi Kimya bölümünden Kimyager unvanıyla 2000 yılında mezun oldum. 2001 yılında Marmara Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisansa başladım.