

## 1. GİRİŞ:

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde körfezler ve kıyıların kirliliği gittikçe önem kazanmaktadır. Denizlerin alıcı ortam olarak kullanılmaları, yoğun yerleşim ve şehir kanalizasyonunun denize boşaltılması, taşımacılık, turizm, atık maddelerin arıtılmadan veya kısmen arıtılarak alıcı ortama verilmesi, deniz kazalarından meydana gelen özellikle petrol akıntıları, akarsulardan denize ulaşan evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar denizlerin kirlenmesine sebep olan başlıca faktörlerdir ( **Tuncer ve Balkaş, 1985; Atayeter ve Köksal 1991; Doğan, 1998; Uslu ve Türkman, 1987; Uysal, 1997** ).

Ege Denizi, çevresinde yer alan çok sayıdaki yerleşim alanı ve endüstriyel kuruluşlar nedeniyle ağır metal kirliliğinin ve diğer kirliliklerin etkisinin altında olduğu rapor edilmiştir ( **Sunlu ve Egemen, 1998; Kocataş, 1986** ). Ege Denizi için esas kirliliği oluşturan ana kaynaklar İzmir ve Aliağa' da yer alan sanayi tesisleridir. Diğer kirlenici kaynaklar küçük kaynaklar olarak kabul edilmektedir ( **Samsunlu ve Akça, 1999** ).

Oluşan çevre kirliliği sadece sucul ekosistemi değil karasal ekosistemi de etkisi altına almaya başladığı görülmektedir. Son dönemde yapılan çalışmada, Aliağa metal endüstri bölgesi içinde kalan toprak, bitki ve havada yapılan ağır metal ölçümlerinde 1996 - 1997 yılları arasında metal işleme tesislerinin etkisi ile 2,5 km dahilinde limit konsantrasyonları aşıldığı bulunmuştur. Görüldüğü gibi kirlilik hem suda hem karada etkin bir hale gelmektedir ( **Sponza ve Karaoğlu, 2002** ).

Son zamanlarda antropojenik faaliyetlerin büyük ölçüde artması sonucu canlı yapısının yabancı olduğu toksik metallerle karşı karşıya getirmiş ve bunların toksik etkileri canlı yapısında kendisini göstermeye başladığı rapor edilmiştir ( **Gündüz, 1998** ). Bu olumsuz etkiler, gıda zincirinin farklı halkalarındaki organizmalarda farklı etki gösterdiği bilinmektedir. Örneğin gıda zincirinin ilk basamağı olan fitoplankton ve deniz alglerinde en fazla, daha sonraki halkalardan Mollusca ve Crustacea üyelerinde daha az, üst gruptaki balıklarda çok daha az olmak üzere giderek azalan bir etki görüldüğü ifade edilmektedir ( **Tunçer ve Uysal, 1985** ).

Deniz ortamında bulunan organizmalar ekolojik denge bozulmadığı sürece, proteince zengin bir besin kaynağıdır. Ancak kontrolsüzce atılan kirlenici sonuçları çevreye verilen zararın yıllık tutarının oldukça büyük boyutlara ulaştığı ifade edilmiştir. Bunun önüne geçilmesi için gerekli yaptırımlar ve düzenlemeler gerekmektedir ( **Tuncer ve Balkaş, 1985; Atayeter ve Köksal, 1991** ).

Sucul ekosistemdeki ağır metallerin sucul organizmalarda birikimi ve absorblanması iyi bilinmesine rağmen diğer çevresel etkilerin absorpsiyon ve akümülyasyon üzerine etkileri tam bilinmemektedir. İstiridyelerde yapılan çalışmalarda sudaki doğal limitlerin altında kalan oranda ise anormal birikim gözlemlenmediği, limitlerin civarında ise anormal akümülyasyon gözlemlendiğini ifade etmiştir ( **Ikuta, 1967** ).

Denizel ortama giren kirleticiler yalnız fiziksel ve kimyasal su parametreleri ile değil aynı zamanda girdiği ortamdaki canlı sisteme etkilerinin araştırılması ile de belirlenebileceği ortaya çıkmıştır. Günümüzde kirleticilerin girdiği ortamda su, sediment ve burada bulunan alg, balık, indikatör türler gibi canlılar incelenerek sonuca ulaşılmaya çalışılmaktadır. Tek bir ortam parametresiyle sonuca gitmenin yanlış olacağı saptanmıştır ( **Koçbaş ve Uysal, 1999** ).

Canlı biotanın üzerinde yaşadığı dip sedimenti, aynı zamanda ağır metallerin depo edildiği yerdir. Bu nedenle ağır metallerle ilgili yapılacak araştırmalarda deniz suyu, sediment ve canlı biota türlerinde yapılması gerektiği rapor edilmiştir ( **Tunçer ve Uysal, 1985** ).

*Mytilus galloprovincialis* temiz ve yarı temiz sularda olduğu kadar yoğun kirliliğin olduğu alanlarda da rahat gelişebilmektedir. Sert substratlardaki toplulukların kirliliği hakkında yararlı bilgiler vermesi bizim için çok önemlidir. Midyeler besinlerini süzerek beslenen bir organizma olması nedeniyle deniz kirliliği incelemelerinde çok iyi bir biyolojik indikatör türdür. Kirliliğin hem yapısı ve hem de kompozisyonu belirlemede çok önemli bir bentik organizmadır ( **Damianidis ve Chintiroglou, 1998; Szefer ve Szefer, 1991; Rainbow, 1995; Regoli ve Orlando, 1994; Rayment ve Barry, 2000** ). Ayrıca *Mytilus* türlerinin radyoaktif ve radyoaktif olmayan elementlerin tayininde de yoğun olarak kullanıldığı bilinmektedir ( **Phillips, 1977** ).

İndikatör tür olan midye, ülkemizde midyeler doğal şartlarda yetişmesinin dışında son zamanlarda midye yetiştiriciliğinin ticari olarak önem kazanmaya başlaması nedeniyle kültür ortamında midye yetiştiriciliği çalışmaları başlamıştır ( **Arıman ve Düzgüneş, 2004** ). Yetiştiricilik ve avcılıktan elde edilen dünya midye üretimi, son 25 - 30 yıl içinde artarak, 2002 yılı FAO su ürünleri istatistiklerine göre 1.690.835 tona ulaşmıştır. Bunun 5.002 tonu Türkiye' ye aittir ( **Arıman ve Düzgüneş, 2004** ).

**Ağır metal;** organizmanın sağlıklı büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan ve miktarı organizmanın ağırlığının % 0,01' den az olan elementlere denir. Deniz suyu ve diğer canlılarda bulunan ağır metaller deniz suyunda iz olarak ( derişimi 1 ppm' den az ) bulunurlar.

Başka bir tanıma göre ise; özgül ağırlığı  $5 \text{ g/cm}^3$  den büyük ve atom numarası 22' den 92' ye kadar olan elementler ağır metal olarak tanımlanır ( **Kocahan ve Kıratlı, 1999**; **Waldichuk, 1974**; **Egemen, 1999** ).

Eser element, iz element, mikro element ve ağır metal aynı anlamda kullanılmaktadır (**Bryan, 1984**; **Kocahan ve Kıratlı, 1999** ).

Ağır metaller üç gruba ayrılır:

- A. Organizma için gerekli elementler: Co, Cr, Cu, F, Fe, I, Mn, Se ve Zn.
- B. Organizma için gerekli olabilen elementler: Ni, Si, Sn ve V.
- C. Organizma için toksik elementler: As, Be, Cd, Hg, Pb, Si ve Sb.

Ağır metallerin sucul ortamlara hem doğal kaynaklardan, hem de insan aktiviteleri sonucu evsel ve endüstriyel atıklarla ulaşabildiği bilinmektedir. Doğal iz elementler denizde çok düşük konsantrasyonda olmasına rağmen insan aktiviteleri sonucu yükselmektedir. Deniz organizmalarında iz elementlerin konsantrasyonları bulunduğu ortamdaki  $10^3 - 10^5$  kere yüksek olabilmektedir. Kirlenmiş suda bulunan organizmalarda da toksik olabilecek kadar yükselebilir. Halk sağlığında temel prensip böyle kirlenmiş gıdalardan uzak durmaktır. Civa, kadmiyum, kurşun çok toksik element listesinde olmasına rağmen bol bulunan bakır ve çinko, kadmiyumun cıvadan daha tehlikeli olabileceği ifade edilmiştir ( **Bryan, 1984** ).

Ağır metallerin sucul ortamlara taşınmasında etkili olan doğal kaynaklar aşağıdaki şekilde sıralanmışlardır ( **Egemen, 1999** ) :

1. Erozyon sonucu ağır metallerin nehirlerle kıyısal bölgelere taşınımı,
2. Deniz dibi volkanik faaliyetler sonucu,
3. Karasal volkanik faaliyetler, orman yangınları, fosil yakıtların yanmasıyla,
4. Jeolojik ayrışma ve aşınma,
5. Madenlerin çıkarılması ve işlenmesi sonucu,
6. Endüstriyel kökenli atıklardan,
7. Tarımsal aktiviteler sonucu oluşan metal girişleri,
8. Özel kaynaklar,
9. Çok kaynaklı etkiler.

Ağır metaller endüstrinin birçok dalında yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstri dallarında kullanılan bazı ağır metaller Tablo 1.1' de gösterilmiştir ( **Egemen, 1999** ).

**Tablo 1.1:** Bazı ağır metallerin yoğun olarak kullanıldıkları endüstri dalları ( **Egemen, 1999** ) .

Endüstri Dalı	Cd	Cu	Pb	Zn
<b>Kağıt, Karton ve Selüloz Sanayi</b>		+	+	+
<b>Organik Kimyasallar, Petrokimya San.</b>	+		+	+
<b>Alkaliler, Klor, İnorganik Kimyasal.</b>	+		+	+
<b>Kimyasal Gübreler</b>	+	+	+	+
<b>Petrol Rafineleri</b>	+	+	+	+
<b>Demir, Çelik Dökümhaneleri</b>	+	+	+	+
<b>Demir, Çelik Dışındaki Metal Sanayi</b>	+	+	+	+
<b>Motorlu Taşıt ve Uçak Kaplanması</b>	+	+		

Bazı metaller canlıların yaşamları için gerekli olsalar da, Hg, Pb, Cd, Cu, Cr, Zn ve Ni gibi metallerin sucul ortamda meydana gelebilecek yüksek konsantrasyonları canlılar için toksik olabilmektedir. Metaller doğal sulara serbest iyonlar, inorganik veya organik bileşikler ve partikül maddelere absorbe edilmiş şekillerde buldukları belirtilmektedir. Sedimentlerde, çökmüş veya absorbe edilmiş durumda olsalar bile, bazı fiziksel ve kimyasal olaylarla tekrar iyonik forma dönüşür ve toksik etkilerini gösterebilirler.

Deniz ekosistemine ulaşan ve çeşitli formlarda bulunan metallerin deniz canlıları tarafından şu şekillerde alınabilmektedir.

- A.** Ortam suyunda bulunan çözünmüş ve organik moleküllere bağlı iyonların su ile beraber alınmasıyla,
- B.** İçerisinde ağır metalleri biriktirmiş besin maddeleriyle,
- C.** Yüzeylerinde ağır metalleri adsorbe etmiş sestonlarla,
- D.** Toksik metal iyonları ile organizmaların ürettiği bazı maddeler arasındaki çekim nedeniyle ortaya çıkan absorpsiyon yoluyla, örneğin, yumuşakçalarda mukus maddesinin polivalent iyonları bağlanması gibi.

Metaller hayvansal organizmanın bünyesine genel olarak iki yolla girmektedir. Bunlar (**Egemen, 1999**) :

- I.** Deriden geçerek
- II.** Doğrudan doğruya besin yoluyla sindirim sistemine alınarak.

Canlı bünyesine alınan metaller her organ ve dokuda farklı birikim gösterir (biyoakümülyasyon).

Metallerin canlı vücudundann atılması şu şekilde olmaktadır(Kocahan ve Kıratlı, 1999):

1. Vücut yüzeyi ve solungaçlar yoluyla ayrılma,
2. Boşaltım yoluyla ayrılma,
3. Belirli bir dokuda depolanması.

Metaller; yer kabuğunda, suda, sedimentte, organizmada ve insanda farklı miktarlarda bulunmaktadır ( Tablo 1.2, 1,3, 1.4 ).

**Tablo 1.2:** Bazı elementlerin yerkabuğundaki konsantrasyonları ( Gündüz, 1998 ).

ELEMENT	KONSANTRASYON	YERKABUĞUNDAKİ BULUNUŞ SIRASI
Çinko ( Zn )	70 ppm	24
Bakır ( Cu )	55 ppm	26
Kurşun ( Pb )	12,5 ppm	36
Kadmiyum ( Cd )	0,2 ppm	63

**Tablo 1.3:** Deniz suyunda saptanmış bazı elementler ( Geldiay ve Kocataş, 2002 ).

ELEMENT	KONSANTRASYON ( mg/L =ppm )	ÇÖZÜNMÜŞ HALDE BULUNMA ŞEKİLLERİ	DENİZ SUYUNDAKİ TOPLAM MİKTAR ( ton )
Çinko ( Zn )	$4,9 \cdot 10^{-3}$	$ZnOH^+$ , $Zn^{2+}$ , $ZnCO_3$	$6,48 \cdot 10^9$
Bakır ( Cu )	$2 \cdot 10^{-3}$	$CuCO_3$ , $CuOH^+$	$2,64 \cdot 10^9$
Kadmiyum ( Cd )	$10^{-4}$	$CdCl_2$	$1,32 \cdot 10^8$
Kurşun ( Pb )	$3 \cdot 10^{-6}$	$PbCO_3$ , $Pb( CO_3 )_2^{2-}$	$3,97 \cdot 10^7$

**Tablo 1.4:** İnsan tarafından alınan metaller ( **Gündüz, 1998** ).

METAL	GÜNLÜK ALINAN MİKTAR ( mg )		ZEHİRLEYİCİ MİKTAR ( mg )	VÜCUTTAKİ TOPLAM MİKTAR ( mg )	VÜCUTTA YARILANMA ÖMRÜ (gün)
	Besin	Hava			
<b>Bakır</b>	1,325	0,0014	250 - 500	72	80
<b>Çinko</b>	14,50	0,0168	-	2300	933
<b>Kadmium</b>	0,160	0,0074	3	50	200
<b>Kurşun</b>	0,30	0,0460	-	12	1460

Deniz suyunda bazı metallerin sınır değerleri; Bakır 0,01 mg/L, Çinko 0,1 mg/L, Kurşun 0,1 mg/L, Kadmium 0,01 mg/L şeklindedir ( **Resmi Gazete, 1988; Türkman, 1994** ).

Deniz balıkları için geçerli su kalite değerleri; Kadmium < 0,001 mg/L, Kurşun < 0,1 mg/L, Bakır 0,02 mg/L, Çinko < 0,1 mg/L şeklinde belirlenmiştir ( **Egemen ve Sunlu, 1996** ).

**FAO ( 1977 )**' nun raporuna göre deniz organizmalarının tolere değerleri ise Cd 0,001 – 1,5 µg/g yaş ağırlık, Pb 0,05 – 5 µg/g yaş ağırlık, Zn 3 – 100 µg/g yaş ağırlık şeklindedir.

**Resmi Gazete ( 1991 )** ' de belirtilen balık etlerinde ve yumuşakça türlerinde müsaade edilen ağır metal düzeyleri ( µg/g yaş ağırlık ) : Cd 0,1, Pb 1, Cu 20, Zn 50' dir.

AB' nin kabuklu canlılara ilişkin su kalitesi standartları ( mg/L ) ise Cd 0,01, Zn 0,003, Pb 0,1, Cu 0,02' dir ( **Alkaş, 2001** ).

**Bernhard ( 1978 )** ' e göre 70 kg ağırlığında bir insan haftada 45000 µgCu/kg ve 200 -1000 µgPb/kg alabilmektedir.

Çevre kirliliği dünyada uzun zamandır gündem oluştururken ülkemizde yeni yeni önem kazanmaya başlamıştır. Kirliliğe neden olan olayların belirlenmesi, etkilenen ekosistemlerin incelenmesi, indikatör tür kavramı ülkemize **Hüseyin UYSAL ( 1970, 1974 )** ' ın yapmış olduğu çalışmalar ile girmiştir.

İzmir; hızlı nüfus artışı, gelişmiş endüstrisi, turizmin odak noktası olması ve Türkiye' nin üçüncü büyük şehri olan ile Ege Denizi' nin orta noktasında, Anadolu' nun batıya açılan kapısıdır. Bu nedenlerle deniz kirliliğinin iyi araştırıldığı bölge sadece İzmir Körfezi olmuştur.

İzmir' in ilçesi Aliğa Limanı' da yoğun endüstrinin, petrol rafinerisi ve benzeri tesislerin olmasına rağmen bu konuda pek dikkatleri üzerine çekmemiştir.

“ Türkiye Sahillerinde Bulunan Midyeler “ *Mytilus galloprovincialis Lamarck* ” Üzerine Biyolojik ve Ekolojik Araştırmalar ” adlı çalışmasıyla Türkiye' de midye ile ilgili çalışmalar başlamış olduğu kabul edilmektedir ( **Uysal, 1970** ). “İzmir Körfezi ve Civarında Tesbit Edilen *Mytilidae* Türleri ” adlı çalışma ile *Mytilidae* familyasının diğer türleri tesbit edilmeye çalışılmıştır ( **Geldiy ve Uysal, 1971** ).

“ Denizlerde Pollusyon ( Tarifi, Araştırma Metodları, Tipleri, Hidrografik ve Biyolojik Sonuçları ) ” adlı eserde temel kirlilik ve kirlilik kaynakları, tipleri ve etkileri hakkında derleme yapılmıştır ( **Geldiy ve Kocataş, 1972** ).

“ Çeşitli Bölgelerdeki *Mytilus galloprovincialis* ( *Lamarck* ) de Bazı Eser Elementlerin Distribüsyonu ” adlı eser Türkiye' de çevre kirliliği konusunda yapılan ilk çalışmadır. Bu çalışmada İzmir Körfezi' nden ( İzmir – Mektupçu ) toplanan *M. galloprovincialis Lamarck* örneklerinde vücut ve dokularında eser elementlerden bakır, manganez, çinko ve demirin  $\mu\text{g/g}$  olarak miktarları hesap edilmiştir. *M. galloprovincialis*' de bakır ve manganez miktarı 1  $\mu\text{g/g}$  civarında ( kabukta manganez miktarı 3,51  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ) veya aşağısında bulunmuştur. Genel olarak çinko miktarı 0,4 – 72,24  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık, demirin ise 0 - 114,14  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık olarak çok yüksek tespit edildiği rapor edilmiştir. Eser elementlerin dokularda dağılışı genellikle sindirim bezi, ayak ve sindirim sistemi, solungaç ve palplerde, demir ve manganezin ise, en çok kabukta birikmiş olduğu tespit edildiği ifade edilmiştir ( **Uysal, 1974** ).

Farklı konsantrasyonlardaki civa ve kadmiyumun *Mytilus edulis* ( *L.* ) üzerindeki toksik etkileri tek tek veya birlikte farklı konsantrasyonlarına ve zamana bağlı olarak incelenmiştir. Laboratuar denemeleri sonucu elde edilen bulgulara göre midyeler üzerinde civanın kadmiyuma oranla daha toksik olduğu ve ortamdaki kadmiyumun civanın toksisitesini devamlı azaltacak yönde etkilediğini göstermiştir ( **Tunçer, 1980** ). Aynı araştırmacı tarafından 1982 yılında civa ve kadmiyumun laboratuar şartlarında *Nereis diversicolor* üzerine etkileri araştırılmıştır. *Nereis diversicolor* kadmiyuma oranla cıvaya daha duyarlı olduğu ve ayrıca civanın toksik etkisini azalttığı ifade edilmiştir. Subletal dozlarla yapılan akümülyasyon denemelerinde, civanın zamana bağlı olarak akümüle olduğu kadmiyumun ise ancak 5. günden itibaren biriktiğinin izlendiği rapor edilmiştir ( **Tunçer, 1982** ).

İzmir Körfezi' nden toplanan *Mytilus galloprovincialis*, *Tapes decussatus*, *Patella vulgata*, *Venus galina*, *V. verrucosa*, *Cardium edule*, *Arca amygdalum*, *Monodonta spp.*, *Loligo*

*vulgaris* ve *Sepia officinalis* türlerinde ağır metal tayini yapılmıştır. İzmir Deniz Bostanlığı'ndan toplanan *M. galloprovincialis* türünde 1033 µgCu/kg, 29818 µgZn/kg, 1939 µgPb/kg, 227 µgCd/kg; Narlıdere'den toplanan midyelerde ise 572 µgCu/kg, 66149 µgZn/kg, 1661 µgPb/kg, 341 µgCd/kg; Narlıdere'den toplanan midye örneklerinde ise 877 µgC /kg, 25138 µgZn/kg, 915 µgPb/kg, 306 µgCd/kg bulunmuştur ( **Tunçer ve Uysal, 1982** ).

Laboratuvar şartlarında *Mytilus edulis* üzerinde gerek ortamdan gerekse besin yoluyla (*Asterionella japonica* ) cıva ve kadmiyumun birikimleri araştırılmıştır. *Asterionella japonica*, kadmiyuma oranla cıvaya daha duyarlılık gösterirken, birlikte toksik etkileri arttığı ve ortamdaki cıva ve kadmiyum zamana bağlı olarak birikim gösterdiğini ispat etmiştir. Buna karşılık fitoplankton kültüründe bu iki metalin birikimi çabuk olduğu ama *M. edulis*' lerde subletal dozlarda bırakılan *A. japonica* kültürü besin olarak verildiğinde birikimin az olduğunu bulmuştur ( **Tunçer, 1982** ).

İzmir İç Körfez' de avlanan *Mugil spp.*, *Mullus barbatus L.*, *Mullus surmuletus L.*, *Sardina pilchardus Walb.*, *Dentex gibbosus*, *Solea vulgaris L.*, *Anguilla anguilla L.*, *Penaeus kerathurus F.* türlerinde Cu, Mn, Zn, Fe, Pb, Co, Cr, Cd, Hg konsantrasyonları ölçülmüştür. Körfezin bu bölgesinden avlanan balıkların insan sağlığına zarar verebileceği ve bu bölgenin düzenli olarak araştırılması gerektiği ifade edilmiştir ( **Uysal ve Tunçer, 1982** ). Aynı araştırmacılar 1983 yılında yapmış oldukları bir başka çalışmada, İzmir Körfezi sedimentinde ve *Solea vulgaris* türünde biriken toplam cıva dağılımını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda İzmir Körfezi sedimentinde 0,425 – 21 µg/g kuru ağırlık *Solea vulgaris*' te 0,042 - 0,272 µg/g yaş ağırlık bulunmuştur. Gülbahçe Körfezinde ise sedimentte 0,408 - 1,404 µg/g kuru ağırlık, *Solea vulgaris*' te ise 0,088 - 0,223 µg/g yaş ağırlık cıva bulunduğunu açıklamışlardır ( **Tunçer ve Uysal, 1983** ).

1979 - 1980 yıllarında İzmir Körfezi' nde kirliliğin bentik fauna üzerine etkilerinin araştırılması sırasında farklı istasyonlardan toplanan lamelibranş örneklerinden *Arca amygdalum Philippi* ve *Corbula gibba Olivi* üzerinde ağır metal miktarını saptamak amacıyla bu çalışmayı yapmışlardır. Araştırma bulgularına göre körfezde *A. amygdalum* 'daki ağır metal düzeyleri Fe 12,15 - 541,09 µg/g, Zn 12,65 - 65,75 µg/g, Mn 0,34 - 11,97 µg/g, Cu 0,89 - 5,20 µg/g, Pb 0,99 – 5 µg/g, Cd 0,09 - 0,42 µg/g yaş ağırlık bulunmuştur. *C. gibba*' da ise Fe 26,91 - 685,67 µg/g, Zn 18,10 - 73,15 µg/g, Cu 1,47 - 12,90 µg/g, Pb 1,64 - 9,68 µg/g, Cd 0,16 - 1,20 µg/g yaş ağırlık bulunmuştur. Körfezin farklı pollusyonlu zeminlerinde yaşayan farklı biyotopu temsil eden *C. gibba*' da ortam şartları nedeniyle metal düzeylerinin *A. amygdalum*' a göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ( **Uysal ve Tunçer, 1983** ). Aynı araştırmacılar bir çalışmalarında ağır metal konsantrasyonları *Diplodus annularis L.* türünde *Mullus barbatus L.* türünden hafif



yüksek olduğu bulunmuştur. Sedimentte ise İç Körfez' de Gülbahçe Körfezi' nden daha yüksek kirliliğin olduğunu ve İç Körfez, fabrika, liman aktiviteleri ve domestik deşajlardan dolayı yoğun bir kirliliğe maruz kaldığı Gülbahçe Körfezi' nde ise sanayi ve kontaminasyonun olmadığı ifade edilmiştir ( **Uysal ve Tunçer, 1984** ) .

Türkmen ve Müezzinoğlu, 1984 yılında yaptıkları yüksek lisans tez çalışmasında; Aliağa koyunda; 4 mevsimde, Çandarlı Körfezi' nde ise ilkbahar ve yaz mevsiminde körfezin kuzey sahillerinde, kışın kuzeydoğu sahillerinde, sonbaharda doğu ve kuzey sahillerinde diğer kesimlere nazaran daha yüksek bakır olduğunu; 1,98 – 83 ppb Cu ( kış ) ve genelde yüksek bakır değerinin sonbahar mevsiminde olduğunu göstermişlerdir. Cd değerleri dört mevsimde Çandarlı Körfezi' nin kuzeydoğusunda ve Aliağa Koyu' nda diğer kesimlere nazaran daha yüksek olduğunu en düşük Cd değeri ilkbahar mevsiminde 1,07 ppb, en yüksek Cd değeri ise yaz mevsiminde 77 ppb olduğunu ve yıllık Cd değerinin aritmetik ortalaması 10,72 ppb olup, genelde yüksek değerler kış mevsiminde olduğunu bulmuşlardır. Çinkonun; ilkbahar mevsiminde kıyı istasyonlarında, yaz mevsiminde kıyı istasyonları ve Aliağa iskelesi çevresinde, sonbaharda körfezin güney ve kuzey sahillerinde ve Aliağa Koyu' nda, kış mevsiminde körfezin orta kesimindeki kıyı istasyonlarında diğer kesimlere nazaran daha yüksek olduğu saptanmışlardır. En yüksek Zn değeri ilkbahar mevsiminde 82 ppb, Çinko değerleri ortalaması da 25,54 ppb ve Çandarlı Körfezi' nin kıyı istasyonlarında Zn değerinin, kuzey ve kuzeydoğusunda Cu, Cd, Hg değerlerinin, Aliağa' da ise Cu, Cd, Hg, Zn değerlerinin yüksek olduğu görüldüğünü ifade etmişlerdir ( **Türkmen ve Müezzinoğlu, 1984** ) .

Tunçer ve Uysal tarafından 1985 yılında yapılan doktora tez çalışmasında İzmir ve Çandarlı ( Aliağa Limanı ) Körfezleri' nde seçilen istasyonlardan deniz mollusklarından *Mytilus galloprovincialis*, *Tapes decussatus*, *Patella vulgata*, *Monodonta turbinata*, *Arca amygdalum*, alglerden *Ulva lactuca*, *Padina pavonia*, fanerogamlardan *Zostera marina*' da ağır metallere Fe, Cu, Pb, Zn, Cd ve Hgt düzeyleri ve mevsimsel değişimlerini araştırmıştır. Aynı lokaliteden alınan deniz suyu ve sedimentte aynı metaller incelenmiştir. Ek olarak deniz suyunda bazı fiziko - kimyasal parametreler ölçülmüştür. Araştırma sonucuna göre su, sediment ve biota örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları Fe > Zn > Pb > Cu > Cd > Hg şeklinde olduğunu rapor etmiştir ( **Tunçer ve Uysal, 1985** ) .

İzmir Körfezi' nin Ege Denizi' nin diğer körfezleri gibi gittikçe kirlendiği ve kirlenme sonucunda da tüketilen organizmalarda da farklı yeme alışkanlığına bağlı olarak ağır metal gözlemlendiği ve insan sağlığını da tehdit ettiği ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada *Engraulis encrasicolus* türünde Cu 0,441 - 9,697 µg/g, Zn 9,127 - 100,20 µg/g, Cd 0,036 - 0,756 µg/g

yaş ağırlık bulunmuştur. *Trachurus trachurus* türünde ise Cu 0,0 - 9,258 µg/g, Zn 0,844 - 48,550 µg/g, Cd 0,017 - 0,680 µg/g yaş ağırlık bulunmuştur ( **Uysal ve Tunçer, 1985** ).

Uysal ve çalışma arkadaşları tarafından 1986 yılında yapılan çalışmada İzmir Körfezi' nin kirlenmiş ve kirlenmemiş bölgelerinden elde edilen iki balık türünde ( *M. barbatus* ve *D. annularis* ) bazı ağır metaller ölçülmüştür. *M. barbatus*' ta Fe 2,20 - 16,60 µg/g yaş ağırlık, Zn 1,96 - 7,70 µg/g yaş ağırlık, Cu 0,20 - 1 µg/g yaş ağırlık, Cd 0,0 - 0,13 µg/g yaş ağırlık bulunmuştur. *D. annularis* Fe 3,90 - 21,70 µg/g yaş ağırlık, Zn 3,70 - 11,84 µg/g yaş ağırlık, Cu 0,02 - 2,10 µg/g yaş ağırlık ve Cd 0,03 - 0,30 µg/g yaş ağırlık bulunmuştur ( **Uysal ve diğerleri, 1986** ). Ege Denizi' nde yapılan diğer bir çalışmada ise *Mytilus galloprovincialis*' de Cu 1,84 µg/g yaş ağırlık, Zn 27,3 µg/g yaş ağırlık, Pb 1,61 µg/g yaş ağırlık, Cd 0,17 µg/g yaş ağırlık şeklinde saptamışlardır ( **Uysal ve diğerleri, 1986** ) .

Kefal balıkları ( *Mugil spp.* ) ile yapılan çalışmada Cd, Pb, Fe' in tek tek veya bir arada aynı ortamda buldukları halde organ ve dokularında birikimlerinin nasıl olacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Cd' un karaciğerde Fe ve Pb' un ise barsak, karaciğer ve solungaçlarda olduğu görülmüştür. Cd birikimini Fe ve Pb arttırırken, Fe ve Pb birikimlerini Cd azalttığını bulmuştur ( **Parlak, 1986** ) .

1960 yılından beri yoğun bir kirlenme etkisinde olan İzmir Körfezi bentik ve pelajik ekosistemi üzerinde yapılan araştırmalarda biyolojik yapıda sürekli değişimlerin olduğu gözlemlendiği ifade edilmiştir. Denizel ekosistemin biyotik ve abiyotik değişim içinde olduğu vurgulanmış ve bu geniş ekosistemin küçük bir noktasını oluşturan ve yoğun bir kirlenmenin etkisindeki İzmir Körfezi' nde de benzer değişimlere rastlanmış olup, özellikle makrobiotanın kalitatif ve kantitatif özellikleriyle bölgesel dağılışlarında aydan aya farklılıklar gösterdiği rapor edilmiştir ( **Kocataş, 1986** ).

1983 -1985 yılları arasında yılında yapılan çalışmada Aliağa ve İzmir Körfezi' ni karakterize eden sekiz istasyondan su örnekleri toplanmış ve analiz edilmiştir. Maksimum nitrat ve fosfat yağmur mevsimleri boyunca bulunmuştur. Fiziko - kimyasal ve nütrient arasında bazı lineer korelasyonlar olduğu rapor edilmiştir ( **Tunçer, 1987** ).

Oral ve Uysal tarafından 1987 yılında yapılan yüksek lisans tez çalışmasında *Mytilus galloprovincialis*' in Ayvalık Körfezi Çamlık Koyu' nda yapay ve doğal gelişimi ile üretimi üzerinde bazı araştırmalar yapmışlardır. Yapılan denemelerde, her ay örnek alınarak bireylerin aylık büyüme hızları, aylık ortalama boy ve genişlikleri, büyüme oranları, boy / en oranları ve ortam ısısı saptanarak grafiklerini çizmişlerdir. Araştırma sonucunda bu bölgenin *M.*

*galloprovincialis*' in sal sistemi ile üretiminde çok uygun ekolojik şartlara ve coğrafik konuma sahip olduğu ifade edilmiştir ( **Oral ve Uysal, 1987** ).

Güner ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada 1983 - 1984 yılları arasında İzmir Körfezi' nde yayılış gösteren alglerden *Ulva rigida*, *Gracilaria verrucosa*, *Polysiphonia variegata* türlerinde Fe, Mn ve Pb birikimleri araştırılmıştır. *U. rigida*' da en yüksek Fe 1226 µg/g ( Ağustos ayında ), Mn 107 µg/g ( Ağustos ayında ) ve Pb 129 µg/g ( Haziran ayında ) bulunduğu rapor edilmiştir. *G. verrucosa* ' da en yüksek değerler Fe 3963 µg/g ( Mayıs ayında ), Mn 66 µg/g ( Ağustos ayında), Pb 134 µg/g ( Ağustos ayında ) şeklinde bulunmuştur. *R. thysanorhizans* en yüksek değer 6300 µg/g ( Mart ayında ), Mn 63 µg/g ( Mart ve Mayıs aylarında ), Pb 96 µg/g ( Nisan ayında ) ölçülmüştür. *P. variegata* Fe 4955 µg/g ( Haziran ayında ), Mn 250 µg/g ( Ağustos ayında ), Pb 169 µg/g ( Haziran ayında ) şeklinde bulunmuşlardır ( **Güner ve diğerleri, 1987** ).

İzmir ve Çandarlı ( Aliağa Limanı ) Körfezleri' nde yaşayan *Mytilus galloprovincialis*, *Tapes decussatus*, *Patella vulgata*, *Monodonta turbinata* ve *Arca amygdalum*' da Fe, Cu, Pb, Zn, Cd, Hg düzeyleri ve mevsimsel değişimleri araştırılmıştır. Aliağa Limanı' nda daha çok *Mytilus galloprovincialis* için Zn ( 30 µg/g ), Pb ( 5 µg/g ), Cd ( 0,810 µg/g ) önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca türlerdeki ağır metal düzeyleri; Fe > Zn > Cu > Pb > Cd > Hg, sırasını takip ettiği rapor edilmiştir. Saptanan kirlilik düzeylerinin FAO' nun kayıtlarındaki deniz organizmaları için ağır metal düzeylerinin tehlike göstermediği ifade edilmiştir ( **Tunçer ve Uysal, 1988** ) .

1978 -1980 yılları arasında dil ve levrek balıklarında çeşitli iz elementlerin birikim düzeyleri araştırılmıştır. Bizim çalışma alanımız içine giren Ayvalık ve Aliağa Körfezleri' nden örneklemeler yapılmıştır. Analizlerin sonuçlarına göre levrek ve dil balıklarının yenilebilir kas dokularında iz element konsantrasyonlarının uluslar arası kuruluşlarca saptanan değerlerle karşılaştırıldığında düşük ve zararsız düzeyde olduğu bulunmuştur ( **Gey, 1988** ).

Uysal ve çalışma arkadaşları tarafından 1988 yılında yapılan çalışmada Ege kıyılarında yaygın olarak kullanılan balık türlerinden *T. trachurus L.*, *S. scomber L.*, *S. pilchardus Walb.*, *S. scribe L.*, *D. gibbosus Rafinesque.*, *D. annularis L.*, *S. alcedo risso.*, *M. barbatus L.*, mollusk türlerinden *M. galloprovincialis Lam.*, *T. decussatus L.*, *V. gallina L.*; *V. verrucosa L.*, *C. edule L.*, *P. vulgata L.*, *Monodonta turbinata Born.*, *L. vulgaris Lam.*, *S. officinalis L.*' nin içerdiği ağır metal düzeyleri ve bunların ortamlarının fiziko - kimyasal parametreleri ölçülmüştür ( **Uysal ve diğerleri, 1988** ).

Yüksel ve çalışma arkadaşları tarafından 1986 yılında yapılan çalışmada İzmir İç Körfez' den toplanan *Rhodophyta* ( Kırmızı algler ), *Phaeophyta* ( Kahverengi algler ), *Chlorophyta* ( Yeşil algler )' ya dahil alg grupları Mart, Nisan, Mayıs, Haziran aylarında toplanmıştır. En fazla kirliliğe Fe neden olduğu bulunmuştur. Hg miktarının Haziran ayında diğer aylardan daha yüksek bulunduğu rapor edilmiştir ( **Yüksel ve diğerleri, 1988** ).

Bilecik tarafından 1989 yılında yayınlanan “ Midye ve Yetiştiriciliği ” adlı eserde midye yetiştiriciliğinin Türkiye ve dünyadaki durumu ve yetiştirme teknikleri hakkında bilgi verilmiştir ( **Bilecik, 1989** ).

Türkan ve çalışma arkadaşları tarafından İzmir Körfezi' nden toplanan *Enteromorpha linza*, *E. intestinalis*, *Gracilaria verrucosa*, *Ulva sp.* ve *Cladophora sp* alg örneklerinde Cd, Pb, Zn, Cu ve Fe içerikleri incelenmiştir. İç Körfez' den toplanan alg örneklerinde diğer körfezlerden daha fazla ağır metal birikimi olduğunu ve Fe > Pb > Zn > Cu > Cd şeklinde sıralandığı bulunmuştur ( **Türkan ve diğerleri; 1989** ).

Eftelioğlu ve Uysal tarafından 1989 yılında yapılan yüksek lisans tez çalışmasında İzmir Körfezi' nin farklı kirlilik olan bölgelerinden *Mytilus galloprovincialis* örneklerinin içerdiği Fe, Zn, Cu, Pb ve Mn' in konsantrasyonları, mevsimsel ve bölgesel değişimleri araştırılmıştır. *M. galloprovincialis*' in yumuşak kısımlarında; Fe 87,6 - 243,6 µg/g; Zn 144,3 - 295,1 µg/g, Cu 5,5 - 19,3 µg/g, Pb 4,8 - 9,9 µg/g, Mn 10,7 - 10,8 µg/g ( kuru ağırlık ) bulunduğu rapor edilmiştir. Kabukta; Fe 29,8 - 38, 5 µg/g, Zn 7,5 - 14,7 µg/g, Cu 5,2 - 16,3 µg/g, Pb 38,2 - 44,7 µg/g, Mn 18,3 - 19,1 µg/g ( kuru ağırlık ) bulunduğu ifade edilmiştir. Midyede iz element konsantrasyonları, yumuşak doku ve kabukta bölgesel, mevsimsel varyasyonlar gösterdiğini bulmuşlardır ( **Eftelioğlu ve Uysal, 1989** ).

Tunçer tarafından 1990 yılında yapılan çalışmada Ege Denizi' nde yer alan pek çok noktadan ve Aliağa' dan toplanan farklı alg örneklerinde mevsimsel ağır metal miktarları araştırılmıştır ( **Tunçer, 1990** ).

Damoğlu ve Uysal, 1990 yılında yaptıkları yüksek lisans tezinde İzmir Körfezi zooplanktonunda bazı ağır metallerin mevsimsel değişimleri araştırılmıştır. Mevsimsel örneklemeler sonucunda Fe > Zn > Pb > Cu > Cd > Hg<sub>tot</sub> şeklinde bir ilişki çıkmıştır. Fe ve Cu konsantrasyonlarında içten dışa doğru artış görülmüş ve araştırma sonucu elde edilen bulgulara göre yüksek olduğu bulunmuştur. İzmir Körfezinin evsel ve endüstriyel atıkların etkisinde olduğu bir kere daha gösterilmiştir ( **Damoğlu ve Uysal, 1990** ).

Ağır metal kirliliği çalışmalarının yoğun olarak çalışıldığı İzmir Körfezi bunun yanında oluşan diğer kirliliklere de dikkat edilmesi gerektiği düşünülmüştür. Alparslan ve Uysal tarafından 1991 yılında hazırlanan doktora tezi çalışmasında İzmir Körfezi civarında planktonik organizmalarla birlikte alg partiküllerini de filtrasyonla sindirim sistemi mekanizmasına dahil ederek beslenen *Mytilus galloprovincialis*' in bakteriyolojik beslenme durumunu incelemişlerdir. Red – tide bakımından çalışma periyodu sırasında bir risk olmamasına rağmen, mikrobiyolojik yönden oldukça riskli bir durumla karşılaştığı ve bunun sonucu olarak tüketilecek midyelerin çok iyi şekilde pişirilmesi, steril bir şekilde nakledilmesi, deniz ürünleri işleyenlerin insan sağlığı bakımından hijyenik koşullara uymasının gerektiği ifade edilmiştir ( **Alparslan ve Uysal, 1991** ).

İzmir Körfezi, endüstriyel bölgeleri ve yerleşim alanlarını çevresinde toplayan bir körfez olup, buralardan kontrolsüzce gelen kirlilik deşarjları ile çok yüklendiğinden kendi kendini temizleme kapasitesi çok azalmıştır. Çok çeşitli kirlenici maddelerin kontrolsüz bir biçimde atıldığı İzmir Körfezi, ağır metal kirliliği bakımından da oldukça önemli olup, gerek deniz suyunda gerekse organizmalarda ve dolayısıyla sedimentteki miktarları gıda zinciri açısından direk insanoğlunu etkilemektedir. İzmir Körfezinde İlkbahar ve Yaz 1990 periyodunda sediment örneklerinde Pb 41,3 – 61 µg/g, Cd 2 – 5 µg/g, Cu 12,5 - 3,5 µg/g, Zn 38,5 – 110 µg/g arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. İzmir Körfezi' nin Akdeniz' in diğer körfezlerle karşılaştırılması Tablo 1.5' te verilmiştir ( **Yaramaz ve diğerleri, 1992** ).

**Tablo 1.5:** Araştırılan ağır metallerin ( Pb, Cd, Cu, Zn ) İzmir Körfezinde daha önce yapılan çalışmalarla, Akdeniz' in diğer bölgelerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi ( µg/g kuru ağırlık ) ( **Yaramaz ve diğerleri, 1992** ).

Lokalite	Cd	Pb	Cu	Zn	Referans
<b>İzmir Körfezi</b>	0,2 - 40	40 - 120	33 - 866	53 - 8660	Uysal, Tuncer, 1984
<b>İzmir Körfezi</b>	1,3 - 6,6	13 - 305	16 –213	61 – 899	Gey, Mordoğan, 1988
<b>Gülbahçe Kör.</b>	1,4 -14	35 -183	12 - 56	16 -135	Uysal, Tuncer, 1988
<b>Homa Dalyanı</b>	2 - 5,5	10 - 95	19 - 27	32 - 68	Yaramaz ve ark., 1990
<b>Teherrmaikos K</b>	-	13 - 228	4 - 37	23 - 299	Varnavos ve ark., 1982
<b>Evoikos Kör.</b>	-	36,9	9,1	19,7	Scoullou - Dassenakis, 1982
<b>Venedik Lagünü</b>	1,1 - 25,4	3,1 - 278	21 - 463	61 - 5930	Pavoni ve ark., 1987
<b>Batı Akdeniz</b>	-	32,8	51,5	257	Arnoux ve ark., 1982
<b>Cezayir Kör.</b>	3,42 - 7,36	8,16 - 15,5	32,6 - 40,1	105,5-156,9	Choukki, 1988
<b>Ligurian Kıyısı</b>	0,47 - 4,59	45,5 - 144	7,52 - 38,7	-	Comsa ve ark., 1982

Öztürk ve çalışma arkadaşları tarafından 1993 yılında yapılan çalışmada Dikili' den Kuşadası - Efes' e kadar olan kıyısız bölgesinde, kentleşme, turizm aktiviteleri ve endüstriyel kirlenmelerin bitki yaşamını olumsuz yönde etkilediği ifade edilmiştir. 1970 yıllarında bu alanlarda dominant durumda görülen *Salicornia europaea* topluluklarının 1990' lı yıllarda güçlükle görüldüğü, bu alanda daha önce rapor edilen *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Poaceae* familyalarına ait çiçekli bitki türlerinin çoğunun ortadan kalktığını belirtilmekte ve son 25 yılda deniz kıyısındaki alanlarda mavi - yeşil ve yeşil alg patlamalarının görülmekte olduğu, ayrıca kırmızı ve kahverengi alg topluluklarında ise büyük bir azalış görüldüğü rapor edilmiştir ( **Öztürk ve diğerleri, 1993** ).

Tunçer tarafından 1994 yılında yapılan çalışmada bakır mollusk türlerinin gonadlarında 7,840 - 10,290 µg/g yaş ağırlık, dokuda 0,050 – 7,0 µg/g yaş ağırlık bulunmuştur. Balık türlerinde ise karaciğerde 1,404 - 3,183 µg/g yaş ağırlık, dokuda 0,527 - 0,647 µg/g yaş ağırlık bulunmuştur. Bakır birikiminin gonad ve karaciğerde mollusk ve balık dokularından yüksek olduğu bulunmuştur ( **Tunçer, 1994** ).

Küçüksezgin ve Balcı tarafından 1994 yılında yapılan çalışmada deniz yosunlarında Hg 0,031 – 0,071 µg/g, Cd nd – 0,460 µg/g, Pb 1,640 – 4,490 µg/g, Cu 0,630 – 2,550 µg/g, Zn 1,980 – 15,690 µg/g ( yaş ağırlık ) bulunmuştur. *Mullus barbatus* Hg 0,119 – 0,307 µg/g. Bu balıktaki civa değeri Akdeniz' den biraz yüksek olduğu görülmüştür. Akdeniz' deki balıklardaki Hg ortalama değer 0,160 µg/g İzmir Körfezi' nde yapılan çalışmada ortalama değer 0,181 µg/g bulunmuştur. Deniz organizmalarında maksimum müsaade edilen Hg konsantrasyonları ile Akdeniz ülkelerinin kabul ettiği değer 0,5 – 0,7 µg/g ( yaş ağırlık ) olduğu ifade edilmiştir. Balıklarda Cd 0,430 µg/g yaş ağırlık olarak bulunmuştur. Bu değer de Akdeniz için kabul edilen değerlerin üzerinde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Pb ve Cr değerlerinin Akdeniz için yapılan ölçümlerden yine yüksek bulunmuştur. İnsan için balıklarda tolere edilebilir Pb 2 µg/g olduğu ve İzmir Körfezi' ndeki örneklerde bu değerleri aştığı ifade edilmiştir ( **Küçüksezgin ve Balcı, 1994** ).

Urla' da turizm sezonunda ( Mart - Ekim aylarında ) fiziko - kimyasal, mikrobiyolojik araştırmalar gerçekleştirmişlerdir. Araştırmalar sonucunda İskele' de 0,342 µgatom/L Nitrat ve 0,683 mg/L silikat bulunmuştur. İçmeler' de 5,840 µgatom/L amonyum, Çamlıçay' da 4,147 mg/L aniyonik deterjan, Narlıdere' de 1,01 µgatom/L ortofosfat bulunmuştur. İçmeler' de *Escherichia coli* ve *fekal streptokok* > 1800 koloni/L bulundu. Narlıdere' de total koliform 5000 koloni/L bulunmuştur. Çeşmealtı istasyonunda 3,81 pCi/L radyum ve Narlıdere' de total beta 20,47 pCi/g bulunmuştur. Sonuç olarak; mikrobiyolojik ve fiziko - kimyasal basamakların hiç birinde risk olmadığını bildirmişlerdir ( **Alparslan ve diğerleri, 1995** )

Yüce, 1995 yılında Kuzey Ege suları ile ilgili yaptığı çalışmada, siklonik yüzey devirleri Karadeniz suyunu batıya doğru taşıdığını ve akıntıların güney, güneybatıya doğru ilerlediğini, Karadeniz orijinli az tuzlu yüzey suyu alanın batı kısımlarda yer aldığını ifade etmiştir. Orta su kolonunun bölgenin güney, güneydoğusundaki tuzluluktan biraz az olduğunu bulmuştur. Orta su taşınımı kuzey, kuzeydoğuya doğru ilerledikçe güney yüzey su taşınımını dengelediğini ve yüksek oksijen içeren derin su ile birlikte kuzey havzasında yer alan Kavala, Kasarda ve Saroz Körfezleri'nde şekillendiğini söylemiştir.

Sunlu ve Egemen, 1994 yılında yapılan doktora tezi ve daha sonra bu araştırmacılar tarafından yapılan 1998 yılındaki yayında; Homa Dalyanı ile Ege Denizi' nin farklı bölgelerinden toplanan *Dicentrarchus labrax* ( L. ), *Sparus aurata* ( L. ), *Liza ramada* ( R. ) ve *Anguilla anguilla* ( L. )' nin farklı organ ve dokularındaki bazı ağır metallerin ( Cd, Pb, Zn, Cu, Fe ) birikim düzeyleri 1990 - 1992 yılları arasında mevsimsel olarak araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, doku ve organlar içermiş oldukları ağır metal düzeylerine göre karaciğer > solungaç > et şeklinde, ağır metaller ise birikim düzeyine göre Fe > Zn > Pb > Cu > Cd şeklinde sıralanmıştır. Homa Dalyanında balık türlerinin et dokularındaki ağır metal düzeylerinin 0.17 µgCd/g yaş ağırlık, 0.87 µgPb/g yaş ağırlık, 0.69 µgCu/g yaş ağırlık, 7.14 µgFe/g yaş ağırlık olduğu saptanmıştır. Bu değerlerden sadece Cd' un limitlerin üzerinde diğerlerinin altında olduğu saptanmıştır. İzmir Körfezi' nde ise etteki ortalama ağır metal değerlerinin 0.25 µg Cd/g yaş ağırlık, 1.41 µgPb/g yaş ağırlık, 9.24 µgZn/g yaş ağırlık, 0.84 µgCu/g yaş ağırlık ve 9.30 µgFe/g yaş ağırlık olduğu saptanmıştır. Bu değerlerden Cd ve Pb birikim değerleri müsadde edilen değerlerin 1,5 - 2 katından daha yüksek olduğu saptanmıştır. İç Körfez' deki canlı organizmalardaki Pb birikim düzeylerindeki artışı, motorlu taşıtların egzoz gazlarından atmosfere ulaşan kurşun miktarının artışına ve atmosferde artan kurşunun denizel ortama ulaşmasına bağlayabiliriz ( **Sunlu ve Egemen, 1998** ).

Çetingül ve Aysel tarafından 1998 yılında yapılan çalışmada İzmir Körfezi' nden toplanmış kahverengi algelere ait *C. sinuosa*, *C. barbata* ve *C. compressa* ile kırmızı algelere ait *G. verrucosa*, *H. musciformis*, *L. obtusa* *L. papillosa*, *A. najadiformis* türlerinin mevsimsel olarak ağır metal birikim düzeyleri araştırılmıştır. *C. barbata* ve *H. scoparia*' da Fe 15060,7 - 6385,5 µg/g birikmiştir. Zn' nin *D. dichotoma*' da kışın 360,2 µg/g en fazla biriktiği görülmüştür. Cu, yazın *H. scoparia*' da en yüksek seviyededir ( 83,9 µg/g ), Pb ise 0 - 40 µg/g arasında olup en fazla *H. scoparia*' da birikmiştir. Kırmızı alglerden *G. verrucosa*, *H. musciformis* ve *A. najadiformis*' de diğer türlerden daha fazla oranda Fe ( 3999,0 - 3289,5 µg/g ) birikmiştir. Zn, ilkbahar mevsiminde *G. verrucosa*' da 164 µg/g olarak en yüksek görülmüştür. Cu ise 4,6 - 40,6 µg/g arasında olup en fazla *L. papillosa*' da birikim göstermiştir. Cd' un en yüksek seviyesi 2,8 - 1,7 µg/g olarak *G. verrucosa* ve *H. musciformis*' de saptanmıştır ( **Çetingül ve Aysel, 1998** ).

İzmir Körfezi' nde yüzey sedimenti ve bazı molluska grubu canlılarla Mayıs 1994 - Şubat 1995 arasında yapılan çalışmada ağır metal *Mytilus galloprovincialis* ( L. 1758 ) türünde 0,04 -1,12 µgCd/g yaş ağırlık, 0,58 - 1,82 µgPb/g yaş ağırlık, 9,55 - 58,50 µgZn/g yaş ağırlık, 0,32 - 3,25 µgCu/g yaş ağırlık ve 0,30 - 3,25 µgNi/g yaş ağırlık; *Tapes decusatus* ( L. 1758 ) türünde ise 0,08 - 0,20 µgCd /g yaş ağırlık, 0,20 -2,85 µgPb/g yaş ağırlık, 10,70 - 22,10 µgZn/g yaş ağırlık, 0,80 - 3,48 µgCu/g yaş ağırlık, 0,80 - 2,35 µgNi/g yaş ağırlık, *Cerastoderma glaucum* ( B. 1789 ) türünde 0,08 - 0,51 µgCd/g yaş ağırlık, 0,72 - 2,15 µgPb/g yaş ağırlık, 8,70 - 20,55 µgZn/g yaş ağırlık, 0,60 - 5,58 µgCu/g yaş ağırlık, 5,18 - 9,21 µgNi/g yaş ağırlık bulunmuştur. Yüzey sedimentindeki ağır metal dağılımı ise 1,60 - 3,70 µgCd/g kuru ağırlık, 24,10 - 54,50 µgPb/g kuru ağırlık, 11 - 68,20 µgZn/g kuru ağırlık, 7,50 - 28,50 µgCu/g kuru ağırlık ve 29 - 110 µgNi/g kuru ağırlık bulunmuştur. Mollusca türlerinde metal konsantrasyonları Zn > Ni > Cu > Pb > Cd şeklinde sedimentte ise Ni > Zn > Pb > Cu > Cd şeklinde olduğu rapor edilmiştir ( **Egemen ve diğerleri, 1998** ) .

Bat ve çalışma arkadaşları tarafından 1998 yılında yapılan toksikolojik çalışmada *Diogenes pugilator* ( Roux )' un canlı kalması ile yapılan çalışmada deniz suyundaki çinko ve bakırın tek tek ve birleşik etkileri araştırılmıştır. Sonuçların test hayvanlarında bakırın çinkodan daha toksik olduğunu ifade edilmiştir. Bakır ile çinko beraber eklenirse test hayvanlarında ölümlerin attığı ifade edilmiştir ( **Bat ve diğerleri, 1998** ) .

Yemenicioğlu; Ege Denizi sahillerinden deniz suyu, sediman, asılı katı, organizma örnekleri toplamış ve bu örneklerde civa miktarını araştırmıştır. Kıyı boyunca deniz suyunda ölçülen toplam civa derişimleri 4 - 24 ng/L arasında ve ortalama  $19 \pm 11$  ng/L, askıda katı partiküler formda ölçülen civa miktarı  $1,95 \pm 2,76$  ng/L şeklindedir. Buna göre toplam civanın yaklaşık % 15' i partiküler formdadır ve civanın yaklaşık % 8,5 – 37 arasında değişmekte olduğunu bulmuştur. Karasal kaynaklarda ölçülen civa miktarı 12 – 73 ng/L, sediman örneklerinde ölçülen ortalama civa miktarı 90 ng/g' dır. Analiz edilen canlı örnekleri midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve Barbun balığıdır ( *Mullus barbatus* ). Barbun balığının midyeye oranla daha fazla civa biriktirdiğini göstermiştir ( **Yemenicioğlu, 2000** ) .

Küçüksezgin, İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından desteklenen İzmir Körfezi Deniz Araştırması Projesi çerçevesinde Haziran 1997 – Ocak 1998 tarihleri arasında İzmir Körfezi' nin yüzey sedimentinde ağır metal dağılımlarını ( Hg, Cd, Pb, Cr, Zn, Cu, Ni, Mn ) araştırmıştır. Ağır metal konsantrasyonları İç Körfez' de örnekleme periyodu süresince önemli oranda zenginleştiğini fakat Dış ve Orta Körfez' de Gediz ağız hariç ağır metal zenginleşmesi düşük seviyelerde olduğunu göstermiştir. Dış Körfeze en büyük antropojenik kaynağın Gediz Nehri' nin



olduğu rapor edilmiştir. Ağır metal tayinin örnek hazırlama işlemi mikrodalga bozundurma yöntemi ile yapılmıştır ( **Küçüksezgin, 2001** ).

Küçüksezgin ve çalışma arkadaşları tarafından 1994 – 1998 yılları arasında MED - POL II Projesi Çerçevesinde Doğu Ege Denizi' ndeki *Mullus barbatus*' ta ağır metal ve organoklor kalıntıları araştırılmıştır. *M. barbatus*' ta Hg 16 – 200 µg/kg yaş ağırlık, Cd 0,57 – 4,50 µg/kg yaş ağırlık, Pb 40 – 207 µg/kg yaş ağırlık bulunmuştur. Bulunan ağır metal konsantrasyonlarına göre Pb > Hg > Cd şeklinde olduğu rapor edilmiştir. Akdeniz' deki sonuçlara göre düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Aldrin 0,10 – 0,61 µg/kg yaş ağırlık, t - DDD 0,86 – 4,50 µg/kg yaş ağırlık, t - DDE 10,0 – 18,0 µg/kg yaş ağırlık bulunmuştur. Bu sonuçlarında Akdeniz ülkeleri balıkları ile aynı olduğunu ifade etmişlerdir ( **Küçüksezgin ve diğerleri, 2001** ).

Karadeniz ile ilgili çalışmalar Ege Denizi kadar olmasa da vardır. Karadeniz kıyıları bölge üniversiteleri tarafından incelenmektedir. Yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır:

Tunçer ve Baysal tarafından 1989 yılında Doğu Karadeniz kıyılarında *Trachurus mediterraneus*, *Mugil saliens*, *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva lactuca* ve *Cystoseira barbata* gibi denizel organizmalarda bazı suni radyonüklid ( Cs - 134, Cs - 137 ) ve K - 40 derişimlerinin düzeyleri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre radyonüklid değerlerinin Cs - 134 için BG - 20 Bq/kg, Cs - 137 için BG - 107 Bq/kg, ve K - 40 için BG - 24000 Bq/kg ( kuru ağırlık ) arasında değiştiği saptanmıştır. Doğal ve suni radyonüklidlerin artışı sonucunda başta midye, alg, omnivor ve pelajik balıklarda da bazı yükselmeler kaydetmişlerdir ( **Tunçer ve Baysal, 1989** ).

Öztürk ve Erdem tarafından 1991 yılında yapılan doktora çalışmasında Sinop ili sahillerinde yayılış gösteren, ağır metalleri biriktirme özelliğine sahip ve indikatör tür olan omurgasızlar *Mytilus gallopravincialis* ve *Patella coeruleae*, alglerden *Cystoseira barbata* ve *Enteromorpha linza* örneklerinde ağır metallerden Zn, Cu, Cd, Ni ve Pb' nin birikim düzeyleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre omurgasız türlerinde Zn 0,338 - 3,748 µg/g yaş ağırlık, Cu 0,390 - 0,556 µg/g yaş ağırlık, Cd 0,169 - 0,404 µg/g yaş ağırlık, Ni 0,590 - 1,076 µg/g yaş ağırlık, Pb 0,832 - 2,239 µg/g yaş ağırlık; alg örneklerinde Zn 23 - 41 µg/g kuru ağırlık, Cu 23,0 – 44,0 µg/g kuru ağırlık, Cd 0,32 - 0,47 µg/g kuru ağırlık, Ni 61 – 85 µg/g kuru ağırlık, Pb 58 – 114 µg/g kuru ağırlık değerleri arasında bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen değerlerin insan sağlığına zararlı olmadığı ve limit değerlerden çok düşük olduğu ifade edilmiştir ( **Öztürk ve Erdem, 1991** ).

Tunçer ve Yaramaz tarafından 1992 yılında yapılan çalışmada Karadeniz' de yayılış gösteren deniz fanerogamlarından olan *Zostera marina* yaprak ve filizlerinde bazı ağır metal ve

elemental kompozisyonu araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *Zostera marina* yapraklarında Cd 1,05 ppm, Cu 0,84 ppm, Pb 1,17 ppm, Zn 3,63 ppm, *Zostera marina* filizlerinde ise; Cd 1,05 ppm, Cu 0,60 ppm, Pb 3,14 ppm, Zn 23,22 ppm bulunmuştur (Tunçer ve Yaramaz, 1992).

Ünsal tarafından 1994 yılında Türkiye' nin Doğu Karadeniz sahillerinde yayılış gösteren *Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck ) civa, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel varyasyonlarını araştırıldığı çalışmada, istasyonlar arasında civa konsantrasyonlarındaki dağılımın az çok homojenize olduğunu bildirmiştir. Kurşun ve bakır konsantrasyonları çalışma bölgesinin batı ve doğusunda artmakta, orta bölgede ise azalma gözlenmemiştir. En yüksek Hg konsantrasyonu Samsun' da gözlemlenmiştir. Buna karşılık en yüksek bakır konsantrasyonları Rize ve Hopa' da elde edilmiştir. Pb konsantrasyonu ise Sinop ve Samsun' dan toplanan midyelerde bulunmuştur ( Ünsal, 1994 ).

Öztürk ve Karaçam tarafından 1994 yılında yapılan yüksek lisans çalışmasında Trabzon Limanı, Yomra Petrol Ofisi sahilleri ile Çamburnu sahillerinden toplanan midyelerin yumuşak dokularında bulunabilen bakterilerin ( total bakteri, koliform bakteri, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* ) ve bazı ağır metallerin ( Cu, Pb, Zn ) birikim düzeyleri ile mevsimlere göre değişimleri araştırmıştır. *Staphylococcus aureus* ve *Vibrio parahaemolyticus* sayılarının önerilen limitleri aştığı ve Çamburnu sahillerinden alınan örneklerin ise bakteriyolojik açıdan temiz olduğu bulunmuştur. Trabzon Limanı' ndan alınan midye örneklerinde ağır metal düzeyleri ortalama Cu 2,129 µg/g, Pb 0,628 µg/g, Zn 16,778 µg/g, Yomra Petrol Ofisi sahillerinde ise Cu 1,890 µg/g, Pb 0,483 µg/g, Zn 18,326 µg/g ve Çamburnu sahillerinde ise Cu 8,936 µg/g, Pb 0,628 µg/g, Zn 10,899 µg/g ( yaş ağırlık ) olarak saptanmıştır. Mikroorganizmaların ve ağır metal konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi Zn > Cu > Pb şeklinde olduğunu ifade etmiştir ( Öztürk ve Karaçam, 1994 ). Öztürk ve çalışma arkadaşları tarafından 1993 yılında Mayıs – Ekim ayları arasında Sinop kıyılarında toplanan *Palaemon elegans Rathke* örneklerinde Zn, Cu, Cd, Ni, Pb, Fe, Mn gibi bazı ağır metallerin birikim düzeyleri araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ağır metal düzeylerinin sıralanışı Zn > Fe > Cu > Ni > Pb > Mn > Cd şeklinde olduğunu bulmuşlardır. *Palaemon elegans Rathke 1837* ağır metal miktarları ise Zn 10,22 – 11,37 µg/g, Cu 3,03 – 3,16 µg/g, Cd 0,23 – 0,36 µg/g, Ni 2,22 – 2,39 µg/g, Pb 0,97 – 1,13 µg/g, Fe 3,23 – 3,47 µg/g ve Mn 0,64 – 0,96 µg/g ( yaş ağırlık ) şeklinde olduğunu rapor etmişlerdir ( Öztürk ve diğerleri, 1996 ).

Tunçer ve Ayaz tarafından 1996 yılında yapılan çalışmada Doğu Karadeniz sahillerinde yayılış gösteren *Zostera marina* ( L. ) türünde % 1,018 - 2,58 Ca, 0,51 - 9,37 mg/g Fe, % 0,12 - 0,27 Mg, % 0,92 - 1,65 N, % 1,10 - 1,24 K, % 0,20 - 0,23 P, % 2,10 - 2,16 Na bulunduğunu ifade etmişlerdir ( Tunçer ve Ayaz, 1996 ).

1996 yılında yapılan çalışmada Karadeniz' in bir iç deniz olması ve karasal kökenli kirleticilerin nehirler yoluyla yoğun olarak aktarımıyla ölü bir deniz görünümü almaya başladığı ifade edilmiştir. Gerek su kalitesi gerekse tür çeşitliliği ile gittikçe fakirleştiği düşünüldüğü rapor edilmiştir. Karadeniz' in Sinop kıyılarında örneklenen su, *Mytilus galloprovincialis* ve *Cystoseira barbata* örneklerinde ağır metal düzeylerine bakıldığında *M. galloprovincialis* örneklerinde Zn 2,891 – 3,748 µg/g, Cu 0,415 – 0,473 µg/g, Cd 0,223 – 0,404 µg/g, Ni 0,716 – 1,076 µg/g, Pb 0,832 – 1,71 µg/g ( yaş ağırlık ), *C. barbata* örneklerinde Zn 23,32 µg/g, Cu 24 - 35 µg/g, Cd 0,33 – 0,46 µg/g, Ni 62 - 74 µg/g, Pb 82 - 114 µg/g ( kuru ağırlık ) değerleri arasında, deniz suyunda ortalama değerleri ise Zn 0,017 µg/mL, Cu 0,018 µg/mL, Cd 0,012 µg/mL, Ni 0,033 µg/mL ve Pb 0,019 µg/mL olarak bulunduğu rapor edilmiştir ( **Öztürk ve diğerleri, 1996** ).

Tuncer ve Balkaş tarafından yapılan çalışmada uygulanabilir çevresel kararlar alabilmek amacıyla gerçekleştirilecek çalışmalara ışık tutmak, karşılaştırılabilir nitelikte ve geçerliliği olan veri setleri yaratmak ve çevre kirliliği ile ilgili çalışmalara, sedimanları çevre tanımı açısından yeni matrisler olarak vurgulayarak yeni bir boyut getirmeyi amaçlamışlar ve Güneybatı Karadeniz' deki belirlenen istasyonlardan sediman örneklerini incelemiştir. Güneybatı Karadeniz sedimanlarında toplam, reaksiyona hazır, çeşitli fazlardaki element seviyelerini belirlenmesi, kil mineralleri kompozisyonu ve organik karbon kompozisyonu ile bölgenin jeolojik, tarihsel ve topografik yapısına bağlı olarak metallerin kaynaklarının tesbiti ve irdelenmesi şeklinde çalışmalar yapmışlardır ( **Tuncer ve Balkaş, 2000** ).

Alemdağ ve Tüfekçi yaptıkları çalışmada ise Karadeniz' de sıcaklık dağılımının temel özelliğinin derinliğe bağlı olarak hızla düştüğünü ve ortalama sıcaklığın verimli olan yüzey tabakasında 16,2 °C ve 50 – 75 m arasında bulunan termoklin ortasında 7,3 °C' ye düştüğünü ve geçiş tabakasının altında sıcaklık dağılımı 100 m' de 7,28 °C, 300 m' de 8,78 °C olduğu ifade edilmiştir. Tuzluluğun derinliğe bağlı olarak değişimlerinin karmaşık ve düzensiz olduğunu ifade etmişlerdir. Ortalama yüzey suyu tuzluluğunun ‰ 18, yaz aylarında en düşük değer ‰ 17,3 ve 200 m' den derin olan yerlerde tuzluluğu da ‰ 22 civarında ölçmüşlerdir. Fe, Mn ve As zamansal dağılımlarının uniform olmadığını ifade etmişlerdir. Özellikle yaz aylarında konsantrasyonlarının yüksek görülmesi bu dönemde deniz ortamındaki biyokimyasal reaksiyonların hızlanması ve atmosferik girdideki artıştan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Cu, Zn, Cd, Pb ve Hg' nin deniz suyundaki zamansal değişiminin düzenli olmadığı ve genellikle yaz döneminde en yüksek değere ulaştığı ifade edilmiştir ( **Alemdağ ve Tüfekçi, 2000** ).

Topçuoğlu ve çalışma arkadaşları tarafından 1997 – 1998 yıllarında Karadeniz kıyılarında yapılan çalışmada ağır metal tayini ( Cd, Co, Cr, Ni, Zn, Fe, Mn, Pb, Cu ) için makroalg, deniz salyangozu, midye, balık ve sediment örnekleri almışlardır. Karadeniz

kıyıların ağır metal kirliliği ile karşı karşıya kaldığını ifade etmişlerdir. Makoalg, deniz salyangozu, midye ve sediment örneklerinde oldukça yüksek olduğunu bulmuşlardır. Hamsi balığındaki Cd, Pb ve Cu konsantrasyonları düşüktür. Daha önceki verilerle karşılaştırıldığında Co, Fe, Zn, Cr, Mn ve Ni içeriklerinin değiştiğini bulmuşlardır. Makro alglerdeki metal düzeyleri aynı istasyondaki sedimentteki konsantrasyonlarının aynı olmadığını bulmuşlardır. Araştırılan istasyonlarda deniz salyangozu, midye ve balık örneklerindeki Cd, Co, Cr, Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonları sedimentteki verilerle ilişkili olduğunu bulmuşlardır ( **Topçuoğlu ve diğerleri, 2002** ).

Türkiye' nin Akdeniz sahilleri diğer Akdeniz' e kıyısı olan ülkelere göre kıyıları temiz olduğu ifade edilmiştir ( **Samsunlu ve Akça, 1999** ). İskenderun Körfezi kirliliğin yoğun yaşandığı bölge olduğu gözlemlenmektedir. Akdeniz kıyıları ile ilgili yapılan çalışmalar ise şöyledir:

Salihoğlu ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan proje ile Akdeniz' deki kalay dağılımını ve balık örneklerindeki organik ve inorganik kalay dağılımını araştırmıştır. Bu çalışma Akdeniz için yapılan kapsamlı çalışmalardan bir tanesi olduğu görülmektedir ( **Salihoğlu ve diğerleri, 1984** ).

Türkiye' in Akdeniz sahillerinde yakalanan Tekir ve Barbunya' da ortalama 0,435 ppm, kefalde 0,158 ppm, Mercan, Karagöz, İsparoz ve Sinarit' te 0,498 ppm, Çipura' da 0,262 ppm, Lahoz' da 0,296 ppm, Yılan Balığı' nda 0,592 ppm ve Karideste 0,145 ppm şeklinde bulunduğunu rapor etmiştir. Akdeniz sahillerindeki bütün kabuklu ve kabuksuz deniz ürünlerinde civa miktarları kabul edilemeyecek seviyelere ulaştığını ve ayrıca İzmir Körfezi' nde incelenen civa miktarı da fazla bulunduğunu ifade etmiştir ( **Doğan, 1994** ).

Kuzeybatı Akdeniz' de altı balık türünün ( *Sparus auratus*, *Atherina hepsetus*, *Mugil cephalus*, *Trigla cuculus*, *Sardina pilchardus* ve *Scomberesox saurus* ) karaciğer, solungaç ve kaslarında ağır metal ( Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn ) konsantrasyonları ölçülmüştür. Yapılardaki metal konsantrasyonu ve balık hacmi ( uzunluk ve ağırlık ) arasındaki ilişki linear regresyon analizi ile incelenmiştir. Metal konsantrasyonları ( µg/g kuru ağırlık ) en yüksek karaciğerdedir. *Scomberesox saurus* solungaçlarındaki demir hariç bütün balık türlerinde düşüktür. *Trigla cuculus*, *Sardina pilchardus*, *Atherina hepsetus* karaciğer dokularında Cd ( 4,50 ), Cr ( 17,10 ), Pb ( 41,20 ) yüksek konsantrasyonlar ölçüldüğü ve *M. cephalus* karaciğeri dikkati çekecek yükseklikte Cu konsantrasyonu ( 202,80 ) bulunduğu, *S. saurus* sadece dokularda yüksek demir konsantrasyonu ( 885,50 ) olduğunu göstermişlerdir. Lineer regresyon analizi ile metal

konsantrasyonları ve balık hacmi arasındaki ilişki negatif olduğunu bulmuşlardır ( **Canlı ve Atlı, 2003** )

Marmara Denizi, İstanbul ve büyük sanayi ve endüstri tesislerini barındırması, tarihten gelen birikimleri ile yoğun olarak kirlendiği gözlemlenmektedir. Bu denizle ilgili yapılan çalışmalar göz atacak olursak;

Erdem ve Saydam tarafından 1988 yılında yapılan yüksek lisans tez çalışmasında farklı metodların kullanımıyla evsel ve endüstriyel atıkların kirlenmesine maruz kalmış Haliç' ten alınan sediman örnekleri metal analiz yapılarak Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, Co, Mn, ve Fe miktarları tayin edilmiştir. Haliç sedimanlarının Pb, Zn ve Cu' a bakılarak kesinlikle kirli, Cr, Ni ve Co' a göre kontamine olduğu saptanmıştır. Mn ve Fe ise doğada rastlanan ortalama değerlere göre kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu ifade edilmiştir ( **Erdem ve Saydam, 1988** ).

Ergin ve çalışma arkadaşları tarafından Haliç ve İzmit Körfezi' nde yapılan çalışmalarda yüzey sedimentleri karşılaştırıldığında Haliç' in Zn, Cu, Pb ve Cr yönünden İzmit Körfezinden oldukça yüksek konsantrasyonda olduğu rapor etmişlerdir. Haliç' e girdilerin yakın çevrede bulunan endüstriyel kaynaklı antropojenik etkilerin altında olduğu İzmit Körfezi' nin ise doğal temel seviyelerde girdilerin olduğu ifade edilmiştir ( **Ergin ve diğerleri, 1991** ).

Atayeter ve Köksal tarafından 1991 yılında yapılan yüksek lisans çalışmasında İstanbul Boğazı Anadolu Kavağı yöresinden toplanan *Mytilus galloprovincialis* türü midyelerin solungaç ve sindirim bezlerinde ( mide dahil ) Fe, Cu, Zn, Pb ve Al metallerinin birikim düzeyleri ile aylara ve midye büyüklüklerine göre değişimleri incelenmiştir. Araştırmada, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında her üç boy grubu için sindirim bezi ( mide dahil ) ile solungaçlarda saptanan toplam Zn değeri: 280,722 ppm, 289,466 ppm ve 7176,437 ppm değeri en yüksek bulunmuştur. Bunu sırasıyla Al, Fe, Cu, Pb izlemiştir. Ancak Kasım ayında Pb birikimi ( 25,785 ppm ) Cu birikiminden toplam değer olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ekim ayında; en yüksek birikim Al metalindedir ( 354,837 ppm ). Bunu sırasıyla Zn, Fe, Cu, Pb izlediği görülmüştür. Aralık ayında her üç boy grubunda, her iki organda saptanan toplam metal birikim düzeyleri Cu < Pb < Fe < Al < Zn şeklindedir. Ocak ve Şubat aylarında ise her üç boy grubunda örneklerde sindirim bezi ( mide dahil ) ve solungaçlarda en yüksek birikim gösteren metalin Pb olduğunu rapor etmişlerdir. Ocak ayında Pb' yi Fe, Zn, Cu, Al izlemiştir. Şubat ayında ise Cu > Al > Zn > Fe şeklinde olduğu rapor edilmiştir ( **Atayeter ve Köksal, 1991** ).

Kocahan ve Kıratlı tarafından 1999 yılında yapılan yüksek lisans çalışmasında 28 Ağustos – 9 Ocak 1996 tarihlerinde Marmara Denizi' ndeki demersal balıklardan indikatör

organizma olarak kabul edilen Barbunya ve çok tüketilen türlerden Berlam, Öksüz, Kırlangıç, Midye, Karides ile ekonomik değeri olmadığı halde ortam şartlarının en kötü bölgelerinde tek tür olarak avlanan Hani' nin yumuşak dokusunda bakır, çinko, kurşun, kadmiyum ve cıva analizleri yapmışlardır. Maksimum ölçüm sonuçları; Mezgit' te 0,0817 µg/g cıva ve 0,156 µg/g kurşun, benekli Kırlangıç' ta 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 bulunduğu rapor edilmiştir ( **Kocahan ve Kıratlı, 1999** ). Kıratlı ve çalışma arkadaşlarının daha sonra yaptıkları bir çalışmada İstanbul Haliç' inde sedimentte Pb, Zn ve Cu' in güncel sedimentin 10 m aşağısından yüzeye doğru organik karbona benzer şekilde arttığı zenginleşme faktörünün Pb için 20, Zn için 5 ve Cu için 5 olduğu bulunmuştur. Yüzey sedimentlerinden grab ile alınan örneklerde ise bu metallerin zenginleşme faktörünün krast değerinin 200 katına kadar çıkarak güçlü bir biçimde zenginleştiğini bulmuşlardır. Haliç' te Pb - 210 yöntemi ile sedimentasyon hızının 3,5 cm/yıl olduğu rapor edilmiştir. Hesaplamalara göre; Haliç' in metal kirlenmesi 1700' lerin başından itibaren Osmanlı İmparatorluğu süresince liman, deniz ve üretim faaliyetleri artmış ve günümüzde evsel, metropolitan ve endüstriyel deşarjlar Haliç' teki metal kirliliğinin artmasına neden olduğu ifade edilmiştir. Marmara Denizi basenine metal taşınımının İstanbul Boğazı ve İstanbul haliç' inin güneye doğru akan üst tabaka suları ile taşındığını söylemişlerdir ( **Kıratlı ve diğerleri, 2000** ).

Literatür taramasında Ege Denizi' nin Yunanistan kıyıları ile adalar ve diğer dünya denizleriyle ilgili yapılan çalışmaların sayısının fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalardan bazı örnekler şu şekildedir:

Fytianos ve Vasilikiotis tarafından 1983 yılında yapılan çalışmada Yunanistan' a ait Kuzey Ege Denizi Körfezleri' nden olan Kavala ve Thermaikos ( Selanik ) Körfezleri' nde su ve sedimentte ağır metal kirliliği çalışmasında Kavala Körfezinin Thermaikos Körfezi' nden daha az kirli olduğu bulunmuştur. Thermaikos Körfezi' ndeki yoğun kirliliğin önlenmesi için bir plan yapılmasının gerektiği ifade edilmiştir ( **Fytianos ve Vasilikiotis, 1983** ).

Sawidis ve Voulgaropolos, 1986 yılında yaptıkları çalışmada Kuzey Ege Denizi' nde yer alan Yunanistan' a ait Thermaikos Körfezi' ndeki *Ulva lactuca L.* ve *Gracilaria verrucosa (Huds.) Papens'* te demir, kobalt ve bakır biyoakümülyasyonunun mevsimsel varyasyonu çalışılmıştır. Her iki türde de maksimum büyüme ve maksimum metal konsantrasyonu bulunmuştur. *U. lactuca* türünde yıl boyunca yüksek konsantrasyon ölçülmüştür ( **Sawidis ve Voulgaropolos, 1986** ).

Angelidis ve Aloupi tarafından yapılan çalışmada Yunanistan'ın Rodos Adası' ndaki Rodos Limanı' ndaki sedimentteki metallere bakılmıştır. Rodos Limanı; Mandraki Limanı, Ticari

Liman ve Acantia Limanı olmak üzere 3 alt birimden oluşmaktadır. İnsan aktiviteleri ile ilgili metaller ( Cu, Pb ve Zn ) kirlenmemiş bölgelere göre liman sedimentinde oldukça yüksek olduğu ifade edilmiştir. Yüksek metal konsantrasyonu Mandraki Limanı' nda bulunmuştur. Buraya aynı zamanda evsel deşajlarda yapılmakta olduğu ifade edilmiştir ( **Angelidis ve Aloupi, 1995** ).

Anagnostou ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Thessalonika Körfezi ve Thessalonika Koyu' nda yaptıkları çalışmada Zn, Cu, Cd, Pb ve bazı elementler araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda Thessalonika Koyu' nda ortalama olarak Zn 296 ppm, Cu 79 ppm, Pb 64 ppm Cd 1,33 ppm, Thessalonika Körfezi ise Zn 158 ppm, Cu 43 ppm, Pb 41 ppm, Cd 0,44 ppm bulunmuştur. Thessalonika Körfezi ve Thessalonika Koyu' nda son 40 - 50 Thessalonika' ya ait domestik ve endüstriyel atıklar bu körfez ve koyu yoğun olarak kirlendiğini göstermiştir ( **Anagnostou et al, 1998** ).

Angelidis ve Alopı tarafından Ege Denizi' nde araştırma bölgemizde bulunan Midilli Adası' nın Mytiline Limanı' na ait sahil kesimindeki sedimentte yaptığı çalışmada Cd, Cu, Pb ve Zn' nun antropojenik kaynaklı olduğu Fe ise doğal kaynaklı olduğu bulunmuştur ( **Angelidis ve Alopı, 1998** ).

Eei ve çalışma arkadaşları tarafından 1998 yılında Yunanistan' ın Saronikos Körfezi' nde *Mytilus galloprovincialis* ile yaptığı çalışmalar sonucunda 2,62 - 15,94 µg Cu /g kuru ağırlık, 0,80 - 27,57 µgCr/g kuru ağırlık, 1,61 - 12,14 µgNi/g kuru ağırlık, 2,09 - 11,02 µgPb/g kuru ağırlık bulunmuştur ( **Eei et al, 1998** ).

Haritonidis ve Malea tarafından Thermaikos Körfezi ( Yunanistan )' nde beş istasyonda yapılan çalışmalarda domestik ve endüstriyel kirlenmeye bağlı olarak *Ulva rigida* ve deniz suyunda Fe > Zn > Pb > Cu > Cd, sedimentte Pb > Fe > Zn şeklinde olduğu rapor edilmiştir. Alglerde metal konsantrasyonunun mevsimsel varyasyonu Cd ve Zn arasında anlamlı olduğu ifade edilmiştir. *U. rigida* türünde Pb - Cu, Fe - Cu, Cd - Pb arasında pozitif ilişki vardır. Alglerdeki Pb ile Cu konsantrasyonları sedimentteki ayrı konsantrasyonları ile pozitif ilişkili olduğu ifade edilmiştir. *U. rigida* türünün Pb, Zn ve Cd için indikatör tür olarak kabul edilebileceği ifade edilmiştir ( **Haritonidis ve Malea, 1999** ).

Catsiki ve Stroglyoudi tarafından yapılan çalışmada Ege ve İyon Denizi' ni içine alan altı örnekleme istasyonundan pelajik balık *Boops boops* ve demersal balık *Mullus barbatus*' un eti, solungaçlarında 1987 - 1997 periyodunda Cu, Cr, Ni, Zn, Fe, Mn konsantrasyonlarının izlendiği; Cu, Ni ve Zn' nun zaman içinde arttığı ve Cr ve Fe' in ise azalma gösterdiği ifade edilmiştir.

Yunan sularındaki balık çalışmalarındaki ölçülen değerlerin düşük olduğu ve Akdeniz' in kirlenmemiş bölgeleri ile aynı olduğunu ifade etmişlerdir ( **Catsiki ve Stroglyoudi, 1999** ).

Sawidis ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Ege Denizi' nde farklı biyotoplardan örneklenen kırmızı, kahverengi ve yeşil makro alglerde beş farklı eser metal ölçülmüştür. Farklı metaller için alglerin farklı türleri farklı duyarlılığa sahip oldukları ifade edilmiştir. Birikimlere insan aktivitesi sonucu ortaya çıkan etkenler dışında alanın jeolojisine de bağlı olduğu ifade edilmektedir. Alg örneklerimizde kayaların doğal demirin ferrousunu aksettirmektedir. Çalışmada Ni yüksek oranda bulunmuştur. Çalışmada bölgenin jeolojisinin çok önemli olduğu ve dikkat edilmesi gerektiği işaret edilmektedir. Bu çalışmada örnek hazırlama aşamasında mikrodalga bozundurma tekniği kullanılmıştır ( **Sawidis et al, 2001** ).

Rozhanskaya tarafından yapılan çalışmada Azak Denizi' nde yaşayan balık, benthos ve planktonda Manganez, Bakır ve Çinko araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *Mytilus galloprovincialis* türünde Mn %  $5.10^{-4}$  -  $5.10^{-3}$  ( kuru ağırlık ), Cu %  $1,2.10^{-3}$  -  $4,2.10^{-3}$  ( kuru ağırlık ) ve Zn %  $1,3.10^{-2}$  -  $3,3.10^{-2}$  ( kuru ağırlık ) bulunmuştur ( **Rozhanskaya, 1967** ).

Riley ve Segar; 1970 İrlanda sahillerindeki küçük adacıklardan toplanan *Asteroidea* classisine ait 4 tür, *Ophiuridea* classisinden 1 türün vücut yapılarında element kompozisyonları araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar ise Ophiuroidea' den *Ophiuroid* Cd 1,7 ppm, Cu 4,1 ppm, Pb < 0,67 ppm, Zn 68 ppm ; *Asterias rubens* Cd 3,7 ppm, Cu 4,3 ppm, Pb 23 ppm, Zn 190 ppm (kuru ağırlık), *Solaster papposus* Cd 5,3 ppm, Cu 1,1 ppm, Pb 5,2 ppm, Zn 120 ppm; *Porania pulvillus* Cd 9,4 ppm, Cu 30 ppm, Pb < 0.50 ppm, Zn 100 ppm; *Henricia sanguinolenta* Cd 1,7 ppm, Cu 4,1 ppm, Pb < 0,67 ppm, Zn 68 ppm şeklindedir ( **Riley ve Segar, 1970** ).

Stegner ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada 1977 - 1978 yıllarında Adriatik' te farklı örnekleme istasyonundan altı tür mesopelajik balıkta 7 eser element ölçülmüştür. Eser elementlerin ölçümü nötron aktivasyon analizi ile yapılmıştır ( **Stegner et al, 1978** ).

Lobel ve çalışma arkadaşları tarafından 1980 - 1981 yılları arasında İngiltere' nin kuzeybatı sahillerinden toplanan *Mytilus edulis*, *Littorina littorea*, *Nucella lapillus* ve *Patella vulgata* örneklerinde Zn, Cu ve Fe yumuşak dokular kurutularak analiz edilmiştir. Küçük bir alandan toplanan organizmaların organizmanın boyları da birbirine çok yakındır. Midyenin çinko için iyi bir düzenleyici olduğu bulundu. Tek midyelerin çinkoyu yüksek derecede akümüle ettiği bulunmuştur. Temiz olan Holy Adası' ndan toplanan midyelerde 0,831  $\mu\text{mol/g}$  bulunmuştur ( **Lobel et al, 1982** ).



Talbot ve Chegwidden tarafından yapılan çalışmada Cockburn Boğazı ( Batı Avustralya)' nda kalkerli deniz sedimentinde bazı fiziksel parametreler, ağır metal biokonsantrasyonu ve organik ve karbonat konsantrasyonları rapor edilmiştir. Cd ile kirlenmiş alçıtaşının boşaltılması sonucu Cd kirliliği geniş çaplı kirlilik olarak gözlenmektedir. Karbonatlı sedimentlerde kurşun büyük bir problem olarak görülmemektedir. Bazı sitelerde tabakhane atığı olarak Cr deşajları ile Cr konsantrasyonları ölçülmüştür. Boğaz zonunda yer alan yakın endüstri tesisleri sedimentte antropojenik kaynaklardan kaynaklandığı, metal konsantrasyonları yükselttiği ve metaller arasındaki önemli korelasyon katsayılarının olduğu ifade edilmiştir. Metal kirliliğinde kalkerli deniz sedimentinin ayrıntılı kullanılması tavsiye edilmemektedir ( **Talbot ve Chegwidden, 1983** ).

Escrache ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışma, MED - POL II Akdeniz Kirlilik İzleme çalışmasının bir parçası olarak 1983 yılında yapılmıştır. Metal kirliliği; sediment ve organizmada *Parapenaeus longirostris*, *Mullus barbatus* ve *Mullus surmuletus*' taki Hg hariç düşük bulunmuştur. Sedimentin organoklorlu bileşenleri araştırıldığında Akdeniz' in diğer çok kirlenmiş bölgeleriyle karşılaştırılmayacak düzeyde düşüktür ( **Escrache et al, 1984** ).

Lyngby ve Brix tarafından Limfjord ve Læsø ( Danimarka )' da yapılan çalışmada *Zostera marina*, *Mytilus edulis* ve sedimentte ağır metal kontaminasyonu ve kıyılardaki ağır metallerin izlenmesi için organizma ve sediment karşılaştırması yapılmıştır. Nissum Broad' da Hg, Venø Koyu' nda Cd, Aalborg' da Hg, Pb, Cu, Zn ağır metal konsantrasyonları ölçülmüştür ( **Lyngby ve Brix, 1987** ).

Martinčić ve çalışma arkadaşları tarafından 1979 - 1985 yılları arasında Adriatik Denizi' nde yapılan çalışmalar sonucunda midye ve istiridyelerde Akdeniz' in diğer bölgeleri ile karşılaştırıldığında daha az ağır metal kirliliği olduğu bulunmuştur ( **Martinčić et al, 1987** ).

Bettinelli ve çalışma arkadaşları tarafından HCl / HNO<sub>3</sub> / HF asitleri PTFE kaplarda bozundurma tekniği uygulanarak mikrodalga yakma birçok çevresel ve biyolojik materyelde test edilmiştir. Çözünmüş örneklerde yaklaşık 25 element ICP - AES veya GFAAS ile ölçülmüştür. Yüzlerce örneğin analizi sonucunda sonuçlar karşılaştırılmıştır ( **Bettinelli et al, 1989** ).

Koopmann ve Prange tarafından Alman Wadden Denizi' nden alınan sedimentlerde multielement ölçümü TXRF, AAS, INAA' da yapılmıştır. Bu çalışmada konsantre HNO<sub>3</sub> ile mikrodalgada bozundurma işlemi gerçekleştirilmiştir ( **Koopmann ve Prange, 1991** ).

McCarthy ve Ellis tarafından yapılan çalışma sonucunda kapalı kap mikrodalga bozundurma prosedürünü molluska örnekleri için geliştirmişlerdir. Pb, Cd, Cr, Cu ve Zn basamakları için kuru ve yaş yakma işlemler ile karşılaştırılmıştır. Geleneksel yöntemler ve mikrodalga ile bozundurma karşılaştırılmıştır. Kuru yakma işlemi diğer metodlardan devamlı düşük sonuçlar elde edilmiştir. Mikrodalga bozundurma ve yaş yakma işlemi geri alma aralığı % 80 - 92, kuru yakma prosedüründe ise % 54 - 72' dir. Hassasiyet, istakozun hepatopankreasında referans materyal olarak analizlenmesi ile ölçülmüştür. Pb, Cd, ve Cr değerleri üç bozundurma için referans materyal için spesifik aralıklara düşmüştür. Değer Cu ve Zn için düşüktür. Çalışmanın sonuçları mikrodalga bozundurmanın ancak yaş yakma ile karşılaştırılabileceğini göstermiştir ( **McCarthy ve Ellis, 1991** ).

Korzeniewski ve Neugebauer tarafından 1980 - 1985 yılları arasında Güney Baltık Denizi' nde yer alan Polonya kısmında Baltık ekosistemine ait biyotik ( plankton, balık ) ve abiyotik ( su, askıda katı madde, sediment ) bileşenlerdeki ağır metal kontaminasyon basamakları çalışılmıştır. Kıyı bölgesinin farklı bileşenleri kadmiyum ve kurşun ( hava yoluyla ), bakır ve çinko ( nehir yoluyla ) kıyı sularına ve Gdansk Körfezi' ne geldiği bildirilmiştir. Süspanse maddedeki zenginleştirme faktörü  $10^4 - 10^6$ , sedimentte  $10^3 - 10^5$ , planktonda  $10^4 - 10^5$ . Balıklarda ulusal ve uluslar arası değerleri aşmadığı ifade edilmiştir ( **Korzeniewski ve Neugebauer, 1991** ).

Szefer ve Szefer tarafından yapılan çalışmada bentostaki Cu, Zn, Pb, Cd için dağılım faktörü ve konsantrasyon hesaplanmıştır. Ayrıca yüzey sedimenti ve akıntı sularındaki konsantrasyonlar karşılaştırılmıştır. Zn' ye karşı Pb, Cd' a karşı Pb özellikle yüzey sedimentinde ve *Mytilus edulis* yaşlı bireylerinin yumuşak dokularında tercih edildiği faktörlerce gösterildiği rapor edilmiştir ( **Szefer ve Szefer, 1991** ).

Baldwin ve çalışma arkadaşları, düşük hacimli teflon kaplar kullanılarak mikrodalga ısıtma mollusk, balık, crustacea yumuşak dokularında bozundurma için ayarlamışlardır. Dondurulmuş kuru örnek ( < 0,1 g kuru ağırlık ) ve 1 mL nitrik asit kaplara yerleştirilmiş ve 3 aşamada bozundurma gerçekleştirilmişlerdir. Eser elementler FAAS veya Elektrotermal AAS (Cd düşük konsantrasyonu için ) ölçümü yapılmıştır. Deniz referans materyelleri de aynı şartlarda hazırlanmıştır ( **Baldwin et al, 1994** ).

Sures ve çalışma arkadaşları, biyolojik yapılardaki kurşun ve kadmiyum ölçülmesi için ayrıntılı bir metodu kullanmışlardır. 0,2 g kefal kası 1,8 mL konsantre nitrik asid ile mikrodalga bozundurma kabında bozundurulmuş ve Atomik Absorbsiyon Spektrometresinde ölçülmüştür. Cd 6 - 8 ng/g, Pb 30 - 40 ng/g arasında balık kaslarındaki miktarı bulunmuştur. Dedeksiyon limiti

Cd için 0,14 ng/mL, Pb için ise 6,4 ng/mL'dir. Mikrodalga ısıtma; hızlı, güvenli, az asit miktarı ile gerçekleştirilebileceğini gösterdiğini söylemişlerdir ( **Sures et al, 1995** ).

Zhou ve çalışma arkadaşları 1995 yılında yapmış oldukları çalışmada, sedimentteki iz elementlerin ölçülmesinde kapalı kap mikrodalga sistemi için ortogonal düzenleme düşüncesini uyguladılar. Bozundurma zamanı, elektrik gücü, maksimum basınç ayarı, HCl ve HNO<sub>3</sub> arasındaki oran, bozundurma asidine HF eklenmesi çalışmalarında bulunulmuştur. Bozundurma zamanı iki basamaklı diğer parametreler dört basamakta test edilerek OA<sub>16</sub> ( 4<sup>4</sup> x 2<sup>3</sup> ) matris uygulanmıştır. Optimum şartlar kapalı kap mikrodalga bozundurmada sediment örnekleri için kurulmuştur ( **Zhou et al, 1995** ).

Puente ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, İspanya' nın Galiza sahillerindeki metal kirliliği için biyomonitör türlerden *Mytilus galloprovincialis*' i kullanılmıştır. Örnek hazırlama mikrodalga bozundurma tekniğini kullanarak yapılmışlardır. Çalışmada yumuşak doku ve kabukta ölçülen konsantrasyonlar ile sedimentte bulunan konsantrasyonlar karşılaştırılmıştır. Kabuktaki Nikel ve Kurşun konsantrasyonu ve yumuşak dokudaki çinko ve kurşun konsantrasyonu ile sedimentteki metal düzeyi arasında bir korelasyon olduğunu, kabukların yumuşak dokudan daha iyi sonuç verdiği ve kurşun kirliliği için *Mytilus galloprovincialis* biyomonitör olarak kullanılabilceği ifade edilmiştir ( **Puente et al, 1996** ).

Ravanelli ve çalışma arkadaşları tarafından Batı Ross Denizi ( Antartika ) sedimentinde vertikal değişkenlerin araştırılması için alınan örneklerde ağır metal ( Cr, Ni, Pb, Cd, Co, Zn, Cu, Fe ve Mn ), bazı major elementler ( Ca, Ba ve Al ), toplam ve organik karbon, izotopik kompozisyonları incelenmiştir. Metaller ICP - AES ve ET - AAS' de, karbon içerikleri ise CF - IRMS' de ölçülmüştür. Temel seviyedeki konsantrasyonlar bu bölgede yüksek bulunduğu ifade edilmiştir ( **Ravanelli et al, 1997** ).

Cook ve çalışma arkadaşları deniz izlemede bir grup ortak laboratuvarlar ile kullanımda olan sediment bozundurma tekniklerinin karşılaştırılması için çalışmışlardır. İki sediment örneği her katılımcı laboratuvara sağlanmış ve merkez laboratuvarında analiz için bozundurmalar ve rutin bozundurma teknikleri ile bozundurulmuş. Ayrıca farklı bozundurma teknikleri karşılaştırmak için çeşitli güçlü asit ve HF bozundurma kullanmışlardır ( **Cook et al, 1997** ).

Zvonaric ve Odzak tarafından yapılan çalışmada 1983 - 1995 yılları arasında Merkez Adriatik sahilleri boyunca altı istasyondan alınan yüzey sedimentinde Hg, Cu, Zn, Cd araştırılmıştır. Belirsiz biyodegradasyon yeteneği ile doğal kapalı alanlarda ( Kastela, Sibenik ve Gruz Koylarında ) bütün ağır metaller neredeyse yüksek bulmuştur. Kastela, Sibenik ve Gruz

Koyları' nda bazı ağır metaller WHO' nun insan sağlığı için zararlı değerlerden yüksek konsantrasyonlarda yenebilir organizmalarda ( midye, balık ) biriktiği bulunmuştur. Bu koylar farklı kirleticileri kontrolsüz olarak almaya devam etmektedir. Yarı kapalı doğal koylardaki kirlilik bu metallerle açık denizde etkiye neden olmamıştır. Bu çalışmada örnek hazırlama mikro dalga bozundurma ile hazırlanmış Et - AAS ve GFAAS' de; Hg ise Soğuk Buhar AAS veya CV AAS/AFS' de ölçülmüştür ( **Zvonaric ve Odzak, 1998** ).

Fichet ve çalışma arkadaşları Fransa' nın Atlantik sahillerindeki Cd, Cu, Pb ve Zn miktarını tayin etmişlerdir. Gelgit altında kalan sedimentteki ağır metal kontaminasyonunun dereceli olarak ölçülebilmesi için iki dominant meiobentik grup ( nematod ve copepod ) araştırılmıştır. Ağır metaller nematod ve copepodlarda ölçülmüştür. Nematodlarda Cd, Cu, Pb ve Zn transfer faktörleri copepod veya diğer bentik türlerden yüksektir. Nematodlardaki ağır metal değişimi bentik veya pelajik gıda zincirindeki ağır metal transferinin izlediği yol planktonla karşılaştırıldığında önemli olabileceği görülmüş ve hesaplamışlardır ( **Fichet et al, 1999** ).

Pempkowiak ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Gdansk Körfezi (Baltık Denizi ) ve Spitsbergen Horsund Fiyordu' ndan ( Norveç Denizi ) toplanan *Astarte borealis* ve *Mya arenaria* midyelerinde ve sedimentteki Al, Fe, Co, Ni, Pb, Zn, Cu, Cr ölçülmüştür. Çalışma çeşitli metal eldesi ile karakterize olmuş sediment içinde midyelerde ağır metal numunelerinin birikim örneklerini göstermeyi amaçlamıştır. Metallerin içeriği Manganez hidroksidleri ve demir ile ilişkili olup sedimentten adsorplanmıştır. Cd, Pb, Zn, Cu ve Cr içeren midyeler Spitsbergen' den toplanmıştır. Baltık Denizi' ndeki midyelerden daha düşüktürler. Sedimentte ölçülen metal konsantrasyon farklılıkla uygun sitelerden toplanan midye örneklerindeki farklı metal içeriklerini anlatmak için kullanılmıştır ( **Pempkowiak et al, 1999** ).

Rainbow ve çalışma arkadaşları, 1998 yılında Baltık Denizi' nin güney kısmının sonunda yer alan Gdansk Körfezi' nde yaşayan *Mytilus trossulus* ve *Balanus improvisus* türlerinde iz metallerin tayini yapılmışlardır. Bu türlerin bu çalışma için en uygun biyomonitor organizma olduğu ve bölgenin Baltık Denizi' nin en fazla metal pollusyonun gözlemlendiği bölge olduğu ve bunun nedeninin Vistula Nehri' nden kaynaklandığı ifade edilmiştir ( **Rainbow et al, 2000** ).

Campanella ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada *Posidonia oceanica* (L. ), *Padina pavonica* ( L. ), *Monodonta turbinata* Born, *Patella caerulea* L. Favignana Adası' ndan ( Sicilya - İtalya ) toplanmıştır. Bu bölgede antropojenik aktivite gözlemlenmemektedir. Belirlenen istasyonlardan aynı zamanda deniz suyu örnekleride alınmıştır. İstasyonlar içinde seçilen kirlilik artışı gözlenebilecek liman temizdir. *P. oceanica*' nın farklı yapılarındaki

akümülyasyon biyomonitöring olarak karşılaştırılması gerektiği ifade edilmiştir. Bu çalışmada da örnek hazırlama aşamasında mikrodalga bozundurma tekniği kullanılmıştır ( **Campanella et al, 2001** ).

Nóbreda ve çalışma arkadaşları tarafından odaklı mikrodalga radyasyonu ile desteklenen bozundurma işlemleri ve ekstraksiyon hakkında genel karşılaştırma yapılmıştır. Örneklerin farklı tiplerindeki organometalik, organik ve inorganik analit içeren uygulamalar son zamanlardaki literatürde yer aldığı ve şimdi esas yerini bulduğu ifade edilmektedir. Odaklanmış mikrodalga radyasyonun temel avantajlarından ilgi çekici olanları güvenli, kolay örneklenmesi, örnekler ve solüsyonların programlı eklenmesi için mikro enerjinin kontrolünün olduğu ve bütün bu özellikler uzmanlaşmış analiz için örnek hazırlamada düzenli uygulanabileceğini ifade etmişlerdir. Gelişmelerdeki yeni rota sıcak konsantre asitler için sıvı örneğin dereceli ve asit buhar ile ilgili kısmi parçalanmanın karşılaştırılması olduğunu söylemişlerdir. Bu stratejide kullanılabilir ilk sonuçlar olanakların gösterilmesini sağlamaktadır ( **Nóbreda et al, 2002** ).

Sandroni ve Smith tarafından multiwave mikrodalga bozundurma ile değişik programlarda basit, hızlı metaodla sediment, toprak, lağım çamurundaki metalleri ICP - AES ile ölçülmüştür. Bozundurma aşamasında hidroflorik, nitrik, hidroklorik asit kombinasyonları denenmiştir. Balçık çamurunda ve toprak numunelerinde nitrikasit, deniz sedimentinde nitrikasit ve hidrojenflorürün iyi sonuç verdiği ifade edilmiştir ( **Sandroni ve Smith, 2002** ).

Yap ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Malezya Yarımadasının batı kıyılarından toplanan *Perna viridis* toplam yumuşak dokularında ve sedimentte Cd, Cu, Pb, Zn koralasyonuna bakılmıştır. Çalışmada yüzey sedimenti ile *Perna viridis'* deki ağır metal akümülyasyonunda olası farklılıkların çalışılması amaçlanmıştır. Cd, Cu, Zn ve Pb için *Perna viridis* ideal bir biyomonitöring organizma olduğu ortaya çıkmıştır ( **Yap et al, 2002** ).

Cardellicchio ve çalışma arkadaşları tarafından Taranto Liman alanında ( Güney İtalya ) farklı çevresel özelliği olan iki istasyondan örnekleme yapılmıştır. Cu, Cd, Fe, Zn, Pb ölçülmüştür. Populasyon büyümesi ve üreme döngüsü çalışılmıştır. Yaş ağırlık, uzunluk, genişlik ve kabuk hacmi her bir örnekten ölçülmüştür. Suda sıcaklık, pH, tuzluluk, çözünmüş oksijen, nütrientler ve klorofil – a ölçülmüştür. Sediment örneklerinde metallerin dağılımları araştırılmış olup üreme periyodunda ( kış aylarında ) midyelerde ağır metal artışı gözleendiği rapor edilmiştir ( **Cardellicchio et al, 2002** ).

Satre ve çalışma arkadaşları tarafından, ISO 11466 nolu metodunda temel alınan ekstraksiyon işlemi ve mikrodalga yardımıyla toplam bozundurma olmak üzere iki bozundurma

protokolü Cd, Cu, Pb ve Zn içeriklerinin ölçülmesini geçerli hale getirdiler. İki protokolün geçerliliği amaçlanmış olup çevresel örneklerde metal içeriklerinin izlenmesi için nitrik asitte bozundurma hızlı, ucuz, kolay otomatikleşen metoddur. Organik materyellerin geniş aralığı içinde örneğin sediment, toprak, balçık ve bitki materyelleri bozundurma protolü uygulandı. Örnekler düşük organik materyel karbonat içeriği olan sediment, tarım toprağı, su bölgesindeki bozundurmalarda aliminyum tabakalarda toplam metal içeriği için optimumları hesaplanmıştır. Orman seviyesi, bitki materyeli ve organik toprakların organik çevreleri gibi yüksek organik madde içerikleri nitrik asit bozundurmada mikrodalga - HF bozundurma uygun olduğu açıklamışlardır. Bazı örneklerde yüksek organik materyel veya düşük ağır metal içeriklerinde RSD değeri % 5' ten düşük olması sonucu amaca uygun işlemlerin önerilmesinin uygun olduğu ifade edilmiştir ( **Satre et al, 2002** ).

Shulkin ve çalışma arkadaşları tarafından midye ve istiridyenin yumuşak dokularında ve bu organizmaları çevreleyen sedimentlerdeki Zn, Cu, Cd, Pb ve Ni konsantrasyonları arasındaki ilişki çalışılmıştır. Japon Denizi' nin kuzeybatısındaki sahil habitatı çalışma alanıdır. Bu bölge şehir kanalizasyonlarının sebep olduğu kontaminasyondan dolayı açık değerlere sahiptir. Zn, Cu, Cd için 2, 100, 800 µg/g' dan yüksek değerler için çevreleyen sedimentte kolay filtre edilebilir metallerin konsantrasyonlarında *Crenomytilus grayanus*' da nikel hariç diğer bütün metallere artmıştır. Kurşun sedimentteki kontaminasyondan çok farklı biçimde midyelerde birikmemiştir. *Crenomytilus grayanus* kirli bölgeler için monitoring çalışmalarda, *Crassostrea gigas* ise düşük ve dereceli kirlenmeler için daha uygun olduğu bulunmuştur ( **Shulkin et al, 2003** ).

Conti ve Cecchetti tarafından yapılan çalışmada yeşil alglerden *Ulva lactuca L.*, kahverengi alglerden *Padina pavonica ( L. ) Thivy*, bivalv mollusca' dan *Mytilus galloprovincialis Lamarck* ve iki gastropod mollusk *Monodonta turbinata Born* ve *Patella cerulea L.*, Gaeta Körfezi' nden ( Tyrrhenian Denizi, Merkez İtalya ) altı kıyı istasyonundan toplanan örneklerden Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn ölçülmüştür. Gianola Bölgesel Parkı ve Monte Di Scauri ( Korunan Deniz Parkı ) kontrol alanı olarak kabul edilmiştir. Deniz suyu örnekleri her siteden çözünmüş ve total metal konsantrasyonu için alınmıştır. Bu örnekleme biyoakümüülasyon örnekleri ve alanın çevresel konumu hakkında ek bilgi için alınmıştır. Metal konsantrasyonlarında alg ve molusk örneklerinde önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir. İstatistiksel analizler Deniz Parkı İstasyonun diğer istasyonlardan farklı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Korunmalı Deniz Parkı ile ilgili hipotez ise temiz olmasından farklılık yaratmış olmasıdır. Bu çalışmanın verileri kirlenmemiş Sicilian Denizi ( İtalya ) ile karşılaştırılmıştır ( **Conti ve Cecchetti, 2003** ).

Che ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Haziran ve Ekim 1994' de Çin' de Changjiang Halici ve Hangzhou Körfezi' nde Cu, Pb ve Cd ölçülmüştür. Çalışma alanında Cu ve Pb değerleri Cd ' dan yüksek ve yakın ölçüldüğü rapor edilmiştir. Süspansiyon sedimentteki Cd, Cu ve Pb konsantrasyonu nehir yataklarından daha yüksektir. Hangzhou Körfezi' nin ortasında süspansiyon sediment ile nehir yatağındaki benzerdir. Güçlü dinamikten dolayı ikisi arasında değişimin sonucu olabilir. İnce taneli sediment ağır metallerin ana taşıyıcısıdır. Sedimentasyon dinamiği bu sitelerdeki akibetinde dominant etkilidir. Metallerin dağılımı (özellikle Cu ) süspansiyon sedimentte sediment transferi olduğunu gösterir ( **Che et al, 2003** ).

Sandroni ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışma ile sediment ve topraktaki dokuz ağır metalin ( Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cd, Cu, Pb ve V ) tayini için mikrodalga bozundurma tekniği geliştirmişlerdir. Bozunan örnekler ICP - AES' de ölçülmüştür. Bozundurmada HNO<sub>3</sub>, HF, ve distile edilmiş H<sub>2</sub>O karışımı kullanılmıştır ( **Sandroni et al, 2003** ).

Szefer ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada örnek bozundurma için Mikrodalga yöntemini kullanmışlardır. Güney Kore' in Masan ve Uslan Koyları' ndan toplanan *Mytilus galloprovincialis* bizzus ve yumuşak dokularında Cd, Cu, Pb, Zn vb elementlerin konsantrasyonları analizlenmiştir. Metal konsantrasyonlarının uzaysal varyasyonları bulundu. Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, Co ve Mn Uslan Koyu' ndaki midyelerde oldukça yüksek bulunmuştur. Bazı metal konsantrasyonlarında mevsimsel farklılıklar gözlemlenmiştir. Gonad gelişimi ve eşey hücrelerinin salınımı ile ilgili ağırlık değişimi, sahil sularına tatlı sudan taşınan metaller veya/ve midye için gıda sağlanması, deniz suyu sıcaklığındaki geniş farklılıklar gibi faktörler bu varyasyonlara neden olabilir. *Mytilus galloprovincialis* Kore sahil suları için eser element tayininde duyarlı biyomonitör olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir ( **Szefer et al, 2004** ).

Ege Denizi' nin nüfus yoğunluğu ve endüstrinin geliştiği koy ve körfezlerde giderek artan kirliliğin sucul ekosistemin sediment ve organizmalarında bariz olarak gözlemlendiği görülmektedir. Bu nedenle giderek kirlenen Kuzey Ege Denizi' nin ortam ve canlılarının ayrıntılı olarak incelenmesi ve bölgenin kirlilik haritalarının çıkarılması ve kirliliğin önlenmesi için yaptırımların ve kamuoyunun oluşturulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yaptığımız literatür araştırmalarında Ege Denizi' ndeki ağır metal kirliliği üzerine yapılan çalışmaların genellikle İzmir Körfezi ve Aliağa Limanı civarında yapıldığı görülmüştür. Çandarlı Körfezi' nin diğer kısımları, Dikili Körfezi ve Edremit Körfezi ile ilgili çalışmalara nadir olarak rastlanmıştır. Bu çalışmalar o bölgeyi kirlilik haritası oluşturacak kadar kapsamlı değildir. Bu nedenle çalışmamızın temel amacı, Kuzey Ege Denizi Körfezleri' ndeki ağır metal dağılımını

sediment ve organizmada araştırmaktır. Kirliliğin temel unsurlarını ortaya çıkararak bundan sonraki çalışmalara ışık tutmayı hedeflemekteyiz.



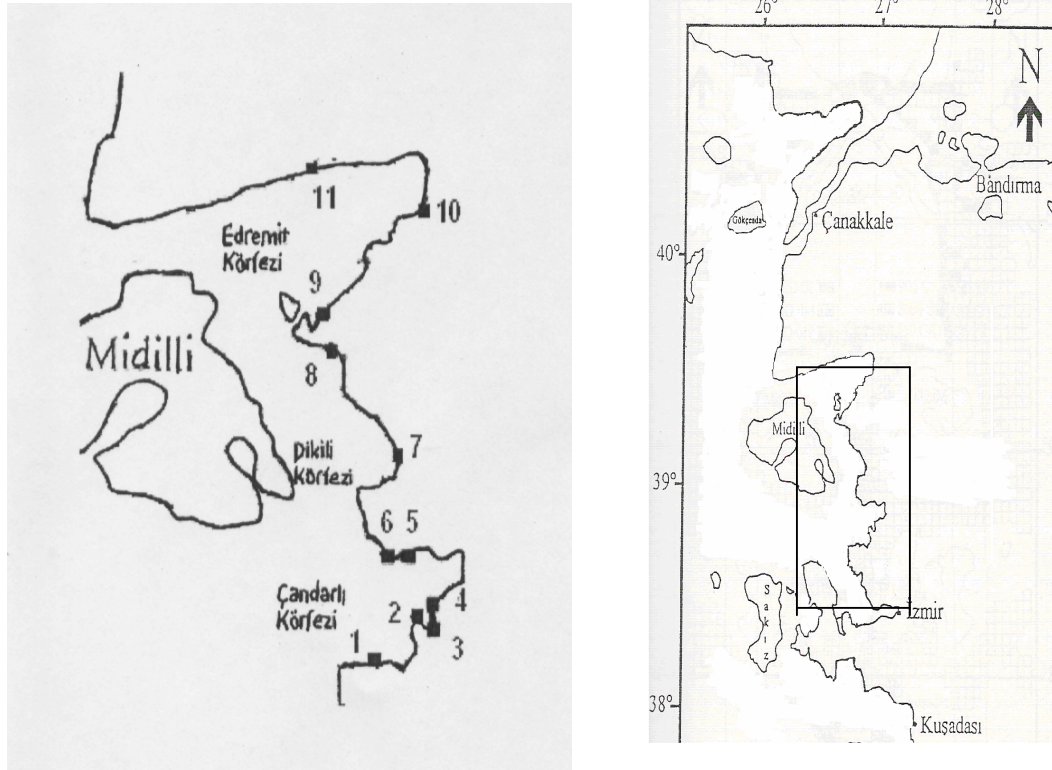
## 2. MATERYAL VE METOD:

### 2.1.MATERYAL:

Kuzey Ege Denizi' nin ağır metal kirliliğinin ( Cu, Zn, Pb ve Cd ) araştırılması için materyal olarak sediment ve indikatör tür olarak Akdeniz midyesi veya kara midye adı verilen *Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck, 1819 ) bireyleri incelenmiştir. Örneklem Ağustos 2002 – Kasım 2003 tarihleri arasında her mevsim düzenli olarak 11 istasyondan örnekler alınmıştır.

#### 2.1.1. ÖRNEK ALMA İSTASYONLARI:

Kuzey Ege Kıyılarında yayılış gösteren *Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck, 1819 ) ve ortam sedimentlerinde birikmiş bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum düzeylerinin belirlenmesi için 11 örnek alma istasyonu belirlenmiştir. Örnek alma istasyonları midyenin yayılış durumu ve kirlilik kaynakları göz önüne alınarak seçilmiştir ( Şekil 2.1.1 ). Örnek alma istasyonlarının koordinatları Tablo 2.1.1 ' de verilmiştir.



**Şekil 2.1.1:** Kuzey Ege Denizi' nden alınan sediment ve *Mytilus galloprovincialis* örnekleme istasyonları ( Kara ve Gurbet, 1999 ).

Tablo 2.1.1.1: Örnek Alma İstasyonlarına Ait Koordinatlar

İSTASYON NO	İSTASYON ADI	KOORDİNATLAR
1	Yeni Foça - Sazlıca Plajı	N 38° 44.404' E 026° 46.760'
2	Aliağa - PETKİM	N 38° 48.455' E 026° 57.766'
3	Aliağa - Liman	N 38° 48.359' E 026° 58.393'
4	Aliağa - Plaj	N 38° 49.710' E 026° 58.838'
5	Çandarlı – 1 ( İç Liman )	N 38° 56.404' E 026° 56.152'
6	Çandarlı – 2 ( Dış Liman )	N 38° 55.762' E 026° 55.933'
7	Dikili Limanı	N 39° 04.246' E 026° 53.180'
8	Sarımsaklı Plajı	N 39° 15.996' E 026° 41.159'
9	Ayvalık Limanı	N 39° 19.165' E 026° 41.458'
10	Burhaniye Balıkçı İskelesi	N 39° 29.057' E 026° 55.742'
11	Akçay İskelesi	N 39° 34.990' E 026° 55.395'

### 2.1.1.1. İstasyon 1: Yeni Foça ( Sazlıca Plajı ):

Çandarlı Körfezi' nin  $N 38^{\circ} 44.404'$   $E 026^{\circ} 46.760'$  koordinatlarında yer alan Sazlıca Plajı; Yeni Foça - Eski Foça sahil yolu üzerinde olup yazın günlük piknik ve mevsimlik çadır kamp alanı olarak kullanılmaktadır. Balık yetiştirme çiftliğinin de yer aldığı bu koy midyelerin tutunmasına uygun kayalık sert substratlıdır. Midyelerin toplandığı bölgeler kışın sert esen rüzgarlara ve dalgalara maruz kalmaktadır ( Şekil 2.1.1.1 ).



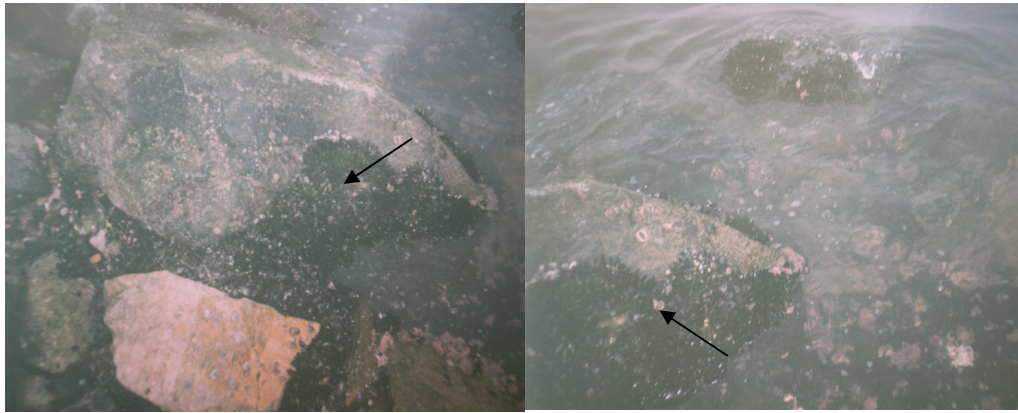
**Şekil 2.1.1.1:** A - B Sazlıca Plajı ( 1. ) istasyonuna ait genel görünüş, C – D istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

### 2.1.1. 2. İstasyon 2: Aliğa - PETKİM:

İstasyon Çandarlı Körfezi' nin güney bölgesinde yer almaktadır. İzmir' in Aliğa ilçesinde bulunan PETKİM tesislerine, gemi söküm sahası ve Nemrut Limanı' na en yakın nokta olarak belirlenmiştir. İstasyon **N** 38°48.455' **E** 026° 57.766'' koordinatlarındadır. Midyeler kıyıda bulunan taşların ve betonların üzerine yapışmış olarak yaşamaktadır. Kıyının bir kısmı taşlarla kıyı düzenlemesi yapılmış olmasına rağmen diğer kısmı kabuklu, değişik alg grupları ve çakıl gibi dibi balçık şeklinde sediment ile kaplıdır. Bu bölgeye kanallarla şehir veya diğer yollardan gelen birikinti suları da döküldüğü görülmektedir. Örnek alma bölgesinin etrafında daimi yerleşim konutları içerisinde bulunan park ve dinlenme alanı insanlar tarafından kullanılmaktadır. Bazı kişilerin bu bölgeden balık avladığı örnekleme zamanlarında gözlemlenmiştir ( Şekil 2.1.1.2 ).



**A**



**B**

**C**

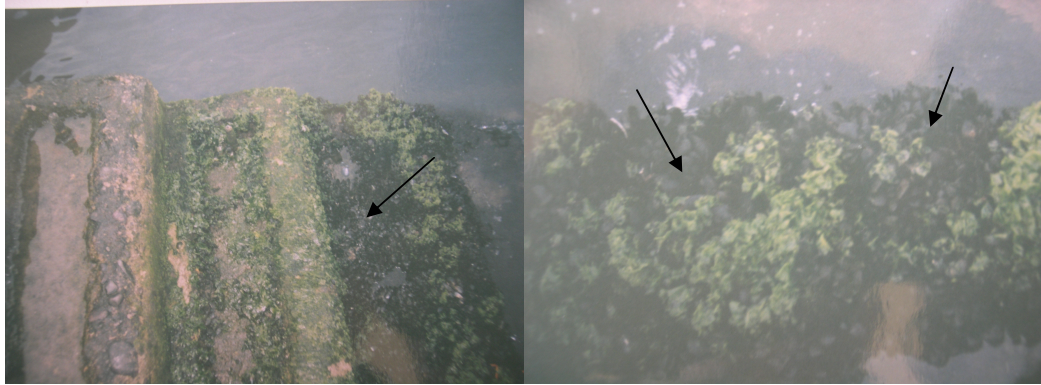
**Şekil 2.1.1.2:** A – Aliğa - PETKİM ( 2. ) istasyonuna ait genel görünüş, B - C istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

### 2.1.1. 3. İstasyon 3: Aliğa - Liman:

Aliğa Balıkçı İskelesi ve balıkçı halinin olduğu bölgede, **N 38° 48.359/ E 026° 58.393/** koordinatlarında bulunan örnekleme istasyonundan toplanan midyeler taş ve duvar üzerinde yaşamaktadır. Sediment, balıkçı teknelerinin barınağı olarak kullanıldığı iç bölgeden alınmıştır. Balıkçı çamur halinde bulunan sediment değişik canlı grupları ve alg topluluğu içermektedir. Limana ait balıkçı teknelerinden kaynaklanan organik ve inorganik kirlilikler, tekne bakım ve onarım esnasında kullanılan malzemeden kaynaklanan kirlilik ve değişik domestik atıklar bu bölgede yoğun olarak gözlemlenmektedir. Ayrıca kıyıda bulunan balıkçı lokantaları ve balıkçılardan kaynaklanan kirliliğin bu istasyonu direk ve dolaylı olarak etkilediğini göstermektedir ( Şekil 2.1.1.3 ).



**A**



**B**

**C**

**Şekil 2.1.1.3:** A Aliğa - Liman ( 3. ) istasyonuna ait genel görünüş, B - C istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

#### 2.1.1. 4. İstasyon 4: Aliğa - Plaj :

İstasyon N  $38^{\circ} 49.710'$  E  $026^{\circ} 58.838'$  koordinatlarında, Aliğa ilçesinin plajı olarak kullanılan yazın halkın denize girdiği bir bölgedir. Aynı zamanda TÜPRAŞ Dinlenme Tesisi ve Askeriye Dinlenme Tesisi gibi mevsimlik çalışan işletmelerde bu bölgede yer almaktadır. Plaj petrol yakıt tankerlerinin dolum limanına çok yakın mesafededir. PETKİM, gemi söküm sahası, Nemrut Limanı gibi tesislerin karşı sahiline denk gelmektedir. Denizin dalgalı olduğu durumlarda antropojenik kirlilikler kıyıda yoğun olarak görülmektedir. Midyelere plajda yer alan iskele direklerinde rastlanmaktadır. Sediment iri çakıl ve kumul yapıdadır ( Şekil 2.1.1.4 ).



**Şekil 2.1.1.4:** A - B Aliğa - Plaj ( 4. ) istasyonuna ait genel görünüş, C - D istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

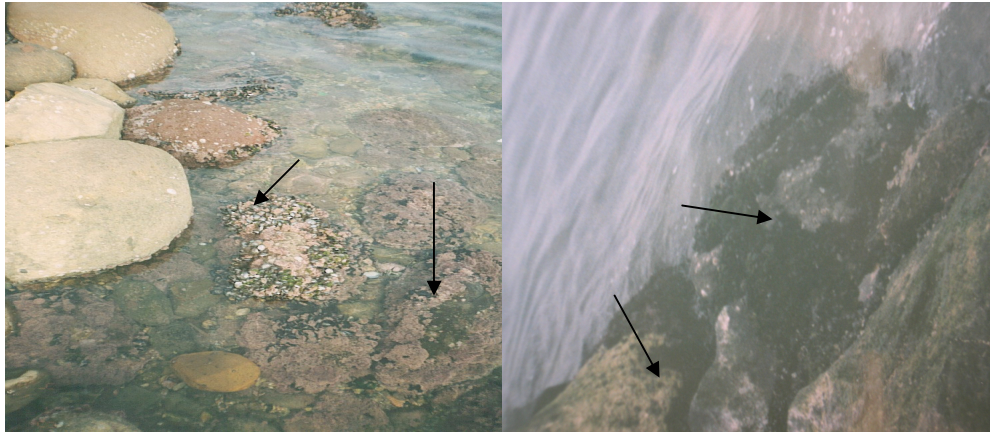
### 2.1.1.5. İstasyon 5: Çandarlı – 1 ( İç Liman ) :

Çandarlı ilçesinin iç liman sahil bölgesi örnek alma istasyonu olarak seçilmiştir. Bu seçilen istasyon,  $N 38^{\circ} 56.404'$   $E 026^{\circ} 56.152'$  koordinatlarındadır. Bu bölgede jandarma, balık satış yerleri, dükkanlar, lokantalar, kafeteryalar ve dinlenme tesisleri bulunmaktadır. Çok yoğun olmasa da halkın denize girdiği bir bölgedir. İç liman teknelerin kışın bu bölgede barınmasını sağlayacak doğal bir koruma görevi görmektedir. Sahil boyunca daimi veya yazlık olarak kullanılan konutlar yer almaktadır. Midyeler kıyı boyunca taşların üzerinde yoğun olarak gelişmektedir. Sediment iri taşlı ve kumlu yapıdadır ( Şekil 2.1.1.5 ).



A

B



C

D

**Şekil 2.1.1.5:** A - B Çandarlı - 1 ( 5. ) istasyonuna ait genel görünüş, C - D istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

### 2.1.1.6. İstasyon 6: Çandarlı – 2 ( Dış Liman ):

Çandarlı - 2 örnek alma istasyonu, **N 38° 55.762'** **E 026° 55.933'** koordinatlarında ve Çandarlı Balıkçı İskelesi' nin olduğu bölgedir. Çandarlı Limanı' na kayıtlı teknelerin barındığı limandır. Burası açık denize karşı geldiği için yüksek kayalardan yapılmış dalga kıranla korunuyor. Teknelerin zarar görmesi engellenerek yaz kış konaklaması sağlanmış durumdadır. Bu kısımda aynı zamanda teknelerin bakım ve onarımı da yapılmaktadır. Denizden dönen balıkçılar balık ayıklaması, tekne bakımı, ağ onarımı gibi bütün işlemleri bu alanda yapmaktadır. Yazın küçüklü büyüklü gezi tekneleri de gözlemlenmektedir. Çandarlı' nın esas plajı olarak kullanılan kısmı limanın yakınında bulunduğundan yazın yoğun popülasyon artışı gözlemlenmektedir. Sahilde sualtı dalış okulu da bulunmaktadır. Kışın yerleşik halkın nüfusu çok düşüktür ( Şekil 2.1.1.6 ).



A



B

C

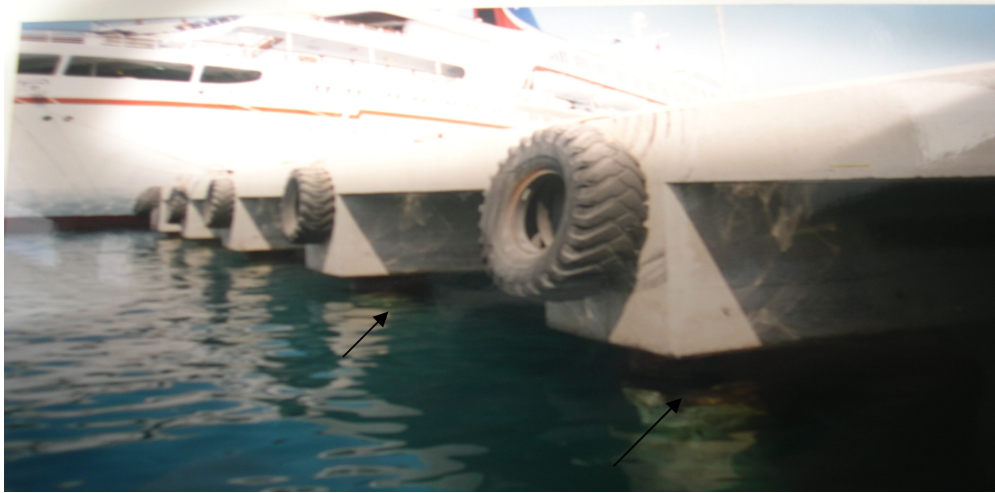
D

**Şekil 2.1.1.6:** A - Çandarlı - 2 ( 6. ) istasyonuna ait genel görünüş, B – C - D istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.



### 2.1.1.7. İstasyon 7: Dikili Limanı:

Dikili Körfezi' nde yer alan örnek alma istasyonu **N 39° 04.246'** **E 026° 53.180'** koordinatlarında olup büyük yük gemisi ve uluslararası turist gemilerinin girebileceği derinliktedir. Yazın nüfusu günlük ve mevsimlik olarak nüfus artışının yoğun olduğu bir ilçedir. İkincil konutların sayısı her yıl artmaktadır. Midyeler liman direklerinde yoğun olarak bulunmaktadır. Midye örnekleme dalma malzemeleri yardımıyla elle toplanmıştır. Sediment, iri taşlı, kumul yapıdadır ( Şekil 2.1.1.7 ) .



**A**



**B**



**C**

**Şekil 2.1.1.7:** A - B Dikili Limanı ( 7. ) istasyonuna ait genel görünüş, C istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

### 2.1.1.8. İstasyon 8: Sarımsaklı Plajı:

Sarımsaklı plajı, Küçükköy Belediyesi sınırları içinde ve  $N 39^{\circ} 15.996'$   $E 026^{\circ} 41.159'$  koordinatlarında yer almaktadır. Bu bölgenin en tanınmış sahilidir. Sahil boyunca yoğun olarak otel ve konutlara rastlanmaktadır. Yazın günü birlik ve sahildeki otellerdeki konaklamalar ile çevrenin nüfusu maksimuma ulaşmaktadır. Değişik tesislerden arıtılmadan atık sular derin deşarj şeklinde borularla bu plajın açığına verilmektedir. Sahil kesiminde sadece otellerin önünde yer alan iskele direkleri midyelerin tutunma zemini olarak görülmektedir. Sediment ince kum şeklindedir ( Şekil 2.1.1.8 ).



A



B

C

**Şekil 2.1.1.8:** A - Sarımsaklı Plajı ( 8. ) istasyonuna ait genel görünüş, B - C istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

### 2.1.1.9. İstasyon 9: Ayvalık Limanı:

Çok eski bir yerleşim alanı olan Ayvalık, iç turizmin ve balıkçılığın önemli merkezlerindedir.  $N 39^{\circ} 19.165'$   $E 026^{\circ} 41.458'$  koordinatlarında bulunan istasyonumuzun nüfusu yaz aylarında kış nüfusun 2 - 3 kat olmaktadır. Bu artış nedeniyle mevsimlik kirlilik yazın daha yoğun görülmektedir. Limanda dalış okullarına ait teknelerde bulunmaktadır. Teknelerden ve şehirsal atıklardan kaynaklanan kirlilik, ikincil konut sayısının fazla olması Ayvalık sahillerini olumsuz etkilemektedir. Midyeler sahilde bulunan kayaların üzerinde ve kıyıdaki konut duvarlarına yapışmış olarak yaşamaktadır. Sediment kumul ve iri taşlıdır ( Şekil 2.1.1.9 ).



A



B

C

**Şekil 2.1.1.9:** A – Ayvalık Limanı ( 9. ) istasyonuna ait genel görünüş, B - C istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

### 2.1.1.10. İstasyon 10: Burhaniye – Ören Balıkçı İskelesi:

Balıkesir' in Burhaniye Balıkçı İskelesi örnekleme istasyonu olarak seçilmiştir.  $N 39^{\circ} 29.057'$   $E 026^{\circ} 55.742'$  koordinatlarındadır. İstasyon Edremit Körfezi' nin içinde yer almakta olup balıkçı teknelerinin sığınağı ve bakım alanı olarak kullanılmaktadır. Burhaniye' de turizm Ayvalık' a göre çok fazla gelişmemiş olmasına rağmen konutlaşma geçmiş yıllara göre gittikçe artmaktadır. Buna bağlı olarak nüfus sayısında da artış gözlemlenmektedir. Denizi kirletecek fazla kaynak olmamasına rağmen turizmden, balıkçı teknelerinin bakımı ve onarımı esnasında ve küçük işletmelerden kaynaklanan bir kirlilik söz konusudur. Bu bölgede arıtma tesisi bulunmaktadır. Midyelerin tutunabileceği alanlar kısıtlıdır. Midyeler balıkçı teknelerinin karinalarında, iplerde, şamandralarda, daha az olarak kıyıdaki kayaların üzerinde ve liman duvarlarına yapışmış olarak yaşamaktadır. Sediment balıkçı iskelesinin iç kısmından alınmış olup çamurlu yapıda ve kabuklu, alg gibi birçok organizmanın bulunması ile karakteristiktir ( Şekil 2.1.1.10 ).



A



B

C

**Şekil 2.1.1.10:** A – Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ( 10. ) istasyonuna ait genel görünüş, B - C istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

### 2.1.1.11. İstasyon 11: Akçay Balıkçı İskelesi:

Son istasyonumuz olan Akçay, Balıkesir iline bağlı olan Akçay, Çanakkale – Balıkesir karayolunun üzerinde Edremit' i geçince 100 m. içeridedir. N 39° 34.990' E 026° 55.395' koordinatlarında bulunan istasyon, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu yerleşim birimlerinden biridir. Yazın ilçe nüfusu kışa oranla 3 - 4 kat artmaktadır. Yazın günü birlik gezi, tekne ve yat turizmi yoğun olarak gözlemlenmektedir. Beldenin atık suları arıtma olmadığından derin deşarj halinde direk denize olmaktadır. Midyeler balıkçı iskelesinin direklerine tutunmuştur. Midyelerin tutulabileceği başka sert yüzey kıyı boyunca yoktur. Sediment iri taşlı ve kalın kumul yapıdadır (Şekil 2.1.1.11 ).



A

B



C

D

E

**Şekil 2.1.1.11:** A – B – C - D Akçay Balıkçı Limanı ( 11. ) istasyonuna ait genel görüşler, E istasyondaki midyelerin tutunma yüzeylerinin genel görünüşü.

## 2.2. *Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck, 1819 ) :

Kuzey Ege Denizi' nde yayılış gösteren indikatör tür olan *Mytilus galloprovincialis* türünde bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum dağılımları araştırılmıştır.

### 2.2.1. Karakteristik Özellikleri:

Akdeniz midyesi veya kara midye adı verilen *Mytilus galloprovincialis* Türkiye denizlerinde Güney Ege' den kuzeyde tüm Karadeniz sahillerine kadar yoğun olarak rastlanmaktadır. İzmir' den daha aşağı güneyde ve Akdeniz' de bulunmamaktadır. *Mytilus galloprovincialis* kirlilik ve toksikolojik çalışmalar gibi benzer çalışmalarda kullanılan bir türdür ( **Uysal, 1970; Szefer, Szefer, 1990; Alpbaz, 1993** ).

Mytilidae ( Yenen midyeler ) familyasına yer alan *Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck, 1819 ) sistematik yeri şu şekildedir:

<b>Filum</b>	: Mollusca
<b>Klassis</b>	: Bivalvia ( = Lamellibranchiata = Pelecypoda )
<b>Ordo</b>	: Filibranchiata
<b>Subordo</b>	: Anisomyaria ( = Mytilina )
<b>Familya</b>	: Mytilidae ( Yenen Midyeler )
<b>Subfamilya</b>	: Mytilinae
<b>Genus</b>	: <i>Mytilus</i>
<b>Species</b>	: <b><i>Mytilus galloprovincialis</i> ( Lamarck, 1819 )</b>

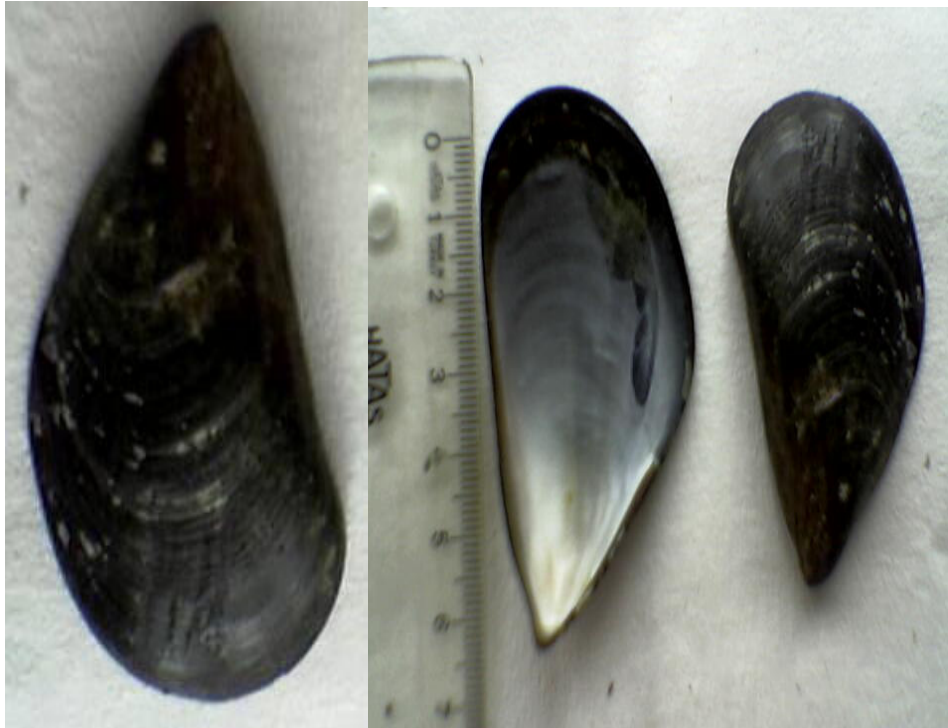
Kabuk parçaları eşittir. Koyu renkli olan periostrakum oldukça kalındır. Menteşe bulunmaz. Ligament, iç tarafta yer alır. Ön kapama kası küçüktür. Ayak dil şeklinde ve bisussludur ( **Demirsoy, 1999** ).

*M. galloprovincialis* için temel bilgiler hakkında bilgi **Uysal ( 1970 )** tarafından aşağıdaki şekilde verilmiştir:

Denizlerimizdeki *M. galloprovincialis*' te ekolojik şartların değişmesi nedeniyle, oldukça farklı renk varyasyonu görülmektedir. Genel olarak, siyah, iyahomsı mavi, koyu morumsu, kahverengi olanlarda daha bariz, umbodan arka kenara doğru radier koyu çizgiler olabilir. Kabuklara içten bakıldığında, kolayca ayırt edilebilen iki renk görülmektedir. Kabuğun iç yüzeyinin büyük bir kısmını oluşturan orta bölge, beyazımsı sedef parlaklığındadır. Kabukların iç

yüzeyindeki sedef parlaklığı, ortaya doğru artmaktadır. Kabukların iç yüzeylerinde, kasların kabuklara tesbit edildiği noktalarda, izler görülür. Genel olarak *M. galloprovincialis* kabuklarında ön kenar, arka kenar, ventral kenar ve dorsal kenar gibi kısımlar ayırt edilir. Ön kenar, önden arkaya doğru bissus ipliklerinin çıktığı noktada, dışarı doğru bir yükselme yaparak, düz bir şekilde arkaya doğru uzanır. Ventral kenarın arka kenarı kavisi ile birleşme açısının tedrici ve ani oluşumuna göre, bir takım modifikasyonlar vardır. Arka kenar, dar veya yaygın yarım daire şeklinde olup, posterior dorsal kenarla bir kavis yaparak birleşir. Posterior kenar dorsal kenara doğru, nispeten düz, bazen ventral kenara paralel olarak, posterior dorsal kenarı meydana getirir. Posterior dorsal kenar en geniş yer olan orta kısımdan sonra ön kenara doğru kıvrılarak dorsalde bir kavis yaparak anterior dorsal kenarı meydana getirir. Ayrıca kabukta konsantrik yaş çizgileri vardır. Bu türün maksimum boyu 10 - 11 cm ile sınırlanmış olup yaygın boy 7 - 8 cm kadardır.

Midyeler üreme bakımından ayrı eşeyli canlılardır. Çok nadir olarak hermofrodit olduğu bildirilmektedir. Genital organlardaki üreme hücreleri olgunlaştıktan sonra dışarı atılır. Dişi ve erkekler yumurta ve spermleri dışarı saldıktan sonra döllenme olayı dışarıda meydana gelir. Genellikle Mayıs ve Haziran aylarında üreme olayları azalır veya çoğunlukla durur.



**Şekil 2.2.1.1:** *Mytilus galloprovincialis* türünün genel görünüşü.



**Şekil 2.2.1.2:** *Mytilus galloprovincialis* türünün doğal ortamda genel görünüşü.

Olgun midye yumurtaları yuvarlaktır. Büyüklükleri ise 60 - 70 mikron ( $\mu\text{m}$ ) dolayındadır. Yumurtaların çekirdekleri ortaya yakın bir yerde bulunur. Yumurtanın diğer tarafları granüldür. Bir midyenin bir kerede bıraktığı yumurta hacminin 2 - 3  $\text{cm}^3$  dolaylarında olduğu ve bunun ortalama olarak 5 - 12 milyon arasında yumurtadan oluştuğu kaydedilmiştir. Bazı midyelerin 25 milyon kadar yumurta bıraktıkları olur.

Midyelerin spermeleri toplu iğne şeklindedir. Bu spermelerin boyları 2,5 - 5  $\mu\text{m}$  enleri ise 2,5 - 3  $\mu\text{m}$  dolaylarındadır. Kuyruk bölgesinin uzunluğu ise 40 - 60  $\mu\text{m}$  arasındadır.

Midyelerin su içerisinde serbest halde gezen mikroorganizmaları gıda olarak değerlendirdiklerini ifade edilmektedir. Besinlerini süzerek ( filter - feeding ) almaktadır. Bu beslenme şekli çevre kirliliği açısından çok önemlidir.



### 2.3. Sediment :

Kuzey Ege Denizi kıyılarındaki sediment yapısı granüllü yapıda iri kum ve çakıl şeklindedir. Balıkçı barınağı gibi kesimlerde çeşitli kaynaklardan gelen atıklar balçık gibi yapıda sediment oluşturmaktadır. Sediment içinde ölmüş çeşitli alg ve omurgasızlara rastlanılmıştır.

### 2.4. Çalışmada İncelenen Metaller:

#### 2.4.1. Bakırın ( Cu ) Genel Özellikleri Ve Çevresel Etkileri:

Atom numarası 29, atom tartısı 63,54 , spesifik tartısı 8,92 e.n. 1083 °C, k.n. 2336 °C olan bir metaldir. Kırmızı renklidir ve kübik sistemde kristalleşir ki, küb kenarlarının uzunluğu 3,6078 Å en yakın atom arasındaki uzaklık 2,5512 Å dır. Erimiş haldeki metal çeşitli gazları yutar ve soğuma ve katılaşma esnasında gazlar habbecikler halinde salınıverirler ve metalin bünyesinde boşluklar oluşur. Metal bakır atmosferik tesirlere nisbeten dayanıklı olduğundan Tükenmez Metal olarak adlandırılmıştır. Kırmızı renginin ayrıca değeri vardır ve bu renk bulunduğu şartlara bağlı olarak değişir ki, bu husus güzel sanatlar, mimarlık ve süsleme bakımından önemlidir. Bakır ve alaşımları büyük ölçüde elde edilirler ve bir büyük endüstriyel malzeme grubunu teşkil eder. Buna sebep, alaşımların korozyona dayanıklı olmaları, sıcakta ve soğukta iyi işlenebilmeleri, renklerinin güzel oluşu, iyi fiziksel özelliklere sahip olmaları ve elektriksel ve termal iletkenliklerin yüksek oluşudur. Endüstriyel önemi en fazla olan alaşımlar Pirinçler, Kalay bronzları, Alüminyum Bronzları, Nikel Gümüşleri ve Küpro - Nikel alaşımlarıdır ( Ün, 1968 ) .

Bakır, kara ve suda yaşayan tüm organizmalar için gerekli bir element olup, tüm vücut dokularında bir miktar bakır bulunmaktadır. Bakır bazı enzimlerin metallo - proteinlerin yapısında bulunduğu ve bazı aminoasitlerin transferini katalizleyen bir enzim aktivatörü olduğundan, farklı organizma farklı zehirlenme mekanizmaları üzerine etki edebilir.

Bakır içeren enzimler arasında tirozinaz, askorbik asit oksidaz, urisaz, monominoksidaz sayılabilir. Bakır ayrıca, arthropodların solunumları ile ilgili bir protein olan hemosiyenin yapısına girmektedir. Balıklar tarafından bakırın alınması büyük oranda solungaçlar aracılığı ile alınan besinlerin absorpsiyonu yolu ile olmaktadır. Balıklarda bakırın en fazla depo edildiği organ karaciğerdir. Bakırın vücuttan atılması ise idrar veya dışkı yoluyla olur. Bakır regülasyonunda, türler arasında oldukça büyük ayrımlar vardır. Örneğin; bakır, dekapod ve tatlı su balıklarınca çeşitli ortam konsantrasyonlarında regüle edilebilmektedir. Buna karşın su

bitkileri ve çoğu bentik organizmada bakır regülasyonu zayıf olduğundan bu türlerde, ortalama bulunan birkaç katı kadar bakır depolanabilir.

Besin zincirinde üst trofik düzeylerde ortamda bulunana ek olarak besin yolu ile de önemli miktarlarda metal alınmakta ve bu düzeylerde akut ve kronik zehirlenmelere yol açabilmektedir.

Bakır sülfat iç sulara mavi - yeşil algler gibi istenmeyen vejetasyonun aşırı gelişimini engellemek amacıyla doğrudan verilebileceği gibi asma yapraklarında görülen bazı hastalıklara karşı asma bağlarında kullanımı ve bakırın toprağın alt kısımlarına geçme oranının düşük olması nedeni ile yağışlarla dolaylı da taşınabilir.

Bitki materyelinin toplam içeriği normal olarak 10 ppm' den az olduğuna göre, kültür bitkilerinin bakır gereksinimleri de buna uygun olarak düşüktür. Çoğu toprakta bitkilerin bu gereksinmesini karşılamaya yeter düzeylerde elverişli Cu bulunmaktadır. Bakır noksanlığı görülen topraklar ya genetik olarak bakırca yoksun veya çoğu zaman olduğu gibi elverişli bakır yönünden yetersizdir. Genetik olarak Cu yönünden yoksul grup, bakırca yoksul ana madde üzerinde oluşan kumlu podzolik topraklar gibi aşırı derecede yıkanmış topraklar içerir.

Bakır noksanlığına duyarlılıkları açısından kültür bitkileri, ayrıcalıklar gösterir. Bakır noksanlığından en fazla tepki gösteren bitkiler yulaf, ıspanak, buğday ve yoncadır. Bakır noksanlığına orta derecede duyarlı bitkiler lahana, karnabahar, şekerpancarı ve mısır; duyarlılığı düşük bitkiler ise fasulye, çayır bitkileri, patates ve soya fasulyesidir. Bitkinin kloroplastlarında Cu konsantrasyonları, oransal olarak daha yüksektir. Araştırmacılar, yapraklarındaki toplam bakırın yaklaşık % 70' ini bu organcıklarda bulunduğunu saptamışlardır. Bu yönüyle Cu, demire benzerlik gösterir. Yıllar önce bakırın fotosentez sürecinde bir göreve sahip olduğu önerilmiştir. O günden bu güne kadar yapılan araştırmalar, bakırın plastosiyanin olarak adlandırılan kloroplast proteininin bir bileşeni olduğunu ortaya koymuştur. Plastosiyanin, fotosentezin iki fotokimyasal sistemini birbirine bağlayan elektron taşıma zincirinin bir bölümünü oluşturur ( **Opak ve Başaran, 1994** ).

#### **2.4.2. Çinkonun ( Zn ) Genel Özellikleri Ve Çevresel Etkileri:**

Çinko, çok bol bulunan toksik metallere dendir. Mavimtrak beyaz, oldukça yumuşak bir metaldir. Atom numarası 30, Atom Ağırlığı 65,39, yoğunluk 7,14 g/cm<sup>3</sup>, erime noktası 419,58 °C, Kaynama noktası 907 °C' dir. Doğal çinkonun 5 stabil izotopu Zn – 64 ( % 27,9 ), Zn – 67 ( % 41), Zn – 68 ( % 18,8 ), Zn – 70 ( % 0,6 ). 18 radyoaktif izotopu bilinmektedir. Bu izotoplar

biyolojik çalışmalarda kullanılmaktadır. Çinko doğada sülfid halinde diğer metallerle ( Pb, Cu, Cd, Fe ) birlikte assosiye halinde bulunur. En büyük çinko üreticisi Kanada, Rusya, Avustralya, Peru, USA gelmektedir ( **Ohnesorge ve Wilhelm, 1991** ).

Çinko, beslenme açısından esansiyel bir metaldir. Pek çok besin maddesinde suda, havada ve kısacası çevrede hemen her yerde bulunan bir metaldir. Galvanize bakır boru veya plastik boru ile temas sonucu sudaki çinko içeriği daha fazla artar. Deniz ürünleri et, tahıl, kanatlılardan elde edilen ürünler ve kabuklu yemişler yüksek oranda çinko içerirler. Gıdalarla alınan çinkonun yaklaşık % 20 - 30' u gastrointestinal sistemden absorbe edilir. Absorbsiyondan prostoklandin E2, F2 etkilidirler. Kandaki çinkonun 2/3' ü albümin ile, geri kalan kısım ise 2 - makroglobin ile kompleks oluşturur. Bir insanda böbrekler yoluyla günde 300 - 600 mg çinko atılır. Tıpta, dermal ürünler antiseptikler, insülin prepatratlarında da kullanılır. Yapılan çalışmalar, deniz ürünlerinde önemli düzeyde çinko bulaşısı olabileceğini göstermektedir ( **Egemen, ve Sunlu, 1996** ).

Deniz suyundaki konsantrasyonu 1 - 20 µg/L' dir. 0,4 mg/L üstündeki konsantrasyonlar bivalv larvaları için öldürücüdür. 10 ppm ve üstü mollusca ve ergin balıklar için toksik basamaktır. İnsanda ise yüksek dozları toksiktir ( **Portmann, 1972** ).

#### **2.4.3. Kadmiyumun ( Cd ) Genel Özellikleri Ve Çevresel Etkileri:**

Kadmiyum nispeten buharlaşabilen bir elementtir. İnsanlar, hayvanlar ve bitkiler için gerekli bir element değildir. Yüksek dozları toksik etkiye neden olabilir. Kadmiyum çinko ile beraber meydana gelir. Kadmiyum üretimi çinkonun üretimine bağlıdır ( **Stoeppler, 1991** ).

Kadmiyumun erime noktası 320,9 °C, kaynama noktası 767 °C, 20 °C' de yoğunluğu 8,64 g/cm<sup>3</sup> tür. Gümüş-beyaz, parlak, şekil verilebilir bir metaldir. Atom numarası 48, atom ağırlığı 112,4' tür. Doğal izotopları; Cd - 114 ( % 29 ), Cd - 112 ( % 24 ), Cd -111 ( % 13 ), Cd - 110, Cd -113, Cd - 116, Cd -106, Cd -108 ' dir. Kadmiyum bileşiklerinin bazıları renkli ( sarı, kırmızı, kahverengi ) bazıları da renksizdir ( **Stoeppler, 1991** ). Bundan başka CdCO<sub>3</sub> ve Cd(OH)<sub>2</sub> ve diğer Cd tuzları deniz suyu 8 - 8.5 olan pH' ında çözünürlüğü oldukça düşüktür ( **Egemen, ve Sunlu, 1996** ).

Kadmiyum ve kadmiyum bileşikleri aşınmayı engelleyici kaplamada, boya maddelerinde, mürekkep ve plastikler için stabilizör olarak, fungusid ve çeşitli elektrik malzemelerinde, maden alışımda, Ni / Cd alışımlı piller için kullanılmaktadır. Cd' un oleat ve naftenat tuzları oksitlenme önleyici, Cd - ditiyokarbamat ve Cd sulfonat da deterjan olarak yağlanma yağlarına katılır ( **Stoeppler, 1991; Egemen ve Sunlu, 1996** ).

Pb, Cd ve diğ er metall erin toksik etkileri enzim reaksiyonlarını durdurmalarında toplanmaktadır. Cd ve tuzları kronik zehirlenmeler gösterir. Akciğ er, böbrek ve dokularda birikir. Japonya'da CdSO<sub>4</sub> içeren iç me suyundan kullananlarda Itai - Itai hastalığı görülmüş ve bu hastalığ a yakalanan kişilerin iskeletlerinde bozukluklar gözlenmiştir.

Alabalıklar için öldürücü Cd derişimi 8 µg/L' dir. Cd'a ek olarak ortamda Zn ve Cu bulunursa balıklar üzerindeki toksik etkinin daha da arttığını belirtmektedir.

Cd' un denizel ortamdaki dağılımı oldukça homojendir. Bununla birlikte Hg' da olduğ u gibi bazı deniz canlılarında birikim gözlenebilir. Bu takdirde lokal zehirlenmeler olabilir. 320 ppm Cd içeren deniz suyunda karideslerin 96 saatte öldükleri gözlenmiştir. Kuşaklı alabalık daha zayıf derişimlere hassasiyet göstermektedir. Tatlı suda 10 mg/L' lik bir derişim bu tür için öldürücü olmaktadır.

Atık suların atıldığı nehirler ve kirletilmiş yeraltı sularının okyanuslara ulaşması ş ehirsel ya da endüstriyel kadmiyum kirliliğini oluşturmaktadır. Suda Cd'un bulunması ve orada kalabilmesi, su içindeki diğ er maddelerin bulunuşuna bağıldır. Cd sudaki partüküllerin üzerinde adsorbe edilmiş olarak, bileşiklerin yapısına katılarak veya dibe çök elmiş halde bulunabilir. Sedimentasyon olayının fazla görü lmesi sularda serbest bulunan Cd miktarını oldukça düşürür.

Tuzluluk Cd birikimini etkileyen en önemli faktörler arasındadır. Cd toksisitesiyle ilgili yapılan birçok araştırmada tatlı su canlılarının Cd' da daha duyarlı olduklarını tespit etmiştir. Böylece Cd toksisitesi ve salinite arasında ters bir ilişki var olup bu da sudaki kadmiyum iyonlarının çokluğuyla izah edilmektedir.

Cd alınımının en önemli yolu besinler aracılığı ile olmaktadır. Fazla sigara içilmesi de alımını artırır. Her bir sigarada yaklaşık 1,4 mg Cd' a rastlanmıştır. Cd zehirlenmesi olan kişilerde üreme sistemi nekrozları ve adrenalin bezinin etkilendiğ i saptanmıştır.

Vücut içinde alınmış olan Cd' un atılması çok yavaş olmakta ve insanlardaki yarı ömrünün yaklaşık olarak 16 - 33 yıl olduğ u belirtilmektedir. Çözünebilir Cd bileşikleri Fe ve As kadar zehirlidir. Metalin yanması ve bunun sonucunda oluşan buhar yoluyla açığ a çıkan metal oksitleri akciğ erde son derecede önemli hasarlara yol açar. Omurgalılarda böbrek en kritik organdır. Cd böbreklerde önemli değ ere yükselince süzme görevini yapamaz duruma gelir ve bunun sonucunda idrarda yüksek miktarda protein, amino asit, glikoz, kalsiyum ve potasyum salgılanması olur.

*Palaemon serratus* üzerinde yapılan birikim denemeleri sonucunda küçük bireylerin gerek doku gerekse kabuklarında biriktirdikleri Cd miktarının büyük bireylere oranla çok daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bunun nedeni küçük bireylerin metabolik aktivitelerinin büyük bireylere oranla fazla olmasıdır. Yine birikim denemeleri sonucunda, gerek büyük gerekse küçük bireylerin kabuklarındaki birikim miktarının dokularına oranla daha fazla olduğu saptanmıştır. Nedeni ise bireylerin vücutlarının Cd ile doğrudan temas halinde olması ve kabuklarının salgılamış olduğu mukus salgısının Cd tutma özelliğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

*Patella vulgata* üzerinde yapılan Cd birikimi denemelerinde, Cd birikiminin lineer olduğu saptanmıştır. *Mytilus edulis*' te yapılan çalışmalar sonucunda ise Cd birikiminin zamana ve konsantrasyona bağlı olarak arttığı saptanmıştır.

Kadmiyum deniz suyundaki hareketi kurşunda olduğu gibidir.

#### 2.4.4. Kurşunun ( Pb ) Genel Özellikleri Ve Çevresel Etkileri:

Atom numarası 82, Atom ağırlığı 207,19, yoğunluk 11,34 g/cm<sup>3</sup>, erime noktası 327,5 °C, kaynama noktası 1740 °C' olan periyodik tabloda IV - A grubu elementtir ( **Ewers ve Schlipköter, 1991** ). Kurşun yaklaşık % 40 metal % 25 alaşım ve % 35 kimyasal bileşik içinde kullanılır. Saf metal olarak; kurşun borular, kurşun levhalar, çatı malzemesi kurşunlu tel ve kablolar, mermi ve av saçması, bazı kimyasal madde kapları üretiminde; alaşım ve inorganik bileşik olarak, akümülatör levhaları, metal dizgi harfleri, lehimcilik, kurşun oksit boyaları, insektisit üretimi; organik bileşik olarak, plastik yapımında kurşun stearat, motor benzini içinde kurşun tetraetil ve metil şeklinde kullanılır ( **Egemen, ve Sunlu, 1996** ).

Motorlu taşıtlar; başta motor yağının bunun yanması sonucu egsoz gazlarıyla olmak üzere ve lastiklerin asfalt üzerinde sürtünme ve aşınması ile ortama önemli düzeyde ağır metal vermektedirler. Benzinde vuruntuyu önlemek için petrole yüksek düzeyde kurşun tetraetil' in katılması, motor yağında ve tekerleklerde belirgin düzeylerde Cd ve Zn' un bulunması bu kirliliğe yol açmaktadır. Türkiye benzinleri, normal benzinde 0 – 0,26 g/L ( oktan sayısı 76 – 82), süper benzinde 0,26 - 0,74 g/L ( oktan sayısı 83 - 93 ) Pb içermektedir. Tüpraş rafinerlerinde normal benzine 0,15 g/L, süper benzine 0,40 g/L Pb katılarak üretim yapılmaktadır ( **Egemen, ve Sunlu, 1996** ).

İleri safhalardaki deniz organizmaları, bilhassa balıklar en büyük biyolojik kütleyi oluşturur ve Pb' nun hareketinde önemli rol oynar. Denizel organizmalarda kurşunun bir kısmının tutulduğu, bir kısmının da dışarı atıldığı saptanmıştır. Balıklarda dokulara yerleşir (akümüle olur) ve avdan avcıya geçer. Deniz suyundaki 500 µg/L' lik bir Pb varlığı alglerin büyümesini engellediği gözlenmiştir. Alabalıklar 300 µg/L' lik bir derişime dayanıklıdırlar. Pb' nın toksik etkisi organizmaya göre çok farklılık göstermektedir ( **Egemen, ve Sunlu, 1996** ).

Denizlerde çözünmüş halde bulunan Pb iyonları zamanla süspansiyon haldeki organik maddeler, diğer çökelekler ve canlılar tarafından tutulabilmektedir. Bunun tersine olarak suya geçişte saydığımız basamaktaki olayların tersiyle de gerçekleşir. Bu yer değişmede çeşitli fizikokimyasal ve biyolojik etkenler rol oynamaktadır. Deniz suyu sisteminde 25 °C, 1 atm ve %o 35 tuzlulukta kurşunun anorganik yapıdaki kimyasal türleri: Pb<sup>++</sup> % 20, PbCl<sub>2</sub> % 42, PbCl<sup>+</sup> % 19, PbOH<sup>+</sup> % 10, PbOHCl % 9 olarak verilmektedir. Bazı deniz diplerinde indirgen koşulların oluşumu ve sülfür iyonlarının bulunması kurşunun dökülmesine neden olmaktadır ( PbS ) ( **Egemen ve Sunlu; 1996, Portmann, 1972** ).

Süspansiyon haldeki organik madde parçacıkları ve ilkel organizmalar özellikle ototroflar, dibe çökmeden önce kurşunun çözünelebilen şekillerini tutma özelliğine sahipler. Deniz dibine doğru olan bu hareket bu yöntemle olmakta ve bilhassa üretken sularda ( fotosentez olayının çok olduğu bölgeler ) bu çökelmeler önemli olmaktadır. Denizlere taşınan ve mineralleri içeren çeşitli parçacıklar akıntılarla dibe doğru sürüklenmekte ve dipte sedimentleri örten bir tabaka oluşturmaktadır. Bu tabakadaki taneciklerin küçük boyutlarda olduğu saptanmıştır. Nitekim yüzeydeki ince sedimentlerde gerek organik madde, gerekse Pb derişimleri dipteki sedimentlerden daha yüksek bulunmuştur. Zamanla organik maddelerin değişikliğe uğraması sonucu çökelek halindeki kurşunun bir kısmı çözeltilmeye geçmektedir. Kurşun ile kontamine olmuş balıkların insanlar tarafından yenilmesiyle uzun sürede saturnizm hastalığı oluşmaktadır ( **Egemen ve Sunlu, 1996** ).

## 2.5. Çalışmada Kullanılan Mikrodalga Bozundurma Cihazı :

Çalışmamızda 11 istasyondan her mevsim toplanan sediment ve *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819 ) örnekleri CEM Mars - 5 ESP 1500 PLUS Mikrodalga Örnek Hazırlama Cihazında bozundurulmuştur. Bozundurma işeminde kullanılan kimyasalların hepsi Merck marka olup, eser analize uygun extra pure özellikte olanlar kullanılmıştır. Saf su olarak ise reverse ozmos saf su kullanılmıştır.

### 2.5.1. Mikrodalga Bozundurma Cihazı ve Bozundurma İşlemi:

Mikrodalga bozundurma Cihazları ve mikrodalga bozundurma işlemi ile temel bilgiler **Göçel ve Ertaş ( 2002 )** tarafından aşağıdaki şekildedir:

1970' lerden bugüne, giderek artan bir ilgi ile kullanıma sunulan bu yöntemin en önemli üstünlüğü hızlı olmasıdır. Açık kapta ısıtma ile yürütülen analizlerde ısı iletiminin hızını kullanılan kapların ısı iletim katsayıları belirler. Bu amaçla kullanılan ısıtma araçlarında ısı temastaki çözeltiye aktarılır ve temas yüzeyinden iç çözeltiye konveksiyon ile geçer. Isıtma yavaş olup, çözeltinin ulaşabileceği maksimum sıcaklığı çözeltinin kaynama noktası ve basınç belirler.

Mikrodalga bozundurma sistemlerinde ise ısı doğrudan çözelti bileşenlerine aktarılır ve istenilen sıcaklığa hızla ulaşılır. Mikrodalga ile ısıtmada çözelti ancak mikrodalga enerjisini soğurduğunda ısınır. Bu soğurma işleminde dönme ve iyonik iletkenlik önemli rol oynar. Dipol dönme mekanizmasında moleküler dipoller uygulanan elektriksel alanın etkisi ile sıraya dizilir ve bu elektriksel alan dipol moleküllerinin hareketini sağlayarak çözeltinin ısınmasını sağlar. İyonik iletkenlik mekanizmasında ise, iyonik türler uygulanan elektromanyetik alanın polaritesine bağlı olarak bir taraftan diğerine göç ederler. Bu göç sırasında karşılaştıkları her engel direnç göstereceğinden çözeltinin ısınması kaçınılmazdır. Ayrıca kapalı kaplar kullanıldığında uçucu bileşenlerin kaybı söz konusu değildir ve bozunma ürünü olarak açığa çıkan gazlar basıncın, dolayısıyla sıcaklığın daha da artmasına neden olur. Mikrodalga bozundurma sistemlerinde, mikrodalga enerjisi geçiren ancak ısı ve kullanılan kimyasal maddelere dayanıklı malzemeden yapılmış kaplar kullanılır. Bu alandaki öncü çalışmalarda 7 – 10 atm basınca dayanıklı tümüyle teflondan yapılmış kaplar kullanılıyordu. Ancak bu kapların kullanım ömürlerinin kısa olması, iç bölgesi perfloroalkoksi floropolimer kaplamalı olan ve polieterimid koruyucu içine yerleştirilen 30 atm basınca dek dayanıklı kapların gelişimine yol açmıştır. Bu kapların aşırı basıncı bir ölçüde giderebilir, ancak bir miktar madde kaybı olur.

Günümüzde ise; polieterimid ve polieterketonlar veya mikrodalgayı geçiren diğer kompozit maddelerden yapılmış koruyucu kap içine yerleştirilen ve içi tetraflorometoksil floropolimerler ile kaplanmış kaplar kullanılır. Bu kaplar 260 °C sıcaklığa ve 60 - 100 atm basınca dayanıklıdır. Aynı zamanda bu kaplar, aşırı basıncı önlemede hiçbir örnek kaybı yaratmayan basınç düşürme mekanizmasına sahiptir. Bir diğer tasarımda, birden çok mikrodalga geçirgen örnek kapları asitlere karşı dirençli paslanmaz çelik odacığa yerleştirilir. Bu odacık hem basınç ve hem de mikrodalga odası işlevini görür. Modern sistemler ile 320 °C ve 130 - 200 bar basınçta bozundurma yapılabilir.

Mikrodalga bozundurma sistemlerinde kapalı kaptaki gazın basıncı, diğer ısıtma işlemlerinden farklı olarak, sıvı fazın sıcaklığı ile belirlenmez. Bunun yerine bu basınç kabın hacmine, gaz fazın sıcaklığına ve kabın bileşimine bağlıdır. Örneğin, su örneği çelik ceketli bir teflon bombaya yerleştirilip, fırında ısıtıldığında suyun buharlaşma ve yoğunlaşma hızına bağlı olarak buhar basıncı dengesi yerleşir. Sıcaklık artınca buharlaşma hızı artar ve yoğunlaşma hızı düşer. Çünkü örnek kabının çeperleri hem çözelti hem de gaz fazını ısıtmaktadır. Yoğunlaşma hızındaki düşme gaz fazına daha çok suyun geçmesini sağlayarak, iç basıncın artmasına neden olur.

Buna karşın aynı su örneğini kapalı kapta mikrodalga fırına yerleştirip, aynı sıcaklığa getirdiğimizde, ısıtma mekanizması ve kabın bileşimi farklı olduğundan basınç çok daha düşük olacaktır. Mikrodalga kapalı kapların iç ve dış yüzeyleri mikrodalga geçirgen olup, yalıtım kapasiteleri düşüktür. Bu nedenle ısıtma işlemi sırasında kap soğuk kalabilmekte ve buhar fazındaki su moleküllerinin yoğunlaşmasında daha etkin olabilmektedir. Bu durum yüksek sıcaklıklara karşın iç basıncın düşük olmasını sağlar.

Örnek olarak kapalı sistemde bozundurulmuş nitrik asidi ele alalım. Nitrik asit polar, mikrodalga ortamında hızla ısınabilen ve kısmen iyonlaşabilen bir asittir. Isıtıldığında  $\text{NO}_x$  gazı oluşur. Kapalı kaptaki gaz fazı,  $\text{NO}_x$ , Nitrik asit ve su buharını içerir. Mikrodalga ısıtma sırasında Nitrik asidin basıncı,  $\text{NO}_x$  gazının kısmi basıncı dikkate alınsa da, beklenenden düşüktür. Bu azalma yukarıda anlatılan geri soğutma işlemi ve gaz fazın ısınmasında iyonik iletimin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. İyonik iletkenlik mekanizmasındaki kayıp,  $\text{NO}_x$  gazının mikrodalga enerjisini verimli bir şekilde ısıya dönüştüremediği anlamına gelir ve basınç artışını azaltır.

Bu basınç ve sıcaklık ilişkisi sadece kapalı sistem mikrodalga ısıtma sırasında geçerlidir ve ortama diğer reaktifler katıldıkça bu ilişki karmaşıklaşır. Ek olarak yoğunlaşma hızı mikrodalga bozundurma kaplarının bileşimine, geometrisine, sıvının hacmine ve ısıtma işlemi sırasında sistemin enerjisi soğurmasına bağlıdır. Bu sistemlerde iç basınçtaki azalma nedeniyle basınç kontrolü zor sağlanmaktadır.

Kapalı kap mikrodalga bozundurma sisteminin örnek bozundurmada özgün ilkeleri vardır. Birçok katı örneğin bozundurulması için reaktiflerin stokiyometrik oranlarda ve 10 mL civarında hacimler kullanılır ve işlem genellikle 10 – 15 dakikada tamamlanır. Mineral asit mikrodalga enerjisi hemen ısıya dönüştürebileceğinden, örneği hızla ısıtır ve tepkime süresi azalır. Aynı zamanda, birçok asidin yükseltgenme özelliği sıcaklıkla arttığından, örneğin tümü bozundurulabilir.



En yaygın mikrodalga sistemleri; çok amaçlı odacık ( multimode cavity ), dalga yolunda çalışan ( waveguide ) veya odaklı ( focused ) düzeneklerdir. Birinci sistemde magretron, antenden yayımlanan mikrodalgayı metalik dörtgen biçimdeki kanala verir. Bu kanalın yansıtıcı duvarları, mikrodalga fırın odacığına yönlendirilir. Odacıktaki örnekler bu mikrodalga alan içerisinde döner tablada döndürülerek, homojen bir etkileşim sağlanır. Fırının iç çeperleri sızmayı önleyen yansıtıcı bir madde ile kaplanmıştır. Magnetronun zarar görmemesi için soğutulmayan ışın ikinci bir kanala yönlendirilerek, fazla enerji birikmeden dağılır. Bu sistemler daha çok kapalı kaplar için kullanılmakla birlikte, tepkime ürünleri ve gazları uzaklaştıran özel bir rotor ile açık sistemde de kullanılabilirler.

Bu tür mikrodalga fırınları patlamaya dirençli kapaklar, korozyona dirençli iç çeper ve güvenlik kilitlerini içerir. Bilgisayar kontrolünde basınç ve sıcaklık kontrol mekanizması ile tepkime koşulları ayarlanabilir. Ayrıca güvenlik amaçlı havalandırma sistemleri ve sızan gazları emen bir başlık içermekte ve kapların dışı soğutulmaktadır. Dalga yolunda ( waveguide ) mikrodalga bozundurma sistemi daha çok atmosferik basınç altında kullanılır. Bu sistemler de magnetron içerir ve örnek kapları mikrodalga yolu üzerine yerleştirilerek, alttan birkaç cm' lik bölge ısıtılır. Kabın üst bölgesi ısıtılmadığından asitlerin buharlaşması önlenir. Sıcaklık; IR sensörü ile denetlenir. Mikrodalga kapalı sistemdeki tepkime sıvı faz izlenerek kontrol edilir. Tepkime sıcaklığı  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  kesinlikle ölçülür. Organik örneklerin yükseltgenmesinde sıcaklık yavaş yavaş yükselir. Yansıtıcı maddeler için, hızlı ısıtma ve bu sıcaklıkta uzun süre bekleme programı uygulanır. İnorganik örneklerin işlem öncesinde kurutulması verimi artırır.

Mikrodalga bozundurma tekniklerinin tekrarlanabilirliği ve verimliliğinin artırılmasına ilişkin çalışmalar, yanılıgyı gidermek ve analiz süresini kısaltmak üzerine yoğunlaşmıştır. Eser metal analizlerinde, kördeki analit seviyesi de çok önemlidir. Reaktiflerden bulaşabilecek kirliliğin boyutu kullanılan miktara bağlıdır. Kapalı sistemde bozundurma, reaktif tüketimini azaltarak, yöntemin doğruluk ve kesinliğini artırır ve eser metal analizlerine olanak sağlar.

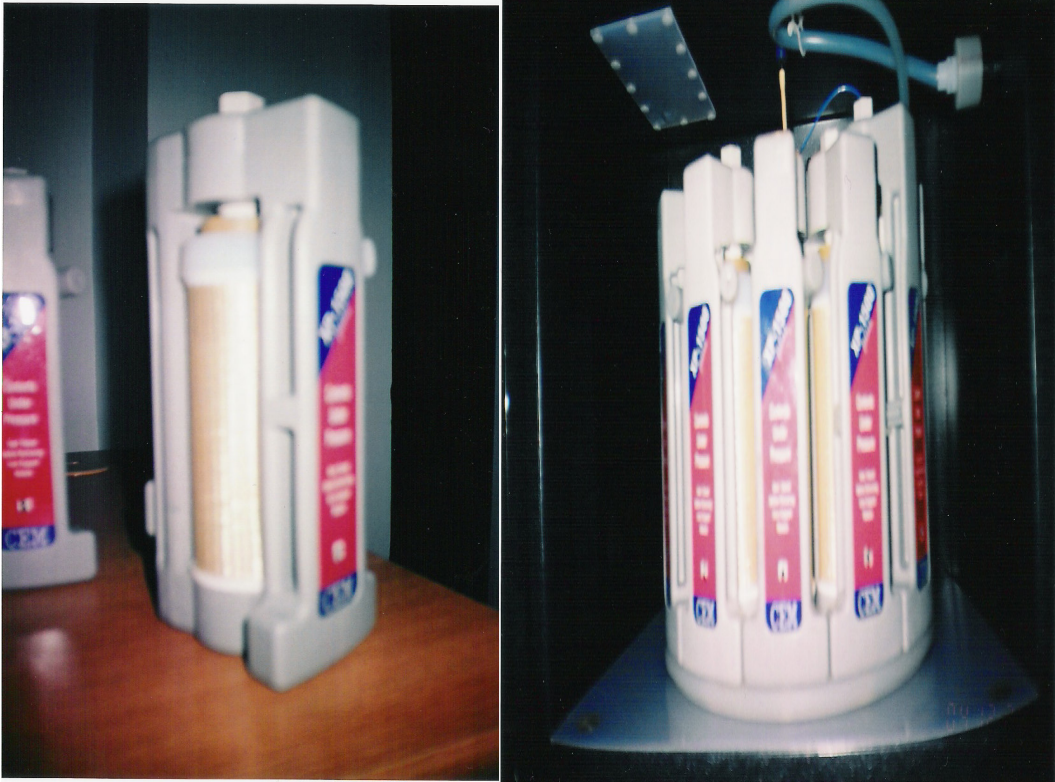
Açık sistemli bozundurma yöntemlerinde, uçuculaşmadan doğabilecek kayıpları önlemek için reaktifin fazlası kullanılır. Fakat kapalı sistemlerde var olan geri soğutucu sistemler ile bu etki giderilmiş olur. Ayrıca açık sistem ile bozundurmada analizci aynı anda birçok beheri kontrol etmek ve tüm örneklerin ısındığından emin olmak zorundadır.

Mikrodalga yöntemi ile az reaktif tüketimi kirlilik açısından; kontrollü ve etkin bir ısıtma yapılabilmesi bozundurma verimi açısından önemli üstünlüklerdir. Kapalı mikrodalga sistemleri

temiz kimyasal tekniklerle birleştirilerek doğru ve kesin eser metal analizlerine olanak sağlar (Şekil 2.5.1.1, Şekil 2.5.1.2) .



**Şekil 2.5.1.1:** CEM Mars - 5 ESP 1500 PLUS Mikrodalga Örnek Hazırlama Cihazı.



**Şekil 2.5.1.2:** CEM Mars - 5 Mikrodalga Örnek Hazırlama Cihazının Örnek Bozundurma Kapları.

### 2.5.2. Mikrodalga Bozundurma İşleminin Kullanım Alanlarındaki Üstünlükleri:

**Tanbay ve Yener ( 1998 )**' e göre, mikrodalga bozundurma sistemleri ile:

1. Çok çeşitli örneklerin çalışılmasına olanak vermektedir ( su, toprak, besin, kömür, kayalar, organikler, plastikler ve biyolojik materyaller ).
2. Büyük hacimli veya ağır örneklerin tamamını çözme gücüne sahiptir ( örneğin; 25 g süt, 30 mL Su, 4 g Et, 5 g Meyve ve organiklerin 1 g' dan fazla kuru ağırlıkları için ).
3. Çözünmesi genel olarak güç olan örnekleri çözme gücüne sahiptir ( seramik, yağ, kül ).
4. Aynı anda farklı örnekleri çözme kolaylığı vardır.
5. Örneklerin yaklaşık % 90' nina temel olarak uygulanan farklı çözme programları ile zaman alıcı pek çok ara basamağı kaldırılması mümkündür.
6. Bu sistemde bir basamakta kaynama noktası düşük ( HCl – HNO<sub>3</sub> ) ve yüksek ( H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ) olan asitlerin aynı anda ilaveleri mümkündür.

## 2.6. Çalışmada Kullanılan Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi Cihazı :

Işık enerjisini atomlar tarafından soğurulmasını inceleyen spektroskopisinin bu dalında 70 kadar elementi  $10^{-2}$  ppm  $10^{-3}$  ppm duyarlılıkla saptama olanağı vardır ( **Egemen ve Sunlu, 1996** ). 1955 yılından sonra geliştirilmiş olan atomik absorpsiyon spektroskopisi, yüksek sıcaklıkta gaz halinde bulunan element atomlarının elektromagnetik ışınları absorblaması üzerine kurulmuştur. Absorblanan elektromagnetik ışınlar genellikle ultraviyole ve görünür alan ışınlarıdır ( **Gündüz, 1990** ).

Atomik absorpsiyona dayanan analitik yöntemler, absorpsiyon hatlarının çok dar ve elektronik geçiş enerjilerinin her element için farklı olması nedenlerinden seçiciliği çok yüksek yöntemlerdir. Diğer taraftan, hat genişliklerinin çok az olması moleküler absorpsiyonda karşılaşılmayan ölçme sorunları yaratır. Beer kanunu sadece monokromatör ışına uygulanabilir ( absorpsiyon ile konsantrasyon arasındaki doğrusal ilişkiyi verir ) ve kaynağın bant genişliğinin absorpsiyon pikinin genişliğine göre daha az olmasını gerektirir. Bir atomik absorpsiyon hattının genişliği ( 0,002 – 0,005 nm ) kadar ışın bandı verebilecek bir monokromatör yoktur. Bu durumda sürekli bir kaynak kullanıldığında monokromatörden bir dalga boyunca gelen ışının çok az bir bölümü absorblanır; çıkan bandın şiddeti, gerçekte o bandı oluşturan ışının şiddetine göre küçüktür. Bu koşullarda Beer kanunu uygulanamaz ve yöntemin hassasiyeti de önemli derecede düşer. Bu sorun, absorpsiyon analizinde kullanılan dalga boyu ( bir tane ) ile aynı dalga boyunda bir hat emitleyen ışın kaynağı kullanılarak çözülebilir. Örneğin, sodyumun absorpsiyon analizinde 589,6 nm deki hat ile çalışıldığında kaynak olarak bir sodyum buharı lambası kullanılır. Gaz sodyum atomları lamba içinde elektrik boşalması ile uyarılırlar; uyarılan atomlar düşük enerji seviyelerine dönerlerken ışın çıkarırlar ( emisyon ). Çıkan ışın rezonans absorpsiyon hattı ile aynı dalga boyundadır. Özel olarak dizayn edilen bir kaynak ile band genişlikleri absorpsiyon band genişliklerinden daha dar olan emisyon hatları elde edilebilir. Örneğin, kaynak alev sıcaklığından daha düşük bir sıcaklıkta çalıştırılarak Doppler genişleme etkisi oldukça azaltılır. Absorpsiyon ölçmelerinde çıkan emisyon bandını yok eden bir monokromatör ile sadece absorpsiyon spektrumu elde edilebilir. Böylece analizde kullanılan ışın, absorpsiyon pikinin band genişliğini ölçülebilecek şekilde sınırlandırılmış olur. Bu koşullarda Beer kanununa uygunluk ve hassasiyet daha daha yüksektir. Her element ( veya element grubu ) için ayrı bir lamba kaynağına gereksinim vardır. Bu sıkıntılı durum, sürekli bir kaynak ve ayırma gücü çok yüksek olan bir monokromatör kullanılarak karşılanabilir; yüksek sıcaklıktaki alev içine elementin bir bileşiği verilerek bir hat kaynağı elde edilir. Ancak bu tip önlemler her elemente özel lamba kullanılması kadar tatmin edici olmaz ( **Beşergil ve Çelik, 2002** ).

Atomik absorpsiyon ölçmelerinde başlıca ışık kaynağı oyuk katod lambasıdır. Oyuk katod lambaları iki elektrodu bulunan ve düşük basınçta çok saf atomlu bir gaz ile doldurulmuş bir cam silindirden oluşmaktadır. Lambanın bir yüzü mor ötesi ışığın geçişine elverişli kuvars veya borsilikatlı camdan yapılmıştır. Cam silindiri dolduran taşıyıcı veya dolgu gazı olarak adlandırılan bu gazlar, devresinin kapanması, katodun dövülüp koparılan atomların uyarılmasında önemli etkindir. Katod, incelenen elementi taşıyan küçük bir kaptan yapılmış olup yapısı elementlerin niteliklerine göre değişim gösterir ( **Egemen ve Sunlu, 1996** ). Atomik absorpsiyon ölçmelerinde kullanılan en uygun kaynak Hallow katod lambalarıdır. Bunlarda kapalı bir cam tüp içinde tungusten bir anod ile silindirik bir katod bulunur. Cam tüp 1–5 torr basınçta neon veya argon ile doldurulmuştur, katod, spektrumu alınarak metalden yapılmıştır ( **Beşergil ve Çelik, 2002** ).

Soğurma düzeneği; soğurma olayı için gerekli serbest ve temel enerji düzeyindeki atomların oluşturduğu düzenektir. Bu amaca ilişkin olarak en çok kullanılan düzenekler “Alev” ve “ Grafit küvet “ olup Hg, As, Se, Te için de alevsiz özel bir düzenek geliştirilmiştir. Alev spektroskopisinde alevler başlıca iki kısma ayrılır. Ön karışım ( veya laminer ) alevler ve ön karışimsız ( türbülent ) alevler. Atomik soğurma spektroskopisinde en çok kullanılan laminer alevlerdir ( **Egemen ve Sunlu, 1996** ). En çok kullanılan yakıtlar ise Asetilen, Hidrojen, Propan, Butan, doğal gazlardır. Yakıcı gazlar olarak ise Oksijen, Diazot monoksit (  $N_2O$  ), hava, Oksijen + hava’ dır ( **Gündüz, 1990** ).

Seçici sistem olarak kullanılan düzenekler arasında optik filtre prizma ve optik ağı verilebilir. Monokromatörlerin başlıca görevi, istenilen dalga boyundaki çizgilerin diğerlerinden ayrılmasıdır. Bu, ayırma gücü kavramı ile verilmektedir ( **Egemen ve Sunlu, 1996** ).

Bir elementin atomik absorpsiyon spektroskopisiyle analizini yapmak için o elementin önce nötral hale, sonra buhar haline gelmesi, daha sonra da bir kaynaktan gelen elektromagnetik ışın demetinin yoluna dağılması gerekir. Bu işlem, ya elementi bileşik halinde ihtiva eden bir çözeltinin sis halinde yüksek sıcaklıktaki bir alev içine püskürtülmesi veya elementi bileşik halinde içeren numunenin ( çözelti veya katı ) karbon numune kabına konarak kabın elektrik arkıyla akkor haline getirilmesi suretiyle gerçekleştirilir ( **Gündüz, 1990** ).

## 2.7. METOD:

Kuzey Ege Denizi' ndeki ağır metal kirliliğinin ( Cu, Zn, Pb ve Cd ) araştırılması için sediment ve *Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck, 1819 ) örneklerinin AAS' de ölçülebilmesi için mikrodalga bozundurma işlemi kullanılmıştır.

### 2.7.1.1. Sediment Örneklerinin Alınması ve Saklanması:

Sediment örnekleri Ağustos 2002 – Kasım 2003 tarihleri arasında her mevsim düzenli olarak yapılmıştır. Sediment örneklemeleri grab yardımı ile kıydan 0 - 5 m mesafeden alınmıştır. Alınan sediment örnekleri plastik torbalara konularak her hangi bir mikrobiyolojik aktivite olmaması için % 65' lik Nitrik asit ( Extra pure ) ( Merck ) eklenmiştir. Buz çantasında taşınan sediment örnekleri analize kadar -21 °C' de derin dondurucuda saklanmıştır.

### 2.7.1.2. Sediment Örneklerinin Analize Hazırlanması:

Sediment örneklerinin bozundurulup AAS' de ölçüme hazırlanmasında EPA' nın 3051 nolu metodu kullanılmıştır ( EPA, 1994 ).

Analize başlanmadan önce derin dondurucudan çıkarılan sediment örnekleri oda sıcaklığına getirilmiştir. Daha sonra belli miktarda petrilere alınan sedimentler 105 °C' de 16 saat kurutulmuştur. Daha sonra homojenize edilip 160 µ' luk elekte elenmiştir. Elenmiş sediment örneklerinden mikrodalga bozundurma cihazının kaplarına 0,5 g alınıp 10 mL % 65' lik nitrik asit ( extra pure ) ilave edilmiş ve kapakları kapatılmıştır. CEM Mars 5 ESP 1500 PLUS Mikrodalga Örnek Hazırlama Cihazında 200 °C' de bozundurulmuştur.

Cihazın 200 °C' ye ulaşabilmesi için çıkış rampası 15 dakika, bozundurma için 10 dakika, soğuma aşaması için 45 dakika olarak belirlenmiştir. Bozundurma için geçen süre toplam 70 dakika olmaktadır. Hava sıcaklığının fazla olduğu yaz aylarında cihazın oda sıcaklığına inmesi daha uzun zaman almaktadır. Bozundurulan örnekler mavi bant filtre kağıtlarından süzülerek 100 mL' ye tamamlanmıştır. Daha sonra polietilen şişelere alınmıştır. Ölçüme kadar +4 °C' de saklanmıştır. Varian SpectrAA 400 Plus Model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde Hava - Asetilen kullanılarak alev tekniği ile yapılmıştır ( Şekil 2.6.1.2 ).



**Şekil 2.7.1.2:** Varian SpectrAA 400 Plus Atomik Absorbsiyon Alev Spektrometresinin genel görünüşü.

Mars 5 ( Cem Corporation ) Mikrodalga Örnek Hazırlama Cihazının çalışma şartları şu şekildedir:

<b>Sıcaklık</b>	: 200 ± 1 °C
<b>Basınç</b>	: 600 PSI
<b>Voltaj</b>	: 1200 V

Varian SpectrAA 400 Plus Atomik Absorbsiyon Alev Spektrometresinin çalışma dalga boyları:

<b>Bakır</b>	: 327,4 nm
<b>Çinko</b>	: 213,9 nm
<b>Kadmiyum</b>	: 228,9 nm
<b>Kurşun</b>	: 283,3 nm

### 2.7.2.1. *Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck, 1819 ) Örneklerinin Alınması ve Saklanması:

*Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck, 1819 ) örnekleri Ağustos 2002 – Kasım 2003 tarihleri arasında istasyonlardan her mevsim düzenli olarak toplanmıştır.

Araziden elle toplanan *M. galloprovincialis* örneklerinin kabukları üzerinde herhangi bir organizma ve diğer atık kalmayacak şekilde laboratuvarda paslanmaz bistüri ve pens yardımı ile temizlenmiştir. Akvaryumda *M. galloprovincialis*' lerin suları her gün değiştirilerek içinde kum gibi atıkların dışarı çıkması sağlanmıştır. Daha sonra çeşme suyu ve saf suyla yıkayıp kurutma kağıdı ile suları alınıp tartıma alınmıştır. Daha sonra boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Boy ölçümleri Mitatuya marka kumpasla, ağırlık ölçümleri ise Nüve marka hassas terazide yapılmıştır. Analize kadar plastik etiketli torbalar içinde derin dondurucuda saklanmıştır.

### 2.7.2.2. *Mytilus galloprovincialis* ( Lamarck, 1819 ) Örneklerinin Analize Hazırlanması:

*Mytilus galloprovincialis* örneklerinin bozundurulup AAS' de ölçüme hazırlanmasında EPA' nın 3051 nolu metodu modifiye edilerek kullanılmıştır ( EPA, 1994 ).

Analiz işlemine başlarken *M. galloprovincialis* derin dondurucudan çıkarılarak oda sıcaklığında çözündürülmüştür. Daha sonra ağır metallerin *M. galloprovincialis* total dağılımlarındaki miktarlarına bakılabilmesi için disekte edilmiştir. Homojenize edilmiş midye örneklerinden mikrodalga cihazının kaplarına 0,5 gram alınarak 10 mL extra pure % 65' lik Nitrik asit ilave edilmiş ve kapakları kapatılmıştır. Yarım gün asitle birlikte kaplarda bekletilmiştir. Ön denemelerde asitte bekletip daha sonra bozundurmanın daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır. 0,5 gramdan daha fazla miktarda kaplara örnek konulması halinde cihazda basınç ve sıcaklık artışı şeklinde sorunların yaşandığı gözlemlenmiştir. Mikrodalga Örnek Hazırlama Cihazında örnekler 200 °C' de bozundurulmuştur ( Şekil 2.6.2.2 ). Sedimentte belirlenen yöntem midye içinde aynen geçerli olmuştur. Sedimentte olduğu gibi süzme işlemi *M. galloprovincialis* bozundurmalarında da yapılmıştır. Örnekler 100 mL' ye tamamlanmıştır. Polietilen şişelerde +4°C' de ölçüme kadar saklanmıştır. Varian SpectrAA 300/400 Plus Atomik Absorbsiyon Alev Spektrometresi ile ölçülmüştür.





**Şekil 2.7.2.2:** Hazırlanan örneklerin mikrodalga örnek hazırlama cihazına yerleştirilmesi.

### 2.7.3.1. Mikrodalga Örnek Hazırlama Cihazının Temizlenmesi:

Kirlenen kapların yeniden örnek bozundurmasında kullanılabilmesi için iyice temizlenmesi ve bir önceki örnekten kalıntının bir sonraki örneğe katkı yapmamasının sağlanması gerekmektedir. Örnek hazırlama kadar; kapların temizlenmesi işleminin de önemli olduğu görülmektedir.

Temizleme işlemi tüm denemede kullanılan mikrodalga örnek hazırlama cihazının kaplarına ve bu kaplara ait membran ve lenslere de ayrı ayrı uygulanmıştır.

**Uygulanan temizleme basamakları şu şekildedir:**

1. Bol çeşme suyuyla yıkanması işlemi.
2. Saf sudan geçirilme işlemi.
3. % 10' luk nitrik asitten geçirilme işlemi.
4. Saf sudan geçirilme işlemi.
5. Etanol' den geçirilme işlemidir.
6. 10 mL % 65'lik Nitrik asit ( extra pure ) eklenerek cihazda temizleme programı uygulanarak yıkılması işlemi.

Bu temizleme işlemi; her örneğin hazırlanmasını takiben 2 kere tekrarlanan temizleme basamağı şeklinde devam etmektedir. Bu yöntemin diğer bozundurma yöntemlerine tercih edilmesinin nedeni; ağır metallerin kaybının olmaması ve tam değer olarak ölçülmesine olanak vermesidir.

### 3. BULGULAR:

Ağustos 2002 – Kasım 2003 tarihleri arasında, Kuzey Ege Denizi' nde yer alan 11 örnek alma istasyonunun ortam sedimentleri ve bu kıyılarda yayılış gösteren midye ( *Mytilus galloprovincialis* ) Cd, Pb, Cu ve Zn birikim düzeylerini belirlemek amacı ile mevsimsel analizler gerçekleştirilmiştir.

*M. galloprovincialis* ve sedimentteki metaller için ANOVA – VARYANS Analizi yapıldı. Varyans analizi sonucunda sedimentteki ve midyedeki metaller için istasyonlar ve dönemler arasındaki farklılığın önemli olduğu bulunmuştur (  $p < 0,05$  ) ( EK 1 ).

Midyedeki metal ile dönemler arası fark, midyedeki metal istasyonlar arası fark; sedimentteki metal ile dönemler arası fark ile sedimentteki metallerin istasyonlar arası farkları Tukey Testi uygulanarak araştırıldı ( EK 1 ).

#### 3.1. Sedimentteki Ağır Metallerin Değişimi:

Çalışma süresince midyelerin yaşadığı ortamlardan türle beraber düzenli olarak sediment örnekleri de alınmıştır. Sediment örneklerinin istasyonlara ve mevsimlere göre ortalama metal analizleri ve standart sapma ile ilgili bulgular Tablo 3.1' de verilmiştir. Ağır metal konsantrasyonlarının sedimentte önemli düzeyde biriktiği ve bu birikim düzeyinin istasyonlara ve mevsimlere göre değiştiği bulunmuştur.

Sedimentte ölçülen ağır metal analizleri sonuçlarına göre; **bakır** 6,36 – 219,56  $\mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ); **kursun** 9,13 – 58,33  $\mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ); **çinko** 10,43 – 250,77  $\mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ); **kadmiyum** 0,88 – 3,01  $\mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) arasında bulunmuştur.

##### 3.1.1. Sediment Örneklerinde Bakır ( Cu ) Düzeyleri:

Alınan sediment örneklerinde en düşük bakır değeri 6,36  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Şubat – 2003 kış sezonunda Sazlıca Plajı' nda ( 1. istasyon ), en yüksek bakır değeri ise 219,56  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Ağustos - 2002 yaz sezonunda Aliğa - Liman ( 3. istasyon )' da ölçülmüştür. Her örnekleme periyodunda bakır konsantrasyonunun Aliğa - Liman' da yüksek olduğu görülmüştür.

Örnekleme istasyonlarındaki sedimentteki bakır konsantrasyonunun mevsimlere bağlı olarak değişim gösterdiği bulunmuştur. Sediment örneklerindeki bakır miktarlarının mevsimlere göre en düşük ve en yüksek değeri ise şu şekilde bulunmuştur:

**1. İstasyon ( Sazlıca Plajı ):**

En düşük değer: 8,40 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 15,76 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

**2. İstasyon ( Aliğa – PETKİM ):**

En düşük değer: 68,43 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 74,40 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

**3. İstasyon ( Aliğa - Liman):**

En düşük değer: 166,77 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer: 219,56 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

**4. İstasyon ( Aliğa – Plaj ):**

En düşük değer: 18,00 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 41,00 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

**5. İstasyon ( Çandarlı -1 ):**

En düşük değer: 2,60 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer: 8,56 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

**6. İstasyon ( Çandarlı - 2 ):**

En düşük değer: 10,56 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 24,57 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

**7. İstasyon ( Dikili Limanı ):**

En düşük değer: 13,17µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 41,03 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

**8. İstasyon ( Sarımsaklı Plajı ):**

En düşük değer: 7,23 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 9,43 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

### 9. İstasyon ( Ayvalık Limanı ):

En düşük değer: 28,17 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 85,57 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

### 10. İstasyon ( Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ):

En düşük değer: 39,43 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 87,40 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

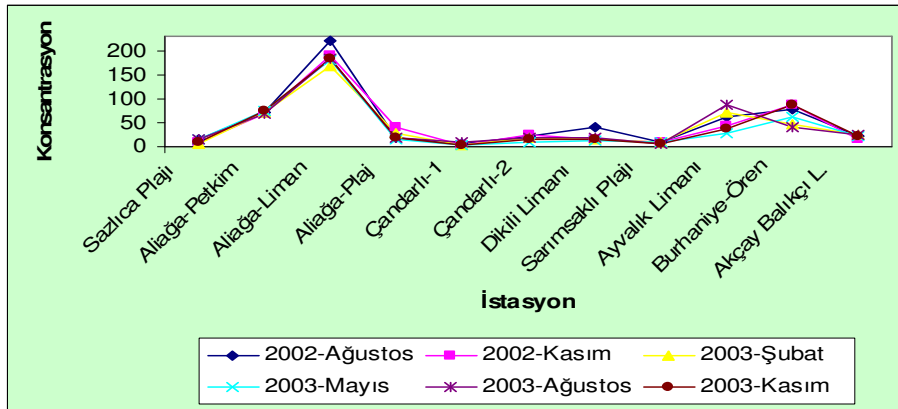
### 11. İstasyon ( Akçay Balıkçı Limanı ):

En düşük değer: 15,40 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 25,63 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

Araştırma sonucunda istasyonlara göre mevsimsel bakır konsantrasyonu Tablo 3.1.1' de, sediment örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum bakır düzeyleri ise Tablo 3.1.2' de verilmiştir.

Sedimentteki bakırın istasyonlardaki konsantrasyonları karşılaştırıldığında en düşük olduğu istasyonların Sazlıca Plajı, Çandarlı - 1 ve Sarımsaklı Plajı' nda olduğu ve bakırın en yüksek olduğu istasyonlar Aliağa – Liman, Aliağa – PETKİM, Ayvalık Limanı ve Burhaniye – Ören istasyonlarında olduğu bulunmuştur ( Şekil 3.1.1 ).



Şekil 3.1.1: İstasyonlara göre bakırın mevsimsel dağılımı ( µg/g kuru ağırlık ).

**Tablo 3.1:** Sedimentteki ağır metal değişimlerinin istasyonlara göre mevsimsel dağılımı ( $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

		İSTASYONLAR										
Metal	Sediment Periyot	İst.1	İst.2	İst.3	İst.4	İst.5	İst.6	İst.7	İst.8	İst.9	İst.10	İst.11
		(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)	(Ort.±sıap)
n=6	Cu	15,36±0,058	72,43±0,058	219,56±0,05	18,2±0,1	7,57±0,058	20,56±0,058	21,03±0,058	9,43±0,058	62,23±0,058	76,8±0	20,36±0,058
n=6	Zn	15,76±0,058	250,77±0,05	176,43±0,05	44,03±0,058	32,4±0,1	29,03±0,058	40,4±0	10,43±0,058	67,03±0,058	70,77±0,153	45,56±0,05
n=6	Cd	1,4±0	2,4±0	2,13±0,064	1,97±0,012	1,36±0,023	1,84±0,035	1,63±0,012	1,25±0,012	1,96±0	1,85±0,023	1,2±0,1
n=6	Pb	15,58±0	31,53±0,577	54,73±0,231	21,2±2,425	14,14±0	34,03±0,404	13,8±0,210	12,67±0,808	42,86±0,808	39,33±0,577	24,4±3,143
n=6	Cu	8,43±0,058	68,43±0,058	190,8±0	21±0	2,8±0	24,57±0,058	15,4±0	8,03±0,058	44,2±0,1	36,36±0,057	15,4±0
n=6	Zn	23,6±0,1	193,56±0,05	214,4±0	37,8±0,1	38±0	39,03±0,08	37,2±0	12,8±0	62,77±0,057	76,43±0,057	45,66±0,05
n=6	Cd	1,53±0,023	2,86±0	1,87±0,023	1,48±0,035	1,66±0	1,6±0	1,57±0,012	1,53±0,012	1,75±0,011	1,4±0	1,19±0,099
n=6	Pb	14,85±0,612	52,6±0,346	50,13±0,115	14,67±0,462	13,4±0,346	35,33±0,987	17,92±0	9,13±1,172	41,26±1,701	39,8±0,346	25,2±0
n=6	Cu	6,36±0,058	72,0±0	166,77±0,05	29,43±0,058	2,6±0	19,77±0,058	15,36±0,058	8,03±0,057	71,03±0,058	46,4±0	25,03±0,05
n=6	Zn	25,6±0	182,56±0	166,27±0,11	42,23±0,058	38,6±0	29,0±0	41,03±0,058	16,8±0	61,83±0,057	73,2±0	47,63±0,05
n=6	Cd	1,94±0	2,15±0,046	1,83±0,012	1,5±0	1,56±0	1,39±0,012	1,4±0,06	1,21±0,012	1,42±0,035	1,49±0,023	1,11±0,023
n=6	Pb	15,93±0,115	34,6±0,429	41,6±0	14,97±0,746	13,87±0,702	37,6±1,217	22,0±0,034	10,93±0,808	40,73±0,462	48,87±0,231	22,4±0
n=6	Cu	15,03±0,058	74,4±0,1	179,37±0,05	14,03±0,058	2,8±0	10,56±0,058	13,17±0,058	9,8±0	28,17±0,058	62,57±0,058	22,6±0,1
n=6	Zn	22,56±0,058	238,9±0,058	161,6±0,1	32,6±0	32,4±0	31,23±0,058	38,2±0	13,4±0	63,8±0	79,25±0	48,5±0,173
n=6	Cd	1,13±0,023	3,01±0,083	2,03±0,029	1,3±0	1,1±0,035	1,24±0	1,28±0,035	0,88±0	1,49±0,023	1,36±0	1,13±0,012
n=6	Pb	14,49±0,612	58,33±0,577	52,33±0,577	13,8±0,231	17,6±0	32,27±0,404	17,8±0,179	13,73±0,115	47,47±1,405	48,53±0,808	21,13±2,36
n=6	Cu	15,76±0,058	69,57±0,058	182,4±0,1	18±0	8,56±0,058	18,23±0,058	17,43±0,058	7,77±0,058	85,57±0,056	39,43±0,058	25,63±0,05
n=6	Zn	20,6±0	216±1	197,4±0	32,5±0	35,17±0,058	30,23±0,058	39,63±0,058	15,4±0	65,2±0	62,63±0,057	45,0±0
n=6	Cd	1,31±0,023	1,99±0,023	2,46±0,06	1,7±0	1,25±0,012	1,25±0,012	1,31±0,023	1,25±0,012	1,73±0,046	1,72±0,035	1,03±0,012
n=6	Pb	18,08±0,277	31,6±0	54,33±0,306	22,13±0,081	14,49±0,612	34,73±0,503	18,24±0,277	15,6±0	40,8±0	37,53±1,172	28,2±0
n=6	Cu	8,4±0	74,03±0,058	183,63±0,05	18,0±0	4,03±0,058	16,6±0	15,37±0,058	7,23±0,058	38,03±0,058	87,4±0,1	21,6±0
n=6	Zn	17,8±0	233±0	177,2±0,1	32,0±0	33,43±0,058	33,2±0,1	38,8±0,1	15,83±0,058	67,63±0,058	63,8±0	45,4±0
n=6	Cd	1,49±0,031	1,96±0	1,97±0,023	1,33±0,012	1,28±0	1,68±0	1,14±0	1,42±0,035	1,97±0,023	1,37±0,023	1,37±0,012
n=6	Pb	14,15±0,254	41,6±0	49,53±0,808	14,09±0,081	15,58±0	28,8±1,039	14,74±1,32	11,47±1,27	39,6±2,078	38,47±0,503	22,47±0,11

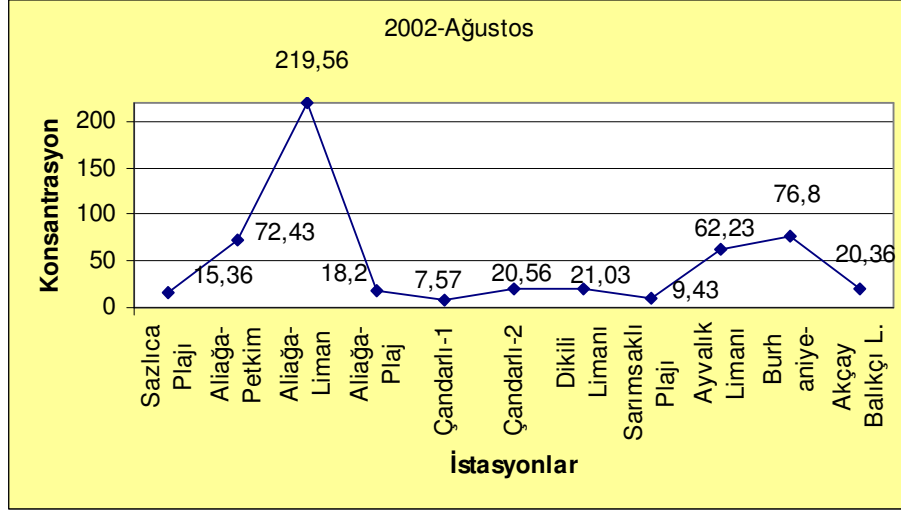
**Tablo 3.1.1:** Bakırın istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

İstasyon	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
Sazlıca Plajı	15,36	8,43	6,36	15,03	15,76	8,40
Aliğa-Petkim	72,43	68,43	72,00	74,40	69,57	74,03
Aliğa-Liman	219,56	190,80	166,77	179,37	182,40	183,63
Aliğa-Plaj	18,20	21,00	29,43	14,03	18,00	18,00
Çandarlı-1	7,57	2,80	2,60	2,80	8,56	4,03
Çandarlı-2	20,56	24,57	19,77	10,56	18,23	16,60
Dikili Limanı	21,03	15,40	15,36	13,17	17,43	15,37
Sarımsaklı Plajı	9,43	8,03	8,03	9,80	7,77	7,23
Ayvalık Limanı	62,23	44,20	71,03	28,17	85,57	38,03
Burhaniye-Ören	76,80	86,36	46,40	62,57	39,43	87,40
Akçay Balıkçı L.	20,36	15,40	25,03	22,60	25,63	21,60

**Tablo 3.1.2:** İstasyonlardan alınan sediment örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum düzeyleri (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

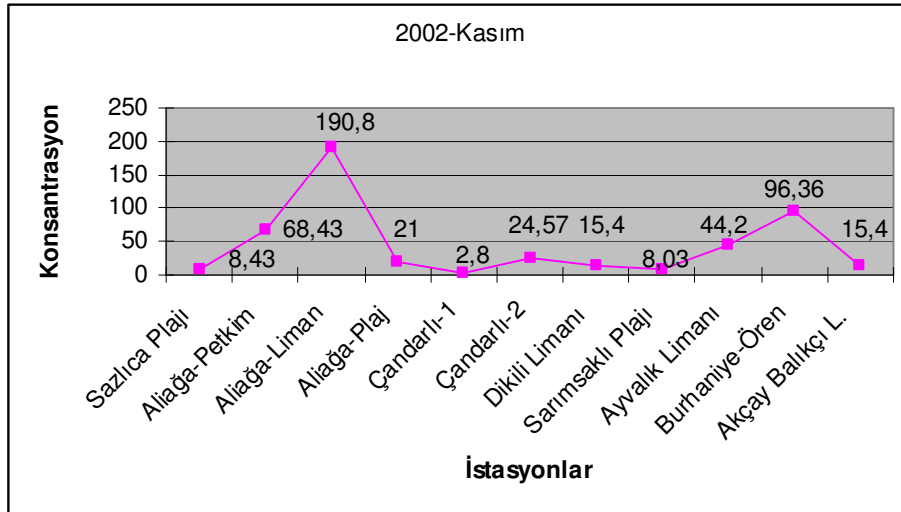
İstasyonlar	Minimum Cu	Ortalama Cu	Maksimum Cu
1. istasyon	6,36	11,36	15,76
2. istasyon	68,43	71,81	74,03
3. istasyon	166,70	187,08	219,56
4. istasyon	14,03	16,94	29,43
5. istasyon	2,60	4,73	8,56
6. istasyon	10,56	18,38	24,57
7. istasyon	13,17	16,29	21,03
8. istasyon	7,23	8,38	9,43
9. istasyon	28,17	62,24	85,57
10. istasyon	39,43	66,49	87,40
11. istasyon	15,40	21,77	25,63

Ağustos - 2002 yaz sezonunda bakır en düşük değer 7,57  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Çandarlı - 1 istasyonunda; en yüksek değer olarak 219,56  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – Liman' da ölçülmüştür ( Şekil 3.1.2 ).



**Şekil 3.1.2:** 2002 - Ağustos periyodunda sedimentteki bakırın istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

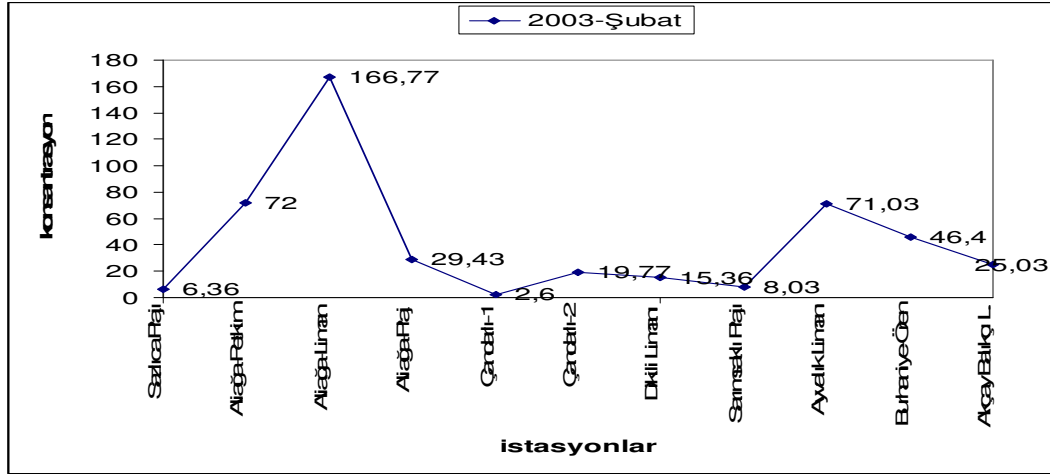
Kasım – 2002 sonbahar periyodunda sedimentteki bakır en düşük konsantrasyonda 2,80  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Çandarlı - 1' de en yüksek konsantrasyonda ise 190,80  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – Liman' da analizlenmiştir ( Şekil 3.1.3 ).



**Şekil 3.1.1.3:** 2002 - Kasım periyodunda sedimentteki bakırın istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

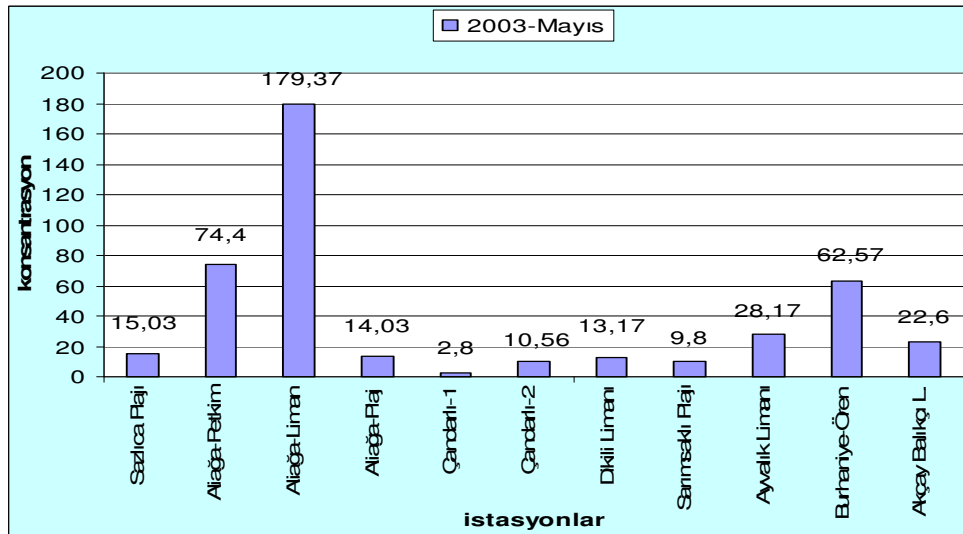


Şubat – 2003 kış sezonunda bakırın en düşük konsantrasyon olarak 2,60  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Çandarlı – 1’ de en yüksek konsantrasyonda ise 166,77  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa - Liman’ da ölçülmüştür ( Şekil 3.1.4 ).



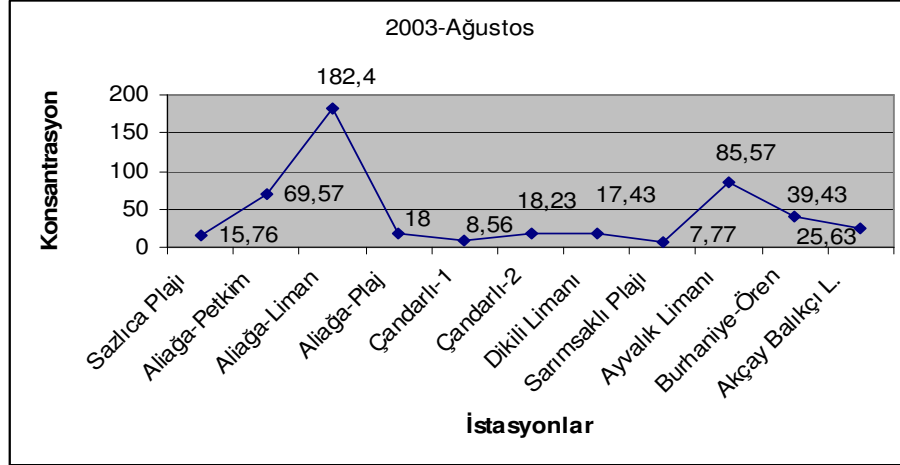
**Şekil 3.1.1.4:** 2003 - Şubat periyodunda sedimentteki bakırın istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Mayıs – 2003 bahar sezonunda en düşük değer olarak bakır sedimentte; 2,80  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Çandarlı – 1’ de en yüksek konsantrasyonda ise 179,37  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – Liman’ da ölçülmüştür ( Şekil 3.1.5 ).



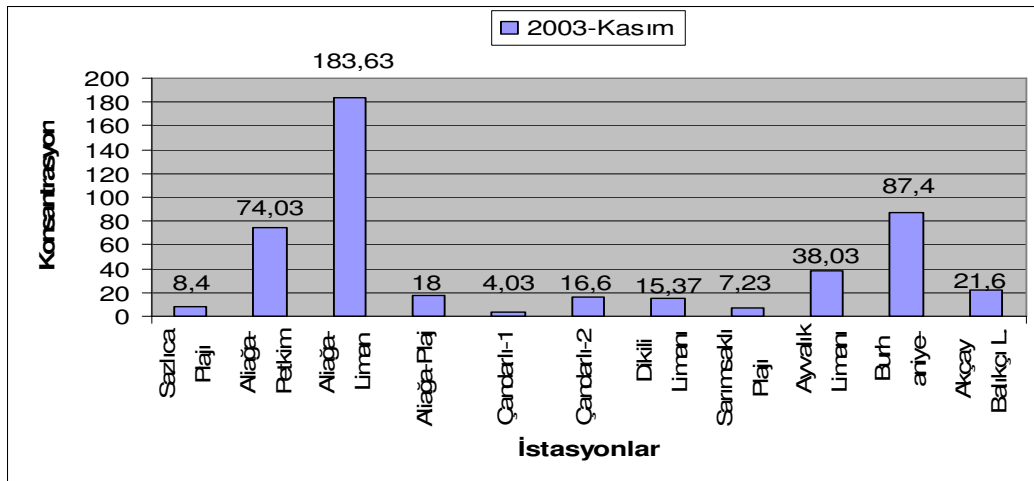
**Şekil 3.1.1.5:** 2003 - Mayıs periyodunda sedimentteki bakırın istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Ağustos – 2003 ikinci yaz sezonunda sedimentteki bakırın en düşük konsantrasyonda 6,77  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Sarımsaklı Plajı' nda en yüksek miktarda bakır ise 182,40  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – Liman' da ölçülmüştür ( Şekil 3.1.1.6 ).



**Şekil 3.1.1.6:** 2003 - Ağustos periyodunda sedimentteki bakırın istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Kasım – 2003 ikinci kış sezonunda bakırın istasyonlara göre mevsimsel dağılımında en düşük 4,03  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Çandarlı – 1' de, en yüksek konsantrasyon ise 183,63  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – Liman' da analiz edilmiştir ( Şekil 3.1.7 ).



**Şekil 3.1.1.7:** 2003 - Kasım periyodunda sedimentteki bakırın istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

### 3.1.2. Sediment Örneklerinde Çinko ( Zn ) Düzeyleri:

İstasyonlardan alınan sediment örneklerindeki çinkonun en düşük değeri 10,43 µg/g kuru ağırlık ile Ağustos - 2002 yaz sezonunda Sarımsaklı Plajı' nda, en yüksek değer ise 250,77 Ağustos - 2002 yaz sezonunda Aliağa – PETKİM ( 2. istasyon )' de ölçülmüştür. İstasyonlara göre çinkonun mevsimsel dağılımı Tablo 3.1.2.1 ve Şekil 3.1.2.1' de, sedimentte ölçülen çinkonun minimum, ortalama ve maksimum çinko düzeyleri ise Tablo 3.1.2.2' de verilmiştir.

Sediment örneklerindeki çinko miktarlarının mevsimlere göre en düşük ve en yüksek değeri şu şekilde bulunmuştur:

#### 1. İstasyon ( Sazlıca Plajı ):

En düşük değer: 15,76 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 25,60 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

#### 2. İstasyon ( Aliağa – PETKİM ):

En düşük değer: 182,56 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer: 250,77 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

#### 3. İstasyon ( Aliağa – Liman ):

En düşük değer: 161,60 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 214,40 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

#### 4. İstasyon ( Aliağa – Plaj ):

En düşük değer: 32,00 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 44,03 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

#### 5. İstasyon (Çandarlı - 1 ):

En düşük değer: 32,40 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 38,60 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

#### 6. İstasyon ( Çandarlı - 2 ):

En düşük değer: 29,00 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer: 39,03 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

#### 7. İstasyon ( Dikili Limanı ):

En düşük değer: 37,20 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 41,03 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

**8. İstasyon ( Sarımsaklı Plajı ):**

En düşük değer: 10,43 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 16,80 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

**9. İstasyon ( Ayvalık Limanı ):**

En düşük değer: 61,83 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer: 67,63 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

**10. İstasyon ( Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 62,63 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 79,20 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

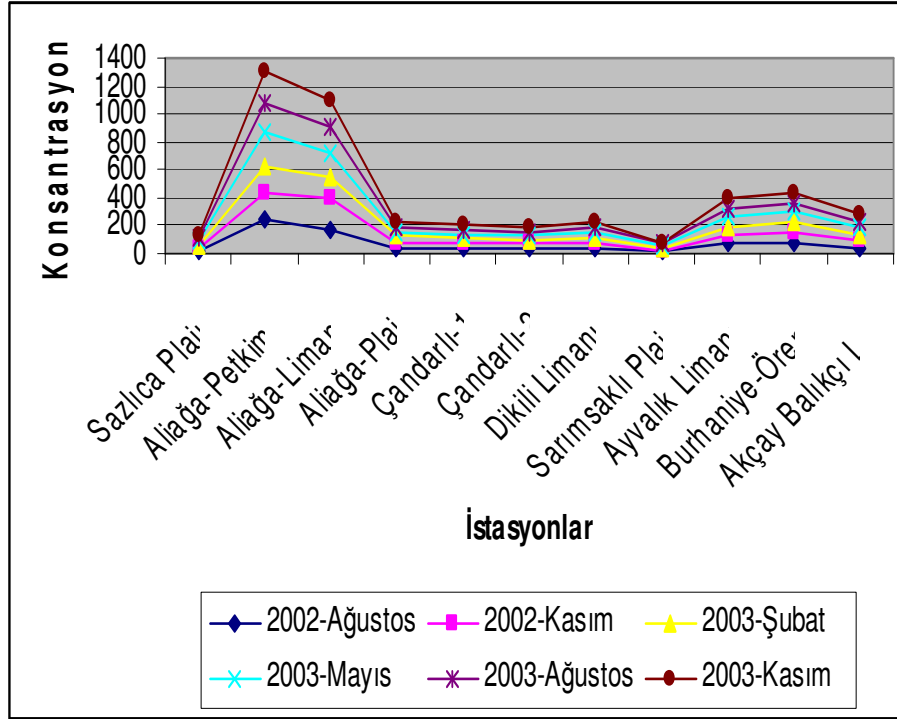
**11. İstasyon ( Akçay Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 45,00 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 48,50 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

**Tablo 3.1.2.1:** Çinkonun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı ( µg/g kuru ağırlık ).

İstasyon	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
Sazlıca Plajı	15,76	23,60	25,60	22,56	20,60	17,80
Aliağa - Petkim	250,77	193,56	182,56	238,90	216,00	233,00
Aliağa - Liman	176,43	214,40	165,27	161,60	197,40	177,20
Aliağa - Plaj	44,03	37,80	42,23	32,60	32,50	32,00
Çandarlı - 1	32,40	38,00	38,60	32,44	35,17	33,43
Çandarlı - 2	29,03	39,03	29,00	31,23	30,23	33,20
Dikili Limanı	40,40	37,20	41,03	38,20	39,63	38,80
Sarımsaklı Plajı	10,43	12,80	16,80	13,40	15,40	15,83
Ayvalık Limanı	67,03	62,77	61,83	63,80	65,20	67,63
Burhaniye-Ören	70,77	76,43	73,20	79,20	62,63	63,80
Akçay Balıkçı L.	45,56	45,65	47,63	48,50	45,00	45,40

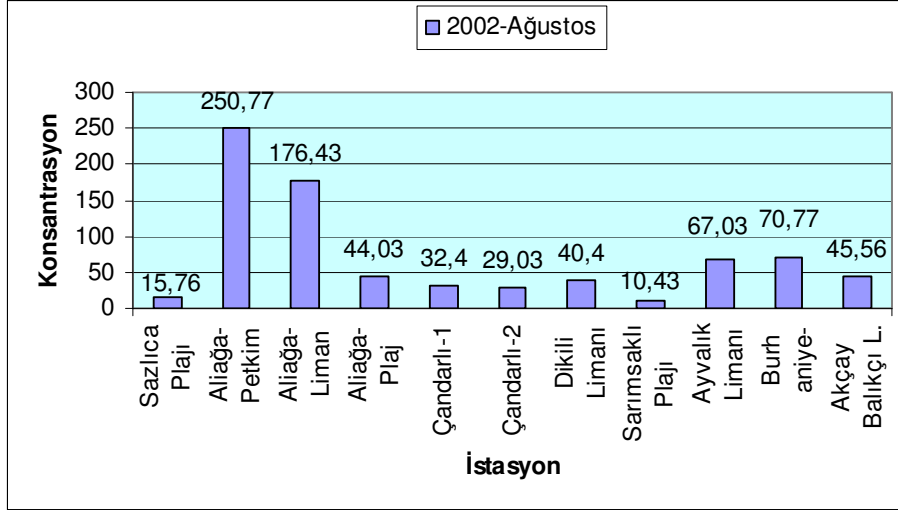


Şekil 3.1.2.1: Çinkonun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Tablo 3.1.2.2: İstasyonlardan alınan sediment örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum çinko düzeyleri (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

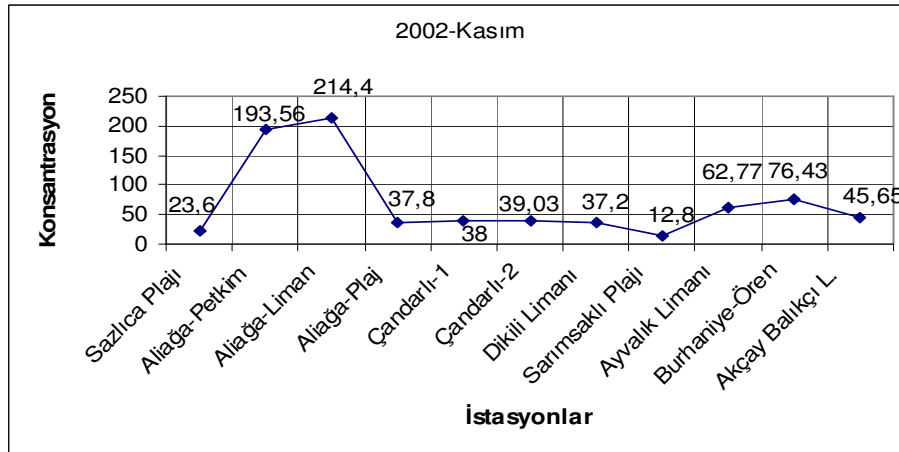
İstasyonlar	Minimum Zn	Ortalama Zn	Maksimum Zn
1. istasyon	15,76	20,95	25,60
2. istasyon	182,56	219,13	250,77
3. istasyon	161,60	182,05	214,40
4. istasyon	32,00	37,78	44,03
5. istasyon	32,40	35,00	38,60
6. istasyon	29,00	31,95	39,03
7. istasyon	37,20	39,21	41,03
8. istasyon	10,43	14,11	16,80
9. istasyon	61,83	64,71	67,63
10. istasyon	62,63	71,01	79,20
11. istasyon	45,00	46,29	48,50

Ağustos 2002 yaz sezonunda alınan sediment örneklerinde çinkonun en düşük değeri 10,43 µg/g ( kuru ağırlık ) ile Sarımsaklı Plajı' nda, en yüksek çinko konsantrasyonu ile 250,77 µg/g ( kuru ağırlık) ile Aliğa – PETKİM istasyonunda analizlenmiştir. Bu yüksek konsantrasyonun nedeni PETKİM ve diğer sanayi tesislerine en yakın nokta olmasından kaynaklanmaktadır ( Şekil 3.1.2.2 ).



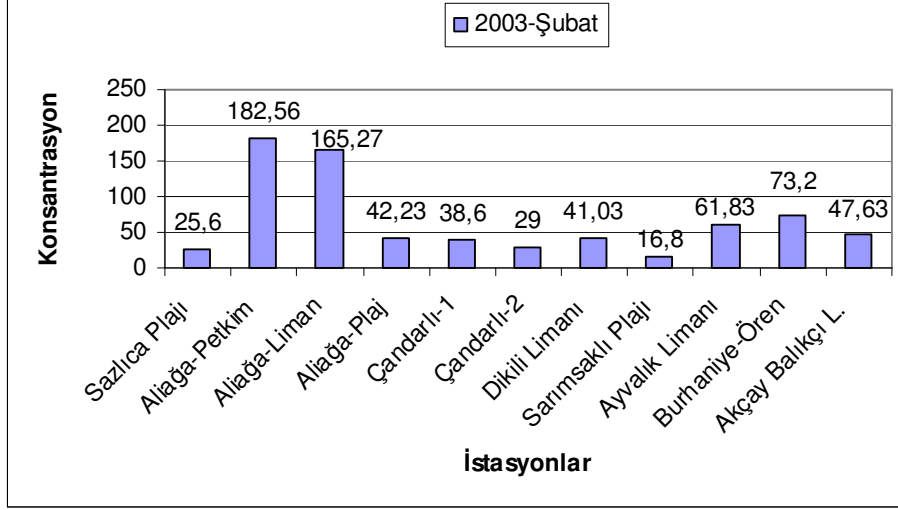
**Şekil 3.1.2.2:** 2002 - Ağustos periyodunda sedimentteki çinkonun istasyonlara göre dağılımı (µg/g kuru ağırlık ).

Kasım 2002 sonbahar örneklemesinde çinkonun Sarımsaklı Plajı' nda en düşük 12,80 µg/g ( kuru ağırlık ), en yüksek konsantrasyonun ise Aliğa – Liman' da 214,40 µg/g ( kuru ağırlık ) olduğu ölçülmüştür ( Şekil 3.1.2.3 ).



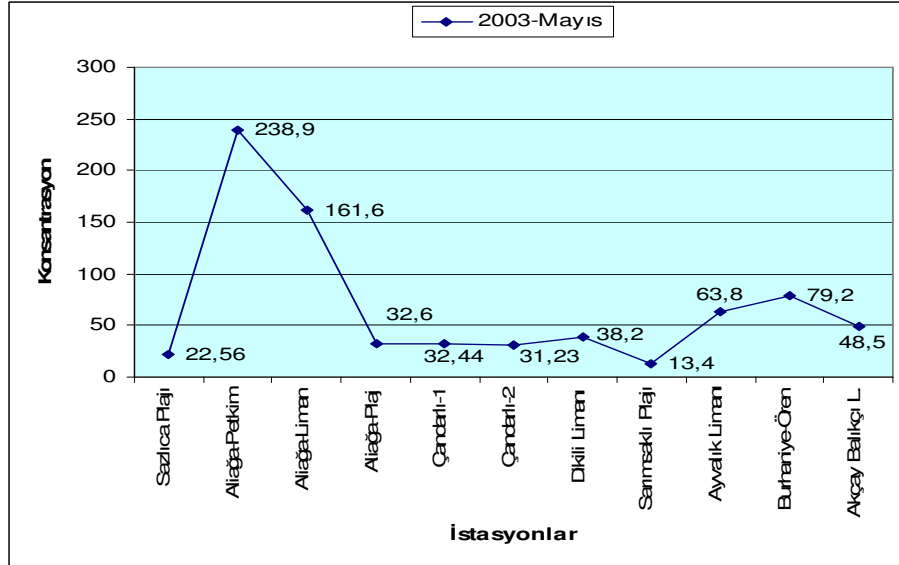
**Şekil 3.1.2.3:** 2002 - Kasım periyodunda sedimentteki çinkonun istasyonlara göre dağılımı ( µg/g kuru ağırlık ).

Şubat 2003 kış sezonu sedimentlerinde çinko  $16,80 \mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) ile Sarımsaklı Plajı' nda en düşük,  $182,56 \mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) ile Aliağa – PETKİM istasyonunda en yüksek değerde ölçülmüştür ( Şekil 3.1.2.4 ).



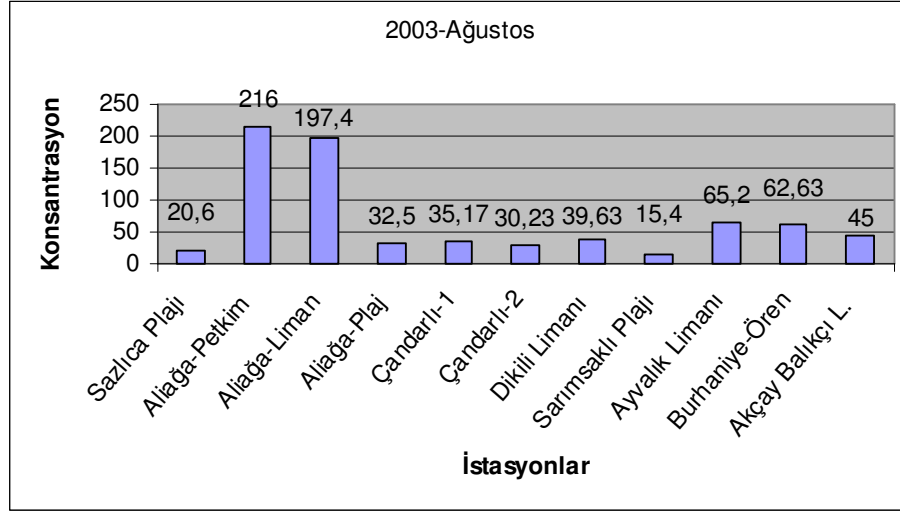
**Şekil 3.1.2.4:** 2003 - Şubat periyodunda sedimentteki çinkonun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Mayıs 2003 bahar dönemi sedimentinde çinkonun en düşük değeri  $13,40 \mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) ile Sazlıca Plajı' nda en yüksek değeri  $238,90 \mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) ile Aliağa – PETKİM' de ölçülmüştür ( Şekil 3.1.2.5 ).



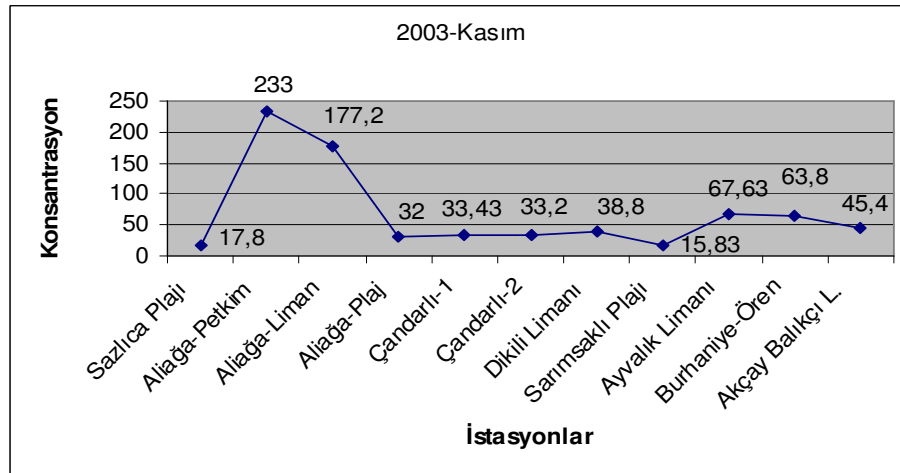
**Şekil 3.1.2.5:** 2003 - Mayıs periyodunda sedimentteki çinkonun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

İkinci yaz sezonu olan Ağustos 2003 yaz döneminde çinkonun en düşük konsantrasyonu 15,40  $\mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) ile Sarımsaklı Plajı istasyonunda ve çinkonun en yüksek konsantrasyonu ise 216,00  $\mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) ile Aliağa – PETKİM istasyonunda ölçülmüştür ( Şekil 3.1.2.6 ).



**Şekil 3.1.2.6:** 2003 - Ağustos periyodunda sedimentteki çinkonun istasyonlara göre dağılımı ( $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Ölçüm için son sezon olan Kasım 2003 sonbahar sedimentlerinde çinko en düşük konsantrasyonda 15,83  $\mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) ile Sarımsaklı Plajı istasyonunda, en yüksek konsantrasyon olarak ise çinko 233,00  $\mu\text{g/g}$  ( kuru ağırlık ) ile Aliağa – PETKİM istasyonundan ölçülmüştür ( Şekil 3.1.2.7 ).



**Şekil 3.1.2.7:** 2003 - Kasım periyodunda sedimentteki çinkonun istasyonlara göre dağılımı ( $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).



### 3.1.3. Sedimentteki kadmiyumun ( Cd ) istasyonlara göre dağılımı:

Sedimentteki kadmiyum en düşük konsantrasyonu 0,88 µg/g ( kuru ağırlık ) ile Sarımsaklı Plajı' nda Mayıs 2003' te, en yüksek konsantrasyon ise 3,01 µg/g ( kuru ağırlık ) ile Aliğa – PETKİM istasyonundan Mayıs 2003' te ölçülmüştür.

Sediment örneklerindeki kadmiyum miktarlarının mevsimlere göre en düşük ve en yüksek değeri şu şekilde bulunmuştur:

#### 1. İstasyon ( Sazlıca Plajı ):

En düşük değer: 1,13 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 1,64 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

#### 2. İstasyon ( Aliğa – PETKİM ):

En düşük değer: 1,96 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 3,01 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 3. İstasyon ( Aliğa - Liman):

En düşük değer: 1,83 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer: 2,46 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

#### 4. İstasyon ( Aliğa – Plaj ):

En düşük değer: 1,30 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 1,97 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

#### 5. İstasyon (Çandarlı - 1 ):

En düşük değer: 1,10 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 1,66 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

#### 6. İstasyon ( Çandarlı - 2 ):

En düşük değer: 1,24 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 1,84 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

#### 7. İstasyon ( Dikili Limanı ):

En düşük değer: 1,14 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

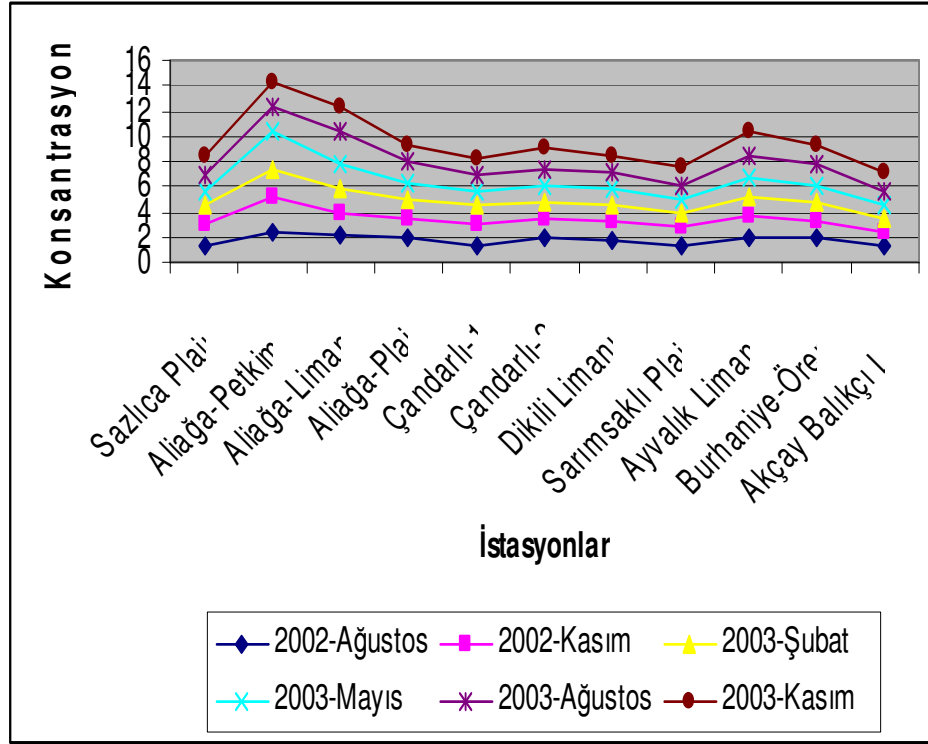
En yüksek değer: 1,63 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

**8. İstasyon ( Sarımsaklı Plajı ):****En düşük değer:** 0,88 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )**En yüksek değer:** 1,53 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )**9. İstasyon ( Ayvalık Limanı ):****En düşük değer:** 1,42 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )**En yüksek değer:** 1,97 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )**10. İstasyon ( Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ):****En düşük değer:** 1,36 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )**En yüksek değer:** 1,85 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )**11. İstasyon ( Akçay Balıkçı Limanı ):****En düşük değer:** 1,03 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )**En yüksek değer:** 1,37 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

Sedimentteki kadmiyumun istasyonlara göre dağılımları Tablo 3.1.3.1 ve Şekil 3.1.3.1' te gösterilmiştir. İstasyonlara ait sediment örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum kadmiyum düzeyleri Tablo 3.1.3.2' de verilmiştir.

**Tablo 3.1.3.1:** Kadmiyumun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı ( µg/g kuru ağırlık ).

İstasyon	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
Sazlıca Plajı	1,40	1,53	1,64	1,13	1,31	1,49
Aliağa - Petkim	2,40	2,86	2,15	3,01	1,99	1,96
Aliağa - Liman	2,13	1,87	1,83	2,03	2,46	1,97
Aliağa - Plaj	1,97	1,48	1,50	1,30	1,70	1,33
Çandarlı - 1	1,36	1,66	1,56	1,10	1,25	1,28
Çandarlı - 2	1,84	1,60	1,39	1,24	1,25	1,68
Dikili Limanı	1,63	1,57	1,40	1,28	1,31	1,14
Sarımsaklı Plajı	1,25	1,53	1,21	0,88	1,25	1,42
Ayvalık Limanı	1,96	1,75	1,42	1,49	1,73	1,97
Burhaniye - Ören	1,85	1,40	1,49	1,36	1,72	1,37
AkçayBalıkçı L.	1,20	1,19	1,11	1,13	1,03	1,37

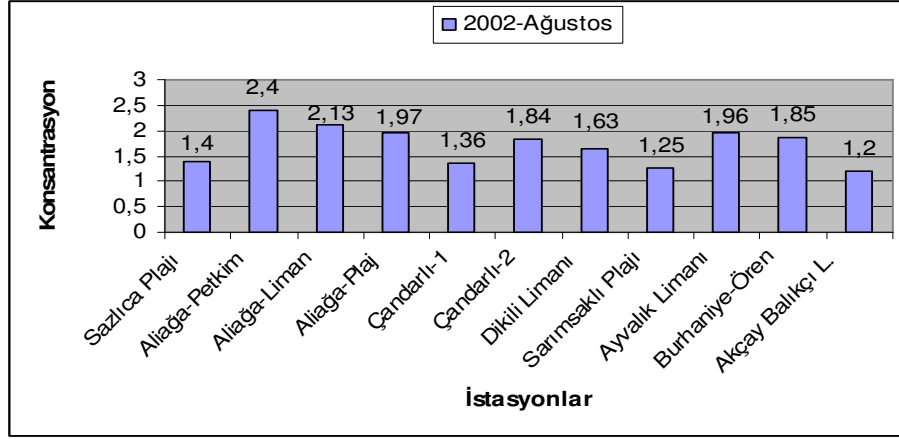


**Şekil 3.1.3.1:** Kadmiyumun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık).

**Tablo 3.1.3.2:** İstasyonlardan ait sediment örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum kadmiyum düzeyleri (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

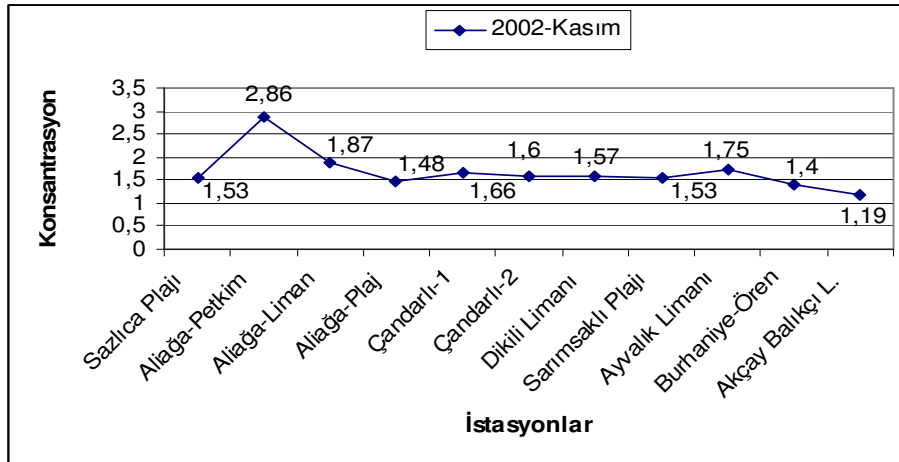
İstasyonlar	Minimum Cd	Ortalama Cd	Maksimum Cd
1. istasyon	1,13	1,42	1,64
2. istasyon	1,96	2,40	3,01
3. istasyon	1,83	2,05	2,46
4. istasyon	1,30	1,55	1,97
5. istasyon	1,10	1,37	1,66
6. istasyon	1,24	1,50	1,84
7. istasyon	1,14	1,39	1,63
8. istasyon	0,88	1,26	1,53
9. istasyon	1,42	1,72	1,97
10. istasyon	1,36	1,53	1,85
11. istasyon	1,11	1,17	1,37

2002 - Ağustos yaz sezonunda sedimentlerde analizlenen kadmiyum en düşük konsantrasyonda 1,20  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Akçay Balıkçı Limanı' nda, en yüksek konsantrasyonda kadmiyum ise 2,40  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – PETKİM istasyonundan ölçülmüştür ( Şekil 3.1.3.2 ).



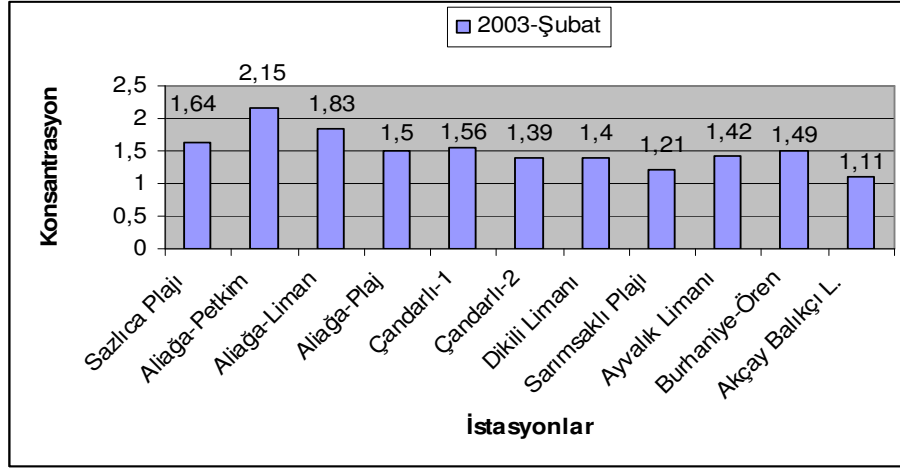
**Şekil 3.1.3.2:** 2002 - Ağustos periyodunda sedimentteki kadmiyumun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Kasım 2002 sonbahar sezonu sediment örneklerinde kadmiyum en düşük konsantrasyonda 1,19  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Akçay Balıkçı Limanı istasyonunda ve en yüksek kadmiyum konsantrasyonu ise 2,86  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – PETKİM istasyonundan analizlenmiştir ( Şekil 3.1.3.3 ).



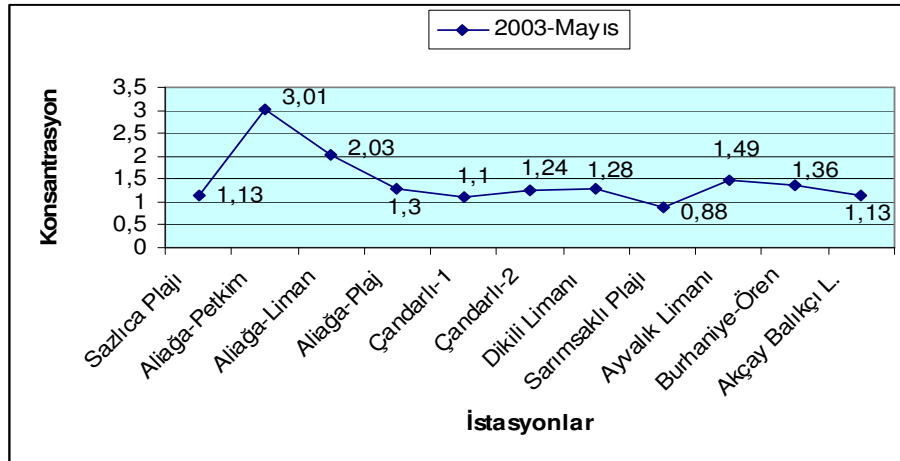
**Şekil 3.1.3.3:** 2002 - Kasım periyodunda sedimentteki kadmiyumun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Şubat – 2003 kış sezonunda sedimentteki kadmiyum için en düşük değer 1,11  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Akçay Balıkçı Limanı istasyonunda, en yüksek kadmiyum konsantrasyonu ise 2,15  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – PETKİM istasyonundan ölçülmüştür ( Şekil 3.1.3.4 ).



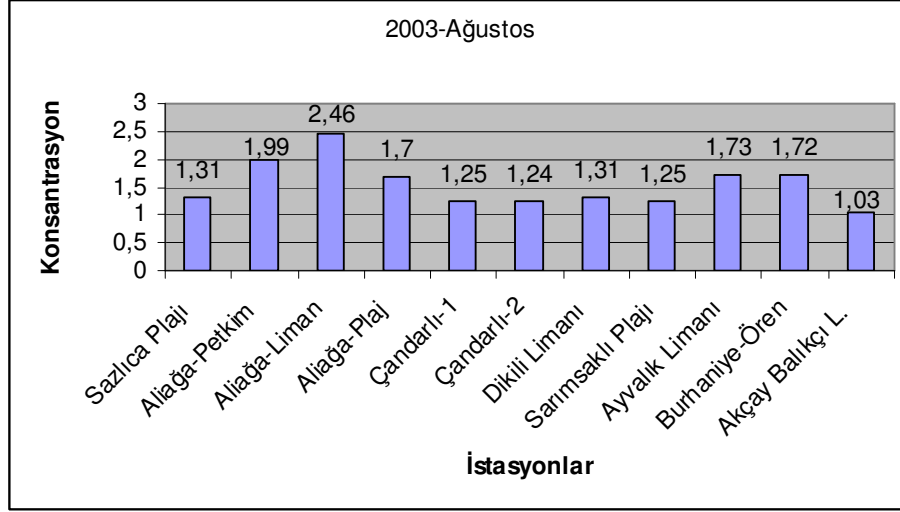
**Şekil 3.1.3.4:** 2003 - Şubat periyodunda sedimentteki kadmiyumun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Sedimentte Mayıs – 2003 bahar sezonunda kadmiyumun en düşük değeri 0,88  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık Sarımsaklı Plajı' ndan ve en yüksek değer ise 3,01  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık kadmiyum konsantrasyonu ile Aliağa – PETKİM istasyonunda ölçülmüştür ( Şekil 3.1.3.5 ).



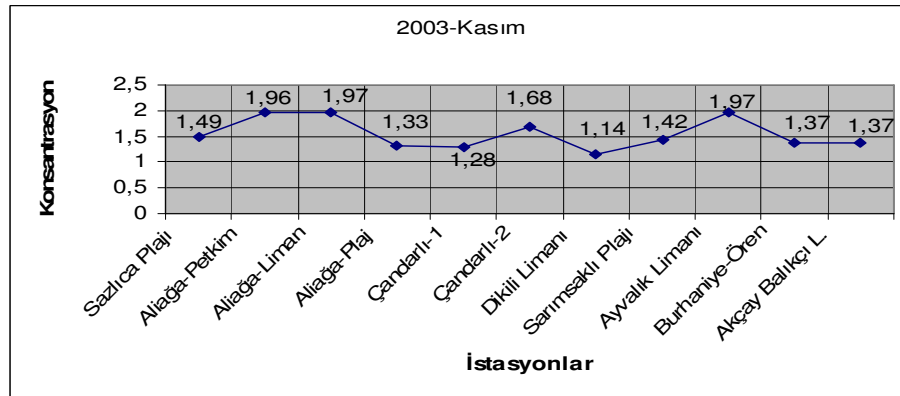
**Şekil 3.1.3.5:** 2003 - Mayıs periyodunda sedimentteki kadmiyumun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Ağustos – 2003 yaz sezonunda sedimentte ölçülen en düşük kadmiyum konsantrasyonu 1,03  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Akçay Balıkçı Limanı'nda, en yüksek kadmiyum konsantrasyonu ise 2,46  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – Liman istasyonundan ölçülmüştür ( Şekil 3.1.3.6 ).



**Şekil 3.1.3.6:** 2003 - Ağustos periyodunda sedimentteki kadmiyumun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Kasım – 2003 sonbahar sezonu sedimentlerinde kadmiyum en düşük değer olarak 1,14  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık olarak Dikli Limanı' nda, en yüksek değer olarak kadmiyum 1,97  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliağa – Liman ve Ayvalık Limanı' nda ölçülmüştür ( Şekil 3.1.3.7 ).



**Şekil 3.1.3.7:** 2003 - Kasım periyodunda sedimentteki kadmiyumun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

### 3.1.4. Sedimentteki kurşunun ( Pb ) istasyonlara göre dağılımı:

Sedimentteki kurşunun en düşük konsantrasyonu 9,13 µg/g kuru ağırlık ile Kasım 2002' de Sarımsaklı Plajı' nda, en yüksek konsantrasyon ise 58,33 µg/g kuru ağırlık ile Aliağa - PETKİM istasyonunda Mayıs – 2003' te ölçülmüştür.

Sedimentteki kurşunun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı Tablo 3.1.4.1 ve Şekil 3.1.4.1' de verilmiştir. İstasyonlardan alınan sediment örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum kurşun düzeyleri Tablo 3.1.4.2' de gösterilmiştir.

Sediment örneklerindeki kurşun miktarının mevsimlere göre en düşük ve en yüksek değeri şu şekilde bulunmuştur:

#### 1. İstasyon ( Sazlıca Plajı ):

En düşük değer: 14,15 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 18, 08 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

#### 2. İstasyon ( Aliağa – PETKİM ):

En düşük değer: 31,53 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 58,33 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 3. İstasyon ( Aliağa – Liman ):

En düşük değer: 41,60 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer: 54,73 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

#### 4. İstasyon ( Aliağa – Plaj ):

En düşük değer: 13,80 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 22,13 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

#### 5. İstasyon ( Çandarlı - 1 ):

En düşük değer: 13,40 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 17,60 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 6. İstasyon ( Çandarlı - 2 ):

En düşük değer: 28,80 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 37,60 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

**7. İstasyon ( Dikili Limanı ):**

En düşük değer: 13,80 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 22,00 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

**8. İstasyon ( Sarımsaklı Plajı ):**

En düşük değer: 9,13 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 15,60 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

**9. İstasyon ( Ayvalık Limanı ):**

En düşük değer: 39,60 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 47,47 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

**10. İstasyon ( Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 37,53 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 48,87 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 )

**11. İstasyon ( Akçay Balıkçı Limanı ):**

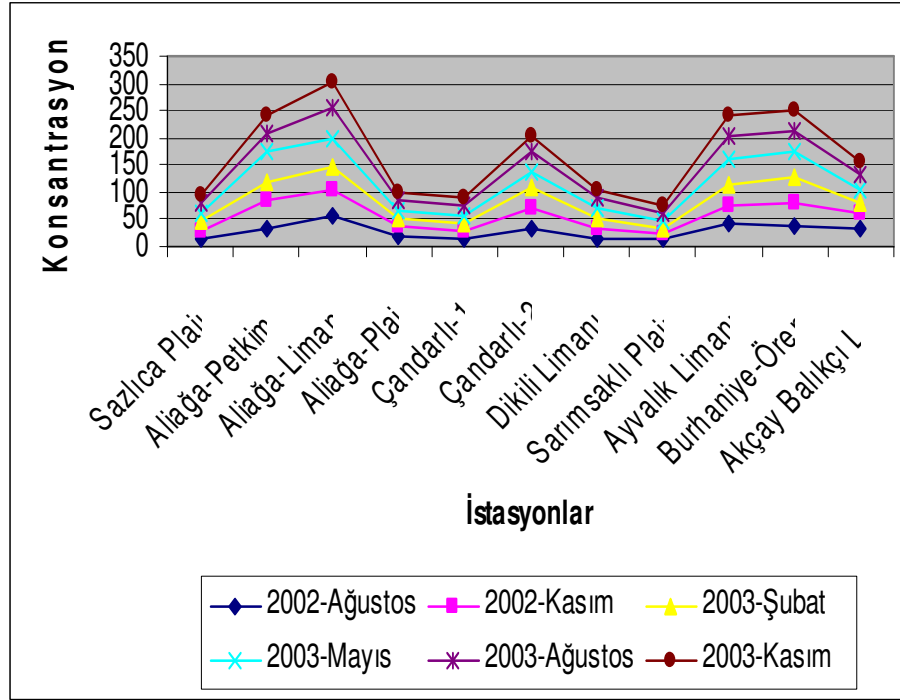
En düşük değer: 21,13 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 34,40 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 )

**Tablo 3.1.4.1:** Sedimentteki kurşunun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı ( µg/g kuru ağırlık ).

İstasyon	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
Sazlıca Plajı	15,58	14,85	15,93	14,49	18,08	14,15
Aliağa- PETKİM	31,53	52,60	34,60	58,33	31,60	41,60
Aliağa - Liman	54,73	50,13	41,60	52,33	54,33	49,53
Aliağa - Plaj	21,20	14,67	14,97	13,80	22,13	14,09
Çandarlı - 1	14,14	13,40	13,87	17,60	14,49	15,58
Çandarlı - 2	34,03	35,33	37,60	32,27	34,73	28,80
Dikili Limanı	13,80	17,92	22,00	17,80	18,24	14,74
Sarımsaklı Plajı	12,67	9,13	10,93	13,73	15,60	11,47
Ayvalık Limanı	42,86	41,26	40,73	47,47	40,80	39,60
Burhaniye-Ören	39,33	39,80	48,87	48,53	37,53	38,47
Akçay Balıkçı L.	24,40	25,20	22,40	21,13	28,20	22,47



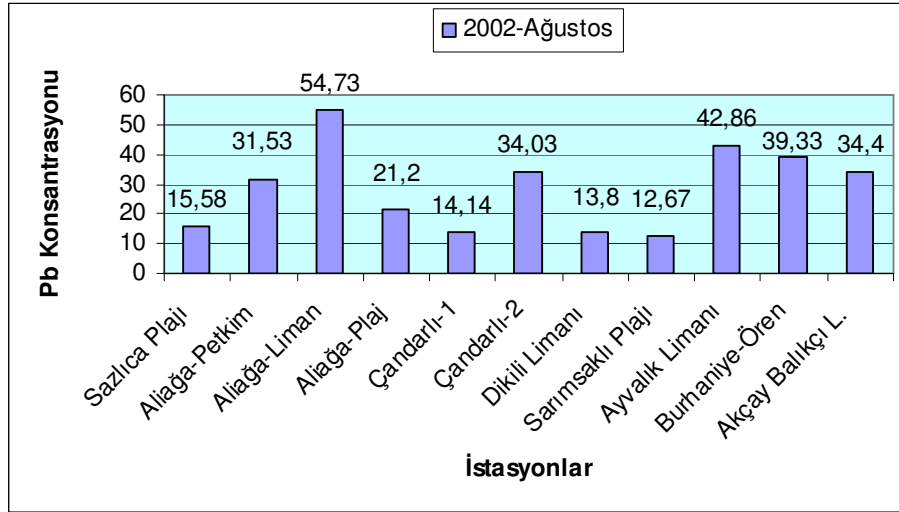


**Şekil 3.1.4.1:** Sedimentteki kurşunun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

**Tablo 3.1.4.2:** İstasyonlardan alınan sediment örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum kurşun düzeyleri (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

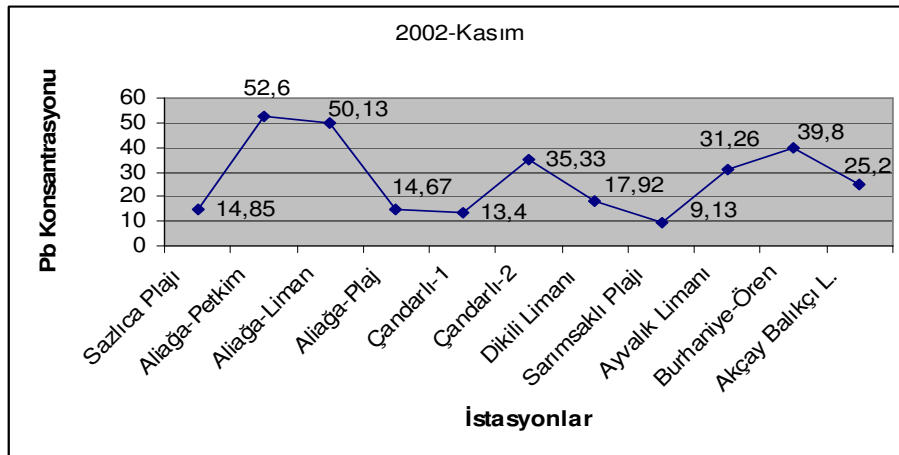
İstasyonlar	Minimum Pb	Ortalama Pb	Maksimum Pb
1. istasyon	14,15	15,51	18,08
2. istasyon	31,53	40,04	58,33
3. istasyon	41,60	42,11	54,73
4. istasyon	13,80	16,81	22,13
5. istasyon	13,40	14,85	17,60
6. istasyon	28,80	33,79	37,60
7. istasyon	13,80	17,42	22,00
8. istasyon	9,13	12,26	15,60
9. istasyon	39,60	42,12	42,86
10. istasyon	37,53	42,09	48,87
11. istasyon	21,13	23,97	28,20

Kurşunun Ağustos – 2002 sezonunda istasyonlardaki en düşük değeri 12,67  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Sarımsaklı Plajı'nda, en yüksek değer kurşun ise 54,73  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliğa – Liman' da ölçülmüştür ( Şekil 3.1.4.2 ).



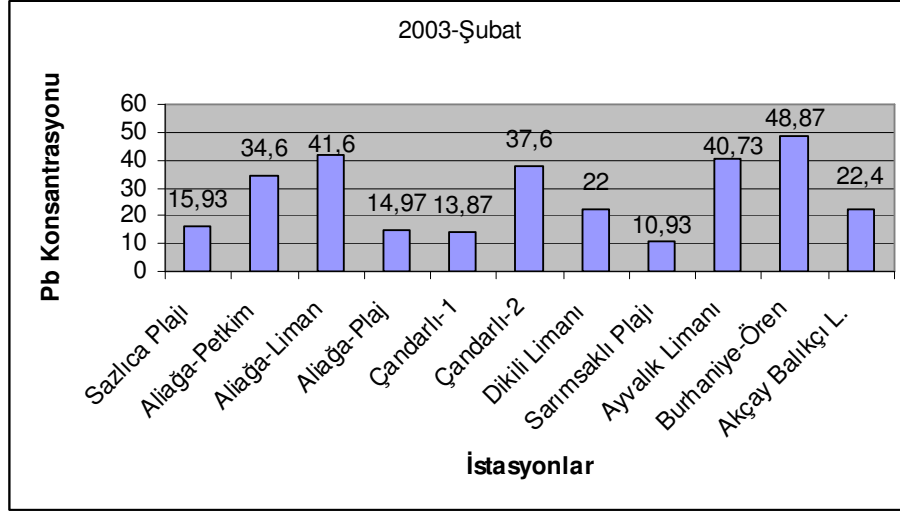
**Şekil 3.1.4.2:** 2002 – Ağustos periyodunda sedimentteki kurşunun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

2002 – Kasım sonbahar sezonunda en düşük kurşun konsantrasyonu 9,13  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Sarımsaklı Plajı istasyonunda, en yüksek değer olarak kurşun ise 52,60  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliğa - PETKİM istasyonunda ölçülmüştür ( Şekil 3.1.4.3 ).



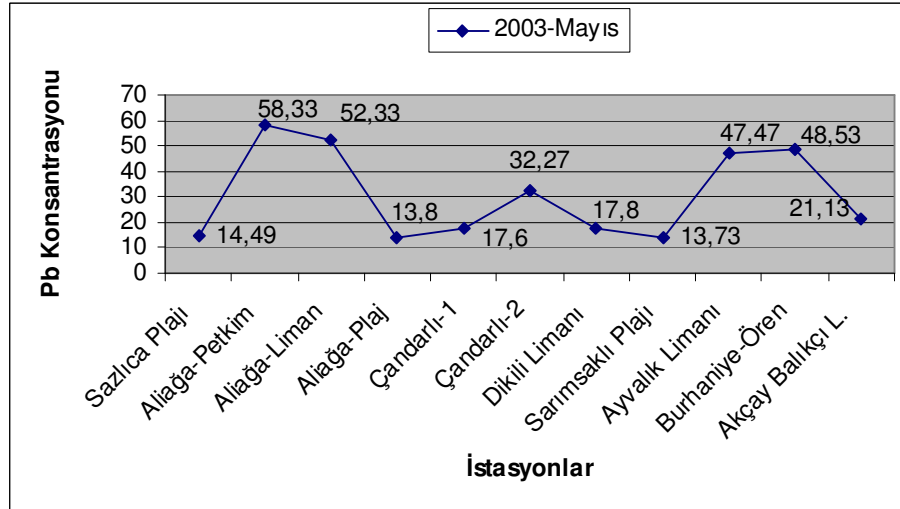
**Şekil 3.1.4.3:** 2002 – Kasım periyodunda sedimentteki kurşunun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Şubat – 2003 kış sezonunda kurşunun istasyonlara göre dağılımında en düşük değer olarak 10,93 µg/g kuru ağırlık ile Sarımsaklı Plajı'nda, en yüksek değer olarak ise 48,87 µg/g kuru ağırlık olarak Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı'nda ölçülmüştür ( Şekil 3.1.4.4 ).



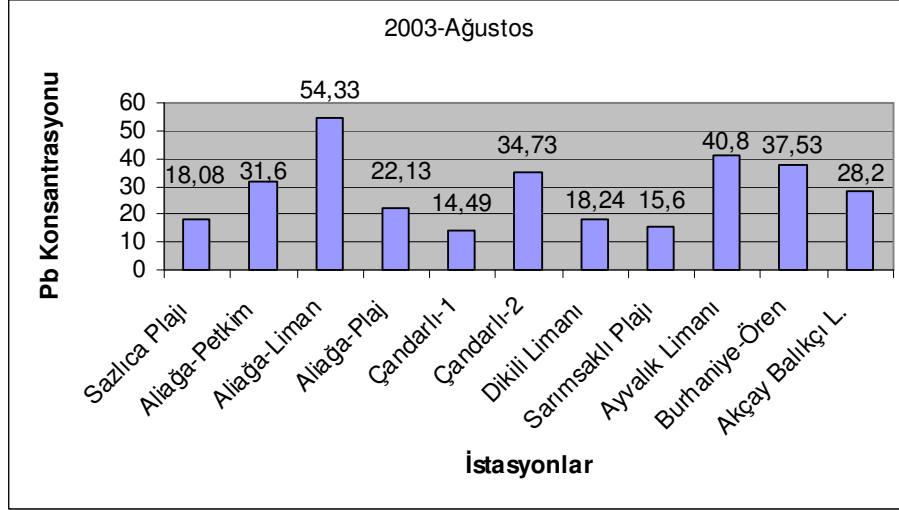
**Şekil 3.1.4.4:** 2003 – Şubat periyodunda sedimentteki kurşunun istasyonlara göre dağılımı ( µg/g kuru ağırlık ).

Mayıs – 2003 bahar sezonunda kurşunun mevsimsel dağılımında en düşük değer olarak 13,73 µg/g kuru ağırlık olarak Sarımsaklı Plajı'nda, en yüksek değer olarak ise kurşun 58,33 µg/g kuru ağırlık olarak Aliğa – PETKİM' de ölçülmüştür ( Şekil 3.1.4.5 ).



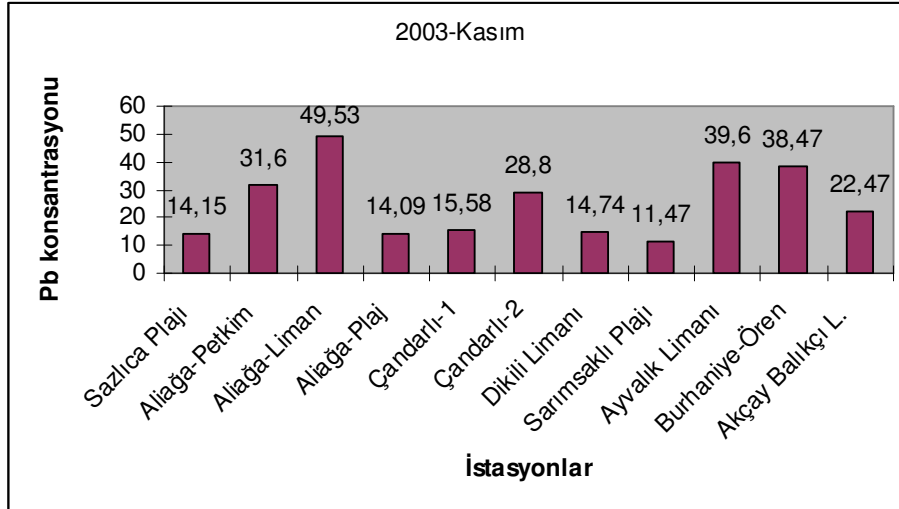
**Şekil 3.1.4.5:** 2003 – Mayıs periyodunda sedimentteki kurşunun istasyonlara göre dağılımı ( µg/g kuru ağırlık ).

Ağustos – 2003 yaz sezonunda kurşun en düşük değer olarak 14,49  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Çandarlı – 1' de, en yüksek değer olarak ise 54,33  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliğa – Liman' da ölçülmüştür ( Şekil 3.1.4.6 ).



**Şekil 3.1.4.6:** 2003– Ağustos periyodunda sedimentteki kurşunun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

Kasım – 2003 son örneklemede ise kurşun en düşük konsantrasyonda 11,47  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Sarımsaklı Plajı' nda, en yüksek değer olarak kurşun 49,53  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ile Aliğa – Liman' da ölçülmüştür ( Şekil 3.1.4.7 ).



**Şekil 3.1.4.7:** 2003 – Kasım periyodunda sedimentteki kurşunun istasyonlara göre dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ).

### 3.2. Midyedeki Ağır Metallerin Değişimi:

11 örnek alma istasyonundan mevsimsel olarak elle toplanan *Mytilus galloprovincialis*' lerdeki metaller istasyonlara ve mevsimler göre farklı miktarlarda biriktiği görülmüştür. Midyelerde kabuk hariç toplam yumuşak dokuda biriken metaller değerlendirilmiştir. *M. galloprovincialis* örneklerinin boy ortalaması 2,8 – 7,57 cm ve ağırlık ortalaması ise 1,09 – 37,85 g olarak ölçülmüştür. *M. galloprovincialis* örneklerinin istasyonlara ve mevsimlere göre ortalama metal analizleri ve standart sapma ile ilgili bulgular Tablo 3.2' de verilmiştir.

*M. galloprovincialis*' te ölçülen ağır metal analizleri sonucuna göre: **bakır** 0,53 – 8,40 µg/g yaş ağırlık; **kursun** 0,53 – 7,96 µg/g yaş ağırlık; **çinko** 7,00 – 40,37 µg/g yaş ağırlık; **kadmiyum** 0,86 – 1,22 µg/g yaş ağırlık şeklinde değiştiği bulunmuştur.

#### 3.2.1. Midye Örneklerinde Bakır ( Cu ) Düzeyleri:

Toplanan midye örneklerinde **en düşük bakır değeri** 0,53 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda Sazlıca Plajı' nda, **en yüksek bakır değeri** 8,40 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 kış sezonunda Dikili Limanı' nda olduğu görülmüştür ( Tablo 3.2.1.1, Tablo 3.2.1.2 ).

Midye örneklerindeki bakır miktarının mevsimlere göre en düşük ve en yüksek değeri şu şekilde bulunmuştur:

##### 1. İstasyon ( Sazlıca Plajı ):

En düşük değer: 0,53 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer: 0,57 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

##### 2. İstasyon ( Aliğa – PETKİM ):

En düşük değer: 3,40 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 7,56 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

##### 3. İstasyon ( Aliğa - Liman):

En düşük değer: 2,36 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 5,63 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

##### 4. İstasyon ( Aliğa – Plaj ):

En düşük değer: 3,80 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 5,58 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**5. İstasyon ( Çandarlı - 1 ):**

En düşük değer: 1,02 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 1,60 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**6. İstasyon ( Çandarlı - 2 ):**

En düşük değer: 3,43 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 3,90 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

**7. İstasyon ( Dikili Limanı ):**

En düşük değer: 4,66 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 8,40 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**8. İstasyon ( Sarımsaklı Plajı ):**

En düşük değer: 2,20 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 4,03 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

**9. İstasyon ( Ayvalık Limanı ):**

En düşük değer: 3,40 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 4,57 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**10. İstasyon ( Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 3,43 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 4,63 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2002 )

**11. İstasyon ( Akçay Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 2,40 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 4,83 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

**Tablo 3.2:** *Mytilus galloprovincialis*' teki ağır metal değişimlerinin istasyonlara göre mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Met	midye		İSTASYONLAR											
	Periyot	Ist.1 (Ort.±sisap)	Ist.2 (Ort.±sisap)	Ist.3 (Ort.±sisap)	Ist.4 (Ort.±sisap)	Ist.5 (Ort.±sisap)	Ist.6 (Ort.±sisap)	Ist.7 (Ort.±sisap)	Ist.8 (Ort.±sisap)	Ist.9 (Ort.±sisap)	Ist.10 (Ort.±sisap)	Ist.11 (Ort.±sisap)		
n=6	Cu	0,56±0,156	4,03±0,053	3,83±0,058	3,9±0	1,03±0,058	3,87±0,058	4,66±0,057	2,2±0	3,6±0,1	3,85±0,058	2,4±0,1		
n=6	Zn	7,16±0,058	20,03±0,058	29,03±0,058	28,23±0,058	11,63±0,058	26,2±0,1	32,08±0,058	8,56±0,058	24,23±0,056	23,63±0,058	21,43±0,058		
n=6	Cd	0,95±0,023	1,99±0,012	1,22±0,053	1,53±0,012	1,13±0,012	1,06±0	1,14±0	0,96±0	1,06±0	1,15±0,012	0,97±0,012		
n=6	Pb	0,53±0,032	7,57±0,404	6,23±0	6,02±0	2,38±0,069	3,85±0	1,87±0,012	0,69±0,017	4,56±0,012	4,33±0,115	4,07±0,219		
n=6	Cu	0,54±1,958	6,07±0,058	4,03±0,058	5,57±0,057	1,53±0,058	3,43±0,058	5,57±0,152	3,03±0,058	3,6±0	4,17±0,057	3,8±0,0,1		
n=6	Zn	10,4±0	21,36±0,058	30,4±0	10,43±0,058	10,87±0,058	28±0	32,4±0	8,6±0	30,77±0,057	27,4±0,1	32,16±0,058		
n=6	Cd	0,96±0,031	1,15±0,012	1,21±0,046	1,12±0,035	1,13±0,012	1,12±0,012	0,98±0,035	0,95±0,012	1,45±0,012	0,98±0,035	1,03±0,012		
n=6	Pb	0,62±0,025	7,8±0	6,7±0,779	6,16±2,242	2,28±0,069	4,14±0,052	1,26±0	0,61±0,064	4,55±0,011	4,4±0,173	3,85±0		
n=6	Cu	0,53±0,06	7,2±0,1	5±0	5,58±0,058	1,6±0	3,56±0,058	8,4±0	3,37±0,058	4,57±0,057	4,63±0,058	3,03±0,057		
n=6	Zn	9,23±0,058	21,08±0,1	31,77±0,057	21,6±0	11,6±0,1	28,6±0,1	33,76±0,058	9,03±0,058	32,8±0	21,4±0	31,6±0,1		
n=6	Cd	1,03±0,115	1,15±0,012	1,12±0	1,13±0	1,14±0	1,03±0,012	1,16±0,012	1,05±0,012	1,18±0,011	1,16±0,057	1,01±0,023		
n=6	Pb	0,69±0,017	7,96±0,217	7±0	5,07±0,115	3,62±0	3,85±0	2,47±0,023	0,8±0,011	5,4±0	4,8±0	4,02±0		
n=6	Cu	0,57±0,178	7,56±0,058	4,63±0,058	5,03±0,058	1,23±0,058	3,9±0	8,2±0	3,63±0,058	4,43±0,058	4,6±0,1	3,16±0,058		
n=6	Zn	14,4±0,1	32,8±0	40,37±0,058	30,2±0	12,6±0	26,2±0	36,83±0,058	10,6±0	29,43±0,058	27,5±0	34,76±0,058		
n=6	Cd	0,33±0,012	1,16±0	1,15±0,012	1,2±0	1,06±0	1,11±0,023	1,03±0,012	0,86±0	1,15±0,012	1,03±0,012	0,96±0		
n=6	Pb	0,55±0,01	7,81±0	7,67±0,023	6,51±0,012	3,73±0,115	4,16±0,548	3,2±0	0,81±0	4,88±0,104	4,73±0,115	4,3±0,73		
n=6	Cu	0,54±0,058	3,4±0	2,36±0,058	4,17±0,057	1,02±0,058	3,56±0,058	4,76±0,058	2,90±0,058	3,4±0	3,43±0,058	2,43±0,058		
n=6	Zn	11,8±0	27,4±0,1	21,43±0,058	20,4±0,1	10,8±0	25,77±0,058	32,8±0	7,0±0	23,57±0,153	22,57±0,058	26,03±0,058		
n=6	Cd	1,06±0	1,15±0	1,11±0,023	1,15±0,012	0,94±0	1,02±0,012	1,13±0,02	0,94±0	1,09±0,023	1,22±0	0,98±0,035		
n=6	Pb	0,56±0,006	7,94±0,11	7,4±0,346	6,65±0,121	2,63±0,012	3,16±0,548	1,92±0,069	0,7±0,017	4,57±0,012	3,78±0,104	3,85±0		
n=6	Cu	0,55±0	3,6±0	3,43±0,058	4,36±0,058	0,87±0,058	3,87±0,058	4,83±0,057	4,03±0,058	4,2±0,1	4,2±0	4,83±0,058		
n=6	Zn	7,1±0	19,43±0,048	27,2±0	22,6±0,1	12,76±0,058	27,2±0	33,43±0,058	12,8±0	27,77±0,058	23,23±0,057	32,03±0,058		
n=6	Cd	1,05±0,058	1,14±0,021	1,09±0,046	1,25±0,012	1,04±0	1,16±0	1,03±0,012	1,02±0	1,17±0,012	1,21±0,012	1,03±0,012		
n=6	Pb	0,63±0,012	7,64±0,004	7,4±0,346	7,15±0,127	2,67±0,33	3,88±0,029	1,87±0,012	0,72±0,023	4,66±0,162	3,83±0,017	4,08±0,015		

**Tablo 3.2.1.1:** *Mytilus galloprovincialis*' de bakırın istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ).

İstasyon	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
Sazlıca Plajı	0,56	0,54	0,53	0,57	0,54	0,55
Aliağa - Petkim	4,03	6,07	7,20	7,56	3,40	3,60
Aliağa - Liman	3,83	4,03	5,00	4,63	2,36	3,43
Aliağa - Plaj	3,80	5,57	5,58	5,03	4,17	4,36
Çandarlı - 1	1,03	1,53	1,60	1,23	1,02	0,87
Çandarlı - 2	3,87	3,43	3,56	3,90	3,56	3,87
Dikili Limanı	4,66	5,57	8,40	8,20	4,76	4,83
Sarımsaklı Plajı	2,20	3,83	3,37	3,83	2,90	4,03
Ayvalık Limanı	3,60	3,60	4,57	4,43	3,40	4,20
Burhaniye - Ören	3,85	4,17	4,63	4,60	3,43	4,20
Akçay Balıkçı L.	2,40	3,80	3,03	3,16	2,43	4,83

**Tablo 3.2.1.2:** İstasyonlardan alınan midye örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum bakır düzeyleri (  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ).

İstasyonlar	Minimum Cu	Ortalama Cu	Maksimum Cu
1. istasyon	0,53	0,55	0,57
2. istasyon	3,40	5,31	7,56
3. istasyon	2,36	3,88	5,63
4. istasyon	3,80	4,75	5,58
5. istasyon	1,02	1,21	1,60
6. istasyon	3,43	3,70	3,90
7. istasyon	4,66	6,07	8,40
8. istasyon	2,20	3,73	4,03
9. istasyon	3,40	3,97	4,57
10. istasyon	3,43	4,15	4,63
11. istasyon	2,40	3,28	4,83



### 3.2.2. Midye Örneklerinde Çinko ( Zn ) Düzeyleri:

Toplanan midye örneklerinde **en düşük çinko değeri** 7,00 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda Sarımsaklı Plajı' nda, **en yüksek çinko değeri** 40,37 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 bahar sezonunda Dikili Limanı' nda olduğu görülmüştür ( Tablo 3.2.2.1, Tablo 3.2.2.2 ).

Midye örneklerindeki çinko miktarının mevsimlere göre en düşük ve en yüksek değeri şu şekilde bulunmuştur:

#### 1. İstasyon ( Sazlıca Plajı ):

En düşük değer: 7,10 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 14,40 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 2. İstasyon ( Aliğa – PETKİM ):

En düşük değer: 19,43 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 32,80 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 3. İstasyon ( Aliğa - Liman):

En düşük değer: 21,43 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 40,37 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 4. İstasyon ( Aliğa – Plaj ):

En düşük değer: 20,40 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 30,20 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 5. İstasyon ( Çandarlı - 1 ):

En düşük değer: 10,80 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 12,76 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

#### 6. İstasyon ( Çandarlı - 2 ):

En düşük değer: 25,77 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 28,60 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

#### 7. İstasyon ( Dikili Limanı ):

En düşük değer: 32,08 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 36,83 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

**8. İstasyon ( Sarımsaklı Plajı ):**

En düşük değer: 7,00 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 12,80 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

**9. İstasyon ( Ayvalık Limanı ):**

En düşük değer: 23,57 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 32,80 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**10. İstasyon ( Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 21,40 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 27,50 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

**11. İstasyon ( Akçay Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 21,43 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 34,76 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

**Tablo 3.2.2.1:** *Mytilus galloprovincialis*' de çinkonun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

İstasyon	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
Sazlıca Plajı	7,16	10,40	9,23	14,40	11,80	7,10
Aliağa - Petkim	20,03	21,36	21,08	32,80	27,40	19,43
Aliağa - Liman	29,03	30,40	31,77	40,37	21,43	27,20
Aliağa - Plaj	28,23	20,43	21,60	30,20	20,40	22,60
Çandarlı - 1	11,63	10,87	11,60	12,60	10,80	12,76
Çandarlı - 2	26,20	28,00	28,60	26,20	25,77	27,20
Dikili Limanı	32,08	32,40	33,76	36,83	32,80	33,43
Sarımsaklı Plajı	8,36	8,60	9,03	10,60	7,00	12,80
Ayvalık Limanı	24,23	30,77	32,80	29,43	23,57	27,77
Burhaniye - Ören	23,63	27,40	21,40	27,50	22,57	23,23
Akçay Balıkçı L.	21,43	32,16	31,60	34,76	26,03	32,03

**Tablo 3.2.2.2:** İstasyonlardan alınan midye örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum çinko düzeyleri (  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ).

İstasyonlar	Minimum Zn	Ortalama Zn	Maksimum Zn
1. istasyon	7,00	10,00	14,40
2. istasyon	19,43	23,68	32,80
3. istasyon	21,43	30,03	40,37
4. istasyon	20,40	23,91	30,20
5. istasyon	10,80	11,71	12,76
6. istasyon	25,77	26,99	28,60
7. istasyon	32,08	33,55	36,83
8. istasyon	8,36	9,40	12,80
9. istasyon	23,57	28,10	32,80
10. istasyon	21,40	24,29	27,50
11. istasyon	21,43	29,67	34,76

### 3.2.3. Midye Örneklerinde Kadmiyum ( Cd ) Düzeyleri:

Toplanan midye örneklerinde **en düşük kadmiyum değeri** 0,86  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda Sarımsaklı Plajı' nda, **en yüksek kadmiyum değeri** 1,22  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Ağustos 2002 yaz sezonunda Aliğa - Liman' da olduğu görülmüştür ( Tablo 3.2.3.1, Tablo 3.2.3.2 ).

Midye örneklerindeki kadmiyum miktarının mevsimlere göre en düşük ve en yüksek değeri şu şekilde bulunmuştur:

#### 1. İstasyon ( Sazlıca Plajı ):

En düşük değer: 0,93  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 1,06  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

#### 2. İstasyon ( Aliğa – PETKİM ):

En düşük değer: 1,14  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 1,99  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

#### 3. İstasyon ( Aliğa - Liman):

En düşük değer: 1,99  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 1,22  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

**4. İstasyon ( Aliağa – Plaj ):**

En düşük değer: 1,13 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

En yüksek değer:1,25 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

**5. İstasyon ( Çandarlı - 1 ):**

En düşük değer: 0,94 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 1,14 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**6. İstasyon ( Çandarlı - 2 ):**

En düşük değer: 1,02 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 1,16 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

**7. İstasyon ( Dikili Limanı ):**

En düşük değer: 0,98 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 1,16 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**8. İstasyon ( Sarımsaklı Plajı ):**

En düşük değer: 0,86 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 1,05 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**9. İstasyon ( Ayvalık Limanı ):**

En düşük değer: 1,06 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 1,18 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**10. İstasyon ( Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer:0,98 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 1,16 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**11. İstasyon ( Akçay Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 0,96 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 1,05 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**Tablo 3.2.3.1:** *Mytilus galloprovincialis*' de kadmiyumun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık )

İstasyon	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
Sazlıca Plajı	0,95	0,96	1,03	0,93	1,06	1,05
Aliağa - Petkim	1,19	1,15	1,15	1,16	1,15	1,14
Aliağa - Liman	1,22	1,21	1,12	1,15	1,11	1,09
Aliağa - Plaj	1,13	1,12	1,13	1,20	1,15	1,25
Çandarlı - 1	1,13	1,13	1,14	1,06	0,94	1,04
Çandarlı - 2	1,06	1,12	1,03	1,11	1,02	1,16
Dikili Limanı	1,14	0,98	1,16	1,03	1,13	1,03
Sarımsaklı Plajı	0,96	0,95	1,05	0,86	0,94	1,02
Ayvalık Limanı	1,06	1,45	1,18	1,15	1,09	1,17
Burhaniye - Ören	1,15	0,98	1,16	1,03	1,12	1,11
Akçay Balıkçı L.	0,97	1,03	1,05	0,96	0,98	1,03

**Tablo 3.2.3.1:** İstasyonlardan alınan midye örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum kadmiyum düzeyleri ( µg/g yaş ağırlık ).

İstasyonlar	Minimum Cd	Ortalama Cd	Maksimum Cd
1. istasyon	0,93	0,99	1,06
2. istasyon	1,14	1,16	1,19
3. istasyon	1,09	1,15	1,22
4. istasyon	1,12	1,15	1,25
5. istasyon	0,94	1,08	1,14
6. istasyon	1,02	1,13	1,16
7. istasyon	0,98	1,08	1,16
8. istasyon	0,86	0,96	1,05
9. istasyon	1,06	1,15	1,19
10. istasyon	0,98	1,09	1,15
11. istasyon	0,96	1,00	1,05

### 3.2.4. Midye Örneklerinde Kurşun ( Pb ) Düzeyleri:

Toplanan midye örneklerinde **en düşük kurşun değeri** 0,53 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2002 yaz sezonunda Sazlıca Plajı' nda, **en yüksek kurşun değeri** 7,96 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 yaz sezonunda Aliağa - PETKİM' de ölçülmüştür ( Tablo 3.2.4.1, Tablo 3.2.4.2 ).

Midye örneklerindeki kurşun miktarının istasyonlarda mevsimlere göre en düşük ve en yüksek değeri şu şekilde bulunmuştur:

#### 1. İstasyon ( Sazlıca Plajı ):

En düşük değer: 0,53 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 0,69 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

#### 2. İstasyon ( Aliağa – PETKİM ):

En düşük değer: 7,57 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 7,96 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

#### 3. İstasyon ( Aliağa – Liman ):

En düşük değer: 6,23 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 7,67 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 4. İstasyon ( Aliağa – Plaj ):

En düşük değer: 6,02 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 7,15 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

#### 5. İstasyon (Çandarlı - 1 ):

En düşük değer: 2,28 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 3,73 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 6. İstasyon ( Çandarlı - 2 ):

En düşük değer: 3,16 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2003 )

En yüksek değer: 4,16 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

#### 7. İstasyon ( Dikili Limanı ):

En düşük değer: 1,26 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 )

En yüksek değer: 3,20 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

**8. İstasyon ( Sarımsaklı Plajı ):**

En düşük değer: 0,61 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2002 )

En yüksek değer: 0,81 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

**9. İstasyon ( Ayvalık Limanı ):**

En düşük değer: 4,56 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 5,40 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**10. İstasyon ( Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 3,78 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 )

En yüksek değer: 4,80 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**11. İstasyon ( Akçay Balıkçı Limanı ):**

En düşük değer: 3,85 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 )

En yüksek değer: 4,12 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 )

**Tablo 3.2.4.1:** *Mytilus galloprovincialis*' de kurşunun istasyonlara göre ortalama mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

İstasyon	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
Sazlıca Plajı	0,53	0,62	0,69	0,55	0,56	0,63
Aliağa - Petkim	7,57	7,80	7,96	7,81	7,94	7,64
Aliağa - Liman	6,23	6,70	7,00	7,67	7,40	7,40
Aliağa - Plaj	6,02	6,16	5,07	6,51	6,65	7,15
Çandarlı - 1	2,38	2,28	3,62	3,73	2,63	2,67
Çandarlı - 2	3,85	4,14	3,85	4,16	3,16	3,88
Dikili Limanı	1,87	1,26	2,47	3,20	1,92	1,87
Sarımsaklı Plajı	0,69	0,61	0,80	0,81	0,70	0,72
Ayvalık Limanı	4,56	4,55	5,40	4,88	4,57	4,66
Burhaniye - Ören	4,33	4,40	4,80	4,73	3,78	3,83
Akçay Balıkçı L.	3,85	4,07	4,12	4,30	3,86	4,08

**Tablo 3.2.4.2:** İstasyonlardan alınan midye örneklerinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum kurşun düzeyleri (  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ).

İstasyonlar	Minimum Pb	Ortalama Pb	Maksimum Pb
1. istasyon	0,53	0,60	0,69
2. istasyon	7,57	7,75	7,96
3. istasyon	6,23	7,07	7,67
4. istasyon	6,02	6,43	7,15
5. istasyon	2,28	2,89	3,73
6. istasyon	3,16	3,84	4,16
7. istasyon	1,26	2,00	3,20
8. istasyon	0,61	0,72	0,81
9. istasyon	4,55	4,70	5,40
10. istasyon	3,78	4,31	4,80
11. istasyon	3,85	4,05	4,12

### 3.2.5. İstasyonlara Göre Midyelerde Biriken Ağır Metallerin Mevsimsel Dağılımı:

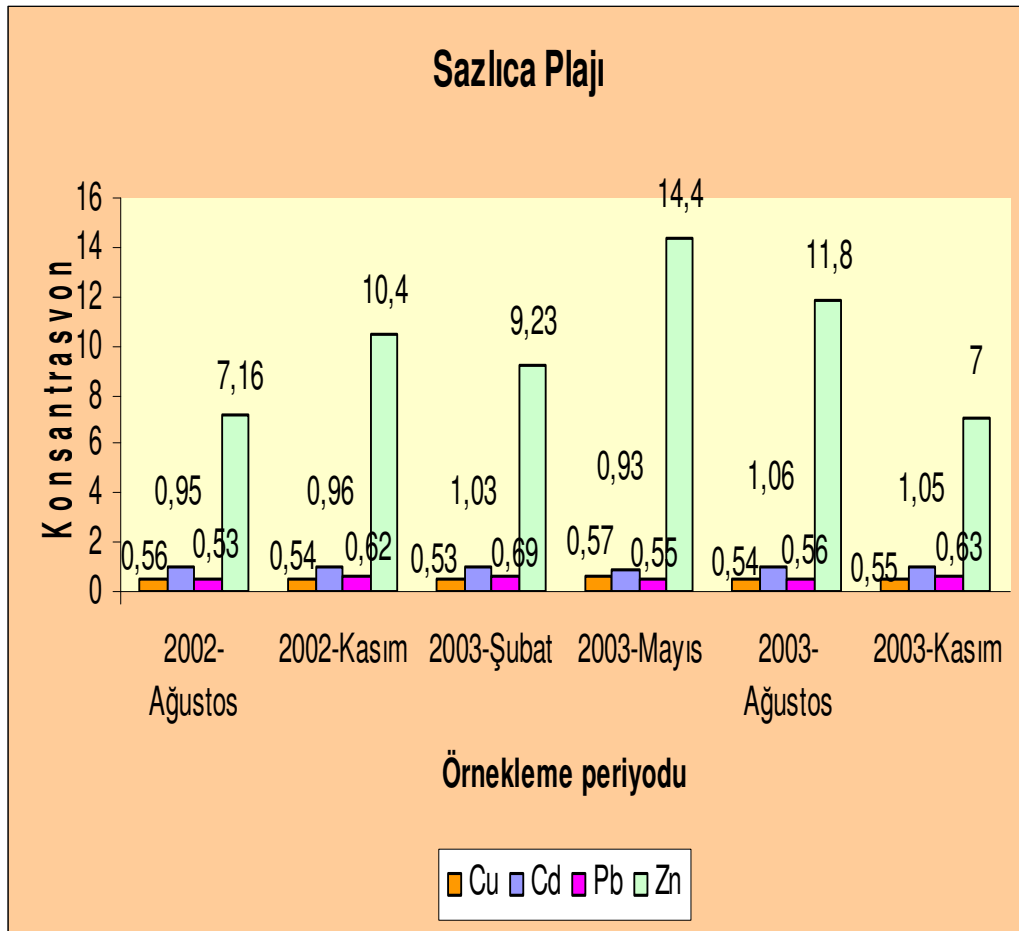
11 örnek alma istasyonundan toplanan midyelerin mevsimsel dağılımlarında metal konsantrasyonlarında farklılık olduğu bulunmuştur. İstasyonlara göre ağır metallerin mevsimsel dağılımları aşağıdaki şekildedir.

Sazlıca Plajı' ndan toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 0,53  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık olarak Mayıs 2003 sezonunda, en yüksek değer 0,57  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Mayıs 2003 örneklemelerinde ölçülmüştür. **Kadmiyum** için en düşük değer 0,93  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 1,06  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 0,53  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Ağustos 2002 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 0,69  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 7,10  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 14,40  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.1, Şekil 3.2.5.1 ).



**Tablo 3.2.5.1:** Sazlıca Plajı'ndan toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ).

Sazlıca Plajı ( midye)	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	0,56	0,54	0,53	0,57	0,54	0,55
<b>Cd</b>	0,95	0,96	1,03	0,93	1,06	1,05
<b>Pb</b>	0,53	0,62	0,69	0,55	0,56	0,63
<b>Zn</b>	7,16	10,40	9,23	14,40	11,80	7,00

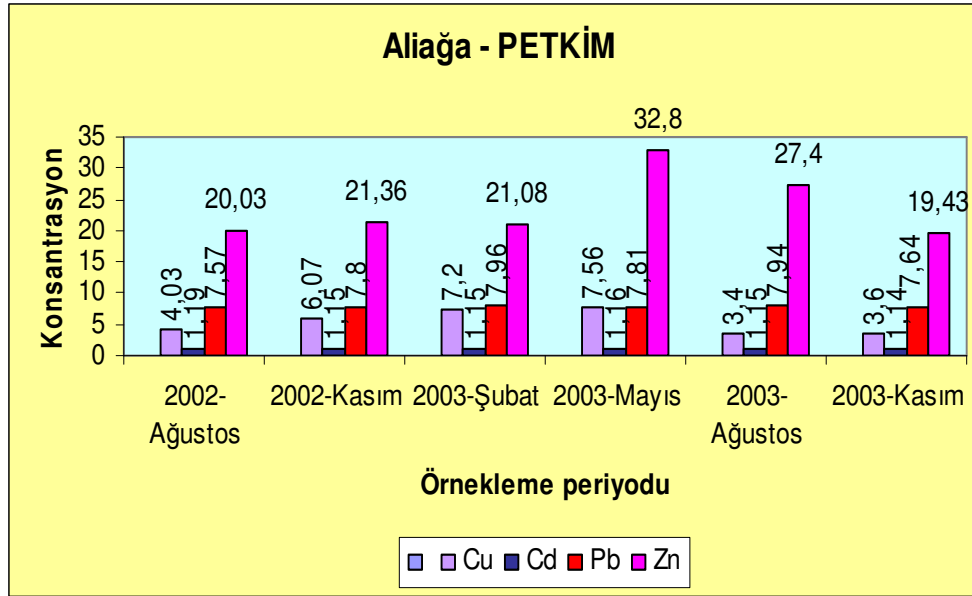


**Şekil 3.2.5.1:** Sazlıca Plajı'ndan toplanan *M. galloprovincialis* 'lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı (  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ).

Aliağa – PETKİM' nden toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 3,40 µg/g yaş ağırlık olarak Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer 7,56 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 1,14 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 1,19 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2002 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 7,57 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 7,96 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 19,43 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 32,80 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.2, Şekil 3.2.5.2 ).

**Tablo 3.2.5.2:** Aliağa- PETKİM 'nden toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Aliağa - Petkim (midye)	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	4,03	6,07	7,20	7,56	3,40	3,60
<b>Cd</b>	1,19	1,15	1,15	1,16	1,15	1,14
<b>Pb</b>	7,57	7,80	7,96	7,81	7,94	7,64
<b>Zn</b>	20,03	21,36	21,08	32,80	27,40	19,43

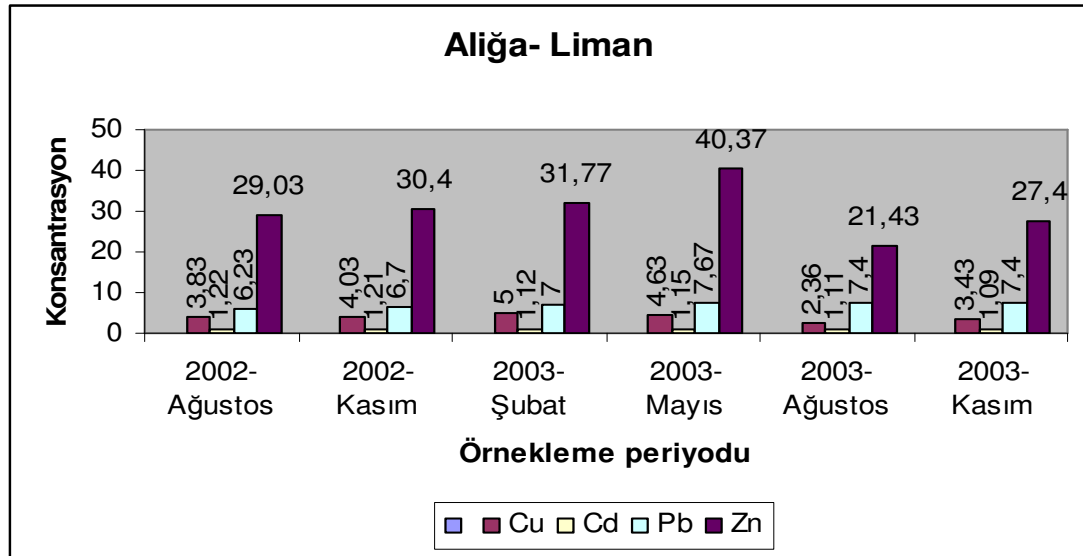


**Şekil 3.2.5.2:** Aliağa- PETKİM 'nden toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Aliğa – Liman' dan toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 2,36 µg/g yaş ağırlık olarak Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer 5,00 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 1,09 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 1,22 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2002 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 6,23 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2002 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 7,67 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 21,43 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 31,77 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.3, Şekil 3.2.5.3 ).

**Tablo 3.2.5.3:** Aliğa - Liman ' ndan toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Aliğa - Liman ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	3,83	4,03	5,00	4,63	2,36	3,43
<b>Cd</b>	1,22	1,21	1,12	1,15	1,11	1,09
<b>Pb</b>	6,23	6,70	7,00	7,67	7,40	7,40
<b>Zn</b>	29,03	30,40	31,77	40,37	21,43	27,40

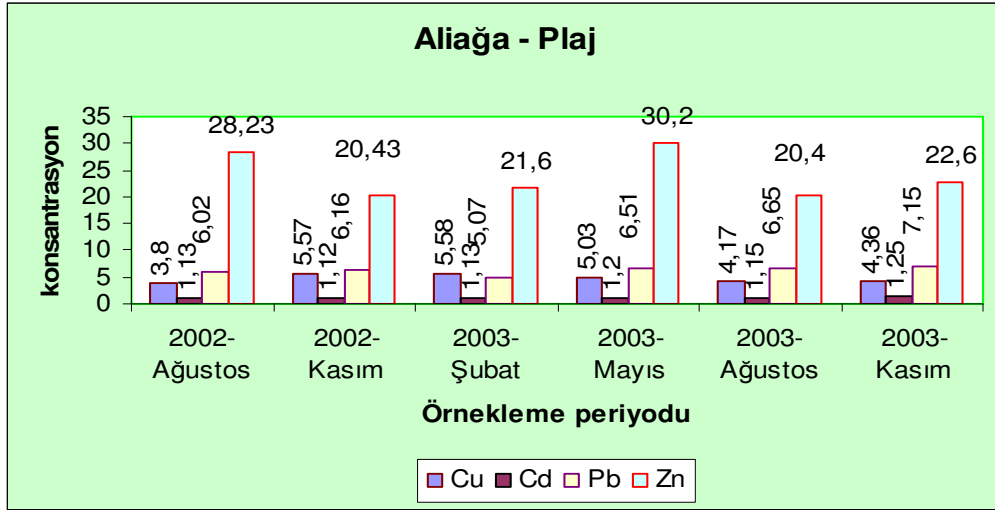


**Şekil 3.2.5.3:** Aliğa - Liman 'ndan toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı( µg/g yaş ağırlık ).

Aliğa – Plaj' dan toplanan midyelerde **bakır en düşük** konsantrasyon 3,80 µg/g yaş ağırlık olarak Ağustos 2002 sezonunda, **en yüksek** değer 5,58 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için **en düşük** değer 1,12 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda, **en yüksek** değer ise 1,25 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, **en düşük** konsantrasyonda 6,02 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2002 sezonunda, **en yüksek** konsantrasyon ise 7,15 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için **en düşük** değer 20,40 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, **en yüksek** değer ise 30,20 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.4, Şekil 3.2.5.4 ).

**Tablo 3.2.5.8:** Aliğa - Plajı ' ndan toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Aliğa - Plaj ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	3,80	5,57	5,58	5,03	4,17	4,36
<b>Cd</b>	1,13	1,12	1,13	1,20	1,15	1,25
<b>Pb</b>	6,02	6,16	5,07	6,51	6,65	7,15
<b>Zn</b>	28,23	20,43	21,60	30,20	20,40	22,60

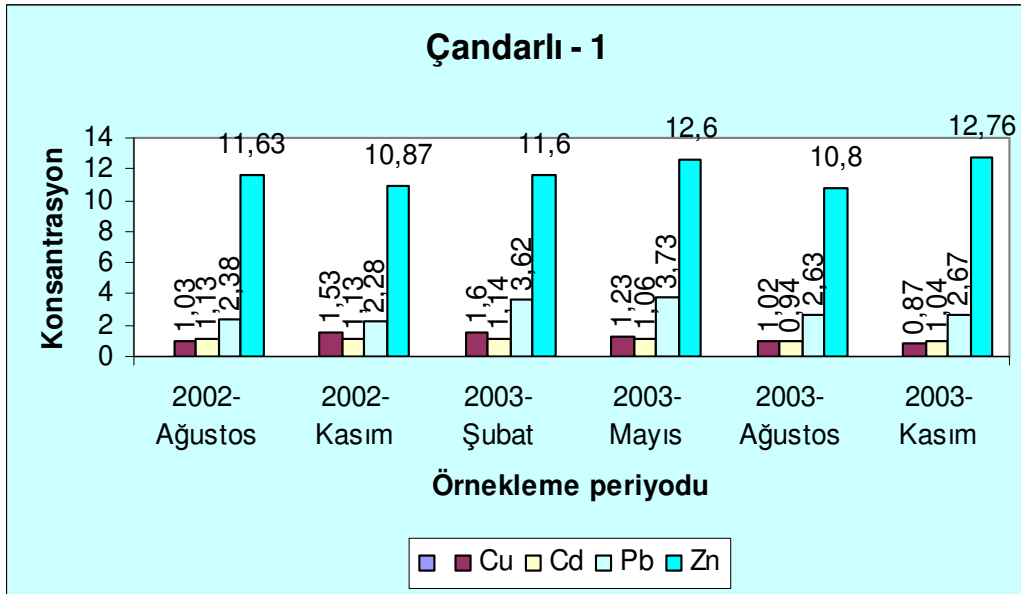


**Şekil 3.2.5.4:** Aliğa- Plajı ' ndan toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Çandarlı - 1' den toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 1,02 µg/g yaş ağırlık olarak Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer 1,60 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 0,94 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 1,14 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 2,28 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2002 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 3,73 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 10,80 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 12,76 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.5, Şekil 3.2.5.5 ).

**Tablo 3.2.5.5:** Çandarlı - 1' den toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Çandarlı - 1 ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	1,03	1,53	1,60	1,23	1,02	0,87
<b>Cd</b>	1,13	1,13	1,14	1,06	0,94	1,04
<b>Pb</b>	2,38	2,28	3,62	3,73	2,63	2,67
<b>Zn</b>	11,63	10,87	11,60	12,60	10,80	12,76

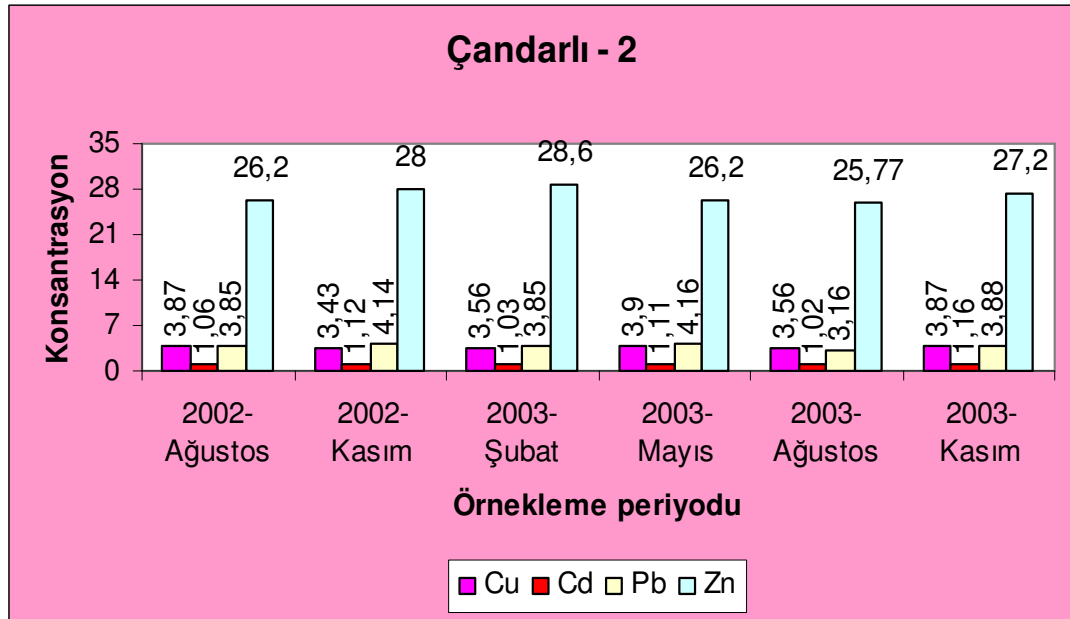


**Şekil 3.2.5.5:** Çandarlı - 1' den toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Çandarlı - 2' den toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 3,43 µg/g yaş ağırlık olarak Kasım 2002 sezonunda, en yüksek değer 3,90 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 örneklemeinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 1,02 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 1,16 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 3,16 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 4,16 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 25,77 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 28,60 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.6, Şekil 3.2.5.6 ).

**Tablo 3.2.5.6:** Çandarlı - 2' den toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Çandarlı - 2 ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	3,87	3,43	3,56	3,90	3,56	3,87
<b>Cd</b>	1,06	1,12	1,03	1,11	1,02	1,16
<b>Pb</b>	3,85	4,14	3,85	4,16	3,16	3,88
<b>Zn</b>	26,20	28,00	28,60	26,20	25,77	27,20

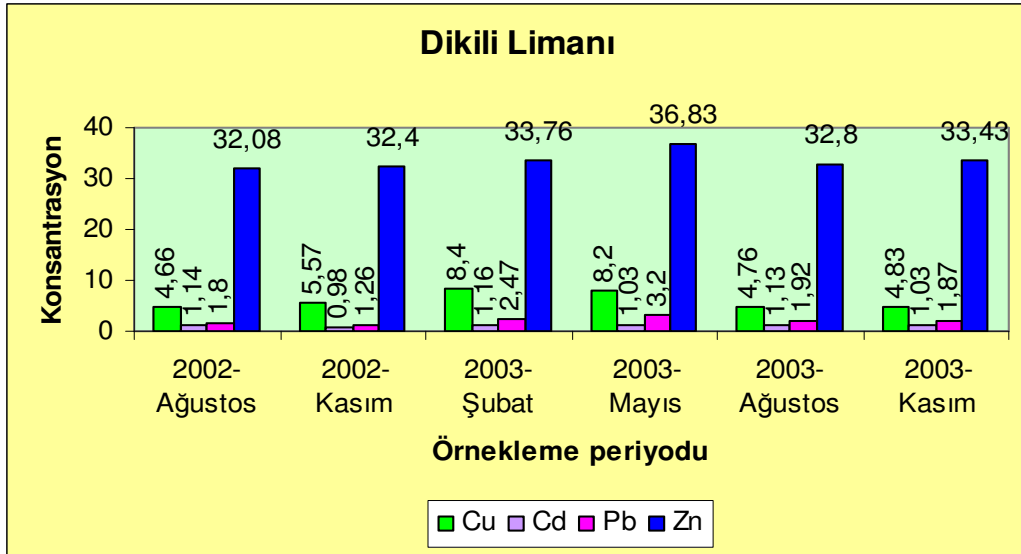


**Şekil 3.2.5.6:** Çandarlı - 2' den toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Dikili Limanı'ndan toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 4,66 µg/g yaş ağırlık olarak Ağustos 2002 sezonunda, en yüksek değer 8,40 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 0,98 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2002 sezonunda, en yüksek değer ise 1,16 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 1,26 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2002 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 2,47 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 32,08 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 36,83 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.7, Şekil 3.2.5.7 ).

**Tablo 3.2.5.7:** Dikili Limanı 'ndan toplanan *M. galloprovincialis*'lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Dikili ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	4,66	5,57	8,40	8,20	4,76	4,83
<b>Cd</b>	1,14	0,98	1,16	1,03	1,13	1,03
<b>Pb</b>	1,80	1,26	2,47	3,20	1,92	1,87
<b>Zn</b>	32,08	32,40	33,76	36,83	32,80	33,43

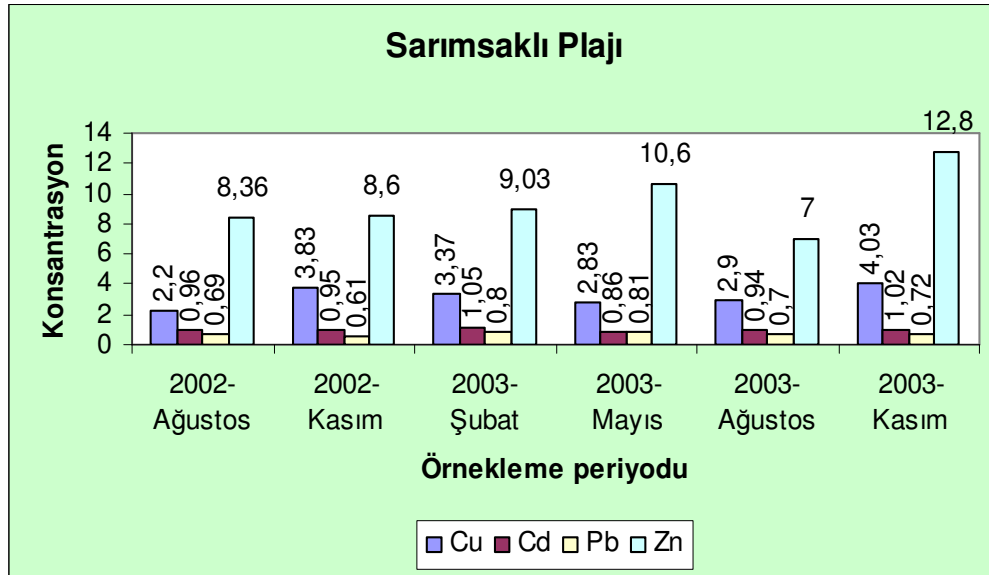


**Şekil 3.2.5.7:** Dikili Limanı 'ndan toplanan *M. galloprovincialis*'lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Sarımsaklı Plajı' ndan den toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 2,20  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık olarak Ağustos 2002 sezonunda, en yüksek değer 4,03  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Kasım 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 0,86  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 1,15  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 0,61  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Kasım 2002 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 0,81  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 7,00  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 12,80  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ile Kasım 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.8, Şekil 3.2.5.8 ).

**Tablo 3.2.5.8:** Sarımsaklı Plajı ' nden toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ).

Sarımsaklı ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	2,20	3,83	3,37	2,83	2,90	4,03
<b>Cd</b>	0,96	0,95	1,05	0,86	0,94	1,02
<b>Pb</b>	0,69	0,61	0,80	0,81	0,70	0,72
<b>Zn</b>	8,36	8,60	9,03	10,60	7,00	12,80



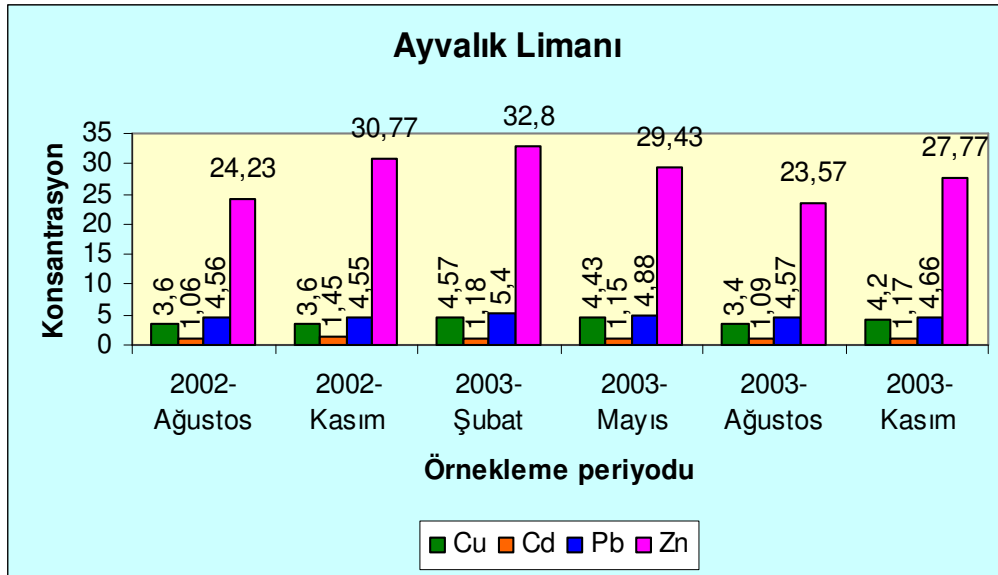
**Şekil 3.2.5.8:** Sarımsaklı Plajı ' nden toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ).



Ayvalık Limanı'ndan toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 3,40 µg/g yaş ağırlık olarak Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer 4,57 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 1,06 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2002 sezonunda, en yüksek değer ise 1,45 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2002 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 4,55 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2002 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 5,40 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 23,57 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 32,80 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.9, Şekil 3.2.5.9 ).

**Tablo 3.2.5.9:** Ayvalık Limanı ' ndan toplanan *M. galloprovincialis* lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Ayvalık ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	3,60	3,60	4,57	4,43	3,40	4,20
<b>Cd</b>	1,06	1,45	1,18	1,15	1,09	1,17
<b>Pb</b>	4,56	4,55	5,40	4,88	4,57	4,66
<b>Zn</b>	24,23	30,77	32,80	29,43	23,57	27,77

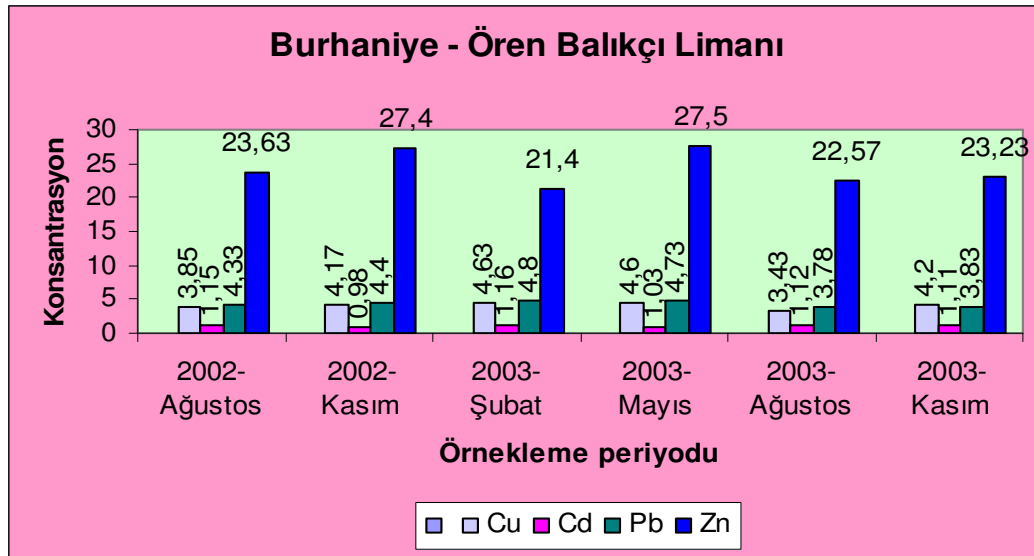


**Şekil 3.2.5.9:** Ayvalık Limanı ' ndan toplanan *M. galloprovincialis* lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı' ndan toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 3,43 µg/g yaş ağırlık olarak Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek değer 4,63 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 0,98 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2002 sezonunda, en yüksek değer ise 1,16 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 3,78 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 4,80 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 21,40 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 27,50 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.10, Şekil 3.2.5.10 ).

**Tablo 3.2.5.10:** Burhaniye - Ören ' nden toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Burhaniye - Ören ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	3,85	4,17	4,63	4,60	3,43	4,20
<b>Cd</b>	1,15	0,98	1,16	1,03	1,12	1,11
<b>Pb</b>	4,33	4,40	4,80	4,73	3,78	3,83
<b>Zn</b>	23,63	27,40	21,40	27,50	22,57	23,23

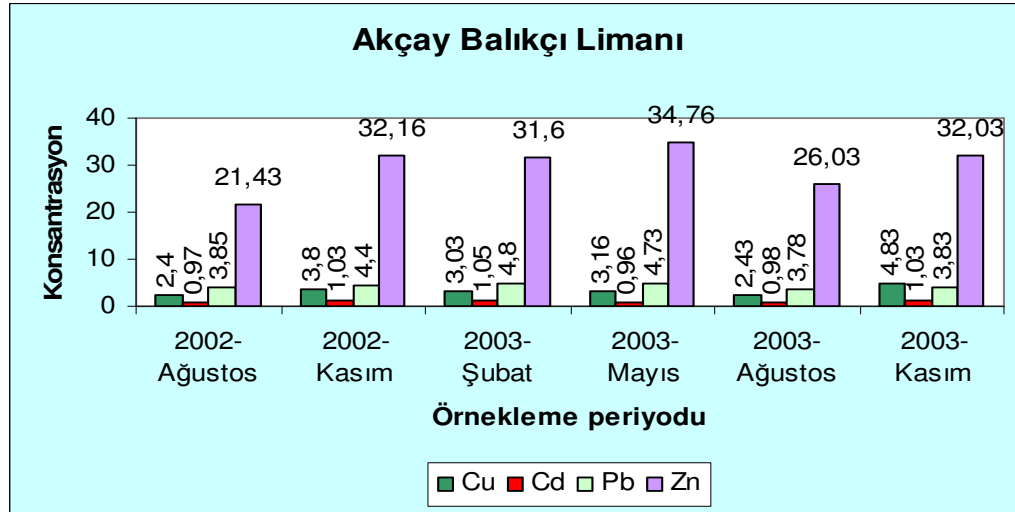


**Şekil 3.2.5.10:** Burhaniye - Ören' nden toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Akçay Balıkçı Limanı' ndan toplanan midyelerde **bakır** en düşük konsantrasyon 2,40 µg/g yaş ağırlık olarak Ağustos 2002 sezonunda, en yüksek değer 4,83 µg/g yaş ağırlık ile Kasım 2003 örneklemelerinde analizlenmiştir. **Kadmiyum** için en düşük değer 0,96 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda, en yüksek değer ise 1,05 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda ölçülmüştür. **Kurşun**, en düşük konsantrasyonda 3,78 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2003 sezonunda, en yüksek konsantrasyon ise 4,80 µg/g yaş ağırlık ile Şubat 2003 sezonunda bulunmuştur. **Çinko** için en düşük değer 21,43 µg/g yaş ağırlık ile Ağustos 2002 sezonunda, en yüksek değer ise 34,76 µg/g yaş ağırlık ile Mayıs 2003 sezonunda ölçülmüştür ( Tablo 3.2.5.11, Şekil 3.2.5.11 ).

**Tablo 3.2.5.11:** Akçay Balıkçı Limanı' ndan toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

Akçay ( midye )	2002 Ağustos	2002 Kasım	2003 Şubat	2003 Mayıs	2003 Ağustos	2003 Kasım
<b>Cu</b>	2,40	3,80	3,03	3,16	2,43	4,83
<b>Cd</b>	0,97	1,03	1,05	0,96	0,98	1,03
<b>Pb</b>	3,85	4,40	4,80	4,73	3,78	3,83
<b>Zn</b>	21,43	32,16	31,6	34,76	26,03	32,03



**Şekil 3.2.5.11:** Akçay Balıkçı Limanı' ndan toplanan *M. galloprovincialis*' lerde ağır metallerin mevsimsel dağılımı ( µg/g yaş ağırlık ).

#### 4. TARTIŞMA:

Ege Denizi' nin nüfus yoğunluğu ve endüstrinin geliştiği koy ve körfezlerde giderek artan kirliliğin sucul ekosistemin sediment ve organizmalarında bariz olarak gözlemlendiği görülmektedir. Bu nedenle giderek kirlenen Kuzey Ege Denizi' nin ortam ve canlılarının ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir.

Ege Denizi' ndeki ağır metal kirliliği üzerine yapılan çalışmaların genellikle İzmir Körfezi ve Aliğa Limanı bölgesinde yoğun olarak yapıldığı; Çandarlı Körfezi' nin diğer kısımları, Dikili Körfezi ve Edremit Körfezi ile ilgili çalışmaların ise sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışmamızın temel amacı, Kuzey Ege Denizi Körfezleri' ndeki ağır metal dağılımını sediment ve organizmada araştırmak ve kirliliğin temel unsurlarını ortaya çıkararak bundan sonraki çalışmalara ışık tutmaktır. Yapılan çalışmada, Kuzey Ege Denizi Körfezleri' nde yayılış gösteren ve indikatör tür olan Akdeniz midyesi ( *Mytilus galloprovincialis* ) ile ortam sedimentlerinde toksik etkiye sahip ağır metallere kurşun, çinko, kadmiyum ve bakırın mevsimsel olarak düzey değişimlerinin bölgesel farklılıkları belirlenmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada; numunelerin ağır metal ölçümü için hazırlanmasında Mikrodalga bozundurma yöntemi ( EPA 3051 ) kullanılmıştır. Ölçümler, Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre' de yapılmıştır. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre' de yapılan ağır metal ölçümlerinden elde edilen verilerle hazırlanan tablo ve şekillerde görüleceği gibi, 11 istasyondan alınan biyota – sediment örneklerindeki ağır metal birikimlerinin ve düzeylerinin mevsimlere göre varyasyon gösterip göstermediği, istasyonlar arasında önemli farklılıkların olup olmadığını saptamak amacıyla Anova – Varyans Analizi ve Tukey Testi uygulanmıştır. Bu çalışma, sedimentteki ve midyedeki metaller için istasyonlar ve mevsimler arasındaki farklılığın önemli olduğunu ortaya koymuştur (  $p < 0,05$  ) ( EK 1 ).

Araştırma konumuzu oluşturan *M. galloprovincialis* ( *Lamarck* ) örneklerinin 11 istasyondaki ortalama sonuçlarına göre en düşük ve en yüksek değer; **bakır** 0,53 – 8,40 µg/g yaş ağırlık; **kurşun** 0,53 – 7,96 µg/g yaş ağırlık; **çinko** 7,00 – 40,37 µg/g yaş ağırlık; **kadmiyum** 0,86 – 1,22 µg/g yaş ağırlık şeklinde değiştiği bulunmuştur. Metal konsantrasyonlarının istasyonlara ve mevsimlere göre de değiştiği bulunmuştur. Metallerin canlıdaki birikiminde *M. galloprovincialis*' in gelişimine bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Yani canlının olgunlaşmaya başladığı sonbahardan itibaren kış ve ilkbaharda midyede metal birikiminde artış olduğu yaz sezonunda ise mevsime bağlı olarak da metal birikiminde azalma gözlemlenmiştir.

Sedimentte ölçülen ağır metal analizleri sonuçlarına göre en düşük ve en yüksek değerler ise; **bakır** 6,36 – 219,56 µg/g ( kuru ağırlık ); **kurşun** 9,13 – 58,33 µg/g ( kuru ağırlık ); **çinko** 10,43 – 250,77 µg/g ( kuru ağırlık ); **kadmiyum** 0,88 – 3,01 µg/g ( kuru ağırlık ) arasında bulunmuştur.

Metallerin *M. galloprovincialis* ve sedimentteki genel olarak en düşük ve en yüksek değerleri Tablo 4.1' de verilmiştir.

**Tablo 4.1:** İstasyonlara ait sediment ve midyede metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cd</b>
<b>Sediment</b> (µg/g kuru ağırlık)	6,36 – 219,56	9,13 – 58,33	10,43 – 250,77	0,88 – 3,01
<b>Midye</b> (µg/g yaş ağırlık)	0,53 – 8,40	0,53 – 7,96	7,00 – 40,37	0,86 – 1,22

Araştırma bulgularına göre, sediment ve *M. galloprovincialis* örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının düzeyleri; Zn > Pb > Cu > Cd sırasını takip etmektedir. Bu elde edilen metal analizlerinin sonuçları Tunçer ve Uysal tarafından bu bölgede 1985 yılında yapılan çalışmanın sonucuyla paralellik göstermektedir.

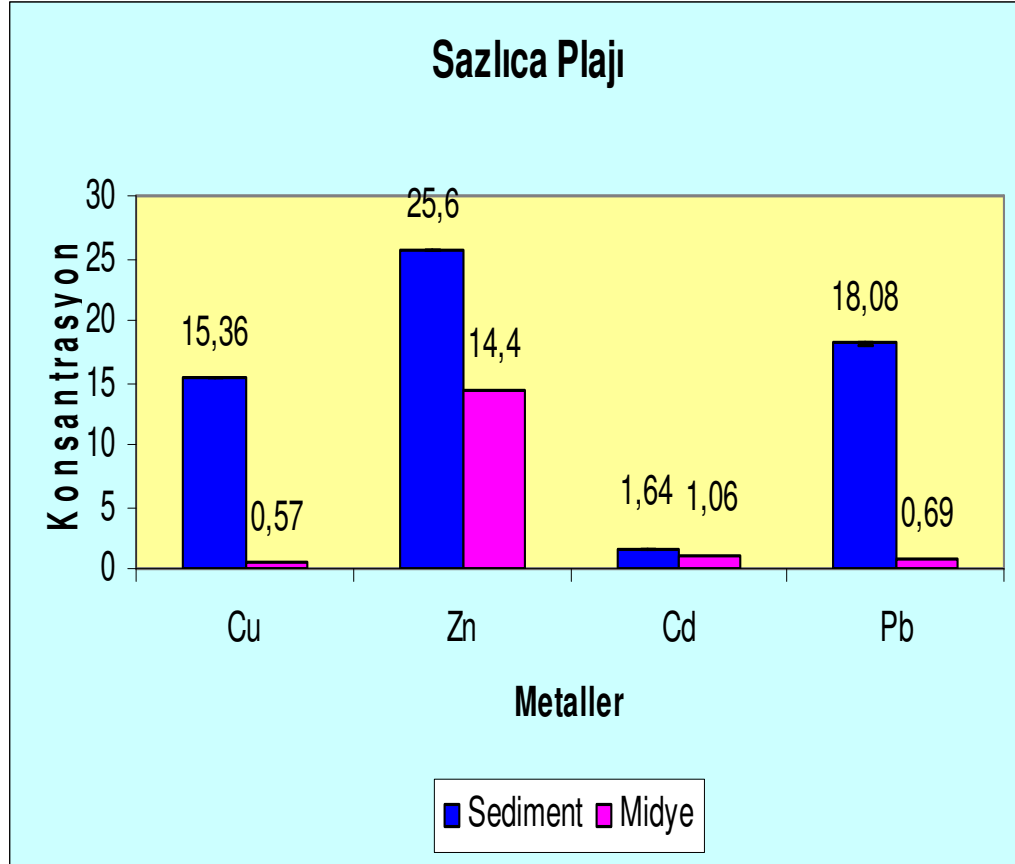
Ortam sedimentlerindeki ağır metal analizleri sonucu elde edilen verilere göre Kadmiyumun ( Cd ) en az, Çinkonun ( Zn ) ise en yüksek düzeyde biriktiği saptanmıştır. Çinkonun en yüksek düzeyi 250,77 µg/g kuru ağırlık ile Aliağa – PETKİM istasyonunda bulunmuştur. Bunun nedeni bu istasyonun; PETKİM, tershane, gemi söküm sahası gibi, rafineri gibi büyük tesislere en yakın noktada bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Bulgulara göre ağır metallere en yüksek düzeyde *M. galloprovincialis*' te biriken Çinko ( Zn ) 40,37 µg/g yaş ağırlık ile Aliağa – Liman istasyonunda bulunmuştur.

Sazlıca Plajı sedimentinde en yüksek değer olarak; **bakır** 15,36 µg/g kuru ağırlık (Ağustos 2002 ), **çinko** 25,60 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 ), **kadmiyum** 1,64 µg/g kuru ağırlık (Şubat 2003 ), **kurşun** 18,08 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise **bakır** 0,57 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), **çinko** 14,40 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), **kadmiyum** 1,06 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 203 ), **kurşun** 0,69 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.2 , Şekil 4.1 ).

**Tablo 4.2:** Sazlıca Plajı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment ( $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık )	Midye ( $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık )
Cu	15,36	0,57
Zn	25,60	14,40
Cd	1,64	1,06
Pb	18,08	0,69

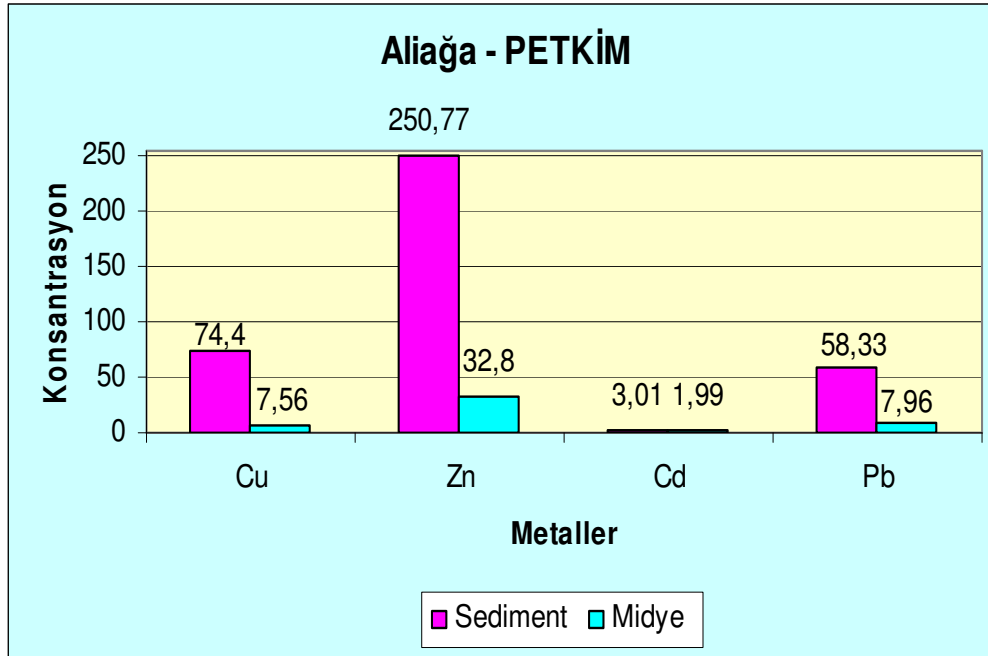


**Şekil 4.1:** Sazlıca Plajı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Aliğa - PETKİM sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 74,40 µg/g kuru ağırlık (Mayıs 2003 ), çinko 250,77 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 ), kadmiyum 3,01 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 ), kurşun 58,33 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 7,56 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), çinko 32,80 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), kadmiyum 1,99 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 ), kurşun 7,96 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.3, Şekil 4.2 ).

**Tablo 4.3:** Aliğa – PETKİM' e ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment ( µg/g kuru ağırlık)	Midye ( µg/g yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	74,40	7,56
<b>Zn</b>	250,77	32,80
<b>Cd</b>	3,01	1,99
<b>Pb</b>	58,33	7,96

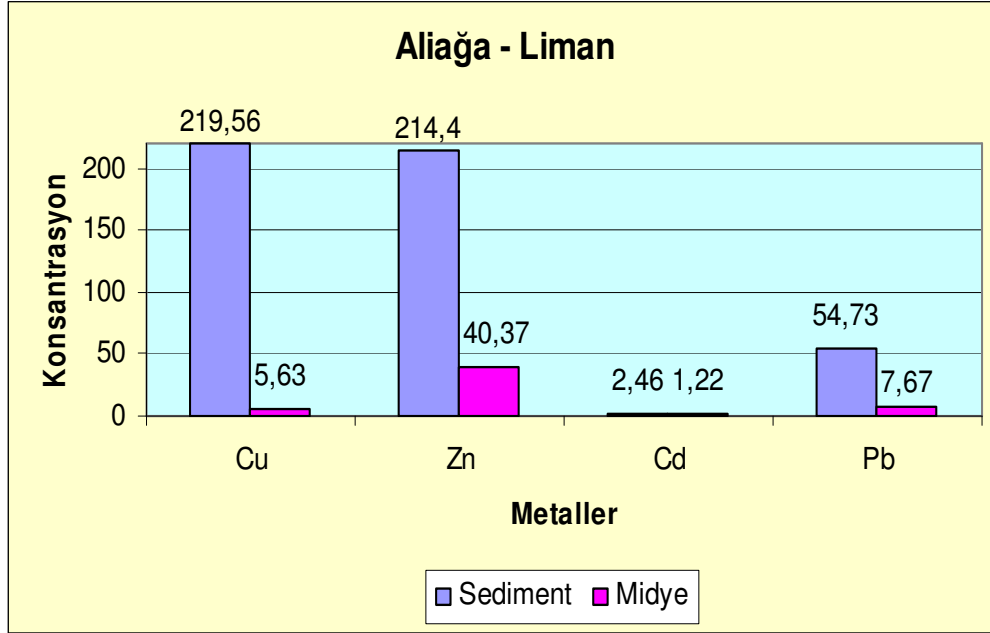


**Şekil 4.2:** Aliğa – PETKİM' e ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Aliğa - Liman sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 219,56 µg/g kuru ağırlık (Ağustos 2002 ), çinko 214,40 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 ), kadmiyum 2,46 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 ), kurşun 54,73 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 5,63 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), çinko 40,37 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), kadmiyum 1,22 µg/g yaş ağırlık ( Ağustos 2002 ), kurşun 7,67 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.4 , Şekil 4.3 ).

**Tablo 4.4:** Aliğa – Liman' a ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment (µg/g kuru ağırlık)	Midye ( µg/g yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	219,56	5,63
<b>Zn</b>	214,40	40,37
<b>Cd</b>	2,46	1,22
<b>Pb</b>	54,73	7,67



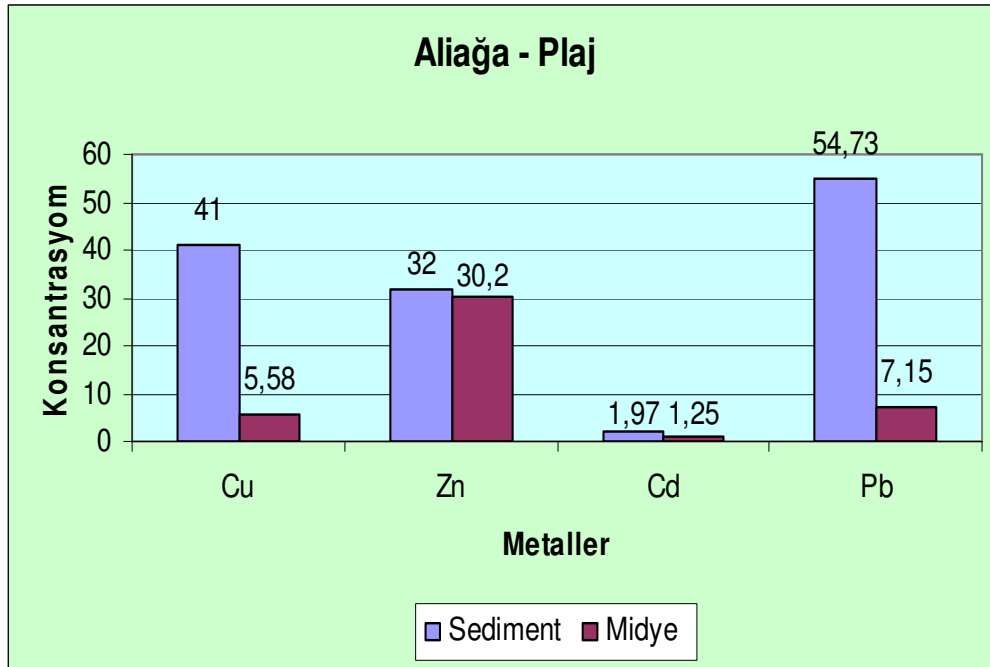
**Şekil 4.3:** Aliğa – Liman' a ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.



Aliağa - Plajı sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 41,00 µg/g kuru ağırlık (Kasım 2003 ), çinko 32,00 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 ), kadmiyum 1,97 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 ), kurşun 54,73 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 5,58 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), çinko 30,20 µg/g yaş ağırlık (Mayıs 2003 ), kadmiyum 1,25 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 ), kurşun 7,15 µg/g yaş ağırlık (Şubat 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.5, Şekil 4.4 ).

**Tablo 4. 5:** Aliağa – Plajı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment (µg/g kuru ağırlık)	Midye ( µg/g yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	41,00	5,58
<b>Zn</b>	32,00	30,20
<b>Cd</b>	1,97	1,25
<b>Pb</b>	54,73	7,15

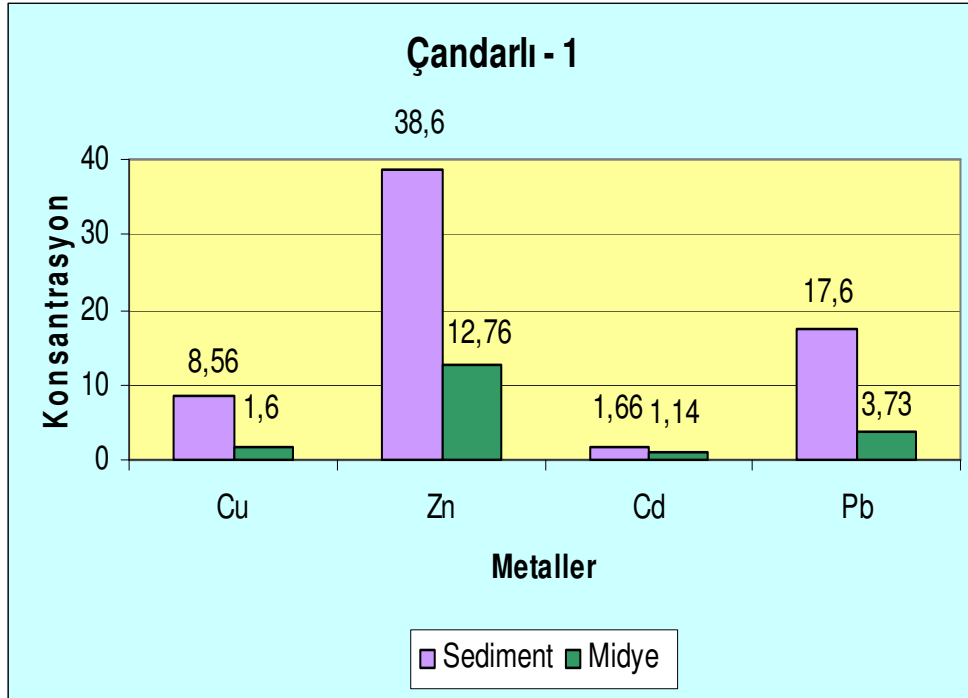


**Şekil 4.4:** Aliağa – Plajı' a ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Çandarlı - 1 sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 8,56 µg/g kuru ağırlık (Ağustos 2003 ), çinko 38,60 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 ), kadmiyum 1,66 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 ), kurşun 17,60 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 1,60 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), çinko 12,76 µg/g yaş ağırlık (Kasım 2003 ), kadmiyum 1,14 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), kurşun 3,73 µg/g yaş ağırlık (Mayıs 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.6, Şekil 4.5 ).

**Tablo 4.6:** Çandarlı – 1' e ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment ( µg/g kuru ağırlık)	Midye ( µg/g yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	8,56	1,60
<b>Zn</b>	38,60	12,76
<b>Cd</b>	1,66	1,14
<b>Pb</b>	17,60	3,73

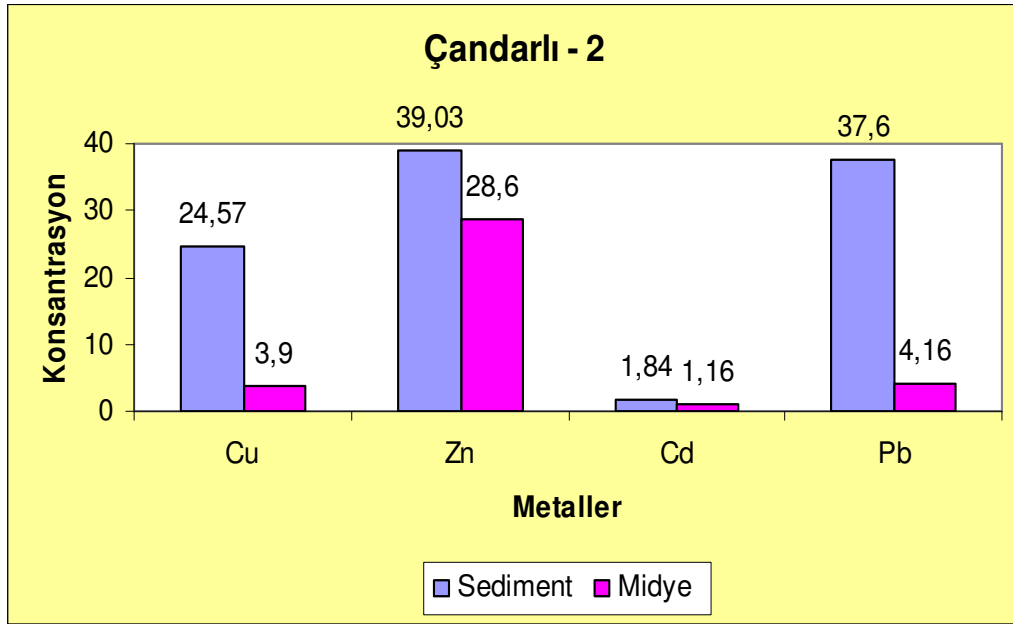


**Şekil 4.5:** Çandarlı – 1 'e ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Çandarlı - 2 sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 24,57 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 ), çinko 39,03 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 ), kadmium 1,84 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2002 ), kurşun 37,60 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 3,90 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), çinko 28,60 µg/g yaş ağırlık (Şubat 2003 ), kadmium 1,16 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 ), kurşun 4,16 µg/g yaş ağırlık (Mayıs 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.7, Şekil 4.6 ).

**Tablo 4.7:** Çandarlı - 2 ' ye ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment (µg/g kuru ağırlık)	Midye ( µg/g yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	24,57	3,90
<b>Zn</b>	39,03	28,60
<b>Cd</b>	1,84	1,16
<b>Pb</b>	37,60	4,16

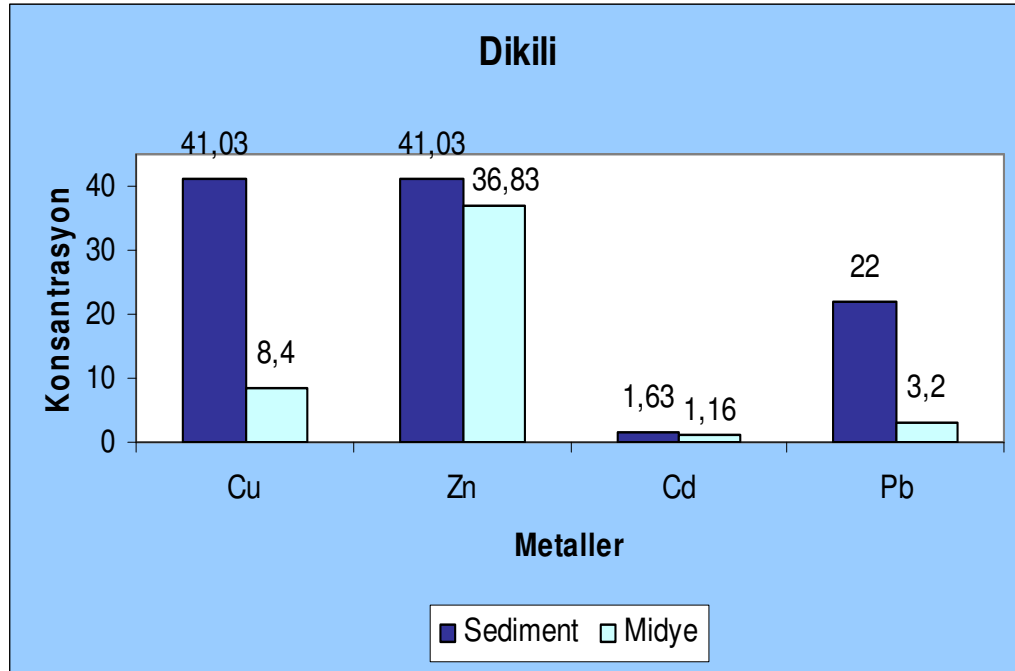


**Şekil 4.6:** Çandarlı – 2' ye ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Dikili Limanı sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 41,03  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık (Ağustos 2003), çinko 41,03  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık (Şubat 2003), kadmiyum 1,63  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık (Ağustos 2002), kurşun 22,00  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık (Şubat 2003) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*'lerin en yüksek değerler ise bakır 8,40  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık (Şubat 2003), çinko 36,83  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık (Mayıs 2003), kadmiyum 1,16  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık (Şubat 2003), kurşun 3,20  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık (Mayıs 2003) bulunmuştur (Tablo 4.8, Şekil 4.7).

**Tablo 4.8:** Dikili Limanı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment ( $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık )	Midye ( $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	41,03	8,40
<b>Zn</b>	41,03	36,83
<b>Cd</b>	1,63	1,16
<b>Pb</b>	22,00	3,20

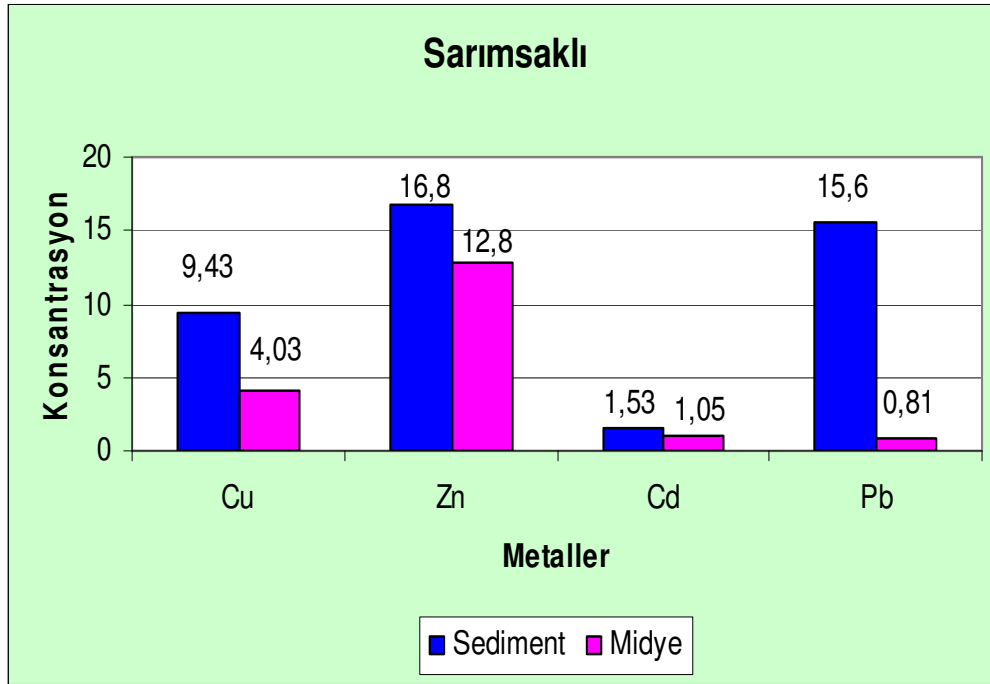


**Şekil 4.7:** Dikili Limanı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Sarımsaklı Plajı sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 9,43 µg/g kuru ağırlık (Ağustos 2002 ), çinko 16,80 µg/g kuru ağırlık ( Şubat 2003 ), kadmiyum 1,53 µg/g kuru ağırlık (Kasım 2002 ), kurşun 15,60 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 4,03 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 ), çinko 12,8 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 ), kadmiyum 1,05 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), kurşun 0,81 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.9, Şekil 4.8 ).

**Tablo 4.9:** Sarımsaklı Plajı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment ( µg/g kuru ağırlık)	Midye ( µg/g yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	9,43	4,03
<b>Zn</b>	16,80	12,80
<b>Cd</b>	1,53	1,05
<b>Pb</b>	15,60	0,81

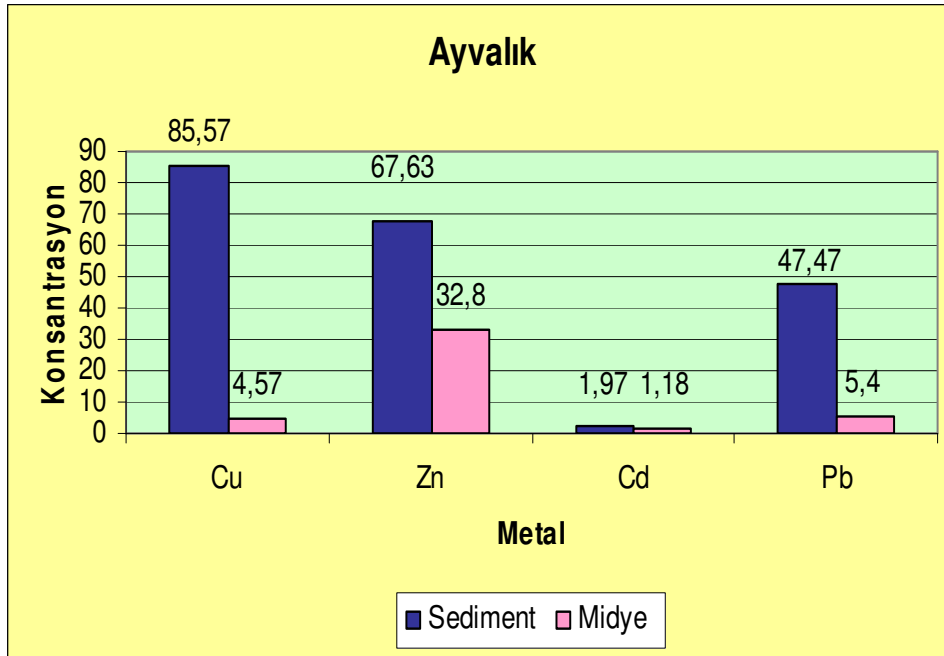


**Şekil 4.8:** Sarımsaklı Plajı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Ayvalık Limanı sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 85,57 µg/g kuru ağırlık (Ağustos 2003 ), çinko 67,63 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 ), kadmiyum 1,97 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 ), kurşun 47,47 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 4,57 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), çinko 32,80 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), kadmiyum 1,18 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), kurşun 5,40 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.10, Şekil 4.9 ).

**Tablo 4.10:** Ayvalık Limanı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment (µg/g kuru ağırlık)	Midye ( µg/g yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	85,57	4,57
<b>Zn</b>	67,63	32,80
<b>Cd</b>	1,97	1,18
<b>Pb</b>	47,47	5,40

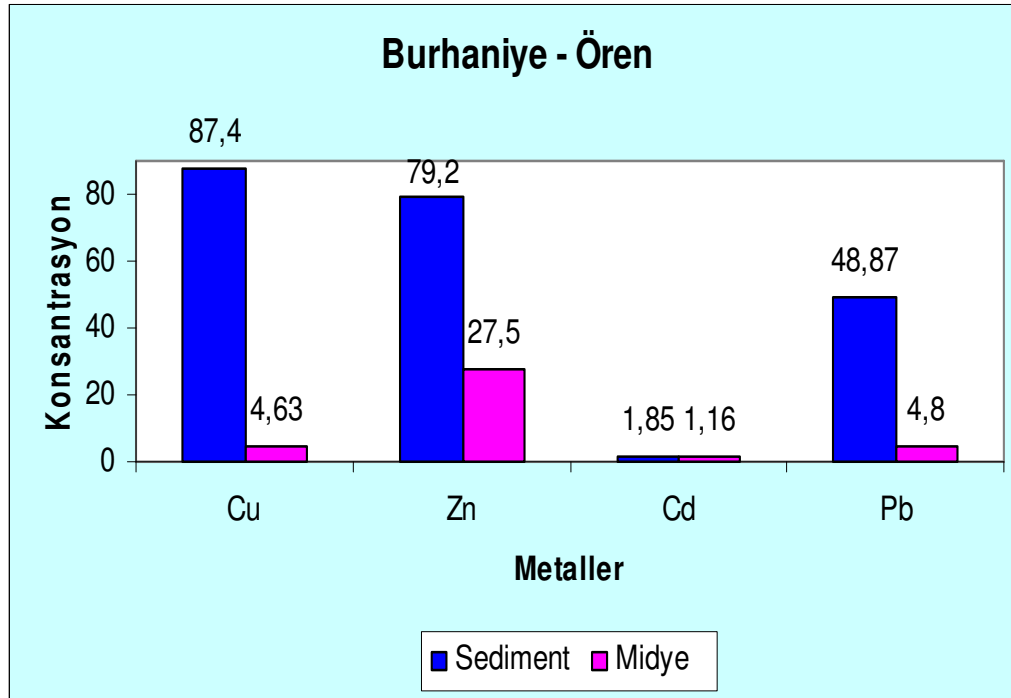


**Şekil 4.9:** Ayvalık Limanı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 87,40  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ( Kasım 2003 ), çinko 79,20  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ( Mayıs 2003 ), kadmiyum 1,85  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ( Ağustos 2002 ), kurşun 48,87  $\mu\text{g/g}$  kuru ağırlık ( Şubat 2003 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 4,63  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), çinko 27,50  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), kadmiyum 1,16  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), kurşun 4,80  $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık ( Şubat 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.11, Şekil 4.10 ).

**Tablo 4.11:** Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment ( $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)	Midye ( $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	87,40	4,63
<b>Zn</b>	79,20	27,50
<b>Cd</b>	1,85	1,16
<b>Pb</b>	48,87	4,80

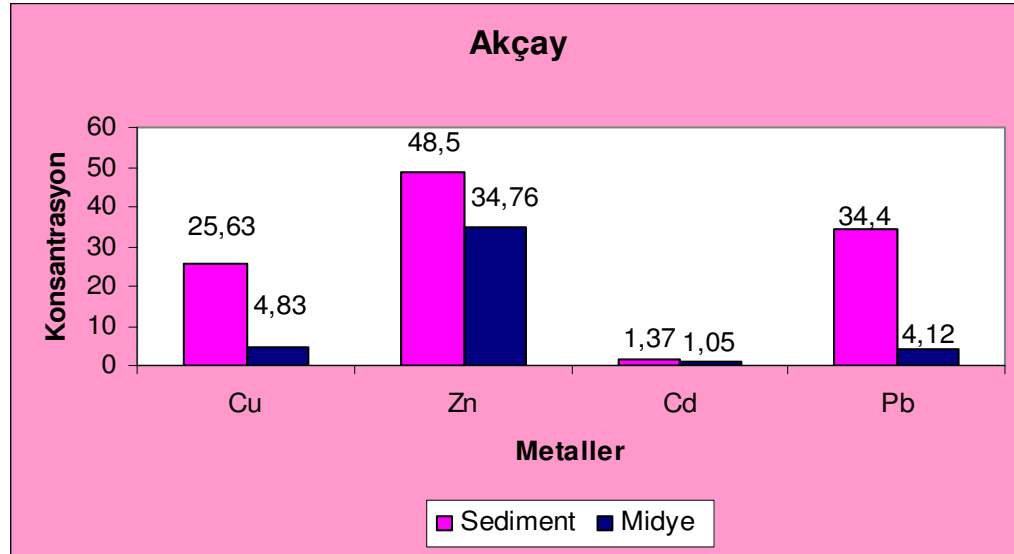


**Şekil 4.10:** Burhaniye – Ören Balıkçı Limanı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Akçay Balıkçı Limanı sedimentinde en yüksek değer olarak; bakır 25,63 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2002 ), çinko 48,50 µg/g kuru ağırlık ( Mayıs 2003 ), kadmiyum 1,37 µg/g kuru ağırlık ( Kasım 2003 ), kurşun 34,40 µg/g kuru ağırlık ( Ağustos 2003 ) bulunmuştur. *M. galloprovincialis*' lerin en yüksek değerler ise bakır 4,83 µg/g yaş ağırlık ( Kasım 2003 ), çinko 34,76 µg/g yaş ağırlık ( Mayıs 2003 ), kadmiyum 1,05 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ), kurşun 4,12 µg/g yaş ağırlık ( Şubat 2003 ) bulunmuştur ( Tablo 4.12, Şekil 4.11 ).

**Tablo 4.12:** Akçay Balıkçı Limanı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.

Metaller	Sediment ( µg/g kuru ağırlık )	Midye ( µg/g yaş ağırlık )
<b>Cu</b>	25,63	4,83
<b>Zn</b>	48,50	34,76
<b>Cd</b>	1,37	1,05
<b>Pb</b>	34,40	4,12



**Şekil 4.11:** Akçay Balıkçı Limanı' na ait sediment ve *M. galloprovincialis*' teki metallerin en düşük ve en yüksek düzeyleri.



Çeşitli dünya ülkelerindeki deniz ürünlerinde kabul edilebilir bakır miktarı 10,00 – 30,00 µg/g arasında değişmektedir ( **Kocahan ve Kıratlı, 1999** ). Bu çalışmada ise yaş ağırlık olarak; *M. galloprovincialis* ' te bakır 0,53 - 8,40 µg/g arasında bulunmuştur. Tüm istasyonlardan toplanan örneklerde bakır miktarı Dünyada kabul edilen limitlerin altında bulunmuştur ( Tablo 4.13 ).

Çeşitli dünya ülkelerindeki deniz ürünlerinde kabul edilebilir çinko miktarı 20,00 – 100,00 µg/g arasında değişmektedir ( **Kocahan ve Kıratlı, 1999** ). Bu çalışmada ise yaş ağırlık olarak; *M. galloprovincialis* ' te ise çinko 7,00 – 40,37 µg/g arasında bulunmuştur. Tüm istasyonlardan toplanan örneklerde çinko miktarı Dünyada kabul edilen limitlerin arasında bulunmuştur ( Tablo 4.13 ).

Çeşitli dünya ülkelerindeki deniz ürünlerinde kabul edilebilir kadmiyum miktarı 0,50 – 6,00 µg/g arasında değişmektedir ( **Kocahan ve Kıratlı, 1999** ). Bu çalışmada ise yaş ağırlık olarak; *M. galloprovincialis* ' te kadmiyum 0,86 – 1,22 µg/g arasında bulunmuştur. Tüm örneklerde istasyonlardan toplanan bakır miktarı Dünyada kabul edilen limitler arasında bulunmuştur (Tablo 4.13 ).

Çeşitli dünya ülkelerindeki deniz ürünlerinde kabul edilebilir kurşun miktarı 0,50 – 6,00 µg/g arasında değişmektedir ( **Kocahan ve Kıratlı, 1999** ). Bu çalışmada ise yaş ağırlık olarak; *M. galloprovincialis* ' te kurşun 0,53 – 7,96 µg/g arasında bulunmuştur. Aliağa – PETKİM, Aliağa – Liman, Aliağa – Plaj istasyonlarında limitlerin üstünde bulunmuştur. Diğer istasyonlarda ise kurşun miktarı Dünyada kabul edilen limitler arasında bulunmuştur ( Tablo 4.13 ).

**Tablo 4.13:** Çeşitli ülkelerde deniz ürünlerinde kabul edilebilir metal limitleri ( µg/g yaş ağırlık ) ( **Kocahan ve Kıratlı, 1999** ).

Ülke	Cu	Pb	Cd	Zn
Amerika	10,00	-	-	100,00
Avustralya	10,00	2,50	2,00	-
Almanya	-	0,50	0,50	-
Hong - Kong	10,00	6,00	6,00	50,00
İtalya	-	2,00	2,00	-
Filipinler	10,00 – 30,00	0,50	0,50	20,00 – 50,00
İsviçre	20,00	1,00	1,00	-

Bulgularımızla Ege Denizi' nin diğer körfezleri karşılaştırıldığında İzmir körfezi' ndeki *M. galloprovincialis*' te Uysal tarafından yapılan çalışmada bakır 1,00 µg/g yaş ağırlık, Zn 0,40 – 72,24 µg/g yaş ağırlık şeklinde rapor etmiştir ( **Uysal, 1974** ). Uysal ve Tunçer tarafından aynı bölgede *M. galloprovincialis*' te yapılan ölçümlerde Cu 1033,00 µg/ kg, Zn 29818 µg/ kg, Pb 1661 µg/ kg, Cd 341 µg/ kg bulmuşlardır ( **Uysal ve Tuçer, 1982** ). Aynı araştırmacıların diğer bir çalışmalarında İzmir ve Çandarlı ( Aliağa Limanı ) körfezlerinde yaşayan *M. galloprovincialis* türünde Zn 30,00 µg/g, Pb 5 µg/g, Cd 0,81 µg/g bulunduğunu rapor etmişlerdir. Bu değerlerin midye için önemli olduğu ifade etmişlerdir. Fakat FAO' nun kayıtlarındaki deniz organizmaları için ağır metal düzeylerinin tehlike göstermediği rapor edilmiştir ( **Tunçer ve Uysal, 1988** ). Aynı bölgede yaptığımız çalışmayla karşılaştırılacak olursak; Aliağa - PETKİM' de Zn 32,80 µg/g, Pb 7,96 µg/g, Cd 1,99 µg/g; Aliağa - Liman' da Zn 40,37 µg/g, Pb 7,67 µg/g, Cd 1,22 µg/g; Aliağa - Plaj' da Zn 30,20 µg/g, Pb 7,15 µg/g, Cd 1,25 µg/g bulunmasına rağmen belirtilen deniz ürünleri için sınır değerleri aşmadığı görülmüştür.

Eftelioğlu ve Uysal tarafından İzmir Körfezi' nde yapılan çalışmada *M. galloprovincialis* örneklerinin içerdiği metal konsantrasyonları araştırılmış ve Zn 144,30 – 295,10 µg/g, Cu 5,50 – 19,30 µg/g, Pb 4,80 – 9,90 µg/ g bulunduğu rapor edilmiştir ( **Eftelioğlu ve Uysal, 1989** ). İzmir Körfezi' ne göre Kuzey Ege Kıyıları' nın daha az kirli olduğu burada daha iyi görülmektedir. Diğer bir çalışmada, Yaramaz ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada İzmir Körfezi sedimentinde ölçülen ağır metallerde Pb 41,30 – 61,00 µg/g, Cd 2,00 – 5,00 µg/g, Cu 12,50 – 3,50 µg/g, Zn 38,50 – 110,00 µg/g arasında değiştiğini bulmuşlardır ( **Yaramaz ve diğerleri, 1992** ). Bu değerlerin ise çalışmamızdaki değerlerden çok yüksek olduğu saptanmıştır.

Egemen ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan çalışmada *M. galloprovincialis*' te Cd 0,04 – 1,12 µg/g yaş ağırlık, Pb 0,58 – 1,82 µg/g yaş ağırlık, Zn 9,55 – 58,50 µg/g yaş ağırlık, Cu 0,32 – 3,25 µg/g yaş ağırlık bulunduğunu ve yüzey sedimentinde ağır metal dağılımı ise Cd 1,60 – 3,70 µg/g kuru ağırlık, Pb 24,10 – 54,50 µg/g kuru ağırlık, 11,00 – 68,20 µg/g kuru ağırlık, Cu 7,50 – 28,50 µg/g kuru ağırlık şeklinde rapor edilmiştir ( **Egemen ve diğerleri, 1998** ). Bu çalışmada da görüldüğü gibi İzmir Körfezi sediment ve midyelerinde ağır metaller yüksek konsantrasyonda birikmiştir.

Ege Denizi dışındaki denizlerimizin sahillerini incelenirse; Öztürk ve Erdem, Karadeniz' in Sinop sahillerinde yaptıkları çalışmada *M. galloprovincialis*' te Zn 0,338 - 3,748 µg/g yaş ağırlık, Cu 0,390 - 0,556 µg /g yaş ağırlık, Cd 0,169 - 0,404 µg/g yaş ağırlık, Pb 0,832 - 2,239 µg /g yaş ağırlık şeklinde bulunduğu ifade etmişlerdir ( **Öztürk ve Erdem, 1991** ). 1996 yılında aynı bölgede yapılan diğer bir çalışmada ise *M. galloprovincialis* örneklerinde Zn 2,891 - 3,748

$\mu\text{g/g}$ , Cu 0,415 - 0,473  $\mu\text{g/g}$ , Cd 0,223 – 0,404  $\mu\text{g/g}$ , Pb 0,832 – 1,710  $\mu\text{g/g}$  ( yaş ağırlık ) şeklinde bulunmuşlardır. Bu değerlerin sınır değerleri aşmadığı görülmektedir.

Erdem ve Saydam tarafından yapılan çalışmada Haliç sedimenti Pb, Zn ve Cu açısından kesinlikle kirli olduğunu ifade edilmiştir ( **Erdem ve Saydam, 1988** ). Ergin ve çalışma arkadaşları tarafından Haliç ve İzmit Körfezi' nde yapılan çalışmada ise ağır metal kirliliği yönünden Haliç' in İzmit Körfezi' nden daha kirli olduğu rapor edilmiştir ( **Ergin ve diğerleri, 1991** ).

Bulgularımızla diğer Akdeniz ve komşu denizlerde yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırılacak olursak; Fytianos ve Vasilikiotis tarafından yapılan çalışmada Yunanistan' a ait Kuzey Ege Denizi Körfezleri' nden olan Kavala ve Thermaikos ( Selanik ) Körfezleri' nde su ve sedimentte ağır metal kirliliği çalışmasında Kavala Körfezinin Thermaikos Körfezi' nden daha az kirli olduğu bulunmuştur ( **Fytianos ve Vasilikiotis, 1983** ). Thermaikos Körfezi' ndeki yoğun kirliliğin önlenmesi için bir plan yapılmasının gerektiği ifade edilmiştir. Anagnostou ve çalışma arkadaşlarının yaptığı çalışmada Thessalonika Koyu' nda ortalama olarak Zn 296 ppm, Cu 79 ppm, Pb 64 ppm Cd 1,33 ppm, Thessalonika Körfezi ise Zn 158 ppm, Cu 43 ppm, Pb 41 ppm, Cd 0,44 ppm bulunmuştur ( **Anagnostou et al., 1998** ).

Rozhanskaya, tarafından yapılan çalışmada ise Azak Denizi' nde yaşayan balık, benthos ve planktonda Manganez, Bakır ve Çinko araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *Mytilus galloprovincialis* türünde Mn %  $5 \cdot 10^{-4}$  –  $5 \cdot 10^{-3}$  ( kuru ağırlık ), Cu %  $1,2 \cdot 10^{-3}$  -  $4,2 \cdot 10^{-3}$  ( kuru ağırlık ) ve Zn %  $1,3 \cdot 10^{-2}$  -  $3,3 \cdot 10^{-2}$  ( kuru ağırlık ) bulunmuştur ( **Rozhanskaya, 1967** ).

Lyngby ve Brix tarafından Limfjord ve Læsø ( Danimarka )' da yapılan çalışmada *Zostera marina*, *Mytilus edulis* ve sedimentte ağır metal kontaminasyonu ve kıyılardaki ağır metallerin izlenmesi için organizma ve sediment karşılaştırması yapılmıştır. Nissum Broad' da Hg, Venø Koyu' nda Cd, Aalborg' da Hg, Pb, Cu, Zn ağır metal konsantrasyonları ölçülmüştür ( **Lyngby ve Brix, 1987** ).

Martinčić ve çalışma arkadaşları tarafından 1979 - 1985 yılları arasında Adriatik Denizi' nde yapılan çalışmalar sonucunda midye ve istiridyelerde Akdeniz' in diğer bölgeleri ile karşılaştırıldığında daha az ağır metal kirliliği olduğu bulunmuştur ( **Martinčić et al., 1987** ).

Kuzey Ege Denizi artan kirlenmeden dolayı bazı bölgelerde ağır metal kirliliği önemli düzeylere ulaşması ile gerek sedimenti gerekse *M. galloprovincialis* türlerini tehdit etmektedir. Elde edilen sonuçlar insan sağlığı bakımından tehlikeli düzeye ulaşmadığı gözlenmektedir.

Fakat hızlı nüfus artışı, sanayi ve endüstrinin hızla gelişmesi, arıtma tesislerinin yetersiz hatta olmaması kıyılarımızı tehdit etmektedir. Kirli bölgeler olarak görülen Aliğa bölgesi sanayinin etkisindedir ve kirliliğin en yoğun yaşandığı bölge olarak göze çarpmaktadır. Çandarlı Körfezi'nin diğer bölgeleri balıkçı limanlarının olduğu bölgelerde lokal olarak arttığı gözlemlenmektedir. Dikili Körfezi, limandan kaynaklanan kirlilik yani gemi trafiğinin yoğunlaştığı zaman dilimlerinde artış göstermektedir. Edremit Körfezi ise daha çok turizme bağlı olarak bir kirlilik gözlemlenmektedir. Özellikle Ayvalık Limanı ve sahil kesimi nüfus yoğunluğu, turizm, teknelerden kaynaklanan kirliliğe maruz kaldığı görülmektedir. Ayrıca Burhaniye – Ören ve Akçay Balıkçı Limanları'nda ise teknelerin kullanımına ve turizme bağlı olarak lokal olarak artış görülen bölgelerdir. Çalışma istasyonlarından sadece Sazlıca Plajı ve Sarımsaklı Plajı en temiz bölgeler olarak göze çarpmaktadır. Bu bölgelerden Sarımsaklı Plajı; gelecekte ikincil konut ve kirli suların direk denize deşarjı ile tehlike altına girebileceği düşünülmektedir. Sazlıca Plajı ise bu koyda yer alan balık üretim çiftliği ve turizmin etkisi altındadır. Yerleşim alanlarına uzak olması nedeniyle gelecekte çok büyük tehlike altında olmayacağı düşünülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Kuzey Ege kıyılarında yayılış gösteren *Mytilus galloprovincialis* ve ortam sedimentlerindeki ağır metal kirliliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda sedimentte ölçülen ağır metal analizleri en düşük ve en yüksek değerler olarak ; **bakır** 6,36 – 219,56 µg/g ( kuru ağırlık ); **kurşun** 9,13 – 58,33µg/g ( kuru ağırlık ); **çinko** 10,43 – 250,77 µg/g ( kuru ağırlık ); **kadmiyum** 0,88 – 3,01 µg/g ( kuru ağırlık ) arasında ve *Mytilus galloprovincialis* örnekleri ortalama sonuçlarına göre en düşük ve en yüksek değer; **bakır** 0,53 – 8,40 µg/g yaş ağırlık; **kurşun** 0,53 – 7,96 µg/g yaş ağırlık; **çinko** 7,00 – 40,37 µg/g yaş ağırlık; **kadmiyum** 0,86 – 1,22 µg/g yaş ağırlık şeklinde değiştiği bulunmuştur.

Araştırma bulgularına göre, sediment ve *M. galloprovincialis* örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarının düzeyler; Zn > Pb > Cu > Cd sırasını takip etmektedir. Sedimentteki ve midyedeki ağır metallerin istasyonlara ve mevsimler göre farklılıklarının önemli olduğu yapılan Anova – Varyans Analiz ve Tukey testi ile belirlenmiştir ( p < 0,05 ).

Metal konsantrasyonlarının istasyonlara ve mevsimlere göre de değiştiği bulunmuştur. Sadece Aliağa – PETKİM, Aliağa – Liman ve Aliağa – Plaj istasyonlarında değerler sınır değerlerin üstünde bulunmuştur. Diğer istasyonlarda ağır metal değerleri sınır değerleri içinde yer aldığı saptanmıştır.

**Sonuç olarak**, araştırma süresi Ağustos 2002 – Kasım 2003 olan bir buçuk yılda gösterge olarak kabul edilen sediment ve *Mytilus galloprovincialis* türünde ağır metal düzeyleri araştırılmıştır. Daha önce aynı ve başka türlerle yapılan çalışmalarda belirlenen düzeylerinin karşılaştırılması sonucu, Aliağa ilçesi dışındaki kıyılardaki sediment ve *M. galloprovincialis* türünde, kirlilik düzeyleri günümüzdeki boyutlarda kaldığı takdirde, halk sağlığı açısından Kuzey Ege kıyılarımızda önemli bir sorun yaratmayacağı kanısına varılmıştır.

Aliağa' nın sanayi bölgesi olması nedeniyle çok uzun süreden beri ağır metal kirliliğine maruz kaldığı için tüm kirlilik kaynakları önlenmiş olsa da sedimentteki kirliliğin temizlenmesi ve bu bölgede yaşayan canlılardaki ağır metal kirliliğin azalması çok uzun zaman alacaktır. Bu nedenle endüstri tesislerinin atıklarını tam ve yeterli arıtma yaparak denize deşaj etmesi, su kalite değerlerinin hiçbir zaman üstüne çıkılmaması ve şu andaki düzeye katkı sağlamaması gerekmektedir. Çevre İl Müdürlüklerinin ve belediyelerin bu bölgede sıkı denetimde bulunması arıtma tesislerinin tam çalışmasının sağlanması gerekmektedir.

Temiz bölgelerin bölge halkı ve belediyelerce sahip çıkılması gerekmektedir. Bu bölgede yapılacak tesislere ÇED Raporu hazırlanması mecburi olması gerekmektedir.

Bu yapılan çalışma ile de aynı zamanda bu bölgede çok sınırlı olan literatüre bir katkı sağladığı kanısındayız.

## 6. YARARLANILAN KAYNAKLAR:

1. **ALEMDAĞ, N., TÜFEKÇİ, M., 2000.** Güneydoğu Karadeniz' in su kolonunda bazı fiziksel parametrelerin ve eser elementlerin dağılımı. 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı. 30 Mayıs – 2 Haziran 2000. ODTÜ – Ankara. 69 - 74.
2. **ALKAŞ, D., 2001.** Avrupa Birliği ve Türkiye' de kabuklu canlıların yaşadığı sulara deşarj ile ilgili mevzuatın değerlendirilmesi. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. 5 – 8 Ekim 2001 Bodrum. ( Editörler: Cumhur Gündüz, Ekrem Buhan, Tahir Şenol ). 341 – 345.
3. **ALPARSLAN, M., KUMRU, M, N., YARAMAZ, Ö., SUNLU,U., 1995.** Investigations made during tourism season around Urla related to microbiological and physico-chemical researches. Frenius Envir. Bull. 4. 545 - 549.
4. **ALPARSLAN, M., UYSAL, H., 1991.** Red – Tide periyodunda İzmir Körfezi yöresinde bulunan *Mytilus galloprovincialis Lamarck* üzerinde mikrobiyolojik araştırmalar. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri Ve Teknolojisi Enstitüsü Canlı Deniz Kaynakları Anabilim Dalı. İzmir - 1991. 1 – 67.
5. **ALPBAZ, A., 1993.** Kabuklu ve eklembacaklılar yetiştiriciliği ( 2. Baskı ). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yayınları No: 26. 3 - 31.
6. **ANAGNOSTOU, Ch., KABERI, H., KARAGEORGIS, A., 1998.** Horizontal and vertical distribution of heavy metals in sediments from Thermaikos Gulf. Rapp. Comm. int. Mer. Médit., 35 ( 1 ). C.I.E.S.M. Dubrovnik ( Croatie ). 222 - 223.
7. **ANGELIDIS, M.O., ALOUPI, M., 1995.** Metals in sediments of Rhodes Harbour, Greece. Marine Pollution Bulletin. Vol. 31. Nos: 4 -12. 273 - 276.
8. **ANGELIDIS,M.O., ALOPI, M.,1998.** Evalution of metal pollution in the coastal sediments of Lesvos Island, Aegean Sea. Rapp. Comm. int. Mer. Médit., 35 ( 1 ). C.I.E.S.M. Dubrovnik (Croatie ). 2265 - 227.
9. **ARIMAN, H., DÜZGÜNEŞ, E., 2004.** Doğu Karadeniz' de ( Trabzon ) sal sisteminde ip kolektörlerle midye ( *Mytilus galloprovincialis Lam., 1819* ) spatlarının toplanması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt: 21. Sayı: 1 - 2. 43 - 47.

10. **ATAYETER, S., KÖKSAL, G., 1991.** Anadolu Kavağı yöresi midye türünde ( *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 ) bazı ağır metal birikimlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara. 1 - 94.
11. **BALDWIN, S., DEAKER, M., MAHER, W., 1994.** Low - volume microwave digestion of marine biological tissues for the measurement of trace elements. Analyst. Vol. 119. 1701 - 1704.
12. **BAT, L., ÇULHA, M., AKBULUT, M., GÜNDOĞDU, A., SEZGİN, M., 1998.** Toxicity of zinc and copper to the hermit crab *Diogenes pugilator* ( Roux ). Turkish J. Marine Sciences 4. 39 – 48.
13. **BEI, F., CATSIKI, V. A., STROGYLOUDI, E., 1998.** Seasonal and spatial variation of Cu, Cr, Ni, and Pb concentrations in *Mytilus galloprovincialis* of Saronikos Gulf, Gerece. Rapp. Comm. int. Mer. Médit., 35 ( 1 ). C.I.E.S.M. Dubrovnik ( Croatie ). 230 - 231.
14. **BERNHARD, M., 1978.** Heavy metals and chlorinated hydrocarbons in the Mediterranean. Ocean Manage. 3. 253 - 313.
15. **BEŞERGİL, B., ÇELİK, A., 2002.** Enstrümental Analiz 1 ( Spektroskopik Yöntemler ). Celal Bayar Üniversitesi Fen – Edebiyat Fakültesi Sayı No: 20. 279 – 290.
16. **BETTINELLI, M., BARONI, U., PASTORELLI, N., 1989.** Microwave oven sample dissolution for the analysis of environmental and biological materials. Analytica Chimica Acta, 225. 159 - 174.
17. **BİLECİK, N., 1989.** Midye ve yetiştiriciliği. T.C. Tarım Orman Ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Seri A. Yayın No: 2. 1 - 40.
18. **BORAN, M., KARAÇAM, H., 1997.** Trabzon sahillerindeki midyelerde ( *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 ) ağır metal düzeyleri. Su Ürünleri Dergisi. Cilt No:14. Sayı: 3 – 4. Bornova - İzmir. 336 - 344.
19. **BRYAN, G. W., 1984.** Pollution due to heavy metals and their compounds. Marine Ecology, Vol. 5, Part 3 ( Ed; Otto Kine ). John Wiley & Sons Ltd. 1289 – 1431.



20. **CAMPANELLA, L., CONTI, M. E., CUBADDA, F., SUCAPANE, C., 2001.** Trace metals in seagrass, algae and molluscs from an uncontaminated area in the Mediterranean. *Environmental Pollution* 111. 117 - 126.
21. **CANLI, M., ATLI, G., 2003.** The relationships between heavy metal ( Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn ) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution* 121. 129 - 136.
22. **CARDELLICCHIO, N., DECATALDO, A., DI LEO, A., GIANDOMENICO, S., 2002.** Trace metal bioaccumulation in mussels ( *Mytilus galloprovincialis* ) and relationship with environmental and physiological factors. 8th FECS Conference 202. Poster Presentations Session 2. *Environ. Sci & Pollut. Res. Special Issue 3*: 174.
23. **CATSIKI, V. A., STROGYLOUDI, E., 1999.** Survey of metals in common fish species from Greek waters. *The Science Of The Total Environment* 237 / 238. 387 - 400.
24. **CHE, Y., HE, Q., LIN, W.-Q., 2003.** The distributions of particulate heavy metals and its indication to the transfer of sediments in The Changjiang Estuary and Hangzhou Bay, China. *Marine Pollution Bulletin* 46. 123 – 131.
25. **CONTI, M. E., CECCHETTI, G., 2003.** A biomonitoring study: Trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environmental Research* 93. 99 - 112.
26. **COOK, J. M., GARDNER, M. J., GRIFFITHS, A. H., JESSEP, M. A., RAVENSCROFT, J. E., YATES, R., 1997.** The comparability of sample digestion techniques for the determination of metals in sediments. *Marine Pollution Bulletin*, Vol.:34 No: 8. 637 - 644.
27. **ÇETİNGÜL, V., AYSEL, V., 1998.** Ekonomik değerdeki bazı kahverengi ve kırmızı alglerin ağır metal düzeyleri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt No: 15. Sayı: 1 - 2.* 63 - 76.
28. **DAMIANIDIS, P., CHINTIROGLOU, C.C., 1998.** Feeding guilds of polychaetes associated with *Mytilus galloprovincialis* ( *Lam.* ) assemblage in The North Aegean Sea. 35th CIESM CONGRESS PROCEEDINGS ( *Commission Internationale Pour L'Exploration Scientifique De La Mer Méditerranée* ) Volume 35 ( 2 ). Dubrovnik (Croatie ). 416 - 417.

- 29. DAMOĞLU, E., UYSAL, H., 1990.** İzmir Körfezi zooplanktonunda bazı ağır metallerin mevsimsel değişiminin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Anabilim Dalı. Bornova-İzmir. 1 - 22.
- 30. DEMİRSOY, A., 1999.** Yaşamın temel kuralları omurgasızlar = invertebrata ( Böcekler dışında) Cilt-II / Kısım – I. 3. Baskı. Ankara. 572 - 591.
- 31. DOĞAN, F., 1994.** Ege Denizi' nin kirlilik durumu ve halk sağlığı ilişkisi. Belediye Yayınları No: 7. Kıyı Sorunları Ve Çevre Sempozyumu. 10 - 11 Kasım 1994. Kuşadası - Türkiye. 354 – 359.
- 32. DOĞAN, F., 1998.** Uygulamalı çevre bilimi ve epidemiyolojisi. Ege Üniversitesi Ödemiş Sağlık Yüksekokulu Yayınları No: 1 ( 1. Basım ). 252 – 253
- 33. EFTELLİOĞLU, N., UYSAL, H., 1989.** İzmir Körfezi' nde yaşayan *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck )' da bazı iz element ( Fe, Zn, Cu, Pb, Mn ) konsantrasyonlarının mevsimsel ve lokaliteye göre değişimlerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. 1 – 22.
- 34. EGEMEN, Ö., 1999.** Çevre ve su kirliliği (2. Baskı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 42. 101.
- 35. EGEMEN, Ö., ALPARSLAN, M., SUNLU, U., 1997.** Çanakkale' de (Karacaören ve Kepez ) toplanan midyelerde ( *Mytilus galloprovincialis* Lamarck ) bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması. Su Ürünleri Dergisi. Cilt No: 14. Sayı: 1 – 2. Bornova - İzmir. 189 - 196.
- 36. EGEMEN, Ö., SUNLU, U., KAYMAKÇI, A.,1998.** Heavy metal concentrations in some molluscs and in surficial sediments from Izmir Bay / Turkey. Rapp. Comm. int. Mer. Médit., 35 ( 1 ). C.I.E.S.M. Dubrovnik ( Croatie ). 250 - 251.
- 37. EGEMEN, Ö., SUNLU, U.,1996.** Su kalitesi ( Ders kitabı ) ( II. Baskı ). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 14. 102.
- 38. EPA ( Environmental Protection Agency ), 1994.** Method 3051: Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. 1 - 12.

- 39. ERDEM, E., SAYDAM, C., 1988.** Haliç yüzey sedimanlarında iz elementlerin dağılımı. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü Kimyasal Oşinografi Anabilim Dalı. Eylül - 1988. 1 - 89.
- 40. ERGİN, M., SAYDAM, C., BAŞTÜRK, Ö., ERDEM, E., YÖRÜK, R., 1991.** Heavy metal concentration in surface sediments from the two coastal inlets ( Golden Horn Estuary and Izmit Bay ) of The Northeastern Sea of Marmara. *Chemical Geology*, 91. 269 - 285.
- 41. ESCRICHE, J. M., GARCIA, A. P., HERNANDEZ, F. H., BLASCO, J. B. B., UBEDA, C. B., 1984.** Levels of heavy metals and organochlorine pesticides in marine sediments and organisms. *Villes Journées Étud. Pollutions*, Lucerne, C.I.E.S.M. 433 – 434.
- 42. EWERS, U., SCHLIPKÖTER, H. W., 1991.** Metals and their compounds in the environment ( Occurrence, analysis, and biological relevance ). ( Ed: Ernest Merian ) ISBN 3 - 527 - 26521 - X ( VCH, Weinheim ). **971 - 1014.**
- 43. FAO, 1977.** Manuel des methodes de recherche sur l' environnement aquatique: troisieme partie. Echantillonnage Et Analyse De Material Biologique Decumant Technique Sur Les Peches. No: 158.
- 44. FICHET, D., BOUCHER, G., RADENAC, G., MIRAMAND, P., 1999.** Concentration and mobilisation of Cd, Cu, Pb And Zn by meiofauna populations living in harbour sediment: Their role in the heavy metal flux from sediment to food web. *The Science Of The Total Environment* 243 / 244. 263 - 272.
- 45. FYTIANOS, K., VASILIKIOTIS, G. S., 1983.** Concentration of heavy metals in seawater and sediments from The Northern Aegean Sea, Greece. *Chemosphere*, Vol: 12 No: 1 83 - 91.
- 46. GELDİAY, R., KOCATAŞ, A., 1972.** Denizlerde pollusyon ( Tarif, araştırma metodları, tipleri, hidrografik ve biyolojik sonuçları ). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Monografiler Serisi No: 13. Bornova – İzmir. E. Ü. Matbaası. 1 - 67.
- 47. GELDİAY, R., KOCATAŞ, A., 2002.** Deniz biyolojisine giriş ( Ders kitabı ) ( 5. Baskı ). Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 31. 50 - 51.

48. **GELDİAY, R., UYSAL, H.,** 1971. İzmir Körfezi ve civarında tesbit edilen *Mytilidae* türleri. E.Ü. Fen Fakültesi İlmî Raporlar Serisi No: 113.
49. **GEY, H. 1988.** Türkiye' nin Ege Denizi kıyılarında avlanan levrek ( *Dicentrachus labrax* ( L. ) ve dil balıklarında ( *Solea vulgaris Quensel* ) bazı iz elementlerin birikim düzeylerinin araştırılması. IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21 - 23 Eylül 1988. Cilt: 2. Sivas. 449 - 455.
50. **GÖKÇEL, H. İ., ERTAŞ, F. N.,** 2002. Kimyasal eser analizlerde örnek alma ve hazırlama. Kimyasal Eser Analiz Yaz Okulu II. 21 – 25 Ekim 2002. 275 – 302.
51. **GÜNDÜZ, T.,** 1990. İnrümental Analiz ( 2. Baskı ). Bilge Yayıncılık Tercüme ve Dağıtım. 317 – 329.
52. **GÜNDÜZ, T.,**1998. Çevre sorunları ( 2. Baskı ).Gazi Büro Kitabevi Tic. Ltd. Şti. 130 - 148.
53. **GÜNER, H., AYSEL, V., ÖZELSEL, S., SUKATAR, A.,** 1987. Periodical variation of trace elements accumulations in some algae found in The Bay of Izmir. Rev. Int. Océanogr. Méd. Tomes LXXXV – LXXXVI. 52 - 55.
54. **HARITONIDIS, S., MALEA, P.,** 1999. Bioaccumulation of metals by the green algae *Ulva rigida* from Thermaikos Gulf, Greece. Environmental Pollution 104. 365 - 372.
55. **İKUTA, K.,** 1967. Studies on accumulation of heavy metal in aquatic organisms – I. On the copper contents in oysters. Bulletein Of The Japanese Society Of Scientific Fisheries. Vol. 33. No: 5. 405 - 409.
56. **KARA, F. Ö., GURBET, R.** 1999. Ege Denizi balıkçılığı üzerine araştırma. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Seri B Yayın No: 5. 7.
57. **KIRATLI, N., ERGİN, M., SAYDAM, A. C.,** 2000. İstanbul Halici sedimanlarında metal birikimi ve Marmara Denizi' ne taşınımının tarihçesi. 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı. 30 Mayıs – 2 Haziran 2000. ODTÜ – Ankara. 226 – 231.

- 58. KOCAHAN, İ., KIRATLI, N., 1999.** Marmara Denizi demersal balıklarında ağır metal kirliliği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü. Kimyasal Oşinografi Anabilim Dalı. Mayıs - 1999. 1 – 187.
- 59. KOCATAŞ, A., 1986.** Kirlenmenin denizel ortamda neden olduğu biyolojik değişimler ve İzmir Körfezi örneği. 8. Ulusal Biyoloji Kongresi, 3 - 5 Eylül 1986. İzmir. Mikrobiyoloji, Hidrobiyoloji Ve Zooloji Tebliği Cilt: 2. 405 - 415.
- 60. KOÇBAŞ, F., UYSAL, H., 1999.** *Arbacia lixula* ( LINNAEUS,1758 )' in embriyonik gelişim safhaları üzerinde kalay ( Sn )' ın toksik etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Anabilim dalı Hidrobiyoloji Programı. Manisa – 1999. 1 - 37.
- 61. KOOPMANN, C., PRANGE, A., 1991.** Multielement determination in sediments from The German Wadden Sea - Investigations on sample preparation techniques. Spectrochimica Acta Vol. 46B, No. 10. 1395 - 1402.
- 62. KORZENIEWSKI, K., NEUGEBAUER, E., 1991.** Heavy metals contamination in the polish zone of Southern Baltic. EMECS' 90. Volume 23.
- 63. KÜÇÜKSEZGİN, F., 2001.** Distribution of heavy metals in the surficial sediments of Izmir Bay ( Turkey ). Toxicological And Environmental Chemistry, Vol. 80. 203 – 207.
- 64. KÜÇÜKSEZGİN, F., ALTAY, O., ULUTURHAN, E., KONTAŞ, A., 2001.** Trace metal and organochlorine residue levels in red mullet ( *Mullus Barbatulus* ) from The Eastern Aegean, Turkey. Wat. Res. Vol: 35. No: 9. 2327 – 2332.
- 65. KÜÇÜKSEZGİN, F., BALCI, A., 1994.** Heavy metal concentrations in selected organisms from Izmir Bay, Turkey. Marine Pollution Bulletin, Vol: 28. No: 5. 333 – 335.
- 66. LOBEL, P. B., MOGIE, P., WRIGHT, D. A., WU, B. L., 1982.** Metal accumulation in four molluscs. Marine Pollution Bulletin. Vol. 13. No: 5. 170 - 174.
- 67. LYNGBY, J. E., BRIX, H., 1987.** Monitoring of heavy metal contamination in The Limfjord, Denmark, using biological indicators and sediment. The Science Of The Total Environment, 64. 239 - 252.

- 68. MARTINČIĆ, D., KWAKAL, Ž., BRANICA, M., STOEPLER, M., 1987.** Trace metals in selected organisms from The Adriatic Sea. *Marine Chemistry*, 22. 207 - 220.
- 69. McCARTHY, H.T., ELLIS, P.C., 1991.** Comparison of microwave digestion with conventional wet ashing and dry ashing digestion for analysis of lead, cadmium, chromium, copper, and zinc in shellfish by Flame atomic Absorption Spectroscopy. *Assoc. Off. Anal. Chem. Vol. 74. No. 3.* 566 - 569.
- 70. NÓBREGA, J., TREVIZAN, L., ARAÚJO, G., NOGUEIRA, A. R. A., 2002.** Focused-microwave- assisted strategies for sample preparation. *Spectrochimica Acta Part B* 57. 1855 - 1876.
- 71. OHNESORGE, F. K., WILHELM, M., 1991.** Metals and their compounds in the environment ( Occurrence, analysis, and biological Relevance ). (Ed: Ernest Merian ) ISBN 3 - 527 – 26521 - X ( VCH, Weinheim ). 1309 - 1342.
- 72. OPAK, Y., BAŞARAN, D., 1994.** *Nasturtium officinale* ( Su teresi ) ile  $Cu^{+2}$ ,  $Ni^{+2}$ ,  $Cr^{+3}$  ve  $Mn^{+2}$  nın biyosorplanması, *Solanum tuberosum* ( patates ) yumrularında topraksız ortamlarda elektrik alanı ile yeniden yumru oluşturulması ve *Cuscuta monogyna Vahl'* nın *Persica vulgaris* ( şeftali ) meyvelerinin morfolojisini ve randımanlarına olan etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Diyarbakır -1994. 36 - 37.
- 73. ORAL, R., UYSAL, H., 1987.** Midyelerin yapay ve doğal gelişimi ile üretimi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri Ve Teknolojisi Enstitüsü Canlı Deniz Kaynaklar Programı. Konak - İzmir.1 - 34.
- 74. ÖZTÜRK, İ., KARAÇAM, H., 1994.** Midyelerde ( *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819 ) bakteriyel kontaminasyon ve bazı ağır metal ( Cu, Pb, Zn ) biyoakümülyasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı Balıkçılık Teknolojisi Mühendislik Programı. Trabzon. 1 - 71.
- 75. ÖZTÜRK, M. A, ERDEM, Ü., SUKATAR, A., SEÇMEN, Ö., GÜNER, H., 1993.** Costal Mediterranean plants cover and pollutants a case study from Izmir, Turkey. Pour Qui La Méditerranée Au 21<sup>ème</sup> Siècle? Le système Littoral Méditerranéen. Actes Du Colloque Scientifique Montpellier France, 22 - 23 Avril 1993. 198 - 201.

- 76. ÖZTÜRK, M., 1997.** Karadeniz' in Sinop kıyılarından örneklenen *Mytilus galloprovincialis* ve *Cystoseira barbata* türlerindeki ağır metal düzeyleri. S. D. Ü.Eğridir Su Ürünleri Fak. Dergisi 5., 82 - 91.
- 77. ÖZTÜRK, M., BAT, L., ÖZTÜRK, M., 1996.** Karadeniz' in Sinop kıyılarında örneklenen bir karides türünde ( *Palaemon elegans Rathke 1837* ) bazı ağır metallerin birikim düzeyleri. Tarım – Çevre İlişkileri Sempozyumu - Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı-. 13 – 15 Mayıs. Mersin Ün. Müh. Fak. Bil. Kit. 366 – 374.
- 78. ÖZTÜRK, M., ERDEM, M., 1991.** Sinop ili iç ve dış koy ve limanlarında yayılış gösteren iki omurgasız ve iki alg türünde bazı ağır metal birikim düzeyleri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sinop. 1 - 85.
- 79. ÖZTÜRK, M., ERDEM, M., ÖZTÜRK, M.; 1996.** Karadeniz' in Sinop kıyılarında örneklenen *Mytilus galloprovincialis* ve *Cystoseira barbata* türlerindeki ağır metal düzeyleri. XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi. 17 - 20 Eylül. İstanbul. Çevre Biyolojisi Sektörünü. 31.
- 80. ÖZTÜRK, M., ÖZTÜRK, M., BAT, L., 1996.** Karadeniz' in Sinop kıyılarında yayılış gösteren iki alg türünün yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikimi düzeylerinin karşılaştırılması. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi. Cilt No: 13. Sayı: 3 - 4. 409 - 423.
- 81. PARLAK, H., 1986.** Kefal balıkları ( *Mugil spp.* )' nın organ ve dokularında Cd, Pb ve Fe birikimlerinin araştırılması. 8. Ulusal Biyoloji Kongresi, Mikrobiyoloji, Hidrobiyoloji ve Zooloji Tebliğleri. 3 - 5 Eylül 1986. İzmir. 462 - 469.
- 82. PEMPKOWIAK, J., SIKORA, A., BIERNACKA, E., 1999.** Speciation of heavy metals in marine sediments vs their bioaccumulation by mussels. Chemosphere, Vol. 39. No: :2. 313 - 321.
- 83. PHILLIPS, S. J., 1977.** The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments - A Review. Environ. Pollut. ( 13 ). 281 - 317.

84. **PORTMANN, J. E., 1972.** Possible dangers of marine pollution as a result of mining operations for metal ores. *Marine Pollution and Sea Life*. Mario RUNO ( Ed.) FAO. 343 – 346.
85. **PUENTE, X., VILLARES, R., CARROL, E., CARBALLEIRA, A., 1996.** Nacreous shell of *Mytilus galloprovincialis* as a biomonitor of heavy metal pollution in Galiza ( NW Spain ). *The Science Of The Total Environment*. 183. 205 - 211.
86. **RAINBOW, P. S., WOLOWICZ, M., FIALKOWSKI, W., SMITH B. D., SOKOLOWSKI, A., 2000.** Biomonitoring of trace metals in The Gulf Of Gdansk, using mussels ( *Mytilus trossulus* ) and barnacles ( *Balanus improvisus* ). *Wat. Res.* Vol. 34, No. 6. 1823 -1829.
87. **RAINBOW, P.S., 1995.** Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, V. 31, Nos 4 -12. 183 - 192.
88. **RAVANELLI, M., TUBERTINI, O., VALCHER, S., MARTINOTTI, W., 1997.** Heavy metal distribution in sediment cores from Western Ross Sea ( Antarctica ). *Water, Air And Soil Pollution* 99. 697 – 704.
89. **RAYMENT, G. E., BARRY, G., 2000.** Indicator tissues for heavy metal monitoring - additional attributes. *Marine Pollution Bulletin* No: 41, Nos: 7 - 12. 353 - 358.
90. **REGOLI, F., ORLANDO, E., 1994.** Accumulation and subcellular distribution of metals (Cu, Fe, Mn, Pb and Zn ) in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* during a field transplant experiment. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 28. No: 10. 592 - 600.
91. **RESMİ GAZETE., 1988.** Sayı: 19919 Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 4. 9,1988 tarih.
92. **RESMİ GAZETE.,1991.** Sayı: 20884. 28 Mayıs 1991 tarih.
93. **RILEY, J. P., SEGAR, D. A., 1970.** The distribution of the major and some minor elements in marine animals. I. Echinoderms And Coelenterates. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 50. 721 - 730.
94. **ROZHANSKAYA, L. I., 1967.** Manganese, copper and zinc in the plankton, benthos and fishes of The Sea of Azov. *Oceanology* Vol. 7. 803 - 807.



95. **SALIHOĞLU, İ., SAYDAM, C., TUĞRUL, S., YEMENİCİOĞLU, S., 1984.** Kalayın Kuzeydoğu Akdeniz' deki biyolojik ve kimyasal dağılımı. TÜBİTAK Çevre Araştırma Grubu. Proje No: ÇAG - 59. Aralık - 1984. 1 - 66.
96. **SAMSUNLU, A., AKÇA, L., 1999.** Costal pollution and mitigation measures in Turkey. Wat. Sci. Tech. Vol. 39, No: 8. 13 - 20.
97. **SANDRONI, V., SMITH, C. M. M., 2002.** Microwave digestion of sludge, soil and sediment samples for metal analysis by Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectrometry. Analytica Chimica Acta 468. 335 - 344.
98. **SANDRONI, V., SMITH, C. M. M., DONOVAN, A., 2003.** Microwave digestion of sediment, soils and urban particulate matter for trace metal analysis. Talanta 60. 715 - 723.
99. **SASTRE, J., SAHUQUILLO, A., VIDAL, M., RAURET, G., 2002.** Determination of Cd, Cu, Pb and Zn in environmental samples: Microwave- assisted total digestion versus aqua regia and nitric acid extraction. Analytica Chimica Acta 462. 59 - 72.
100. **SAWIDIS, T., BROWN, M. T., ZACHARIADIS, G., SRATIS, I., 2001.** Trace metal concentrations in marine macroalgae from different biotopes in The Aegean Sea. Environment International 27. 43 - 47.
101. **SAWIDIS, Th., VOULGAROPOLOS, A. N., 1986.** Seasonal bioaccumulation of Iron, cobalt and copper in marine algae from Thermaikos Gulf of The Northern Aegean Sea, Greece. Marine Environmental Research 19. 39 - 47.
102. **SCHEINBERG, H., 1991.** Metals and their compounds in the environment (Occurrence, analysis, and biological relevance ). ( Ed: Ernest Merian ) ISBN 3 – 527 – 26521 - X (VCH, Weinheim ). 893 - 908.
103. **SPONZA, D., KARAOĞLU, N., 2002.** Environmental geochemistry and pollution studies of Aliağa Metal Industry District. Environment International 27. 541 - 553.
104. **STAGNAR, P., KOSTA, L., RAVNIK, V., ŠTIRN, J., BYRNE, A. R., DERMELJ, M., 1978.** Trace elements in mesopelagic and some coastal fish from Adriatic. XXVI<sup>th</sup>

Congress And Plenary Assembly Of I.C.S.E.M. ( November24 - December 2, 1978 )  
Antalya - Turkey.

105. **STOEPLER, M., 1991.** Metals and their compounds in the environment (Occurrence, analysis, and biological relevance ). (Ed: Ernest Merian ) ISBN 3 – 527 - 26521 – X ( VCH, Weinheim ). 803 - 851.
106. **SULKIN, V. M., PRESLEY, B. J., KAVUN, V. L., 2003.** Metal concentrations in mussel *Crenomtilus grayunus* and oyster *Crassostrea gigas* in relation to contamination of ambient sediments. Environment International 29. 493 - 502.
107. **SUNLU, U., EGEMEN, Ö., 1998.** Homa Dalyanı ve İzmir Körfezi' nin ( Ege Denizi ) farklı bölgelerindeki kirlenme durumu ile bazı ekonomik balık türlerinde ağır metal düzeylerinin araştırılması. Su Ürünleri Dergisi. Cilt No: 15. Sayı: 3 – 4. Bornova - İzmir. 241 – 261.
108. **SUNLU, U., YARAMAZ, Ö., 1994.** SÜFA ( HOMA ) Dalyanı ve Ege Denizi' nin farklı bölgelerindeki kirlenme durumu ile bazı ekonomik balık türlerinde ağır metal düzeylerinin araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Kod No: 10.7777.1800.000. 1 – 171.
109. **SURES, B., TARASCHEWSKI, H., HAUG, C., 1995.** Determination of trace metals (Cd, Pb ) in fish by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry after microwave digestion. Analytica Chimica Acta 311. 135 - 139.
110. **SZEFER, P., KİM, B.-S., KIM, C.-K., KIM, E.-H., LEE, C. B., 2004.** Distribution and coassociations of trace elements in soft tissue and byssus of *Mytilus galloprovincialis* relative to the surrounding seawater and suspended matter of The Southern Part of The Korean Peninsula. Environmental Pollution 129. 209 - 228.
111. **SZEFER, P., KUSHIYAMA, S., SZEFER, K., FRELEK, K., GELDON, J., 1997.** Distribution and association of trace metals in tissue and byssus of *Mytilus edulis* from The East Coast of Kyushu Island, Japan. Arc. Environ. Contam. Toxicol. 32: 184 - 190.
112. **SZEFER, P., SZEFER, K., 1991.** Concentration and discrimination factors for Cd, Pb, Zn and Cu in benthos Of Puck Bay, Baltic Sea. The Science Of Tthe Total Environment, 105 ( 1991 ) Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam. 127 - 133.

113. **TALBOT, V., CHEGWIDDEN, A., 1983.** Heavy metals in the sediments of Cockburn Sound, Western Australia and its surrounding areas. Environmental Pollution ( Series B ) 5. 187 - 205.
114. **TANBAY ( UĞUR ), A., YENER, G., 1998.** Gökova Körfezi deniz sediment korlarında radyoaktif Pb, Po, Cs, Am ve Pu izotoplarının dağılımının incelenmesi, Sedimentasyon hızı ve tarihleme çalışmalarında kullanılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nükleer Bilimler Anabilim Dalı Kod: 10.8888.6700.000. 128 - 129.
115. **TOPÇUOĞLU, S., KIRBAŞOĞLU, Ç., GÜNGÖR, N., 2002.** Heavy metals in organisms and sediments from Turkish Coast of The Black Sea, 1997 – 1998. Environment International. 27. 521 – 526.
116. **TUNCER, G., BALKAŞ, T. İ., 2000.** Çevresel bilgi edinme alanı olarak sedimanlar: Güneybatı Karadeniz sedimanlarında bulunan metallerin kaynakları. 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı. 30 Mayıs – 2 Haziran 2000. ODTÜ – Ankara. 57 – 61.
117. **TUNÇER, S., 1980.** Civa ve kadmiyumun midyeler “ *Mytilus edulis* ( L. ) ” üzerindeki karşılıklı toksik etkileri. VII. Bilim Kongresi, Matematik, Fiziki Ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu. Tebliğ Özetleri ( Biyoloji Seksiyonu ). 6 - 10 Ekim 1980. Kuşadası - Aydın. 125.
118. **TUNÇER, S., 1982.** Accumulation du mercure et du cadmium chez *Mytilus edulis* (L.) par le milieu et par la nourriture ( *Mytilus edulis* ( L. ) ’ lerede civa ve kadmiyumun ortamdaki ve besin yoluyla birikimi ). E. U. Faculty Of Science Journal Series B, Vol. V, NR. 1, Year : 1980 - 1982. 85 - 93.
119. **TUNÇER, S., 1982.** Toxicite et accumulation du mercure et du cadmium chez *Nereis diversicolor* Müler. E. U. Faculty Of Science Journal series B, Vol. V. 41 - 47.
120. **TUNÇER, S., 1987.** Recherches des parametres physico - chimiques et des sels nutritifs dans les baies D’ Izmir et D’ Aliaga ( Turquie ). Rev. Int. Océanogr. Méd. 75 - 83.

121. **TUNÇER, S., 1990.** Variation de teneurs des metaux lourds chez certaines algues sur la côte Egéenne Turque. Thalassographica ( National Centre For Marine Research ) Vol: 13 Suppl. 3. 51 - 60.
122. **TUNÇER, S., 1994.** Accumulation of copper in muscle tissue and liver on some benthic species along The Eastern Black Sea Coast. Biocentre Uni. Marine Biology - Vienna / Austria.
123. **TUNÇER, S., AYAZ, F. A., 1996.** Fatty asids and some essential elements of marine phanerogam *Zostera marina* ( L. ) from Turkish Eastern Black Sea Coast. 31<sup>st</sup> European Marine Biology Symposium.9<sup>th</sup> to 13<sup>th</sup> September . Saint Petersburg. 78 - 79.
124. **TUNÇER, S., BAYSAL, A., 1989.** Doğu Karadeniz' in bazı pelajik ve bentik türlerinde gamma radyoaktivite düzeylerinin araştırılması. Radyoaktif Atıklar, Çevre Ve Sağlık Sempozyumu Bildirileri. ( Ed: Altın, V., Borak, F., Curi, K., Kocasoy, G. ) Boğaziçi Üniversitesi, 3 - 5 Mayıs 1989. İstanbul. 297 - 302.
125. **TUNÇER, S., UYSAL, H., 1982.** Etude des metaux lourds chez les mollusques dans les différentes zones de la baie d' İzmir ( Turquie ). VI Jour Edud. Poll. 307 - 317.
126. **TUNÇER, S., UYSAL, H., 1983.** The distribution of total mercury in sediment samples of Izmir Bay and its accumulation in soles ( *Solea vulgaris* ). Mabahiss / John Murray International Symposium On Marine Science Of The North - West Indian Ocean And Adjacent Waters. 3 - 7 Sep. 1983. Alexandria - Egypt. 1 - 7.
127. **TUNÇER, S., UYSAL, H., 1985.** İzmir ve Çandarlı ( Aliağa Limanı ) Körfezleri' nde yaşayan bazı mollusk, alg ve ortamlarındaki ağır metal kirlenmesi ile ilgili araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Hidrobiyoloji Ve Su Ürünleri Araştırma – Uygulama Merkezi. İzmir. 1 - 86.
128. **TUNÇER, S., UYSAL, H., 1988.** İzmir ve Çandarlı ( Aliağa Limanı ) Körfezleri' nde yaşayan bazı mollusk türlerinde ağır metal kirlenmesi ile ilgili araştırma. Doğa. TU Müh. Ve Çev. D.C.12 S: 3. 350 - 368.
129. **TUNÇER, S., YARAMAZ, Ö., 1986.** Etudes des métaux lourds ( Zn, Cu, Pb, Cd, Hg<sub>T</sub> ) chez certains organismes autour de L' İle Karantina ( Urla / İzmir – Turquie )

XXX. Congrès – Assemblée Pl ni re. Palma de Majorque, CIESM, Vol. 30, Fasc 2, C – 36 – 44.

130. **TUNÇER, S., YARAMAZ,  ., 1992.** Heavy metals and other elements in *Zostera marina* L. on The Trabzon Coast Line ( Black Sea; Turkey ). Rapp. Comm. Int. Mer. M dit., 33. Trieste ( Italie ). 186.
131. **TÜRKAN,  ., ÖZTÜRK, M., SUKATAR, A., 1989.** Heavy metal accumulation by the algae in The Bay of Izmir, Turkey. Rev. Int.. Oc anogr. Müd. Tomes LXXXIII - LXXXIV. 71 - 76.
132. **TÜRKİYE ÇEVRE ATLASI - 96. 1997.** evre Bakanlığı Yayın No: 4. ED ve Planlama Genel Müdürlüğü evre Envanteri Dairesi. İstanbul. 11 – 12.
133. **TÜRKMAN, A., 1994.** Eysel atıkların deniz suyu kalitesi üzerine etkileri ve birincil üretim in  l lmesi. Belediye Yayınları No: 7. Kıyı Sorunları Ve evre Sempozyumu. 10 - 11 Kasım 1994. Kuşadası - Türkiye. 169 – 182.
134. **TÜRKMEN, Ő., MÜEZZİNOĞLU, A., 1984.** Çandarlı Körfezi' nde deniz suyunda bakır (Cu ), inko ( Zn ), kadmiyum ( Cd ), civa ( Hg ) dağılımlı ve bunların mevsimsel değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri Ve Teknolojisi Enstitüsü.1 -172.
135. **USLU, O., TÜRKMAN, A., 1987.** Su kirliliği ve kontrolü. T.C. BaŐbakanlık evre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1. 267 - 280.
136. **UYSAL, H., 1970.** "Türkiye sahillerinde bulunan midyeler " *Mytilus galloprovincialis Lamarck* "  zerine biyolojik ve ekolojik araştırmalar. E.  . Genel Zooloji Kürsüsü. 7 - 31.
137. **UYSAL, H., 1974.** eŐitli bölgelerdeki *Mytilus galloprovincialis ( Lamarck )* ' de bazı eser elementlerin distrib syonu. E. Ü. Fen Fakültesi İlimi Raporlar Serisi No: 165.
138. **UYSAL, H., 1978.** The effects of some pollutants on *Mytilus galloprovincialis Lam.* and *Paracentrotus lividus Lam.* in Tthe Bays of Izmir and Aliağa Ives Journes Etud Pollutions, 313 - 317. Antalya. C.I.E.S.M.

139. **UYSAL, H., 1997.** Pollusyon ( Ders Notları ). Celal Bayar Üniversitesi. Fen – Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü. Manisa. 1 – 43.
140. **UYSAL, H., TUNÇER, S., 1982.** Levels of heavy metals in some commercial food species in The Bay of Izmir ( Turkey ). VI<sup>es</sup> Journées Étud. Pollutions, Cannes, C.I.E.S.M. 323 - 327.
141. **UYSAL, H., TUNÇER, S., 1983.** İzmir Körfezi pollusyonlu zemininde yaşayan *Arca amygdalum Philippi, 1847* ve *Corbula gibba Olivi'* deki ağır metal konsantrasyonlarının dağılımı. E. Ü. Faculty Of Science Journal Series B, Suppl., 542 - 548.
142. **UYSAL, H., TUNÇER, S., 1984.** A comparative study on the heavy metal concentrations in some fish species and in the sediments from Izmir Bay. VII<sup>es</sup> Journées Étud. Pollutions, Lucerne, C.I.E.S.M. 275 - 284.
143. **UYSAL, H., TUNÇER, S., 1985.** Accumulation of some heavy metals ( Cu, Mn, Zn, Fe, Cd, Hg<sub>t</sub> ) in certain organs and tissues of scad ( *Trachurus trachurus L.* ) and anchovy ( *Engraulis encrasicolus L.* ) in The Bay of Izmir. UNESCO Reports In Marine Science. Mabahiss / John Murray International Symposium On Marine Science Of The North - West Indian Ocean And Adjacent Waters. 3 - 7 Sep. 1983. Alexandria - Egypt.
144. **UYSAL, H., TUNÇER, S., YARAMAZ, Ö., 1986.** Comparative study of heavy metals in common edible organisms from Aegean Coast of Turkey. Rapports Et Procès - Verbaux Des Rèunions. Condensès Des Travaux Prèentès Lors Du XXX. Congrès - Assemblée Plènière Palma De Majorque ( Espagne ). Volume: 30, Fascicule: 2. L-IV 12.
145. **UYSAL, H., TUNÇER, S., YARAMAZ, Ö., 1986.** Heavy metals in the flesh of *M. barbatus* and *D. annularis* from polluted and unpolluted zone in The Bay of Izmir. Biologia Gallo-hellenica Vol. 12. 3e Congrès International Sur La Zoogèographie Et L'ècologie De La Grèce Et Des Règions Avoisnantes - Patras. Avril 1984. 269 - 270.
146. **UYSAL, H., YARAMAZ, Ö., TUNÇER, S., PARLAK, H., 1998.** Ege Denizi kıyılarında pollusyon durumu, organizma ve ekosistem üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmalar. E.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 1984 / 005.

147. **ÜN, R., 1968.** Metal kimyası dersleri metal, alaşımları ve bileşikleri. İ. Ü. Yayınları Sayı: 1335. Fen Fakültesi No: 86. 254 - 293.
148. **ÜNSAL, M., 1994.** A preliminary study on the metal content of mussels, *Mytilus galloprovincialis* ( *Lamarck* ) in The Eastern Black Sea. Turkish Journal Of Zoology, 18 (4). 265 - 271.
149. **WALDICHUK, M., 1974.** Some biological concerns in heavy metals pollution. pollution and physiology of marine organisms ( Eds: Vernberg, J., Vernberg W. B.) Academic Pres. New York, San Fransisco. 1 – 56.
150. **YAP, C. K., ISMAIL, A., TAN, S. G., OMAR, H., 2002.** Correlations between speciation Of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentration in total soft tissue of green - lipped mussel *Perna viridis* from The West Coast of Peninsular Malaysia. Environmental International . 28. 117 - 126.
151. **YARAMAZ, Ö., ÖNEN, M., SUNLU, U., ALPBAZ, A., 1992.** İzmir Körfezi sedimentlerinde bazı ağır metal ( Pb, Cd, Zn, Cu ) düzeylerinin karşılaştırmalı olarak araştırılması. I. Uluslararası Çevre Koruma Sempozyumu Bildirileri. Çevre Kirliliği Ve Kontrolü ( Cilt: 2 ) . Ege Üniversitesi, İzmir. 15 - 19.
152. **YEMENİCİOĞLU, S., 2000.** Ege Denizi sahillerimizde civa dağılımı. 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı. 30 Mayıs – 2 Haziran 2000. ODTÜ – Ankara. 249 – 250.
153. **YÜCE, H., 1995.** Northern Aegean water masses. Estuarine, Coastal And Shelf Science. 41. 325 - 343.
154. **YÜKSEL, Ü., İLKME, B., KESGİN, M., SUKATAR, A., 1988.** Determination of metal pollution in some algae occuring in The Innner Bay of Izmir. International Symposium On Plant And Pollutants In Developed And Developing Countries. 22 – 28 August 1988, Balçova – İzmir. ( Ed. Prof. Dr. M. A. Öztürk ). Ege University Press. Bornova – İzmir. 161 – 170.
155. **ZHOU, C. Y., WONG, M. K., KOH, L. L., WEE, Y. C., 1995.** Orthogonal array design for the optimization of closed - vessel microwave digestion parameters for trace metals in sediments. Analytica Chimica Acta 314. 121 - 130.

156. **ZVONARIC, T., ODZAK, N., 1998.** Distribution of Hg, Cu, Cd ve Pb in surface sediments from The Coastal Region of The Central Adriatic. *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.*, 35. 312 - 313.



**7. ÖZGEÇMİŞ:**

**Adı ve Soyadı** : Fatma KOÇBAŞ  
**Doğum Yeri ve Yılı** : 30 Kasım 1970, Bornova ( İZMİR )  
**Uyruğu** : T.C.  
**Medeni Durumu** : Bekar  
**Yabancı Dili** : İngilizce  
**Eğitim ( Derece, Tarih, Üniversite )** :

Yüksek Lisans 1997 - 1999 : Celal Bayar Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı  
1996 - Güz Yarıyıl : Ege Üniversitesi  
Nükleer Bilimler Enstitüsü  
Nükleer Uygulamalar Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Hazırlık 1995 -1996 : Ege Üniversitesi Yabancı Diller Bölümü

Lisans 1989 -1995 : Ege Üniversitesi Fen Fakültesi  
Biyoloji Bölümü Zooloji Anabilim Dalı

**Kariyer / İş ( Tarih, İşveren ve Pozisyon) :**

1997 - .... :Celal Bayar Üniversitesi  
Fen – Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü  
Araştırma Görevlisi  
1994- 1995 :İzmir Çiğli Özel Sağlık Tesisleri  
Biyokimya Laboratuvarı  
Gündüz Laboratuvar Sorumlusu

## 8. EK1:

**Cd Midye için ANOVA-VARYANS ANALİZİ****General Linear Model: cdmidye versus istasyon; dönem**

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
istasyon	10	4,32386	4,32386	0,43239	775,47	0,000
dönem	5	0,68508	0,68508	0,13702	245,74	0,000
istasyon*dönem	50	6,67958	6,67958	0,13359	239,59	0,000
Error	132	0,07360	0,07360	0,00056		
Total	197	11,76213				

Varyans analizi sonucunda cdmidye için: istasyonlar ve dönemler arasında fark olduğunu söyleyebiliriz. P=0.00

İkili karşılaştırmalar için Tukey testi uyguladık. Aşağıdaki sonuçları bulduk.

**Cd midyede: İSTASYONLAR ARASINDAKİ FARKI TUKEY TESTİ İLE ARAŞTIRDIK.**

Tukey Simultaneous Tests  
Response Variable cdmidye  
All Pairwise Comparisons among Levels of istasyon

**istasyon = 1** subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	0,5844	0,007871	74,25	0,0000
3	0,3689	0,007871	46,87	0,0000
4	0,4656	0,007871	59,15	0,0000
5	0,3778	0,007871	48,00	0,0000
6	0,3733	0,007871	47,43	0,0000
7	0,3611	0,007871	45,88	0,0000
8	0,3178	0,007871	40,37	0,0000
9	0,5344	0,007871	67,90	0,0000
10	0,3589	0,007871	45,60	0,0000
11	0,2322	0,007871	29,50	0,0000

**istasyon = 2** subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	-0,2156	0,007871	-27,39	0,0000
4	-0,1189	0,007871	-15,10	0,0000
5	-0,2067	0,007871	-26,26	0,0000
6	-0,2111	0,007871	-26,82	0,0000
7	-0,2233	0,007871	-28,37	0,0000
8	-0,2667	0,007871	-33,88	0,0000
9	-0,0500	0,007871	-6,35	0,0000
10	-0,2256	0,007871	-28,66	0,0000
11	-0,3522	0,007871	-44,75	0,0000

**istasyon = 3 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted	
			T-Value	P-Value
4	0,0967	0,007871	12,28	0,0000
5	0,0089	0,007871	1,13	0,9882
6	0,0044	0,007871	0,56	1,0000
7	-0,0078	0,007871	-0,99	0,9959
8	-0,0511	0,007871	-6,49	0,0000
9	0,1656	0,007871	21,03	0,0000
10	-0,0100	0,007871	-1,27	0,9722
11	-0,1367	0,007871	-17,36	0,0000

**istasyon = 4 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted	
			T-Value	P-Value
5	-0,0878	0,007871	-11,15	0,0000
6	-0,0922	0,007871	-11,72	0,0000
7	-0,1044	0,007871	-13,27	0,0000
8	-0,1478	0,007871	-18,77	0,0000
9	0,0689	0,007871	8,75	0,0000
10	-0,1067	0,007871	-13,55	0,0000
11	-0,2333	0,007871	-29,64	0,0000

**istasyon = 5 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted	
			T-Value	P-Value
6	-0,0044	0,007871	-0,56	1,0000
7	-0,0167	0,007871	-2,12	0,5671
8	-0,0600	0,007871	-7,62	0,0000
9	0,1567	0,007871	19,90	0,0000
10	-0,0189	0,007871	-2,40	0,3749
11	-0,1456	0,007871	-18,49	0,0000

**istasyon = 6 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted	
			T-Value	P-Value
7	-0,0122	0,007871	-1,55	0,8986
8	-0,0556	0,007871	-7,06	0,0000
9	0,1611	0,007871	20,47	0,0000
10	-0,0144	0,007871	-1,84	0,7570
11	-0,1411	0,007871	-17,93	0,0000

**istasyon = 7 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted	
			T-Value	P-Value
8	-0,0433	0,007871	-5,51	0,0000
9	0,1733	0,007871	22,02	0,0000
10	-0,0022	0,007871	-0,28	1,0000
11	-0,1289	0,007871	-16,38	0,0000

**istasyon = 8 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
9	0,21667	0,007871	27,53	0,0000
10	0,04111	0,007871	5,22	0,0001
11	-0,08556	0,007871	-10,87	0,0000

**istasyon = 9 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
10	-0,1756	0,007871	-22,30	0,0000
11	-0,3022	0,007871	-38,40	0,0000

**istasyon = 10 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
11	-0,1267	0,007871	-16,09	0,0000

**CDMİDYEDE: DÖNEMLER ARASINDAKİ FARKI TUKEY TESTİ İLE ARAŞTIRDIK.**

Tukey Simultaneous Tests  
Response Variable cdmidyde  
All Pairwise Comparisons among Levels of dönem

**dönem = 1 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	-0,0976	0,005813	-16,79	0,0000
3	-0,0188	0,005813	-3,23	0,0190
4	-0,1727	0,005813	-29,71	0,0000
5	-0,0230	0,005813	-3,96	0,0017
6	-0,0600	0,005813	-10,32	0,0000

**dönem = 2 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	0,07879	0,005813	13,55	0,0000
4	-0,07515	0,005813	-12,93	0,0000
5	0,07455	0,005813	12,82	0,0000
6	0,03758	0,005813	6,46	0,0000

**dönem = 3 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	-0,1539	0,005813	-26,48	0,0000
5	-0,0042	0,005813	-0,73	0,9779
6	-0,0412	0,005813	-7,09	0,0000

**dönem = 4 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	0,1497	0,005813	25,75	0,0000
6	0,1127	0,005813	19,39	0,0000

**dönem = 5 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	-0,03697	0,005813	-6,360	0,0000

**Cdsediment için: aynı uygulamayı yaptık.  
Varyans analizi sonucunda istasyonlar ve dönemler arasında fark olduğunu gördük.**

**General Linear Model: cdsediment versus istasyon; dönem**

Analysis of Variance for cdsedime, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
istasyon	10	23,55881	23,55881	2,35588	2993,99	0,000
dönem	5	1,36119	1,36119	0,27224	345,98	0,000
istasyon*dönem	50	8,57969	8,57969	0,17159	218,07	0,000
Error	132	0,10387	0,10387	0,00079		
Total	197	33,60355				

**İstasyonlar arasındaki fark:**

Tukey Simultaneous Tests  
Response Variable cdsedime  
All Pairwise Comparisons among Levels of istasyon

**istasyon = 1 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	0,8611	0,009350	92,09	0,0000
3	0,5294	0,009350	56,62	0,0000
4	0,0122	0,009350	1,31	0,9661
5	-0,1978	0,009350	-21,15	0,0000
6	-0,0350	0,009350	-3,74	0,0118
7	-0,1456	0,009350	-15,57	0,0000
8	-0,2756	0,009350	-29,47	0,0000
9	0,1867	0,009350	19,96	0,0000
10	-0,0011	0,009350	-0,12	1,0000
11	-0,3778	0,009350	-40,40	0,0000

**istasyon = 2 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	-0,332	0,009350	-35,5	0,0000
4	-0,849	0,009350	-90,8	0,0000
5	-1,059	0,009350	-113,2	0,0000
6	-0,896	0,009350	-95,8	0,0000
7	-1,007	0,009350	-107,7	0,0000
8	-1,137	0,009350	-121,6	0,0000
9	-0,674	0,009350	-72,1	0,0000
10	-0,862	0,009350	-92,2	0,0000
11	-1,239	0,009350	-132,5	0,0000

**istasyon = 3 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	-0,5172	0,009350	-55,32	0,0000
5	-0,7272	0,009350	-77,77	0,0000
6	-0,5644	0,009350	-60,37	0,0000
7	-0,6750	0,009350	-72,19	0,0000
8	-0,8050	0,009350	-86,09	0,0000
9	-0,3428	0,009350	-36,66	0,0000
10	-0,5306	0,009350	-56,74	0,0000
11	-0,9072	0,009350	-97,03	0,0000

**istasyon = 4 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	-0,2100	0,009350	-22,46	0,0000
6	-0,0472	0,009350	-5,05	0,0001
7	-0,1578	0,009350	-16,87	0,0000
8	-0,2878	0,009350	-30,78	0,0000
9	0,1744	0,009350	18,66	0,0000
10	-0,0133	0,009350	-1,43	0,9397
11	-0,3900	0,009350	-41,71	0,0000

**istasyon = 5 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	0,1628	0,009350	17,41	0,0000
7	0,0522	0,009350	5,59	0,0000
8	-0,0778	0,009350	-8,32	0,0000
9	0,3844	0,009350	41,12	0,0000
10	0,1967	0,009350	21,03	0,0000
11	-0,1800	0,009350	-19,25	0,0000

**istasyon = 6 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
7	-0,1106	0,009350	-11,82	0,0000
8	-0,2406	0,009350	-25,73	0,0000
9	0,2217	0,009350	23,71	0,0000
10	0,0339	0,009350	3,62	0,0174
11	-0,3428	0,009350	-36,66	0,0000

**istasyon = 7 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
8	-0,1300	0,009350	-13,90	0,0000
9	0,3322	0,009350	35,53	0,0000
10	0,1444	0,009350	15,45	0,0000
11	-0,2322	0,009350	-24,84	0,0000

**istasyon = 8 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
9	0,4622	0,009350	49,43	0,0000
10	0,2744	0,009350	29,35	0,0000
11	-0,1022	0,009350	-10,93	0,0000

**istasyon = 9 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
10	-0,1878	0,009350	-20,08	0,0000
11	-0,5644	0,009350	-60,37	0,0000

**istasyon = 10 subtracted from:**

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
11	-0,3767	0,009350	-40,28	0,0000

**dönemler arasındaki fark:**p-value sütununa göre yorumluyoruz.

P<0,05 anlamlı fark var

p>0,05 anlamlı fark yok şeklinde yorumluyoruz.

Tukey Simultaneous Tests  
 Response Variable cdsedime  
 All Pairwise Comparisons among Levels of dönem

**dönem = 1 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	-0,0473	0,006906	-6,85	0,0000
3	-0,2048	0,006906	-29,66	0,0000
4	-0,2052	0,006906	-29,71	0,0000
5	-0,1779	0,006906	-25,76	0,0000
6	-0,1964	0,006906	-28,43	0,0000

**dönem = 2 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	-0,1576	0,006906	-22,82	0,0000
4	-0,1579	0,006906	-22,86	0,0000
5	-0,1306	0,006906	-18,91	0,0000
6	-0,1491	0,006906	-21,59	0,0000

**dönem = 3 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	-0,000303	0,006906	-0,04388	1,0000
5	0,026970	0,006906	3,90541	0,0020
6	0,008485	0,006906	1,22867	0,8221

**dönem = 4 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	0,027273	0,006906	3,949	0,0017
6	0,008788	0,006906	1,273	0,7994

**dönem = 5 subtracted from:**

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	-0,01848	0,006906	-2,677	0,0869



**General Linear Model: cumidy e versus istasyon; dönem**

Analysis of Variance for cumidy e, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
istasyon	10	376,225	376,225	37,622	22,19	0,000
dönem	5	30,828	30,828	6,166	3,64	0,004
Error	182	308,521	308,521	1,695		
Total	197	715,574				

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable cumidy e

All Pairwise Comparisons among Levels of istasyon

istasyon = 1 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	4,7944	0,4340	11,047	0,0000
3	2,8667	0,4340	6,605	0,0000
4	3,9000	0,4340	8,986	0,0000
5	0,8667	0,4340	1,997	0,6513
6	2,7833	0,4340	6,413	0,0000
7	4,7389	0,4340	10,919	0,0000
8	2,8611	0,4340	6,592	0,0000
9	3,1167	0,4340	7,181	0,0000
10	3,4611	0,4340	7,975	0,0000
11	3,1000	0,4340	7,143	0,0000

istasyon = 2 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	-1,928	0,4340	-4,442	0,0008
4	-0,894	0,4340	-2,061	0,6066
5	-3,928	0,4340	-9,050	0,0000
6	-2,011	0,4340	-4,634	0,0004
7	-0,056	0,4340	-0,128	1,0000
8	-1,933	0,4340	-4,455	0,0008
9	-1,678	0,4340	-3,866	0,0070
10	-1,333	0,4340	-3,072	0,0845
11	-1,694	0,4340	-3,904	0,0061

istasyon = 3 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	1,033	0,4340	2,381	0,3848
5	-2,000	0,4340	-4,608	0,0004
6	-0,083	0,4340	-0,192	1,0000
7	1,872	0,4340	4,314	0,0013
8	-0,006	0,4340	-0,013	1,0000
9	0,250	0,4340	0,576	1,0000
10	0,594	0,4340	1,370	0,9541
11	0,233	0,4340	0,538	1,0000

istasyon = 4 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	-3,033	0,4340	-6,989	0,0000
6	-1,117	0,4340	-2,573	0,2709
7	0,839	0,4340	1,933	0,6949
8	-1,039	0,4340	-2,394	0,3765
9	-0,783	0,4340	-1,805	0,7758
10	-0,439	0,4340	-1,011	0,9951
11	-0,800	0,4340	-1,843	0,7526

istasyon = 5 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	1,917	0,4340	4,416	0,0009
7	3,872	0,4340	8,922	0,0000
8	1,994	0,4340	4,596	0,0004
9	2,250	0,4340	5,184	0,0001
10	2,594	0,4340	5,978	0,0000
11	2,233	0,4340	5,146	0,0001

istasyon = 6 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
7	1,95556	0,4340	4,5059	0,0006
8	0,07778	0,4340	0,1792	1,0000
9	0,33333	0,4340	0,7681	0,9995
10	0,67778	0,4340	1,5617	0,8960
11	0,31667	0,4340	0,7297	0,9997

istasyon = 7 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
8	-1,878	0,4340	-4,327	0,0013
9	-1,622	0,4340	-3,738	0,0110
10	-1,278	0,4340	-2,944	0,1177
11	-1,639	0,4340	-3,776	0,0096

istasyon = 8 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
9	0,2556	0,4340	0,5888	1,0000
10	0,6000	0,4340	1,3825	0,9512
11	0,2389	0,4340	0,5504	1,0000

istasyon = 9 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
istasyon	of Means	Difference	T-Value	P-Value
10	0,34444	0,4340	0,79366	0,9994
11	-0,01667	0,4340	-0,03840	1,0000

istasyon = 10 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
istasyon	of Means	Difference	T-Value	P-Value
11	-0,3611	0,4340	-0,8321	0,9990

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable cumidy

All Pairwise Comparisons among Levels of dönem

dönem = 1 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
dönem	of Means	Difference	T-Value	P-Value
2	0,4848	0,3205	1,513	0,6566
3	0,6121	0,3205	1,910	0,3996
4	-0,5667	0,3205	-1,768	0,4891
5	-0,1697	0,3205	-0,529	0,9949
6	0,0970	0,3205	0,303	0,9997

dönem = 2 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
dönem	of Means	Difference	T-Value	P-Value
3	0,127	0,3205	0,397	0,9987
4	-1,052	0,3205	-3,281	0,0155
5	-0,655	0,3205	-2,042	0,3229
6	-0,388	0,3205	-1,210	0,8315

dönem = 3 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
dönem	of Means	Difference	T-Value	P-Value
4	-1,179	0,3205	-3,678	0,0041
5	-0,782	0,3205	-2,439	0,1485
6	-0,515	0,3205	-1,607	0,5949

dönem = 4 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
dönem	of Means	Difference	T-Value	P-Value
5	0,3970	0,3205	1,238	0,8173
6	0,6636	0,3205	2,070	0,3075

dönem = 5 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	0,2667	0,3205	0,8320	0,9612

### General Linear Model: cusediment versus istasyon; dönem

Analysis of Variance for Cusediment, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
istasyon	10	505040	505040	50504	355,27	0,000
dönem	5	1648	1648	330	2,32	0,045
Error	182	25873	25873	142		
Total	197	532561				

Yukardaki varyans analizi sonucuna göre dönemler ve istasyonlar arasında fark vardır. Dönem için  $p=0,045<0,05$   
İstasyon  $p=0<0,05$  (Diğerlerininide aynı şekilde yorumluyoruz.)

İkili karşılaştırmalar için tukey testini kullandık.  
Tukey Simultaneous Tests

Response Variable cusedime  
All Pairwise Comparisons among Levels of istasyon

istasyon = 1 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	60,250	3,974	15,1598	0,0000
3	175,528	3,974	44,1653	0,0000
4	11,556	3,974	2,9075	0,1289
5	-2,933	3,974	-0,7381	0,9997
6	6,822	3,974	1,7166	0,8252
7	8,067	3,974	2,0297	0,6285
8	-3,344	3,974	-0,8415	0,9989
9	43,311	3,974	10,8977	0,0000
10	63,267	3,974	15,9188	0,0000
11	10,211	3,974	2,5693	0,2729

istasyon = 2 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	115,28	3,974	29,01	0,0000
4	-48,69	3,974	-12,25	0,0000
5	-63,18	3,974	-15,90	0,0000
6	-53,43	3,974	-13,44	0,0000

7	-52,18	3,974	-13,13	0,0000
8	-63,59	3,974	-16,00	0,0000
9	-16,94	3,974	-4,26	0,0016
10	3,02	3,974	0,76	0,9996
11	-50,04	3,974	-12,59	0,0000

istasyon = 3 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	-164,0	3,974	-41,26	0,0000
5	-178,5	3,974	-44,90	0,0000
6	-168,7	3,974	-42,45	0,0000
7	-167,5	3,974	-42,14	0,0000
8	-178,9	3,974	-45,01	0,0000
9	-132,2	3,974	-33,27	0,0000
10	-112,3	3,974	-28,25	0,0000
11	-165,3	3,974	-41,60	0,0000

istasyon = 4 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	-14,49	3,974	-3,646	0,0150
6	-4,73	3,974	-1,191	0,9828
7	-3,49	3,974	-0,878	0,9985
8	-14,90	3,974	-3,749	0,0106
9	31,76	3,974	7,990	0,0000
10	51,71	3,974	13,011	0,0000
11	-1,34	3,974	-0,338	1,0000

istasyon = 5 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	9,7556	3,974	2,4546	0,3386
7	11,0000	3,974	2,7678	0,1793
8	-0,4111	3,974	-0,1034	1,0000
9	46,2444	3,974	11,6358	0,0000
10	66,2000	3,974	16,6569	0,0000
11	13,1444	3,974	3,3073	0,0436

istasyon = 6 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
7	1,24	3,974	0,313	1,0000
8	-10,17	3,974	-2,558	0,2789
9	36,49	3,974	9,181	0,0000
10	56,44	3,974	14,202	0,0000
11	3,39	3,974	0,853	0,9988

istasyon = 7 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
8	-11,41	3,974	-2,871	0,1408
9	35,24	3,974	8,868	0,0000
10	55,20	3,974	13,889	0,0000
11	2,14	3,974	0,540	1,0000

istasyon = 8 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
9	46,66	3,974	11,739	0,0000
10	66,61	3,974	16,760	0,0000
11	13,56	3,974	3,411	0,0319

istasyon = 9 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
10	19,96	3,974	5,021	0,0001
11	-33,10	3,974	-8,328	0,0000

istasyon = 10 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
11	-53,06	3,974	-13,35	0,0000

Tukey Simultaneous Tests  
Response Variable cusedime  
All Pairwise Comparisons among Levels of dönem

dönem = 1 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	-4,376	2,935	-1,491	0,6706
3	-7,033	2,935	-2,396	0,1631
4	-8,279	2,935	-2,820	0,0587
5	-6,924	2,935	-2,359	0,1765
6	-8,112	2,935	-2,764	0,0681

dönem = 2 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	-2,658	2,935	-0,905	0,9447
4	-3,903	2,935	-1,330	0,7682
5	-2,548	2,935	-0,868	0,9536
6	-3,736	2,935	-1,273	0,7994

dönem = 3 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
4	-1,245	2,935	-0,4243	0,9982
5	0,109	2,935	0,0372	1,0000
6	-1,079	2,935	-0,3675	0,9991

dönem = 4 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
5	1,3545	2,935	0,46148	0,9973
6	0,1667	2,935	0,05678	1,0000

dönem = 5 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
6	-1,188	2,935	-0,4047	0,9986

### General Linear Model: Zn midye versus istasyon; dönem

Analysis of Variance for znmidye, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
istasyon	10	14296,9	14296,9	1429,7	29,03	0,000
dönem	5	1986,1	1986,1	397,2	8,06	0,000
Error	182	8964,3	8964,3	49,3		
Total	197	25247,3				

Tukey Simultaneous Tests  
Response Variable Znmidye  
All Pairwise Comparisons among Levels of istasyon

istasyon = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
2	13,8056	2,339	5,9014	0,0000
3	26,7000	2,339	11,4133	0,0000
4	12,2444	2,339	5,2341	0,0001
5	0,3611	2,339	0,1544	1,0000
6	12,1278	2,339	5,1842	0,0001
7	20,2111	2,339	8,6395	0,0000
8	-0,7667	2,339	-0,3277	1,0000
9	19,7611	2,339	8,4472	0,0000
10	13,9389	2,339	5,9584	0,0000
11	13,0056	2,339	5,5594	0,0000

istasyon = 2 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	12,89	2,339	5,512	0,0000
4	-1,56	2,339	-0,667	0,9999
5	-13,44	2,339	-5,747	0,0000
6	-1,68	2,339	-0,717	0,9997
7	6,41	2,339	2,738	0,1915
8	-14,57	2,339	-6,229	0,0000
9	5,96	2,339	2,546	0,2857
10	0,13	2,339	0,057	1,0000
11	-0,80	2,339	-0,342	1,0000

istasyon = 3 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	-14,46	2,339	-6,18	0,0000
5	-26,34	2,339	-11,26	0,0000
6	-14,57	2,339	-6,23	0,0000
7	-6,49	2,339	-2,77	0,1768
8	-27,47	2,339	-11,74	0,0000
9	-6,94	2,339	-2,97	0,1114
10	-12,76	2,339	-5,45	0,0000
11	-13,69	2,339	-5,85	0,0000

istasyon = 4 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	-11,88	2,339	-5,080	0,0001
6	-0,12	2,339	-0,050	1,0000
7	7,97	2,339	3,405	0,0324
8	-13,01	2,339	-5,562	0,0000
9	7,52	2,339	3,213	0,0573
10	1,69	2,339	0,724	0,9997
11	0,76	2,339	0,325	1,0000

istasyon = 5 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	11,767	2,339	5,0298	0,0001
7	19,850	2,339	8,4852	0,0000
8	-1,128	2,339	-0,4821	1,0000
9	19,400	2,339	8,2928	0,0000
10	13,578	2,339	5,8040	0,0000
11	12,644	2,339	5,4050	0,0000



istasyon = 6 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
7	8,08	2,339	3,455	0,0278
8	-12,89	2,339	-5,512	0,0000
9	7,63	2,339	3,263	0,0496
10	1,81	2,339	0,774	0,9995
11	0,88	2,339	0,375	1,0000

istasyon = 7 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
8	-20,98	2,339	-8,967	0,0000
9	-0,45	2,339	-0,192	1,0000
10	-6,27	2,339	-2,681	0,2169
11	-7,21	2,339	-3,080	0,0827

istasyon = 8 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
9	20,53	2,339	8,775	0,0000
10	14,71	2,339	6,286	0,0000
11	13,77	2,339	5,887	0,0000

istasyon = 9 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
10	-5,822	2,339	-2,489	0,3182
11	-6,756	2,339	-2,888	0,1353

istasyon = 10 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
11	-0,9333	2,339	-0,3990	1,000

Tukey Simultaneous Tests  
Response Variable znmidy  
All Pairwise Comparisons among Levels of dönem

dönem = 1 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	4,518	1,728	2,615	0,0989
3	0,745	1,728	0,431	0,9981
4	1,327	1,728	0,768	0,9725

5	3,779	1,728	2,187	0,2489
6	-5,248	1,728	-3,038	0,0322

dönem = 2 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
3	-3,773	1,728	-2,184	0,2505
4	-3,191	1,728	-1,847	0,4385
5	-0,739	1,728	-0,428	0,9982
6	-9,767	1,728	-5,653	0,0000

dönem = 3 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
4	0,582	1,728	0,337	0,9994
5	3,033	1,728	1,756	0,4971
6	-5,994	1,728	-3,469	0,0084

dönem = 4 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
5	2,452	1,728	1,419	0,7155
6	-6,576	1,728	-3,806	0,0026

dönem = 5 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
6	-9,027	1,728	-5,225	0,0000

### General Linear Model: znsediment versus istasyon; dönem

Analysis of Variance for znsedime, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
istasyon	10	757230	757230	75723	257,21	0,000
dönem	5	3910	3910	782	2,66	0,024
Error	182	53581	53581	294		
Total	197	814722				

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable znsedime

All Pairwise Comparisons among Levels of istasyon

istasyon = 1 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
2	194,778	5,719	34,0557	0,0000
3	153,006	5,719	26,7521	0,0000
4	12,622	5,719	2,2069	0,5030

5	4,011	5,719	0,7013	0,9998
6	34,300	5,719	5,9971	0,0000
7	16,556	5,719	2,8946	0,1330
8	-1,878	5,719	-0,3283	1,0000
9	55,389	5,719	9,6844	0,0000
10	63,350	5,719	11,0764	0,0000
11	34,300	5,719	5,9971	0,0000

istasyon = 2 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	-41,8	5,719	-7,30	0,0000
4	-182,2	5,719	-31,85	0,0000
5	-190,8	5,719	-33,35	0,0000
6	-160,5	5,719	-28,06	0,0000
7	-178,2	5,719	-31,16	0,0000
8	-196,7	5,719	-34,38	0,0000
9	-139,4	5,719	-24,37	0,0000
10	-131,4	5,719	-22,98	0,0000
11	-160,5	5,719	-28,06	0,0000

istasyon = 3 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	-140,4	5,719	-24,55	0,0000
5	-149,0	5,719	-26,05	0,0000
6	-118,7	5,719	-20,75	0,0000
7	-136,5	5,719	-23,86	0,0000
8	-154,9	5,719	-27,08	0,0000
9	-97,6	5,719	-17,07	0,0000
10	-89,7	5,719	-15,68	0,0000
11	-118,7	5,719	-20,75	0,0000

istasyon = 4 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	-8,61	5,719	-1,506	0,9163
6	21,68	5,719	3,790	0,0092
7	3,93	5,719	0,688	0,9998
8	-14,50	5,719	-2,535	0,2915
9	42,77	5,719	7,477	0,0000
10	50,73	5,719	8,869	0,0000
11	21,68	5,719	3,790	0,0092

istasyon = 5 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	30,289	5,719	5,296	0,0000
7	12,544	5,719	2,193	0,5126
8	-5,889	5,719	-1,030	0,9944
9	51,378	5,719	8,983	0,0000

10	59,339	5,719	10,375	0,0000
11	30,289	5,719	5,296	0,0000

istasyon = 6 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
7	-17,74	5,719	-3,103	0,0779
8	-36,18	5,719	-6,325	0,0000
9	21,09	5,719	3,687	0,0131
10	29,05	5,719	5,079	0,0001
11	-0,00	5,719	-0,000	1,0000

istasyon = 7 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
8	-18,43	5,719	-3,223	0,0557
9	38,83	5,719	6,790	0,0000
10	46,79	5,719	8,182	0,0000
11	17,74	5,719	3,103	0,0779

istasyon = 8 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
9	57,27	5,719	10,013	0,0000
10	65,23	5,719	11,405	0,0000
11	36,18	5,719	6,325	0,0000

istasyon = 9 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
10	7,96	5,719	1,392	0,9490
11	-21,09	5,719	-3,687	0,0131

istasyon = 10 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
11	-29,05	5,719	-5,079	0,0001

Tukey Simultaneous Tests  
Response Variable znsedime  
All Pairwise Comparisons among Levels of dönem

dönem = 1 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	8,8727	4,224	2,1005	0,2917
3	-0,9121	4,224	-0,2159	0,9999

4	4,6182	4,224	1,0933	0,8836
5	11,4758	4,224	2,7168	0,0768
6	3,4061	4,224	0,8064	0,9661

dönem = 2 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
3	-9,785	4,224	-2,316	0,1928
4	-4,255	4,224	-1,007	0,9151
5	2,603	4,224	0,616	0,9897
6	-5,467	4,224	-1,294	0,7879

dönem = 3 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
4	5,530	4,224	1,309	0,7797
5	12,388	4,224	2,933	0,0433
6	4,318	4,224	1,022	0,9100

dönem = 4 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
5	6,858	4,224	1,6235	0,5842
6	-1,212	4,224	-0,2870	0,9997

dönem = 5 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	Adjusted P-Value
6	-8,070	4,224	-1,910	0,3992

### General Linear Model: pbmidye versus istasyon; dönem

Analysis of Variance for pbmidye, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
istasyon	10	1222,532	1222,532	122,253	247,11	0,000
dönem	5	8,236	8,236	1,647	3,33	0,007
Error	182	90,041	90,041	0,495		
Total	197	1320,808				

Tukey Simultaneous Tests  
Response Variable pbmidye  
All Pairwise Comparisons among Levels of istasyon

istasyon = 1 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	8,4878	0,2345	36,2019	0,0000
3	6,4683	0,2345	27,5886	0,0000
4	5,6750	0,2345	24,2049	0,0000
5	2,2878	0,2345	9,7578	0,0000
6	3,4200	0,2345	14,5869	0,0000
7	1,5011	0,2345	6,4025	0,0000
8	0,1233	0,2345	0,5260	1,0000
9	4,1050	0,2345	17,5085	0,0000
10	3,7317	0,2345	15,9162	0,0000
11	3,4322	0,2345	14,6390	0,0000

istasyon = 2 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	-2,019	0,2345	-8,61	0,0000
4	-2,813	0,2345	-12,00	0,0000
5	-6,200	0,2345	-26,44	0,0000
6	-5,068	0,2345	-21,61	0,0000
7	-6,987	0,2345	-29,80	0,0000
8	-8,364	0,2345	-35,68	0,0000
9	-4,383	0,2345	-18,69	0,0000
10	-4,756	0,2345	-20,29	0,0000
11	-5,056	0,2345	-21,56	0,0000

istasyon = 3 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	-0,793	0,2345	-3,38	0,0346
5	-4,181	0,2345	-17,83	0,0000
6	-3,048	0,2345	-13,00	0,0000
7	-4,967	0,2345	-21,19	0,0000
8	-6,345	0,2345	-27,06	0,0000
9	-2,363	0,2345	-10,08	0,0000
10	-2,737	0,2345	-11,67	0,0000
11	-3,036	0,2345	-12,95	0,0000

istasyon = 4 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	-3,387	0,2345	-14,45	0,0000
6	-2,255	0,2345	-9,62	0,0000
7	-4,174	0,2345	-17,80	0,0000
8	-5,552	0,2345	-23,68	0,0000
9	-1,570	0,2345	-6,70	0,0000
10	-1,943	0,2345	-8,29	0,0000
11	-2,243	0,2345	-9,57	0,0000

istasyon = 5 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted
-------	------------	-------	----------

istasyon	of Means	Difference	T-Value	P-Value
6	1,132	0,2345	4,829	0,0002
7	-0,787	0,2345	-3,355	0,0378
8	-2,164	0,2345	-9,232	0,0000
9	1,817	0,2345	7,751	0,0000
10	1,444	0,2345	6,158	0,0000
11	1,144	0,2345	4,881	0,0001

istasyon = 6 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
istasyon	of Means	Difference	T-Value	P-Value
7	-1,919	0,2345	-8,18	0,0000
8	-3,297	0,2345	-14,06	0,0000
9	0,685	0,2345	2,92	0,1245
10	0,312	0,2345	1,33	0,9625
11	0,012	0,2345	0,05	1,0000

istasyon = 7 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
istasyon	of Means	Difference	T-Value	P-Value
8	-1,378	0,2345	-5,876	0,0000
9	2,604	0,2345	11,106	0,0000
10	2,231	0,2345	9,514	0,0000
11	1,931	0,2345	8,237	0,0000

istasyon = 8 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
istasyon	of Means	Difference	T-Value	P-Value
9	3,982	0,2345	16,98	0,0000
10	3,608	0,2345	15,39	0,0000
11	3,309	0,2345	14,11	0,0000

istasyon = 9 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
istasyon	of Means	Difference	T-Value	P-Value
10	-0,3733	0,2345	-1,592	0,8837
11	-0,6728	0,2345	-2,870	0,1414

istasyon = 10 subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted	
istasyon	of Means	Difference	T-Value	P-Value
11	-0,2994	0,2345	-1,277	0,9716

Tukey Simultaneous Tests  
 Response Variable pbmidye  
 All Pairwise Comparisons among Levels of dönem

dönem = 1 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	-0,4018	0,1732	-2,321	0,1912
3	-0,0736	0,1732	-0,425	0,9982
4	0,1933	0,1732	1,117	0,8741
5	0,1785	0,1732	1,031	0,9070
6	-0,1576	0,1732	-0,910	0,9436

dönem = 2 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	0,3282	0,1732	1,895	0,4084
4	0,5952	0,1732	3,437	0,0094
5	0,5803	0,1732	3,351	0,0124
6	0,2442	0,1732	1,411	0,7207

dönem = 3 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	0,26697	0,1732	1,5418	0,6378
5	0,25212	0,1732	1,4560	0,6926
6	-0,08394	0,1732	-0,4848	0,9967

dönem = 4 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	-0,0148	0,1732	-0,086	1,0000
6	-0,3509	0,1732	-2,027	0,3314

dönem = 5 subtracted from:

Level dönem	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	-0,3361	0,1732	-1,941	0,3809

### General Linear Model: pbsediment versus istasyon; dönem

Analysis of Variance for pbsedime, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
istasyon	10	49470,7	49470,7	4947,1	38,94	0,000
dönem	5	770,7	770,7	154,1	1,21	0,305
Error	182	23121,2	23121,2	127,0		
Total	197	73362,6				

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable pbsedime

All Pairwise Comparisons among Levels of istasyon



istasyon = 1 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
2	24,198	3,757	6,4406	0,0000
3	39,931	3,757	10,6283	0,0000
4	1,298	3,757	0,3454	1,0000
5	-0,667	3,757	-0,1774	1,0000
6	20,281	3,757	5,3981	0,0000
7	5,238	3,757	1,3941	0,9485
8	-3,258	3,757	-0,8671	0,9986
9	29,942	3,757	7,9696	0,0000
10	41,576	3,757	11,0660	0,0000
11	13,453	3,757	3,5808	0,0186

istasyon = 2 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
3	15,73	3,757	4,188	0,0021
4	-22,90	3,757	-6,095	0,0000
5	-24,86	3,757	-6,618	0,0000
6	-3,92	3,757	-1,042	0,9938
7	-18,96	3,757	-5,046	0,0001
8	-27,46	3,757	-7,308	0,0000
9	5,74	3,757	1,529	0,9082
10	17,38	3,757	4,625	0,0004
11	-10,74	3,757	-2,860	0,1447

istasyon = 3 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
4	-38,63	3,757	-10,28	0,0000
5	-40,60	3,757	-10,81	0,0000
6	-19,65	3,757	-5,23	0,0001
7	-34,69	3,757	-9,23	0,0000
8	-43,19	3,757	-11,50	0,0000
9	-9,99	3,757	-2,66	0,2274
10	1,64	3,757	0,44	1,0000
11	-26,48	3,757	-7,05	0,0000

istasyon = 4 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
5	-1,964	3,757	-0,523	1,0000
6	18,983	3,757	5,053	0,0001
7	3,940	3,757	1,049	0,9935
8	-4,556	3,757	-1,213	0,9804
9	28,644	3,757	7,624	0,0000
10	40,278	3,757	10,721	0,0000
11	12,156	3,757	3,235	0,0537

istasyon = 5 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
6	20,948	3,757	5,5756	0,0000
7	5,904	3,757	1,5716	0,8922
8	-2,591	3,757	-0,6897	0,9998
9	30,609	3,757	8,1470	0,0000
10	42,242	3,757	11,2434	0,0000
11	14,120	3,757	3,7583	0,0103

istasyon = 6 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
7	-15,04	3,757	-4,004	0,0043
8	-23,54	3,757	-6,265	0,0000
9	9,66	3,757	2,571	0,2717
10	21,29	3,757	5,668	0,0000
11	-6,83	3,757	-1,817	0,7684

istasyon = 7 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
8	-8,496	3,757	-2,261	0,4651
9	24,704	3,757	6,575	0,0000
10	36,338	3,757	9,672	0,0000
11	8,216	3,757	2,187	0,5173

istasyon = 8 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
9	33,20	3,757	8,837	0,0000
10	44,83	3,757	11,933	0,0000
11	16,71	3,757	4,448	0,0008

istasyon = 9 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
10	11,63	3,757	3,096	0,0792
11	-16,49	3,757	-4,389	0,0010

istasyon = 10 subtracted from:

Level istasyon	Difference of Means	SE of Difference	Adjusted T-Value	P-Value
11	-28,12	3,757	-7,485	0,0000