

T.1148

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA KÖRFEZİNDE AVLANAN BAZI SU ÜRÜNLERİNDE Cu, Zn, Pb  
ve Cd İÇERİĞİ

Meltem YAZKAN

T.1148/1-1

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 30/01/2001 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (2) not takdir edilerek  
oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir

Doç Dr Feramuz ÖZDEMİR (Danışman)

Prof. Dr. Tevfik BARDAKÇI

Prof. Dr. Ramazan İKİZ

*[Handwritten signatures of the jury members]*

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANTALYA KÖRFEZİNDE AVLANAN BAZI SU ÜRÜNLERİNDE Cu, Zn, Pb  
ve Cd İÇERİĞİ**

**Meltem YAZKAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**2001**

**ANTALYA KÖRFEZİNDE AVLANAN BAZI SU ÜRÜNLERİNDE Cu, Zn, Pb  
ve Cd İÇERİĞİ**

**Meltem YAZKAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**2001**

## ÖZET

### ANTALYA KÖRFEZİNDE AVLANAN BAZI SU ÜRÜNLERİNDE Cu, Zn, Pb ve Cd İÇERİĞİ

MELTEM YAZKAN

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Ocak 2001, 54 Sayfa

Bu çalışmada Antalya Körfezinde 2000 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında avlanan 10 tür balık (*Mullus barbatus* (barbunya), *Mugil cepalus*(kefal), *Trachurus (Caranx) trachurus* (istavrit), *Pagellus acerna* (mercan), *Dicentrarcus labrax* (levrek), *Sparus auratus* (çipura), *Sardinella aurita* (sardalya), *Boops boops* (kupes), *Scomber japonicus* (kolyoz) ve *Solea solea* (dil)) 3 tür yumuşakça (*Eledone aldroventi* (ahtopot), *Sepia officinalis* (sübye) ve *Loligo vulgaris* (kalamar)) ve 1 tür kabuklu (*Parapenaeus longirostris* (karides)) örneğinin Cu, Zn, Pb ve Cd içerikleri belirlenmiştir. Balık örneklerinde analizler kas ve karaciğer dokusunda ayrı ayrı yapılmıştır.

Araştırma sonuçları balıkların kas dokusunda Cu içeriğinin 0,51-3,66 ppm, karaciğerlerinde ise 0,83-4,44 ppm arasında değiştiğini göstermiştir. Yumuşakçalarda bu değer 1,82-6,22 ppm ve karideste ise 4,24-7,40 ppm arasında belirlenmiştir.

Balık örneklerinin kas ve ciğer dokusunda, yumuşakçalarda ve karideste Zn miktarı ise sırası ile 3,17-11,36 ppm, 3,97-15,14 ppm, 10,95-21,52 ppm ve 11,73-14,27 ppm arasında değişmiştir.

Ağır metaller arasında insan sağlığı açısından en önemli ağır metallerden olan Pb ve Cd ise balık örneklerinin kas dokusunda sırası ile 0,00-2,05 ppm ve 0,00-0,13 ppm, karaciğer dokusunda ise 0,00-2,25 ppm ve 0,03-0,15 ppm değerleri arasında belirlenmiştir. Pb ve Cd yumuşakçalarda sırası ile 0,00-0,35 ppm ve 0,23-0,72 ppm ve karideste ise Pb tespit edilemezken Cd 0,26-0,28 ppm değeri arasında belirlenmiştir.

Elde edilen veriler avlanma zamanının örneklerin Cu, Zn, Pb ve Cd içerikleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu ancak bu etkinin aynı şekilde bir dağılım göstermediğini ortaya koymuştur.

Araştırma sonuçları analiz edilen ağır metaller açısından Antalya körfezinde avlanan su ürünlerinde henüz bir kirlenme olmadığını göstermektedir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Antalya Körfezi, Su Ürünleri, Bakır, Çinko, Kurşun, Kadmiyum

**JÜRİ:** Doç. Dr. Feramuz ÖZDEMİR (Danışman)

Prof. Dr. Tevfik BARDAKÇI

Prof. Dr. Ramazan İKİZ

## ABSTRACT

### Cu, Zn, Pb and Cd CONTENTS IN SOME SEA PRODUCTS FROM ANTALYA GOLF

MELTEM YAZKAN

M.S. In Environment Science

January 2001, 54 pages

In this study Cu, Zn, Pb and Cd contents were analysed in ten fish species (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus*, *Solea solea*) in three molluscs (*Eledone aldroventi*, *Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris*) and in one sample of crustacea (*Parapenaeus longirontris*) caught from The Antalya Golf in January, February and March 2000. Analysis were done in liver and muscle tissues of the fish samples.

Cu content was found between 0.51-3.66 ppm in muscle tissues of fish samples, however, it was in between 0.83-4.44 ppm in fish livers. In molluscs and crustacea samples Cu content was in between 1.82-6.22 ppm and 4.24-7.40 ppm respectively.

Pb and Cd, the two most important heavy metals for human health, were found in between 0.00-2.05 ppm and 0.00-0.13 ppm in fish muscle samples and in between 0.00-2.25 ppm and 0.03-0.15 ppm in liver, respectively. Pb content was in between 0.00-0.35 ppm and Cd content between 0.23-0.72 ppm for soft bodies of molluscs samples. Pb was not found in soft bodies of *Parapenaeus longirontris*, but Cd content was between 0.26-0.28 ppm.

Cu, Zn, Pb and Cd contents were affected significantly in all samples taken in January, February and March. Those heavy metal contents were also varied in species studied.

It is possible to conclude that the water in Antalya Golf is still safe to consume the fishery products when considered in terms of examined heavy metal pollution.

Key Words: The Antalya Golf, Fishery Products, Cu, Zn, Pb, Cd

COMMITTEE: Assoc Prof Dr. Feramuz ÖZDEMİR

Prof. Dr. Tevfik BARDAKÇI

Prof. Dr. Ramazan İKİZ

## ÖNSÖZ

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çevre kirliliği son yıllarda önemli bir sorun haline gelmiştir. Henüz gelişmekte olan bir ülke olmamıza rağmen hava, su ve toprak kirliliği önemli boyutlara ulaşmış durumdadır.

Çevre kirliliğinin önemli bir boyutunu oluşturan deniz ve su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde kullanması çevre ve insan sağlığı açısından önemlidir. Basit bir fizik kuralında olduğu gibi dünyada hiç bir şey yok olmaz, sadece şekil değiştirir. Dünya'nın her hangi bir yerinde herhangi bir şekilde çevreye bırakılan atık madde etkisini mutlaka biryerlerde gösterecektir.

Denizler, kirlilik veren deşarjlar için alıcı bir ortam olarak kullanılmaktadır. Bu kirlilik, deniz kıyısındaki yerleşim yerlerinden ve endüstrilerden doğrudan olabileceği gibi akarsular, yağmur suları ve hava kirliliği ile de daha uzak bölgelerden taşınma yoluyla da olabilmektedir. Bazı kirlitici maddeler biyolojik olarak parçalanabildiklerinden zamanla doğal yollarla daha basit ve anorganik ürünlere dönüşürler. Metaller ise biyolojik parçalanmaya dayanıklıdır. Ayrıca bir çokları çevrede lipofil özellik kazanarak akuatik bitki ve hayvanlarda birikir. Böylece besin zincirinin en ucunda olan insana kadar ulaşırlar. Bu nedenle metaller ile zehirlenmelere sıkça rastlanmaktadır.

Denizlerin ve su kaynaklarının kirliliği ekolojik ve çevresel bozulmaların yanı sıra önemli bir besin kaynağı olan su ürünlerinde bozulma ve kalite düşmesine neden olmaktadır. İnsan beslenmesinde önemli yeri olan kırmızı ete alternatif balık ve diğer su ürünleri yüksek protein içerikleri ve aynı zamanda sahip olduğu pek çok tür ve çeşit ile her zaman önemsenip, aranan gıdalar olmuştur.

Ülkemizde Marmara, Ege ve Karadeniz'de metal kirliliği ile ilgili bir çok çalışma yapılmıştır. Ancak Antalya Körfezi için böyle bir çalışmaya rastlanmamıştır.



Bu çalışma, Antalya Körfezinde avlanan bazı su ürünlerinin bakır, çinko, kadmiyum ve kurşun içeriklerinin belirlenmesini kapsamaktadır

Araştırma sonuçlarının yapılacak benzeri çalışmalara ışık tutmasını dilerim. Bu konuda bana çalışma olanağı sağlayan ve çalışmalarımın gerçekleşmesinde her türlü yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç.Dr. Feramuz Özdemir'e (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü), ihtiyaç duyduğum zaman enerjisini benim için harcamış olan Arş. Gör. Ayhan Topuz, Muharrem Gölükçü ve Pınar Yerlikaya'ya, örneklerdeki ağır metal düzeylerinin belirlenmesinde yardımcı olan Uzman Nalan Sığındere'ye, Gıda Mühendisliği bölümündeki hoca ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma, manevi desteğini her zaman hissettiğim sevgili aileme ve araştırmamı maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Araştırma fonu yetkili ve çalışanlarına teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖNSÖZ .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
1 GİRİŞ .....	1
2 KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI .....	13
3. MATERYAL ve METOT .....	24
3.1. Materyal .....	24
3.2. Metot .....	24
3.2.1. Kadmiyum, bakır ve çinko miktarı analizi .....	24
3.2.2. Kurşun miktarının analizi .....	25
3.3. İstatistiksel metot .....	25
4 BULGULAR VE TARTIŞMA .....	26
4.1. Balık, Yumuşakça ve Karideste Cu İçeriği .....	26
4.2. Balık, Yumuşakça ve Karideste Zn İçeriği .....	31
4.3. Balık, Yumuşakça ve Karideste Pb İçeriği .....	36
4.4. Balık, Yumuşakça ve Karideste Cd İçeriği .....	41
5 SONUÇ .....	47
6 KAYNAKLAR .....	49
ÖZGEÇMİŞ .....	54

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

KO :Kareler ortalaması

Ort : Ortalama

V.K : Varyasyon kaynağı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Cu miktarı .....	30
Şekil 4.2. On tür balığın kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Cu miktarının avlama zamanına göre değişimi .....	30
Şekil 4.3. Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Zn miktarı .....	35
Şekil 4.4. On tür balığın kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Zn miktarının avlama zamanına göre değişimi .....	35
Şekil 4.5. Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Pb miktarı .....	40
Şekil 4.6. On tür balığın kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Pb miktarının avlama zamanına göre değişimi .....	40
Şekil 4.7. Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Cd miktarı .....	44
Şekil 4.8. On tür balığın kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Cd miktarının avlama zamanına göre değişimi .....	44

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Balık, yumuşakça ve karideste Cu içeriği .....	27
Çizelge 4.2. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Cu miktarına ait varyans analizi sonuçları .....	29
Çizelge 4.3. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Cu miktarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	29
Çizelge 4.4. Balık, yumuşakça ve karideste Zn içeriği .....	32
Çizelge 4.5. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Zn miktarına ait varyans analizi sonuçları .....	34
Çizelge 4.6. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Zn miktarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	34
Çizelge 4.7. Balık, yumuşakça ve karideste Pb içeriği .....	37
Çizelge 4.8. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Pb miktarına ait varyans analizi sonuçları .....	39
Çizelge 4.9. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Pb miktarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	39
Çizelge 4.10. Balık, yumuşakça ve karideste Cd içeriği .....	42
Çizelge 4.11. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Cd miktarına ait varyans analizi sonuçları .....	43
Çizelge 4.12. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Cd miktarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları .....	43

## 1. GİRİŞ

Çevre; bir organizmanın var olduğu ortam ya da koşullardır. yeryüzünde ilk canlı ile var olan bir ortamdır. Uzun yıllar çevre ile uyumlu bir yaşam sürdüren ve yaklaşık 150 yıl öncesine kadar tüketici ve bozucu olamayan insanlar, hızlı sanayileşme ile beraber, çevrenin hızla kirlenerek bozulması tehlikesiyle karşı karşıya kalmış ve bu sınırsız tehlikenin boyutunu ancak 30-35 yıl kadar önce fark edebilmişlerdir (Anon 1998a).

20. yüzyılın sonuna doğru yaşanan şoklar, çevre kirliliğinin sınır tanımaması, diğer yandan iletişim araçlarının çok hızlı gelişmesi sonucu, dünyanın bir ucundaki olayın diğer ucundan duyulması, bütün dünyada önemli bir çevre duyarlılığının oluşmasına neden olmuştur (Anon. 1998a)

Çevre sorunları, günümüzün en önemli ve güncel sorunudur. Dünyamızda, son iki yüzyıla damgasını vuran sanayi devrimi sonrasında, doğaya aşırı müdahale dönemi, özellikle son 30 yıl içinde çevrede onarılamayacak bozulmalara yol açmıştır. Yapılan araştırmalar ve alınan veriler, dünyamızın giderek bir çevre kirliliği krizine gittiğini göstermektedir (Gökdayı 1997)

Çevre, insanlığın ve ülkelerin geleceği yönünden taşıdığı önemi yanında, kişilerin günlük hayatlarında gördükleri, bildikleri ve yaşadıkları gelişmeler zinciri olarak da ayrı bir özellik taşımaktadır. Havası ve suyu kirlenmemiş, toprağı bozulmamış, gürültüden ve diğer kirliliklerden uzak, temiz, güzel, yeşil ve sağlıklı bir çevre, her insanın arzusu ve hedefidir. Bu anlayış içinde yürütülmekte olan çevreyi koruma ve çevre sorunlarını giderme çalışmalarının hareket noktası, sorunları tanımak ve bilmektir. Bu tanıma ve bilme ihtiyacı, hemen her ülkeyi, çevresini ve çevre sorunlarını daha iyi anlama, bu konu ile ilgili bilgileri toplama ve bir çevre sorunları envanteri hazırlama noktasına getirmiştir (Anon 1995a). Günümüzde çevre korumasını ekonomik büyümeyle bağdaştırabilmek, kirliliği kontrol altına almak, hemen her faaliyetin buna göre düzenlenmesi ve planlanmasını önemli hale getirmiştir (Anon. 1995a).

Nüfus artışı, teknoloji ve sanayinin gelişmesi, yayılması, atıkların su kaynaklarına bırakılması dünya sularının kirlenmesine neden olmuştur. Sularda kirlilik yapan maddeler; organik maddeler, besleyici tuzlar, mikroorganizmalar, anorganik maddeler, suya katılan katı maddeler, deterjanlar, pestisidler, ağır metaller, radyoaktif maddeler, yağlar, petrol ürünleri ve benzeri olarak gruplandırılır. Bu kirleticiler hava, su ve toprağı bazı bölgelerde canlılar için zararlı olabilecek boyutlarda kirlenmiştir. Belli bir bölgeyi değil de tüm dünyamızı etkileyen çevre sorunları ise atmosferdeki karbondioksit gazının artışı yoluyla iklim değişikliği, ozon tabakasının incelmeye başlaması, asit yağmurları, dünya ekosisteminin " akciğeri" görevini yapan tropik ormanların tahribi, toksik atıklar, denizlerde meydana gelen pestisit ve ağır metal kirliliği şeklinde öne çıkmaktadır (Berkes ve Kışlalıoğlu 1995, Anon. 1998a).

Pek çok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de çevre sorunları, gündemdeki en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Nitekim henüz tam bir sanayi ülkesi olmadığımız halde, belli bölgelerde sanayi kirlenmesi, ciddi boyutlara ulaşmış durumdadır (Berkes ve Kışlalıoğlu 1995).

Kirleticilerin bir bölümünü oluşturan ağır metaller, metal bileşikleri ve çeşitli mineraller göller, nehirler, körfez ve okyanuslar ile bunların sedimentlerinde geniş şekilde yayılmıştır (Bryan ve Uysal 1978). Bu minerallerin söz konusu olan bu yerlerde bulunmasının iki temel kaynağı vardır. Bunlardan birincisi, doğal olarak o yapının bir parçası olmaları; ikincisi ise, insan faaliyetleri sonucunda yoğun olarak üretilip bir şekilde buraya taşınmalarıdır (Chow vd 1976).

Yeryüzündeki sular güneşin sağladığı enerji ile sürekli bir döngü içinde bulunur. Bu döngüye hidrolojik çevrim adı verilir. İnsanlar yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri için, suyu bu döngünün herhangi bir noktasından alır ve kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye iade ederler. Bu süreç sırasında suya karışan maddeler, suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek, su kirliliği olarak tanımlanan olguyu ortaya çıkarır. Söz konusu özellik değişimleri, aynı zamanda sularda yaşayan canlıları da etkiler. Böylece su kirlenmesi sucul ekosistemlerin olumsuz etkilenmesine, dengelerinin

bozulmasına ve giderek doğadaki tüm suların sahip olduğu kendi kendini temizleme kapasitesinin azalmasına veya yetersiz kalmasına yol açabilir. Su kirliliğini kısaca, antropojen etkiler sonucu ortaya çıkan, kullanımı kısıtlayan veya engelleyen ve ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri, olarak tanımlamak mümkündür (Anon. 1995a, Erdem 1990).

Su kirliliğini ortamına göre; akarsu kirliliği, göl kirliliği, yeraltı suyu kirliliği, kaplıca ve maden suları kirliliği, deniz ve kıyı kirliliği olmak üzere beş farklı sınıfta gruplandırmak mümkündür (Anon. 1995a).

Kirlenmiş bir su ortamında, ortamda önceden bulunan değerli türler azalırken, bunun yerine kirlenmiş ortamlarda yaşayabilen daha az hassas ve daha az değerli türlerin sayısı artar. Bunun sonucunda da ortamda çeşitlilik azalır ve baskın türlerdeki bireylerin sayısı çoğalır, doğal zenginlik ve çeşitlilik azalır (Karpuzcu 1995).

Suyun sıcaklık derecesi, pH, çözünmüş oksijen, ışık ve tuzluluk gibi faktörler ağır metallerin birikim ve etki mekanizmalarını değiştirmektedir. Organizmalar beslenme ve yaşam özellikleri gereği aynı metali farklı şekilde biriktirebilir (Mikac ve Picer 1995).

Denizler, özellikle kıyısında bulunan endüstri ve yerleşim yerlerinden gelen katı ve sıvı atıklarla artan oranlarla kirlenmektedir. Türkiye'de su kirliliği sorunları, ilk kez Haliç'in kirlenmesi ile dikkat çekmeye başlamıştır. Haliç'in kirlenmesini İzmit ve İzmir körfezi kirliliklerini, Porsuk ırmağı kirlenmesi takip etmiş, daha sonraki yıllarda önlem alınmaması ya da alınan önlemlerin yeterli olmaması nedeni ile, kirlilik bu bölgelerde dikkat çekici boyutlara ulaşmıştır (Anon. 1998a).

Nitekim bugün Marmara Denizi ve özellikle İzmit Körfezi'nde deniz yaşamı, durma noktasına gelmiştir. Marmara Denizi'ne yılda 547.5 milyon metreküp atık su boşaltılmaktadır. Ayrıca Tuna Nehri yoluyla Avrupa 'dan gelen atıklar, Karadeniz'e kıyısı bulunan ülkelerden gelen nükleer ve endüstri atıklarıyla birlikte bu denize, her yıl ortalama 770 milyar m<sup>3</sup> atık su karışmaktadır (Anon. 1987).



Deniz kirliliği çevre kirliliğinin önemli bir parçasıdır. Ve denizlerin en büyük dezavantajı çevreye (kara, nehir, göl, atmosfer vb.) atılan hemen hemen her tür kirleticinin bir şekilde kendilerinde son bulmasıdır.

Anadolu en eski uygarlıklara ev sahipliği yapmış olan dünyadaki nadir bölgelerden biridir. Nitekim tarım ve madenciliğin Akdeniz kıyılarında bilinen tarih boyunca varlığı, ormanları yok etmiş, ayrıca metal kirlenmesini ön plana çıkarmıştır. Yakın tarihte ise, sanayi devrimi ve turizmde olan gelişmeler Akdeniz'in kirlenme açısından daha kritik bir döneme girmesine sebep olmuştur (Anon 1995a)

Türkiye'yi çevreleyen denizlerden her biri, diğer deniz havzalarından az veya çok izole olmuş durumdadır. Karadeniz ile Marmara Denizi arasındaki bağlantı, yatay düzlemde dar İstanbul Boğazı, dikey düzlemde ise, Boğazın her iki ucunda 36 ve 56m derinlikte yer alan eşiklerle büyük çapta kısıtlanmıştır. Marmara Denizi ile Ege Denizi arasında ise dar ve sığ Çanakkale Boğazı söz konusu kısıtlanmayı meydana getirmektedir. Ege Denizi de, üzerinde Girit, Rodos ve diğer bazı Ege adalarının yer aldığı ve Anadolu ile Mora yarımadaları arasında uzanan bir eşikle Akdeniz'in diğer bölümlerinden ayrılmaktadır. Akdeniz ise, Atlas Okyanusu'ndan dar ve sığ Cebelitarık Boğazı ile, Hint Okyanusu'ndan ise, insan yapısı Süveyş Kanalı sığıkları ile ayrılmaktadır. Bu kısıtlamalar, denizler arasındaki su alışverişini geniş çapta önlediğinden, bu kesimlere deşarj edilen atıkların seyreltilmesi ve uzaklaştırılmasını kısıtlamış durumdadır. Bu kısıtlamanın yarattığı diğer bir etki de, su kütleleri arasındaki düşey karışımın belirli bir derinlikten sonra durmasıdır. Bu ise kirleticilerin büyük bir bölümünün belirli tabakalarda kalmasına ve konsantrasyonlarının göreceli olarak artmasına neden olmaktadır (Anon 1995a)

Deniz ekosistemlerine ulaşan ve çeşitli formlarda bulunan metaller, deniz canlıları tarafından dört yolla bünyelerine alınabilmektedirler. Bunlar;

- a-Ortam suyunda bulunan çözünmüş ya da organik moleküllere bağlı iyonların su ile birlikte alınmasıyla,
- b- İçinde ağır metal birikmiş besin maddeleri ile,
- c- Yüzeylerinde ağır metalleri adsorbe etmiş sestonlar yoluyla,

d- Toksik metal iyonları ile organizmaların ürettiği bazı maddeler arasındaki çekim nedeniyle ortaya çıkan adsorbsiyon şeklinde olmaktadır (Merlini 1980).

Değişik yollarla canlı bünyesine alınan ağır metaller her organ ve dokuda farklı düzeyde biriktirmektedir. Canlı bünyesinde çeşitli metabolik olaylar oluştuktan sonra vücut dışına atılabilen metallere fizyolojik öneme sahip olanları depolanabilmektedirler. Eğer bunlar toksik metallere biri ise enzimlerin yapısını bozabilmekte ve bazen de hücre içerisinde özel bir şekilde bağlanarak toksik etkileri ortadan kaldırılmaktadır (George 1980)

Akdeniz körfezinde genelde kirleticilerin en büyük kaynağını, tarımsal faaliyetler meydana getirmekte ve denize taşınmaları akarsularla olmaktadır. Tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan deniz kirliliği, örneğin erozyon ve doğal bitki örtüsünün değişmesi sonucu toprakta bulunan civanın buharlaşıp denize taşınması, uzun yıllardır bilinen bir sorun olmuştur. Kuzeydoğu Akdeniz’de, kara kökenli kirleticilerin tamamına yakını, ülkemizden kaynaklanmaktadır (Anon 1987).

Kuzeydoğu Akdeniz’in kıyı kesimi, genelde tarım alanı olmasına karşın, endüstriyel kuruluşlar bazı bölgelerde yoğun olarak bulunmakta ve bölgesel deniz kirlenmesine sebep olmaktadır. Söz konusu bölgelerden en önemlisi, Taşucu -İskenderun arasında kalan kesim olup bu bölgelerde tekstil, gıda, boya, soda, kağıt, demir-krom, plastik madde üretimi, suni gübre endüstrileri ve madencilik faaliyetleri oldukça yoğundur. Mersin’deki petrol rafinerisi ve İskenderun Körfezi’ndeki iki adet petrol boru hattı terminali, dikkate değer kuruluşlardır. Karasal kaynakların yanında, deniz yolu taşımacılığı ve tanker trafiği, petrol ve petrol türevleri gibi kirleticilerin en önemli kaynağını oluşturmaktadır (Anon 1995a)

Antalya, Mersin ve İskenderun limanlarındaki yoğun deniz trafiği petrol artıkları miktarını artırmaktadır. Ağır metaller, klorürlü pestisitler ve poliklorürlü bifeniller genelde toksik maddeler olup, deniz kirliliğinde önemli yere sahiptirler. Kuzeydoğu Akdeniz’e nehirler ve kanalizasyonlarla yapılan yıllık toplam deşarj, 36300 milyon

metreküp olup, bunun %99'dan fazlasını nehir deşarjları meydana getirmektedir. Endüstriyel atık sular toplam deşarjın %1'inden az olmasına rağmen, oldukça yüksek toksik madde içerebildiklerinden dikkate alınmaları gerekmektedir (Anon. 1995a)

Günümüzde bilinen 8 milyon civarında kimyasal maddenin 80 bin kadarı ticari sirkülasyonda aktif olarak kullanılmaktadır. Her yıl yeni kimyasal maddelerin keşfedilmesi ve kullanılması yanında bu maddelerin üretim miktarlarında da 10 yılda iki kat artış gözlenmiştir (Anon. 1998d).

Minerallerin bazıları, insan ve hayvanlar için zorunlu olarak alınması gereken maddelerdir. İnsan vücudu için zorunlu olan ve olmayan metaller, başta besinler olmak üzere, diğer bazı yollarla vücuda alınmaktadır. Değişik yollarla yüksek miktarda alım, vücutta metal yükü oluşturmaktadır. Bazı metallerin konsantrasyonlarındaki artış ise toksik etki oluşturur. Vücutta metaller, organik bileşiklerle ve daha çok proteinlerle aktivite gösterir (Emre 1987).

Bu ağır metallere kadmiyum, toksikolojik önemi oldukça yüksek olan ağır metallere biridir. 1817'de bulunan bu metalin buhar ve tozlarının, endüstride zehirlenmelere neden olabileceği geçen yüzyılda gösterilmiştir (Vural 1996).

Kadmiyum doğada az bulunmasına rağmen kullanım alanı her geçen gün artmaktadır. Özellikle çinkonun bulunabileceği her yerde az miktarda da olsa kadmiyum vardır. Emre (1987), çinko üretimi sırasında 10 ton çinkoya karşılık 25-30 kg kadmiyum elde edildiğini bildirmiştir. Çinko fırınlarındaki toz toplayıcılardan elde edilen tozun %20'si kadmiyumdur. Buna karşın esas cevherde bu oran yaklaşık %0.5 kadardır (Emre 1987). Kadmiyum biyolojik sistemlerde çok yavaş proseslerden geçer. Hayvanlarda bitkilerden çok daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. En çok yerleştiği organlar karaciğer ve böbreklerdir.

Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) haftada alınması kabul edilebilir Cd miktarını 0.008-0.02 mg/kg olarak bildirmiştir (İnal 1992).

Çeşitli yollardan hava, su ve toprağa karışan kadmiyum; aşınmayı önlemek amacıyla, plastik renklendirici olarak, çeşitli maden cevherlerinin (Zn, Pb, Fe ve çelik) üretimi, temizliği ve saflaştırılmasında, pil üretiminde, lastik sanayinde, fotoğrafçılıkta, elektrik bataryası yapımında, nükleer güç santralleri yapımında, TV tüpleri üretiminde, süper fosfat gübreleri yapımında, fungusit ve insektisit üretimi gibi bir çok alanda kullanılmaktadır (Cengiz 1990).

Kadmiyumun canlı organizmaya alınımı esas olarak su, hava ve sigara ile olmaktadır. Gıda ile günlük alınan Cd konsantasyonu 0.05 ppm iken su ile alınan miktar 0.02 ppm olarak bildirilmiştir (Yokohashi 1973)

Kadmiyumun emilimi; civa ve kurşundan farklıdır. Kadmiyum bileşiklerinde kadmiyum yalnızca  $Cd^{+2}$  şeklindedir ve toksikolojik önemi olan alkil veya diğer organik bileşikleri yoktur. Halojen, sülfat ve nitrat tuzları suda oldukça yüksek oranda çözünürken; oksit, hidroksit ve karbonatlarının ise suda çözünmediği belirtilmektedir (Vural 1996).

Kadmiyum gastrointestinal yolla, daha az miktarda (% 5-7 kadar) absorbe olur. İnce bağırsaklarda absorpsiyonu kalsiyum, demir ve protein eksikliğinde artar. Kadmiyum metabolizması çinko metabolizmasına çok benzemektedir (Vural 1996). Kadmiyum ve bileşikleri sularda çoğunlukla eser miktarlarda bulunur. Kadmiyumun suda çözünürlüğü, kadmiyum kaynağındaki bulunuş şekline ve pH'ya bağlıdır. Doğal suların kadmiyum içeriği genellikle 0.001mg/l'den azdır. Bununla birlikte bazı sularda 0.010 mg/l'ye ulaşan değerlere rastlanabilmektedir (Anon 1995b).

Deniz ürünlerinden midyelerin tüketimi ile vücuda önemli oranda kadmiyum alınmaktadır. Midyelerde bu metalin en fazla biriktiği yer solungaçlarıdır. Balıklarda ise kadmiyum en fazla böbrek, karaciğer ve solungaçlarda birirmektedir (Anon 1976, 1995, Ikuta 1986). Su canlıları yüksek miktardaki kadmiyum konsantrasyonlarına karşı hassas

olup, diğ er ağır metaller (Zn, Fe, Cu, Pb, Ni) gibi kadmiyum da su canlılarının üremeleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Ikuta 1986).

Ülkemiz için taze, dondurulmuş veya iş lenmiş balık ve yumuşakça için kabul edilebilir kadmiyum miktarı 0.1 ppm iken kabuklu su ürünlerinde bu oran 1 ppm olarak belirtilmiştir (Anon. 1997a)

Böbrek üzerine etkili olan kadmiyuma uzun süre maruz kalma bu organda hasara yol açmaktadır. Ayrıca solunum yoluyla akciğ erleri etkileyen bu metal kusma, bulantı, ishal, karın ağ rılarına neden olmaktadır. İskelet sistemi üzerinde de olumsuz etki yaparak kemik kırılmaları ve ş iddetli ağ rılara neden olabilmektedir. Bu konuda en önemli örnek 1940 ve 1965 yılları arasında Japonya'nın Zinzu nehri bölgesinde görülmüştür. Bu bölgede çinko madeni iş letmesinin atık sularıyla sulanan pirinç tarlalarında ürünlerin iç erdiği kadmiyum konsantrasyonu suyun 10 katı kadar bulunmuştur. Bu pirinci yiyen halk arasında kadmiyumdaki kaynaklanan zehirlenme meydana gelmiştir. Itai-Itai yada ouch-ouch adı verilen bu hastalık eklemlerde çok acı veren ağ rılara sebep olmakta, kalsiyum kaybına neden olarak kemiklerde zayıflamalar ve kırılmalar meydana getirmektedir. Bu hastaların kemiklerinde ufalanmalar sonunda ölümler görülmüştür (Nomiya 1974).

Kurş un insanların kullanmayı öğrendikleri ilk metallerden birisidir (Anon 1993). Kurş un ve bileşikleri 150'den fazla iş kolunda kullanılmaktadır. Özellikle; aktü imalatı ve tamiri, kurş unlu levha ve boru yapımı, bunların kullanılması, kurş unlu boya yapımı ve kullanılması, kurş unlu cila, lak, mürekkep yapılması ve kullanılması, kurş unlu kristal, cam ve bardak yapımı, kurş unlu mutfak eşyası, emaye yapımı ve kullanılması, plastik sanayiinde, akaryakıt tankların temizlenmesinde, onarılmasında ve pil yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Anon 1993).

Kurş un doğ al olarak göl ve nehir sularında ortalama olarak 1-10 mg/l düzeyinde bulunmakla beraber çeş itli kaynaklardan bulaş ma sonucu yüksek konsantrasyonlara

ulaşabilmektedir. Özellikle endüstri atıkları ve benzinin suya karışması durumunda kurşun limit değerini üzerine çıkabilmektedir.

Kurşun tozları deniz suyunda (pH=5.1) genellikle çözünmez haldedir. Atık sularındaki kurşunun denizde hızlı çöktüğünü ve bu yüzden dipte yaşayan fauna'nın dışında diğer türler için kurşun kirlenmesinin küçük bir ihtimal olduğu belirtilmektedir (Curi ve Velioğlu 1984)

Atmosferden denizlere yılda 0.3 milyon ton kurşun girerken nehirlerden giren miktar yılda 0.1 milyon ton olarak belirtilmiştir (Cengiz 1990).

Kurşun bileşikleri hayvan organizmasında metabolik değişimlere uğradıktan sonra organik kompleksler halinde belirli organlara yerleşmektedirler. En çok yerleştikleri dokular sırasıyla karaciğer, böbrekler ve kemiklerdir. Kurşun hücre çeperinin yüzeyindeki veya hücre içindeki muhtelif bileşenlerle dönüşebilir bileşikler oluşturur. Kurşunun taze balıklarda bulunış oranı ortalama 0.05-0.1 mg/kg ve maksimum 1.2 mg/kg olarak bildirilmiştir. Dünya Sağlık teşkilatı tarafından önerilen sınır değeri ise balıklar için 0.5mg/kg'dır (Vural 1996)

Kurşunun suda çözünen bileşiklerinin deniz canlıları için çok zehirli olduğu kabul edilmekte, ayrıca suda çözünmeyen, ince, dağılmış kurşun sülfürün de balıklar için öldürücü etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Ikuta 1986)

Kolloidal ve organik kurşun bileşiklerinin balık solungaçlarında absorbe edildiği ve solunum sonucu açığa çıkan CO<sub>2</sub> nedeni ile pH'sı düşen solungaç yüzeylerinde kurşunun çözünerek dokuya geçtiği sanılmaktadır (Ikuta 1986)

Denizlerde kurşun biriktirebilen birçok canlı vardır. Özellikle fitoplanktonlarda kurşun konsantrasyonu yaşadığı ortam konsantrasyonunun 4605 katına kadar çıkabilmektedir (Cengiz 1990)



Doğu istiridyesi (*Crossostreo virginica*) 0.025 mg/l düzeyindeki kurşunu 960 katına kadar yükseltebilmektedir. Hayfa Körfezinde avlanan balıklarda ise 1.8 mg/kg Pb, İzmir Körfezindeki yumuşakçaların kuru ağırlığında ise, 7-21 mg/kg Pb olduğu belirtilmiştir (Cengiz 1990)

Kurşunun kimyasal bileşiklerinin çeşidi, ortamın pH'sı, bazı organik maddelerin ve diğer elementlerin varlığı, suyun sertliği gibi faktörler, kurşunun zehirlilik düzeyini önemli oranda etkilemektedir. Ayrıca deniz canlılarının bu metali biriktirebilme özellikleri de kurşunun zararlı etkilerini artırmaktadır (Cengiz 1990)

Ülkemiz için; taze, dondurulmuş veya işlenmiş balık ve yumuşakça için kabul edilebilir kurşun konsantrasyonu 1 ppm iken kabuklu su ürünlerinde bu oran 2 ppm olarak belirlenmiştir (Inal 1992)

Günümüzde büyük şehirlerde yaşayanlar için en büyük tehlike kurşunlu benzin kullanan taşıtların egzoz gazlarıdır. Almanya'da taşıtlarda kurşunsuz benzin kullanımını teşvik için üretici firmalara belli vergi kolaylıkları sağlanmıştır (Sencer 1987, Berkes ve Kışlalıoğlu 1995)

Kurşun insan sağlığı üzerinde beyinde hasar, kansızlık, böbreğin zarar görmesi ve nörolojik fonksiyon bozuklukları gibi olumsuz etkilere neden olmaktadır. Ayrıca kurşunun çocuklarda önemli derecede zeka geriliği yarattığı bildirilmektedir (Anon 1998d).

Bir diğer ağır metal olan çinko; nispeten aktif bir element olduğu için doğada hiçbir zaman serbest halde bulunmamaktadır. Genellikle çinko sülfür olarak ve daha az miktarda da karbonat kalamın ve silikat mineralleri şeklindedir. Toprak ve kayaların bünyesinde yaygın, fakat az miktarda bulunmaktadır (Emre 1987)

Çinko'nun esas kullanımı galvanizleme veya başka türlü demir kaplama ile çelik levha-tel gibi ürünlerdir. Çinko; çatı kaplama, batarya, boya imalatı, lastik, ilaç ve selüloz endüstrilerinde de kullanılmaktadır.

Büyük miktarda çinko, kimyasal atıklarla birlikte nehirlere boşaltılmaktadır. Ayrıca evsel atık sular da yüksek düzeyde çinko içermektedir. Bütün bunların yanında kayalardan hava koşullarının etkisiyle ve erimelerden dolayı yılda yaklaşık olarak 720000 ton çinkonun nehirlere akıtıldığı, ayrıca fosil yakıtların yakılması sonucunda da çinkonun atmosfere ve sonuçta denizlere ulaştığı araştırmacılarca ifade edilmiştir (Anon 1976)

Çinko bileşiklerinin deniz hayvanlarına akut toksisitesi genellikle yayılma alanları içinde 1-10 mg/l 'dir. Balıklarda akut toksisite sonucu solungaçlar zarar görmektedir. Organizmalar çinkoyu besinle ve suyla alırlar. Çinkonun, kurşun ve civa ile toksik etkisinin arttığı belirtilmektedir (Anon. 1976).

Deniz hayvanlarının larvaları, ağır metallere genellikle erginlerinden daha fazla duyarlıdır. Avrupa kum istiridyesi (*Ostrea edulis*) larvaları için LD<sub>50</sub> (96 saat) değeri 0.1 mg/l, bazı türlerin erginleri için ise bu değer 100 mg/l olarak rapor edilmiştir (Cengiz 1990)

Çinko çeşitli hücresel enzimlerin bileşiminde bulunur. İnsan metabolizmasında önemli bir elementtir. Eriyebilir yüksek konsantrasyonlu çinko tuzları ağız yoluyla alındığında gastrointestinal bozukluklara neden olmaktadır. Çinko tuzları insan dokularında birikmediğinden kronik toksik etkilere neden olmamaktadır (Anon 1976)

Ülkemiz için; taze, dondurulmuş veya işlenmiş balık, yumuşakça ve kabuklu su ürünlerinde kabul edilebilir çinko değeri 50 ppm olarak bildirilmiştir (Anon 1997a).

Bilinen en eski metallere biri olan bakır ise çok sayıda endüstriyel işletmelerden ve bakır madenlerinden denize ulaşmaktadır. Yıllık 2000 ton bakırın gaz ve kömürün



yakılmasıyla atmosfere gittiği varsayılmaktadır. Ayrıca doğal ortamdaki kayalardan yıllık takriben 325000 ton bakırın nehirlerle deşarj olduğu bildirilmektedir (Emre 1987).

Açık denizlerdeki suyun bakır içeriği ortalama 2mg/l'dir. Bakır, sudan dibe çökerek veya organik madde üzerine adsorbe olarak uzaklaşır. Bakırın alglerde büyüme ve fotosentezi etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca bakırın istiridyelerde yüksek düzeyde biriktiği belirtilmiştir (Emre 1987).

Ülkemiz için; taze, dondurulmuş veya işlenmiş balık, yumuşakça ve kabuklu su ürünlerinde kabul edilebilir bakır değeri 20 ppm olarak belirtilmiştir (Anon 1997a)

Bu çalışmada; Antalya körfezinden Ocak, Şubat ve Mart 2000 tarihlerinde avlanan farklı on tür balık, üç tür yumuşakça ve karidesin bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum içerikleri analiz edilerek bu körfezdeki ağır metal kirlilik düzeyinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Türkiye deniz ve akarsuları bakımından oldukça zengin ülkelerden biridir. Sahip olduğu potansiyele paralel olmamakla beraber 1997 yılı deniz balıkları üretimi 382 065 ton, tatlı su balıkları 50 460 ton ve ahtapot, istiridye, yengeç gibi diğer su ürünleri üretimi ise 22 285 ton olarak gerçekleşmiştir (Anon 1998b). Antalya'da ise bu değerler sırası ile 3 549 ton deniz balığı, 166 ton tatlı su ürünleri ve 460 ton diğer deniz ürünleri olarak gerçekleşmiştir (Anon. 1998c).

Bu araştırmada Akdeniz körfezinde miktar olarak en fazla avlanan balık türlerinden bir kısmı seçilmiş olup bu balıkların bazı özellikleri açıklanmıştır.

Dil Balığı (*Solea solea*) genellikle ılık ve serin denizlerde yaygın olarak bulunur. Ancak bazı formaları sıcak denizlerde de bulunabilmektedir. 10 m den 300-500 m derinliklere kadar yayılabilen bu familya üyeleri, diplerin çakıllı, kumlu ve kumlu-çamurlu bölgelerinde yaşayan dip balıklarındandır. Bu balık yavaş hareket eder ve uzun mesafeler üzerinde göç etmez. Ancak üreme devrelerinde, sahillere doğru oldukça yaklaşmaktadır (Kocataş 1988).

Bu karnivor balığın başlıca besinlerini, dip ve diplere bağlı olarak yaşayan çeşitli küçük omurgasızlar ile küçük balıklar oluşturmaktadır. Denizlerimizde yaygın olarak bulunup ekonomik değeri oldukça fazla olan bir balıktır (Akşiray 1987).

Levrek (*Dicentrarchus labrax*) *Serranidae* familyasına ait bir balıktır. Levrek balığı, tropik denizlerden ziyade ılık denizlerin 400-500 m'ye kadar derinliklerinde yaşamaktadır (Akşiray 1987). Levrek, aynı familyaya ait diğer balıklardan sırt yüzgecinin ikiye ayrılmış olması ile kolaylıkla ayrılmaktadır. Birinci sırt yüzgeci dikenli, ikinci sırt yüzgecinin ilk ışını dikenli, diğerleri yumuşaktır. Sırt gri ve yeşilimsi siyah, yanları gümüşü ve karın beyaz renklidir. Solungaç kapakçığında bir veya iki kuvvetli diken ve üst kısımda siyah leke vardır. Geniş ağızlı olan bu balığın çenesinden başka damak ve dilinde de noktah dişler bulunur (Atay 1985).

İnce uzun vücutlu olan bu balığın boyu en fazla 100 cm olmakla beraber genellikle 50cm dir. Sığ sularda yaşayan bu balık Akdeniz'de yaygın, Karadeniz'de nadir olarak bulunmaktadır. Genellikle bu balığın nehir ağzlarına ve dalyanlara girebildikleri belirtilmektedir (Kocataş 1988)

Barbunyaya balığı (*Mullus barbatus*) derin ve oldukça uzun başlı olup, çene altında uzun bir çift bıyığı vardır. Burun hemen hemen dikey görünümde ve ağız göz hizasına yakındır. Göz çukuru altında iki büyük, bir küçük pul bulunur. Üst çene dişsizdir. Sırt ve yanları kırmızimsı pembe olan bu balığın ilk sırt yüzgeci bantsız ve beneksizdir. Vücut yanlardan basık, sırt yüzgeçleri birbirlerinden iyice ayrılmıştır. İlk sırt yüzgeci 8-9 dikenli ışın, ikinci sırt yüzgeci 1 dikenli ve 8 yumuşak ışın içerir. Pulları büyük ve kolay ayrılabilir yapıdadır (Akşiray 1987)

Barbunyaya balığının boyu ortalama 10-15 cm olup nadiren 30 cm uzunluğundadır. 19-23 °C su sıcaklığında, 10-25 m derinliklerde yumurtlayan bu balık Akdeniz ve Karadeniz'de sığ, kumlu ve çamurlu diplerde 300m derinliğine kadar bulunabilmektedirler (Atay 1985).

*Mugilidae* familyasından olan kefal balığı (*Mugil cephalus*) has kefal ve yassı baş kefal olarak da bilinir. Bu balığın vücudu uzun ve yanlardan hafifçe basık, kafa kısa ve basık, dişleri çok küçük olup zorla görülebilmektedir. Sırtı mavimsi gri olan bu balığın karnı gümüşü renkte olup, vücudun yanında 12 adet esmerimsi bant bulunmaktadır (Akşiray 1987)

Akdeniz, Marmara ve Karadeniz'de yaygın olarak bulunan kefal sürüleri halinde genellikle sığ sularda ve dalyanlarda bulunmaktadır. Hızlı yüzen ve rahatsız edildiğinde suyun üzerine çıkan bu balık beslenmek için nehirlere ve mansaplara girer. Denizde yumurtlayan kefal balığının larvaları tatlı su akıntılarında yoğun olarak bulunmaktadır. Kefal balığı, genellikle dipte yaşayan küçük canlı organizmalar, yüzeye yakın yüzen algler, çamur ve kumda bulunan organik maddelerle beslenmektedirler (Atay 1985)

Çipura (*Sparus auratus*) *Sparidae* familyasından, vücudu oval şekilli yandan basık bir balıktır (Alpaz, 1990). Bu balığın yan tarafı gümüşü sarı ile parlak altın renginde olup, solungaç kapakcığının kenarı ise pas renklidir. Pulları geniş olan bu balığın göğüs yüzgeci uzun olup anüse kadar uzanmaktadır. Boyu en fazla 70 cm ise de genellikle 20-40 cm olan çipura Akdeniz, Ege ve Marmara denizinde derinliği 60 cm'e kadar olan kıyı sularında ve dalyanlarda yaygın olarak bulunmaktadır. Bu balıklar yumuşakçalar, krustasealar ve kurtlarla beslenmektedir (Alpaz 1990).

Kupes balığının (*Boops boops*) vücudu uzun, füze şeklinde, üst çene geniş ve yassı bir sıra kesici, alt çene üçgen nokta dişli bir balıktır (Akşiray, 1987). Bu balığın göğüs yüzgeci orta derecede gelişmiş, pulları oldukça büyük, boyu genellikle 20-25 cm olup en fazla 36 cm ye ulaşabilmektedir. Yosun, mantar ve küçük kabuklularla beslenen kupes Akdeniz, Ege ve Marmara'da derinliği 100 metreye kadar olan kıyı sularında veya dibe yakın yerlerde bulunmaktadır (Atay 1985).

*Sparidae* familyasından olan mercan balığı (*Pagellus acarne*) uzun vücutlu, geniş ve yuvarlık burunlu, küçük ağızlı, sırtı pembe renkli, ağız içi ve solungaçları salmon kırmızısı, yanları ve karnı gümüşü renkli bir balıktır (Atay 1985).

Akdeniz ve Ege denizinde dibi çamurlu ve kumlu bölgelerde 5 ile 100 m derinlikler arasında oldukça yaygın olan bu balığın boyu genellikle 20 cm olup en fazla 35 cm'ye erişebilmektedir (Atay 1985).

*Scombridae* familyasından olan Kolyoz (*Scomber japonicus*) uzun, yuvarlak vücutlu, nokta burunlu ve kuyruk sapı incedir. Bu balığın birinci sırt yüzgeci 8-10 dikenli olup sırtı çelik mavimsi renkte ve enine dalgalı, alt yanları ve karın gümüşü sarı renktedir. Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadenizde bulunan bu balığın boyu genellikle 20-30 cm olup en fazla 50 cm'ye ulaşabilmektedir (Atay 1985).

*Carangidae* familyasına ait istavrit (*Trachurus trachurus*) balığının yan çizgisi boyunca iri kemiksi pullar kalın bir sıra oluşturmakta ve anüs yüzgeci dikenleri hizasında

aşağı düşüş göstermektedir. İstavrit sırtı grimsi yeşil, yanları gümüşü metalik parlıtlı ve karın beyaz renkte olan bir balıktır (Atay 1985)

Ege ve Marmara'da daha az, Akdeniz ise yaygın olarak yazın sahillerde ve kışın 500 m'ye kadar olan derin sularda, pelajik ve göçmen geniş sürüler halinde yaşayan bu balığın boyu 30-50 cm arasında değişim göstermektedir (Akşiray 1987).

Sardalya (*Sardinella aurita*) yuvarlaklığı, karın yüzgecinin 9 ışıklı ve solungaç kapakçıkları ucunun siyah lekeli oluşu ile diğer türlerden ayrılmaktadır. Sırtı mavi, yanları ve karını gümüşü beyaz, sırtı ve yanları arasında altın bir bant bulunan sardalya balığının yan çizgisi yoktur (Atay 1985).

Karadeniz'de nadiren, Akdeniz'de yaygın olarak bulunan bu balık genellikle 15-23 cm olup en fazla 33 cm'ye erişebilmektedir (Atay 1985).

Derin su pembe karidesi (*Parapenaeus longirostris*), *Penaidae* familyasına aittir. Karidesler içinde ticari önemi çok büyük olup ilk üç yürüme ayağının kısaçlı oluşu ile diğerlerinden ayrılmaktadır (Kocataş ve Geldiay 1988)

Akdeniz, Ege ve Marmara denizlerinde genellikle 100-400 m derinliğindeki çamurlu veya çamurlu kumlu ortamda yaşayan karidesin boyu genellikle 8-10 cm olup en fazla 12 cm'ye erişebilmektedir (Atay 1984)

Ahtapot (*Eledone aldroventi*), sekiz kollu, her bir kolunda tek bir sıra vantuz bulunan, kolların üst kısımları birbirine bağlanmış yumuşakçalardır. *Octopodidae* familyasından olan ahtapotların renkleri kahverengimsi, boyları 35 cm kadar ulaşır 20-50 metreler arasındaki çamurlu zeminlerde bulunmaktadırlar (Kocataş ve Geldiay 1988)

Sübye (*Sepia officinalis*) vücudu oval, geri kısım yuvarlak olup uzunlamasına dar bir yüzgeç vücudu sarmaktadır. Sepidae familyasına ait olan bu yumuşakçanın ağız etrafında geriye çekilmeyen sekiz kolu ve yanlarda geriye çekilebilen iki uzun tentakülü

ve sırtının iç bölgesine yerleşmiş kireç yapıda bir kabuğu bulunmaktadır Akdeniz ve Ege denizinde yaygın olan sübyenin boyu 30-35 cm uzunluğa erişebilmekte ve genellikle 20-25 cm arasında olmaktadır (Kocataş ve Geldiay 1988).

*Loliginidae* familyasının sularımızdaki tek ekonomik türü Kalamarın ( *Loligo vulgaris*) vücudu uzamış ve gerisi hafifçe yuvarlak, yüzgeçleri üçgen şeklinde mantonun geriden üçte ikisini teşkil etmektedir. Kalamarın kollarının her birinde ikişer sıra emicileri bulunan sekiz adet geriye çekilmeyen kolu ve ellerinde dört sıra emiciler, bulunan kısmen geriye çekilebilen iki adet tentakülü bulunmaktadır Akdeniz ve Ege denizinde yaygın olan bu yumuşakçanın boyu genellikle 20-30 cm olup 45-50 cm uzunluğa erişebilmektedir (Atay 1984).

Kirletici kaynaklardan bazıları deniz suyu ve sediment yolu ile canlılarda ağır metal konsantrasyonlarını artırabilmektedir. Önemli kirletici kaynaklardan olan ağır metallere bakır, çinko, kurşun, kadmiyum ekosistemde pek çok organizma üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Nitekim bu ve benzeri ağır metallere değişik su ürünleri üzerine olan etkilerini araştırmak üzere pek çok araştırma yapılmıştır.

Erdem (1990) yaptığı çalışmada bir balık türünü farklı kadmiyum konsantrasyonlardaki ortamlarda bekleterek 20 gün sonra karaciğer, dalak, solungaç ve kas dokusundaki kadmiyum birikimini belirlemiş ve birikimin derişim ve etki süresine bağlı olarak en yüksek düzeyde karaciğerde olduğunu, bunu sırasıyla dalak, solungaç ve kasın izlediğini saptamıştır. Çalışma sonucunda balık ciğerindeki kadmiyum konsantrasyonunu 25.00-64.68 ppm, kas dokusundaki konsantrasyonunu ise 4.05-7.97 ppm olarak bulmuştur.

Karadede vd (1997), *Mastacembelus simack*'ın kas, karaciğer, gonad, solungaç ve böbreklerinde Co, Cd, Pb, Cu, Fe, Ni, Mn, Mo ve Zn gibi ağır metal konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Analiz sonuçlarında karaciğer, gonad, solungaç ve böbreklerde kasa oranla daha yüksek Cu, Fe, Ni, Mn ve Zn bulunmuştur.



Ramel vd (1997) sazan balığındaki kadmiyum birikimini araştırmışlardır. Araştırmada 100'er gr ağırlığındaki balıklar 140 gün süreyle 1000 litrelik tanklarda 450 mg/l Cd konsantrasyonunda tutulmuştur. Çalışma sonucunda Cd konsantrasyonu kas, böbrek ve karaciğer dokularında sırası ile 9, 91, 250 mg/kg kuru ağırlık olarak bulunmuştur.

Sunlu ve Egemen (1997) ise İzmir körfezinde yaşayan lipsoz (*Scorpaena porcus* L) balığında Cd, Pb, Cu, ve Zn düzeylerini değişik doku ve organlara göre mevsimsel olarak araştırmışlardır. Araştırma yapılan çeşitli organ ve dokular içerdikleri ağır metal düzeylerine göre, karaciğer>solungaç>et dokusu şeklinde sıralanmıştır. Araştırma yapılan balık türünün çeşitli organ ve dokulardaki ağır metaller ise birikim düzeylerine göre Zn>Pb> Cu > Cd şeklinde sıralanmıştır. Çalışma sonucunda; Cd, Pb, Zn ve Cu sırasıyla karaciğerde µg/g olarak; 0.04-0.20, 0.22-1.28, 10.09-30.7, 0.10-0.51, kas dokusunda yine sırasıyla µg/g olarak 0.005-0.04, 0.01-0.08, 0.92-2.23, 0.03-0.09 şeklinde tespit edilmiştir.

Salanki ve Katalin (1985), *Anadonta cygnea*'nın (midye) farklı organları tarafından Hg ve Cd alımın dinamiklerini incelemişler ve süredeki artış ile birikimin arttığını tespit etmişlerdir. *Anadonta cygnea* L.'de Hg ve Cd konsantrasyonları sırasıyla, kas dokusunda 1.33 ve 3.67 ppm iken karaciğerde bu oranlar sırası ile 1.74 ve 11.6 ppm olarak bulunmuştur.

Harrison ve Klaverkamp (1990) yaptıkları bir araştırmada Kanada'da 13 farklı gölde yaşayan balıkların kas ve karaciğerindeki Zn, Cu, Cd, Hg, Se, Pb ve As konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda karaciğerin kas dokusundan daha yüksek oranda ağır metal içerdiği tespit edilmiştir.

Frazier (1979) deniz organizmalarındaki Cd konsantrasyonunu araştırmış ve aşağıdaki verilere ulaşmıştır. Balıkların kas dokusunda, 0.01-2.4, karaciğerde, 0.19-9.8 µg/g (yaş ağırlık), yumuşakçaların yumuşak vücut parçaları bölümünde 0.01-14.0 µg/g (yaş ağırlık) bulunmuştur.

Wharfe ve Broek (1977) Aşağı Medwey Koy'undaki balıklarda Hg, Zn, Pb, Cu ve Cd konsantrasyonunu incelemişlerdir. Yılan balığı (*Anguilla anguilla*) kas dokusunda Zn, Cu, Pb ve Cd konsantrasyonları sırası ile; 23.8-27.2, 0.6-0.5, 0.48-1.05, 0.17-0.12 ppm, ciğerinde; 51.9-71.9, 14.9-25.1, 0.84-2.68, 0.24-0.37 ppm, Bakalyaro (*Gadus merlangius*) balığının kas dokusunda bu oranlar sırası ile; 9.2-9.1, 0.7-0.6, 0.29-0.36, 0.13-0.21 ppm, ciğerinde ise 28.3, 2.4, 0.89, 0.15 ppm, pisi balığı (*Platichthys flesus*) kas dokusunda; 18.2-17.2, 1.3-0.8, 0.28-0.39, 0.06-0.07 ppm, ciğerinde de 53.8-61.8-12.9-18.3, 0.94-1.38, 0.18-0.18 ppm olarak tespit edilmiştir.

Sazan balığı Hg, Cu, Cd, Pb ve Ni'in iki farklı konsantrasyonunda yedi günlük süre ile tutulmuş ve balığın kanındaki hematokrit değerleri ile kan serumundaki glikoz düzeyleri ölçülerek bu metallerin toksik etkileri araştırılmıştır. Bu balığın solungaç, karaciğer ve kas dokusundaki kadmiyum düzeyleri kuru ağırlıkta sırasıyla 1.26-6.10, 0.96-4.72 ve 0.51-1.67 ppm, kurşun düzeyleri 9.41-44.75, 5.22-37.15 ve 2.94-13.73 ppm, bakır düzeyleri ise 5.43-58.63, 5.91-201.1 ve 3.27-7.35 ppm olarak bulunmuştur (Canlı 1995)

Midyeler üzerinde yapılan bir çalışmada Zn, Cd, Hg ve Cu bağlayan proteinlerin olduğu tespit edilmiştir (Talbot ve Magee 1978)

*Clupea harengus* L. (kuzey tirsı balığı) yumurtaları 0.01, 0.03, 0.05 ppm lik üç farklı Cu konsantrasyonuna sahip ortam içinde bırakılmış ve çalışma sonucunda bu balığın beyin hücrelerinde 0.03-0.05 ppm düzeyinde Cu belirlenmiş ve ayrıca çekirdek ile mitokondride önemli tahribatların olduğu gözlenmiştir (Shackley ve King 1995)

Venezuela 'da deniz dip çamurunda Cd, Cu, Cr, Mn, Hg, Ni ve Pb miktarları incelenmiş ve araştırma sonucunda Cd 0.55-0.12, Cu 27.40-6.45, Cr 10.69-7.22, Mn 0.38-0.27, Hg 0.11-0.03, Ni 29.19-8.59 ve Pb 22.65-11.07 ppm olarak bulunmuştur (Urdaneta 1997)



Başka bir çalışmada Zn ve Pb'nin balık popülasyonunun genetik varyasyonu üzerindeki etkisi araştırılmış ve ağır metal kontaminasyonunun genetik yapı ve çeşitlilik üzerinde bir biyoindikatör olabileceği bildirilmiştir (Roark ve Brown 1996).

Juszczak ve Damagala (1996) bazı antropolojik elementlerin balık sağlığı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda çeşitli balıkların kas dokusunda değişik oranlarda konsantrasyonların olduğu bildirilmiş, bu da balıkların farklı alanlarda yaşaması ve yaşam alanına yakın toksik kaynağın bulunmasına bağlanmıştır.

Besin zincirindeki halka boyunca çeşitli sucul canlıların bünyesindeki konsantrasyonun arttığını göstermek amacı ile yapılan bir araştırmada bakır, nikel ve kadmiyum miktarları 300 gün süreyle incelenmiştir. Çalışma sonucunda bu ağır metallerin konsantrasyonunun omnivor beslenen > fitoplanktonla beslenen > zooplanktonla beslenen > karnivor beslenen şeklinde bildirilmiştir (Ramel vd 1997).

Pakistan'da yapılan bir çalışmada, beş gölden alınan altı farklı türün As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn ve Hg içerikleri, incelenmiştir. Belirtilen metallerin bu göllerde tehlikeli metallerin dikkat çekici boyutlarda olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonucunda As, Fe, Pb, Zn, ve Hg, sırasıyla; 0 006-6 967, 0 933-6 133, 0 060-4 108, 0 978-5 363 ve 0 030-3 211 µg/g, yaş ağırlık olarak bulunmuştur (Ashraf vd 1991).

Tigris nehrinde bazı ağır metallerin incelenmesi için yapılan bir çalışmada, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, ve Zn'un bütün balık türlerinde yüksek konsantrasyonda olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun Ergani Bakır madeninden ve jeokimyasal kaynaklı olabileceği bildirilmiştir (Tez vd 1994).

Katz (1978) Cu, Zn, Cd, Pb gibi toksik ağır metallerin balık ve diğer suda yaşayan diğer organizmalar üzerine toksik etkisinin kesin olduğunu, ancak asıl problemin hangi metalin hangi konsantrasyonda toksik etki gösterdiğini ve bu etkinin nasıl ortadan kaldırılabileceğinin çok önemli olduğunu bildirmiştir.

Bryan ve Uysal (1978) *Scrobicularia plana* 'da ortam konsantrasyonuna bağı olarak Ag, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Sonuçta tüm yumuşak kısımlardaki Cd, Co, Cr, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarının büyüklük ile önemli derecede arttığı ve diğer taraftan Fe'in nispeten sabit kalırken Ag, Cu ve Mn düzeylerinin azaldığını belirlemişlerdir.

Diğer bir çalışmada İzmir körfezinin deniz suyunda ve bazı su ürünlerinde Hg, Pb, Cd, As, Fe, Zn, Cu, Ni ve Cr düzeyleri araştırılmış, çeşitli balıkların 0.10-1 80mg/kg arasında Pb içerdiği belirlenmiştir (Güneş 1983)

Kumbur vd (1997) bazı deniz canlılarında Hg, Pb, Zn ve Cu düzeyini araştırmışlardır. Balıklarda metal derişiminin kefal , berlam, barbunya ve dil balığı örneklerine doğru arttığı saptanmıştır

Çevre Bakanlığı tarafından desteklenen 1995 yılına ait MEDPOL II uzun süreli izleme programı Ege denizi ve Akdeniz'de Mayıs-Eylül olmak üzere iki dönemde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada alınan veriler Ege denizinde organizmalarda ortalama olarak Hg 16-62, Cd 7-25, Pb 109-150 µg/kg aralığında bulunmuştur. Sedimentte ise Cd 24-151, Cr 72000-107000, Pb 10000-29000 ve Hg 96-229 µg/kg aralığında bulunmuştur. Akdeniz'de ise avlanma bölgelerine göre değişiklik göstermekle birlikte, Tirtar-Mersin arasında dil balığında Cd 0.2 mg/kg, Pb miktarı ile gıda kodeksine göre kabul edilebilir değerde, kefal 'de Cd 19.5, Pb 54.5 ppm olarak, Manavgat'ta dil balığı Cd gıda kodeksine göre kabul edilebilir değerde, Pb 241.2 ppm, barbunya'da Cd gıda kodeksine göre kabul edilebilir değerde, Pb 241.2 ppm olarak, Mersin'de; barbunyada Cd 6.5 ppm, Pb normal değerde, dil balığında Cd 15.2, Pb 81.9 ppm, kefalde Cd 10.4, Pb 50.3 ppm ve sardalyada Cd 9.4, Pb 69.4 ppm olarak tespit edilmiştir (Anon. 1995c)

Parlak (1986) Kuzey denizinin Hollanda kıyılarında bakır sülfat kirliliği ve Taiwan'ın Konsiung körfezindeki Cu kirlenmesi sonucunda büyük miktarda balık ve midye ölümü gözleendiği ve ayrıca bazı plankton türlerinde azalma olduğunu bildirmektedir

Ashraf vd (1992), Pakistan'da yaptıkları bir çalışmada *Arus maculatus* 'da As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn ve Hg konsantrasyonlarını kas dokusunda incelemişlerdir. Ayrıca suda ve sedimentteki metal miktarlarını da analiz etmişlerdir. Analiz sonucu en yüksek konsantrasyon yaş ağırlık üzerinden Zn 6 763 µg/kg , Mn 0.019 µg/kg olarak tespit edilirken, diğer metallerin miktarları kabul edilebilir sınırlar altında bulunmuştur. Sedimentteki Fe ve Mn miktarı sırasıyla 27.81 ve 44.50 µg/kg bulunmuştur. Sulardaki ağır metal kirliliğinin lokal bir deniz kirliliği olduğu ve antropojenik kaynaklı olduğu bildirilmektedir

Emre (1987) Gemlik körfezinde avlanan midyelerdeki (*Mytilus galloprovincialis*) ağır metal (Zn, Fe, Cu, Mn, Ni, Cd) düzeylerini araştırmıştır. Midyelerde 5.15-44.02 µg/g Zn, 7.58-44.50 µg/g Fe, 0.51-4.43 µg/g Cu, 0.17-0.97 µg/g Cd tespit etmiştir

Şentürk (1993), Marmara'da çeşitli yörelerden avlanmış Mollusklarda Hg, Cd, Pb düzeylerini araştırmış ve Cd değişim aralığını 0.18-0.72 mg/kg, Pb değişim aralığını ise; 0.06-0.85 mg/kg olarak belirlemiştir.

Ikuta ve Morikava (1991) yaptıkları çalışmalarda kabuklular ve yumuşakçalarda Cu, Cd ve Zn konsantrasyonun yaş ile birlikte arttığını belirtmişlerdir.

Ikuta (1987) suda ve bazı deniz kabuklularındaki Cd akümüülasyonun ilişkisini araştırmıştır. Sonuçta sudaki konsantrasyon artışının belirli bir süre sonra kabuklu canlılarda da konsantrasyon artışına neden olduğunu belirlemiştir.

Ikuta (1985) yumuşakçaların doku ve gonadlarında yaptığı araştırmalar sonucunda ağır metal konsantrasyonunun en fazla gonadlarda olduğunu belirlemiştir

Ikuta ve Morikava (1988), yumuşakçalarda ve kabuklularda yaptığı karşılaştırmalı çalışmada 6-96 saat arasında her iki tür organizmayı aynı Cu, Zn, Fe, Mn ve Cd konsantrasyonunda bırakmışlardır. Etki mekanizmaları dikkate alındığında, Pb kemiklerde depolanırken, Cd daha ziyade böbreklere zarar vermektedir. Absorbe edilen kurşun,

enzim sistemlerini bloke ederek zehirlenmelere yol açar ve direk olarak kontraktil sistemlerini etkisi altına alır Her iki metal de kronik zehirlenmelere neden olabilir

Tarıq (1991) Hong Kong'da bir çalışma yapmıştır. Buna göre ağır metallerin denizden elde edilen besinlere bulaşması kirliliğin en önemli boyutudur. Denizden avlanan çeşiti ürünlerde ve istiridyede yedi ağır metalin (An, As, Cd, Cr, Pb, Hg ve Zn) düzeyleri incelenmiş sonuçlar FAO tarafından verilen maksimum sınır düzeyinin altında bulunurken, As lokal olarak bazı bölgelerde yüksek çıkmıştır.

Metal ve bileşiklerinin yapmış olduğu kirlilik tüm dünya denizlerinde önemli bir problem olmaktadır. Denizlerde meydana gelen bu kirliliğin kaynakları antropolojik ve jeokimyasal kökenli olmaktadır. Tehlikeli metaller olarak sınıflandırılan Hg, Pb, Cd, Cu, Zn ve Cr tüm dünyada olduğu gibi Akdeniz'de de önemli kirlilik parametreleri olarak belirtilmektedir. Cd'nin tüm dünyadaki üretimi yaklaşık olarak 18 000 tondur. Akdeniz ülkeleri bunun yaklaşık olarak %10 kadarını oluşturmaktadır (Anon. 1996).

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan 10 tür balık (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus*, *Solea solea*), 3 tür yumuşakça (*Eledone aldroventi*, *Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris*) ve bir kabuklu olan karides (*Parapenaeus longirostris*) örnekleri Antalya körfezinde avcılık yapan balıkçılardan temin edilmiştir. Örnekler Ocak, Şubat, Mart ayında olmak üzere üç kez ve her ayın ilk haftasında alınmıştır. Kıyıya yaklaşan teknelerden temin edilen örnekler bekletilmeden analizin gerçekleştirileceği laboratuvara getirilmiş ve plastik torbalara konulup markalandıktan sonra derin dondurucuda (-18 °C) analiz edilinceye kadar saklanmıştır.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1 Kadmiyum, Bakır ve Çinko miktarı analizi

Analizi yapılacak örneklerin her birinin kas dokusundan 5'er g alınıp havan içinde homojen bir karışım elde edilinceye kadar ezilerek karıştırılmıştır. Karaciğer dokusunun ise tümü havan içinde ezilerek karıştırılmıştır. Analiz için elde edilen bu karışımdan 5g tartılıp porselen krozeler içinde, 550±10°C'de kül fırınında beyaz kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Krozeler desikatöre alınarak soğutulduktan sonra üzerine 1-2 ml nitrik asit konulup külün çözünmesi sağlanmıştır. Ardından karışıma 5-10 ml saf su eklenerek, 50ml'lik ölçü balonuna külsüz filtre kağıdından(Whatman-42) süzülerek aktarılmıştır. Süzüntü destile su ile hacmine tamamlanmıştır. Elde edilen ekstratlar analiz edilinceye kadar ağzı kapaklı plastik şişelerde saklanmıştır (Anon 1983). Cu, Zn, ve Cd miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Varian Spektra A-400) absorbanlarının okunması ile tespit edilmiştir.

### 3.2.2. Kurşun miktarının analizi

Kurşun miktarının belirlenmesi için balıkların kas dokusu ince dilimler halinde parçalandıktan sonra 5 g alınmış, plastik havanda homojen bir hale gelinceye kadar ezilmiştir. Her türe ait balık örneklerinin karaciğerler de kendi içinde karıştırılarak havanda ezilmiştir. Havanda ezilmiş bu karışımdan 5-10g tartılıp porselen kroze içinde,  $550\pm 10^{\circ}\text{C}$ 'de kül fırınında beyaz kül elde edilinceye kadar yakılmıştır. Porselen krozeler desikatöre alınarak soğutulduktan sonra üzerine 5 ml destile su eklenerek sıcak tabla üzerinde ısıtılmıştır. Hafif kaynamaya başladığında eğer varsa en ufak organik parçanın da yanması için üzerine 10 ml 5 N hidroklorik asit eklenmiştir ve 1-2 dakika daha sıcak tabla üzerinde tutulmuştur. Daha sonra kroze içeriği 50 ml lik ölçü balonuna külsüz filtre kağıdından(Whatman-42) süzülerek aktarılmış ve hacmine tamamlanmıştır. Hazırlanan bu 50 ml lik numune 125 ml lik ayırma hunilerine aktarılmış, üzerine numunede bulunan kurşunla kompleks meydana getirmesi için 2 ml amonyum prolidin ditiyokarbomat çözeltisi eklenmiştir. Oluşan beyaz kompleksin karışması için huni çalkalanmış, 3-5 dakika beklenmiş ve numunedeki mevcut kurşunun izobütil metil keton fazına geçmesi için üzerine izobütil metil keton eklenmiştir. Daha sonra ayırma hunisinin kapağı kapatılarak 30 saniye yatay konumda kuvvetlice çalkalanmış ve fazların ayrılması beklenmiştir. Alt kısımda oluşan amonyum prolidin ditiyokarbomat fazı ayrı bir kaba alınmış, üstte kalan faz ayrı bir kaba alınmıştır. Altta kalan faz üzerine 5 ml metilizobütilketon eklenerek işlem tekrarlanmış ve üsteki faz aynı kaba eklenmiştir. Bu işlem ile numunede bulunan kurşunun tamamının izobütilmetilketona geçmesi sağlanmıştır (Anon 1983). Örneklerdeki Pb miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Varian Spektra A-400) 283,3nm dalga boyunda okunmuştur.

### 3.3. İstatistiksel Metot

Araştırma sonucunda elde edilen veriler SAS programı kullanılarak varyans analizine ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuştur (Düzgüneş vd 1987)



## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Balık, yumuşakça ve karideste Cu içeriği

Antalya körfezinden 2000 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında avlanan 10 tür balık (Barbunya, Kefal, İstavrit, Mercan, Levrek, Çipura, Sardalya, Kupes, Kolyoz ve dil), 3 tür yumuşakça (Ahtapot, Sübye ve Kalamar) ve 1 tür kabukluya (Karides) ait Cu içeriği sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Araştırmada Cu analizi balık örneklerinin kas ve karaciğer dokusunda, yumuşakça ve karidesin yumuşak dokularında yapılmıştır. Sonuçlar 10 tür balığın kas dokusunda belirlenen Cu miktarının ortalama 1.58mg/kg, karaciğerde ise ortalama 1.90mg/kg olduğunu ve Cu'nun tüm balık türlerinde karaciğerde kas dokusuna oranla daha yüksek miktarda bulunduğunu göstermiştir. Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçları tür farklılığının Cu içeriği üzerine önemli ( $p < 0.01$ ) etkisi olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.2). Balık örneklerinin kas dokusunda belirlenen Cu içeriği ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.3'de verilmiştir. Bazı türlere ait ortalamalar arasındaki farklılık önemli ( $p < 0.05$ ) bulunurken diğer bazılarında ait ortalamalar istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmamıştır (Çizelge 4.2).

Avlama zamanına bağlı olarak balık örneklerinin kas dokusunda belirlenen Cu miktarı Ocak ayından Mart ayına doğru belirgin bir düşüş göstermiştir. Örneklerin kas dokusunda Ocak ayında belirlenen ortalama Cu miktarı 2.46 mg/kg iken bu değer Mart ayında 0,91 mg/kg düşmüştür (Çizelge 4.1). Nitekim Dil balığı ve Çipura 0.98 mg/kg değeri en küçük, İstavrit ise 2.20 mg/kg değeri ile kasta en yüksek Cu içeriğine sahiptir.

Karaciğer örneklerinde belirlenen Cu içeriği yine en yüksek istavrit karaciğerinde belirlenirken (2.83mg/kg), en düşük değer 1.12mg/kg değeri ile Çipura ve dil balığı karaciğerinde belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçları kas dokusunda olduğu gibi karaciğerde de Cu içeriği üzerine türün etkisinin önemli ( $p < 0.01$ ) olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.2). Balıkların kas ve karaciğerlerinde belirlenen Cu içeriği ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Test sonuçları incelendiğinde kas ve karaciğerde belirlenen Cu içerikleri arasında önemli farklılıklar

olduğu görülmektedir. Örneklerin kas ve karaciğer dokusunda belirlenen Cu içeriğinin önemli düzeyde farklı oluşu analiz edilen balıkların farklı özelliklerinden kaynaklanabilmektedir. Nitekim İstavrit, Sardalya gibi balıklar pelajik balıklar iken Dil ve Barbunya gibi balıklar dipte yaşayan balık türleridir. Ayrıca balık türlerinin avlanabilecek boyut ve ağırlığa ulaşma yaşları da bu konuda önemli bir faktör olabilir. Beslenme farklılıkları, göç gibi faktörler de göz önüne alındığında balıkların kas ve karaciğer dokularında belirlenen Cu içeriğinin farklılık arz etmesi doğaldır.

Varyans analizi sonuçları avlama zamanının balıkların kas ve karaciğer dokusunda analiz edilen Cu miktarı üzerine etkisinin önemli ( $p < 0.01$ ) olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.2). Gerek kas dokusunda ve gerekse karaciğerde Cu oranı Ocak ayından Mart ayına doğru azalma göstermiş ve Duncan Çoklu Karşılaştırma sonuçları da bu azalmanın önemli ( $p < 0.05$ ) olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.3).

Balık örneklerinin kas ve karaciğer dokusunda belirlenen Cu miktarı Şekil 4.1 ve bu değerlerin avlama zamanına göre değişimi ise Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Yumuşakçalarda (Ahtapot, Sübye ve Kalamar) belirlenen Cu 1.82-6.22 mg/kg arasında değişmiştir. Ahtapot örneklerinde ortalama Cu içeriği 1.93 mg/kg iken Sübye örneklerinde bu değer 4.13 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kalamar örneklerinde ise Cu içeriği 2.16 mg/kg olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Ortalamalara ait varyans analiz sonuçları yumuşakça türlerinin ve karidesin Cu içeriği üzerine önemli ( $p < 0.01$ ), avlama zamanının ise yine önemli fakat  $p < 0.05$  düzeyinde etkili olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.2). Ortalamalara ait Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçları da türler arasında ortalama Cu içeriklerinin önemli ( $p < 0.05$ ) düzeyde farklı olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.1'deki yumuşakçalara ait Cu içeriği sonuçları incelendiğinde 2.75 mg/kg genel ortalama değeri ile yumuşakçaların balıklara oranla daha yüksek düzeyde Cu içerdikleri görülmektedir. Karides ise ortalama 5.73 mg/kg Cu içeriği ile hem balık ve hem de yumuşakçalara göre daha yüksek oranda Cu içermektedir. Çizelge 4.1'de verilen



Çizelge 4.1. Balık, yumuşakça ve karideste Cu içeriği (mg/kg)

Av zamanı	Ocak		Şubat		Mart		Kas Ort.	K.ciğer. Ort.	
	Kas	K.ciğer	Kas	K.ciğer	Kas	K.ciğer			
Balık	Barbunya	2.95	3.30	1.53	1.76	1.46	1.91	1.98	2.33
	Kefal	3.57	3.77	1.21	1.67	1.02	1.91	1.94	2.21
	İstavrit	2.72	3.00	2.95	4.44	0.92	1.03	2.20	2.83
	Mercan	1.62	1.26	1.35	1.79	0.99	1.05	1.32	1.37
	Levrek	1.57	2.16	0.85	2.18	1.08	2.35	1.17	2.23
	Çipura	1.22	1.12	1.05	1.30	0.66	0.93	0.98	1.12
	Sardalya	3.28	3.47	1.96	2.25	0.89	0.97	2.05	2.23
	Kupes	1.46	1.56	1.05	1.29	0.97	1.04	1.16	1.30
	Kolyoz	3.66	3.73	1.23	1.57	1.14	1.20	2.01	2.17
	Dil	1.41	1.53	0.84	1.12	0.51	0.83	0.98	1.16
Ort.	2.46	2.87	1.36	1.83	0.91	0.98	1.58	1.90	
Ahtapot		1.82		1.93		2.02		1.93	
Sübye		1.96		4.21		6.22		4.13	
Kalamar		1.85		2.10		2.65		2.16	
Ort.		1.88		2.75		3.63		2.75	
Kabuklu		4.24		5.51		7.40		5.73	

balık yumuşakça ve karidese ait Cu içeriklerinde dikkat çeken diğer bir nokta ise balıklarda gerek kas dokusu ve gerekse karaciğerde Cu içeriği avlama zamanına bağlı olarak azalma gösterirken, yumuşakça ve karideste Cu içeriğinde Ocak ayından Mart ayına doğru bir artma görülmüştür. Nitekim yumuşakçalarda Ocak, Şubat ve Mart ayında belirlenen Cu içeriği sırası ile 1.88, 2.75 ve 3.63 mg/kg olarak belirlenmiştir. Karides örneklerinde ise bu değerler sırası ile 4.24, 5.51 ve 7.40 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Balık, yumuşakça ve Karidesin avlama zamanına bağlı olarak Cu içeriklerinde belirlenen bu trend değişimi her türün biyolojik özelliklerinden, yaşam çevrelerinden, beslenme şekillerinden ve her birinin aynı metali farklı şekillerde biriktirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.2.** Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Cu miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

V.K.	SD	Balık Kas Dokusu		SD	Balık K ciğer Dokusu		SD	Yumuşakça ve Karides	
		KO	F		KO	F		KO	F
Tür	9	1.47	35.55**	9	2.15	15.55**	3	19.31	28.29*
Av zamanı	2	12.88	311.05**	2	18.02	130.00**	2	4.28	6.27*
TürxAv zamanı	18	0.98	23.56**	18	1.54	11.10**	6	4.20	6.16**
Hata	30	0.04		30	0.14		12	0.68	

P<0.05 seviyesinde, \*\* p<0.01 seviyesinde önemlidir

**Çizelge 4.3.** Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Cu Miktarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Balık	Tür	3	7	9	1	2	4	5	8	10	6
		2.20 <sup>a</sup>	2.05 <sup>a</sup>	2.01 <sup>a</sup>	1.98 <sup>a</sup>	1.94 <sup>a</sup>	1.32 <sup>b</sup>	1.17 <sup>bc</sup>	1.16 <sup>bc</sup>	0.98 <sup>c</sup>	0.98 <sup>c</sup>
Kas	Av zamanı	Ocak			Şubat			Mart			
		2.46 <sup>a</sup>			1.36 <sup>b</sup>			0.91 <sup>c</sup>			
Balık	Tür	3	1	5	7	2	9	4	8	10	6
		2.83 <sup>a</sup>	2.33 <sup>b</sup>	2.23 <sup>b</sup>	2.23 <sup>b</sup>	2.21 <sup>b</sup>	2.17 <sup>b</sup>	1.37 <sup>c</sup>	1.30 <sup>c</sup>	1.16 <sup>c</sup>	1.12 <sup>c</sup>
K ciğ.	Av zamanı	Ocak			Şubat			Mart			
		2.87 <sup>a</sup>			1.83 <sup>b</sup>			0.98 <sup>c</sup>			
Yum	Tür	4		2		3		1			
		5.73 <sup>a</sup>		4.13 <sup>b</sup>		2.16 <sup>c</sup>		1.93 <sup>c</sup>			
Ve Kar.	Av zamanı	Şubat			Mart			Ocak			
		3.98 <sup>a</sup>			3.83 <sup>a</sup>			2.65 <sup>b</sup>			

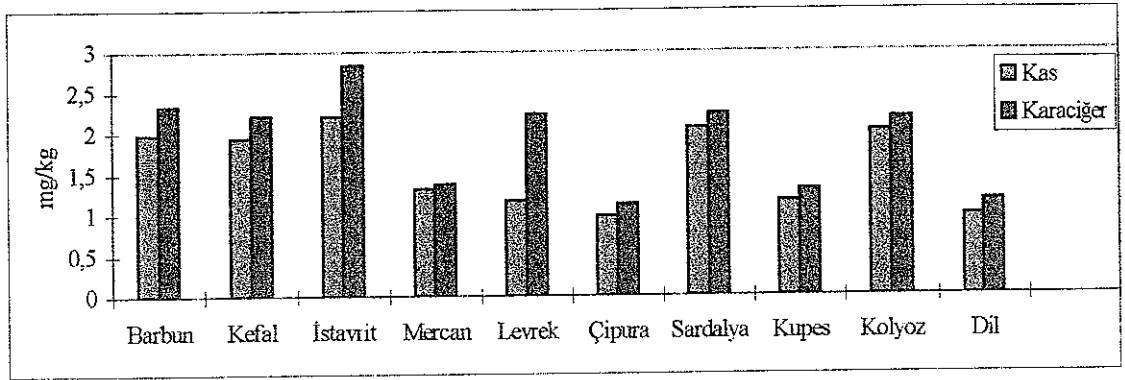
Balık: 1 Barbunya, 2 Kefal, 3 İstavrit, 4 Mercan, 5 Levrek, 6 Çipura, 7 Sardalya, 8 Kupes, 9 Kolyoz,

10 Dil

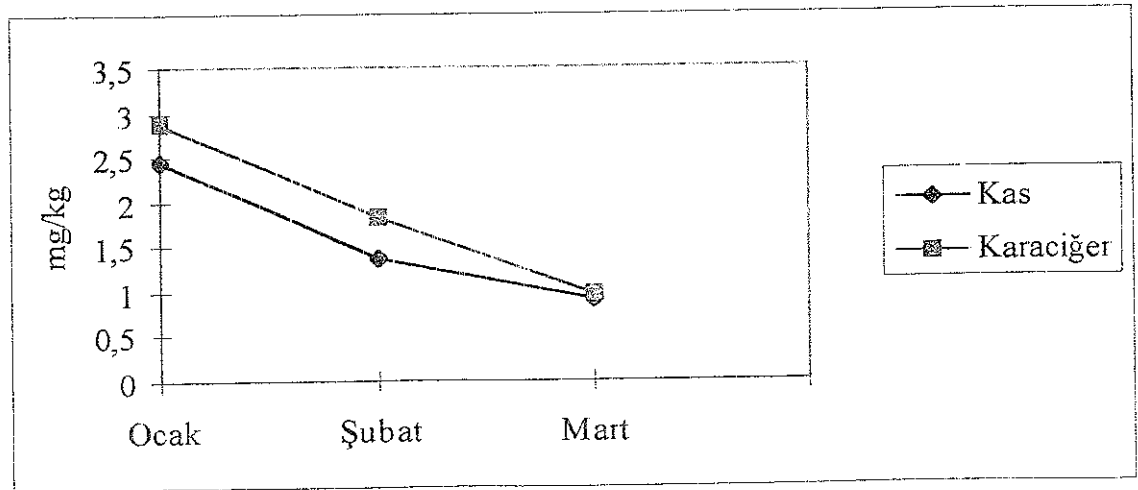
Yumuşakça ve Kabuklu: 1 Ahtapot, 2 Sübye, 3 Kalamar, 4 Karides

Yum ve Kar.: Yumuşakça ve Karides

Ülkemizde ve dünyada sularda yaşayan farklı biyolojik materyallerin Cu içeriğini belirleme amacıyla pek çok çalışma yapılmıştır. Wharfe ve Broke (1977) yaptıkları bir çalışmada yılan balığının (*Anguilla anguilla*) kas ve karaciğer dokusunda Cu miktarını sırası ile 0.5-0.6 mg/kg, 14.9-25.1 mg/kg, bakalyaroda (*Merlangius merlangus*) 0.6-0.7 mg/kg, 2.4 mg/kg, pisi balığında (*Platichthys flesus*) ise 0.8-1.3, 12.9-18.3 mg/kg olarak saptamıştır. Sunlu ve Egemen (1997) lipsoz balığının kas ve karaciğer dokusunda Cu düzeyini 0.92-2.23, 10.9-30.7 µg/g olarak bulmuştur. Karadede vd (1997) kullandıkları örneklerin kas dokusunda ortalama Cu miktarını 3.39 mg/kg, karaciğerde ise 17.25 µg/g olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 4.1 Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Cu miktarı



Şekil 4.2. On tür balığın kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Cu miktarının avlama zamanına göre değişimi

Emre (1987) Gemlik Körfezinde avlanan midyede (*Mytilus galloproincialis*) Cu miktarını 0.51-4.43 µg/g olarak bulmuştur. Bu araştırmalarda elde edilen sonuçların halihazırdaki bu araştırma sonuçları ile gösterdiği farklılığın temel kaynağı hem örneklerin ve hemde örneklerin alındığı ortamların farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Ancak yine de bazı araştırma sonuçları ile bulgularımız uyum göstermektedir. Ayrıca su ortamının kirlenme derecesi, kirlenme kaynaklarının çeşitliliği, tuzluluk, sıcaklık, örneğin alındığı derinlik, örneğin türü, cinsiyeti ve yaşı gibi pek çok faktör göz önüne alındığında bu değerlerin birbirlerinden farklı olabileceği beklenen bir sonuçtur (Ikuta 1985, Sunlu ve Egemen 1997).

#### 4.2. Balık ,Yumuşakça ve Karideste Zn içeriği

Balık, yumuşakça ve karides örneklerinde belirlenen Zn içeriği sonuçları Çizelge 4 4'de verilmiştir. Araştırma sonuçları Antalya körfezinde avlanan balık, yumuşakça ve karideste analiz edilen ağır metaller (Cu, Zn, Pb ve Cd) içinde örneklerde en yüksek miktarda bulunan ağır metalin Zn olduğu gösterilmiştir. Nitekim Zn içeriği balık örneklerinin kasında en düşük 3.17mg/kg değeri ile Şubat ayında avlanan Barbunyada belirlenirken, en yüksek 11.36 mg/kg değeri ile yine Şubat ayında avlanan Sardalyada belirlenmiştir. Balık örneklerinin kas dokusunda ortalama Zn içeriği 4.91 mg/kg olarak saptanmıştır.

Analiz edilen 10 tür balık içinde kasta ortalama Zn içeriği 3.34 mg/kg değeri ile Barbunya'da en düşük değerde, 9.59 mg/kg değeri ile Sardalya'da en yüksek değerde belirlenmiştir. Diğer türlerin kas dokusunda belirlenen ortalama Zn içeriği bu değerler arasında yer almıştır. Sardalya'da Zn içeriğinin diğer türlere oranla yüksek oluşunu etkileyen faktörlerden bazıları biyolojik özellik, beslenme şekli, yaşam alanının diğerlerinden farklılığı ve yaş gibi faktörler olabilir.

Balık örneklerinin kas dokusunda saptanan Zn içeriği ortalamalarının varyans analizi sonuçları türün kas dokusundaki Zn içeriği üzerine etkisinin önemli ( $p < 0.01$ ) olduğunu göstermiştir (Çizelge 4 5). Yine ortalamalara ait Duncan Çoklu

Çizelge 4.4. Balık, yumuşakça ve karidede Zn içeriği (mg/kg)

Av zamanı	Ocak		Şubat		Mart		Kas Ort.	K.ciğer. Ort.	
	Kas	K.ciğer	Kas	K.ciğer	Kas	K.ciğer			
Örnek	Barbunya	3.27	9.12	3.17	7.88	3.58	8.70	3.34	8.57
	Kefal	3.21	3.97	4.42	4.84	3.60	4.13	3.74	4.31
	İstavrit	4.28	6.32	3.19	3.99	4.79	5.37	4.09	5.23
	Mercan	4.00	6.94	3.67	4.35	4.19	5.12	3.96	5.47
	Levrek	4.37	5.95	4.13	5.17	3.99	5.22	4.16	5.45
	Çipura	4.39	5.80	4.44	6.71	5.65	6.07	4.83	6.20
	Sardalya	8.77	13.48	11.36	14.45	8.65	15.14	9.59	14.36
	Kupes	3.49	6.66	3.67	4.18	3.31	4.09	3.49	4.98
	Kolyoz	5.52	9.76	5.48	7.56	5.62	6.24	5.54	7.85
	Dil	5.55	8.87	7.86	6.11	5.85	6.52	6.42	7.17
Ort.	4.69	8.32	5.14	6.57	4.93	5.99	4.91	6.85	
Yumuşakça	Ahtapot	14.63	10.95	21.52	15.70				
	Sübye	14.27	14.26	17.37	15.30				
	Kalamar	14.26	12.61	17.88	14.91				
Kabuklu	Ort.	14.39	12.61	18.92	15.30				
	Karides	14.27	12.10	11.73	12.66				

Karşılaştırma Testi Sonuçları da ortalamalar arasındaki farklılığın önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4.6)

Balık örneklerinin karaciğerlerinde saptanan Zn içeriği ortalama 6.85mg/kg değeri ile Cu'da olduğu gibi yine kas dokusuna oranla karaciğerde daha yüksek oranda bulunmuştur (Çizelge 4.4). En düşük Zn içeriği 3.97mg/kg değeri ile Ocak ayında avlanan Kefal örneklerinin karaciğerinde belirlenirken Zn içeriği en yüksek 15.14 mg/kg değeri ile Mart ayında avlanan Sardalya örneğinin karaciğerinde belirlenmiştir. Karaciğer dokusunda belirlenen ortalama Zn içeriği ise 4.31 mg/kg değeri ile Kefal'de en düşük, 14.36 mg/kg değeri ile Sardalya'da en yüksek olarak belirlenmiştir. Gerek kas ve gerekse karaciğer dokusunda Zn içeriği en yüksek Sardalya'da belirlenmiştir.

Barbunya, karaciğerinde belirlenen Zn içeriği bakımından dikkati çeken bir balık türü olmuştur. 3.34 mg/kg Zn içeriği ile kas dokusunda en düşük düzeyde Zn içeren Barbunya, 8.57 mg/kg Zn içeriği ile karaciğerde en yüksek düzeyde Zn içeren ikinci balık türü olmuştur. Bu sonuç balıkların kas ve karaciğer dokularında ağır metal birikiminin ne denli farklı olabileceğini açıkça gösteren bir örnektir. Balıkların karaciğerlerinde belirlenen ortalama Zn miktarlarına ait varyans analiz sonuçları, balık türünün Zn içeriği üzerine etkisinin önemli ( $p<0.01$ ) olduğunu (Çizelge 4.5) ve bu ortalamalara uygulanan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da ortalamalar arasındaki farklılığının önemli ( $p<0.05$ ) olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.6).

10 farklı tür balığın kas ve karaciğer dokularında bulunan Zn miktarı üzerine avlama zamanının etkisi varyans analizi ile belirlenmiş ve kas dokusunda bulunan Zn miktarı üzerine avlama zamanının etkisi  $p<0.05$  düzeyinde olurken, karaciğer Zn içeriği üzerine avlama zamanının etkisi  $p<0.01$  düzeyinde olmuştur. Türxavlama zamanı interaksyonunun ise ortalama Zn üzerine etkisi hem kas ve hemde karaciğer dokusunda önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Aylara bağlı olarak gerek kas dokusunda ve gerekse karaciğerde saptanan Zn içerikleri düzenli bir dağılım göstermemiştir. Balık türlerinin kas ve karaciğerinde

**Çizelge 4.5. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Zn miktarlarına ait varyans analizi sonuçları**

V.K.	SD	Balık Kas Dokusu		SD	Balık K ciğer Dokusu			SD	Yumuşakça ve Karides	
		KO	F		KO	F	KO		F	KO
Tür	9	21.74	98.91**	9	51.45	53.61**	3	10.96	7.33**	
Av zamanı	2	1.05	4.76*	2	29.25	30.48**	2	54.81	36.64**	
TürxAv zamanı	18	1.15	5.22**	18	8.85	9.22**	6	6.85	4.58*	
Hata	30	0.22		30	0.96		12	1.50		

P<0.05 seviyesinde, \*\* p<0.01 seviyesinde önemlidir

**Çizelge 4.6. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Zn Miktarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları**

Balık kas	Tür	7	10	9	6	5	3	4	2	8	1
	Av zamanı	9.59 <sup>a</sup>	6.42 <sup>b</sup>	5.54 <sup>c</sup>	4.83 <sup>d</sup>	4.16 <sup>e</sup>	4.09 <sup>ef</sup>	3.96 <sup>ef</sup>	3.74 <sup>efg</sup>	3.49 <sup>fg</sup>	3.34 <sup>g</sup>
Balık K ciğ	Tür	7	1	9	10	6	4	5	3	8	2
	Av zamanı	14.36 <sup>a</sup>	8.57 <sup>b</sup>	7.85 <sup>bc</sup>	7.17 <sup>cd</sup>	6.20 <sup>de</sup>	5.47 <sup>ef</sup>	5.45 <sup>ef</sup>	5.23 <sup>ef</sup>	4.98 <sup>ef</sup>	4.31 <sup>f</sup>
Yumuşakça ve Karides	Tür	1	2	3	4						
	Av zamanı	15.67 <sup>a</sup>	15.30 <sup>a</sup>	14.91 <sup>a</sup>	12.66 <sup>b</sup>						
Balık	Tür	1	2	3	4						
	Av zamanı	8.32 <sup>a</sup>	6.57 <sup>b</sup>	5.99 <sup>b</sup>	17.52 <sup>a</sup>	13.98 <sup>b</sup>	12.40 <sup>c</sup>				

Balık: 1 Barbunya, 2 Kefal, 3 İstavrit, 4 Mercan, 5 Levrek, 6 Çipura, 7 Sardalya, 8 Kupes, 9 Kolyoz, 10 Dil

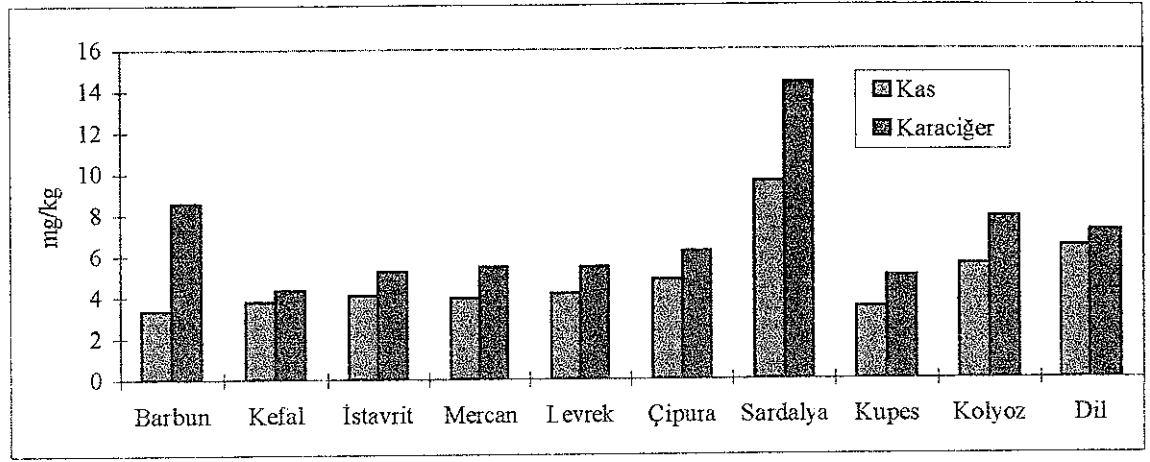
Yumuşakça ve Kabuklu: 1 Ahtapot, 2 Sübye, 3 Kalamar, 4 Karides

belirlenen Zn miktarları Şekil 4.3'te ve bu değerlerin avlanma zamanına göre değişimi ise şekil 4.4'de göstermiştir.

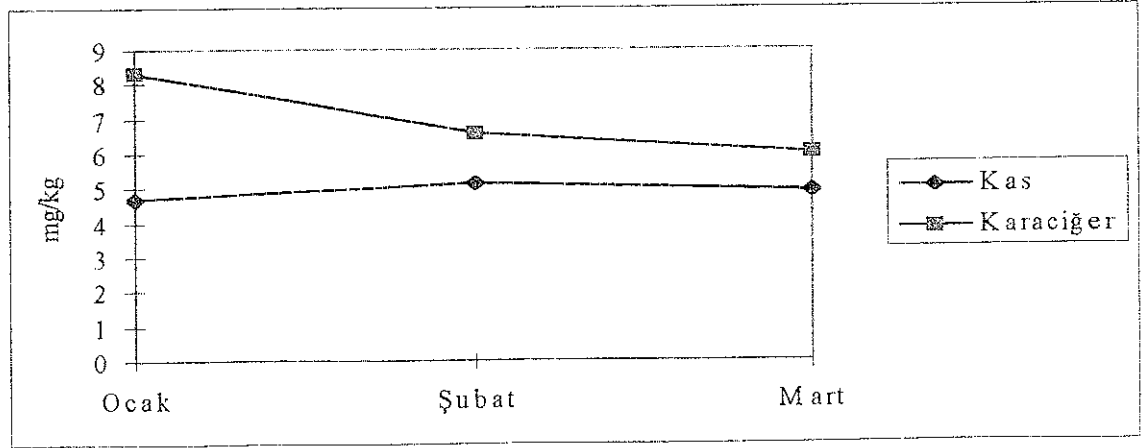
Araştırmada kullanılan Ahtapot, Sübye ve Kalamar gibi yumuşakçaların yumuşak dokularında belirlenen ortalama Zn içeriği 15.30 mg/kg değeri ile balıkların kas dokusunda belirlenen Zn değerinden (4.91 mg/kg) yaklaşık üç kat, karaciğer örneklerinde belirlenen Zn değerinden (6.85 mg/kg) ise yaklaşık iki kat daha yüksek bir değere sahiptir. Bir kabuklu olan karideste ise ortalama Zn içeriği 12.66 mg/kg değeri ile balık örneklerinin Zn içeriğinden yüksek, ama yumuşakçaların her birinin Zn içeriğinden daha düşük olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4)



Gerek Ahtapot ve Sübye ve gerekse Kalamar örneklerinde Mart ayında belirlenen Zn içeriği Ocak ve Şubat aylarında avlanan örneklerin Zn içeriğinden yüksek olarak saptanmıştır. Yumuşakça türü ve karidesin Zn içeriği üzerine olan etkisi varyans analizi sonuçlarına göre önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur (Çizelge 4.5). Yine avlama zamanının yumuşakça ve karides örneklerinin Zn içeriği üzerine olan etkisi önemli ( $p < 0.01$ ) olmuştur. Ancak avlama zamanıxtür interaksiyonunun etkisi  $p < 0.05$  seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge 4.5).



Şekil 4.3. Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Zn miktarı



Şekil 4.4. On tür balığın kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Zn miktarının av zamanına göre değişimi



Ahtapot, Sübye ve kalamar ile karidesin ortalama Zn içeriklerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları yumuşakçaların Zn içerikleri ortalamalarının istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) olmadığını ancak karidesin Zn içeriğinin 12.66 mg/kg ortalama değeri ile yumuşakçalardan önemli ( $p < 0.05$ ) düzeyde farklılık arz ettiğini göstermiştir (Çizelge 4.6).

Avlama zamanına bağlı olarak belirlenen yumuşakça ve karidesin ortalama Zn içerikleri arasındaki farklılık ise önemli ( $p < 0.05$ ) olmuştur. Şubat ayında avlanan ahtapot, sübye, kalamar ve karides örneklerinin Zn içeriği ortalama 12.61 mg/kg değeri ile en düşük düzeyde belirlenirken Mart ayında bu değer 18.92 mg/kg ortalama değere ulaşmıştır (Çizelge 4.6).

#### 4.3. Balık, Yumuşakça ve Karideste Pb İçeriği

Antalya körfezinden Ocak, Şubat ve Mart 2000 aylarında avlanan 10 tür balığın kas ve karaciğer dokusunda belirlenen Pb miktarı ile yine aynı dönemde avlanan 3 tür yumuşakça ve bir kabuklu olan karidese ait Pb içerikleri Çizelge 4.7'de verilmiştir

Barbunya, kefal, İstavrit, Mercan, Levrek, Çipura, Sardalya, Kupes, Kolyoz ve Dil balığı gibi Antalya körfezinde miktarca en çok avlanan bu balık türlerinin kas dokusunda en yüksek Pb miktarı 2.05 mg/kg değeri ile Mart 2000'de avlanan kefal balığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Tespit edilen bu en yüksek Pb değerini 1.24 mg/kg değeri ile Şubat 2000'de avlanan Barbunya ve 1.09 mg/kg değeri ile de Ocak 2000'de avlanan Kupes türü takip etmiştir. Diğer örneklerin tamamında kas dokusunda Pb değeri 1.00 mg/kg'ın altında olup Çizelge 4.7'de görüleceği gibi pek çok örneğin kas dokusunda ise Pb hiç analiz edilememiştir. Bunun anlamı ise analiz edilen yani Antalya körfezinde avlanan balıkların pek çoğunda Pb birikimi çok az olup analiz hassasiyetinin altında bulunmaktadır. Balık türleri açısından kas dokusunda Pb içeriği karşılaştırıldığında 0.77 mg/kg değeri ile Kupes, Kefal ve Sardalyadan sonra en yüksek düzeyde Pb içeren balık türü olmuştur. Daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere Kupes diğer türlere oranla çok yüksek oranda Zn içermektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.7. Balık, yumuşakça ve karides'te Pb içeriği (mg/kg)

Av zamanı	Ocak		Şubat		Mart		Kas Ort.	K.çiğer. Ort.
	Kas	K.çiğer	Kas	K.çiğer	Kas	K.çiğer		
Balık	Barbunya	0.00	0.00	1.24	1.39	0.04	0.43	0.61
	Kefal	0.00	0.00	0.20	0.22	2.05	0.75	0.82
	Istavrit	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.02	0.03
	Mercan	0.00	0.00	0.24	0.30	0.38	0.21	0.38
	Levrek	0.00	0.00	0.08	0.16	0.69	0.26	0.43
	Çipura	0.00	0.00	0.44	0.67	0.40	0.28	0.44
	Sardalya	0.65	0.95	0.15	0.21	0.80	0.54	0.75
	Kupes	1.09	1.19	0.65	0.89	0.57	0.77	1.11
	Kolyoz	0.11	0.18	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06
	Dil	0.09	0.19	0.00	0.01	0.03	0.04	0.21
<b>Ort.</b>	<b>0.20</b>	<b>0.30</b>	<b>0.29</b>	<b>0.34</b>	<b>0.51</b>	<b>0.33</b>	<b>0.48</b>	
Ahtapot	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sübye	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	
Kalamar	0.15	0.25	0.25	0.35	0.35	0.25	0.25	
<b>Ort.</b>	<b>0.09</b>	<b>0.08</b>	<b>0.08</b>	<b>0.12</b>	<b>0.12</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	
Kabuklu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Kas dokusunda bulunan Cu miktarı açısından da Sardalya yine analiz edilen türler arasında dikkati çekmekte ve Cu'ı ikinci sırada en yüksek oranda (2.05 mg/kg) içeren tür durumundadır. Bu sonuçlardan anlaşılmaktadır ki Sardalya analiz edilen bu ağır metaller için incelenen bu türler arasında indikatör bir balık olma özelliğine sahip olabilir

Bu çalışmamızda Cu ve Zn gibi ağır metallerin balık kas dokusuna oranla karaciğerde daha yüksek oranda bulunduğu ortaya konulmuştur Çizelge 4.7'de verilen sonuçlar bunun Pb içinde geçerli olduğunu göstermektedir. Avlama zamanına bağlı olarak da balık türlerinin kas ve karaciğer dokularında belirlenen Pb içerikleri karaciğerde daha yüksek olarak saptanmıştır. Nitekim 10 tür balığın kasında belirlenen ortalama Pb değeri 0.33 mg/kg iken, bu değer ciğerde ortalama 0.48 mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8'de verilen varyans analizi sonuçları balık türlerinin kas ve karaciğer dokusunda belirlenen Pb miktarı üzerine balık türü ve avlama zamanının etkisinin istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) olduğunu ve yine balık türü x avlama zamanı interaksyonunun da Pb içeriği üzerindeki etkisinin  $p < 0.01$  düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir.

Balık örneklerinin kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Pb miktarlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da bazı balık türlerine ait ortalamaların diğer bazılardan  $p < 0.05$  düzeyinde önemli farklılık arzettiğini göstermiştir (Çizelge 4.9). İstavrit örneği kas ve karaciğerde sırası ile 0.02 ve 0.03 mg/kg Pb değeri ile en düşük düzeyde Pb içeren balık türü olmuştur. Bunu yine kas ve karaciğerde sırası ile 0.03 ve 0.06 mg/kg değeri ile kolyoz izlemiş ve en düşük Pb içeren ikinci balık türü olmuştur. Balıkların kas ve karaciğerlerinde belirlenen Pb miktarları Şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Avlama zamanı açısından balık türlerinin kas ve karaciğer dokusunda belirlenen Pb içeriği incelendiğinde Ocak ayından Mart ayına doğru hem kas ve hem de karaciğerde belirlenen Pb miktarında bir artış olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7). Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları avlanma zamanına ait kasta belirlenen ortalama Pb

içeriklerinin istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.05$ ) düzeyde farklı olduğunu (Çizelge 4 9) ancak karaciğerde belirlenen ortalama Pb değerleri arasında Ocak ve Şubat ayı ile önemli ( $p < 0.05$ ) farklılık görülmezken Mart ayına ait ortalama Pb değerinin 0.81 mg/kg değeri ile diğer ayların ortalamalarından önemli ( $p < 0.05$ ) düzeyde farklı olduğunu göstermiştir. Balıkların kas ve karaciğerlerinde aylara göre belirlenen ortalama Pb değerleri Şekil 4 6'da gösterilmiştir.

Bu çalışmada incelenen yumuşakçalardan biri olan ahtapot örneklerinde kullanılan metot ve enstrümanlarla Pb analiz edilememiştir (Çizelge 4.7) Yine diğer bir

Çizelge 4 8. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Pb miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

V K	SD	Balık Kas Dokusu		SD	Balık K. ciğer Dokusu		SD	Yumuşakça ve Karides	
		KO	F		KO	F		KO	F
Tür	9	0.48	35.25**	9	0.71	40.34**	3	0.09	22.09**
Av zamanı	2	0.51	37.34**	2	1.57	88.42**	2	0.13	32.35**
TürxAv zamanı	18	0.45	33.44**	18	0.59	33.29**	6	0.09	22.09**
Hata	30	0.01		30	0.02		12	0.00	

$P < 0.05$  seviyesinde, \*\*  $p < 0.01$  seviyesinde önemlidir

Çizelge 4.9. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Pb Miktarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Balık kas	Tür	8	2	7	1	6	5	4	10	9	3
	Av zamanı	0.77 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.54 <sup>b</sup>	0.43 <sup>b</sup>	0.28 <sup>c</sup>	0.26 <sup>c</sup>	0.21 <sup>c</sup>	0.04 <sup>d</sup>	0.03 <sup>d</sup>	0.02 <sup>d</sup>
Balık K ciğ	Tür	8	2	7	1	6	5	4	10	9	3
	Av zamanı	1.11 <sup>a</sup>	0.82 <sup>b</sup>	0.75 <sup>bc</sup>	0.61 <sup>c</sup>	0.44 <sup>d</sup>	0.43 <sup>d</sup>	0.38 <sup>d</sup>	0.21 <sup>e</sup>	0.06 <sup>ef</sup>	0.03 <sup>f</sup>
Yum Ve Kar	Tür		3		2		1		4		
	Av zamanı		0.25 <sup>a</sup>		0.04 <sup>b</sup>		0.00 <sup>b</sup>		0.00 <sup>b</sup>		
				Ocak			Şubat		Mart		
				0,22 <sup>a</sup>			0,00 <sup>b</sup>		0,00 <sup>b</sup>		

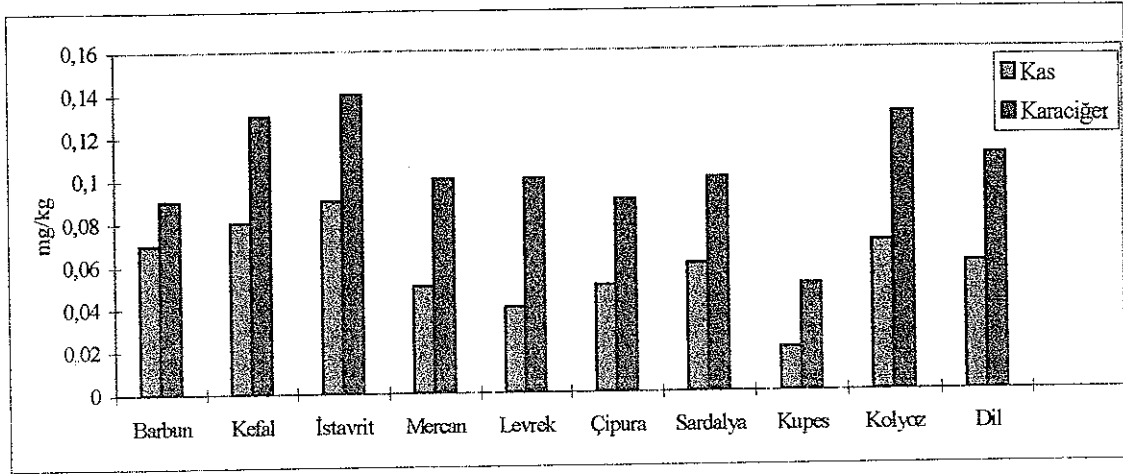
Balık: 1 Barbunya, 2 Kefal, 3 İstavrit, 4 Mercan, 5 Levrek, 6 Çipura, 7 Sardalya, 8 Kupes, 9 Kolyoz,

10 Dil

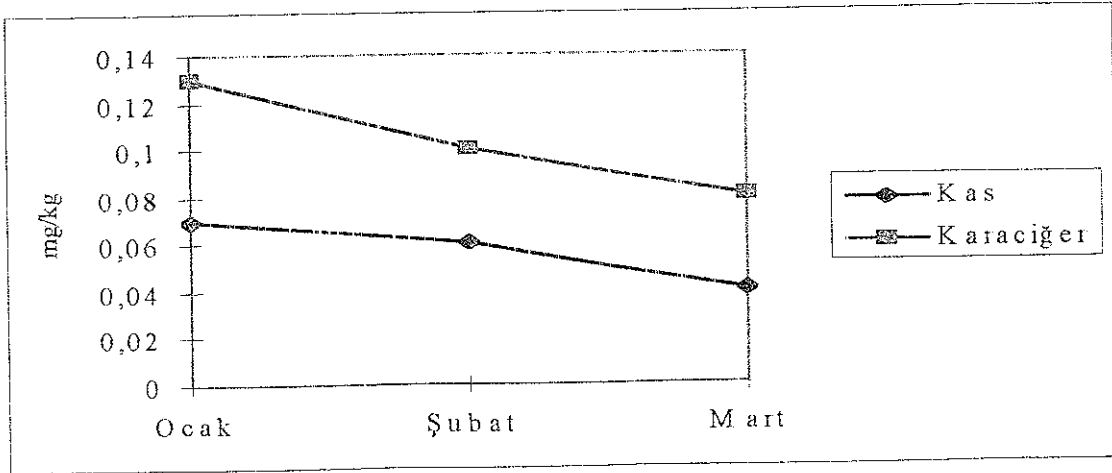
Yumuşakça ve Kabuklu: 1 Ahtapot, 2 Sübye, 3 Kalamar, 4 Karides

Yum ve Kar: Yumuşakça ve karides

yumuşakça olan Sübye örneklerinin de Şubat ve Mart 2000 ayında avlanılanlarında Pb analiz edilemezken Ocak 2000'de avalanan Sübye örneğinde 0.12 mg/kg düzeyinde Pb belirlenmiştir. Kalamar örnekleri ise sözü edilen bu iki yumuşakçaya nazaran daha yüksek oranda Pb içermektedir (Çizelge 4.7). Ancak şunu söylemek mümkündür ki yumuşakça örneklerinin ortalama Pb içeriği balık türlerine ait ortalama Pb değerinden daha düşük düzeydedir. Cu ve Zn içeriği açısından balıklardan oldukça yüksek değerlere sahip olan yumuşakçaların Pb içeriği açısından daha düşük değere sahip olması yumuşakçaların oldukça dikkati çeken bir özelliği olarak ortaya çıkmaktadır



Şekil 4.5 Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Cd miktarı



Şekil 4.6 On tür balığın kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Cd miktarının avlama zamanına göre değişimi

Bir kabuklu olan karides örneklerinde de Pb analiz edilememiştir. Yumuşakça ve karidesin Pb içeriğine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4 8, ortalamalara ait Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4 9'da verilmiş ve ayrıca yumuşakça ve karidese ait bu değerler Şekil 4 5 ve 4 6 da gösterilmiştir.

#### 4.4. Balık, Yumuşakça ve Karideste Cd İçeriği

Antalya körfezinde Ocak, Şubat, Mart 2000 tarihlerinde avlanan 10 tür balığın kas ve karaciğerlerinde ve ayrıca yine aynı dönemde bu bölgede avlanan 3 tür yumuşakça ve bir tür kabukluya (karides) ait Cd içeriği sonuçları Çizelge 4 10'da verilmiştir.

Analiz edilen balık örneklerinin kas dokusunda kadmiyum miktarı 0.01 mg/kg ile 0.13 mg/kg arasında değişmiştir. Balıkların kas dokusunda en düşük değer Mart 2000'de avlanan kupes türünde belirlenirken, en yüksek değer ise Şubat 2000'de avlanan istavrit türünde tespit edilmiştir (Çizelge 4 10)

Balık türlerinin kas dokusunda ortalama Cd içeriği 0.06 mg/kg olarak saptanmıştır. En yüksek ortalama Cd içeriği 0.09 mg/kg değeri ile istavrit örneklerinde, en düşük ortalama Cd içeriği ise 0.02 mg/kg değeri ile kupes türü örneklerinde belirlenmiştir. Böylece istavrit kas dokusunda analiz edilen ağır metallere Cu ve Cd'ü ortalama olarak en yüksek düzeyde içeren tür olmuştur. Bu konuda yapılan pek çok çalışmada organizmada diğer ağır metallere olduğu gibi Cd'un da metabolik birikimi üzerine konsantrasyon, suyun sıcaklığı, tuzluluğu, derinliği yanında canlının türü, cinsiyeti, boyut ve ağırlığı ile yaşı etkili faktörlerdendir (Ikuta 1986, Ikuta 1991, Ikuta ve Morikawa 1991)

Balık türlerinin kas dokusunda belirlenen Cd içeriği ortalamalarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4 11'de verilmiştir. Örneklerin kas dokusunda belirlenen Cd miktarı üzerine türün, avlama zamanının ve türxavlama zamanı interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.01$ ) düzeyde olmuştur (Çizelge 4 11). Yine balık

Çizelge 4.10. Balık, yumuşakça ve karides'de Cd içeriği (mg/kg)

Av zamanı	Ocak		Şubat		Mart		Kas Ort.	K.ciğer. Ort.
	Kas	K.ciğer	Kas	K.ciğer	Kas	K.ciğer		
Balık	Barbunya	0.08	0.09	0.07	0.10	0.05	0.09	0.09
	Kefal	0.09	0.13	0.05	0.19	0.08	0.15	0.13
	İstavrit	0.06	0.11	0.13	0.19	0.06	0.12	0.14
	Mercan	0.08	0.14	0.03	0.07	0.03	0.09	0.10
	Levrek	0.04	0.12	0.03	0.07	0.04	0.11	0.10
	Çipura	0.05	0.11	0.06	0.10	0.02	0.09	0.09
	Sardalya	0.09	0.14	0.06	0.09	0.03	0.07	0.10
	Kupes	0.05	0.09	0.01	0.04	0.00	0.03	0.05
	Kolyoz	0.07	0.11	0.09	0.12	0.05	0.13	0.13
	Dil	0.09	0.15	0.02	0.06	0.05	0.10	0.11
<b>Ort.</b>	<b>0.07</b>	<b>0.13</b>	<b>0.06</b>	<b>0.10</b>	<b>0.04</b>	<b>0.10</b>	<b>0.06</b>	<b>0.10</b>
Yumuşakça	Ahtapot	0.24	0.23	0.23	0.25	0.24	0.24	0.24
	Sübye	0.70	0.68	0.68	0.72	0.70	0.70	0.70
	Kalamar	0.24	0.27	0.27	0.30	0.27	0.27	0.27
<b>Ort.</b>	<b>0.39</b>	<b>0.39</b>	<b>0.39</b>	<b>0.42</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>
Kabuklu	0.28	0.28	0.26	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28



örneklerinin kas dokusunda belirlenen Cd içeriği ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları istavritin kas dokusunda belirlenen ortalama Cd içeriğinin mercan, çipura, levrek ve kupese ait ortalama değerlerden önemli ( $p < 0.05$ ) düzeyde farklı olduğunu göstermiştir. 0.02 mg/kg ortalama Cd içeriği ile kas dokusunda en düşük değere sahip olan kupeste bu değer ile levrek hariç diğer türlere ait Cd içeriği ortalamalarından önemli ( $p < 0.05$ ) farklılık göstermiştir (Çizelge 4.12).

Avlama zamanına bağlı olarak balık örneklerinin kas dokularında belirlenen Cd miktarında Ocak ayından Mart ayına doğru bir azalma görülmüştür Ocak, Şubat ve

Çizelge 4.11 Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Cd miktarlarına ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	Balık Kas Dokusu		SD	Balık K ciğer Dokusu		SD	Yumuşakça ve Karides	
		KO	F		KO	F		KO	F
Tür	9	0.00	5.69**	9	0.00	6.88**	3	0.30	27.04**
Av zamanı	2	0.01	15.37**	2	0.01	25.91**	2	0.02	1.38
TürxAv zamanı	18	0.00	5.47**	18	0.00	8.80**	6	0.02	1.64
Hata	30	0.00		30	0.00		12	0.01	

$P < 0.05$  seviyesinde, \*\*  $p < 0.01$  seviyesinde önemlidir

Çizelge 4.12. Balıkların kas ve karaciğer dokuları ile yumuşakça ve karideste belirlenen Cd Miktarına Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları

Balık kas	Tür	3	2	9	1	7	10	4	6	5	8
		0.09 <sup>a</sup>	0.08 <sup>ab</sup>	0.07 <sup>abc</sup>	0.07 <sup>abc</sup>	0.06 <sup>abcd</sup>	0.06 <sup>bcd</sup>	0.05 <sup>cd</sup>	0.05 <sup>cd</sup>	0.04 <sup>de</sup>	0.02 <sup>e</sup>
	Av zamanı			Ocak			Şubat			Mart	
				0.07 <sup>a</sup>			0.06 <sup>a</sup>			0.04 <sup>b</sup>	
Balık K ciğ	Tür	3	9	2	10	7	4	5	1	6	8
		0.14 <sup>a</sup>	0.13 <sup>ab</sup>	0.13 <sup>ab</sup>	0.11 <sup>bc</sup>	0.10 <sup>bc</sup>	0.10 <sup>bc</sup>	0.10 <sup>bc</sup>	0.09 <sup>c</sup>	0.09 <sup>c</sup>	0.05 <sup>d</sup>
	Av zamanı			Ocak			Şubat			Mart	
				0.13 <sup>a</sup>			0.10 <sup>b</sup>			0.08 <sup>c</sup>	
Yum ve Kar	Tür		2		4		3			1	
			0.70 <sup>a</sup>		0.28 <sup>b</sup>		0.27 <sup>b</sup>			0.24 <sup>b</sup>	
	Av zamanı			Mart			Şubat			Ocak	
				0.42 <sup>a</sup>			0.36 <sup>a</sup>			0.34 <sup>a</sup>	

Balık: 1 Barbunya, 2 Kefal, 3 İstavrit, 4 Mercan, 5 Levrek, 6 Çipura, 7 Sardalya, 8 Kupese, 9 Kolyoz, 10 Dil

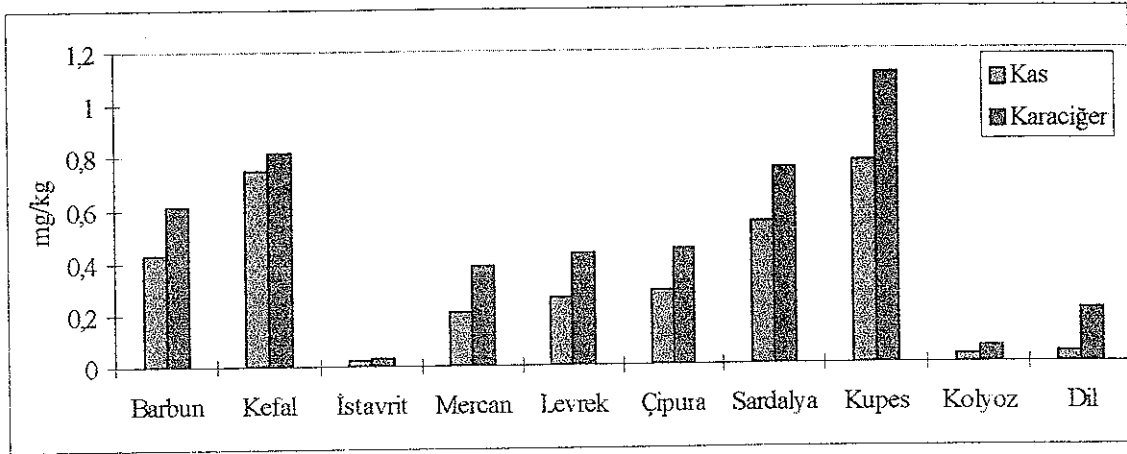
Yumuşakça ve Kabuklu: 1 Ahtapot, 2 Sübye 3 Kalamar, 4 Karides

Yum ve Kar : Yumuşakça ve karides

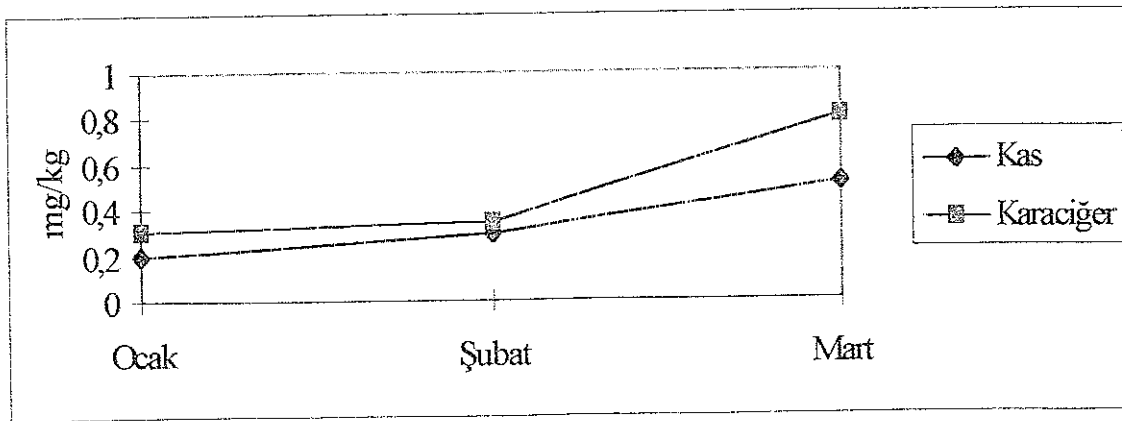


Mart aylarında avlanan balıkların kas dokularında belirlenen ortalama Cd içerikleri sırası ile 0.07, 0.06, 0.04 mg/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.10). Örneklerin kas dokusunda belirlenen Cd içeriği Şekil 4.7'de ve bu değerlerin avlama zamanına göre değişimi ise Şekil 4.8'de grafike edilmiştir.

Bu çalışmada incelenen Cu, Zn ve Pb'da olduğu gibi Cd'un metabolik birikimi balıkların karaciğerlerinde kas dokusuna oranla daha yüksek düzeyde olmuştur. Çizelge 4.10 incelendiğinde tüm balık türü örneklerinin karaciğerlerinde Cd miktarı aynı örneğin kasında analiz edilen Cd miktarından daha yüksek değerde belirlenmiştir. Balık örneklerinin karaciğerlerinde ortalama 0.10 mg/kg Cd belirlenirken, istavrit türü kas



Şekil 4.7. Balıkların kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Pb miktarı



Şekil 4.8. On tür balığın kas ve karaciğer dokusunda tespit edilen Pb miktarının av zamanına göre değişimi

dokusunda olduğu gibi karaciğerde de en yüksek Cd içeriğine (0 14 mg/kg) sahip olmuştur. Erdem (1990) yaptığı bir çalışmada *Tilapia nilotica* (L.) bireylerini farklı konsantrasyonlarda Cd içeren ortamda yetiştirmiş ve karaciğer, dalak, solungaç ve kas dokularındaki Cd birikimini değişik periyotlarda incelemiştir. Araştırmacı kadmiyumun dokularda birikiminin ortam derişimi ve etkide kalma süresine bağlı olarak arttığını, birikim en fazla karaciğerde olduğunu ve bunu sırası ile dalak, solungaç ve kasların izlediğini saptamıştır. Canlı ve Kalay (1997) ise Seyhan nehrinde yaptıkları bir araştırmada bazı balıkların karaciğer, solungaç ve kas dokusunda Cd, Pb, Cu ve Ni gibi ağır metal birikim düzeylerini araştırmışlardır. Araştırmacılar karaciğer ve solungaç dokularının kas dokusuna oranla daha yüksek düzeyde metal biriktirdiğini saptamışlar ve balıkların bu metalleri ortamdaki besin, su ve sediment yoluyla aldığını vurgulamışlardır.

Balık örneklerinin karaciğer dokularında belirlenen Cd içeriği Ocak ayından Mart ayına doğru yine kaslarda olduğu gibi bir azalma göstermiştir (Çizelge 4 12 ve Çizelge 4 10). Balık örneklerinin karaciğerlerinde belirlenen ortalama Cd değerleri Şekil 4 7 ve bu değerlerin avlama zamanına bağlı olarak değişimi ise Şekil 4 8'de ayrıca gösterilmiştir.

Araştırmada incelenen yumuşakçalardan ahtapot, sübye ve kalamarın yumuşak dokularında belirlenen ortalama Cd içeriği balık örneklerinin kas ve karaciğer dokularında belirlenen Cd içeriğine oranla çok daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Özellikle sübye ortalama 0 70 mg/kg Cd içeriği ile balık örneklerinin karaciğerlerinde belirlenen ortalama Cd (0 10 mg/kg) değerinden 7 kat daha fazla oranda Cd içeriği ile dikkat çekmiştir. Yumuşak dokularda ortalama Cd içeriği ahtapot ve kalamar örneklerinde sırası ile 0 24 ve 0 27mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4 10).

Kabukluları temsilen incelenen karides örneklerinde de Cd içeriği ortalama 0 28 mg/kg değerleri ile yumuşakça örneklerine yakın düzeyde bulunmuştur. Yumuşakça ve karides örneklerinin Cd içeriği üzerine türün istatistiksel olarak önemli ( $p < 0 01$ ) etkisi olduğu Çizelge 4 11'deki varyans analizi sonuçlarından görölmektedir. Ancak varyans analizi sonuçları yumuşakça ve karidesin yumuşak dokularında belirlenen Cd miktarı üzerine avlama zamanının ve türxavlama zamanı interaksiyonunun etkisinin önemli ( $p < 0 05$ )

olmadığını göstermiştir. Yumuşakçalar ve karides örneklerinde belirlenen Cd içeriği Şekil 4.9'da ve bu değerlerin avlama zamanına bağlı olarak değişimi ise Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Buraya kadar elde edilen sonuçlar göstermiştir ki yumuşakçalar ve karides Zn ve Cd içeriği açısından balıklara nazaran çok daha yüksek oranda Zn ve Cd biriktirmektedir. Buradan herhangi bir su ortamının Zn ve Cd açısından kirlilik düzeyini belirlemede ahtapot, sübye, kalamar ve karidesin indikatör canlılar olabileceği düşünülebilir. Nitekim bazı araştırmacılar pek çok biyolojik materyalin denizlerdeki ağır metal kirliliğini gösterme açısından uygun olmadığını ve araştırmalarla denizlerin kirlilik düzeylerini daha iyi gösterebilecek indikatör canlıların saptanması gerektiğini belirtmektedirler (Ikuta vd 1990).

## 5. SONUÇ

Tüm dünyada çevre kirliliğinin ayrılmaz bir parçası olan su kirliliği ve buna bağlı olarak da deniz kirliliği pek çok ülkenin üzerinde dikkatle çalıştığı bir konudur. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde de özellikle Marmara Denizi ve İzmir Körfezi başta olmak üzere deniz kirliliği ülkemiz için de sorun olmaya başlamıştır.

Deniz kirliliği ekolojik dengenin bozulmasının ötesinde deniz kaynaklı gıdaları da etkilemektedir. Denizlerin kirlilik kaynağı ve düzeylerine göre deniz canlıları farklı oranlarda ağır metal biriktirebilmektedir. Ağır metal birikimleri bu canlıların farklı dokularında farklı düzeyde gerçekleşmektedir. Bazı deniz canlıları ise diğerlerine göre daha yüksek düzeyde ağır metal biriktirebilmektedir. Bu konularda dünyada pek çok araştırma yapılmıştır ve yapılmaya devam etmektedir. Ülkemizde de bu konuda araştırma yapılmakta ise de henüz yeterli seviyede değildir.

Bu çalışmada Antalya Körfezinde en çok avlanan 10 tür balığın (barbunya, kefal, istavrit, mercan, levrek, çipura, sardalya, kupes, kolyoz, dil) kas ve karaciğer dokusunda, 3 tür yumuşakça (ahtapot, sübye, kalamar) ve bir kabuklu olan karidesin yumuşak dokusunda Cu, Zn, Pb ve Cd gibi ağır metaller analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelenen türlerin tamamında analiz edilen ağır metaller açısından Cd dışında Gıda kodeksinde belirlenen limitlere göre henüz bir tehlikenin olmadığını göstermiştir. Ancak yumuşakçalar ve karideste Cd miktarı belirlenen üst limit olan 0.1 mg/kg değerinden daha yüksek bulunmuştur. Buradan yumuşakça ve karidesin balıklara nazaran Cd daha yüksek oranda biriktirdiği anlaşılmaktadır. Antalya Körfezini kirleten Cd'un da bölgede yapılan intensif tarıma dayalı gübre ve zirai ilaç kullanımı kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

İstatistiksel analizler incelenen örneklerde belirlenen Cu, Zn, Pb ve Cd değerleri üzerine tür, avlama zamanı ve türxavlama zamanı interaksyonunun önemli ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ) düzeyde etkili faktörler olduğunu göstermiştir.

Analiz edilen balık türlerinin tamamında karaciğer dokusunda belirlenen ağır metal birikimi kas dokusuna oranla daha yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Yumuşakçalar ve karides genelde Cu Zn ve Cd'ü balıklara nazaran daha yüksek oranlarda içermektedir. Özellikle yumuşakça ve karideste Zn ve Cd içeriğinin yüksekliği dikkat çekicidir. Buna karşılık Pb içeriği balıklarda daha yüksektir. Ayrıca elde edilen sonuçlar göstermiştir ki analiz edilen ağır metallere herhangi biri bir balık türünün kas dokusunda yüksek miktarda ise bu türün karaciğerinde de kas dokusuna paralel olarak o metal içeriği diğer türlere oranla yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır.

Elde edilen veriler Antalya Körfezinde bu konu ile ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmaların en kapsamlısına ait veriler olup bundan sonra yapılacak araştırmalara temel oluşturabilecektir. Çalışmanın 2000 yılında gerçekleştirilmiş olması da ileriki yıllarda yapılacak çalışmalardan elde edilecek sonuçlarla karşılaştırma açısından zamanlama açısından önem arz etmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- ALPAZ, A 1990. Deniz Balıkları Üretim Tekniği. Ege Üni. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları: 20, Ders Kitabı, İzmir, 335 ss
- AKŞIRAY, F. 1987 Türkiye Deniz Balıkları ve Tayin Anahtarı İ.Ü Yayınları: 3490, İstanbul 689 ss.
- ANONYMOUS, 1976. Trace Elements in Clams Mussels and Shrimps Limnology and Oceanograph 377 pp
- ANONYMOUS, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı, Tarım Orman ve Köy İşleri Genel Müdürlüğü Yayın: 65, Ankara, 433 ss
- ANONYMOUS, 1987 Türkiye'nin Çevre Sorunları Türkiye Çevre Vakfı Yayını: 49, Ankara, 336 ss.
- ANONYMOUS, 1993 Kimyasal Maddelerden Meydana Gelen Meslek Hastalıkları Türk Tabipler Birliği Yayını 2 Baskı, Ankara, 412 ss
- ANONYMOUS, 1995a. Türkiye'nin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı Yayını:100, Ankara, 548 ss.
- ANONYMOUS, 1995b Kadmiyumun sucul ekosistemlere etkisi *Ekonomi ve Teknik Dergi Standart Çevre Özel Sayısı*:103-107
- ANONYMOUS, 1995c. Med-Pol II Dönem Uzun Süreli Deniz Kirliliği Ölçüm ve İzleme Projesi Akdeniz Kesimi Final Raporu, No:2, Çevre Bakanlığı, Ankara
- ANONYMOUS, 1996 Su Ürünleri İstatistikleri T C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayını, Yayın:2075, Ankara
- ANONYMOUS, 1997a. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Dünya Yayıncılık, İstanbul,, 214 ss
- ANONYMOUS, 1998a Çevre Notları T C. Çevre Bakanlığı Yayını , Ankara, 62 ss
- ANONYMOUS, 1998b Tarım İl Müdürlüğü Raporu, No:1 (Yayınlanmamış), Antalya
- ANONYMOUS, 1998c Tarım İl Müdürlüğü Raporu, No:2 (Yayınlanmamış), Antalya
- ANONYMOUS, 1998d. National Medical Series For Independent Study. Farmakoloji Kitabı, Nobel Kitabevi, 4 Baskı, İstanbul, 380 ss

- ASHRAF, M., TARIQ, J. and JAFFAR M. 1991. Annual variation of selected trace metals in fresh water. *Toxicol-Environ-Chem Reading: Gordon and Breach Science Publishers*, 33(1/2): 133-140.
- ASHRAF, M., TARIQ, J. and JAFFAR, M. 1992. Trace metals in fish Sediment and water from the South West Coast of the Arabian Sea. Pakistan. *Toxicol-Environ-Chem Reading: Gordon and Breach Science Publishers*, 34(2/4): 99-104.
- ATAY, D. 1984. Deniz Balıkları Üretim Tekniği Ankara Üni Ziraat Fak Yayınları: :267, Ders Kitabı, Ankara, 244 ss
- ATAY, D. 1985. Kabuklu Su Ürünleri Üretim Tekniği Ankara Üni Ziraat Fak Yayınları: 257, Ders Kitabı, Ankara., 192 ss
- BRYAN, G W and UYSAL H 1978. Heavy metal the burrowing bivalve *Scropicularya plana* from the tomar estuary in relation to environmental levels. *J. Marine Biol Ass. U. K* 58(1): 89-108.
- BERKES, F ve KIŞLALIOĞLU, M 1994 Ekoloji ve Çevre Bilimleri Remzi Kitabevi 2. Baskı, Ankara, 350 ss.
- CANLI, M 1995. Effects of mercury, chromium and nicel on same blood parameters in the carp (*Cyprinus carpio*) *Tr. J. of Zoology*, 19: 307-311.
- CANLI, M ve KALAY, M 1997. Levels of heavy metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in tissue of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* and *Chondrostoma regium* from the Seyhan river, Turkey. *Tr. J. of Zoology*, 22: 149-157
- CENGİZ, M 1990 Su Kirliliği ve Kontrolü. Akdeniz Üni Su Ürünleri Yüksek Okulu Ders Kitabı, Isparta, 145 ss
- CHOW T.J., SNYDER, H G and SNYDER C B. 1976. Mussel as indicator of lead pollution *Science Total Enviromental*, 6(1): 55-63
- CURİ K. ve VELİOĞLU, S 1984 Gemlik Körfezinin Kirlenmesi Bursa Çevre Semineri, 12 Mayıs, Bursa, 173 ss
- DÜZGÜNEŞ ,O , KESİCİ, T., KAVUNCU, O ve GÜRBÜZ, F 1987 Araştırma ve İstatistik Metotlar II Ankara Üni Ziraat Fak Yayınları: 1021, Ankara, 229 ss.
- EMRE, Y. 1987. Gemlik Körfezindeki Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) Bazı Ağır Metallerin Düzey ve Dağılımlarının Araştırılması. Selçuk Üni Sağlık Bil Enst. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Konya 45 ss.
- ERDEM, C. 1990. *Tilapia nilotica*'da karaciğer, dalak, solungaç ve kas dokularında Cd birikimi, *Biyokimya Dergisi* 15(3): 13-22



- FRAZIER, J.M. 1979. Bioaccumulation of cadmium in marine organisms *Environmental Health Perspectives*, 28(3): 75-79.
- GÖKDAYI, İ. 1997. Çevrenin Geleceği, Yaklaşımlar ve Politikalar Türkiye Çevre Vakfı Yayınları: 68, Ankara, 280 ss.
- GEORGE, S.G. 1980. Correlation of metal accumulation in mussels. the mechanisms of uptake metabolism and detoxification *A Review. Thalassia Yugoslavica* 4(3): 347-365.
- GÜNEŞ, H. 1983. İzmir Körfezinin Deniz Suyunda ve Su Ürünlerinde Ağır metal Kontaminasyonunun Araştırılması Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Yayınları: 130, Ankara, 327 ss.
- HARRISON, S.E. and KLAVERKAMP, J.F. 1990. Metal contamination in liver and muscle of northern pike (*Esox Lucius*) and white sucker (*Catostrom us Commerson*) and in sediments from lakes near the smelter at flin flon, Manitoba. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 9(1): 941-956.
- İKUTA, K. 1985. Distribution of heavy metals in female and male of a scallop, *patinopectenyessoensis* Reprinted From *Bulletin of The Faculty of Agriculre, Miyazaki University*, 32(1): 93-102.
- İKUTA, K. 1986. Distribution of heavy metal in female and male of a whelk *ampullacea perryi*, Reprinted from *Bulletin of the Faculty of Agriculture Miyazaki University*, 38(1): 12-18.
- İKUTA, K. 1987. Relation between biomass/water volume Cd accumulation amount in some marine molluscks. Reprinted from *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Miyazaki Üni.*, 34(1): 131-137.
- İKUTA, K. and MORIKAVA, A. 1988. Distrubition of heavy metals in soft bodies and shell cavity fluids of *Crassostrea gigas*. *Nippon Suisan Gakkaishi Formerly Bulletin Japan Soc. Sci. Fish.*, 54(10): 1811-1816.
- İKUTA, K. 1991. Comparisons of some heavy metal contents among four herbivorous gastropod mollusks in the same family. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Miyazaki Üni.*, 38(1): 21-28.
- İKUTA, K. and MORIKAVA, A. 1991. Estimates for depuration periods of Cu, Cd and Zn in a pacific oyster under field conditoin *Bulletin of The Faculty of Agriculre, Miyazaki University*, 38(1): 1-12.
- İNAL, T. 1992. Besin Hijyeni ve Hayvansal Gıdaların Kontrolü. Genişletilmiş 2. Baskı İstanbul, 215 ss.



- JUSZCZAK, P. and DAMAGALA, M. 1996. Some antropogenic elements coastal zone. Polish-Swedish Symposium on Baltic Coastal Fisheries Resources and management, *Gdynia*, 2-3 April, 197-202.
- KATZ, M. 1978. The effects of heavy metals on fish and aquatic organisms, *Critical Review of Literature on Toxicity of Industrial Wastes and Their Components Fish*, 25: 802-839.
- KARPUZCU, M. 1995. Çevre Kirlenmesinin Ekonomik Analizi, İnsan ve Çevre Sempozyumu Tebliği, İ.H.V. Yayını, 8-10 Mayıs, İstanbul, 56-62.
- KARADEDE, H., CENGİZ, E.İ. ve ÜNLÜ E. 1997. Atatürk Baraj Gölünde *Mastacembelus simack'ta* ağır metal birikiminin incelenmesi 9 Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 17-19 Eylül, Eğirdir/Isparta, 399-406
- KOCATAŞ, A. 1986. Oseanoloji. Deniz Bilimlerine Giriş Ege Uni, Fen Fak, Yayınları: 114, İzmir, 358 ss.
- KOCATAŞ, A. ve GELDİAY, R. 1988. Deniz Biyolojisine Giriş. Ege Uni, Fen Fak, Yayınları: 31, İzmir, 459 ss.
- KUMBUR, H., ZEREN, O. ve DOĞAN, N. 1997. İçel'de Tüketilen Bazı Deniz Ürünlerinde Toksik Elementlerin Düzeylerinin Araştırılması 9. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 17—19 Eylül, Eğirdir/Isparta, 113-117
- MERLINI, M. 1980. Some considerations on heavy metals in the marine, *Hdrosphere & Biosphere Thallassia Jugoslavica*, 16 (2-4): 367-376
- MIKAC, N. and PICER, M. 1995. Mercury distrubution in a polluted marine area, concentration of methly mercury in sediments and some marine organisms *The Science of The Total Environ*, 43(1): 27-39.
- NOMIYAMA, K. 1978. Toxicity of Cadmium Mecanism and Diagnosis Department of Environmental Healty Jich Medical Scool Minomokowachi, 329 pp
- PARLAK, H. 1986. Kefal Balıklarında Bazı Ağır Metallerin Toksik Etkileri ve Akümüstasyonlarının Araştırılması E. U. Su Ür. Fak, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), İzmir.
- RAMEL, P., FAURE, R. and GARIN, D. 1997. Cadmium bioaccumulation in carp tissues during long-term high exposure analysis by inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Ecotoxicol. Enviromental J*, 38(2): 137-143
- ROARK, M. and BROWN, H. 1996. Effects of metal contamination from mine tailings on allozyme distributions of populations of great plains fishes. *Enviromental Toxicology and Chemistry* 15(6): 921-927.

- SALANKI, J. and KATALIN, V 1985. Uptake and Release of Cadmium in Various Organs of Mussels. *Symposia Biologica Hungarica* 21-25 May, 325-333
- SENCER, İ 1987. Beslenme ve Diyet İ. Ü. Tıp Fak. Beta Basım Yayınları: 65, İstanbul, 420 ss
- SHACKLEY, S.E and KING, P.E 1995. Effects of Cu on the ultrastructure of brain cells of *Atlantic herring, Clupea harengus*. *Journal, Zool.* 27(3): 203-206
- SUNLU, U. ve EGEMEN, Ö 1997. İzmir Körfezinde dağılım Gösteren Lipsoz balığında bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması Akdeniz Balıkçılık Kongresi 9-11 Nisan E. Ü. Su Ürün Fak. İzmir.
- ŞENTÜRK, F. 1993. Çeşitli Yörelere Avlanmış Mollusklarda Hg, Cd ve Pb Düzeylerinin Saptanması İ. Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- TALBOT, V. and MAGEE, R.J. 1978. Naturally occurring heavy metal binding proteins in invertebrates *Arch. Envir. Cont. Tox.* 7(1): 73-81.
- TARIQ, J. 1991. Levels of selected heavy metals in commercial fish from five fresh water *Toxicol. Environ. Chem.* 33(1): 133-140.
- TEZ, E., GUEMGUEM, B. and VENLUE, E. 1994. Heavy metal pollution in water, sediment and fish from the Tigris river in Turkey, *Chemosphere* 29(1): 111-116
- URDANETA, H. 1997. Total Content of Cd, Cu, Cr, Mn, Hg, Ni and Pb in Superficial Sediments of a Fish culture Farm Paez Municipality, Zulia State. *Venezuela Bol. Cent. Invest. Biol. Maracaibo*, 29(1): 1-16
- VURAL, N. 1996. Toksikoloji A. Ü. Ecz. Fak. Yayınları: 73, Ankara, 660 ss
- WHARFE, J.R., and BROEK, W.L.F. 1977. Heavy metals in macroinvertebrates and fish from the lower medway, estuary, *Marine Pollution Bulletin*, 2(4): 31-34
- YOKOHASHI, N. 1973. Dynamics in Biology of Cadmium Annual Report of Cooperative Research, Environment and Human Survival of Ministry of Education, Japan, 121 pp

## ÖZGEÇMİŞ

1971 Yılında Almanya'nın Kiel şehrinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1989 yılında Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okuluna girdi 1993 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesinden Su Ürünleri Mühendisi olarak mezun oldu. 1998 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalında yüksek lisansı kazandı. Halen Turgut Reis İlköğretim okulunda sınıf öğretmeni olarak görev yapmaktadır

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİRDİR SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ