

**Kovada Gölü'nde Yaşayan İstakozlarda (*Astacus leptodactylus*  
Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi**

**Yusuf TUNCAY**

**Yüksek Lisans Tezi  
Biyoloji Ana Bilim Dalı  
ISPARTA-2007**

T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOVADA GÖLÜ'NDE YAŞAYAN İSTAKOZLARDA (*ASTACUS  
LEPTODACTYLUS* ESCHSCHOLTZ, 1823) AĞIR METAL  
BİRİKİMİNİN İNCELENMESİ**

YUSUF TUNCAY

DANIŞMAN  
Yrd.Doç.Dr. İSMAİL KIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI  
ISPARTA-2007

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından BİYOLOJİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Yusuf AYVAZ

Üye : Prof.Dr. M. Zeki YILDIRIM

Üye : Yrd.Doç.Dr. İsmail KIR

ONAY

Bu tez ...../...../20.. tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../20...

**Prof.Dr. Fatma GÖKTEPE**  
**S.D.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ**

**İÇİNDEKİLER**

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| İÇİNDEKİLER .....   | i            |
| ÖZET.....   | iii          |
| ABSTRACT.....   | iv           |
| TEŞEKKÜR.....   | v            |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....  | vi           |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....  | vii          |
| 1. GİRİŞ.....   | 1            |
| 1.1. Tatlısu İstakozları Hakkında Genel Bilgi.....                        | 1            |
| 1.2. Ağır Metaller Hakkında Genel Bilgi.....                              | 4            |
| 1.2.1. Kurşun (Pb).....   | 7            |
| 1.2.2. Alüminyum (Al).....  | 8            |
| 1.2.3. Kadmiyum (Cd).....   | 8            |
| 1.2.4. Mangan (Mn).....   | 9            |
| 1.2.5. Bakır (Cu).....  | 9            |
| 1.2.6. Demir (Fe).....  | 10           |
| 1.2.7. Çinko (Zn).....  | 11           |
| 1.2.8. Krom (Cr).....   | 11           |
| 1.2.9. Nikel (Ni).....  | 12           |
| 1.3. Konu İle İlgili Literatür Bilgisi.....                               | 12           |
| 2. MATERYAL ve METOT.....   | 16           |
| 2.1. Araştırmanın Yapıldığı Kovada Gölü'nün Tanıtımı.....                 | 16           |
| 2.2. İstakoz Örneklerinin Temini ve Örnekler Üzerinde Yapılan İşlemler... | 17           |
| 2.3. Örneklerin Ağır Metal Analizine Hazırlanması.....                    | 18           |
| 2.4. İstatiksel Analizler.....  | 19           |
| 3. ARAŞTIRMA BULGULARI.....   | 20           |
| 3.1. Suda Ölçülen pH Değerleri.....                                       | 20           |
| 3.2. Suda Ölçülen Ağır Metaller.....                                      | 20           |
| 3.3. Sedimentte Ölçülen Ağır Metaller.....                                | 22           |
| 3.4. İstakoz Dokularında Ölçülen Ağır Metaller.....                       | 24           |
| 4. TARTIŞMA ve SONUÇ.....   | 30           |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 4.1. Tartışma..... | 30 |
| 4.2. Sonuç.....    | 34 |
| 5. KAYNAKLAR.....  | 36 |
| ÖZGEÇMİŞ.....      | 41 |

**ÖZET****Kovada Gölü'nde Yaşayan İstakozlarda (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi****Yusuf TUNCAY**

05.04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada; Kovada Gölü'nün suyu ve sedimenti ile göl'de yaşayan istakozların bazı dokularında ağır metal birikiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma süresince; 32 adet tatlısu istakozu Kovada Gölü'nün değişik bölgelerinden mevsimlik periyotlarla yakalanarak incelenmiştir. Örneklerin ağır metal analizi ICP-OES cihazı ile yapılmıştır.

Kovada Gölü suyunun pH değeri 7.32-8.63 arasında ölçülmüştür. Kovada Gölü'nün suyunda yapılan ağır metal analizleri sonucunda Cd, Cr, Cu ve Pb hiçbir mevsimde tespit edilememiştir. Al sadece Yaz-2005'de, Ni sadece İlkbahar-2005'de belirlenirken, Fe her mevsimde tespit edilmiştir. Mn ve Zn ise farklı mevsimlerde belirlenmiştir. Suda en fazla biriken metalin Fe olduğu tespit edilmiştir. Sedimentte yapılan ağır metal analizinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde belirlenirken, Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005'te analiz limitinin altında çıkmıştır. Sedimentte en fazla biriken metalin Al olduğu görülmüştür. Tatlısu istakozunda yapılan ağır metal analizleri sonucunda doku ve organlarda Cu, Mn, Zn, Al, Ni, Cd, Pb, Cr ve Fe tespit edilmiştir. Doku ve organlarda en fazla biriken metalin Al olduğu belirlenmiştir. Metallerin, karaciğer ve karapaksta kas dokusuna göre daha fazla biriktiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kovada Gölü, Tatlısu İstakozu, Ağır Metal, Su Kirliliği

**ABSTRACT****The Investigation of Heavy Metals in Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Inhabiting Kovada Lake****Yusuf TUNCA Y**

This study which was carried out between 05.04.2005 and 23.02.2006 aimed to investigate accumulation of heavy metals in water and sediment of Kovada Lake and in some tissues of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) inhabiting Kovada Lake.

During the study, totally 32 crayfish had been caught from different region of Kovada Lake seasonal and investigated. The heavy metal analysis of samples were carried out by using ICP-OES.

pH values were measured between 7.32-8.63 in Kovada Lake's water. The results of the heavy metals analysis in Kovada Lake's water Cd, Cr, Cu and Pb weren't determined in any seasons. While Al and Ni were determined only in Summer-2005 and Spring-2005, Fe was determined in all seasons. Mn and Zn were determined in different seasons. It was determined that Fe was the highest metal in water. Analysis of the heavy metals in sediment, while Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al and Ni were determined in all seasons, Cd was below detection limit in Summer-2005 and Autumn-2005. It was determined that Al was the highest metal in sediment. The results of the analysis of heavy metals in crayfish Cu, Mn, Zn, Al, Ni, Cd, Pb, Cr and Fe were determined in tissues and organs. It was determined that Al was the highest metal in tissues and organs. The highest metal concentrations were found in the liver and carapace than muscle.

**Key Words:** Kovada Lake, Crayfish, Heavy Metal, Water Pollution

## TEŞEKKÜR

Bu konu hakkında araştırma yapmamı sağlayan ve çalışmamın her aşamasında fikir ve tecrübelerini esirgemeyen; arazi ve laboratuvar çalışmalarında büyük yardımlarını gördüğüm danışman hocam sayın Yrd.Doç.Dr. İsmail KIR'a; laboratuvar imkanlarından faydalanmamı sağlayan Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Başkanı sayın Prof.Dr. Yusuf AYVAZ'a; çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen ve bana daima destek olan sayın hocam Dr. Selda TEKİN ÖZAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

Çalışma materyalinin temininde yardımcı olan balıkçı Mustafa GÖKCEYLAN'a, ICP-OES'de ağır metal analizlerinin yapılmasında emeği geçen okutman Hüseyin TUNÇMEN'e teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını gördüğüm ve manevi desteklerini benden hiç esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

**Şekiller Dizini**

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| Şekil 1.2.1. Çevrede iz elementlerin taşınma yolları (Goyer,1986)..... | 5            |
| Şekil 2.1.1. Kovada Gölü'nün haritası.....                             | 16           |
| Şekil 2.2.1. Genel bir tatlısu istakozu şekli ve kısımları.....        | 17           |

**Çizelgeler Dizini**

|   | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| Çizelge 1.2.1. Sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerleri<br>(Anonim, 2002).....  | 6            |
| Çizelge 1.2.2. Tatlısu istakozundaki ağır metallerin kabul edilebilir<br>değerleri (Anonim, 2002).....  | 6            |
| Çizelge 3.1.1. Kovada Gölü suyunda ölçülen pH değerleri.....  | 20           |
| Çizelge 3.2.1. Kovada Gölü suyundaki Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni<br>miktarları (mg/l).....   | 21           |
| Çizelge 3.3.1. Kovada Gölü sedimentinde Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve<br>Ni miktarları (mg/kg) ile standart sapmaları.....                  | 23           |
| Çizelge 3.4.1. İstakozun kas, karaciğer ve karapaksındaki Cd, Cr, Cu, Fe, Mn,<br>Pb, Zn, Al ve Ni miktarları (mg/kg) ile standart sapmaları.... | 25           |

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında canlı ve cansız varlıklar arasındaki dengeli ilişkiler, insanların sebep olduğu olumsuz etkilerden dolayı hızla bozulmaktadır. Bu etkilerin başında; düzensiz ve denetimsiz gelişen endüstri, nüfusun hızla artması ve aşırı tüketim gibi faktörler gelmektedir. Çağımızda endüstrinin hızla gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesine paralel olarak ağır metallerin kullanım alanları da giderek artmaktadır. Özellikle teknolojinin gelişmesi sonucu endüstri ve sanayi atıkları ile kentsel atıkların bulunduğu kanalizasyon sularının arıtma işlemine tabi tutulmadan nehir ve göl sularına verilmesi, tarımsal mücadelede kullanılan zirai ilaçların çeşitli yollarla bu sulara karışması, suların kirlenmesine ve akuatik ortamda yaşayan canlıların zarar görmesine neden olmaktadır. Kirlenmiş göl ve akarsularda yaşayan canlılardan bazıları besin zinciri yoluyla bünyelerinde biriken ağır metalleri diğer canlılara taşımaktadır. Bu ağır metaller hiçbir şekilde ortamdaki yok olmayıp değişik yollarla insanlara kadar ulaşmakta ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Ağır metallerin birçoğu canlı yaşamı için gerekli elementler olup eksikliklerinde çeşitli bozukluklar görülebilmektedir. Bu ağır metaller belirli sınırların üzerine çıktığında toksik etkisi nedeniyle birçok canlı türünün yok olmasına veya yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Kirlenmiş sularda yaşayan istakozlarda da hastalık ve ölüm oranları artmaktadır.

### 1.1. Tatlısu İstakozları Hakkında Genel Bilgi

Ülkemizde bulunan ve kerevit adıyla bilinen tatlısu istakozunun tüm özellikleri dikkate alınarak yapılan çalışmalar sonucunda *Astacus leptodactylus* türü olduğu saptanmış ve klasik sistematigi aşağıdaki gibi şematize edilmiştir (Holthius, 1961; Geldiay ve Kocataş, 1970; Erençin ve Köksal, 1977; Şahin, 1980; Groves, 1985; Köksal, 1988; Alpbaz, 1993).

|                |  |                              |
|----------------|--|------------------------------|
| Regnum         | : Animalia                                   | : Hayvanlar                  |
| Phylum         | : Arthropoda                                 | : Eklem bacaklılar           |
| Classis        | : Crustacea                                  | : Kabuklular                 |
| Subclasis      | : Malacostraca                               | : Gelişmiş kabuklular        |
| Ordo           | : Decapoda                                   | : Ön ayaklılar               |
| Subordo        | : Reptantia                                  | : Sürünen kabuklular         |
| Familya        | : Astacidae                                  | : İstakozlar                 |
| Genus          | : <i>Astacus</i>                             | : İstakoz                    |
| Species        | : <i>Astacus leptodactylus</i>               | : Tatlısu istakozu           |
| Subspecies I   | : <i>Astacus leptodactylus leptodactylus</i> | Eschscholtz, 1823            |
| Subspecies II  | : <i>Astacus leptodactylus salinus</i>       | Nordmann, 1842               |
| Subspecies III | : <i>Astacus leptodactylus eichwaldi</i>     | Bott, 1950                   |
| Subspecies IV  | : <i>Astacus leptodactylus cubanicus</i>     | Birstein ve Winogradow, 1934 |

Türkiye içsularında yayılış gösteren *A. leptodactylus* (Tatlısu istakozu)'un iki alt türü bulunmaktadır. Bunlardan;

1. *Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842 alt türünün Eğirdir Gölü, Beyşehir Gölü, Akşehir Gölü, Eber Gölü, Manyas Gölü, Apolyont Gölü, Gölcük (Ödemiş) Gölü ile Miliç Çayı'nda,
2. *Astacus leptodactylus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 alt türünün ise İznik Gölü, Terkos Gölü, Işık Gölü ile Tunca Nehri ve Gelemen Çayı'nda bulunduğu bildirilmiştir (Alpbaz, 1993).

Tatlısu istakozlarının vücudu N-Asetil glukozamin ( $C_{32}H_{54}O_{21}N_4$ ) denilen kitin maddesinden oluşan sert bir kabukla kaplıdır. Bu kabuğa kutikula veya ekzoiskelet denir. Vücudu baş, göğüs ve karın olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır. Baş ve göğüs birleşerek sefalotoraks adı verilen yapıyı meydana getirir. Sefalotoraks tek parça karapaks (sert bir kabuk)'la örtülüdür. Karapaks'ın ileri doğru uzanan çıkıntısına rostrum adı verilir. Sefalotoraks 5 çift yürüme bacağı mevcuttur. 1. çift yürüme bacağı çok fazla gelişerek uçları makas şeklini almıştır. Bu yapıya keliped adı verilir.

Baş bölgesinde üç çeşit ve altı çift çene ayağı bulunur. 1. çift çene ayağı (mandibul) besini parçalamaya, diğer iki çift çene ayakları (1. maksil ve 2. maksil) ile diğer üç çift maksilliped de besinleri çevirmeye yarar. Bir çift birleşik göz, bir çift uzun anten, bir çift de antennula (antencik) mevcuttur.

Sefalotoraksın hemen ardından abdomen uzanır. Abdomen 6 segmentlidir. Her segmentte bir çift pleopod (yüzme bacağı) yer alır. Ancak erkeklerde 1. ve 2. çift yüzme bacağı değişime uğrayarak sperm transferi sağlayan bir organ halini almıştır. Dişilerde ise bir çift yüzme bacağı körelmiştir. Abdomenin sonunda alttan ve üstten kalın kabuklarla örtülü ve beş parçadan oluşan kuyruk kısmı bulunur. Kuyruğun sonunda yelpazeye benzeyen beş parçadan; ortadaki telsonu, kenardakiler ise uropodları oluşturur (Geldiay ve Geldiay, 1978; Demirsoy, 1982).

*Astacus leptodactylus* türünün görünüş ve rengi, yaşadığı ortama ve çevresine göre oldukça farklılık gösterir. Genellikle yeşil ve sarımsı renkte olup, karın kısmı kirli beyazdır. Derin sularda yaşayanlar daha koyu renklidir. Pişirilince açık kırmızı bir renk alırlar. Kıskaçları dar ve uzun olup kasları zayıftır. Kıskaçlarının üzeri kahverengi noktalıdır.

Tatlısu istakozları 20 yıla yakın hayat süreleri boyunca yaklaşık olarak, erkekler 45-50, dişiler 30-35 defa kabuk değiştirirler. Kabuk değiştirme, eski kabuğun bütün vücut boyunca atılarak altta önceden oluşmakta olan yeni kabuğun sertleşmesi olarak tanımlanabilir. Yeni oluşan kabuk büyüdükçe istakoz da büyür (Alpbaz, 1993).

İstakozlar 3. yılın sonunda 8 - 9,5 cm uzunluğunda iken eşeyssel olgunluğa ulaşırlar. Çiftleşmeleri suyun sıcaklığının 10-11 °C'ye düştüğü eylül ayı sonundan kasım ayı sonuna kadar devam eder.

Tatlısu istakozları türlere bağlı olarak farklı habitatlarda yaşarlar. Bazı türler kuvvetli akan temiz sularda yaşarken bazıları da derin ve durgun suları tercih ederler. Bunun dışında bataklıklarda bulunan türler de mevcuttur. İstakozlar sertlik açısından yumuşak sularda yaşayamazlar.

Tatlısu istakozları en iyi nötr sularda yaşarlar. Suyun pH'sı 6,5'in altına düşmemelidir. Yaşama alanı olarak 1,5-2,0 m. derinliğindeki suları tercih ederler.

Tatlısu istakozları hem hayvansal hem de bitkisel besinlerle beslenirler yani omnivordurlar. Genç istakozlar daha çok hayvansal besinleri tercih ederken yetişkinleri ise bitkisel organizmaları tercih ederler.

Tatlısu istakozlarının besinlerini; dereotu, su kerevizi, tricopterler, her çeşitten larvalar, kurtçuklar, salyangozlar, hatta bazen ölmüş kemiriciler, kuşlar ve balıklar oluşturur (Alpbaz, 1993).

## **1.2. Ağır Metaller Hakkında Genel Bilgi**

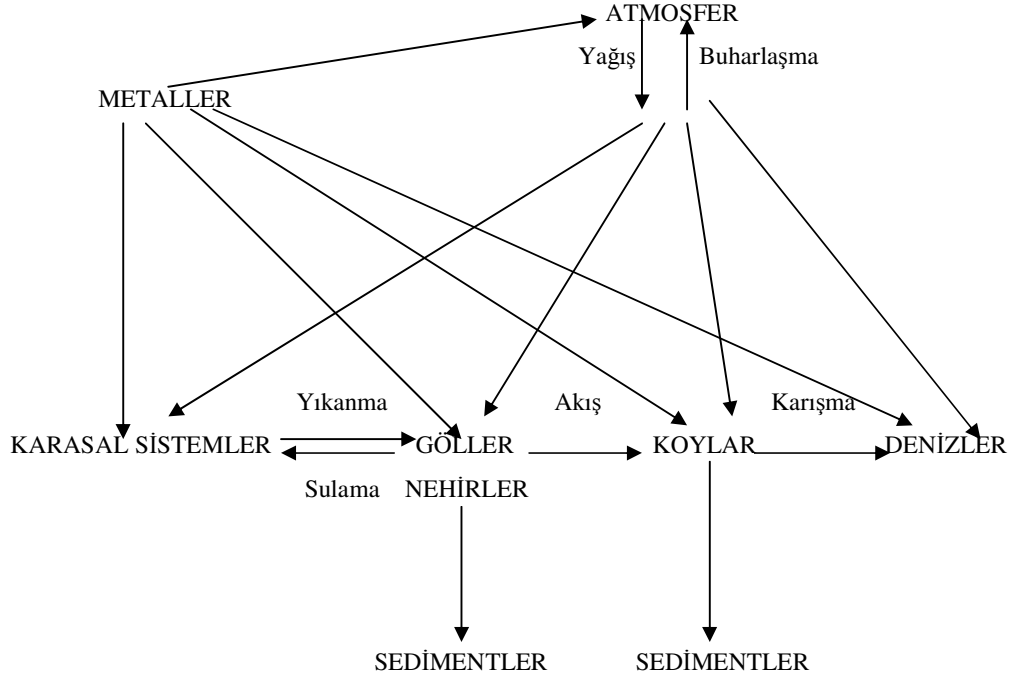
Tüm canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için Fe, Cu, Zn, Cd, Co, Mn, Cr, Mo, V, Se, Ni ve Sn gibi ağır metallere ihtiyaç duyarlar. Bu metaller organik moleküller ve daha çok proteinlerle birleşerek metal-protein komplekslerini oluştururlar. Hemoglobin ve hemosiyanin gibi oksijen taşıyıcıları metaloproteinler olup Fe ve Cu içerirler. Bunun yanında ağır metaller bir çok enzimin yapısında da bulunurlar (Johnston, 1976; Gerlach, 1981).

Biyolojik anlamda metaller 3 gruba ayrılır (Clark, 1992):

1. Esas elementler (Hafif metaller): Sıvı ortamlarda hareketli katyonlar olarak taşınırlar. Sodyum, potasyum, kalsiyum vb.
2. Yan elementler (Geçiş elementleri): Düşük konsantrasyonlarda esansiyel olan fakat yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösteren elementler. Demir, bakır, kobalt, mangan vb.
3. İz elementler (Metalloitler): Metabolik aktivite için genelde gerekli olmayan fakat oldukça düşük konsantrasyonlarda hücrede toksik etki yapan elementler. Civa, kurşun, kalay, selenyum, arsenik vb.

Metaller; erozyonla taşınan kaya parçalarıyla, rüzgarın taşıdığı tozlarla, volkanik aktivitelerle, ormanların yanmasıyla ve bitki örtüsüyle sulara taşınır. Kimyasal kirleticiler atmosfer yoluyla da önemli ölçüde sucül ortama karışır. Çünkü

atmosferde bulunan bu elementler zamanla rüzgar ve yağışlarla suya geçmekte ve sucul sistem üzerinde etkili olmaktadır (Şekil.1.2.1).



Şekil 1.2.1. Çevrede iz elementlerin taşınma yolları (Goyer, 1986)

Zn, Cu, Cd gibi ağır metallerin elektrik, kağıt, boya, plastik, metal kaplama ve cam sanayi gibi çeşitli endüstri alanlarında kullanımı ve tarımda verimi artırmak için yaygın olarak kullanılan pestisit ve yapay gübrelerin bileşimine girmeleri, bu metallerin su ortamındaki derişimlerini artırarak su canlıları için toksik etki oluştururlar. Bu metaller 1 mg/l sınırında öldürücüdür (Mutluay ve Demirak, 1996; Özkan vd., 1997).

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamdaki ve tatlısu istakozundaki ağır metallerin kabul edilebilir değerleri Çizelge 1.2.1 ve çizelge 1.2.2'de verilmiştir (Anonim, 2002).

Çizelge 1.2.1. Sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerleri (Anonim, 2002)

| Ağır metalin adı | Kabul edilebilir değer (mg/l) |
|------------------|-------------------------------|
| As               | 0,1                           |
| Cu               | 0,01                          |
| Hg               | 0,004                         |
| Zn               | 0,003                         |
| Fe               | 0,7                           |
| Ag               | 0,003                         |
| Cd               | 0,01                          |
| Co               | 1,0                           |
| Pb               | 0,1                           |
| Cr               | 0,1                           |
| Mn               | 1,0                           |
| Ni               | 0,3                           |
| Se               | 0,05                          |
| Sn               | 1,2                           |

Çizelge 1.2.2. Tatlısu istakozundaki ağır metallerin kabul edilebilir değerleri (Anonim, 2002)

| Ağır metalin adı | Kabul edilebilir değer (mg/kg) |
|------------------|--------------------------------|
| Hg               | 0,5                            |
| Cd               | 0,1                            |
| Pb               | 2,0                            |
| Cu               | 20,0                           |
| Zn               | 50,0                           |
| As               | 1,0                            |

Ağır metaller doğada çok düşük düzeylerde denge halinde bulunurlar. Metal kaplama ve demir çelik endüstrisinden gelen atık sulardaki Cd, Hg, Pb ve Cr gibi ağır metaller besin zinciri yoluyla girdikleri canlı vücudundan atılamadıkları için birikirler. Böylece denge bozulur ve canlıda toksik etkiler oluşmaya başlar. Bu birikim sonucunda sulara yaşayan canlılar ve bu çeşit su ürünleri ile beslenen insanlarda zarar görürler (Beyazıt ve Peker, 1998).

### **1.2.1. Kurşun (Pb)**

Pb, ilk çağlardan günümüze kadar insanlar tarafından yoğun şekilde kullanılmış bir elementtir. Doğada mavi, gri, yumuşak levha biçiminde bulunur. 327 °C'de erir ve 1749 °C'de kaynar. Bu sıcaklığa ulaşmadan önce zehirli buhar yayarlar. Yapılan araştırmalar, kurşunun canlılara biyolojik açıdan herhangi bir faydasının bulunmadığını göstermiştir. Kurşun suda çözünmediği için çökelekler oluşturarak canlılarda birikime neden olur.

Kurşunun kullanım alanı çok geniştir. Aşınmaya dayanıklı olduğu için kaplama malzemesi olarak, antimon ile yapılan alaşımı matbaa harfleri ve akümülatör plakları yapımında ayrıca seramik, porselen ve kristal eşya yapımında da kullanılır. Araçlar da kullanılan benzinde de kurşun bulunur. Pek çok alanda kullanılan kurşun solunum ve sindirim yoluyla absorbe edilir. Kurşun tozları, mide suyunda, kanda ve metalik kurşun doku sıvılarında çözünebilir. Bu nedenle vücuda girmiş olan kurşun yavaş yavaş çözünerek kurşun zehirlenmesine neden olur. Kurşunun bünyeden atılımı çok zordur. Genç yaştaki insanların yumuşak dokularında birikir ve kana geçtiği zaman böbrek, pankreas, dalak, akciğer, kıkırdak ve kaslara dağılır (Boşgelmez vd., 2001). Vücuda yayılan bu kurşun büyüme oranını, gelişimi, davranışları, öğrenmeyi ve metabolizmayı etkiler (Eisler, 1988).

Kurşun; doğal erozyonlarla ve havadaki kurşunun yağmurla taşınması sonucu suya geçer. Tatlısular genellikle deniz suyundan daha fazla inorganik ve organik materyaller içerir. Bu materyaller yüksek derecede çözülmüş kurşunu emme eğilimine sahiptir. Bundan dolayı tatlısulara emilen kurşun mikroorganizmaları, su

bitkilerini, suda yaşıyan canlıları ve besin zinciri yoluyla insanları etkiler (Denny vd., 1987).

### **1.2.2. Alüminyum (Al)**

Al, yumuşak ve hafif olup gümüş rengine bir metaldir. Doğada genellikle boksit cevheri halinde bulunur ve oksidasyona karşı üstün direnci ile tanınır. Bu direncin temelinde pasivasyon özelliği yatar. Kolaylıkla dövülür, makinede işlenir ve dökülür. Endüstrinin pek çok kolunda milyonlarca farklı ürünün yapımında kullanılmakta olup dünya ekonomisi içinde çok önemli bir yeri vardır. Alüminyumdan üretilmiş yapısal bileşenler uzay ve havacılık sanayi için vazgeçilmezdir. Hafiflik ve yüksek dayanım özellikleri gerektiren taşımacılık ve inşaat sanayinde geniş kullanım alanı vardır. Yerkabuğunda bol miktarda (%7,5 - 8,1) bulunmasına rağmen serbest halde çok nadir bulunur ve bu nedenle bir zamanlar altından bile daha kıymetli görülmüştür.

Alüminyumun canlı hücreler üzerinde yararlı bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Alüminyum insanda sindirim bozukluğu ve besinlerin emiliminin durmasına neden olur (Güven, 1999).

### **1.2.3. Kadmiyum (Cd)**

Cd, tabiatta az bulunan ağır metallere dendir. Yumuşak ve saf halde bulunur. Çinkonun bulunduğu her yerde bulunabilir.

Kadmiyum, canlılar için gerekli elementler grubuna girmemektedir. Buna rağmen çevre kirliliği olan denizlerde canlı vücuduna alınmakta, biriktirilmekte ve değişik seviyelerde toksik etkiler göstermektedir. Tatlısu ve yeraltı sularında kadmiyumun artması, zirai mücadele ve çimento sanayinde kullanılan kadmiyumlu atık suların karışmasından kaynaklanmaktadır. Kadmiyum sucul organizmalarda toksik etkiye yol açmaktadır (Parlak, 1989; Dopson, 1992).

Kadmiyum endüstride çok yaygın olarak kullanılan bir metal olup, maden alaşımlarında, madeni levha kaplamacılığında, pillerde, mürekkep, boya ve

plastiklerin yapısında yer alan pigmentlerde sürekli olarak kullanılmaktadır (Güven, 1999).

Bu elementin insanlardaki birikim yerleri böbrek ve karaciğerdir. Kadmiyum zehirlenmesi olan kişilerde adrenal bez etkilenir, üreme sistemi bozuklukları ve hemoglobin seviyesinde düşmeler görülür (Phipps, 1976).

#### **1.2.4. Mangan (Mn)**

Gümüş parlaklığında bir metaldir. Çok kuvvetli bir oksidanttır. Sert ve kırılğan olması nedeniyle toz haline getirilebilir. Yüzeyinin koruyucu bir oksit tabakası ile kaplanması hava etkilerine karşı dirençli olmasını sağlar (Baykut, 1979). Mangan yeryüzünün dış küresinde farklı dağılım göstermektedir. 1000 mg/l'den küçük kalkerli sedimentlerde en yüksek, 50 mg/l'den büyük kum taşı gibi silikatlı sedimentlerde az dağılım gösterir.

Bu elementin biyolojik yönden olumlu etkileri olduğu anlaşılmıştır. Örneğin insanlarda  $Mn^{54}$  ile yapılan çalışmalara göre mangan, solunum enzimleri için kofaktör imkanı sağlar. Birçok enzimde mangan tarafından aktive edilir (Phipps, 1976).

Mangan organizmalardaki enzimlerin yapısal bütünlüğü açısından gerekli bir elementtir. Bu elementin eksikliği insanlarda solunum, sinirsel bozukluklar ve kısırlığa neden olur (Roels vd., 1992).

#### **1.2.5. Bakır (Cu)**

Doğada daha çok bileşikler halinde bulunur. Çok fazla bulunan mineralleri oksit, karbonat ve sülfürdür. Gümüşten sonra elektriği en iyi ileten metaldir. Bakır; bitki, hayvan ve insanlarda çeşitli proteinlere bağlanması açısından biyolojik yönden önemlidir. Ayrıca bakır iyonları hayatı devam ettirici nitelikte oksidaz enzimleri meydana getirir.

Bakır, dokularda bulunan önemli bir metalloenzim bileşeni olup, organizmalarda bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde, omuriliğin miyelinleşmesinde, kalp fonksiyonlarında ve doku pigmentasyonunda etkin rol oynamaktadır (Kalay ve Erdem, 1995).

Bakır su organizmaları üzerine toksik etkisi yüksek bir metal olup, bu ortama mavi-yeşil algler gibi istenmeyen vejetasyonun yok edilmesi amacıyla doğrudan bırakılabilmektedir (Erdem ve Kargın, 1990). Küçük canlılar ve balıklar için kuvvetli zehir etkisi yapar.

Birçok alanda kullanılan bakır sülfat ( $\text{CuSO}_4$ ) fazla miktarda vücuda alındığı zaman toksik etki yapmaktadır. İçme suyunda bakır konsantrasyonu litrede 12 mikromolden daha fazla olmamalıdır. Vücuda aşırı miktarda giren bakır dokularda birikmektedir. Bu birikim karaciğerde olduğu zaman siroza, beyinde olduğu zaman hücre tahribatına neden olmaktadır. Bakır birikimi özellikle karaciğer, kornea, böbrek ve beyin dokusunda olmaktadır (Köksal, 2001). İnsanlarda yapılan araştırmalara göre, bakırın vücutta fazla birikimi Wilson hastalığına neden olurken eksikliğinde ise, demir miktarı yeterli olsa bile kansızlığa neden olur.

### **1.2.6. Demir (Fe)**

Fe, canlılarda birçok enzimin yapısına giren, özellikle omurgalı hayvanların oksijen taşınmasında önemi olan bir metaldir. Doğada diğer metallere göre yüksek oranlarda bulunurken element halinde bulunmaz. Element halindeki demire sadece meteorların yapısında rastlanır. Buna karşın bileşikleri doğada bol ve yaygındır. Tabiatta oksit, sülfür ve karbonat bileşikleri şeklinde bulunur.

Doğal olarak toprakta bulunan demir akarsular, nehirler ile deniz ve göllere taşınmaktadır. Ayrıca endüstriyel atıklarda kirletici kaynakları oluşturmaktadır.

Kimyasal maddelerin temizlenmesi sırasında demir, kanalizasyonlar yoluyla deniz ve göllere taşınarak, sucul ortamda demir birikimlerine neden olmaktadır. Demirsülfatın suda çözünmesi, su içinde birikimlere neden olması açısından önemlidir.

Her türlü demir, teneke, sac parçaları denize atıldığında zamanla demiroksit şekline dönüşmekte ve sedimentleşerek çamur ile birlikte dipte birikmektedir. Zamanla çamur içinde yaşayan bakteriler tarafından oksitlenen demiroksitler, çeşitli oksidasyon kademelerinde parçalanarak değişik organik moleküllere bağlanmaktadır.

### **1.2.7. Çinko (Zn)**

Zn, doğada mineraller şeklinde bulunur ve biyolojik yönden enzim aktivasyonu nedeniyle önemli bir elementtir. Özellikle pankreasta insülin salgılandıktan sonra  $\beta$  hücrelerinin stabilize edilmesinde etkindir.

İnsan vücudunda çinko moleküllerinin fazla oluşu kristalize insülinin aktivitesini etkilemektedir. Yine  $\beta$  hücrelerinin ve insülinin serbest bırakılması çinkodan kaynaklanmaktadır. Çinkonun yüksek konsantrasyonu gözün Choroid tabakasında bulunur. Çinko iyonlarının retinayı belli pozisyonda tutması açısından bir köprü görevi gördüğü bildirilmiştir (Phipps, 1976).

Çinkooksit solunumla içeri çekilirse pulmoner sistemi etkilediği görülmüştür. (Osterberg ve Keckes, 1977).

### **1.2.8. Krom (Cr)**

Cr, yer kabuğunda % 0.037 oranında bulunur ve en belirgin kaynağı kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ )'tir. Krom toz halinde oldukça aktif bir element olup süs eşyalarının ve makine parçalarının aşınmaya karşı korunmasında kullanılır (Müezzinoğlu ve Şengül, 1987).

Krom, glikoz metabolizmasında kofaktör olarak rol oynayan bir elementtir. Krom zehirlenmesi daha çok bu elementin kullanıldığı sanayi bölgelerinde görülür. Günümüzde kromatlar yüksek oksitlenme gücünden ve parlak oluşlarından dolayı birçok sanayi kuruluşunda kullanılmaktadır. Dikromatın birkaç gramı bile vücuda alındığı takdirde insanlarda gastrolojik sorunlar ortaya çıkarak böbrekler ve karaciğerin zarar görmesine neden olur (Öztürk vd., 1993; Canlı, 1995).

### **1.2.9. Nikel (Ni)**

Nikel; doğada katı, parlak, metalik halde ve gümüşümsü renkte bulunur. Paramanyetik özelliğinden dolayı dış etkilere dayanıklıdır. Bu nedenle eşyaların üzerlerinin elektrolitik kaplanmasında, aşınmaya karşı dirençli alaşımların elde edilmesinde, pillerin ve akülerin yapımında, cama yeşil renk verilmesinde, özel çeliklerin ve madeni paraların yapımında kullanılmaktadır.

Nikel insanlara solunum yoluyla, içme suyuyla ve besinlerle geçer. Nikelle kirlenen toprak veya su, deriyle temas ettiği zamanda nikel insana geçebilir. Aslında nikelin az miktarda alınması vücut için gerekli olmasına rağmen aşırı dozda alınması insan sağlığı için tehlikeli olabilir.

Nikelin fazla miktarda alınması; akciğer, burun, prostat ve gırtlak kanseri yanında akciğerlerde tıkanma, solunum yetersizliği, astım ve kronik bronşit, kalp rahatsızlıkları, halsizlik ve baş dönmesine neden olur (Güven, 1999).

### **1.3. Konu İle İlgili Literatür Bilgisi**

Sucul ortamlardaki omurgasız canlılarda biriken ağır metallerin belirlenmesine yönelik Türkiye’de ve Dünya’da pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen tatlısu istakozlarında ağır metal birikimi hakkında fazla çalışma bulunmamaktadır. Yapılan bu çalışmalardan; Kınacıgil (1985), Gölarmara ve Gölçük Göllerinden şubat-mayıs periyotları arasında yakalanan istakozların doku ve organlarındaki Zn, Cu, Pb, Cd ve Hg miktarlarını belirlemiştir. Yapılan çalışma sonucunda istakozların doku ve organlarında en fazla biriken metalin Zn olduğu, en az biriken metalin ise Hg olduğu tespit edilmiştir.

İnan (1991), Batı Anadolu’daki Apolyont, Manyas, Çivril, Eğirdir ve Marmara Gölleri’nde yaşayan tatlısu istakozunun kas ve karapaksında bazı ağır metallerin (Fe, Zn, Cu, Pb, Mn, Cd, Hg) birikimini araştırmıştır. Kasta en fazla biriken metalin Zn, en az biriken metalin ise Hg olduğunu belirlemiştir. Karapaksta ise en fazla miktarda Fe, en az miktarda Hg bulmuştur. Genel olarak istakozun kasında ağır metal birikiminin daha düşük düzeylerde olduğunu tespit etmiştir.

Mariño-Balsa vd. (2000), İstakoz ve karides türlerinin larval dönemlerindeki Hg, Cd ve Cu birikimlerini tespit etmişlerdir. Cr'ü ise sadece karideste incelemişlerdir. Karideste 74 µg Hg, 3.304 µg Cu, 1.686 µg Cd, 12.486 µg Cr; istakozda ise 48 µg Hg, 46 µg Cu, 34 µg Cd saptamışlardır. İstakozların larval dönemlerinde biriken ağır metallerin karidese göre daha yüksek değerlerde olduğunu belirlemişlerdir.

Yarsan vd. (2000), Van Gölü'nden toplanan midye örneklerinde Cu, Cd, Zn, As ve Pb birikimini araştırmışlardır. Mevsimsel olarak yaptıkları çalışmada 120 adet midye inceleyerek kurşun miktarını  $1.43 \pm 0.81$  ppm, kadmiyum miktarını  $0.09 \pm 0.02$  ppm, bakır miktarını  $5.83 \pm 0.73$  ppm, çinko miktarını  $15.93 \pm 3.26$  ppm ve arsenik miktarını  $0.06 \pm 0.05$  ppm olarak tespit etmişlerdir. Örneklerde belirlenen metal yoğunluklarının ülkemiz ve diğer ülkeler için kabul edilen değerler içerisinde olduğunu belirtmişlerdir.

Wiesner vd. (2001), Oder Halici'ndeki midyelerin kabuk ve dokularında Pb, Cd ve Hg birikimini araştırmışlardır. Midye örneklerini mayıs, temmuz, ağustos ve eylül aylarında halicin farklı bölgelerinden temin etmişlerdir. Midyelerin kabuk ve dokularındaki ağır metallerin mevsime ve bölgeye göre farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Fakat kurşun dışındaki diğer ağır metallerin midyenin boyutuna göre farklılık göstermediğini belirlemişlerdir. Mayıs ayından eylül ayına kadar olan dönemlerde midyenin kabuğunda Cd ve Pb miktarının düşük olduğunu saptamışlardır. Aynı dönemlerde midyenin dokusunda ise Cd ve Pb miktarının yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Midyede ölçülen en yüksek değerleri; Hg için 218 µg/kg, Cd için 1030 µg/kg, Pb için 6182 µg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Al-Saadi vd. (2002), Habbaniya Gölü'nün su ve sedimentinde Cd, Pb, Ni, Mn ve Zn birikimini araştırmışlardır. Suda en fazla biriken metalin Zn olduğunu tespit etmişler, Zn hariç tüm metallerin en fazla ilkbahar mevsiminde biriktiğini belirlemişlerdir. Sedimentte en fazla Mn'ın biriktiğini ve metal birikiminin en fazla ilkbahar mevsiminde olduğunu bildirmişlerdir.

Celiloğlu-Begenirbaş (2002), Porsuk ayı'nın Kütahya bölümündeki tatlısu midyesinin kabuk ve iç organlarındaki Cu, Cr, Pb, Hg, As ve Cd miktarlarını belirlemiştir. Kabuktaki ağır metal birikimlerinin örneğin alındığı lokalitelere göre değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir. İç organlarındaki ağır metal miktarlarını ise hem Kütahya öncesi hem Kütahya sonrası için; Cr>Pb>As>Cu>Hg olarak bulmuştur. Her iki bölgeden alınan midyenin iç organlarından As, Pb ve Hg miktarlarının kabul edilebilir değerlere göre yüksek çıktığını tespit etmiştir. Midye kabuğunda As metalinin Kütahya öncesinde, As ve Hg metallerinin ise Kütahya sonrasında kabul edilen değerlerin üzerinde olduğunu saptamıştır.

Chindah vd. (2004), Calabar Nehri'nin karides ve sedimentinde hidrokarbon, Cr, Cd, Pb, Zn ve Cu birikimini araştırmışlardır. Bu alışma için iki mevsim seçmişlerdir. Zn ve Cu hariç hidrokarbon ve tüm metallerin her iki mevsimde de yüksek miktarlarda biriktiğini belirlemişlerdir.

Morales-Hernández vd. (2004), Mazatlan Körfezi'nin istakoz ve sedimentinde ağır metal birikimini araştırmışlardır. Körfeze boşaltılan lağımdan dolayı ağır metal kirliliğinin arttığını tespit etmişlerdir. Cd, Cu, Fe, Pb ve Zn'nun sedimentte, Cr, Fe, Mn ve Ni'in istakozun dış kabuğunda, Cu, Cd ve Zn'nun ise istakozun solungaalarında, kasında ve gonadlarında biriktiğini belirlemişlerdir. Pb dışındaki metallerin insan sağlığı için uygun değerlerde olduğunu saptamışlardır.

Yazkan vd. (2004), Antalya Körfezi'nde yaşayan bazı yumuşaka türlerinde ve karidesin yumuşak dokularında Cu, Zn, Pb ve Cd birikimini araştırmışlardır. Cu miktarını yumuşakalarda 1.82-6.22 mg/kg, karideste 4.24-7.40 mg/kg, Zn miktarını yumuşakalarda 10.95-21.52 mg/kg, karideste 11.73-14.27 mg/kg, Pb miktarını yumuşakalarda 0.00-0.35 mg/kg, karideste 0.00-0.00 mg/kg, Cd miktarını yumuşakalarda 0.23-0.72 mg/kg, karideste 0.26-0.28 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Analiz edilen ağır metallerin ciddi bir tehlike oluşturmadığını belirlemişlerdir.

Yusof vd. (2004), Malaysian Yarımadası'nda yaşayan iki midye türü ve sedimentinin As, Cd, Cr, Cu, Pb, Se ve Zn için bio-indikatör olup olmadıklarını belirlemeye çalışmışlardır. Pb, Cd ve Se için *Anadara granosa* türünü, Cr için *Perna viridis* türünü bio-indikatör olarak tespit etmişlerdir.

Sunlu (2006), Ege denizi kıyılarında *Mytilus galloprovincialis*'de mevsimsel değişikliklere bağlı olarak Cd, Pb, Zn ve Cu ağır metallerini araştırmıştır. Altı farklı istasyonda yaptığı çalışmalar sonucunda Cd miktarını 0.04-0.52 µg/g, Pb miktarını 0.49-1.72 µg/g, Cu miktarını 0.95-1.85 µg/g ve Zn miktarını 16.11-37.15 µg/g olarak tespit etmiştir. Ağır metallerin en yüksek değerlerini İzmir istasyonunda, en düşük değerlerini ise Sığacık ve Güllük istasyonlarında bulmuştur. Midyelerin dokularındaki ağır metal birikimlerini ise düşük değerlerde tespit etmiştir.

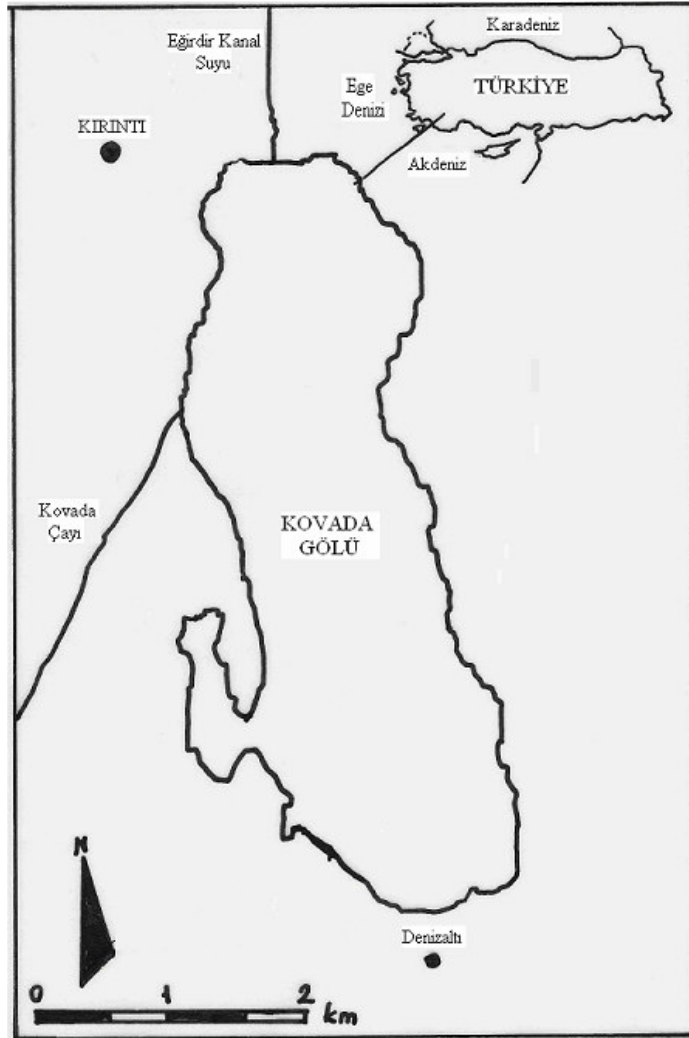
Bu araştırmalardan başka, çalışma alanı ve tatlısu istakozları ile ilgili; Tekin-Özan vd. (2004a, 2004b), Tekin-Özan ve Kır (2005), Köksal (1988), Bolat (1996), Bolat ve Aksoylar (1997), Çevik ve Tekelioğlu (1997), Güven vd. (1997), Şengör vd. (1997) değişik çalışmalar yapmışlardır.

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda Kovada Gölü'nde yaşayan tatlısu istakozunda ağır metal birikimi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda gölde yaşayan istakozlardaki ağır metal birikiminin mevsimsel olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Araştırmanın Yapıldığı Kovada Gölü'nün Tanıtımı

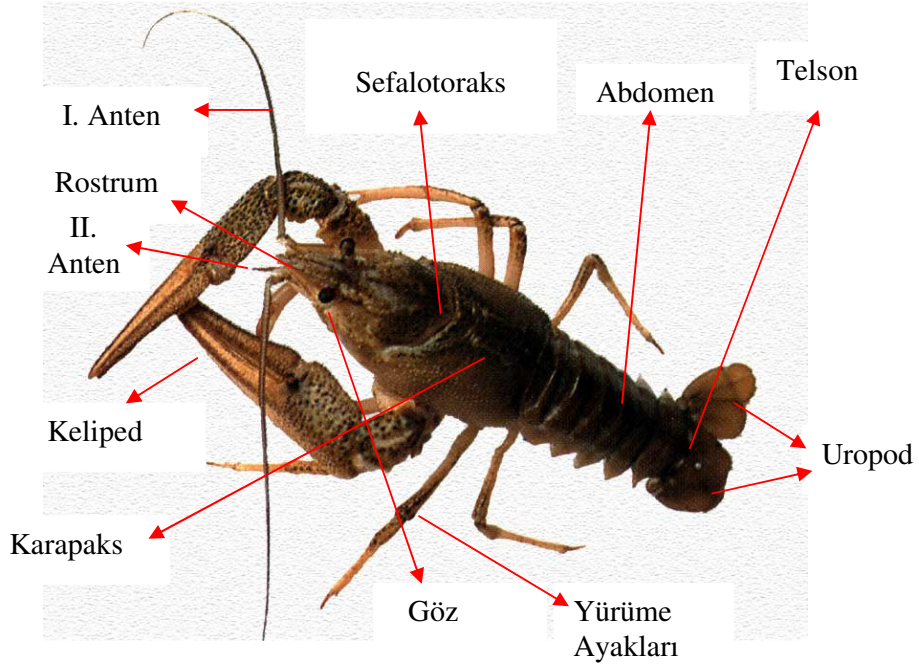
Kovada Gölü; Eğirdir Gölü'nün 8 km güneyinde olup kuzey-güney doğrultusunda uzanan tektonik bir göldür (Şekil 2.1.1). Koordinatları 37°40' K, 30°52' D, rakımı: 908 m ve alanı 900 ha'dır. Etrafını çevreleyen ormanların ve doğal yapısının güzelliği ile önem kazanmış ve 1970 yılında Milli Park olarak tahsis edilerek koruma altına alınmıştır. Göl, Eğirdir Gölü'nden gelen bir kanal suyu ile beslenir ve fazla suları alınarak Kovada Hidroelektrik Santrali'ne gönderilir. Gölün derinliği değişmekle beraber en fazla 5 m'dir.



Şekil 2.1.1. Kovada Gölü'nün haritası

## 2.2. İstakoz Örneklerinin Temini ve Örnekler Üzerinde Yapılan İşlemler

Bu çalışmada; tatlısu istakozu (Şekil 2.2.1)'na ait 32 adet örnek, Kovada Gölü'nden 05.04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında yakalanmıştır.



Şekil 2.2.1. Genel bir tatlısu istakozu şekli ve kısımları

Örneklerin temini gölün değişik bölgelerinden mevsimlik periyotlarla gerçekleştirilmiştir. Av esnasında kullanılan istakoz sepetleri birinci gün atılıp ertesi gün sabah toplanmıştır. Bir seferde örnek yakalanamayan mevsimlerde ise bu işlem birkaç kez tekrarlanmıştır. Gölde yakalanan istakozlar uygun naylon torbalar içerisinde ve torbaların ağızları hava almayacak şekilde kapatılarak Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü laboratuvarına getirilmiştir. Daha sonra istakozların boyları milimetrik metre yardımıyla, ağırlıkları ise hassas terazide ölçülerek her bir istakoz ile ilgili bilgilerin bulunduğu forma kaydedilmiştir.

### 2.3. Örneklerin Ağır Metal Analizine Hazırlanması

Göl suyunun pH değeri arazi çalışması sırasında ölçülmüştür. Araştırmada kullanılan su örneği 500 ml'lik renkli şişelere konularak üzerine 5 ml nitrik asit ilave edilmiş ve analiz yapılincaya kadar derin dondurucuda (-20 °C) bekletilmiştir.

Analizi yapılacak olan sediment örnekleri gölden ekman kepçesi ile alınmış, renkli kutulara konulmuştur. Analizi yapılincaya kadar da derin dondurucuda tutulmuştur.

Ağır metal analizi için, her mevsimin ikinci ayında, ortalama 40-50 g ağırlığında, sekizer tane istakoz örneği alınmıştır. Diseksiyon işleminde tatlısu istakozunun önce sefalotoraks ve abdomen kısmı birbirinden ayrılmıştır. Daha sonra karın kısmı açılarak karaciğeri pens yardımıyla, abdomeninden 4-5 g kas örneği ve karapaksında bir kısmı makas yardımıyla alınarak analiz işlemine kadar derin dondurucuda bekletilmiştir.

Ölçüm için bütün dokulardan ve sediment örneklerinden 1'er g alınarak her biri mikrodalga çözünürleştirme tüplerine yerleştirilmiştir. Her bir tüpün üzerine de 5 ml HNO<sub>3</sub> ve 1 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilerek mikrodalga fırında (Milestone Ethos Plus 2000) çözünürleştirme işlemi yapılmıştır. Bu işlemden sonra fırından çıkarılan tüpler oda sıcaklığında soğutulmuş ve tüplerdeki çözelti 25 ml'lik polipropilen balonjokelere aktarılmıştır. Balonjokelerdeki çözelti miktarı saf su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Örneklerin metal analizi Perkin Elmer marka 5300 DV model ICP-OES cihazında yapılmıştır. Her bir element için kullanılan dalga boyları şunlardır; Cd 228.802 nm, Cr 267.716 nm, Cu 327.393 nm, Fe 238.204 nm, Mn 257.610 nm, Pb 220.353 nm, Zn 206.200 nm, Al 394.401 nm, Ni 231.604 nm. Elementlerin dedeksiyon limitleri ise; Cd 0.0012 ppm, Cr 0.0027 ppm, Cu 0.0069 ppm, Fe 0.0381 ppm, Mn 0.001 ppm, Pb 0.0078 ppm, Zn 0.0015 ppm, Al 0.0057 ppm ve Ni 0.0048 ppm'dir.

Sonuçlar yaş ağırlık üzerinden mg/kg olarak verilmiş ve mevsimsel olarak değerlendirilmiştir.

#### **2.4. İstatiksel Analizler**

İstatiksel hesaplamaların yapılmasında SPSS 12 programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar One-Way Anova testine tabi tutulmuştur. Ayrıca istakoz dokularında belirlenen metal miktarları ve mevsimler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Duncan Analizi yapılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

#### 3.1. Suda Ölçülen pH Değerleri

Araştırma süresince Kovada Gölü suyunda mevsimsel olarak ölçülen pH değerleri Çizelge 3.1.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1.1. Kovada Gölü suyunda ölçülen pH değerleri

| Mevsim        | pH   |
|---------------|------|
| İlkbahar-2005 | 7.95 |
| Yaz-2005      | 7.32 |
| Sonbahar-2005 | 7.93 |
| Kış- -2006    | 8.63 |

Sudaki pH değerleri 7.32-8.63 arasında ölçülmüştür. pH değerinin en yüksek olduğu mevsim Kış-2006, en düşük olduğu mevsim ise Yaz-2005’dir (Çizelge 3.1.1.).

#### 3.2. Suda Ölçülen Ağır Metaller

Kovada Gölü suyunda ölçülen ağır metallerin ortalama değerleri Çizelge 3.2.1’de verilmiştir.

Kovada Gölü’nün suyunda yapılan ağır metal analizinde Al sadece Yaz-2005’de, Ni sadece İlkbahar-2005’de, Fe her mevsimde ve Mn ile Zn farklı mevsimlerde belirlenirken; Cd, Cr, Cu ve Pb her mevsimde ICP-OES’nin analiz limitinin altında çıkmıştır (Çizelge 3.2.1.).

İlkbahar-2005’de tespit edilen Fe miktarı 0.2 mg/l, Mn miktarı 0.15 mg/l, Zn miktarı 0.027 mg/l ve Ni miktarı 0.01 mg/l’dir. Mn ve Zn miktarları en yüksek düzeye bu mevsimde ulaşmışlardır. Ni’de sadece bu mevsimde belirlenmiştir (Çizelge 3.2.1.).

Çizelge 3.2.1. Kovada Gölü suyundaki Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni miktarları (mg/l)

| MEVSİM        | Cd   | Cr  | Cu  | Fe        | Mn           | Pb  | Zn           | Al          | Ni         |
|---------------|------|-----|-----|-----------|--------------|-----|--------------|-------------|------------|
| İlkbahar-2005 | ALA* | ALA | ALA | 0.2±0.001 | 0.15±0.001   | ALA | 0,027±0.0005 | ALA         | 0.01±0.001 |
| Yaz-2005      | ALA  | ALA | ALA | 0.79±0.01 | 0.003±0.0005 | ALA | ALA          | 0.038±0.003 | ALA        |
| Sonbahar-2005 | ALA  | ALA | ALA | 0.58±0.03 | 0.037±0.0005 | ALA | ALA          | ALA         | ALA        |
| Kış-2006      | ALA  | ALA | ALA | 0.34±0.03 | ALA          | ALA | 0.012±0.0003 | ALA         | ALA        |

\*: Analiz Limitinin Altında

Yaz-2005'de, İlkbahar-2005'e göre Fe miktarında artış gözlenirken, Mn miktarında azalma tespit edilmiştir. Zn ve Ni metalleri ise bu mevsimde tespit edilememiştir. Al metali sadece Yaz-2005'de belirlenmiştir. Bu mevsimde belirlenen Fe miktarı 0.79 mg/l, Mn miktarı 0.003 mg/l ve Al miktarı 0.038 mg/l'dir. Fe miktarı en yüksek düzeye bu mevsimde ulaşmıştır (Çizelge 3.2.1.).

Sonbahar-2005'de, Yaz 2005'e göre Fe miktarında azalış gözlenirken, Mn miktarında artış tespit edilmiştir. Bu mevsimde belirlenen Fe miktarı 0.58 mg/l ve Mn miktarı 0.037 mg/l'dir. Diğer metaller bu mevsimde tespit edilememiştir (Çizelge 3.2.1.).

Kış-2006'da Sonbahar-2005'e göre Fe miktarında azalma tespit edilirken, Mn tespit edilememiştir. Bu mevsimde belirlenen Zn miktarı İlkbahar-2005'e göre daha düşük düzeyde olmuştur. Bu mevsimde belirlenen Fe miktarı 0.34 mg/l ve Zn miktarı 0.012 mg/l'dir (Çizelge 3.2.1.).

Sudaki metal birikimi bakımından mevsimler arasında önemli bir fark yoktur (>0.05).

### **3.3. Sedimentte Ölçülen Ağır Metaller**

Kovada Gölü sedimentinde ölçülen ağır metallerin ortalama değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.3.1'de verilmiştir.

Kovada Gölü sedimentinde yapılan ağır metal analizinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde belirlenirken, Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005'te ICP-OES'nin analiz limitinin altında çıkmıştır (Çizelge 3.3.1.).

İlkbahar-2005 mevsiminde belirlenen Cd miktarı 0.27 mg/kg, Cr miktarı 6.63 mg/kg, Cu miktarı 5.08 mg/kg, Fe miktarı 3006 mg/kg, Mn miktarı 61.19 mg/kg, Pb miktarı 1.74 mg/kg, Zn miktarı 12.82 mg/kg, Al miktarı 3780 mg/kg ve Ni miktarı 9.13 mg/kg'dır. Bu mevsimde Cd diğer mevsimlere oranla en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 3.3.1.).

Çizelge 3.3.1. Kovada Gölü sedimentinde Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni miktarları (mg/kg) ile standart sapmaları

| MEVSİM        | Cd        | Cr         | Cu         | Fe         | Mn           | Pb        | Zn         | Al          | Ni         |
|---------------|-----------|------------|------------|------------|--------------|-----------|------------|-------------|------------|
| İlkbahar-2005 | 0.27±0.02 | 6.63±1.40  | 5.08±1.51  | 3006±815.7 | 61.19±19.48  | 1.74±0.06 | 12.82±3.84 | 3780±788.26 | 9.13±2.61  |
| Yaz-2005      | ALA*      | 17.59±4.50 | 13.77±2.92 | 7345±1306  | 165.96±38.37 | 4.42±0.64 | 23.14±4.53 | 9990±2886   | 25.93±5.67 |
| Sonbahar-2005 | ALA       | 8.81±1.05  | 4.65±0.25  | 3873±250   | 70.55±0.52   | 1.96±0.13 | 33.42±1.19 | 5278±986    | 11.95±0.42 |
| Kış-2006      | 0.19±0.02 | 13.36±1.59 | 7.78±0.44  | 5896±1059  | 133.73±8.19  | 3.61±0.76 | 17.96±0.62 | 7642±1027   | 16.49±1.10 |

\*: Analiz Limitinin Altında

Yaz-2005’de Cd elementi tespit edilemezken diğer bütün elementlerin miktarlarında artış görülmüştür. Cr miktarı 17.59 mg/kg, Cu miktarı 13.77 mg/kg, Fe miktarı 7345 mg/kg, Mn miktarı 165.96 mg/kg, Pb miktarı 4.42 mg/kg, Zn miktarı 23.14 mg/kg, Al miktarı 9990 mg/kg ve Ni miktarı 25.93 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Al ve Ni diğer mevsimlere oranla en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 3.3.1.).

Sonbahar-2005’de Yaz-2005’e göre Zn miktarı artarken, diğer metallerin miktarlarında azalış olmuştur. Bu mevsimde Cd tespit edilememiş, Zn en yüksek değere ulaşmıştır. Bu mevsimde Cr miktarı 8.81 mg/kg, Cu miktarı 4.65 mg/kg, Fe miktarı 3873 mg/kg, Mn miktarı 70.55 mg/kg, Pb miktarı 1.96 mg/kg, Zn miktarı 33.42 mg/kg, Al miktarı 5278 mg/kg ve Ni miktarı 11.95 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.3.1.).

Kış-2006’da Sonbahar 2005’e göre Zn miktarı azalırken, diğer metallerin miktarlarında artış görülmüştür. Bu mevsimde Cd miktarı 0.19 mg/kg, Cr miktarı 13.36 mg/kg, Cu miktarı 7.78 mg/kg, Fe miktarı 5896 mg/kg, Mn miktarı 133.73 mg/kg, Pb miktarı 3.61 mg/kg, Zn miktarı 17.96 mg/kg, Al miktarı 7642 mg/kg ve Ni miktarı 16.49 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.3.1.).

Sedimentte metal birikimi bakımından mevsimler arasında önemli bir fark yoktur (>0.05)

### **3.4. İstakoz Dokularında Ölçülen Ağır Metaller**

İstakoz örneklerinin kas, karaciğer ve karapaks dokularındaki ağır metallerin ortalama değerleri ve standart sapmaları Çizelge 3.4.1’de verilmiştir.

Cu, Mn, Zn, Al ve Ni her mevsimde bütün dokularda, Cd her mevsimde sadece karaciğerde, diğer metaller ise farklı mevsim ve farklı dokularda tespit edilmiştir. Genel olarak karaciğer ve karapakstaki metal birikimi kas dokusuna göre daha fazladır (Çizelge 3.4.1.).

Çizelge 3.4.1. İstakozun kas, karaciğer ve karapaksındaki Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni miktarları (mg/kg) ile standart sapmalar

| MEVSİM        | DOKU      | Cd                       | Cr                     | Cu                       | Fe                         | Mn                      | Pb                     | Zn                       | Al                         | Ni                      |
|---------------|-----------|--------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| İlkbahar-2005 | Kas       | ALA*                     | ALA                    | 4.70±0.70 <sup>b</sup>   | 0.84±0.66 <sup>a</sup>     | 0.26±0.04 <sup>a</sup>  | ALA                    | 11.08±0.76 <sup>ab</sup> | 8.51±2.19 <sup>a</sup>     | 0.22±0.06 <sup>a</sup>  |
|               | Karaciğer | 2.07±2.99 <sup>a**</sup> | ALA                    | 25.48±14.19 <sup>a</sup> | 91.77±33.93 <sup>a</sup>   | 6.03±2.54 <sup>a</sup>  | ALA                    | 24.46±4.33 <sup>ab</sup> | 6.74±2.96 <sup>ab</sup>    | 5.48±6.93 <sup>a</sup>  |
|               | Karapaks  | ALA                      | 1.82±1.78 <sup>b</sup> | 13.13±4.60 <sup>c</sup>  | 223.61±120.99 <sup>b</sup> | 14.67±4.62 <sup>a</sup> | ALA                    | 8.26±4.80 <sup>a</sup>   | 483.86±185.56 <sup>b</sup> | 0.95±0.17 <sup>b</sup>  |
| Yaz-2005      | Kas       | ALA                      | 0.02±0.01 <sup>a</sup> | 2.85±0.82 <sup>b</sup>   | ALA                        | 0.28±0.12 <sup>a</sup>  | ALA                    | 9.19±1.83 <sup>a</sup>   | 5.65±3.08 <sup>a</sup>     | 4.47±0.65 <sup>a</sup>  |
|               | Karaciğer | 0.82±0.62 <sup>a</sup>   | 0.12±0.07 <sup>a</sup> | 8.64±2.28 <sup>a</sup>   | 44.85±15.09 <sup>a</sup>   | 9.42±6.36 <sup>a</sup>  | ALA                    | 25.31±1.28 <sup>ab</sup> | 4.55±1.59 <sup>a</sup>     | 0.57±0.36 <sup>a</sup>  |
|               | Karapaks  | ALA                      | 0.43±0.03 <sup>a</sup> | 6.77±1.90 <sup>b</sup>   | 42.64±16.56 <sup>a</sup>   | 14.93±6.15 <sup>a</sup> | ALA                    | 4.66±1.93 <sup>a</sup>   | 96.04±26.05 <sup>a</sup>   | 0.41±0.12 <sup>a</sup>  |
| Sonbahar-2005 | Kas       | ALA                      | 0.11±0.02 <sup>b</sup> | 0.63±0.16 <sup>ab</sup>  | 12.98±6.80 <sup>a</sup>    | 0.82±0.64 <sup>a</sup>  | ALA                    | 12.98±0.57 <sup>b</sup>  | 18.73±0.68 <sup>a</sup>    | 0.98±0.51 <sup>a</sup>  |
|               | Karaciğer | 0.31±0.09 <sup>a</sup>   | 0.07±0.01 <sup>a</sup> | 23.78±17.10 <sup>a</sup> | 68.99±73.11 <sup>a</sup>   | 7.09±6.45 <sup>a</sup>  | 0.18±0.03 <sup>a</sup> | 31.45±7.86 <sup>b</sup>  | 6.21±0.57 <sup>a</sup>     | 11.19±0.33 <sup>a</sup> |
|               | Karapaks  | ALA                      | 0.31±0.13 <sup>a</sup> | 1.20±0.74 <sup>a</sup>   | 25.82±1.82 <sup>a</sup>    | 16.81±9.55 <sup>a</sup> | ALA                    | 4.01±0.28 <sup>a</sup>   | 47.07±8.18 <sup>a</sup>    | 0.61±0.37 <sup>ab</sup> |
| Kış-2006      | Kas       | ALA                      | ALA                    | 0.12±0.02 <sup>a</sup>   | ALA                        | 0.51±0.17 <sup>a</sup>  | ALA                    | 11.73±1.80 <sup>ab</sup> | 9.24±1.11 <sup>a</sup>     | 0.45±0.04 <sup>a</sup>  |
|               | Karaciğer | 0.23±0.06 <sup>a</sup>   | ALA                    | 33.75±18.81 <sup>a</sup> | 67.86±15.88 <sup>a</sup>   | 11.88±6.55 <sup>a</sup> | ALA                    | 22.10±1.54 <sup>a</sup>  | 10.33±1.86 <sup>b</sup>    | 0.91±0.27 <sup>a</sup>  |
|               | Karapaks  | ALA                      | 0.30±0.08 <sup>a</sup> | 0.29±0.02 <sup>a</sup>   | 58.80±21.70 <sup>a</sup>   | 16.73±5.58 <sup>a</sup> | ALA                    | 4.64±0.17 <sup>a</sup>   | 107.94±46.89 <sup>a</sup>  | 0.41±0.07 <sup>a</sup>  |

\*: Analiz Limitinin Altında

\*\* : Her bir parametre sütununda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemsizdir.

İlkbahar-2005’de belirlenen Cu miktarı ortalama olarak kas dokusunda 4.70 mg/kg, karaciğerde 25.48 mg/kg ve karapaksta 13.13 mg/kg’dır. Fe miktarı kas dokusunda 0.84 mg/kg, karaciğerde 91.77 mg/kg ve karapaksta 223.61 mg/kg’dır. Mn miktarı kas dokusunda 0.26 mg/kg, karaciğerde 6.03 mg/kg ve karapaksta 14.67 mg/kg’dır. Zn miktarı kas dokusunda 11.08 mg/kg, karaciğerde 24.46 mg/kg ve karapaksta 8.26 mg/kg’dır. Al miktarı kas dokusunda 8.51 mg/kg, karaciğerde 6.74 mg/kg ve karapaksta 483.86 mg/kg’dır. Ni miktarı kas dokusunda 0.22 mg/kg, karaciğerde 5.48 mg/kg ve karapaksta 0.95 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Karaciğerde belirlenen Cd miktarı 2.07 mg/kg ve karapaksta belirlenen Cr miktarı 1.82 mg/kg olarak tespit edilmiş ve bu iki metal en yüksek değerlere bu mevsimde ulaşmışlardır. Pb bu mevsimde tespit edilememiştir. Fe ve Al miktarı en yüksek değerlerine bu mevsimde karapaksta ulaşmışlardır (Çizelge 3.4.1.).

Yaz-2005’de İlkbahar-2005’e göre Cr, Cd, Cu, Fe Al miktarları azalmıştır. Mn miktarı artmıştır. Zn miktarı Kas dokusunda ve karapaksta azalırken, karaciğerde artmıştır. Ni miktarı kas dokusunda artarken, karaciğer ve karapaksta azaldığı tespit edilmiştir. Pb metali bu mevsimde tespit edilememiştir. Bu mevsimde belirlenen Cr miktarı ortalama olarak kas dokusunda 0.02 mg/kg, karaciğerde 0.12 mg/kg ve karapaksta 0.43 mg/kg’dır. Cu miktarı kas dokusunda 2.85 mg/kg, karaciğerde 8.64 mg/kg ve karapaksta 6.77 mg/kg’dır. Mn miktarı kas dokusunda 0.28 mg/kg, karaciğerde 9.42 mg/kg ve karapaksta 14.93 mg/kg’dır. Zn miktarı kas dokusunda 9.19 mg/kg, karaciğerde 25.31 mg/kg ve karapaksta 4.66 mg/kg’dır. Al miktarı kas dokusunda 5.65 mg/kg, karaciğerde 4.55 mg/kg ve karapaksta 96.04 mg/kg’dır. Ni miktarı kas dokusunda 4.47 mg/kg, karaciğerde 0.57 mg/kg ve karapaksta 0.41 mg/kg’dır. Karaciğerde belirlenen Cd miktarı 0.82 mg/kg olarak belirlenmiştir. Fe miktarı karaciğerde 44.85 mg/kg ve karapaksta 42.64 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.4.1.).

Sonbahar-2005’de Yaz-2005’e göre bazı metallerin miktarlarında artış görülürken, bazı metallerin miktarlarında azalma tespit edilmiştir. Cr miktarı ortalama olarak kas dokusunda 0.11 mg/kg, karaciğerde 0.07 mg/kg ve karapaksta 0.31 mg/kg’dır. Cu miktarı kas dokusunda 0.63 mg/kg, karaciğerde 23.78 mg/kg ve karapaksta 1.20

mg/kg'dır. Fe miktarı kas dokusunda 12.98 mg/kg, karaciğerde 68.99 mg/kg ve karapaksta 25.82 mg/kg'dır. Mn miktarı kas dokusunda 0.82 mg/kg, karaciğerde 7.09 mg/kg ve karapaksta 16.81 mg/kg'dır. Zn miktarı kas dokusunda 12.98 mg/kg, karaciğerde 31.45 mg/kg ve karapaksta 4.01 mg/kg'dır. Al miktarı kas dokusunda 18.73 mg/kg, karaciğerde 6.21 mg/kg ve karapaksta 47.07 mg/kg'dır. Ni miktarı kas dokusunda 0.98 mg/kg, karaciğerde 11.19 mg/kg ve karapaksta 0.61 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Cd miktarı karaciğerde 0.31 mg/kg ve Pb miktarı karaciğerde 0.18 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu mevsimde Mn karapaksta, Zn ve Ni karaciğerde en yüksek değerlerine ulaşmışlardır (Çizelge 3.4.1.).

Kış-2006'da Pb hiçbir doku ve organda tespit edilememiştir. Sonbahar-2005'e göre kas dokusunda bütün metaller azalırken, karaciğer ve karapaksta bazı metaller artmış, bazı metaller ise azalmıştır. Bu mevsimde Cd miktarı karaciğerde 0.23mg/kg olarak tespit edilirken, Cr miktarı karapaksta 0.30 mg/kg olarak belirlenmiştir. Cu miktarı ortalama olarak kas dokusunda 0.12 mg/kg, karaciğerde 33.75 mg/kg ve karapaksta 0.29 mg/kg'dır. Fe miktarı karaciğerde 67.86 mg/kg ve karapaksta 58.80 mg/kg olarak tespit edilirken, kas dokusunda belirlenememiştir. Mn miktarı kas dokusunda 0.51 mg/kg, karaciğerde 11.88 mg/kg ve karapaksta 16.73 mg/kg'dır. Zn miktarı kas dokusunda 11.73 mg/kg, karaciğerde 22.10 ve karapaksta 4.64 mg/kg'dır. Al miktarı kas dokusunda 9.24 mg/kg, karaciğerde 10.33 mg/kg ve karapaksta 107.94 mg/kg'dır. Ni miktarı kas dokusunda 0.45 mg/kg, karaciğerde 0.91 mg/kg ve karapaksta 0.41 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu mevsimde Cu miktarı karaciğerde en yüksek düzeye ulaşmıştır (Çizelge 3.4.1.).

Çalışmamızda elde edilen bulguların mevsimsel olarak kıyaslanması sonucunda, Cd'un karaciğerdeki birikiminde mevsimler arasında bir farkın olmadığı ( $P>0.05$ ) görülmüştür.

Cr'un kas dokusundaki birikimi mevsimler arasında önemli ( $P<0.05$ ) bulunurken, karaciğerdeki birikimi önemli ( $P>0.05$ ) bulunmamıştır. Ancak karapakstaki birikimi yaz, sonbahar ve kış mevsimleri kıyaslandığında önemli değilken ( $P>0.05$ ), bu üç mevsimin ilkbahardan farklı ( $P<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir.

Kas dokusundaki Cu birikiminin ilkbahar ve yaz mevsimlerinde birbirinden farklı olmadığı ( $P>0.05$ ), buna karşın diğer mevsimlerden farklı olduğu ( $P<0.05$ ) belirlenmiştir. Karaciğerdeki Cu birikimi açısından mevsimler arasında herhangi bir farklılık ( $P>0.05$ ) tespit edilememiştir. Karapakstaki Cu birikimi bakımından sonbahar ve kış mevsimleri arasında önemli bir farklılık ( $P>0.05$ ) bulunmazken, diğer mevsimlerle arasında önemli ( $P<0.05$ ) bir fark saptanmıştır.

Karaciğer ve kastaki Fe miktarı mevsimler arasında farklılık ( $P>0.05$ ) göstermemiştir. Karapaksta tespit edilen Fe miktarı yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde farklı olmamakla beraber ( $P>0.05$ ), bu üç mevsimdeki birikim ilkbahardaki birikimden önemli ( $P<0.05$ ) oranda farklıdır.

Kas, karaciğer ve karapakstaki Mn birikimi istatistiksel olarak mevsimler arasında farklılık göstermemiştir ( $P>0.05$ ).

Kastaki Zn birikimi ilkbahar ve kış mevsimleri arasında farklı olmamakla ( $P>0.05$ ) beraber, diğer mevsimlerle arasında önemli bir fark ( $P<0.05$ ) görülmüştür. İlkbahar ve yaz mevsimlerinde Zn'nun karaciğerdeki birikimi mevsimsel olarak farklılık göstermemiştir ( $P>0.05$ ). Buna karşın diğer mevsimlerle kıyaslandığında önemli bir farklılık ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Karapakstaki Zn birikimi mevsimler arasında farklı değildir ( $P>0.05$ ).

Al'un kas dokusundaki birikiminde mevsimlerin önemli bir etkisinin olmadığı ( $P>0.05$ ) belirlenmiştir. Karaciğerdeki Al birikimi yaz ve sonbahar mevsimleri arasında farklılık göstermemiş ( $P>0.05$ ) ancak bu birikimin diğer mevsimlerden farklı ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Al'un karapakstaki birikimi yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde birbirinden farklı ( $P>0.05$ ) değilken bu mevsimlerin ilkbahar mevsiminden farklı olduğu ( $P<0.05$ ) saptanmıştır.

Ni metalinin kas ve karaciğerdeki birikimi mevsimsel açıdan farklılık göstermemiştir ( $P>0.05$ ). Yaz ve kış aylarında, Ni'in karapakstaki birikiminde bir farklılık

bulunamazken ( $P>0.05$ ) bu mevsimlerdeki birikim sonbahar ve ilkbahar mevsimlerindeki birikimden farklılık göstermiştir ( $P<0.05$ ).

## 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

### 4.1. Tartışma

05.04.2005-23.02.2006 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada Kovada Gölü'nün suyu ve sedimentinde, Göl'de yaşayan istakozların bazı dokularında ağır metal birikimini araştırmak amacıyla toplam 32 adet istakoz yakalanarak incelenmiştir.

Kovada Gölü'nün suyunda yapılan analizler sonucunda Cd, Cr, Cu ve Pb hiçbir mevsimde tespit edilememiştir. Al sadece Yaz-2005'de, Ni sadece İlkbahar-2005'de ve Fe her mevsimde tespit edilmiştir. Mn ile Zn ise bazı mevsimlerde belirlenirken, bazı mevsimlerde analiz limitinin altında çıkmıştır. Çalışma süresince suyun pH değerleri 7.32-8.63 arasında ölçülmüştür. Bu pH aralığında metaller çözünür durumda olmadıkları için sudaki metaller ya çok az ya da hiç tespit edilememiştir.

Suda yapılan analizler sonucunda Mn (0.15 mg/l), Ni (0.01mg/l) ve Zn (0.027 mg/l) İlkbahar-2005'de, Fe (0.79 mg/l) ve Al (0.038mg/l) Yaz-2005'de en yüksek oranda belirlenmiştir. Suda en fazla rastlanılan metalin Fe olduğu görülmüştür.

Al-Saadi vd. (2002), Habbaniya Gölü'nün suyunda en fazla biriken metalin Zn olduğunu belirterek bunu Cu, Pb, Ni, Mn ve Cd'un takip ettiğini bildirmişlerdir. Cd, Co, Hg, Mo ve Pb'un AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu tespit etmişlerdir. Tekin-Özan vd. (2004a), Kovada Gölünün suyunda Fe, Zn ve Mn'ı belirlemişler, Cu, Cr, Pb ve Cd'un AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca en yüksek metal birikiminin yaz mevsiminde olduğunu tespit etmişlerdir. Tekin-Özan (2005), Beyşehir Gölünün suyunda Fe, Zn, Mn ve Cu metallerini belirlemiştir. Cr, Pb ve Cd'un AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca en yüksek metal birikiminin yaz aylarında, en düşük metal birikiminin ilkbahar aylarında olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada metal konsantrasyonunun ilkbahar ve yaz aylarında arttığı, sonbahar ve kış aylarında azaldığı belirlenmiştir. Metal miktarlarının ilkbahar ve yaz aylarında artmasının sebebi buharlaşmanın fazla olmasından, göl çevresindeki tarımsal faaliyetlerin (ilaçlama, gübreleme ve sulama) artmasından ve Kovada Gölü'nü

besleyen çayın etrafındaki fabrika ve sanayi atıklarının faaliyete geçmesinden kaynaklanabilir. Sonbahar ve kış aylarında azalmasının sebebi buharlaşmanın az ve yağışın fazla olmasından kaynaklanabilir.

Sedimentte biriken ağır metallerin konsantrasyonu dipte bulunan sediment parçacıklarının oranına, parçacıkların boyutuna ve sedimentte organik maddelerin bulunup bulunmamasına göre değişiklik gösterir. Sediment, ağır metaller için önemli bir birikim yeridir. Bu nedenle sucul ortamların metal kirliliğinin belirlenmesinde kullanılır (Salomans vd., 1987). Hadring ve Whitton (1978), göl sedimentinin suda bulunan ağır metalleri kendine doğru çekerek bünyesinde biriktirdiğini belirtmişlerdir.

Çalışmada tüm metaller sedimentte tespit edilmiştir. Sadece Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005'de analiz limitinin altında çıkmıştır. Sedimentte en fazla biriken metal Al olmuştur. Bu çalışmada suda tespit edilemeyen Cd, Cr, Cu ve Pb'a sedimentte rastlanılmıştır. Bu durum sediment partiküllerinin suda bulunan metalleri bünyesine çekmesiyle ve molekül ağırlığı yüksek metallerin dibe çökmesiyle ilgili olabilir.

Bu çalışmada tespit edilen metallerin mevsimsel değişimlerine bakıldığında, Cr (17.59 mg/kg), Cu (13.77 mg/kg), Fe (7345 mg/kg), Mn (165.96 mg/kg), Pb (4.42 mg/kg), Al (9990 mg/kg) ve Ni (25.93 mg/kg)'in Yaz-2005'de, Zn (33.42 mg/kg)'nin Sonbahar-2005'de ve Cd (0.27 mg/kg)'un İlkbahar-2005'de en yüksek düzeye ulaştığı görülmüştür. İlkbahar-2005'de Cd ve Cu metalleri dışında bu elementlerin miktarları en düşük düzeye inmiştir. Metallerin, sedimentte genel olarak yaz mevsiminde artmasının nedeni suyun buharlaşması sonucunda suda artan metal konsantrasyonunun daha kolay ve daha fazla sedimente geçmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca bu mevsimde su döngüsü olmadığı için metaller sedimentte daha fazla birikmiş olabilir. İlkbahar mevsiminde ise en düşük düzeye inmesi bu mevsimdeki su sirkülasyonundan kaynaklanabilir.

Al-Saadi vd. (2002), Habbaniya Gölü'nün sedimentinde en fazla biriken metalin Mn olduğunu, bunu Ni, Zn, Pb, Cu ve Cd'un takip ettiğini belirtmişlerdir. Pb, Cu ve Cd'u en yüksek ilkbahar mevsiminde tespit etmişlerdir. Kovada Gölü'nde yapılan bu çalışmada Al ve Fe'den sonra en çok biriken metalin Mn olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada Cd en yüksek ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir.

Tekin-Özan (2005), Beyşehir Gölü'nün sedimentinde Cu, Fe, Zn, Mn, Cr, Cd ve Pb metalleri araştırmıştır. Pb'nun AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu tespit ederek en fazla biriken metalin Fe olduğunu belirlemiştir. Kovada Gölü'nde yaptığımız çalışmada da Al'dan sonra en fazla biriken metalin Fe olduğu tespit edilmiştir.

Kovada Gölü'nde yaşayan istakozun bazı doku ve organlarında yapılan ağır metal analizleri sonucunda; Cu, Mn, Zn, Al ve Ni her mevsimde bütün dokularda, Cd her mevsimde sadece karaciğerde, Pb sadece Sonbahar-2005'de karaciğerde tespit edilmiştir. Cr İlkbahar-2005 ve Kış-2006'da kas ve karaciğerde, Fe Yaz-2005 ve Kış-2006'da kasda tespit edilemezken diğer mevsimlerde tüm doku ve organlarda belirlenmiştir.

İlkbahar-2005'de Cd (2.07 mg/kg) karaciğerde; Cr (1,82 mg/kg), Fe (223.61 mg/kg) ve Al (483.86 mg/kg) karapaksta en yüksek oranda tespit edilmiştir. Sonbahar-2005'de Mn (16.81 mg/kg) karapaksta, Zn (31.45 mg/kg) ve Ni (11.19 mg/kg) karaciğerde en yüksek oranda belirlenmiştir. Kış-2006'da da Cu (33.75 mg/kg) karaciğerde en yüksek düzeyde tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada en fazla biriken metalin Al olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda metallerin en fazla biriktiği organların karapaks ve karaciğer olduğu görülmüştür. Metallerin karaciğerde yüksek çıkmasının sebebi metabolik olarak aktif bir organ olmasından, karapaksta yüksek çıkmasının sebebi ise su ve sediment ile doğrudan temas halinde olmasından kaynaklanmış olabilir. En az biriken metal Cr (0.02 mg/kg) Yaz-2005'de kas da tespit edilmiştir. Metallerin genel olarak kas

dokusunda az tespit edilmesinin sebebi aktif bir organ olmamasından kaynaklanabilir.

Kınacıgil (1985), Gölarmara ve Gölçük Göllelerinden yakalanan istakozların doku ve organlarındaki Zn, Cu, Pb, Cd ve Hg miktarlarını belirlemiş ve istakozların doku ve organlarında en fazla biriken metalin Zn olduğunu, en az biriken metalin ise Hg olduğunu tespit etmiştir.

İnan (1991), Batı Anadolu'daki Apolyont, Manyas, Çivril, Eğirdir ve Marmara Göllelerinde yaşayan tatlısu istakozunun kas ve karapaksında bazı ağır metallerin (Fe, Zn, Cu, Pb, Mn, Cd, Hg) birikimini araştırmıştır. Kasta en fazla biriken metalin Zn, en az biriken metalin ise Hg olduğunu, karapaksta ise en fazla biriken metalin Fe, en az biriken metalin ise Hg olduğunu tespit etmiştir. Genel olarak istakozun yenilebilen kasında ağır metal birikiminin daha düşük düzeylerde olduğunu belirlemiştir. Kovada Gölü'nde yapılan bu çalışmada da, en az metal birikimi kas dokusunda belirlenmiştir. Fe Al'den sonra karapaksta en çok biriken metal olarak tespit edilmiş ve bu çalışma ile paralellik göstermiştir.

Morales-Hernández vd. (2004), Mazatlan Körfezin'de Cr, Fe, Mn ve Ni'in istakozun dış kabuğunda; Cu, Cd ve Zn'nun ise istakozun solungaçlarında, kasında ve gonadlarında biriktiğini tespit etmişlerdir. Pb dışındaki metallerin insan sağlığı için uygun değerlerde olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada da Cr, Fe, Al ve Mn'in en yüksek karapaksda biriktiği belirlenmiştir.

Kabuklular üzerinde yapılan diğer çalışmalarda Yarsan vd. (2000), Van Gölü'nden toplanan midye örneklerinde Cu, Cd, Zn, As ve Pb birikimini araştırmışlardır. Mevsimsel olarak yaptıkları çalışmada örneklerde belirlenen metal yoğunluklarının ülkemiz ve diğer ülkeler için kabul edilen değerler içerisinde olduğunu tespit etmişlerdir. Wiesner vd. (2001), Oder Halici'nde ki midyelerin kabuk ve dokularında Pb, Cd ve Hg birikimini araştırmışlar, midyelerin kabuk ve dokularındaki ağır metallerin mevsime ve bölgeye göre farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Midyenin kabuğunda Cd ve Pb miktarının düşük olduğunu aynı dönemlerde midyenin dokusunda ise Cd ve Pb miktarının yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Tatlısu istakozları üzerinde yapılan bu çalışmada doku ve organlardaki ağır metal birikimi mevsimsel olarak değerlendirildiğinde; ilkbahar ve sonbaharda arttığı, yaz ve kış'ın ise azaldığı tespit edilmiştir.

#### 4.2. Sonuç

Bu çalışmada suda ölçülen pH değerlerinin 7.32-8.63 arasında olduğu görülmüştür.

Kovada Gölü'nün suyunda yapılan ağır metal analizleri sonucunda Cd, Cr, Cu ve Pb hiçbir mevsimde tespit edilememiştir. Al sadece Yaz-2005'de, Ni sadece İlkbahar-2005'de ve Fe her mevsimde tespit edilmiştir. Mn ve Zn ise bazı mevsimlerde belirlenirken bazı mevsimlerde analiz limitinin altında çıkmıştır. Suda en fazla biriken metalin Fe olduğu görülmüştür. Mn, Zn ve Ni İlkbahar-2005'de, Fe ve Al Yaz-2005'de en yüksek oranda belirlenmiştir.

Kovada Gölü'nün sedimentinde yapılan ağır metal analizinde, tüm metaller sedimentte tespit edilmiştir. Sadece Cd Yaz-2005 ve Sonbahar-2005'de tespit edilememiştir. Sedimentte en fazla biriken metalin Al olduğu görülmüştür. Cd İlkbahar-2005'de, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Al ve Ni Yaz-2005'de, Zn Sonbahar-2005'de en yüksek oranda belirlenmiştir.

Gölde yaşayan tatlısu istakozunun bazı doku ve organlarında yapılan analizler sonucunda da Cu, Mn, Zn, Al ve Ni her mevsimde bütün dokularda, Cd her mevsimde sadece karaciğerde, Pb sadece Sonbahar-2005'de karaciğerde tespit edilmiştir. Cr İlkbahar-2005 ve Kış-2006'da kas ve karaciğerde, Fe Yaz-2005 ve Kış-2006'da kasda tespit edilemezken diğer mevsimlerde tüm doku ve organlarda belirlenmiştir. İlkbahar-2005'de Cd karaciğerde; Cr, Fe ve Al karapaksta, Sonbahar-2005'de Mn karapaksta, Zn ve Ni karaciğerde, Kış-2006'da da sadece Cu karaciğerde en yüksek düzeyde görülmüştür. Yapılan bu çalışmada en fazla biriken metalin Al olduğu belirlenmiştir. Metallerin, karaciğer ve karapaksta kas dokusuna

göre daha fazla biriktiği saptanmıştır. Genel olarak, doku ve organlardaki metal miktarlarının ilkbahar ve sonbahar mevsiminde arttığı, yaz ve kış mevsiminde ise azaldığı görölmüştür.

Kovada Gölü'nün suyunda tespit edilen ağır metal miktarları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı (Anonim, 2002)'nin verdiği sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine göre Fe'in Yaz-2005, Zn'nun İlkbahar-2005 ve Kış-2006'daki miktarları dışında herhangi bir tehlikenin olmadığı görölmektedir.

Bu çalışmada, istakozun kas dokusunda belirlenen ağır metal miktarları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı (Anonim, 2002)'nin verdiği tatlısu istakozunun dokularında ağır metallerin kabul edilebilir değerlerinin altında çıktığından bu istakozların besin olarak tüketilmesinde herhangi bir tehlikenin olmadığı görölmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Alpbaz, A, G., 1993. Kabuklu ve Eklem Bacaklıları Yetiştiriciliği. Ege Üniv. Su Ürün. Fak. Yayınları. 26, 170-184.
- Al-Saadi, H, A., Al-Lami, A, A., Hassan, F, A., Al-Dulymi, A, A., 2002. Heavy Metals in Water, Suspended Particles, Sediments and Aquatics Plants of Habbaniya Lake, Iraq. Intern. J. Environ. Studies. 59(5), 589-598.
- Anonim, 2002. Su Ürünleri Kanunu ve Su Ürünleri Yönetmeliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. 78s. Ankara.
- Baykut, F., 1979. Modern Genel Anorganik Kimya. İstanbul Üniv. Yayınları. No: 2653, 522s. İstanbul.
- Beyazıt, N., Peker, İ., 1998. Atık Sularda Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri. I. Atık Su Sempozyumu, 22-24 Haziran 1998, Kayseri.
- Bolat, Y., 1996. Eğirdir Gölü'ndeki Kerevit Populasyonunun (*A. leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Bazı Özellikleri ve Hastalığının Morfolojik İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Ana bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 46s. Isparta.
- Bolat, Y., Aksoylar, M, Y., 1997. Eğirdir Gölü Kerevitlerine (*A. leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Genel Bir Bakış. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ., Savaşçı, S., Paslı, N., 2001. Ekoloji-II. Başkent Klîşe Matbaacılık, Ankara.
- Canlı, M., 1995. Effects of Mercury, Chromium and Nickel on Some Blood Parameter in the Carp *Cyprinus carpio*. Tr. J. of Zoology. 19, 305-311.
- Celiloğlu-Begenirbaş, A, S., 2002. Porsuk Çayı (Kütahya Bölümü)'ndeki Tatlısu Midyesi (*Unio sp.*)'nde Bazı Ağır Metallerin Araştırılması. Anadolu Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 47s. Eskişehir.
- Chindah, A, C., Braide, A, S., Sibeudu, O, C., 2004. Distribution of Hydrocarbons and Heavy Metals in Sediment and a Crustacean (Shrimps-*Penaeus notialis*) from the Bony/New Calabar River Estuary, Niger Delta. Ajeam-Ragee. 9, 1-17.
- Clark, R, B., 1992. Marine Pollution. Third edition. Clarendon Press. 64-82. Oxford.
- Çevik, C., Tekelioğlu, N., 1997. Seyhan Baraj Gölünde Yaşayan Tatlısu İstakozu (*A. leptodactylus*)'nun Bazı Biyo-Ekolojik ve Morfometrik Özellikleri. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.

- Demirsoy, A., 1982. Yaşamın Temel Kuralları (Omurgasızlar). Hacettepe Üniv. Yayınları A: 4, Cilt 2, 886s. Ankara.
- Denny, P., Hart, B, T., Lasheen, M, R., Subramanian, V., Wong, M, H., 1987. Group Report: Lead, Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic In The Environment. In: S.C.O.P.E. of the I.C.S.U. (Hutchinson, T, C., Meema, K, M., -eds.). Canada.
- Dopson, S., 1992. Cadmium-Environmental Aspects. Environmental Health Criteria. World Health Organization, 135s. Genova.
- Eisler, R., 1988. Lead Hazards to Fish, Wildlife and İnvertebrates: A Synoptic Review. U.S. Fish and Wildlife Service Rep. 85 (1.14), Washington.
- Erdem, C., Kargın, F., 1990. Farklı Ortam Derişimlerinde *Tilapia nilotica* (L.)'nın Doku ve Organlarında Bakır Birikimi. Doğa-Tr. J. of Zoology. 14, 173-178.
- Erençin, Z., Köksal, G., 1977. Studies on The Fresh Water Crayfish (*A. leptodactylus* Esch., 1823) in Anatolia. Ankara Üniv. Veteriner Fak. Derg. 24(2), 262-268.
- Geldiay, R., Geldiay, S., 1978. Genel Zooloji. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, Ege Üniv. Matbaası No: 67, 453s. Bornova -İzmir.
- Geldiay, R., Kocataş, A., 1970. Türkiye *Astacus (Decopoda)* Populasyonlarının Dağılışı ve Taksonomik Tespiti. Ege Üniv. Fen Fak. İlmi Raporlar Serisi, 94, 3-11 Bornova İzmir.
- Gerlach, S, A., 1981. Marine Pollution. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 218s. Newyork.
- Goyer, R, A., 1986. Toxic Effects of Metals. In: Caseret and Doull's Toxicology; The Basic Science of Poisons (Amdur, M, O., Doull, J., Klaassen, C, D., -eds.).Pergamon Press. 623-680. London.
- Groves, R, E., 1985. The Crayfish Its Nature and Nurture. Published by Fishing News Books Ltd. 1 Long Garden Walk Farnham, Surrey England, 9-33.
- Güven, E., Çolak, S., Savaş, E., 1997. İznik Gölü Kerevitlerinin (*A. leptodactylus leptodactylus*, 1823) Üreme Periyodunun Tespiti Üzerine Bir Araştırma. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.
- Güven, K., 1999. Biyokimyasal ve Moleküler Toksikoloji. Dicle Üniversitesi Basımevi, 200s. Diyarbakır.
- Hadring, J, P., Whitton, B, A., 1978. Zinc, Cadmium and Lead in Water Sediments and Submerged Plants of tha Derwent Resorvoir, Northern England. Water Research. 12, 307-316.

- Holthius, L. B., 1961. Report on a Collection of Crustacea, Decapoda and Stomatopoda From Turkey and Balkans. Zoologische Verhandelingen. 47, 1-30.
- İnan, V., 1991. Batı Anadolu Göllerinde (Apolyont-Manyas-Eğirdir-Çivril ve Marmara) Yaşayan Tatlısu İstakozunda (*A. leptodactylus* Esch. 1823) Bazı Ağır Metal Birikimleri ve Bu Elementlerin Toksik Etkilerinin Araştırılması. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 82s. Bornova-İzmir.
- Johnston, R., 1976. Marine Pollution. Academic Pres. 185-290. London.
- Kalay, M., Erdem, C., 1995. Bakırın *Tilapia nilotica* (L.)'da Karaciğer, Böbrek, Solungaç, Kas, Beyin ve Kan Dokularındaki Birikimi ile Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri. Tr. J. of. Zoology. 19(1), 27-33.
- Kınacıgil, H. T., 1985. Gölarmara ve Gölçük Gölleri Kerevitlerindeki (*A. leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Ağır Metal Birikimleri. Ege Üniv. Su Ürünleri Yüksek Okulu, Yüksek Lisans Tezi, 20s, Bornova- İzmir.
- Köksal, G., 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. Biology Management and Exploitation, Freshwater Crayfish. 365-479.
- Köksal, O., 2001. Gıda ve Beslenme. Erciyes Üniversitesi Matbaası, Erciyes Üniversitesi Yayınları No: 130, Kayseri.
- Köksal, S., 1988. Mogan Gölü Tatlısu İstakozlarının (*A. leptodactylus* Esch. 1823) Mantar Hastalığının Ortaya Çıkmasını Kolaylaştıran Olumsuz Kimyasal ve Fiziksel Parametreler. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 46s, Ankara.
- Mariño-Balsa, J. C., Poza, E., Vázquez, E., Beiras, R., 2000. Comparative Toxicity of Dissolved Metals to Early Larval Stages of *Palaemon serratus*, *Maja squinado*, and *Homarus gammarus* (Crustacea: Decapoda). Arch. Environ. Contam. Toxicol. 39, 345-351.
- Morales-Hernández, F. M., Soto-Jiménez, M. F., Páez-Osuna, F., 2004. Heavy Metals in Sediments and Lobster (*Panulirus gracilis*) from the Discharge Area of the Submarine Sewage Outfall in Mazatlan Bay (SE Gulf of California). Arch. Environ. Contam. Toxicol. 46, 485-491.
- Mutluay, H., Demirak, A., 1996. Su Kimyası. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 1. Baskı, İstanbul.
- Müezzinoğlu, A., Şengül, F., 1987. İzmir Körfezinde ve Körfeze Dökülen Akarsularda Krom, Kadmiyum ve Civa Kirlenmesi. Dokuz Eylül Üniv. Araştırma Raporları, İzmir.

- Osterberg, C., Keckes, S., 1977. The State of Pollution Mediterranean Sea. *Ambio*. 6, 321-326.
- Özkan, F., Göçer, M., Karayakar, F., Koyuncu, E., Dönmez, E., Sağlamtimur, B., 1997. Mersin Yöresinde Ekonomik Değere Sahip Çipura (*Sparus aurata* L., 1758), Barbun (*Mullus barbatus* L., 1758) ve Kefal (*Mugil cephalus* L., 1758) Türlerinde Bakır, Çinko ve Kadmiyum Birikimi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.
- Öztürk, M., Türkan, İ., Dalgıç, R., Çelik, Ü., Yılmaz, M., Yücel, E., 1993. Ağır Metaller Canlılar İçin Bir Yük mü. II. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Ankara.
- Parlak, H., 1989. *Girella punctata*'nın Karaciğerindeki Proteinlere Bağlı Çinko Miktarı Üzerine Kadmiyumun Etkileri. *Doğa TU Biyol. (Genetik, Mikrobiyoloji, Moleküler Biyoloji, Sitoloji)* 13 (2), 97-104.
- Phipps, A. D., 1976. *Metals and Metabolism*. Oxford Chemistry Series, Clarendon Pres, 134s. Oxford.
- Roels, H. A., Ghyselen, P., Buchet, J. P., Ceulemans, E., Lauwerys, R. R., 1992. Assessment of the Permissible Exposure Level to Manganese in Workers Exposed to Manganese Dioxide Dust. *Br. J. Industr. Ned.* 49, 25-34.
- Salomans, W., Rooij, N. M., Kerdijk, H., Bril, J., 1987. Sediments as a Source for Contaminants. *Hydrobiologia*. 149, 13-30.
- Sunlu, U., 2006. Trace Metals Levels in Mussels (*Mytilus galloprovincialis* L. 1758) from Turkish Aegean Sea Coast. *Environmental Monitoring and Assessment*. 114 (1-3), 273-286.
- Şahin, Y., 1980. Ülkemizde Bazı Tatlı Su İstakozlarının (*A. leptodactylus* Esch. 1823) Akrabalık Dereceleri ve Doğal Beslenme Alışkanlıkları. *Fırat Üniv. Vet. Fak. Derg.* 5(1), 111-121.
- Şengör, G., Çelik, U., Akkuş, S., 1997. İşlenmiş Kara Midye (*Mytilus galloprovincialis*, Lam. 1819)'de Kimyasal Kompozisyonun ve Randımanın Belirlenmesi. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül 1997, Eğirdir-Isparta.
- Tekin-Özan, S., 2005. Beyşehir Gölü'nde Yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'ndaki Parazitlerin ve Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 85s. Isparta.
- Tekin-Özan, S., Kır, İ., 2005. Comparative Study on the Accumulation of Heavy Metals in Different Organs of Tench (*Tinca tinca* L., 1758) and Plerocercoids of Its Endoparasite *Ligula intestinalis*. *Parasitol Res.* 97, 156-159.

- Tekin-Özan, S., Kır, İ., Barlas, M., 2004a. Kovada Gölü (Isparta) Suyunda ve Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'nda Bazı Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. I. Ulusal Limnoloji Çalıştayı, İstanbul Üniversitesi, 16-19 Mayıs 2004, Sapanca.
- Tekin-Özan, S., Kır, İ., Ayvaz, Y., 2004b. Kovada Gölü (Isparta) Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)'nda Bazı Ağır Metal Birikiminin Mevsimsel Değişimi. XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Çukurova Üniversitesi, 21-24 Haziran 2004, Adana.
- Wiesner, L., Günther, B., Fenske, C., 2001. Temporal and Spatial Variability in the Heavy-Metal Content of *Dreissena Polymorpha* (Pallas) (Mollusca: Bivalvia) from the Kleines Haff (Northeastern Germany). *Hydrobiologia*. 443, 137-145.
- Yarsan, E., Bilgili, A., Türel, İ., 2000. Van Gölü'nden Toplanan Midye (*Unio Stevenianus* Krynicki) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 24, 93-96.
- Yazkan, M., Özdemir, F., Gölükcü, M., 2004. Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Yumuşakçalar ve Karideste Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 28, 95-100.
- Yusof, A, M., Yanta, N, F., Wood, A, K, H., 2004. The Use of Bivalves As Bio-Indicators in the Assessment of Marine Pollution Along a Coastal Area. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 259(1), 119-127.

**ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Yusuf TUNCAY  
Doğum Yeri : Gelendost-ISPARTA  
Doğum Yılı : 1980  
Medeni Hali : Bekâr

**Eğitim ve Akademik Durumu:**

Lise 1994-1998 Isparta Gürkan Lisesi  
Lisans 1998-2002 Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen  
Bilgisi Öğretmenliği Bölümü

Yabancı Dili: İngilizce

**İş Deneyimi:**

2002- MEB Fen Bilgisi Öğretmeni