



**ARAS NEHRİ'NDEN (ERZURUM) ÖRNEKLENEN
TATLI SU MİDYESİNDE (*Unio crassus*) DENEYSEL
ORTAMDA KURŞUN II ASETAT BİRİKİM
DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Kübra KOBAZA

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP**

2018

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARAS NEHRİ'NDEN (ERZURUM) ÖRNEKLENEN TATLI SU
MİDYESİNDE (*Unio crassus*) DENEYSEL ORTAMDA KURŞUN II
ASETAT BİRİKİM DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Kübra KOBZA

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM
2018

Her hakkı saklıdır



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



TEZ ONAY FORMU

**ARAS NEHRİ'NDEN (ERZURUM) ÖRNEKLENEN TATLI SU MİDYESİNDE
(*Unio crassus*) DENEYSEL ORTAMDA KURŞUN II ASETAT BİRİKİM
DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP danışmanlığında, Kübra KOBZA tarafından hazırlanan bu çalışma 10/04/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans olarak **oybirliği/oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Muhammed ATAMANALP

İmza :

Üye : Doç. Dr. E.Yeşim ÖZKAN

İmza :

Üye : Yrd. Doç.Dr. Özden FAKIOĞLU

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun 19.../ 04.../ 2018... tarih ve 16.../... 27.....
nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARAS NEHRİ'NDEN (ERZURUM) ÖRNEKLENEN TATLI SU MİDYESİNDE (*Unio crassus*) DENEYSEL ORTAMDA KURŞUN II ASETAT BİRİKİM DÜZEYİNİN ARAŞTIRILMASI

Kübra KOBAZA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

Bu çalışma, *Unio crassus*'un deneysel ortamda kurşun II asetat birikim düzeyinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla Aras Nehri'nden örneklenen *U.crassus* türü midyeler 3 tanka her tanka 8 adet olacak şekilde stoklanmıştır. Aklimasyon süreci sonunda birinci tank kontrol grubu olup kimyasal uygulaması yapılmamıştır. İkinci tanka 0,05g/L kurşun II asetat ve üçüncü tanka 0,1 g/L kurşun II asetat 21 gün boyunca uygulanmıştır. Deneme sonunda *U.crassus* örneklerinin kurşun II asetat birikim miktarı ICP-MS cihazında ölçülmüştür. Kontrol grubu için en düşük ve en yüksek kurşun II asetat birikim değeri sırasıyla $0,013 \pm 0,00$ mg/kg ve $0,119 \pm 0,01$ mg/kg'dır. İkinci grupta, en düşük ve en yüksek kurşun II asetat birikim değeri $0,564 \pm 0,01$ mg/kg ve $1,811 \pm 0,01$ mg/kg olarak tespit edilmiştir. Üçüncü grupta en düşük ve en yüksek kurşun II asetat birikim değeri $0,439 \pm 0,02$ mg/kg ve $5,217 \pm 0,05$ mg/kg olarak hesaplanmıştır. Deneme sonunda *U.crassus* örneklerinde ölüm gözlemlenmemiştir. *U.crassus* akarsularda yaşayan ve ağır metal birikimine karşı hassas olmasından dolayı tatlı sularda indikatör midye türü olarak kullanılabileceği saptanmıştır.

2018, 25 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Unio crassus*, biyoakümülyasyon, kurşun

ABSTRACT

Master Thesis

LEAD II ACETAT RESIDUE LEVEL OF FRESHWATER MUSSLE (*Unio crassus*) SAMPLED FROM ARAS RIVER (ERZURUM) BY EMPIRICAL MODEL

Kübra KOBZA

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP

This study aims to investigate the level of lead accumulation lead II acetate on *Unio crassus*. For this purpose, *U. crassus* taken from Aras River are stocked in polyethylene 3 tanks containing 8 mussels in each tank. At the end of acclimation process, first tank used to be control group and not chemical application. Second tank 0.05 gL⁻¹ of lead II acetate and third tank 0.1 gL⁻¹ of lead II acetate are applied during 21 days. At the end of essay, the quantity of lead accumulation in each *U. crassus* is measured by ICP-MS. The lowest and highest lead II acetate accumulation level on samples are measured 0,013±0,00 mgkg⁻¹ and 0,119±0,01 mgkg⁻¹ in the control group. The lowest and highest lead II acetate accumulation level 0,564±0,01 mgkg⁻¹ and 1,811±0,01 mgkg⁻¹ in the second group. The lowest and highest lead II acetate accumulation level 0,439±0,02 mgkg⁻¹ and 5,217±0,05 mgkg⁻¹ in the third group. At the end of essay, *U. crassus* samples no death observed. It is appointed that *U. crassus* can be used as an indicator mussel in fresh water due to the fact that it is sensitive to heavy metal pollution and lives in the river.

2018, 25 pages

Keyword: *Unio crassus*, bioaccumulation, lead

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamda beni tezimin her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen gerek sosyal hayatımda gerekse akademik hayatımda tecrübelerinden yararlandığım hocam Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP'a,

Bu araştırmada arazi ve laboratuvar aşamasında yardımını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Özden FAKIOĞLU'na, Sayın Yrd. Doç. Dr. Harun ARSLAN'a, Sayın Arş. Gör. Dr. Veysel PARLAK'a, doktora öğrencisi Sayın Mine KÖKTÜRK'e ve yüksek lisans öğrencisi M. Nizamettin EĞERCİOĞLU'na teşekkür ederim.

Maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme en derin duygularımla teşekkür ederim.

Kübra KOBAZA

Nisan, 2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Midyenin Su Ürünlerindeki Yeri.....	1
1.2. Ağır Metallerin Sucul Canlılar ve Midye Üzerine Etkisi.....	2
1.3. Kurşun	7
1.4. <i>Unio crassus</i> Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3. MATERYAL ve METOD.....	13
3.1. <i>Unio crassus</i> Sistematik Sınıflandırılması	13
3.2. Deneme Kurulumu	14
3.3. Kurşun II Asetat Analizi.....	14
3.4. İstatistik	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	16
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	19
KAYNAKLAR	23
ÖZGEÇMİŞ	26

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde Oran
As	Arsenik
Cd	Kadmiyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
gr/l	Litrede 1 gram
H ₂ SO ₄	Sülfirik asit
HIO ₄	Periodik asit
HNO ₃	Nitrik asit
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
IUCN	International Union for Conservation of Nature (Doğal Kaynakların Korunması için Kurulmuş Uluslararası Birlik)
L	Litre
m	Metre
m ³	Metreküp
mg/kg	Kilogram 1 miligram
mg/l	Litrede 1 miligram
mg/m ³	Metreküpte 1 miligram
ml	Mililitre
°C	Santigrat derece
Pb	Kurşun
Pb(CH ₃ COO) ₂	Kurşun II asetat
Sn	Siyanür
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Toksik elementlerin organizmadaki fizyolojik yolları ve biyolojik yanıtları	5
Şekil 1.2. Midyenin morfolojisi	8
Şekil 3.2. Surber örnek alma aleti	14



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bazı sucul canlılarda ağır metalin biriktiği organlar ve gözlemlenen morfolojik bozukluklar	6
Çizelge 3.1. <i>Unio crassus</i> türünün sistematikteki yeri	13
Çizelge 4.1. Midye örneklerinin gruplara göre en, boy ve yükseklik ölçüleri.....	17
Çizelge 4.2. Midye örneklerinin kuru ağırlıklarının gruplara göre dağılımı	17
Çizelge 4.3. <i>Unio crassus</i> 'un kurşun birikim miktarının (mg/kg) gruplara göre dağılımı	18

1. GİRİŞ

Su ürünleri, hızlı nüfus artışı nedeniyle gıda sorunu ile karşı karşıya kalan dünyamızda protein ihtiyacını karşılamada önemli bir hayvansal ve bitkisel ürün olmakla birlikte sindirimi de kolay olan bir besindir. Balık etindeki yağ kompozisyonu insanlardaki kolesterolü ve kan basıncını düşürmesi, kalp krizi riskini azaltması, Alzheimer hastalığını önlemesi, cilt sağlığını olumlu yönde etkilemesi nedeniyle önem arz etmektedir (Demirkol ve Aktaş 2002).

1.1. Midyenin Su Ürünlerindeki Yeri

Balık avcılığı ve yetiştiriciliği faaliyetlerinin yanı sıra alternatif türlerin yetiştiriciliğinin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu türlerden biri de midyedir. Midye avcılığı ve yetiştiriciliği Türkiye’de ve çeşitli ülkelerde yürütülmektedir. Ülkemizde çok yaygın olmasa da tüketim alışkanlığı vardır. Midye yetiştiriciliği Ülkemizde Ege bölgesi başta olmak üzere, Marmara, Batı Akdeniz ve Karadeniz’de yapılmaktadır (Şereflişan 2003).

Midyeler, içeriğindeki protein, yağ, glikojen, çeşitli mineral ve vitaminler nedeniyle tüketilen besin maddesi olmasının yanı sıra bulundukları su ortamının kirlilik tespiti ve değerlendirilmesinde de en çok tercih edilen biyoindikatör canlılardır (Kurt ve Özkoç 2004).

Dünyada bulunan midye türleri *Acostaea*, *Actinonaias*, *Acusticosta*, *Afronaia*, *Afroparreysia*, *Alasmidonta*, *Alathyria*, *Amblema*, *Anodonta*, *Anodontites*, *Anodontoides*, *Arcidens*, *Arcidopsiz*, *Arconaia*, *Arkansia*, *Arthopteron*, *Aspatharia*, *Balwantia*, *Bartlettia*, *Barynaias*, *Cafferria*, *Callonaia*, *Castalia*, *Castaliella*, *Castallina*, *Caudiculatus*, *Chambarida*, *Chamberlainia*, *Cheonaias*, *Coelatura*, *Contradens*, *Cristairia*, *Ctenodesma*, *Cucumerunio*, *Cumburlandia*, *Cuneopsis*, *Cyprogenia*, *Cyrtonaias*, *Diplodon*, *Discomia*, *Dromus* familyaları altında toplanmaktadır (Anonymous 2017a).

Ülkemizde, akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*), at midyesi (*Modiolus barbatus*), taş midyesi (*Litophaga litophaga*), kum midyesi (*Chamelea gallina*) türleri bulunmaktadır (Atay 1997).

Midye, su omurgasızları içerisinde yetiştiriciliği fazla yapılan türlerdendir. Midyelerin üreme dönemi oldukça uzundur. Bu sebeple yavruların doğadan toplanması çiftliklerde üretiminden daha ekonomik ve kolaydır. Bunun yanı sıra midye yetiştiriciliğinde yemlemeye ihtiyaç duyulmaması, nedeniyle de diğer su canlıları yetiştiriciliklerinden farklıdır (Atay 1997).

Hollanda ve İspanya, midye yetiştiriciliği yapan önemli ülkelerdir ve bu ülkelerde yetiştirilen en önemli tür *Mytilus edulis* türüdür. Bizim ülkemizde ise en önemli tür akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*)'dir (Alpbaz 2000).

Su ürünleri üretimi içerisinde kabuklu deniz canlıları üretimi sırasıyla Hollanda'da 100 000 ton, İspanya'da 95 400 ton, Fransa'da 69 000 ton üretim gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde 2016 yılına ait Kum midyesi (Akivades ve Beyaz kum) 20 937 ton, kara midye ve kıllı midye toplam 78 ton üretilmiştir (Anonim 2017).

Ülkemizde tüketilen midyelerin nereden toplandığına ve su kalitesine yönelik bilgi sahibi olmadığımızdan güvenilirlikleri azdır. Bu açıdan baktığımızda yetiştiricilik yöntemleri ile elde edilmiş midyelerin üretimlerinin arttırılması ve pazara sunulması tüketim için çok daha güvenli ve sağlıklı hale getirecektir.

1.2. Ağır Metallerin Sucul Canlılar ve Midye Üzerine Etkisi

Sucul ekosistemlerde, deterjanlar, pestisitler, evsel atıklar, kimyasal kirleticiler, petrol atıkları, ağır metaller gibi unsurlar birikim yapan canlılar için tehlike arz etmekte ve ekolojik dengeyi bozan kirleticiler olarak önem taşımaktadır (Hu *et al.* 2013).

Kirleticiler içerisinde yer alan ağır metaller, atom ağırlığı 50 den fazla olan metallerdir. Bu ağır metaller içinde kadmiyum, demir, civa en tehlikeli olanlar arasında yer alır. Ancak vücudumuzun yaşamsal faaliyetlerine devam edebilmesi için fazla sayıda ağır metale ihtiyacı vardır. Bu ağır metallerden demir ve çinko ise ilk sıradadır (Uslu ve Türkman 1987).

Ağır metaller, körfezler, nehirler, göller ve okyanuslar ile bunların dip kısımlarında yayılım gösterirler. Bu mineraller doğal olarak o yapının bir parçası olmaları veya insan faaliyetleri sonucunda yoğun olarak üretilip bir şekilde o ortama taşınmaları sonucu orada bulunurlar. Son yıllarda hızlı nüfus artışı ve hızlı endüstrileşme sonucu özellikle sucul ortamda toksik ağır metal seviyesinin arttığını gösteren birçok çalışma vardır. (Kalay vd 2004; Yazkan vd 2004).

Biyokimyasal ve fizyolojik belirteçler olan enzimler, sucul organizmaların sağlığının ciddi bir şekilde kirleticilerden etkilenmeden önce olası bir çevre kirliliğinin belirlenmesinde önemlidir (Jiminez and Stegeman 1990).

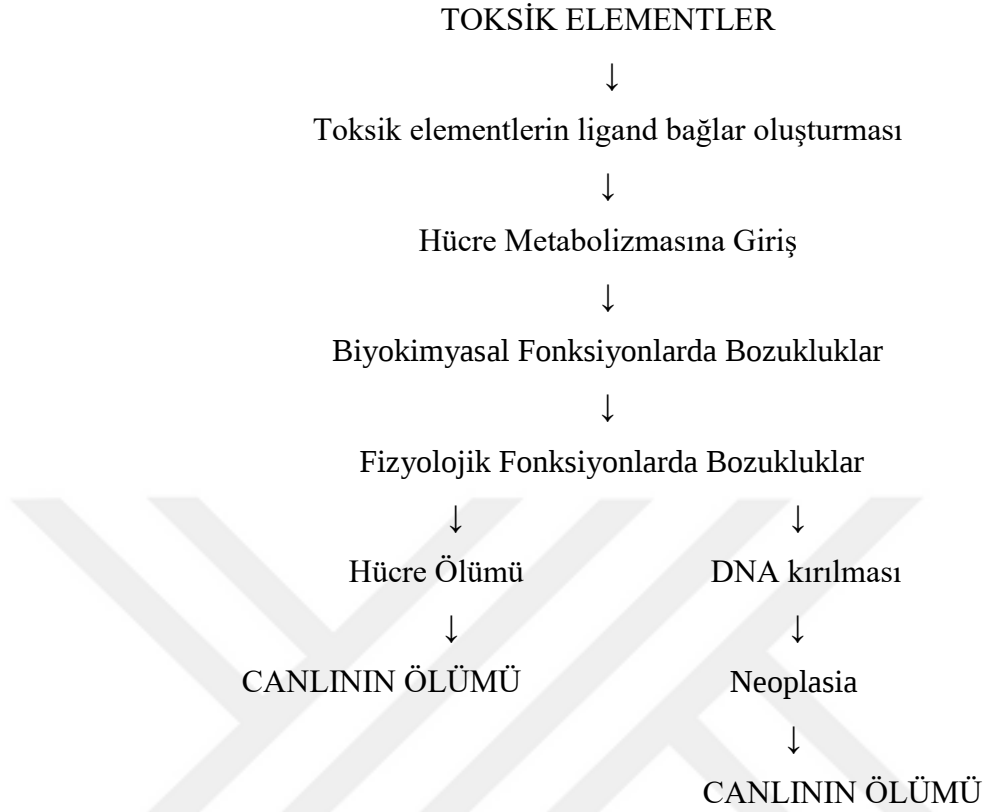
Suda yaşayan canlıların bünyesine ağır metal geçişi daha kolaydır. Bazı canlı organizmalar ağır metalleri kullanmayıp sadece biriktirirler. Sucul canlılarda biriken ağır metallere örnek olarak bakır, alüminyum, kurşun, arsenik, platin, civa gösterilebilir. Dipte yaşayan canlılarda ağır metal birikimi daha fazla olmaktadır. Çünkü deniz dibine çöken ağır metallerle bu canlıların karşılaşma oranı yüksektir. Suyu süzerek beslenen deniz canlıları için ise tehlike daha da yüksek olmaktadır (Yarsan vd 2000).

Akut toksisite çalışmaları balıklar üzerinde yoğunlaşmıştır. Makro omurgasızlarda ortalama lethal konsantrasyon (LC50) 96 saattir, fakat bazı omurgasızlarda ölümün tespitinin zor olmasından dolayı EC50 (ortalama etkili konsantrasyon) öncelikli olarak tercih edilmektedir. Daphnia gibi EC50 değerinin tahmininde hareketsiz kalmaları gözlemin bitmesi için yeterlidir. Yengeç, tatlı su ıstakozu ve karides gibi kabuklu canlılarda ise EC50 değerinin etkileri genellikle hareketsiz kalması, davranış

bozuklukları ve denge kaybıdır. Akut toksisite testlerinde en çok kullanılan konsantrasyon değerleri (Taylan ve Özkoç 2007):

1. **LD50:** Organizmaların %50'sinin ölümüne sebep olan konsantrasyon. Grafikselsel ya da hesaplama yöntemi ile bulunabilir.
2. **EC50:** Test edilen organizmaların %50'sinin etkilendiğı konsantrasyon. Grafikselsel ya da hesaplama yoluyla bulunabilir. Bu parametre ölüme yol açmayan etkiler için kullanılır.
3. **IC50:** Bir organizmanın normal tepkisini %50 oranında azaltan inhibitör konsantrasyondur. Algler, bakteriler ve diğersel organizmaların büyüme hızları için daha çok IC50 değeri ölçölmektedir.

Sularda yaşayan omurgasız hayvanlarda biriken izmetal iki kategori ile yorumlanabilir; birincisi metabolik olarak mevcut formdaki metal ve ikincisi detokslanmadır. İz metallerin, metabolizmada herhangi bir rol oynaması için daha uzun bir süreç gereklidir. Detokslanmış kategorideki metaller, metalotiyoninler ve/veya granöller ihmal edilebilir. Bu detoksifiye, bileşikleri tersine çevirmiştir. Yine de, iki kategori savunulabilir. İkinci kategoride tutulan metal miktarı, detokslanmış olmakla herhangi bir tehlike oluşturmaz. Öte yandan, içinde tutulabilecek metal miktarının sınırı açıkça belirtilir. Çünkü yüksek konsantrasyona ulaşırssa, omurgasız hayvan toksisiteye maruz kalmış olabilir hatta ölümcül olabilir.



Şekil 1.1 Toksik elementlerin organizmadaki fizyolojik yolları ve biyolojik yanıtları (Kayhan vd 2009)

Besinlerle birlikte fazla miktarda olmasa da devamlı alınan kurşun, kadmiyum ve civa gibi ağır metaller canlılar üzerine fizyolojik ve morfolojik bozukluklara neden olmaktadır. Bunun yanı sıra midyeler çevredeki değişimleri gösteren indikatör organizma olarak kullanılmaktadırlar. Yapılan birçok araştırma sonucunda Akdeniz midyesinde Cu, Fe, Pb ve Zn metallerinin birikimi canlının boyutuna göre değişmekle beraber birikimi en fazla olan metalden en aza doğru sıralayacak olursak Cu, Fe, Pb ve Zn'dir. Su ürünlerinde bazı ağır metallerin biriktiği organ ve görülen biyolojik yanıtları Çizelge 1.1'de verilmiştir (Kayhan vd 2009).

Çizelge 1.1. Bazı sucul canlılarda ağır metalin biriktiği organlar ve gözlemlenen morfolojik bozukluklar (Kayhan *et al.* 2009)

Stres Etkeni	Sucul Organizma	Organ-Doku	Görülen Biyolojik Yanıtlar
Kadmiyum	Gökkuşağı Alabalığı	Kan Karaciğer	Kandaki Glikojen Seviyesinde Azalma, Karaciğerde Büyüme
Kadmiyum	Akdeniz Midyesi	Larva	Larvaların %97 Sinde Gelişim Bozukluğu
Kadmiyum	Teke Karidesi	Yumuşak Doku ve Kabuk	Kabuklarda Fazla Kadmiyum Birikimi oranı
Gümüş, Çinko, Nikel, Kurşun, Demir, Krom	Yeşil Kaplan Karidesi	Solungaç, Gonad, Kas	Yaşa, Cinsiyete Bağlı Olarak Dokularla Artan Birikim Oranı

Kabuklu su canlıları suyu süzerek beslendiklerinden sudaki en küçük değişkenden dahi fazlasıyla etkilenmektedirler. Kadmiyum ve kurşun fazlalığı olan ortamlarda 0,5 ppm kadmiyum konsantrasyonunda larvaların yaklaşık %97 sinde anormallik tespit edilmiş, ergin midyelerin ise kurşundan daha fazla etkilendiği saptanmıştır (Kayhan *et al.* 2006).

Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan sulara yabancı maddelerin ulaşmasının engellenmesi organizmalar - insan sağlığı açısından ve ekonomik yönden büyük önem arz etmektedir. Yumuşakçalarda yapılan toksikolojik çalışmalar sonucunda, kültürü yapılacak türlerde gerekli ön tedbirler alındıktan ve incelemeler yapıldıktan sonra üretim tesisleri planlanmalıdır (Atabeyoğlu ve Atamanalp 2010).

1.3. Kurşun

Kurşun kütlesi 207,19 atom numarası 82 olan, gümüş-mavi rengi karışımı elementtir. 4 izotopu vardır ve 327,5°C’de erir. Kurşunun kimyasal özellikleri çok önemlidir, korozyon direnci yüksektir sudan hiç etkilenmez, kimya sanayiinde özellikle H₂SO₄ direncinden ötürü çok kullanılır. Ayrıca folyo ambalaj sanayiinde de yaygın olarak görülür (Özcan 2010).

Kurşun ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşunun birleşikleri 1920’lerde benzine ilave edilmeye başlanmış ve bunun sonucu olarak da ekolojik sisteme etkisi artmıştır. Günümüzde ise kurşunsuz benzin kullanımı ile kurşunun ekosistem üzerindeki etkisi azaltılmaya çalışılmaktadır. Kurşun benzin dışında boya ve kozmetik sanayiinde de kullanılmaktadır. Ekolojik olarak kurşun katı olarak çökme eğilimindedir, bu nedenle sucul ortamlarda kurşun çok zor çözülür. Midye türleri kurşunu kalsiyuma bağlı olarak bünyelerine alırlar ve 0.04-0,198 mg/l inorganik kurşunu tolere edebilirler (Pulatsü vd 2014).

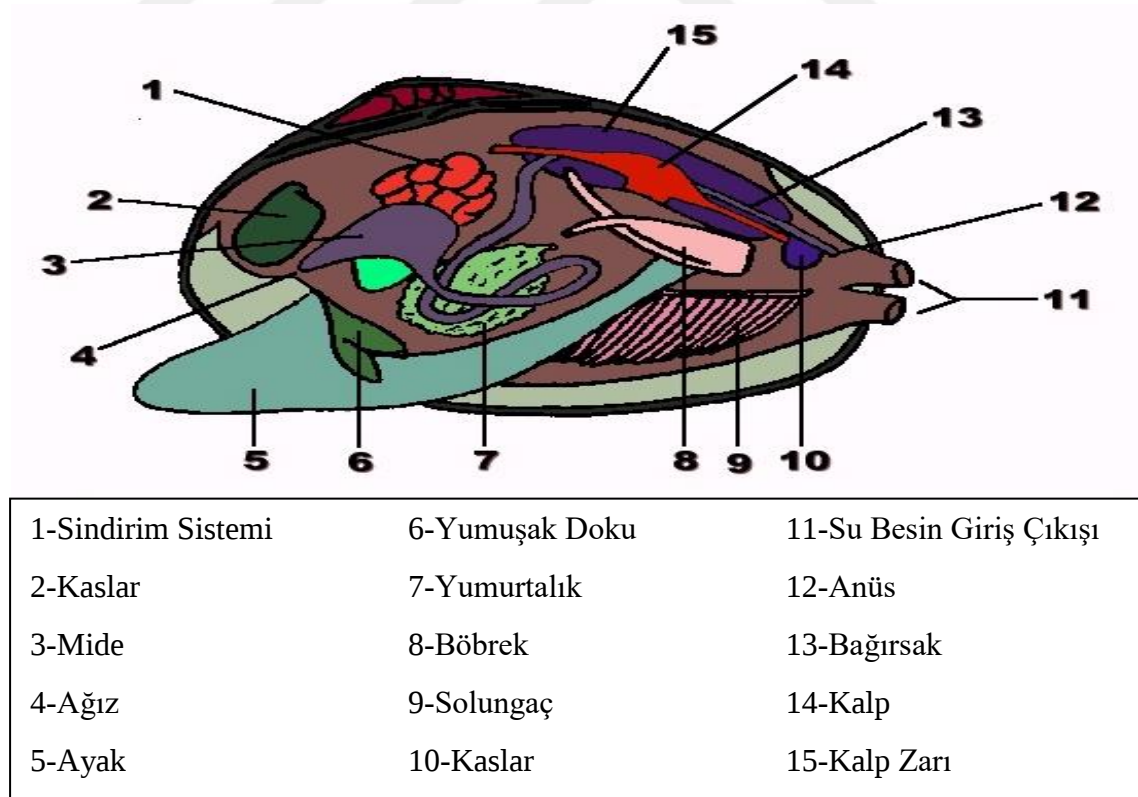
Kurşun, ortalama 12,5 ppm’lik bir konsantrasyona sahiptir. Toprak ve sediment tarafından yüksek oranda absorbe edilir. Sucul ortamlarda kurşun birikimine pH, sıcaklık, sertlik, tuzluluk ve organik madde gibi faktörler etki etmektedir. Balık ve kabuklularda öncelikle solungaç, karaciğer, böbrek ve kemikte biriken kurşun, larvaları tamamen öldürmese bile çok ciddi hasarlar verebilir (Yıldırım 2016).

1.4. *Unio crassus* Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri

Bu kabuklu türleri yumuşak, kum ve taş karışımı, su akıntısının yoğun olmadığı, yeterli besin bulabilecekleri, oksijen miktarı fazla olan akarsu ve nehirlerde bulunurlar. Balık popülasyonunun ve çeşitliliğinin fazla olduğu yerleri tercih eder ve orada yaşarlar. Çünkü balık çeşitliliğinin arttığı yerlerde midye çeşitliliği de artar. Bunun sebebi ise balıkları konakçı olarak kullanmalarındır. Midyelerin hayat döngüleri için balıklar çok ciddi önem arz ederler. Larval dönemlerinde midyeler balıklara tutunarak yaşarlar.

Balık olmadığı ya da olsa da bu balıklara tutunamadıkları taktirde ölürler. Bu canlılar iyi biyoindikatörlerdir, suyu süzerek beslenirler. Akarsu ortamındaki her türlü kirleticiyi bünyesinde barındırarak mükemmel bir görüntüsü olan inciye dönüştürürler, deniz ve akarsuların filtrasyonu görevini üstlenirler (Yılmaz 2011).

Çift kabuklularda baş belirsiz ve vücut sırtta bulunan bir menteşe ile birleşen iki kabuk içine yerleşmiştir. Kabuğun her iki bölümünde, kabuğa bağlı manto ile mantonun iç kısmından dışa açılan manto boşluğu vardır. Manto boşluğuna iki lamelli solungaç yerleşmiştir. İki kabuklularda, iç organlar ve ayak karın tarafındadır. Türler göre değişmekle beraber bulunduğu ortama tutunmayı sağlayabilecek elastik yapıdadır. Ayrıca midyelerde karın sifonu ve sırt sifonu olmak üzere iki adet mantonun değişmesiyle oluşan sifon organı vardır. Bu sifonların görevi manto boşluğundaki suyu dışarı atmaktır (Atay 1997).



Şekil 1.2. Midyenin morfolojisi (Anonymous 2018)

Unio crassus, kabuğu siyah renkte olup üzerinde bazen yeşilimsi çizgiler bulunur, kabuk kısa ve eliptiktir. Kabuğun arkasında çoğunlukla paslandırılmış alt kenar boşluğu düz eğilmemiş, ana diş dik olarak konik ve sivri uçludur. Boyları 25-45 ×40-70×20-28 mm'dir (Anonymous 2017b).

Unio crassus, temiz nehir veya küçük akarsularda, kumlu ve taşlık alanlarda bulunurlar. Juvenil dönemde kirliliğe karşı çok hassastırlar ve yüksek oksijene ihtiyaç duyarlar. Yetişkinleri nitrat içeriği 10 mg/L olan yerlerde üreyemezler. Yaşam süresi 20-30 yıldır. Ayrı cinsiyetlidirler (Anonymous 2017b).

Avrupa'da 1950'lere kadar temiz ve yavaş akan sularda bulunurken günümüzde IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)'nin yayımlamış olduğu kırmızı listede kritik tehlikeli (EC) sınıfında yer almakta, bu nedenle de koruma altına alınmaktadır (Anonymous 2017b).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Viyana (Avusturya) şehrinde toplanan zebra midyesinde (*Dreissena polymorpha*) kadmiyum, kurşun, bakır ve çinko birikimi midyenin yumuşakça bölümünden AAS ile ölçmüştür. Kurşun, bakır ve çinkonun bysus ipliklerinde önemli ölçüde yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu tespit etmiştir (Gundacker 1999).

Mytilus galloprovincialis türüne farklı dozlarda bakır ve civa uygulaması yapılmış, uygulamanın 1, 4 ve 7 günlerdeki birikim miktarına bakmışlardır. Çalışma sonucunda ağır metallerle karşı potansiyel bir savunma olarak glutatyonun rolü, midye dokularındaki metal toksisitesi ve homeostazın farklı yolları ile bağlantılı olabileceğini bildirmişlerdir (Blaise *et al.* 1999).

Van Gölü'nden dört mevsimi temsil edecek şekilde 120 adet midye *Unio stevenianus* türü, 4 farklı dönemde toplanarak bakır, kadmiyum, çinko ve kurşun düzeyleri ölçülmüş, kurşun düzeyini $1,43 \pm 0,81$ ppm, kadmiyum düzeyini $0,09 \pm 0,02$ ppm, bakır düzeyini $5,83 \pm 0,73$ ppm, çinko düzeyini $15,93 \pm 3,26$ ppm ve arsenik düzeyini $0,06 \pm 0,05$ ppm olarak tespit etmişlerdir. Bu değerlerin ülkemiz ve diğer ülkeler için kabul edilen normal değerler içerisinde olduğunu belirtmişlerdir (Yarsan vd 2000).

Beğenirbaş (2002) Porsuk Çayı'nda bulunan bazı tatlı su midyesi (*Unio sp.*) üzerinde ağır metallerin etkilerini araştırmış, Porsuk Çayı'nın Kütahya öncesi ve sonrası bölümlerinden toplanan kabuk ve canlı midye örneklerinde bakır (Cu), krom (Cr), kurşun (Pb), civa (Hg), arsenik (As), kadmiyum (Cd) analizleri yapmıştır. Kabuktaki ağır metal birikimlerinde istasyonlara bağlı değişim olduğunu bildirmiştir.

Gökkuşığı alabalıklarının 21 gün boyunca 0,18 ve 0,35 mg/L kurşun uygulamasına maruz bırakmış ve karaciğer, böbrek ve kas örneklerinde enzimatik ve histopatolojik çalışmalar yapmışlardır. Sonuç olarak antioksidan aktivitesi glutanin, proksidaz,

süperoksit, dismutaz ve malondialdehit seviyelerinin kontrol grubuna göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Alak vd 2013).

Sinop-Yalıköy arasında kalan Karadeniz kıyı şeridinden toplanan midyeler üzerinde klorlu pestisit, PCB ve EOM (Ekstrakte Olabilir Organik Madde) analizleri yapılmış, sonuçta en fazla rastlanan klorlu pestisit türü DDT (maks. 1174 ppb, min. 132 ppb) ve metabolitleri olan DDD (maks. 2752 ppb, min. 121 ppb) ve DDE (maks. 1895 ppb, min. 71 ppb) olduğu bildirilmiştir. Ayrıca midye örneklerinde yoğun şekilde klorlu pestisit kirliliği saptamış ancak su örneklerinde çok yoğun bir klorlu pestisit kirliliğine rastlamamışlardır (Kurt ve Özkoç 2004).

Midye ve sedimanda kirleticilerin etkisi araştırmak amacıyla iki aşamalı çalışma yürütmüştür. Birinci aşamada, İstanbul Boğazı'ndan toplanan midye ve sedimanlarda Poliklorlu Bifeniller (PKB), Dioksin/Furan (PCDD/F) ve Organoklorlu Pestisitlerin (OKP) analizleri yapılmıştır ve olası kaynakları araştırmıştır. İkinci aşamada, pasif örnekleme sistemleri ve transplante midyeler seçilen örnekleme noktalarına yerleştirilmiştir. Sediman ile birlikte toplanan pasif örnekleycilerde, PAH, PKB ve OKP analizleri yapmıştır. Çalışmada midyelerin sıcaklık, tuzluluk ve mevsimsel değişime karşı hassas olduğunu saptamıştır (Karacık 2014).

Ay vd (2014) tarafından *Unio terminalis*'e bakır uygulaması yapılarak etki düzeylerini incelemişler, tüm derişimlerin etkisinde, birikim düzeylerinin kontrol grubuna oranla önemli düzeyde artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Akkuş (2016) tarafından yürütölen bir çalışmada Kepez kıyılarındaki ağır metal kirliliğine doğal ortamlarında maruz kalan Akdeniz Midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) türünün solungaç, hepatopankreas ve kas dokularında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), lipit peroksidaz (LPO) ve total protein (TP) düzeylerindeki değişimleri incelemiş, mevsimlere bağılı enzim aktivitelerinde değişim olduğunu tespit etmiştir. Ağır metal konsantrasyonu ile salgılanan enzimler arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.

Beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*)'nde bakır tutma kapasitesi EDXRF spektrometresi ile belirlenmesi amacıyla, midyelere farklı dozlarda bakır uygulaması yapılmış sonuçta Cu konsantrasyonunda en düşük $188,21 \mu\text{g/g}^{-1}$ ve 6 mg/L^{-1} lik Cu konsantrasyonunda ise en yüksek $671,87 \mu\text{g/g}^{-1}$ değeri tespit etmiştir. Sonuçta, beyaz kum midyesinin denizel ortamda kronik ve akut metal kirliliğın izlenmesi için biyoindikatör olduğunu belirtmiştir (Buğdaycı 2016).

Samsun-Sinop Karayolu'nun kuzeyinde bulunan, Bafra, Alaçam ve Ondokuz mayıs ilçelerinin sınırları içinde yer alan bölümünde, Nisan 2001-Nisan 2002 tarihleri arasında Kızılırmak Nehri'nin su kalitesinin araştırılması ve midyelerdeki birikim oranı incelemiş, deltanın kıyı şeridinden alınan midye örneklerinde su örneklerine nazaran PAH (Polisiklis Aromatik Hidrokarbon) konsantrasyonunun çok daha yüksek olduğunu tespit etmiştir (Üstün 2002).

Akkuş (2016) İstanbul Boğazı'ndan *Mytilus galloprovincialis* midye türü mevsimsel olarak örneklenmiş ve bazı ağır metal birikimi analizi sonucunda bazı aylarda kirliliğın boğaz boyunca seyrelme gösterdiği, diğer dönemlerde ise Anadolu yakasının Avrupa yakasına göre daha fazla kirli olduğu hatta bazı aylarda Su Ürünleri Yönetmeliğindeki midyelerde ağır metallerin kabul edilebilir maksimum miktarları sırası ile; kadmiyum için $1,0 \text{ mg/kg}$, civa için $0,5 \text{ mg/kg}$, kurşun için $1,5 \text{ mg/kg}$ 'dır ve bu sınır değerlerin aşıldığını bildirmiştir.

3. MATERYAL ve METOD

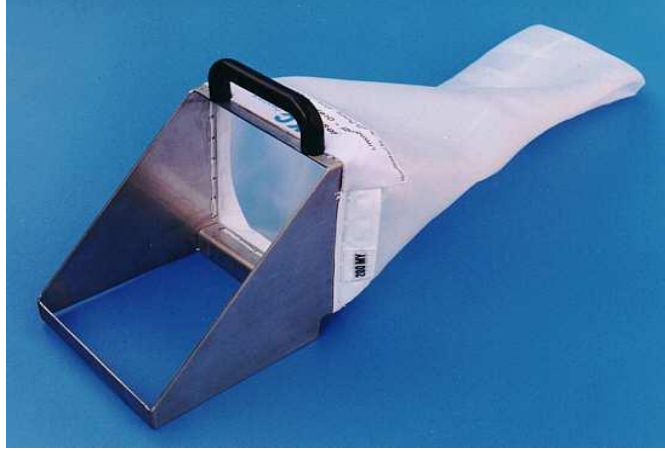
3.1. *Unio crassus* SistematiK Sınıflandırılması

Unio crassus IUCN'nin kritik tehlike altındaki kırmızı listesinde “ENDANGERED (EN)” olarak yer alan bir tatlı su midye türüdür.

Çizelge 3.1. *Unio crassus* türünün sistematikteki yeri (Anonymous 2017c)

	Alem	Animalia
	Şube	Mollusca
	Sınıf	Bivalvia
	Takım	Unionoida
	Aile	Unionidae
	Cins	Unio
	Tür	<i>Unio crassus</i> Philipsson 1788

Unio crassus Aras Havzası'nda yer alan Aras Nehri'nden su akışının yavaş olduğu ve midyelerin yoğun olarak yaşadığı bölgeden Surber örnek alma aleti ile her tanka 8 adet midye konulacak biçimde toplanan 24 adet midye örnekleme, bir sefer yapılmış ve polietilen tanklara konularak taşınma işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Surber örnek alma aleti

3.2. Deneme Kurulumu

Aras Nehri'nden toplanan midyeler polietilenden yapılmış 50 L'lik 3 tanka konulmuştur. Bu araştırmada her bir tanka 20 L su konulmuş, aklimasyon için 8'er midye stoklanmış ve fitoplankton (çoğunluğu yeşil alglerden oluşan) ile beslenmiştir. Midyelerin morfolojik ölçümleri deneme sonunda kumpas aleti ile yapılmıştır. Aklimasyon döneminden sonra midyelere Merck marka kurşun II asetat $Pb(C_2H_3O_2)_2$ uygulaması yapılmıştır. Deneme boyunca üç grup oluşturulmuştur: 1. grup: kontrol, 2. grup: 0,05 gr/L doz 3. grup: 0,1 gr/L doz verilmiştir. Deneme 21 gün sürdürülmüştür.

3.3. Kurşun II Asetat Analizi

Bu araştırmada, kurşun II asetat uygulaması yapılan ve kontrol grubu midyeler soğutmalı etüvde $150^{\circ}C$ 'de 72 saat süre ile kurutulmuştur. Yumuşak doku örneklerinin kuru ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Her bir kuru midye örneği cam tüplere konularak 2 ml nitrik asit (HNO_3 , %65, d:1,40 kg/l, Merck) ve 1 ml konsantre perklorik asit ($HClO_4$, %60 d:1,53 kg/l, Merck) karışımı eklenmiştir. Daha sonra kül fırınında $120^{\circ}C$ 'de 8 saat yakılmıştır. Yakımı tamamlanan örnekler, kapaklı plastik santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerlerine, 10 ml'ye tamamlanıncaya kadar saf su eklenmiştir.

(Muramoto 1983). Örnekler ICP-MS spektrofotometre (Agilent 7800) cihazında okunmak suretiyle kurşun II asetat birikim miktarları ölçülmüştür (Korkmaz vd 2016).

3.4. İstatistik

Kurşun uygulaması yapılan *Unio crassus* örneklerinde birinci grup kontrol, ikinci grup (0,05 gr/L $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) ve üçüncü grup (0,1 g/L $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) için morfolojik ölçümler, kuru madde miktarı ve $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ birikim değerleri arasındaki farklılık IBM SPSS 20 kullanılarak, varyans analizi ANOVA testine tabi tutulmuştur. Gruplar arasındaki farklılığın önem düzeyi DUNCAN testi ile ölçülmüştür.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Unio crassus örneklerinin morfolojik ölçümleri denemenin başlangıç aşamasında yapılmıştır. Gruplara göre midye örneklerinin en, boy ve yükseklik ölçüleri çizelge 4.1'de verilmiştir. Kontrol grubu için en düşük ve en yüksek boy uzunluğu sırasıyla $78,54 \pm 0,01$ mm ve $114,8 \pm 0,02$ mm'dir. 2. grupta ($0,05$ gr/L $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) en düşük boy değeri $31,05 \pm 0,02$ mm ve en yüksek boy değeri $112,67 \pm 0,02$ cm olarak tespit edilmiştir. 3. grup ($0,1$ g/l $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) için ise ortalama boy uzunluğu $82,64 \pm 0,06$ cm olarak ölçülmüştür.

Midye örneklerinin enlerinin değeri kontrol grubu için ortalama $54,25 \pm 0,02$ mm, 2. Grup ($0,05$ gr/L $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) için ortalama $53,81 \pm 0,03$ mm 3. Grup için ortalama $47,77 \pm 0,05$ mm olarak ölçülmüştür.

Kontrol grubu için en düşük ve en yüksek yükseklik değeri sırasıyla $22,30 \pm 0,05$ mm ve $39,53 \pm 0,03$ mm'dir. 2. Grupta, ($0,05$ gr/L $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) en düşük yükseklik değeri $20,29 \pm 0,03$ mm ve en yüksek boy değeri $35,98 \pm 0,01$ mm olarak tespit edilmiştir. 3. Grupta ($0,1$ g/L $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) en düşük yükseklik değeri $17,46 \pm 0,05$ mm ve en yüksek boy değeri $39,86 \pm 0,02$ mm olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Midye örneklerinin gruplara göre en, boy ve yükseklik ölçüleri (mm)

Grup	Midye	1	2	3	4	5	6	7	8
K	En	54,10 ±0,01	54,52 ±0,03	64,81 ±0,03	64,81 ±0,01	49,73 ±0,02	51,93 ±0,03	45,52 ±0,03	48,58 ±0,03
	Boy	99,65 ±0,02	83,95 ±0,02	79,64 ±0,01	114,8 ±0,02	83,46 ±0,01	93,94 ±0,01	78,54 ±0,01	83,64 ±0,01
	Yük.	36,68 ±0,01	27,45 ±0,03	26,01 ±0,02	39,53 ±0,03	26,59 ±0,05	31,34 ±0,06	22,30 ±0,05	26,59 ±0,05
Pb(C H₃C OO)₂ (0,05 g/L)	En	49,43 ±0,01	57,47 ±0,03	61,72 ±0,01	49,06 ±0,02	51,58 ±0,05	62,50 ±0,06	48,23 ±0,05	50,52 ±0,04
	Boy	76,47 ±0,01	103,25 ±0,04	113,01 ±0,03	93,40 ±0,02	31,05 ±0,02	112,67 ±0,02	85,13 ±0,02	79,77 ±0,02
	Yük.	25,44 ±0,01	33,22 ±0,03	40,36 ±0,01	25,08 ±0,03	20,29 ±0,03	35,98 ±0,01	27,99 ±0,01	24,20 ±0,01
Pb(C H₃C OO)₂ (0,1 g/L)	En	32,16 ±0,01	49,95 ±0,05	50,34 ±0,06	54,40 ±0,06	53,70 ±0,07	41,68 ±0,06	54,73 ±0,05	45,23 ±0,04
	Boy	49,86 ±0,01	87,79 ±0,06	86,91 ±0,04	108,60 ±0,1	93,58 ±0,2	70,93 ±0,02	90,31 ±0,03	73,10 ±0,01
	Yük.	17,46 ±0,05	29,65 ±0,01	26,81 ±0,03	39,86 ±0,02	28,23 ±0,02	20,51 ±0,03	29,62 ±0,03	25,01 ±0,03

Bu çalışmada midye örneklerinin yumuşak dokuları etüvde 150°C de kurutulduktan sonra ortalama kuru ağırlıkları kontrol grubunda 0,76±0,01g, 2. Grup ve 3. Grup için sırasıyla 0,80 g ve 0,81 g tartılmıştır (Çizelge 4.2). Grupla arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0,05).

Çizelge 4.2. Midye örneklerinin kuru ağırlıklarının gruplara göre dağılımı (Ort±SD, g)

Midye Örnekleri	Kontrol	Pb(CH ₃ COO) ₂ (0,05 g/L)	Pb(CH ₃ COO) ₂ (0,1 g/L)
1	0,65±0,01 ^{Bd}	0,95±0,03 ^{Aa}	0,68±0,01 ^{Bd}
2	0,78±0,01 ^{Bc}	0,82±0,01 ^{Ab}	0,74±0,01 ^{Bc}
3	0,83±0,02 ^{Bb}	0,84±0,01 ^{Bb}	0,99±0,01 ^{Aa}
4	0,70±0,01 ^{Bc}	0,95±0,02 ^{Aa}	0,77±0,02 ^{Bc}
5	0,70±0,00 ^{Bc}	0,70±0,02 ^{Bc}	0,78±0,02 ^{Ab}
6	0,90±0,01 ^{Aa}	0,65±0,02 ^{Cd}	0,84±0,01 ^{Bb}
7	0,69±0,01 ^{Cd}	0,80±0,02 ^{Ab}	0,78±0,01 ^{Bc}
8	0,83±0,01 ^{Ab}	0,74±0,02 ^{Bc}	0,85±0,03 ^{Ab}

***ABC** Büyük harfler her bir grubun birbiri ile farkını göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

****abcd** Küçük harfler midye örnekleri arasındaki farkını göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Unio crassus örnekleri 21 gün sonunda hasat edilmiş ve örnekler ICP-MS cihazında kurşun birikimi miktarı gruplara göre dağılımı Çizelge 4.3 verilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kontrol grubu için en düşük ve en yüksek $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ birikimi sırasıyla $0,013\pm0,00$ ve $0,119\pm0,01$ mg/kg'dır. 1. grubunda ($0,05$ gr/L $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) en düşük $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ birikim değeri $0,564\pm0,01$ mg/kg ve en yüksek $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ birikimi $1,811\pm0,01$ mg/kg olarak hesaplanmıştır. 2. grup ($0,1$ g/L $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) en düşük $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ birikimi $0,439\pm0,02$ mg/kg ve en yüksek $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ birikim değeri ise $5,217\pm0,05$ mg/kg olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.3. *Unio crassus*'un kurşun birikim miktarının (mg/kg) gruplara göre dağılımı

Midye Örnekleri	Kontrol	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ($0,05$ g/L)	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ($0,1$ g/L)
1	$0,014\pm0,00^{\text{Cd}}$	$0,603\pm0,01^{\text{Ac}}$	$0,596\pm0,02^{\text{Be}}$
2	$0,018\pm0,00^{\text{Cc}}$	$1,811\pm0,01^{\text{Aa}}$	$0,818\pm0,03^{\text{Bc}}$
3	$0,018\pm0,00^{\text{Cc}}$	$0,564\pm0,01^{\text{Bd}}$	$5,217\pm0,05^{\text{Aa}}$
4	$0,119\pm0,01^{\text{Ca}}$	$0,751\pm0,01^{\text{Ab}}$	$0,439\pm0,02^{\text{Bf}}$
5	$0,023\pm0,00^{\text{Cb}}$	$0,629\pm0,01^{\text{Ac}}$	$0,476\pm0,02^{\text{Bf}}$
6	$0,020\pm0,00^{\text{Cb}}$	$1,174\pm0,02^{\text{Aa}}$	$0,619\pm0,01^{\text{Bd}}$
7	$0,013\pm0,00^{\text{Cd}}$	$1,808\pm0,02^{\text{Aa}}$	$0,511\pm0,01^{\text{Be}}$
8	$0,014\pm0,00^{\text{Cd}}$	$0,693\pm0,02^{\text{Bc}}$	$1,848\pm0,03^{\text{Ab}}$

***ABC** Büyük harfler her bir grubun birbiri ile farkını göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$).

****abcd** Küçük harfler midye örnekleri arasındaki farkını göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ağır metallere kurşun birikiminin araştırıldığı bu çalışmada *Unio crassus* türü midyelerin ortalama uzunluğu $51,95 \pm 0,02$ mm, boy uzunluğu $86,39 \pm 0,02$ mm ve yüksekliği $28,59 \pm 0,03$ mm olarak hesaplanmıştır. *Unio crassus* türünün besin içeriğinin araştırıldığı başka bir çalışmada midyelerin ortalama uzunluğunu $43,09 \pm 11,2$ mm, genişliğini $42,94 \pm 10,1$ mm, yüksekliğini $32,17 \pm 11,5$ mm, ağırlığını $33,95 \pm 11,5$ gr olarak tespit etmiştir (Işlıyen, 2017). *Unio picturum* 'un ortalama boyunu $82,18 \pm 0,10$ mm, yüksekliğini $36,90 \pm 0,10$ mm, genişliğini $24,41 \pm 0,40$ mm olarak belirlemiştir (Yalçın 2006). Aynı tür üzerindeki bir diğer çalışmada da *Unio picturum* türünde ortalama biyo-kütlesini $550,2 \pm 0,16$ mm, enini $27,36 \pm 0,08$ mm, yüksekliğini $18,68 \pm 0,67$ mm olarak belirlemiştir (Keskinbalta, 2015). Farklı bir *Unio* türü olan *Unio terminalis* türü tatlı su midyelerinde biyometrik ölçümler sonucu bireylerin ortalama uzunluğunu $7,82 \pm 0,52$ mm, genişliğini $3,98 \pm 0,26$ mm, yüksekliğini $2,88 \pm 0,24$ mm, ağırlığını 42,28 gr olarak bulmuştur (Şereflişan 2003). *Unio crassus* türü *Unio picturum* 'dan büyük bulunmuştur.

Ağır metal sucul ortamlardaki kirlenmenin başlıca sebeplerinden birisidir. Ağır metaller canlı bünyesindeki kalıntı oranlarına bağlı olarak ölümcül veya ölümcül olmayan olarak ikiye ayrılırlar (Çağlarırnak ve Hepçimen 2010). Yeryüzündeki ekosistemlerin insan sağlığının korunması açısından çeşitli ağır metallerin derişim düzeylerinin, zehirlilik derecelerinin belirlenmesi çok önemlidir (Yarsan vd 2000). Bu çalışmada midyelere 0,05 ve 0,1 g/L oranlarında kurşun II asetat uygulaması yapılmış ve 21 gün sonunda yumuşak dokudaki birikim değeri belirlenmiştir.

Bu araştırmada kullanılan midyeler sucul sistemlerde kirliliğe karşı tepki gösteren ve nesli tehlike altında olan *Unio crassus* türüdür. Çıldır Gölü'nden toplanan midyelerde (*Anodonta cynea* L.) ağır metallerin derişimlerine bakılmış ve kas dokusunda Fe 19,81 mg/kg, Cu 0,26 mg/kg, Zn 1,83 mg/kg, Mn 50,62 mg/kg, Cd 0,04 mg/kg ve son olarak Pb 0,88 mg/kg olarak tespit edildiğini bildirmiştir (Karacık 2014). Bu araştırmada ise

21. Gün sonunda en yüksek kurşun II asetat birikim derişimi 2. Grupta (0,1 gr/L) $5,217 \pm 0,05$ mg/kg olarak ölçölmüştür.

Yarsan vd (2000) da yapmış oldukları çalışmaya göre Van gölünden toplanan 120 adet midyede (*Unio stevenianus*) bazı ağır metallerin derişim düzeylerini sırasıyla Pb 1,43 mg/kg, Cd 0,09 mg/kg, Cu 5,83 mg/kg, Zn 15,93 mg/kg olarak saptamışlardır. Bu çalışmada kontrol grubunda elde edilen değer 0,03 mg/kg'dır. Bu değerle karşılaştırıldığında Aras Nehri'nden toplanan midyelerdeki birikim oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

2013-2014 yılları arasında Bartın ve İnebolu limanlarında yapılan bir çalışmada her iki limandan 6 ayrı istasyon belirlenmiş, ağustos ve kasım aylarında ise 2 kez midyeler toplanarak ağır metal içerikleri incelenmiştir. Toplanan örneklerde 11 ağır metalin (Al, As, Cd, Cu, Cr, Co, Fe, Mn, Pb, Ni ve Zn) içeriklerine bakılmıştır. *Mytilus galloprovincialis* (akdeniz midyesi) örneklerinde bulunan değerler Avrupa Komisyonu tarafından belirlenen midyeler için et kalite standartları ile karşılaştırıldıklarında As, Cd, Zn ve Cu bakımından sınırın aşıldığı tespit edilmiştir. Midye örnekleri için ise Bartın limanında belirlenen As ve Pb'nin İnebolu limanından ve İnebolu limanında bulunan Co, Cu ve Fe'in Bartın limanından önemli derecede yüksek olduğunu saptamıştır (Gökkuş 2015).

Licata *et al.* (2004) Faro Gölü'nde (Sicilya, İtalya) midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) bazı ağır metallerin derişimini tespit etmişlerdir. Bunlar şu şekilde sıralanmıştır; Cu 9,06 mg/kg, Zn 84,63 mg/kg, Cd 0,35 mg/kg, Pb 1,90 mg/kg olarak bu değerler bizim çalışmamız ile karıştırıldığında bulgularımızdan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İtalya'nın farklı göllerinde yürütölen çalışmalarda *Dreissena polymorpha* türünün ağır metal birikimi değeri araştırılmış ve Como gölünde; Cu 14,6 mg/kg, Zn 247 mg/kg, Cd 2,06 mg/kg, Pb 3,08 mg/kg; Garda Gölü'nde Cu 18,1 mg/kg, Zn 158 mg/kg, Cd 0,78 mg/kg, Pb 1,96 mg/kg; Maggiore Gölü'nde Cu 25,2 mg/kg, Zn 346 mg/kg, Cd 3,44

mg/kg, Pb 5,87 mg/kg; Iseo Gölü'nde Cu 15,1 mg/kg, Zn 161 mg/kg, Cd 0,99 mg/kg, Pb 5,00 mg/kg ve Lugano Gölü'nde Cu 26,3 mg/kg, Zn 163 mg/kg, Cd 0,60 mg/kg, Pb 2,46 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kurşun değerleri temel alındığında her üç grup için saptadığımız değerlerin üzerinde bir değer olduklarını söyleyebiliriz (Gundacker 1999).

Marmara Denizi'nden toplanan beyaz kum midyelerinde (*Chamelea gallina*) yapılan bazı ağır metallerin analizleri sonucunda küçük boylarda (Yüksek. ≤ 13) Cu 9,8 mg/kg, Zn 100,36 mg/kg, Cd 2,91 mg/kg, Pb 4,54 mg/kg birikim olduğu bildirilmiştir (Çolakoğlu 2010). Yapılan çalışmadaki değerlerin bizim çalışmamızdaki kurşun II asetat değerinden çok yüksek olduğu saptanmıştır.

Yürütmüş olduğumuz çalışmamızda iki farklı doz kurşun II asetat uygulaması yapılmış çalışma sonucunda en düşük $0,013 \pm 0,00$ mg/kg, en yüksek $5,217 \pm 0,05$ mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kronik ve akut metal kirliliğinin indikatör canlısı olan beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*)'nde bakır tutma kapasitesini araştırmış, farklı dozlarda bakır uygulaması yapmış sonuçta Cu konsantrasyonunda en düşük 188,21 $\mu\text{g/g}$ ve 6 mg/L'lik Cu konsantrasyonunda ise en yüksek 671,87 $\mu\text{g/L}$ değerini tespit etmiştir (Buğdaycı 2016).

Unio terminalis midye türü ile yapılan LC50 değerini belirlemede bakır konsantrasyonu 3 doz olarak verilmiştir. Deney süresi sonunda total bakır birikim düzeyleri sırasıyla 56 $\mu\text{g/g}$ Cu 77 $\mu\text{g/g}$ Cu. ve 28 $\mu\text{g/g}$ Cu olarak bildirilmiştir (Ay vd 2014). Yürütmüş olduğumuz çalışmada ise kontrol, 1. grup ve 2. grup için sırasıyla 0,03 mg/kg, 1,00 mg/kg ve 1,32 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Loligo vulgaris, *Sepia officinalis* ve *Penaeus semisulcatus* gibi Mersin İli'nde satılan su canlılarının doku örneklerinde krom, mangan, nikel, arsenik ve siyanür derişimleri sırasıyla 0,05 mg/kg, 0,07 mg/kg, 0,01 mg/kg, 3,03 mg/kg ve 0,02 mg/kg olacak şekilde değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir (Korkmaz vd 2016). Bu araştırmamızda 0,05 ve 0,1 g/l kurşun II asetat uygulaması yapılmış 21 günlük deneme sonunda birikim oranları her iki grup için sırasıyla 1,00 ve 1,32 mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, Aras Nehri'nden toplanan *Unio crassus* midye türlerine 21 gün boyunca 0,05 ve 0,1 g/l derişiminde kurşun II asetat uygulaması yapılmış ve sonuçta kontrol grubunda ortalama 0,03 mg/kg , 2. Grupta (0,05 g/l) ortalama 1,00 mg/kg ve 3. Grupta (0,1 g/l) ortalama 1,32 mg/kg kurşun II asetat birikimi tespit edilmiştir. Bu değerler ülkemizde çift kabuklu ağır metal birikimi için bildirilen sınır değerler içerisinde yer almaktadır (Anonim 2012).

Bu çalışmamızda, elde ettiğimiz kurşun II asetat birikim derişimleri tatlısu ve deniz midyeleri ile ilgili olan çalışmalarda tespit edilen kurşun II asetat derişimi ile kıyaslandığında (Çıldır Gölü'nde yürütülen çalışma dışında) çok altında bulunmuştur. Bu derişim değeri düşük olmasına rağmen *Unio crassus* için toksik özellik göstermiştir. Bu nedenle *Unio crassus* türünü akarsularda yaşayan ve ağır metal birikimine karşı hassas olmasından dolayı indikatör midye türü olarak da nitelendirebiliriz. Midye ağır metal birikim çalışmalarının türleri çeşitlendirilerek ve farklı ağır metal bileşikleri kullanılarak çoğaltılması sucul sistemlerin ekolojik kalitesinin belirlenmesinde önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkuş, G., 2016. Çanakkale Boğazı (Kepez) Midye Örneklerinde Ağır Metal (Cd, Cu, Pb, Fe, Zn) ve Temel Antioksidant Enzim Düzeylerinin Mevsimsel Değişimi. Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji A.B.D. Yüksek Lisans Tezi. 88s.
- Alak, G., Atamanalp, M., Topal, A., Arslan, H., Kocaman, E. M., ve Oruç, E. 2013. Effect of sub-lethal lead toxicity on the histopathological and antioxidant enzyme activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fresenius Environmental Bulletin*, 22, 733-738.
- Alpbaz, A. G., 2000. Kabuklu Ve Eklembacaklılar Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:26 Ders Kitabı Bornova –İzmir 317s.
- Anonim, 2012, Yüzeysel Su Kalite Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 30.12.2012, Sayı: 28483.
- Anonim, 2014. www.animalbase.uni-gottingen.de
- Anonim, 2017. www.tarim.gov.tr Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri 2017 Genel Bilgiler Erişim Tarihi 18.09.2017
- Anonymous, 2017a. www.inhs.illinois.edu. Illinois Natural History Survey Erişim tarihi 20.08.2017
- Anonymous, 2017b. www.animalbase.uni-gottingen.de, Erişim tarihi: 23.12.2017
- Anonymous, 2017c. www.iucnredlist.org, Erişim tarihi: 29.12.2017
- Anonymous, 2018. <http://www.marietta.edu/~biol/mussels/anatomy.html>, Erişim tarihi: 25.01.2018
- Atabeyoğlu, K., ve Atamanalp, M., 2010. Heavy metal studies in mollusks. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 5(1), 35-42.
- Atay D.1997. Kabuklu Su Ürünleri ve Üretim Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1478 Ders Kitabı:441 Ankara,348s.
- Ay, Ö., Korkmaz C. ve Ak M.H. 2014. Tatlısu Midyesi *Unio Terminalis*' Te Bakırın 96 Saatlık LC50 Değeri İle Birikim Düzeylerinin Belirlenmesi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 10(2): 29-34.
- Beğenirbaş, A. S. C., 2002. Porsuk Çayı (Kütahya Bölümü)'ndaki Tatlısu Midyesi (*Unio sp.*)'nde Bazı Ağır Metallerin Araştırılması. MSc. Thesis, Anadolu University.
- Blaise, C., Gagné, F., Pellerin, J., and Hansen, P. D. 1999. Determination of vitellogenin-like properties in *Mya arenaria* hemolymph (Saguenay Fjord, Canada): A potential biomarker for endocrine disruption. *Environmental Toxicology*, 14(5), 455-465.
- Buğdaycı M. 2016. Beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina* Linnaeus, 1758)'nde bakır (Cu) tutma kapasitesinin araştırılması. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı. Yüksek Lisan Tezi. 56s.
- Canesi, L., Viarengo, A., Leonzio, C., Filippelli, M., and Gallo, G. 1999. Heavy Metals And Glutathione Metabolism İn Mussel Tissues. *Aquatic Toxicology*, 46(1), 67-76.
- Çağlar, C., 2010. Suğla Gölünde Yaşayan *phoxinellus Anatolicus* Hanko,1924 Ve *Cyprinus Carpio* Linnaeus,1758'nun Karaciğer,Kas Ve Solungaç Dokularında

- Ağır Metal Düzeyleri Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi ,79s.
- Çağlarırnak, N., ve Hepçimen, Z., 2010 Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi Celal Bayar Üniversitesi Saruhanlı MYO Manisa Derleme Makale 31-35
- Çolakoğlu, F. A., Ormancı, H. B., Kunili, İ. E., and Çolakoğlu, S. 2010. Chemical and Microbiological Quality of the *Chamelea gallina* from the Southern Coast of the Marmara Sea in Turkey. Kafkas Univ Vet Fak A, 16, 153-158.
- Demirkol, O., and Aktaş, N. 2002. Tekirdağ Açıklarından Ve İzmit Körfezinden Avlanan İstavrit Balıklarında Ağır Metal Birikimi Üzerine Bir Araştırma. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 205-209.
- Gökkuş, K., 2015. İnebolu ve Bartın Limanlarındaki Ağır Metal Kirliliği Boyutlarının Belirlenmesi. Çanakkale 18 Mart Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Temel Bilimler Ana Bilim Dalı. Doktora tezi. 127 s.
- Gundacker, C. 1999. Tissue-Specific Heavy Metal (Cd, Pb, Cu, Zn) Deposition In A Natural Population Of The Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* Pallas. Chemosphere, 38(14), 3339-3356..
- Hu, Y., Liu, X., Bai, J., Shih, K., Zeng, E. Y., and Cheng, H. 2013. Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three decades of intense industrialization and urbanization. Environmental Science and Pollution Research, 20(9), 6150-6159.
- İşliyen, S., 2017. Aras Nehri'ndeki (Erzurum) Tatlı Su Midyesi (*Unio crassus*)'nin Biyolojisi ve Besin İçeriğinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Su ürünleri Mühendisliği A.B.D. Yüksek Lisans Tezi. 30s.
- Jimenez, B. D., and Stegeman, J. J. 1990. Detoxification Enzymes As Indicator Of Environmental Stress On Fishes. In American Fish Society Symposium (Vol. 8, Pp. 69-79).
- Kalay, M., C.E. Koyuncu. and A.E. Dönmez. 2004. Comparison Of Cd Levels In The Muscle And Liver Tissues Of Mullus Barbatius And Sparus Aurata Caught
- Karacık, B., 2014. Kıyısız Deniz Ortamında Pasif Örnekleyiciler, Sedimentler Ve Midyeler İle Organik Kirlenici Dinamikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi 109s.
- Kayhan, F. E., 2006. Su ürünlerinde kadmiyumun biyobirikimi ve toksisitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(1-2), 215-220.
- Kayhan, F. E., Balkıs, N., ve Aksu, A. 2006. İstanbul balık halinden alınan Akdeniz midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) arsenik düzeyleri. Ekoloji, 61, 1-5.
- Kayhan, F. E., Muşlu, M. N., ve Koç, N. D. 2009. Bazı Ağır Metallerin Sucul Organizmalar Üzerinde Yaratıldığı Stres Ve Biyolojik Yanıtlar. J Fish Sci, 3(2), 153-162.
- Keskinbalta M.A. 2015. Sinop İli Karasu Çayı'nda Bulunan Tatlı Su Midyelerinin (*Unio pinctorum*, Linnaeuse, 1758) Bazı Biyometrik ve Biyokimyasal Özellikleri. Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği A.B.D. s. 57., Yüksek Lisans Tezi. Sinop.
- Kesler, S. E., 1994. Mineral Resources, Economics And The Environment. New York: Macmillan College Publishing Company, Inc., S 223, USA.

- Korkmaz, C., Özcan, A. Y., ve Çolakfakıoğlu, Ç. 2016. Mersin İlinde Tüketime Sunulan Kabuklu ve Yumuşakça Türlerinin Kas Dokularında Ağır Metal Düzeyleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 12(2),101-109.
- Kurt, P. B., ve Ozkoc, H. B. 2004. A Survey To Determine Levels Of Chlorinated Pesticides And Pcb's In Mussels And Seawater From The Mid-Black Sea Coast Of Turkey. Marine Pollution Bulletin, 48(11), 1076-1083.
- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Martino, D., and Naccari, F. 2004. Organochlorine compounds and heavy metals in the soft tissue of the mussel *Mytilus galloprovincialis* collected from Lake Faro (Sicily, Italy). Environment international, 30(6), 805-810.
- Muramoto, S., 1983. Elimination of Copper from Cu-Contaminated Fish by Long-term Exposure to EDTA and Fresh Water. Journal of Environmental Science & Health Part A, 18(3), 455-461.
- Özcan, A., 2010. Doğal Bentonitin Karakterizasyonu ve Kurşun (II) İyonlarını Adsorpsiyon Yeteneği. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 12(2), 85-97.
- Pulatsü, S., Topçu, A. ve Atay, D., 2014. Su Kirlenmesi ve Kontrolü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:432, 384 s, Ankara.
- Şereflişan, H., 2003. Gölbaşı Gölü (Hatay)'Nde Bulunan *Unio Terminalis Delicatus*' Un Üreme Biyolojisi Ve Yetiştiricilik Potansiyelinin Araştırılması. Doktora Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Hatay, Turkey. 149 S
- Taylan, Z. S., ve Özkoç, H. B. 2007. Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akuatik Organizmaların Biokullanılabilirliği. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2), 17-33.
- Uslu, O.ve Türkman, A.,1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C.Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitimi Dizisi1,364 s.İzmir.
- Üstün S. 2002. Kızılırmak deltası ve kıyı şeridinde kirlilik araştırması ve midye örneğinde canlılarda kirlilik birikiminin incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversite Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümü. Yüksek Lisan Tezi. 167s.
- Yalçın, M., 2006. Tatlısu midyesi (*Unio pictorum* Linnaeus, 1758)'nin büyüme, kondisyon ve biyokimyasal parametreleri üzerine çevresel faktörlerin etkisi. 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun. s70.
- Yarsan, E., Bilgili, A., ve Türel, İ. 2000. Van Gölü'nden toplanan midye (*Unio stevenianus* Krynicki) örneklerindeki ağır metal düzeyleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24, 93-96.
- Yazkan, M., F. Özdemir. ve M. Gölükçü. 2004. Cu, Zn, Pb and Cd contents in some molluscs and crustacea caught in the Gulf of Antalya. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28(1), 95-100.
- Yıldırım, H., 2016. Tatlısu Ekosistemlerinde Ağır Metaller. Çağhan Ofset Matbaacılık Ltd. Şti. No:2/15, 128 s, Ankara.
- Yılmaz, Ö., 2011. Dipsiz-Çine Çayı (Muğla, Aydın)'ndan Alınan Su, Sediment ve *Unio crassus* (Bivalvia: Unionidae) Örneklerinde Ağır Metal Miktarlarının Araştırılması, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Biyoloji Bölümü – Yüksek lisans tezi.

ÖZGEÇMİŞ

Kübra KOBZA, 20 Nisan 1989'da Erzurum'da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Erzurum'da tamamladı. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat Meslek Yüksek Okulu Su Ürünleri Bölümü'nde üniversite eğitimine başladı. 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nde eğitime devam etti ve 2013 yılında mezun oldu. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde Yüksek Lisansa başladı ve halen eğitime devam etmektedir.

