

**T. C.
KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

***Oreochromis niloticus*'DA KURŞUN TOKSİSİTESİNİN
AZALMASINDA ZEOLİTİN ETKİSİ**

Mehmet ŞAHİN


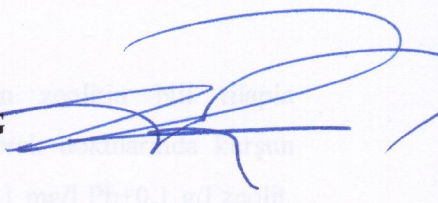
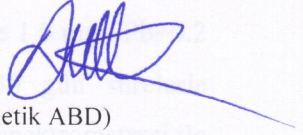
DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**EKİM 2011
KİLİS**

TEZ ONAYI

Yrd. Doç. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN danışmanlığında, Mehmet ŞAHİN tarafından hazırlanan “*Oreochromis niloticus*'da kurşun toksisitesinin azalmasında zeolitin etkisi” adlı tez çalışması 20.10.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı Soyadı (Kurumu)	İmza
Başkan	Yrd. Doç. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN (Kilis 7 Aralık Ün. F. E. F. Biyoloji ABD)	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Gülcihan GÜZELDAĞ (Kilis 7 Aralık Ün. F. E. F. Biyoloji ABD)	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Ayşenur KAYA (Kilis 7 Aralık Ün. F. E. F. Moleküler Biyoloji ve Genetik ABD)	

Bu tezin kabulü, Fen bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../2011 tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Bu araştırma Kilis 7 Aralık Üniversitesinde 2011/1/LTP05 numaralı Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Tez No:

Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Oreochromis niloticus' DA KURŞUN TOKSİSİTESİNİN AZALMASINDA ZEOLİTİN ETKİSİ

Mehmet ŞAHİN

Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN

Yıl:2011

Sayfa:42

Özet

Bu araştırmada, katyon değiştirebilme yeteneğinde olan zeolitin Nil tilapia (*Oreochromis niloticus*)'nın kas, karaciğer, solungaç ve böbrek dokularında kurşun birikimi üzerine etkileri incelenmiştir. Balıklar 0.1 mg/l Pb, 0.1 mg/l Pb+0.1 g/l zeolit, 0.1 mg/l Pb+0.2 g/l zeolit ve 1.0 mg/l Pb, 1.0 mg/l Pb+0.1 g/l zeolit ve 1.0 mg/l Pb+0.2 g/l zeolit konsantrasyonundaki karışımının etkisine 10, 20 ve 30 gün sürelerle bırakılarak doku ve organlardaki kurşun birikimi atomik absorpsiyon spektrometresi ile belirlenmiştir. Çalışılan dokularda kurşun birikimi ortam derişiminin ve sürenin uzamasıyla artmıştır. Tüm dokularda kurşun birikimi 10, 20 ve 30 günlerde 0.1 ve 1.0 mg/l kurşun konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. En yüksek kurşun birikimi böbrek dokusunda oluşmuş, bunu solungaç, karaciğer ve kas dokusu izlemiştir. Etkide kalınan tüm sürelerde *O. niloticus*'un dokularında kurşun birikimi zeolitin varlığında azalmıştır. Denenen tüm karışımlarda (kurşun+zeolit) zeolit *O. niloticus*'un böbrek ve karaciğer dokularında kurşun birikimini önemli ölçüde azaltmıştır.

Anahtar sözcükler: Kurşun, Zeolit, Birikim, Gıda, *Oreochromis niloticus*

ABSTRACT

Msc. Thesis

THE EFFECT OF ZEOLITE ON REDUCTION OF LEAD TOXICITY IN *Oreochromis niloticus*

Mehmet ŞAHİN

Kilis 7 Aralık University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN

Year:2011

Page:42

Summary

In this study, effects of cation exchanger zeolite on the accumulation of lead in muscle, liver, gill and kidney of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) were investigated. The fish were exposed to 0.1 mg/l Pb, 0.1 mg/l Pb+0.1 g/l zeolite, 0.1 mg/l Pb+0.2 g/l zeolite and 1.0 mg/l Pb, 1.0 mg/l Pb+0.1 g/l zeolite and 1.0 mg/l Pb+0.2 g/l zeolite mixtures for 10, 20 and 30 days, lead accumulation in tissues were measured by atomic absorption spectrophotometry. Lead accumulation increased with increasing concentrations of lead in the medium and with increasing periods of exposure tissues studied. All tissues lead accumulation was found to be statistically significant in the 0.1 and 1.0 mg/l of lead concentrations at 10, 20 and 30 days. Highest accumulation occurred in the kidney followed by gill, liver and muscle. In all exposure period, accumulation of lead in whole tissues of *O. niloticus* decreased in the presence of zeolite. In both mixed exposure (lead+zeolite) concentrations, zeolite significantly reduced the accumulation of lead in the kidney and liver of *O. niloticus*.

Keywords: Lead, Zeolite, Accumulation, Food, *Oreochromis niloticus*

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN'a araştırma sırasında yardımlarını esirgemeyen Biyoloji ve Kimya bölümleri öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Bu araştırma Kilis 7 Aralık Üniversitesinde 2011/1/LTP05 numaralı Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. BAP birimine katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Doğal Zeolit (%95 klinoptilolit) mineralinin temininde bize yardımcı olan Rota Madencilik Hayvancılık Tarım Nakliyat Dış Ticaret A.Ő firmasına ve firmanın İş Geliştirme Müdürü Sayın Erdem Ayvazoğlu'na teşekkür ederim.

Ayrıca bana gülcükleriyle ilham veren kızlarım Dilaynur ve Esmenur'a teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet ŞAHİN

Kilis, Ekim 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	v
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
RESİMLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
3. MATERYAL VE METOD	12
4. BULGULAR	20
5. TARTIŞMA	28
6. KAYNAKLAR	33
ÖZ GEÇMİŞ	41

SİMGELER DİZİNİ

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat
CaCO_3	: Kalsiyum Karbonat
cm	: Santimetre
g	: Gram
L	: Litre
mg	: Miligram
Pb	: Kurşun
PbCl_2	: Kurşun klorür
pH	: Hidrojen iyon konsantrasyonu
μg	: Mikro gram
Ze	: Zeolit
NH_3	: Amonyak
H_2S	: Hidrojen sülfür

KISALTMALAR DİZİNİ

A.Ş.	: Anonim Şirket
D.A.	: Duyarlılık düzeyinin altı
k. a.	: Kuru ağırlık
Ö.A.	: Özgül ağırlık
SNK	: Student Newman Keul's Test
U1	: Uygulama 1 (0.1 mg/l)
U2	: Uygulama 2 (1.0 mg/l)
$\bar{X} \pm S\bar{x}$: Aritmetik ortalama \pm Standart hata
EDTA	: Etilen daimin tetra asetik asit
NTA	: Nitrilo tri asetik asit
DTPA	: Dietilen triamin penta asetik asit
ALA-D	: δ -aminolevulinik asit dehidretaz aktivitesi
MT	: Metallothionein düzeyleri
MDA	: Lipid peroksidasyon düzeyleri
AAS	: Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 4.1 Kurşun derişimi ve absorbands arasındaki doğrusal ilişki20
- Şekil 4.2 *O. niloticus*'un kas dokularında günlere göre kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi (A: 0.1 mg/l Pb etkisinde, B; 1.0 mg/l Pb etkisinde).....24
- Şekil 4.3 *O. niloticus*'un karaciğer dokularında günlere göre kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi (A:0.1 mg/l Pb etkisinde, B;1.0 mg/l Pb etkisinde).....25
- Şekil 4.4 *O. niloticus*'un solungaç dokularında günlere göre kurşun birikimi üzerine zeolit etkisi (A: 0.1 mg/l Pb etkisinde, B; 1.0 mg/l Pb etkisinde).....26
- Şekil 4.5 *O. niloticus*'un böbrek dokularında günlere göre kurşun birikimi üzerine zeolit etkisi (A: 0.1 mg/l Pb etkisinde, B; 1.0 mg/l Pb etkisinde).....27

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1.1 Mikro gözenekli zeolit molekülünün kristal yapısı	6
Resim 3.1 Deneyde kullanılan ve İstanbul Rota madencilik A.Ş.'den alınan <75 mikron çapındaki zeolitin toz halindeki genel görüntüsü	14
Resim 3.2 Perkin Elmer AS 3100 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre Cihazı Görüntüleri	15
Resim 3.3 Deneyde kullanılan Tilapia balığı yetiştirme havuzlarından alınmış görüntüsü (<i>Oreochromis niloticus</i>)	16
Resim 3.4 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (<i>Oreochromis niloticus</i>) akvaryum içerisinde temizlenmesi sonrasındaki görüntüleri.....	16
Resim 3.5 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (<i>Oreochromis niloticus</i>) akvaryum içerisinde temizlenmesi sonrasındaki görüntüleri.....	17
Resim 3.6 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (<i>Oreochromis niloticus</i>) akvaryum içerisindeki sulu ortamdaki görüntüleri.....	17
Resim 3.7 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (<i>Oreochromis niloticus</i>) akvaryum içerisindeki sulu ortamdaki görüntüleri.....	18
Resim 3.8 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (<i>Oreochromis niloticus</i>) dokularının etüvde yakılması.....	18
Resim 3.9 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (<i>Oreochromis niloticus</i>) doku ve organlarının nitrik asit ve perklorik asitle yakılması.....	19

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1	<i>O. niloticus</i> 'un doku ve organlarında 10. günde kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi ($\mu\text{g Pb/g. k.a.}$).....	21
Çizelge 4.2	<i>O. niloticus</i> 'un doku ve organlarında 20.günde kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi ($\mu\text{g Pb/g. k.a.}$).....	22
Çizelge 4.3	<i>O. niloticus</i> 'un doku ve organlarında 30. günde kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi ($\mu\text{g Pb/g. k.a.}$).....	23

1.GİRİŞ

Teknolojik gelişmeye paralel olarak hızla artan dünya nüfusu ile birlikte ortaya çıkan kirleticilerin başında önemli bir yer tutan ağır metaller çevre kirliliği açısından da önemlidir. Ağır metaller grubuna kurşun, kadmiyum, krom, kobalt, demir, nikel, civa ve çinko gibi birçok metal dahildir. Bu metaller gerek çevre kirliliği açısından ve gerekse biyolojik yöntemlere katılma ya da katılmamasından dolayı önemlidir.

Dünya nüfusunun hızla artması, gelişen teknolojiye bağlı çevre kirliliği, ekonomik güçsüzlük ve eğitim yetersizliği beslenme sorunlarını derinleştirmekte ve güvenli gıda teminini zorlaştırmaktadır. Kurşun içerikli balıklar güvenli gıda olmaktan çıkıp ağır metal zehirlenmesine sebep olabilmektedirler; örneğin kontamine olmuş içme suyundan (örneğin kurşun borular), veya gıda zinciri yoluyla kurşun zehirlenmesi görülebilir.

Günümüzün en önemli sorunlarından biri olan ve sürekli artan dünya nüfusunun beslenmesi için gerekli gıda kaynaklarının bulunması ve bu gıdaların insanlar için tehlikeli bileşenleri içermemesinin sağlanmasıdır. Çevre kirlenmesine paralel olarak, gıda kaynakları da kirlenmeye uğramakta ve insanlar için önemli sağlık sorunları oluşturabilmektedir.

Ağır metal terimi kimyada 4 gr/cm^3 veya 5 gr/cm^3 'den daha büyük özgül ağırlık metalleri işaret edebilmekteyken, bu terim çoğunlukla gıda güvenliği açısından toksik metalleri belirtmek için kullanılır. Bu metallerin bazıları krom ve demir gibi diyetimizde elzem gıdalar olup fakat yüksek dozlarda oldukça toksik etki gösterirler (Masters, 1991).

Ağır metal iyonları, gıdanın yapısında tabii olarak bulunmayan, çevreden (topraktan, sudan, havadan), gıdaların üretimi sırasında kullanılan metalik alet-ekipmanlardan, depolama ve dağıtım sırasında kullanılan ambalaj materyallerinden gıdalara bulaşmaktadır (Hışıl, 1987)

Canlı organizmalarda ağır metaller önemli bir kirletici grubu oluşturarak toksik ve kanserojen etki şeklinde birikme eğilimi gösterirler. Atık suyun içindeki ağır metaller; yörenin iklim şartına ve toprak özelliklerine bağlı olarak toprakta birikerek bitkiler tarafından alınır ve daha sonra suya karışarak sudaki balıklar tarafından alınabilirler.

Ağır metaller iz miktarda dahi kuvvetli zehir etkisine sahip olup, kirlenmiş sularda metal, katyon, tuz ve kısmen anyon şeklinde bulunurlar. Ağır metaller önemli bir kirletici grubu oluşturarak toksik ve kanserojen etki şeklinde, canlı organizmalarda birikme eğilimi gösterirler. Atık suyun içindeki ağır metaller; yörenin iklim şartına ve toprak özelliklerine bağlı olarak toprakta birikerek bitkiler tarafından alınır ve suya karışarak sudaki balıklar tarafından alınabilirler. Ağır metaller iz miktarda dahi kuvvetli zehir etkisine sahip olup, kirlenmiş sularda metal, katyon, tuz ve kısmen anyon şeklinde bulunurlar.

Ağır metaller sucul canlılar tarafından su, sediment ve besin yolu ile olmak üzere çeşitli yollarla alınır (Douben, 1989). Birçok araştırmacı, ağır metallerin balıklarda birikimindeki hedef organlarının karaciğer ve solungaçlar olduğunu belirtmiştir (Kargın ve Erdem, 1991, 1992; Playle, 1998; Mazon ve Fernandes, 1999; Al-Yousuf ve ark., 2000; Cogun ve Kargın, 2004). Bu doku ve organlardan solungaçlar, su ortamında balığın solunumunu sağladığı, iyonik hemeostasis (Pelgrom ve ark., 1995) ve dış ortamla asit-baz transferinin yapıldığı (McDonald ve ark., 1989) hassas bir organdır (Playle, 1998). Karaciğer ve böbrekler ise toksik maddelerin organizmadan uzaklaştırıldığı ve depolandığı organlardır (Mazon ve Fernandes, 1999). Ayrıca böbrekler tatlı su balıklarında asit-baz dengesinde önemli rol oynayan organdır (Wood ve ark., 1996).

Ağır metaller genel olarak canlıda sülfidril, karboksil, amino ve peptid grupları gibi proteinlerin fonksiyonel gruplarına bağlanırlar (Murphy ve Spiegel, 1983; Viarengo, 1985). Enzim-metal toksisitesinde toksik metal enzimin aktif bölgesinden yararlı bir metali yerinden çıkarır ve toksik metal aktive olmamış bölgeye bağlanması şeklinde bir mekanizmayla etki eder (Viarengo, 1985).

Sucul organizmalarda laboratuvar koşullarında ağır metallerin alınıml, eliminasyonu ve biyolojik etkileri ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Allen, 1994 ; Regoli ve Orlando, 1994 ; Suresh ve ark., 1995 ; Rigeť ve ark., 1997 ;Baden ve ark., 1999; Tao ve ark., 1999). Ayrıca bu metallerin sucul ortamdan giderimi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır (Jain, 1999; Tepe ve ark., 2004; Mishra ve Jain, 2009; Fu ve Wang, 2011).

Ağır metal gideriminde kullanılan birçok sentetik kompleksanlar vardır. Sentetik kompleksanlar (EDTA, NTA ve DTPA gibi) metaller için şelat ajan olmaları nedeni ile günümüzde endüstrinin tüm alanlarında geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Kompleksanlar ağır metallerle etkileşime girmeleri nedeni ile sucul yaşam için büyük önem taşımakta ve su kirliliği çalışmalarında kullanılmaları günümüzde giderek artmaktadır (Muramoto, 1980).

Sulardan ağır metallerin giderilmesinde en etkili ve en uygun yöntem adsorpsiyondur. Adsorpsiyon çözünmüş maddelerin bir adsorbantın yüzeyinde tutunması olayıdır. Ağır metal olan kurşun birikiminin su ve organizmalardaki dağılımlının incelenmesi, çevresel kirliliği gösteren önemli kriterlerden biridir. Kentsel ve endüstriyel atıkların sulara karışması, bu toksik madde olan ağır metallerin (kurşunun) ekosisteme girmesine neden olmaktadır

Su kirlenmesi, değişime uğrayan özelliklerine göre organik kirlenme, anorganik kirlenme, bakteriyolojik kirlenme ve termal kirlenme şeklinde sınıflandırılabilir. Sulardaki anorganik kirlenmenin en önemli kaynağını metaller oluşturmaktadır. Sulardaki ağır metal miktarları, suyun kullanma alanının yaygın ve değişik olmasına bağlı olarak önem taşır. Alıcı su ortamındaki metaller su ürünleri, bitkiler, hayvanlar tarafından depo edilirler. Besin zincirinin en önemli halkası olan insana kadar ulaşan bu metallerin (Hg, Cd, Pb, As) sebep olduğu birçok toplu akut ve kronik zehirlenme olaylarına rastlanılmaktadır. Diğer yandan alıcı sulardaki anorganik kirlilik arttığı zaman su ürünleri, bitkiler, balıklar için ve sulama suyu olarak kullanıldıklarında da çevre, bitki ve hayvanlar için zararlı olmaktadır (Yaramaz,1992).

Ağır metallerden biri olan kurşun çoğunlukla gümüş, bakır, çinko ve demir metalleriyle birleşmiş halde bulunur. Her çeşit doğal çevrede ve canlı organizmalarda iz halinde kurşuna rastlanır. Canlı organizmada bulunan kurşunun varlığı fizyolojik yaşam için gerekli olduğu için değil doğal çevrede, yiyecek ve içeceklerde bulunan kurşunun kaçınılmaz bir yansımasıdır (Leita, 1991).

Kurşun, vücuda genellikle solunum, su ve besinler yolu ile geçerek çeşitli yollarla vücuttan atılmayacak boyutlara ulaştığında böbrek, karaciğer, kas gibi doku ve organlarda birikir (Skaare, 1990).

Kurşun, insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (çalışma ortamında izin verilen sınır 0.1 mg/m³) çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir (Yaramaz,1992).

Kurşun her zaman her yerde bulunabilen bir metal olup organizmalarda birikebilen bir çevresel toksindir (Jing ve ark., 2007). Kurşun akuatik ortama, madencilik, kömür yataklarından, kauçuk sanayinden, benzin katkı maddesi olarak, pil ve boya sanayinin atıklarından girdiği saptanmıştır (Rogers ve ark., 2003).

Kurşun, gerek doğal olarak ve gerekse endüstride sık kullanımına bağlı olarak çevrede sık rastlanılan bir elementtir. Bu nedenle endüstrileşmiş toplumlarda insan sağlığını tehdit eden toksik bir ağır metaldir. Kurşun, başlıca hava, su, yiyecek ve içecekler (anne sütü), toz, toprak, ilaçlar, kozmetik ürünler ve deri ile temas yollarıyla bulaşır.

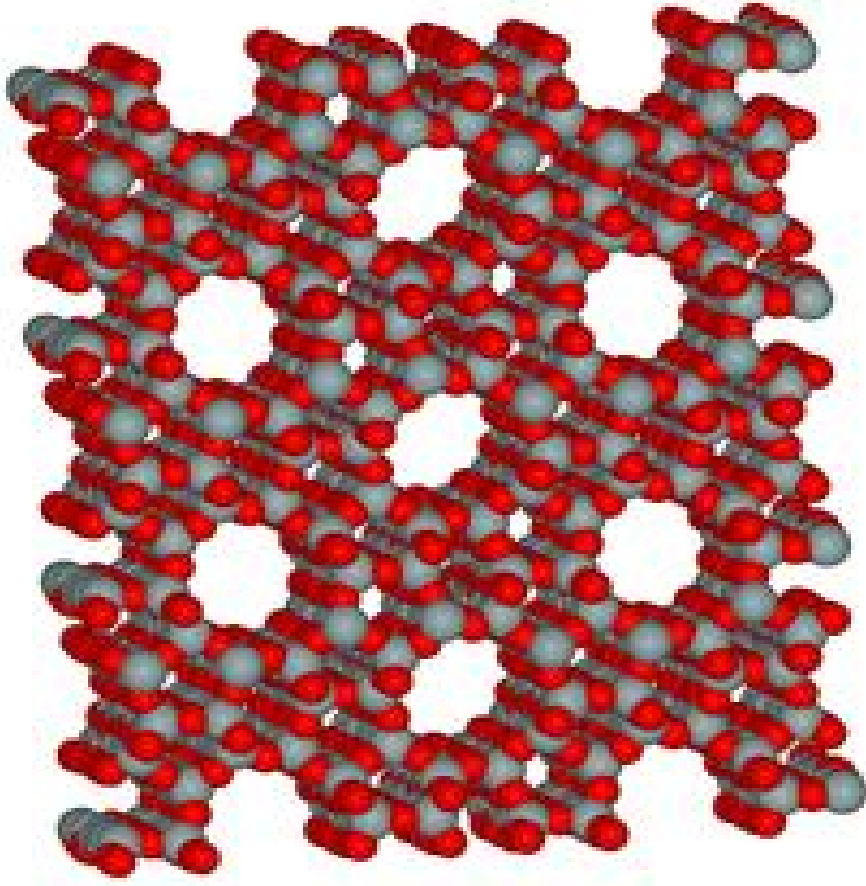
Organizmalarda herhangi bir biyolojik işlevi bulunmayan kurşun su ortamına madencilik, kömür ve petrol yakıtlarında, kauçuk sanayinde, benzin katkısı olarak, akü, boya ve pil yapımı gibi insan aktiviteleri sonucu girmektedir (Berman, 1980; Roger ve ark., 2003). Kurşunun organizmada iz miktarda olması dahi birçok biyolojik aktivitelerin değişmesine sebep olabilir (Burden ve ark., 1998).

Kurşunun balıklarda büyüme ve eritrositlerin hem sentezinde görev alan δ -aminolevulinik asit dehidretaz enzimini inhibe ettiği (Burden ve ark., 1998), lipid peroksidasyon enzimine etki ettiği (Campana ve ark., 2003), Na^+, K^+ -ATPaz enzim aktivitesini inhibe ettiği ve hücreler arası biyokimyasal düzenlemelerde önemli rol oynayan transamilazlardan alanin aminotransferaz ve aspartat aminotransferazların doku ve organlardaki düzeylerinde bir değişikliğe sebep olduğu gözlenmiştir (Blasco ve Puppo, 1999). Ayrıca kurşun balıkta anemiye neden olduğu, kuyruk yüzgecinde hasarlara sebep olduğu ve balıklarda morfolojik değişikliklere neden olduğu gözlemlenmiştir.(Ruparelia ve ark., 1989).

Ağır metal gideriminde kullanılan adsorbantlar: Killer, aktif karbon, zeolitler ve reçinelerdir. Son zamanlarda ağır metal gideriminde ucuz, temin edilmesi kolay, bol bulunabilen, doğal nitelikli materyaller ve çeşitli endüstriyel yan ürünler yer almaktadır. Zeolit, hem ekonomik olması hem de doğal bir madde olması ayrıca kafes şeklindeki yapısı, net bir negatif yapısal yükü ve iyon değiştirebilme yeteneği olmasından dolayı iyon değişimi için yüksek iç ve dış yüzey alanı oluşturma özelliği vardır.

Doğal ortamda büyük rezervler halinde bulunan zeolitler alüminyum silikat ve kil mineralleridir ve sulardan iyon değiştirme ve katyonları uzaklaştırma yeteneğindedirler (Türkman ve ark., 2001; Babel ve Kurniawan 2003).

Zeolitlerin kafes şeklindeki yapısı, iyon değişimi ve kimyasal reaksiyonlar için geniş iç ve dış yüzey alanı oluşturmaktadır. İçindeki gözenekler hacminin %50'sini kaplar. Bu gözenekler moleküler elek işlevi görürler. Zeolitler doğal olarak negatif yüklüdür ve yüksek iyon değiştirme kapasitesine sahiptir. Gözenekli yapısı ve yüksek iyon değiştirme kapasitesi sayesinde ağır metalleri tutma ve soğurma özelliğine sahiptir. Çevre dostu yapısı ve düşük maliyeti ile zeolit (klinoptilolit) günümüzde birçok endüstriyel alanda ve çeşitli çevre projelerinde kullanılmaktadır (Anonymous III.,2006) (Resim 1.1)



Resim 1.1 Mikro gözenekli zeolit molekülünün kristal yapısı (web)

Zeolitler "Moleküler elek" olarak ifade edilirler, çünkü kristal yapılarındaki kanallar çok küçüktür, bu da büyük molekülleri küçük moleküllerden ayırmaya yarar (adsorbsiyon etkisi).

Göl ve göletlerde biyolojik artıkların neden olduğu kirliliğin temizlenmesinde doğal zeolitler özellikle klinoptilolit etkin olarak kullanılmaktadır. Ayrıca doğal zeolitlerden, canlı balık taşımacılığı ve su kültür ortamlarında ihtiyaç duyulan oksijence zengin hava akımının temininde de yararlanılmaktadır.

Zeolit mineralleri iyon değişirme ve adsorbsiyon özellikleri nedeniyle kirlilik kontrolünde gittikçe artarak kullanılmaktadır.

Şehir ve endüstri tesislerin atık sularında bulunan azot bileşikleri (özellikle amonyum), metal iyonları (Pb, Cd, Fe, Cu, vb.) atıldıkları ortamlarda yer altı ve yerüstü sularını kirletmekte ve bu ortamların gerek temiz su gerekse de kullanma suyu olma özelliklerini yok etmektedirler.

Balıklar besin zincirinin bir parçası olması nedeniyle akuatik ortamda bulunabilen kurşunun etkilerinin belirlenebilmesi için öncelikli çalışılması gerektiği belirtilmiştir (Anderson ve ark.,1997; Bervoets ve ark., 2009).

Balıkların dokularında ağır metallerin birikimi, metalin alınıp şekline, derişimine ve etki süresine bağılı olarak değışim göstermektedir. Metallerin toksik etkileri ve birikimleri dokuların işlevsel ve fizyolojik durumlarına bağılı olarak değışim göstermektedir (Campana ve ark., 2003).

Solungaçlar, balık ve su arasındaki ilişkiyi sağılayan yer olması bakımından çok önemlidir. Balığın vücudunu örten deriden 10-60 kez daha geniş bir yüzeye sahiptir (Flik ve Verbost, 1993). Solungaçlardaki geniş yüzey alanı onların gaz ve İyon değışiminde önemli rollerinin olduğunu göstermektedir. Balıklar iyon alınıpını İki organdan geçektirmektedirler. Bunlardan biri iyonların taşınmasında görev yapan hücreleri veya klorid hücrelerini bol miktarda içeren solungaçlar, diğeri ise bağırsaklardır (Flik ve Verbost, 1993).

Ağır metallerin balıklar tarafından vücuda alınması solungaçların üzerindeki özelleşmiş bölgeler aracılığıyla olduğu belirtilmiştir (McDonald ve ark., 2002). Karaciğer ve böbrekler, akuatik hayvanlarda çeşitli kirleticileri depolanmasında ve atılıpında görev yapan çok önemli organlardır (Mazon ve Fernandez,1999).

Ülkemizde yetiştiriciliğı yapılan türlerden biri olan Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Resim.3.3), dünyada yaygın olarak kültüğü yapılan balıklar arasında yer almaktadır.

Kurşunlu ve kurşun ile zeolit karışımı sulu ortamdaki karışımın sıcaklığı, asitli-alkalite durumu ile su sertliği ve sudaki çözünmüş oksijen miktarı gibi etkenler balıkların kurşun alımını ve daha sonrası oluşan toksin etkilerini etkilediğinden dolayı bu kriterler takip edilmiş ölçülmüş ve kayıt altına alınmıştır.

Bu çalışmada; 10, 20 ve 30 günlük uygulama sürelerinde *Oreochromis niloticus* balıklarında kurşunun toksisitesi ve bu toksisitenin gideriminde doğal zeolitlerin (%95 klinoptilolit olup 2,5-5 mm kalınlığında, toz şeklinde) etkisi incelenmiştir.

Bu çalışmada, kurşun çözeltisi ve kurşunla birlikte doğal zeolitler (%95 klinoptilolit) çözeltisi etkisinde balıklarda solungaç, kas, karaciğer ve böbrek dokularında metal (kurşun metal) birikimi ve zeolit iyon değiştirme kapasitesi olan reçine etkisi ile kurşun metalini tutması sonucunda kurşun+zeolit karışımına maruz kalan balıklarda azalan kurşun birikimi araştırılmıştır. Böylece, gıda güvenliğinin sağlanması hedeflenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Semmens ve Sayfarth (1978), doğal clinoptilolitlerin ağır metaller üzerinde seçici özelliğe sahip olduğu ve bununla birlikte doğal zeolitlerin iyon değiştirebilme yeteneğine sahip olduklarını saptamıştır.

Reichert ve ark., (1979), kurşunun etkisine bırakılan *Oncorhynchus kiutch* balığında kurşunun solungaç, karaciğer ve böbreklerde yüksek düzeyde biriktiğini belirtmişlerdir. Kurşunun bu doku ve organlarda metallothionein artışına neden olduğu belirlenmiştir.

Muramoto (1980), kurşun ve kurşun-EDTA karışımlarına bırakılan *Cyprinus carpio* 'da doğrudan kurşunun etkisine bırakılan balıklara oranla Pb-EDTA karışımına bırakılan balıkların solungaç ve kas dokularındaki kurşun birikiminin oldukça azaldığını saptamışlardır.

Kargın ve Erdem (1991), *Cyprinus carpio*'da bakırın karaciğer, dalak, mide, barsak, solungaç ve kas dokularındaki birikiminin ortam derişimi ve çözeltide kalma süresi ile orantılı olarak en yüksek karaciğerde, en az ise kas dokusunda olduğunu gözlemlemişlerdir.

Erikson ve ark., (1996), balığın yaşadığı su ortamının kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişikliklerden pH, sertlik, sodyum, çözünmüş organik madde ve askıntı maddeler bakır konsantrasyonunun toksisitesinde değişiklik meydana getirmiştir.

Aral ve ark., (1999), doğal zeolitlerin su ortamında bulunan amonyağın ortadan kaldırılması ile ilgili yaptığı çalışmada doğal zeolitlerin iyon değiştirebilme yeteneğine sahip olduğunu saptamışlardır.

Jain (1999), *Heteropneustes fossilis* balıklarında akut ve kronik kurşun etkisinde zeolit koruyucu etkisinin olduğunu saptamış, özellikle zeolit-kurşun karışımının etkisindeki balıkların kan biyokimya değerlerinde kurşunun tek başına etkisine göre bir azalma saptamıştır.

Parlat ve ark., (1999), doğal zeolitlerin yemlerde bulunan alfa toksinleri azalttığı ve bunlarla beslenen kuşların büyümesini hızlandırdığını saptamıştır.

Petruzzelli ve ark., (1999), bir pil imalathanesinden su ortamına verilen kurşun atıklarının iyon değiştirebilme yeteneğine sahip olan zeolitlerle su ortamındaki kurşun düzeylerinin yaklaşık %90 düzeyinde azaltıldığını saptamıştır.

Tao ve ark., (1999), *Carassius auratus* 'da kurşunun vücuda alınımı ve birikiminin solungaçlar yoluyla olduğunu belirtmişlerdir.

James (2000), *Oreochromis mossambicus* balığının kadmiyum-zeolit karışımı etkisinde hematolojik kan değerlerini incelemiş, kadmiyum etkisinin zeolitle azaldığını saptamıştır.

James ve Sampath (2000), *O. mossambicus* balıklarında ortamdaki bakır toksisitesinin doğal zeolitleri kullanılmasıyla azaldığını saptamıştır.

Martin-Kleiner ve ark., (2001), farelerin yemlerine zeolit eklemişler ve bunlarla beslenen farelerin biyokimyasal etkilerini incelemişlerdir. Farelerin hematolojik değerlerinde değişiklik olmazken, kan iyon düzeylerinde %20' lik bir artışa neden olduğunu saptamışlardır.

Campana ve ark., (2003), Kurşun metalinin etkisi altında kalan *Halobatrachus didactylus* balığında karaciğer, böbrek ve kan dokusunda δ -aminolevulinik asit dehidretaz (ALA-D) aktivitesi, Metallothionein (MT) düzeyleri ve Lipid peroksidasyon (MDA) düzeyleri incelenmiştir. Araştırmacılar süre sonunda metalin doku ve organlarda birikiminin artmış olduğunu, karaciğerdeki metallothionein düzeylerinde değişim olduğu, δ -aminolevulinik asit dehidretaz düzeylerinin en fazla böbrekte değişmeye uğradığı ve Lipid peroksidasyon düzeyinde dokularda değişime uğradığını belirlemişlerdir.

Cogun ve ark., (2003), farklı boy ve ağırlıktaki *Oreochromis niloticus*'un solungaç, kas ve karaciğer dokularında bakır ve kadmium birikimlerini çalışmışlardır. Birikim metalin cinsine ve derişimine, balığın boy ve ağırlığına göre değişiklikler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Cogun ve Kargin., (2004), farklı ortam pH düzeylerinde *Oreochromis niloticus*'da bakırın solungaç ve karaciğer dokularında birikimi ve mortalite üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada görülmüştür ki düşük pH düzeyinde bakırın organlarda fazla biriktiğı, artan süre ve derişimlerde ise mortaliteyi arttırdığı belirtilmiştir.

Tepe ve ark., (2004), sazanlarda kurşun nitratin toksik etkisinde zeolitin koruyucu etki yaptığını gözlemiştir. Ayrıca balıklarda kurşun-zeolit karışımında karaciğer protein ve RNA içeriğinde bir azalma olduğunu gözlemlemiştir.

Chaurasia ve Jain (2006), civa etkisindeki balıkların toksisiteye verdiği cevabı incelemiş, doğal zeolitlerin balıkların dokularında civa düzeylerinin kontrol balıklarına göre birikimi azalttığı yönünde bulgular gözlemlemiştir.

Mishra ve Jain (2009), kurşunun uzun dönem etkisinde *Heteropneustes fossilis* balığı dokularında kurşun birikimini incelenmişlerdir. Doğal zeolitle kurşunun etkileşiminde bulunan balıkların dokularındaki kurşun düzeylerinin kontrol balıklarına göre azaldığı saptanmıştır.

3. MATERYAL METOD

Bu araştırmada kullanılan *Oreochromis niloticus*'lar Çukurova Üniversitesi Su rnleri Fakültesi yetiştirme havuzlarından Eylül 2010 tarihinde alındı ve üç ay süre ile 40X100X40 cm boyutlarındaki dokuz (9) stok akvaryum içerisinde laboratuar koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. *O. niloticus*'lar bu sürenin sonunda 10.72 ± 0.44 cm boy ve 20.87 ± 1.19 g ağırlığa ulaşmışlardır.

Deneyler $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 'deki su sıcaklığında yürütülmüş, akvaryumlar merkezi havalandırma sistemi ile havalandırılmış ve günde sekiz saat aydınlanma (8 saat gündüz / 16 saat gece) periyodu uygulanmış ve deney süresince ortam suyunun znmş oksijen miktarı 7.32 ± 0.1 mg/l ayarlanmış, toplam sertlik 376.55 ± 0.23 mg/l CaCO_3 ve pH 7.88 ± 0.08 olduğu saptanmıştır. Balıklar, günde iki kez olmak üzere balık ağırlığının % 1'i kadar hazır balık yemi (Pınar Balık Yemi, Türkiye) ile beslenmişlerdir.

Deney iki seri olarak yrtlmştir. Birinci seride 10, 20 ve 30 günlük sürelerde kurşunun (PbCl_2 -Merck) 0.1 mg/l derişimi ve 0.1 mg/l Pb+0.1 g/l zeolit ve 0.1 mg/l Pb+0.2 g/l zeolit, ikinci seride kurşunun 1.0 mg/l ortam derişimi ve 1.0 mg/l Pb+0.1 g/l zeolit ve 1.0 mg/l Pb+0.2 g/l doğal zeolit'e (İstanbul Rota madencilik A.ř.'den <75 mikron çapında 2,5-2 mm temin edildi) maruz bırakılmıştır.

Deneylerde her bir seride 40X100X40 cm boyutlarında olan ve her birinin içerisinde 18 balık bulunan 50'şer litre su bulunan dört cam akvaryum kullanılmıştır.

Birinci seride bu akvaryumlardan ilkinde 0.1 mg/l kurşun derişimi ve diğer ikisine aynı kurşun ortam derişimi ile birlikte iki farklı zeolit derişimi karışımları (0.1 mg/l Pb +0.1 g/l zeolit ve 0.1 mg/l Pb +0.2 g/l zeolit) konulmuştur.

İkinci seride ilk akvaryuma 1.0 mg/l kurşun derişimi ve diğer iki akvaryuma aynı ortam derişiminin iki farklı zeolit derişimi karışımları (1.0 mg/l Pb +0.1 g/l zeolit ve 1.0 mg/l Pb +0.2 g/l zeolit) konulmuştur.

Her seride dördüncü akvaryum kontrol akvaryumu olarak kullanılmıştır. Deneyler üç tekrarlı yapılmış olup her tekrarda iki balık örnekleme yapılmıştır.

Deney ortamında metallerin derişim'inde zamana bağlı değişimler olabileceği için deney boyunca akvaryum suları ve metallerin derişimleri iki günde bir değiştirilmiştir. Kullanılan Zeolit İstanbul Rota madencilik A.Ş.'den <75 mikron çapında (Resim3.1) temin edilmiştir. Kurşun, PbCl₂ (Merck) olup deney boyunca çözeltiler deiyonize su ile taze hazırlanmıştır. Bu hazırlanan çözeltiden uygun derişimler uygun sulandırmalarla akvaryumlara uygulanmıştır.

Her deney süresi bitiminde 2'şer adet balık alındı ve akvaryumdan kepçe ile alınan bu balıklar önce çeşme suyu ile iyice yıkanmış ve kurutma kâğı ile yüzeylerinde bulunan su damlacıkları alınmıştır. Daha sonra balıkların kas, solungaç ve karaciğer dokularının diseksiyonu yapılmıştır. Doku ve organlar etüvde 150 °C 'de 48 saat süreyle kurumaya bırakılmışlardır. Kuru ağırlıkları belirlenen doku ve organlar deney tüplerine aktararak üzerlerine 2 ml nitrik asit (Merck, % 65, Ö. A. : 1.40) ve 1 ml perklorik asit (Merck, % 60, Ö. A. :1.53) eklenmiş (Muramoto, 1983) ve çeker Ocakta 120⁰C' de 3 saat süreyle yakılmıştır. Yakımı tamamlanan örnekler polietilen tüplere aktarılmış ve üzerleri deiyonize su ile 5 mL' ye tamamlanarak kurşun analizine hazır hale getirilmiştir.

Doku ve organlardaki kurşun analizleri Perkin Elmer AS 3100 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi kullanılarak tespit edilmiştir.

Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizleri “ Regresyon analizi” ve “ Student-Newman Keuls Test (SNK)” testleri uygulanarak yapılmıştır (Rohlf ve Sokal, 1969; Sokal ve Rohlf, 1969).

Araştırmada balıklara ait fotoğrafların çekiminde Canon A3150 dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır.



Resim 3.1 Deneyde kullanılan ve İstanbul Rota madencilik A.Ş.'den alınan <75 mikron çapındaki zeolitin toz halindeki genel görüntüsü



Resim 3.2 Perkin Elmer AS 3100 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre Cihazı Görüntüleri



Resim 3.3 . Denejde kullanılan Tilapia balığının yetiştirme havuzlarından alınmış görüntüsü (*Oreochromis niloticus*)



Resim 3.4 Denejde kullanılan Tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) akvaryum içerisinde temizlenmesi sonrasındaki görüntüleri



Resim 3.5 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) akvaryum içerisinde temizlenmesi sonrasındaki görüntüleri



Resim 3.6 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) akvaryum içerisindeki sulu ortamdaki görüntüleri



Resim 3.7 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) akvaryum içerisindeki sulu ortamdaki görüntüleri



Resim 3.8 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) dokularının etüvde kurutulması

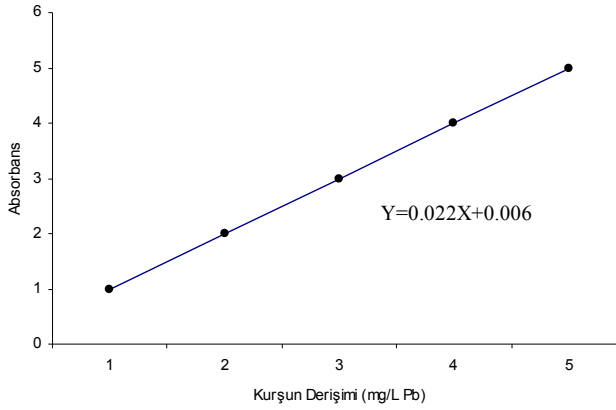


Resim 3.9 Deneyde kullanılan Tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) doku ve organlarının nitrik asit ve perklorik asitle yakılması

4. BULGULAR

Bu araştırmada kontrol akvaryumundan alınan balıkların doku örneklerinde kurşun düzeyi, Perkin Elmer AS 3100 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazı yardımı ile ölçülemeyecek kadar düşük çıkmıştır.

O. niloticus 'un dokularında kurşun düzeylerini saptamak amacıyla kurşun standartları ve absorbans arasındaki ilişkiyi gösteren regresyon doğrusu kullanılmıştır (Şekil 4.1). Kurşun standartlarının absorbans değerlerinden $Y=0.022X+0.006$ formülü elde edilmiştir. Burada X kurşun derişimini, Y absorbansı göstermektedir. Balıkların solungaç, kas, karaciğer ve böbrek dokularındaki kurşun düzeyleri bu regresyon formülü kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.1 Kurşun derişimi ve absorbans arasındaki doğrusal ilişki

O. niloticus 'da belirlenen derişim ve sürelerde bir doku için üç tekrarlı olarak saptanan kurşun düzeylerinin aritmetik ortalamaları ve standart hataları Çizelge 4.1-4.3'de verilmiştir. Belirli bir süre sonunda ve aynı derişimde kurşun birikimi bakımından dokular arasındaki ayrımı belirlemek, aynı şekilde belirli bir süre sonunda artan derişimin bir doku ve organdaki kurşun birikimine etkisini belirlemek amacı ile veriler SNK testi (Student Newman Keul's Test) ile analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.1-4.3'de verilmiştir. Bu çizelgelerde x, y, z ve t harfleri doku ve organlardaki, a, b, c, d ve e harfleri ise bir doku ve organda derişimlerin etkisini göstermek amacıyla kullanılmıştır. Çizelgelerde farklı harflerle gösterilen veriler arasında $P<0.01$ düzeyinde istatistik ayrım vardır.

Çizelge 4.1 *O. niloticus*'un doku ve organlarında 10.günde kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi ($\mu\text{g Pb/g. k.a.}$)

DERİŞİM	ORGANLAR							
	Kas		Karaciğer		Solungaç		Böbrek	
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*
0.0	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a
0.1 Pb	3.76±0.1	bx	7.72±1.3	by	12.40±1.1	bz	36.36±0.1	bt
0.1 Pb+0.1 Ze	3.70±0.2	bx	7.01±1.1	cy	12.00±0.1	cz	36.20±1.1	bt
0.1 Pb+0.2 Ze	3.61±0.1	cx	6.80±1.0	cy	11.80±1.2	cz	30.40±1.3	ct
0.0	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a
1.0 Pb	9.80±0.7	bx	11.50±1.0	by	15.90±1.2	bz	56.40±0.1	bt
1.0 Pb+0.1 Ze	9.50±0.6	cx	10.40±1.1	cy	15.20±1.0	cz	55.78±2.3	ct
1.0 Pb+0.2 Ze	9.40±0.3	cx	10.01±1.0	dy	14.50±1.1	dz	53.71±0.3	dt

* : a, b, c ve d harfleri derişimleri belirlemek; x, y, z ve t harfleri organlar arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistik ayrım vardır ($P<0.01$).

$\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama \pm Standart hata

D.A. : Duyarlılık düzeyinin altında

k.a. : Kuru ağırlık

0.1 ve 1.0 mg/l kurşun ortam derişimlerinin tüm sürelerinde (10, 20 ve 30. gün) çalışılan tüm dokularda kurşun birikimi istatistiksel olarak ayrım göstermiştir ($P<0.01$). Kurşun birikimi en fazla böbrek dokusunda gerçekleşmiş, bunu solungaç, karaciğer ve kas dokusu izlemiştir.

Denenen tüm sürelerde kurşun+zeolit karışımına bırakılan balıkların dokularındaki kurşun birikiminin, doğrudan kurşun etkisine bırakılan balıklara oranla düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1; SNK; $P<0.01$).

10. günde *O. niloticus* doku ve organlarındaki kurşun düzeyleri 1.0 mg/l kurşun derişimlerinde ve zeolit ile olan karışımları etkisindeki balıkların dokularında kurşun birikimi istatistiksel olarak anlamlıdır. Zeolitin etkisinde önemli derecede kurşun birikimi azalmıştır. 0.1 mg/l kurşun derişimlerinde ise kas ve böbrek dokusunda 0.1 mg/l kurşun derişimi ile 0.1 mg/l Pb+0.1 mg/l zeolit karışımında ise karaciğer ve solungaç dokularında kurşun+zeolit karışımları arasında istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 4.1; SNK; $P<0.01$). Ortam derişimlerinde zeolit etkisinde olan azalmalar en fazla böbrek dokusu ve karaciğer dokusunda (%16 ve %13) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.2 *O. niloticus*'un doku ve organlarında 20. günde kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi ($\mu\text{g Pb/g. k.a.}$)

DERİŞİM	ORGANLAR							
	Kas		Karaciğer		Solungaç		Böbrek	
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*
0.0	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a
0.1 Pb	5.30±0.3	bx	9.11±1.0	by	12.01±0.2	bz	41.16±1.1	bt
0.1 Pb+0.1 Ze	5.02±0.1	bx	8.80±0.1	cy	11.90±0.1	cz	40.41±0.1	ct
0.1 Pb+0.2 Ze	4.90±0.2	bx	8.00±0.2	dy	11.80±0.2	cz	36.16±1.2	dt
0.0	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a
1.0 Pb	9.60±1.1	bx	11.20±1.1	by	16.83±0.2	bz	68.18±1.1	bt
1.0 Pb+0.1 Ze	9.05±1.3	cx	11.00±0.1	by	16.11±0.1	cz	66.63±2.2	ct
1.0 Pb+0.2 Ze	8.80±0.3	dx	9.80±1.1	cy	13.66±0.3	dz	60.13±1.0	dt

* : a, b, c ve d harfleri derişimleri belirlemek; x, y, z ve t harfleri organlar arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistik ayrım vardır ($P<0.01$).

$\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama \pm Standart hata

D.A. : Duyarlılık düzeyinin altında

k.a. : Kuru ağırlık

O. niloticus balıklarının 20. günde kurşun ve kurşun+zeolit karışımlarının doku ve organlarda birikimi Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Bu süre sonunda etkide kalınan ortam kurşun derişimlerinin karaciğer ve kas dokusunda kurşun+zeolitin 0.1 mg/l ortam derişimleri arasında ve solungaç dokusunun yalnız kurşun derişimi ile 0.1 +0.1 kurşun-zeolit karışımı arasında istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 4.2; SNK; $P<0.01$).

Bu süre sonunda etkide kalınan kurşun derişiminin yalnız etkisi ile karşılaştırıldığında kurşun+zeolit karışımında önemli bir azalma olduğu gözlenmiştir. Bu azalma 0.1 mg/l kurşun ortam derişiminde zeolit karışımında böbrek ve karaciğer dokularının her ikisinde de azalma yaklaşık %12 kadardır. 1.0 mg/l kurşun ortam derişiminde ise solungaç dokusunda azalma %18 kadar olmuştur.

Çizelge 4.3 *O. niloticus*'un doku ve organlarında 30. günde kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi ($\mu\text{g Pb/g. k.a.}$)

DERİŞİM	ORGANLAR							
	Kas		Karaciğer		Solungaç		Böbrek	
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	*
0.0	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a
0.1 Pb	9.00±0.3	bx	12.01±1.2	by	20.78±1.3	bz	53.16±0.1	bt
0.1 Pb+0.1 Ze	8.75±0.2	bx	11.40±2.1	cy	20.11±1.1	cz	50.70±2.1	ct
0.1 Pb+0.2 Ze	8.69±0.1	bx	10.01±1.1	dy	19.66±0.1	dz	46.48±1.1	dt
0.0	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a	D.A.	a
1.0 Pb	12.05±1.2	bx	18.25±1.2	by	28.78±0.1	bz	79.71±1.2	bt
1.0 Pb+0.1 Ze	10.11±1.1	cx	16.10±2.1	cy	27.13±1.1	cz	77.66±1.3	ct
1.0 Pb+0.2 Ze	10.80±1.3	cx	13.01±1.1	dy	25.66±2.1	dz	70.12±1.1	dt

* : a, b, c ve d harfleri derişimleri belirlemek; x, y, z ve t harfleri organlar arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistik ayrım vardır ($P<0.01$).

$\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama \pm Standart hata

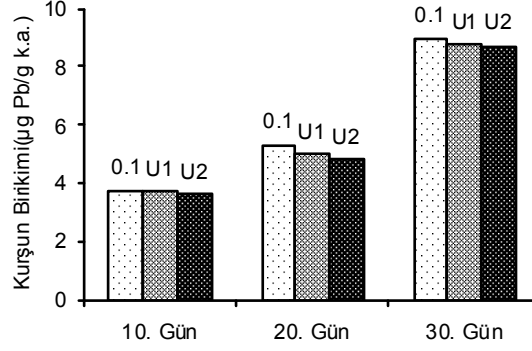
D.A. : Duyarlılık düzeyinin altında

k.a. : Kuru ağırlık

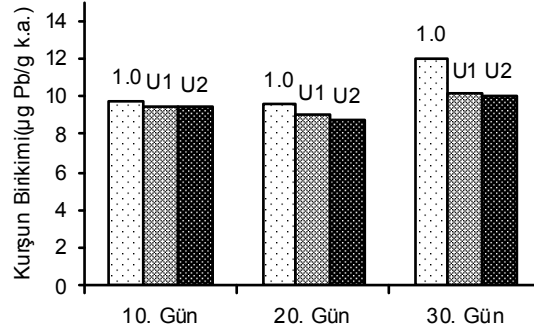
Etkide kalınan 30. günlük süre sonunda kurşun ve kurşun+zeolit karışım derişimlerinin *O. Niloticus*'un doku ve organlarında kas dokusu hariç istatistiksel olarak fark vardır (Çizelge 4.3; SNK; $P<0.01$). Kas dokusunda 0.1 mg/l kurşun ortam derişimi ve 0.1+0.1 kurşun+zeolit karışımı arasında istatistiksel olarak fark yoktur (SNK; $P<0.01$).

Bu süre sonunda hem kurşunun ortam derişiminde hemde kurşun+zeolit karışım derişimlerinde önemli azalmalar olmuştur. Bu azalmalar 0.1 mg/l kurşun ve zeolit etkisinde *O.niloticus*'un doku ve organları arasında en fazla karaciğer ve kas dokusunda olmuştur (%15 ve %10). 1.0 mg/L kurşun ve zeolit etkisinde ise en fazla karaciğer, solungaç ve böbrek dokularında (%28, %10 ve %12) azalma olmuştur.

A



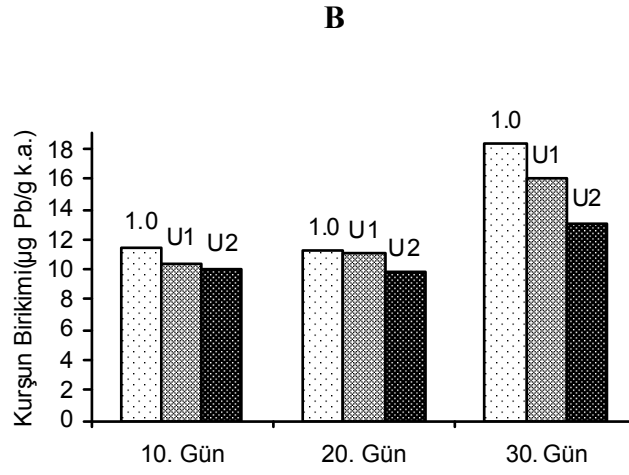
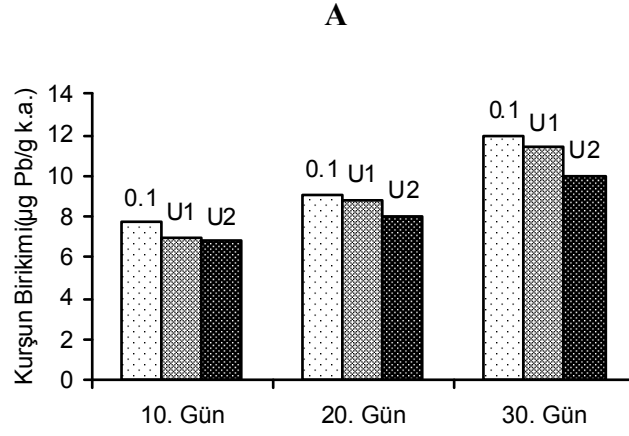
B



U1: Pb +0.1 g/l zeolit
U2: Pb +0.2 g/L zeolit

Şekil 4.2 *O. niloticus*'un kas dokularında günlere göre kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi (A: 0.1 mg/l Pb etkisinde, B; 1.0 mg/l Pb etkisinde)

Kas dokusunda etkide kalınan sürelerde ve ortam derişimlerine bağı olarak azalmalar olmuş, bu azalmalardan 10. ve 20. günlerde kurşun ve kurşun+zeolit karışım derişimleri hariç tüm sürelerde ve ortam derişimlerinde istatistiksel olarak önemli bir azalma gözlenmiştir (SNK; $P < 0.01$). Bu azalma en fazla 30. günde olmuştur (%18) (Şekil 4.2).

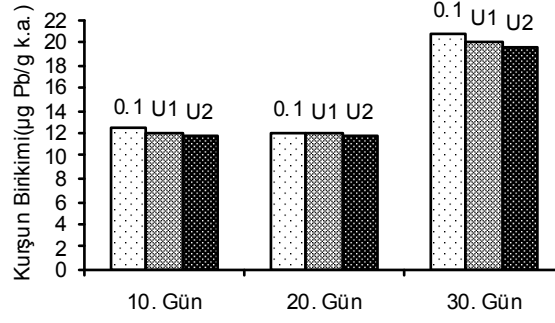


U1: Pb +0.1 g/l zeolit
 U2: Pb +0.2 g/l zeolit

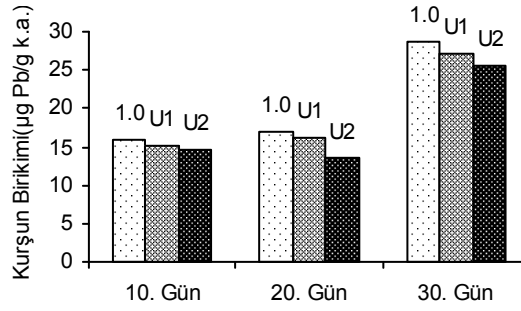
Şekil 4.3 *O. niloticus*'un karaciğer dokularında günlere göre kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi (A: 0.1 mg/l Pb etkisinde, B; 1.0 mg/l Pb etkisinde)

Karaciğer dokusunda süre ve derişimler incelendiğinde önemli azalmalar gözlenmiştir. 30. günde düşük ve yüksek ortam derişimi ve bu derişimin zeolit karışımında azalma yaklaşık %16 olurken 20. günde azalma düşük ve yüksek ortam derişimi ve bu derişimin zeolit karışımında azalma yaklaşık %11 ve %10 kadar olmuştur (Şekil 4.3).

A



B



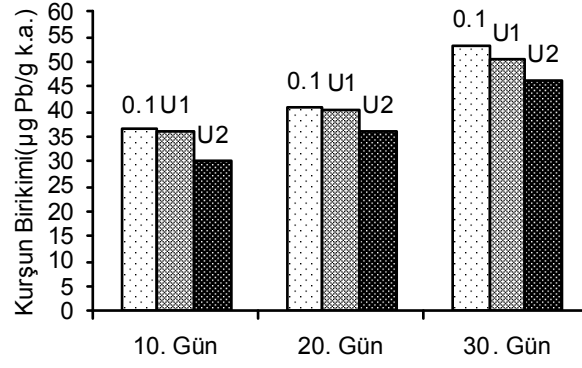
U1: Pb +0.1 g/l zeolit

U2: Pb +0.2 g/l zeolit

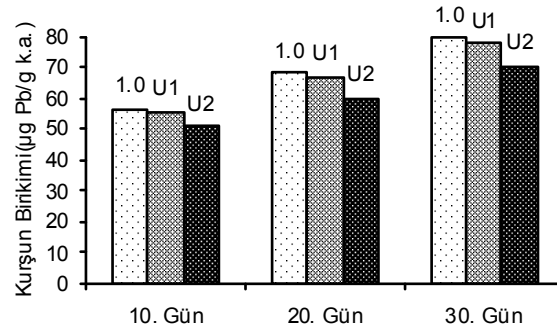
Şekil 4.4 *O. niloticus*'un solungaç dokularında günlere göre kurşun birikimi üzerine zeolitin etkisi (A: 0.1 mg/l Pb etkisinde, B; 1.0 mg/l Pb etkisinde)

Zeolitin ortama katılmasıyla solungaçlarda biriken kurşun düzeyinde fazla miktarda azalma gözlenmiştir (Şekil 4.4). Bu azalma en fazla 20. günde yüksek kurşun derişimi ve bunun zeolitli karışımında (1.0 mg/l Pb+0.2 g/l Ze) olmuştur (%18).

A



B



U1: Pb +0.1 g/l zeolit

U2: Pb +0.2 g/l zeolit

Şekil 4.5 *O. niloticus*'un böbrek dokularında günlere göre kurşun birikimi üzerine zeolitinin etkisi (A: 0.1 mg/l Pb etkisinde, B; 1.0 mg/l Pb etkisinde)

Böbrek dokusundaki kurşun birikiminin zeolitinin ortama katılmasıyla azalma olmuştur (Şekil 4.5). Bu azalma düşük ortam derişimin de (0.1 mg/l Pb+0.2 g/l Ze) yaklaşık %10 olurken yüksek ortam derişimi ve karışımında (1.0 mg/l Pb+0.2 g/l Ze) yaklaşık %9 oranında olmuştur.

5. TARTIŞMA

Günümüzün en önemli sorunlarından biri olan ve sürekli artan dünya nüfusunun beslenmesi için gerekli gıda kaynaklarının bulunması ve bu gıdaların insanlar için tehlikeli bileşenleri içermemesinin sağlanmasıdır. Çevre kirlenmesine paralel olarak, gıda kaynakları da kirlenmeye uğramakta ve insanlar için önemli sağlık sorunları oluşturabilmektedir.

Bu araştırmada, *O. niloticus*'un kurşun ve kurşun+zeolit karışım derişimleri etkisinde her üç süre sonunda da ölüm gözlenmemiştir. Ölümlerin gözlenmemesi balığın kurşun etkisinde solungaç, kas, karaciğer ve böbrek gibi dokularda metallothionein gibi moleköl ağırlığı düşük, sistein bakımından zengin metal bağlayıcı proteinlerle, bir tripeptid olan glutatyona bağlanması ve metabolizmanın yavaşlatılması (Thomas ve ark., 1985; Jain ve ark., 1997) gibi uyum mekanizmalarını geliştirmesiyle meydana geldiği bildirilmektedir.

Canlı hücrelerin, sulu çevrelerinden metal katyonlarını toplayarak hücre içinde biriktirmeleri bilinen bir durumdur. Suya bir çok yolla giren ağır metaller, suda yaşayan canlıları olumsuz yönde etkileyerek doğanın dengesini bozarak gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Bu çalışmada metal bağlama kapasitesine sahip doğal zeolit ile suda yaşayan ve bir gıda kaynağı olan balığın sağlıklı bir şekilde tüketimi hedeflenmiş ve balık yetiştirme çiftliklerine zeolit kullanımı tavsiye edilmesi uygun bulunmuştur.

Kurşun, balıklarda çok önemli enzim inhibitörü olarak görev yapan toksik bir metaldir (Jain ve ark., 1997; Shrivastava ve ark., 2001). Ayrıca kurşunun iyon regülasyonunun bozulması, solungaçlarda oksijen alımının engellenerek hipoksiyanın oluşması (Lacrox ve ark., 1985; Health, 1987) ve enzim aktivitelerinin engellenmesi gibi etkilerinin oluşabileceği belirlenmiştir.

Balıklar, ağır metallere maruz bırakıldıklarında; balıklara yem verildiği zaman yemlere olan ilgilerinin azaldığı gözlenmiştir (Buckley ve ark., 1982). Araştırmamızda deney süresince kurşun ve kurşun+zeolit ortam derişimlerinin etkisinde bulunan balıkların kontrol balıklarına oranla hareketsiz oldukları ve verilen yemlere fazla ilgi göstermediği gözlenmiştir.

Düşük derişimlerde ağır metallerin etkisine bırakılan balıkların solungaç ve iç organlarında hasarların oluştuğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Buckley ve ark., 1982; Lacrox ve ark., 1985; Health, 1987; Simons ve Pocock, 1987; Nemcsok ve Hughes, 1988; Hutcinson ve Sprague, 1989). Bu araştırmada Pb'nin düşük derişimlerinin etkisine bırakılan balıklarda metalin, solungaçlarda aşırı derecede mukus birikimine, operkulum hareketlerinin sıklığında bir artışa ve yüzgeçlerde dejenerasyona neden olduğu gözlenmiştir. Subletal bakır derişiminin etkisinde balıkların solungaçların epitelyum tabakasının incelendiği, klor hücrelerinin çoğaldığı, lamellerin çöktüğü ve bu nedenle solungaç yüzey alanının azaldığı ve sonuçta oksijen alınımında bozulmaların oluştuğu gözlenmiştir (Collvin, 1984; Beaumont ve ark., 1995).

Sucul ortamda kurşunun, doku ve organlarda etkide kalınan derişime ve süreye bağlı olarak arttığı saptanmıştır (Tao ve ark., 1999). *P. clarkii*'de metal birikimi ile ilgili bir çalışmada dokularda kurşun birikiminin etkide kalınan süre ve ortam derişimine bağlı olduğu belirlenmiştir (Anderson ve ark., 1997). Bu araştırmada her üç sürede de kurşunun tüm doku ve organlarda arttığı saptanmıştır. Bunun sebebi büyük bir olasılıkla metallerin sürekli olarak solungaçlardan depolanmak üzere karaciğere ve böbreklere taşınması nedeniyle olabileceği düşünülmektedir.

Sucul organizmalarda laboratuvar koşullarında ağır metallerin alınımı ve eliminasyonu ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Allen, 1994; Regoli ve Orlando, 1994; Suresh ve ark., 1995; Riget ve ark., 1997; Baden ve ark., 1999). Bu araştırmaların bir çoğu metal toksisitesini azaltmada kullanılan şelatlaştırıcı maddelerle ilgili araştırmalardır (Friedhein ve ark., 1978; Graziano ve ark., 1985; Klavassen, 1985).

Özellikle metal toksisitesinin azalmasında Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), Nitriлотriacetic acid (NTA) ve sitrat gibi birçok şelatlaştırıcı madde kullanılmıştır (Muramoto, 1980; Simon, 1981; James ve ark., 1998). Bunlar içerisinde zeolitler, daha ucuz, hiçbir yan etkisi olmayan, kirli çevrelerden toksik elementlerin gideriminde kullanılan kimyasal bir ajandır. Yapılan bir araştırmada, doğal zeolit kullanılarak sudaki amonyak konsantrasyonunu azaltmıştır (Aral ve ark. 1999). Zeolitlerin ağır metal katyonlarına ilgisi çok fazladır (Sherman, 1978; Semmens ve Seyfarth, 1978). Bu yeteneği ile sudaki metal konsantrasyonunu azaltmakta ve bunun sonucunda canlı dokularda metal düzeylerini de azaltmaktadır (Jain ve ark., 1997; Jain, 1999; Shrivastava ve ark., 2001).

Karaciğer ağır metallerin en fazla biriktiği bir organlardandır (Olsson ve Haux, 1986; Hollis ve ark., 2001; Cogun ve Kargın, 2004). Balıklarda karaciğer ortamda bulunan kirleticilerin biotransformasyonunda, detoksifikasyonunda ve atılımında (Ali ve ark., 2003), minerallerin depolanmasında ve sindirimde işlevi olan önemli bir organdır. Ayrıca karaciğer metallothionein gibi detoksifikasyon proteinlerinin başlıca sentezlendiği yerdir (Olsson ve Haux, 1986; Cinier ve ark., 1999).

Bu araştırmada *O. niloticus*'da kurşunun karaciğerde fazla birikmesi, kurşunun depolanması ve detoksifikasyonunda etkin bir işlevi olduğunu göstermektedir. Karaciğerde kurşun birikiminin kurşun+zeolit karışımında ise önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır. Bu azalma en fazla 30. günde yaklaşık %17 kadardır. Azalmanın sebebi zeolit'in iyon değiştirebilme yeteneği ile iyonik kurşunun zeolit etkisinde başka bir katyona dönüşmesi ile balığın kurşunu daha az almasından kaynaklanıyor olabilir. *Heteropneustes fossilis* karaciğer dokusunda kurşun etkisinde azalan protein, RNA ve glikojen düzeyi zeolit'in varlığında arttırmış ve zeolit koruyucu etki yapmıştır (Jain, 1999).

Balıklarda böbrekler metallerin atılımını sağlayan önemli bir organdır (Abdulla ve Chmielnicka, 1990). *Anabas testudines*'de kurşun birikimi üzerine yapılan bir araştırmada yüksek birikimin böbreklerde olduğunu bunu solungaç ve karaciğerin izlediği bildirilmiştir (Tulasi ve ark., 1992).

S. trutta ve *Anguilla* ile yapılan bir araştırmada böbreklerin kurşun birikimi için bir hedef organ olduğu belirlenmiştir (Linde ve ark., 1999). Yaptığımız bu çalışmada en fazla kurşun birikiminin dokular arasında böbreklerde olduğunu saptamışlardır. Kurşun+zeolit karışımında ise yalnız kurşun etkisindeki balıklara göre kurşun birikiminde bir azalma olmuştur. Bu azalma sudaki kurşun düzeylerinin zeolitler tarafından azaltılması sayesinde olmaktadır. Ancak tüm doku ve organlar karşılaştırıldığında bu azalma çok fazla olmamışır. Bunun sebebinin metal bağlayıcı proteinlerin sentez yerinin böbrekler olmasından (Schulz-Baides, 1974; Thomas ve ark., 1985; Wood, 1988; Abdulla ve Chmielnicka, 1990) kaynaklandığı dşnlmektedir.

Solungaçlar iyon ve gaz değişiminde önemli rol oynayarak, metal bağlayıcı proteinler sentezleyerek ağır metallerin vücuda geçişini önlemektedir (Varanasi ve Markey, 1978; Collvin, 1984; Lauren ve McDonald, 1987). *O. mykiss* ile yapılan bir çalışmada diğer dokularla kıyaslandığında solungaçların kurşunun toksik etkilerinden en fazla zarar gören doku olduğu ve kurşun birikiminin bu dokuda yüksek düzeyde gerekleşiği saptanmıştır (Collvin, 1984; Roger ve ark., 2003).

Balıklarda toksik madde etkisinde solungaç dokusunda sekonder lamel epitelinde dejenerasyonla birlikte klorid epitel hücrelerinde de nekroz ve hidropik dejenerasyon tespit edilmiştir (Yılmaz ve ark., 2011). Bu çalışmada kurşun derişimlerinin etkide kalınan süreye bağlı olarak balığın solungaçlarında arttığı saptanmıştır. Kurşun+zeolit etkisinde *O. niloticus* solungaçlarında kurşun birikimi azalma göstermiştir. Bu azalma en fazla 20. günde yaklaşık %18 kadardır. Solungaç dokusunda kurşun birikimi (I) fazla miktarda mukus oluşumu (Tao ve ark. 1999), (II) mukusun kurşunu bağlayarak vücuda girişini engellemesi, (III) zeolitlerinde kurşunu bağlanabilme yeteneğinin fazla olması (Fu ve Wang, 2011) ile sudaki konsantrasyonunu azaltması ile dokularda kurşun birikimini azaltmıştır. Bu yüzden kurşun balık dokularında az bulunmuştur.

Balıklarda kaslar, ağır metalleri biriktirmede metabolik olarak aktif bir doku değildirler. Tatlı su balıklarıyla yapılan araştırmalarda kas dokusunun kurşunu diğer dokulara oranla düşük düzeyde biriktirdiği saptanmıştır (Blevins ve Pancorbo, 1986; Tulasi ve ark., 1992; Kargın, 1998).

Çalışmamızda da kurşun birikimi kas dokusunda diğer doku ve organlara göre az olmuştur. Zeolitin varlığında ise bir azalma saptanmıştır. Zeolit varlığında kurşun birikiminde 10. günde yaklaşık %19 oranında azalma saptanmıştır.

Genelde ağır metallerin toksik etkileri ile ilgili yapılan araştırmalarda, metaller iyon regülasyonunun bozulması, solungaçlarda oksijen alınımının engellenerek hipoksiyanın oluşması (Heath, 1987; Lacrox ve ark., 1985; Wu ve ark., 2002) ve enzim aktivitelerinin engellenmesi (Viarengo, 1985) gibi etkileri oluşturabileceği belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki; zeolit, *O. niloticus*'u kurşun toksisitesine karşı korumuştur. Kurşun birikimi etkide kalman süreye ve ortam derişimine bağılı olarak artma gösterirken, kurşun+zeolit karışımında kurşun birikimi *O. niloticus* doku ve organlarında önemli düzeyde azalmıştır. Bu azalmanın zeolitin iyon değıştirebilme yeteneğı ile ortamdaki kurşun derişimini azaltarak dokularda birikimini azaltması şeklinde olduğı düşünölmektedir. Zeolitler balıklar için zararsız olmakla birlikte aynı zamanda balığa faydalı bir etkisi de vardır.

Balıkların dokularında biriken metal düzeyi sulu çözeltilerin derişimine ve bu balıkların söz konusu bu çözeltilerde kalma sürelerine bağılı olarak artmaktadır fakat sulu çözeltide zeolit varlığında metal düzeyleri azalmaktadır. Bu çalışmada aynı zamanda zeolit varlığında kurşun metalinin toksik etkisi azaltılarak gıda güvenliğı sağlanmıştır ve buda gösteriyor ki zeolit varlığında balıklarda Türk Gıda Kodeksinin balıkta istediğı kurşun düzeyleri yakalanabilir demektir.

Böylece, Türk Gıda Kodeksi gıda maddelerindeki bulaşanların maksimum limitleri hakkındaki tebliğı gereğı tüm balık etinde kurşun (Pb) için maksimum limit değeri olan 0.30 mg/kg yaş ağırlık düzeyinin sağlanması zeolit ile gerçekleştirilebilir.

Canlıların ağır metal kirliliğine maruz kalmaması için; tarımsal ilaçların dikkatli kullanılması, yerleşim birimlerinin ve sanayi tesislerinin su kaynaklarına uzak olması gerekir.

6. KAYNAKLAR

- Abdulla, M., Chmielnicka, J. 1990. New aspects of the distribution and metabolism of essential trace elements after exposure to toxic metals. *Biological Trace Element Research* 23, 25-53.
- Ali, B. A., Al-Ogaily, S. M., Al-Asgah, N. A., Gropp, J. 2003. Effect of sublethal concentrations of copper on the growth performance of *Oreochromis niloticus*. *Journal of Applied Ichthyology* 19, 183-188.
- Allen, P. 1994. Accumulation profiles of lead and the influence of cadmium and mercury in *Oreochromis aureus* (Steindachner) during chronic exposure. *Toxicology of Environmental Chemistry* 44, 101-112.
- Al-Yousuf, M. H., El-Shahawi, M. S. and Al-Gharis, S. M. 2000. Trace Metals in Liver, Skin and Muscle of *Lethrinus lentjan* Fish Species in Relation to Body Length and Sex. *The Science of Total Environment* 256, 87-94.
- Anderson, M. B., Preslan, J. E., Jolibois, L., Bollinger, J. E., Gerge, W. J. 1997. Bioaccumulation of lead nitrate in red swamp clayfish (*Procambarus clarkii*). *Journal of Hazardous Materials* 54, 15-29.
- Anonymous III., 2006. Zeolit nedir? <http://www.zeoliteproducer.com/rotamintr.html>
- Aral, N., Gunay, A., Serimoglu, O., Cali, M., Debik, E. 1999. Ammonia removal from aqueous solution by ion exchange using natural zeolite. *Fresenius Environmental Bulletin* 8, 344-349.
- Babel, S., Kurniawan, T. A. 2003. A Research study on Cr (VI) removal from contaminated wastewater using natural zeolite. *Ion Exchange* 14, 289-292.
- Baden, S. P., Eriksson, S. P., Gerhardt, L. 1999. Accumulation and elimination kinetics of manganese from different tissues of the Norway Lobster *Nephrops norvegicus* (L.). *Aquatic Toxicology* 46, 127-137.
- Beaumont, A. R., Tserpes, G., Budd, M. D. 1995. Some effects of copper on the Veliger larvae of the Mussel *Mytilus edulis* and the Scallop *Pecten maximus* (Mollusca, Bivalvia). *Marine Environmental Research* 21, 299-309.
- Berman, E. 1980. Copper in Toxic Metals and Their Analysis. 12, p. 88-100, Heyden&Son Ltd, London.

- Bervoets, L., Campenhout, K.V., Reynders, H., Knapen, D., Covaci, A., and Blust, R. 2009. Bioaccumulation of Micropollutants and Biomarker Responses in Caged Carp (*Cyprinus carpio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, 720-728.
- Blasco, J., Puppo, J. 1999. Effects of heavy metals (Cu, Cd and Pb) on aspartate and alanine aminotransferase in *Ruditapes philippinarum* (Mollusca: Bivalvia). *Comparative Biochemistry of Physiology Part C* 122, 253-263.
- Blevins, R. D., Pancorbo, O. C. 1986. Metal concentrations in muscle of fish from aquatic systems in East Tennessee, U. S. A. *Water Air and Soil Pollution* 29, 361-371.
- Buckley, J. T., Roch, M., McCarter, J. A., Rendell, C. A., Matherson, A. T. 1982. Chronic exposure of Coho Salmon to sublethal concentrations of copper-I. Effects of growth, on accumulation and distribution of copper and on copper tolerance. *Comparative Biochemistry of Physiology* 72(1), 15-19.
- Burden, V.M., Sandheinrich, M. B., Caldwell, C. A. 1998. Effects of lead on the growth and δ -aminolevulinic acid dehydratase activity of juvenile Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Environmental Pollution* 101, 285-289.
- Campana, O., Sarasquete, C., Blasco, J. 2003. Effect of lead on ALA-D activity, metallothionein levels, and lipid peroxidation in blood, kidney, and liver of the Toadfish *Halobatrachus didactylus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 55, 116-125.
- Cinier, C. D. C., Petit-Ramel, M., Faure, R., Garin, D., Bouvet, Y. 1999. Kinetics of cadmium accumulation and elimination in carp *Cyprinus carpio* tissues. *Comparative Biochemistry and Physiology* 122, 345-352.
- Chaurasia, M. K., Jain, S. K. 2006. Natural zeolite mediated mercury toxicity in fish. *Asian Journal of Experimental Science* 20(2), 303-308
- Cogun, H. Y., Kargin, F. And Yuzereroglu T. A. 2003. Accumulation of Copper and Cadmium in Small and Large Nile Tiapia *Oreochromis niloticus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 71, 8523-8528.
- Cogun, H. Y., Kargin, F. 2004. Effects of pH on the mortality and accumulation of copper in tissues of *Oreochromis niloticus*. *Chemosphere* 55, 277-282.
- Collvin, L. 1984. Uptake of copper in the gills and liver of Perch, *Perca fluviatilis*. *Ecological Bulletin* 36, 57-61.

- Douben, P. E. T. 1989. Uptake and elimination of waterborne cadmium by the fish *Neomacheilus barbatulus* (Stone Loach). Archives of Environmental Contamination and Toxicology 18, 576-586.
- Erickson, R. J., Benoit, D. A., Mattson, V. R., Nelson, H. P., Leonard, D. 1996. The Effects of Water Chemistry on the Toxicity of Copper to Fathead Minnows. Environmental Toxicology and Chemistry 15, 181-193.
- Flik, G. and Verbost, P. M., 1993. Calcium Transport in Fish Gills and Intestine. Journal of Experimental Biology 184, 17-29.
- Friedhein, E., Graziano, J. H., Popovac, D., Dragaric, D., Kaul, B. 1978. Treatment of lead poisoning by 2,3-dimercaptosuccinic acid. Lancet 2, 1234-1236.
- Fu, F., Wang, Q. 2011. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. Journal of Environmental Management 92, 407-418.
- Graziano, J. H., Siris, E. S., LoIacono, N., Silverberg, S. J., Turgeon, L. 1985. 2,3-Dimercaptosuccinic acid as an antidote for lead intoxication. Clinical Pharmacology & Therapeutics 37, 431-438.
- Health, A. G. 1987. Water pollution and fish physiology. p. 24, CRC Pres. Florida USA.
- Hışıl Y., 1987. Gıda maddelerinde kimyasal komaminantlarm saplanması. TOK Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, İzmir İl Kontrol Lab. Md. Genel Yayın No: 103.
- Hollis, L., Hogstrand, C., Wood, C. M. 2001. Tissue-specific cadmium accumulation, metallothionein induction, and tissue zinc and copper levels during chronic sublethal Cd exposure in juvenil Rainbow Trout. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 41, 468-474.
- Hutcinson, N. J., Sprague, J. B. 1989. Lethality of trace metal mixtures to Americans Flagfish in neutralized acid water. Arch Environ Contam Toxicol, 18, 249-254.
- Jain, S. K., Raizada, A. K., Jain, K. 1997. Protective role of zeolite on lead toxicity in freshwater fish. XIII ISEB., Monopoli, Bari, Italy.
- Jain, S. K. 1999. Protective roles of zeolite on short and long term tead toxicity in Teleost fish *Heteropneustes fossilis*. Chemosphere 39(2), 247-251.

- James, R. 2000. Effect of zeolite on reduction of cadmium level in water and improvement of haematological parameters in *Oreochromis mossambicus* (Peters). Indian Journal of Fisheries 47(1), 29-35.
- James, R., Sampath, K., Selvamani, P. 1998. Effect of EDTA on reduction of copper toxicity in *Oreochromis mossambicus*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 60, 487-493.
- James, R., Sampath, K. 2000. Effect of zeolite on the reduction of cadmium level in water and fish body and growth improvement in a catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch). Journal of Aquaculture of the Tropics 15(4), 329-338.
- Jing, G., LI, Y., XIE, L., and ZHANG, R. 2007. Different effects of Pb^{+2} and Cu^{+2} on immune and antioxidant enzyme activities in the Mantle of *Pinctada fucata*. Environmental Toxicology and Pharmacology 24, 122-128.
- Kargin, F. 1998. Metal concentrations in tissues of the freshwater fish *Capoeta barroisi* from the Seyhan River (Turkey). Water Air and Soil Pollution 60(5), 822-828.
- Kargin, F. ve Erdem, C., 1991. *Cyprinus carpio*'da Bakırın Karaciğer, Dalak, Mide, Barsak, Solungaç ve Kas Dokularındaki Birikimi. Doğa-Tr. Journal Of Zoology 15, 306-314.
- Kargin, F. ve Erdem, C., 1992. Bakır- Çinko Etkileşiminde *Tilapia nilotica* (L.)'nin Karaciğer, solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi. Doğa-Tr. Journal of Zoology 16, 343-348.
- Klavassen, C. D. 1985. Heavy metals and heavy metals antagonist. In: Gilman AG, Goddman LS, Rail TW, Murad F (Eds): The Pharmacological basis of Therapeutics. pp. 1605-1627, Mc Millan, New York, USA.
- Lacrox, G. L., Gordon, D. J., Johnstan, D. J. 1985. Effects of low environmental pH on the survival, growth, and ionic composition of postemergent Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fish Aquatic Science 42, 768-775.
- Lauren, D. J., McDonald, D. G. 1987. Acclimation to copper by Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*: Physiology. Canadian Journal of Fish Aquatic Science 44, 99-104.
- Leita, L., 1991. Heavy Metal Bioaccumulation in Lamp and Sheep Bred in Smelting and Mining Areas of Sardinia. S. W. Environmental. Contamination Toxicology, 46:887-893.

- Linde, A. R., Sanchez-Galan, S., Klein, D., Garcia-Vaquez, E., Summer, K. H. 1999. Metallthionein and heavy metals in Brown Trout (*Salmo trutta*) and European Eel (*Anguilla anguilla*): A comparative study. *Neotoxicology of Environmental Safety* 44, 168-173.
- Martin-Kleiner, I., Flegar-Mestric, Z., Zardo, R., Brejzak, D., Stanovic Janda, S., Stojkovic, R. Marusic, M., Radacic, S., Boranic, M. 2001. The effect of zeolite clinoptilolite on serum chemistry and hematopoiesis in mice. *Food and Chemisrt of Toxicology* 39, 717-727.
- Masters, G. M., 1991. Introduction to Environmental Engineering and Science, Department. Prentice-Hall International, Inc No:07632. New Jersey.
- Mazon, A. F. and Fernandez, M. N. 1999. Toxicity and Tissue Accumulation of Copper in the Tropical Freshwater Fish, *Prochilodus scrofa* (Prochilodontidae). *Bulletion of Environmental Contamination of Toxicology* 63, 797-804.
- Mc Donald, D. G., Tang, Y. and Boutilier, R. G. 1989. Acid and Ion Transfer Across the Gills of Fish: Mechanisms and Regulation. *Canadian Journal of Zoology* 67, 3046-3054.
- Mc Donald, A., Silk, L., Schwartz, M., and Playle, R.C. 2002. A lead- gill binding model to predict acute lead toxicity to Rainbow Trouur (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp. Biochem. Physiol., C.* 133, 227-242.
- Mishra, M., Jain, S. K. 2009. Effect of natural ion exchanger Chabazite for remediation of lead toxicity: an experimental study in teleost fish *Heteropneustes fossilis*. *Asian Journal of Experimental Science* 23(1), 39-44.
- Muramoto, S. 1980. Effects of complexans (EDTA, NTA And DTPA) on the exposure to high concentrations of cadmium, copper, zinc and lead. *Bulletion of Environmental Contamination of Toxicology* 25, 941-946.
- Muramoto, S. 1983. Elimination of copper from Cu-contaminated fish by long-term exposure to EDTA and fresh-water. *Journal of Environmenatl Science Health* 18(3), 455-461.
- Murphy, C. B. and Jr, Spiegel, S. J. 1983. Bioaccumulation and toxicity of heavy metals and related trace elements. *Water Pollution* 55(6), 816-821.
- Nemcsok, J. G., Hughes, G. M. 1988. The effect of copper sulphate on some biochemical parameters of Rainbow trout. *Environmental Pollution* 49, 77-85.

- Olsson, P. E., Haux, C. 1986. Increased hepatic metallothionein content correlate to cadmium accumulation in environmentally exposed Perch (*Perca fluviatilis*). *Aquatic Toxicology* 9, 231-242.
- Parlat, S. S., Yıldız, A. O., Oğuz, H. 1999. Effect of clinoptelite on performanca of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during experimental aflatoxicosis. *British Poultry Science* 40, 495-500.
- Pelgrom, S. M. G. J., Lock, R. A. C., Balm, P. H. M. And Wendelaar Bonga, S. E. 1995. Integrated Physiological Response of Tilapia, *Oreochromis mossambicus*, to Sublethal Copper Exposure. *Aquatic Toxicology* 32, 303-320.
- Petruzzelli, D., Pagano, M., Tiravanti, G., Passino, R. 1999. Lead removal and recovery from battery wastewaters by natural zeolite clinoptilolite. *Solvent Extraction and Ion Exchange* 17, 677-694.
- Playle, R. C. 1998. Modelling Metal Interactions at Fish Gills. *The Science of the Total Environment* 219, 147-163.
- Reichert, W. L., Federigh, D. A. and Malins, D. C. 1979. Uptake and Metabolism of Lead and Cadmium in Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 63, 229-234.
- Regoli, F., Orlando, E. 1994. Seasonal variation of tracemetal concentrations in the digestive gland of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*: Comparison between a polluted and a non-polluted site. *Archiev Environmental Contamination Toxicology* 27, 36-43.
- Riget, F., Dietz, R., Johansen, P. 1997. Zinc, cadmium, mercury and selenium in Greenland fish. *Bioscience Meddelelser om Grønland* 48, 1-29.
- Rogers, J.T., Richards, J. G., Wood, C. M. 2003. Ionoregulatory disruption as the toxic mechanism for lead in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology* 1-20. 64(2), 215-234.
- Ruparelia, S. G., Verma, Y., Mehta, N. S., Salyed, S. R. 1989. Lead-induced biochemical changes in freshwater fish *Oreochromis mossambicus*. *Bulletion of Environmental Contamination Toxicology* 43, 310-314.
- Rohlf, J. F., Sokal, R. R. 1969. *Statistical tables*. p. 253, W. H. Fremon And Company, San Francisco, USA.

- Schulz - Baides, M. 1974. Lead uptake from the sea water and food, and lead loss in the common Mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology* 25, 177-193.
- Semmens, M. J., Seyfarth, M. 1978. The selectivity of clinoptilolite for certain heavy metals. In, Sand LB, Mumpton FA (Eds): Natural zeolite occurrence, properties, use, pp. 517-526, Pergamon Press, Elmsford, New York.
- Sherman, J. D. 1978. Ion exchange separation with molecular sieve zeolite. AICLE symposium series, 179(74), 98-116.
- Shrivastava, S., Mishra, M., Jain, S. K. 2001. Remediation of lead toxicity in fish tissues through zeolite with reference to glycogen content. *Journal of Natcon* 13(2), 231-235.
- Skaare, J. V., 1990. Levels of Polychlorinated Biphenyls, Organochlorine Pesticides, Mercury, Cadmium, Copper, Selenium, Arsenic, and Zinc in The Harbour Seal, *Phoca Vitulina* in Norwegian Waters. *Environment Pollution*, 66:309-324.
- Simon, C. M. 1981. Design and operations of a large scale commercial penaeid shrimp hatchery. *Journal of the World Mariculture Society* 12, 322-334, 1981.
- Simons, T. T. B., Pocock, G. 1987. Lead enters bovine adrenal medullary cells through calcium channels. *Journal of Neurochemistry*, 48, 383-389.
- Sokal, R. R., Rohlf, J. F. 1969. *Biometry*. p. 776, W. H. And Freeman And Company, San Francisco, USA.
- Suresh, A., Sivaramakrishna, B., Radhakrishnaiah, K. 1995. Cadmium induced changes in ion levels and ATPase activities in the muscle of the fry and fingerlings of the freshwater fish, *Cyprinus carpio*. *Chemosphere* 30(2), 365-375.
- Tao, S., Liu, C., Dawson, R., Cao, J., Li, B. 1999. Uptake of particulate lead via the gills of fish (*Carassius auratus*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 37, 352-357.
- Tepe, Y., Akyurt, I., Ciminli, C., Mutlu, E., Çalışkan, M. 2004. Protective effect of Clinoptilolite on lead toxicity in Common Carp *Cyprinus carpio*. *Fresenius Environmental Bulletin* 13(7), 639-642.
- Thomas, D. G., Brown, M. W., Shurben, D., Solbe, J. F. D. G., Cryer, A., Kay, J. 1985. A comparison of the sequestration of cadmium and zinc in the tissues of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). Following exposure to the metals singly or in combination. *Comperative Biochemistry and Physiology* 82, 55-62.

- Tulasi, S. J., Reddy, P. U., Rao, J. V. R. 1992. Accumulation of lead and effects on total lipids and lipid derivatives in the freshwater fish *Anabas testudines*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 23, 33-38.
- Türkman, A., Aslan, Ş., Ege, I. 2001. Doğal zeolitlerle atık sulardan kurşun giderimi. *DEU Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*. 3(2), 13-19.
- Varanasi, L., Markey, D. 1978. Uptake and release of lead and cadmium in skin and mukus of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Comperative Biochemistry and Physiology* 60 C,187-191.
- Viarengo, A. 1985. Biochemical effects of trace metals. *Marine Pollution Bulletin* 16(4), 153-158.
- Web, <http://en.wikipedia.org/wiki/Zeolite> (Ekim 2011)
- Wu, R. S. S., Lam, P. K. S., Wan, K. L. 2002. Tolerance to, and avoidance of, hypoxia by the penaeid shrimp (*Metapenaeus ensis*). *Environmental Pollution* 118, 351-355.
- Wood, C. M. 1988. Acid-base and ionic exchanges at gills and kidney after exhaustive exercises in the Rainbow Trout. *Journal of Experimental Biology* 136, 461-481.
- Wood, C. M., Hogstrand, C., Galves, F. and Munger, R. S. 1996. The Physiology of Waterborne Silver Toxicity in Freshwater Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) 2. The Effects of Silver Thiosulfate. *Aquatic Toxicology* 35, 111-125
- Yaramaz, Ö., 1992. Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Basım Evi, Bornova, Ders Kitabı, 105s, İzmir.
- Yılmaz, M., Ersan, Y., Koç, E., Özen, H., Karaman, M. 2011. Toxic Effects of Cadmium Sulphate on Tissue Histopathology and Serum Protein Expression in European Chub, *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758). *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi* 17(A), 131-135.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet ŞAHİN
Doğum Yeri : Şanlıurfa
Doğum Tarihi : 11.09.1977
E posta : memed@memedsahin.com & memedsahin@gmail.com
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Okul, başlama ve mezuniyet yılı, şehir) :

Lisans : 19 Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. 1996-2001, Samsun
Yüksek Lisans : Kilis 7 Aralık Üniversitesi FEF Biyoloji Bölümü, 2009-2011

Yayın ve/veya Bildirileri:

1. Özgür FIRAT, Özge FIRAT, Hikmet Y. ÇOĞUN, Tüzin A. YÜZEREROĞLU, Ferit KARGIN, Müslüm F. ALICI, **Mehmet ŞAHİN**. Atatürk Baraj Gölü'ndeki *Chondrostoma Regium*'un Dokularındaki Metal Düzeyleri. 1. Ulusal Palandöken Toksikoloji Sempozyumu, 28-30 Mayıs 2010 Atatürk Üniversitesi Kültür Merkezi, Erzurum. 75 pp. (Poster)
2. Hikmet Y. ÇOĞUN, Özgür FIRAT, Ferit KARGIN, Özge FIRAT, Müslüm F. ALICI, **Mehmet ŞAHİN**. Karataş ve İskenderun Körfezinden Avlanan Yengeç (*Charybdis longicollis*) Dokularında Mevsimsel Ağır Metal Düzeyleri. 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-25 Haziran 2010, Denizli 592 pp.(Poster)
3. **Mehmet ŞAHİN** ve Hikmet Y. ÇOĞUN. Güvenli Gıda Tüketimi. 2. Gıda Güvenliği Kongresi, 9-10 Aralık 2010. İstanbul 67 pp. (Poster)
4. Hikmet Y. ÇOĞUN, Kıvılcım ÇAKTÜ, **Mehmet ŞAHİN**, Gönül URAS, Ahmet TOPALBEKİROĞLU, Senem ÖZDEMİR, Leyla ÇETİN, Rabia ÇAĞLAR, Murat ÇOĞUN. Gaziantep İlinin Temiz ve Kirli Bölgelerinde Kurbağa Türünde (*Rana ridibunda*) Hematolojik Parametreleri. Ekoloji 2011 Sempozyumu. 5-7 Mayıs 2011, Düzce (Bildiri). 207 pp.

5. **Mehmet ŞAHİN** ve Hikmet Y. ÇOĞUN. Tarım ve Gıda Güvenliği. GAP VI. Tarım Kongresi. Harran Üniversitesi, 09-12 Mayıs 2011, Şanlıurfa, 491-494 pp. (Poster)
6. **Mehmet ŞAHİN**. Tarım ve Gıda Güvenliği. Tabiat ve İnsan Dergisi, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Haziran 2011 Sayısı. Ankara, 30-36 pp. (Makale)
7. 2010 Yılı Nisan Dönemi KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ BAP BİRİMİ Tarafından Desteklenen Proje:Civa-Selenyum etkileşiminin *Oreochromis niloticus* balık türünde hematolojik ve bazı biyokimyasal parametreleri üzerine etkisinin araştırılması, Yardımcı Araştırmacı **Mehmet ŞAHİN** (proje no:200/01)
8. 2011 Yılı Nisan Dönemi KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ BAP BİRİMİ Tarafından Desteklenen Proje: Zeolitin *Oreochromis niloticus* balık türünde Kurşun Toksikitesi Üzerine Koruyucu Etkisi, Yardımcı Araştırmacı **Mehmet ŞAHİN** (Lisansüstü Tez Projeleri, LTP, 2011/1/LTP05)
9. KOSGEB Hibe İçerikli Kobi Projeleri (www.kobiodaklihizmet.com)
10. Hikmet Y. ÇOĞUN, **Mehmet ŞAHİN**, Özgür FIRAT, Tüzün A. YÜZEREROĞLU, Gülbin GÖK, Ferit KARGIN. Gaziantep İlinde Temin Ve Kirli Bölgelerden Toplanan Kurbağa Türünde (*Rana ridibunda*) Ağır Metal Düzeyleri. X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 04-07 Ekim 2011, Çanakkale. pp (poster)
11. Hikmet Y. ÇOĞUN, **Mehmet ŞAHİN**, Ahmet TOPALBEKİROĞLU, Gönül URAS, Özgür FIRAT, Utku GÜNER, Tüzün A. YÜZEREROĞLU, Gülbin GÖK, Ferit KARGIN. 2011. Mersin Körfezinde *Penaeus semiculatis*'un Dokularında Ağır Metal Konsantrasyonları / Concentration of heavy metals in *Penaeus semiculatis* Tissue at Mersin Gulf. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Sciences 2 (1), 4 25-33.
12. **Mehmet ŞAHİN**, Hikmet Y. ÇOĞUN. Doğal zeolitlerin hayvansal üretimde yem kalitesi üzerine etkileri. ULUSLARARASI DIŞ TİCARET VE TARIM STRATEJİLERİ SEMPOZYUMU. 8-10 Aralık 2011, Kilis (Sözlü Bildiri).
13. Hikmet Y. ÇOĞUN, **Mehmet ŞAHİN**. Nil Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)'da Kurşun Toksikitesinin Azaltılmasında Zeolitin Etkisi. Kafkas Üniviveritesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi / Science Citation Index (Makale Kodu /Article Code: KVFD-2011-5170) 18, 1, 2012