

**DOĞAL BİR ADSORBAN OLAN KLİNOPTİLOLİTİN
CYPRINUS CARPIO 'DA BAZI HEMATOLOJİK
PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OKAY OĐUZZTÜRK

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI**

**MERSİN
ARALIK- 2017**

**DOĞAL BİR ADSORBAN OLAN KLİNOPTİLOLİTİN
CYPRINUS CARPIO 'DA BAZI HEMATOLOJİK
PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OKAY OĞUZTÜRK

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SU ÜRÜNLERİ
ANABİLİM DALI**

**Danışman
Prof. Dr. Bedii CİCİK**

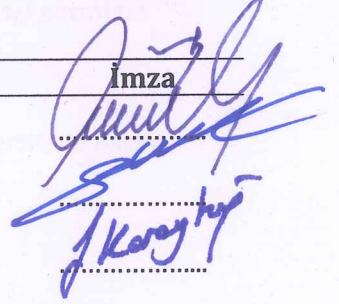
**İkinci Danışman
Doç. Dr. Nuray ÇİFTÇİ**

**MERSİN
ARALIK- 2017**

ONAY

Okay Oğuztürk tarafından Prof. Dr. Bedii CİCİK danışmanlığında ve Doç. Dr. Nuray ÇİFTÇİ ikinci danışmanlığında hazırlanan "Doğal Bir Adsorban Olan Klinoptilolit *Cyprinus carpio*'da Bazı Hematolojik Parametreler Üzerine Etkisi" başlıklı çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından 22.12.2017 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda oy birliği/cokluğu ile Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Görevi	Ünvanı, Adı ve Soyadı
Başkan	Prof.Dr. Bedii CİCİK
Üye	Prof.Dr. Cahit ERDEM
Üye	Doç.Dr. Sahire KARAYTUĞ

İmza


Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 05.01.2018 tarih ve 2018.01/...03 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. Ayla ÇELİK
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, tablo ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi

beyan ederim.

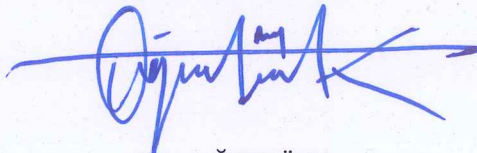
ETHICAL DECLARATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

22Aralık 2017 / 22December 2017

İmza / Signature



Okay OĞUZTÜRK

ÖZET

DOĞAL BİR ADSORBAN OLAN KLİNOPTİLOLİTİN *CYPRINUS CARPIO* 'DA BAZI HEMATOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ

Araştırmada, doğal bir şelatlayıcı ajan olan klinoptilolit (0,40 µ) 2, 4, 8, 16, 32 g/l'lik ortam derişimlerinin 3, 7, 21 ve 30 gün sürelerde, *Cyprinus carpio*'nun hematokrit düzeyi, eritrosit sayısı, ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrosit ve eritrosit nükleus alanı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İncelenen parametrelerden hematokrit düzeyinin analizinde mikrohmatokrit yöntemi, eritrosit sayısı, MCV, eritrosit ve eritrosit nükleus alanının analizinde mikroskopik yöntemler kullanılmıştır.

Eritrosit sayısı ve hematokrit düzeyinin klinoptilolit ile incelenen yüksek derişimlerinin 3 ve 7 günlük etki süreleri dışında, belirlenen süre ve derişimlerinin etkisinde kontrole göre düştüğü belirlenmiştir ($P<0,05$). MCV, eritrosit ve eritrosit nükleus alanının klinoptilolit etkisinde kontrole oranla artış gösterdiği saptanmıştır. Klinoptilolit düşük derişimleri etkisinde eritrosit sayısı, eritrosit ve eritrosit nükleus alanı 3. güne oranla incelenen sürelerde artarken, hematokrit düzeyi ile MCV düşmüştür. Klinoptilolit yüksek derişimi etkisinde ise eritrosit sayısı, eritrosit ve eritrosit nükleus alanı 3. güne oranla incelenen sürelerde düşmüş, hematokrit düzeyi ile MCV artmıştır ($P<0,05$).

Hematokrit düzeyi ile eritrosit morfolojisinde meydana gelen değişimlerin klinoptilolit uygulanan derişim ve etki süresine bağlı olarak gerek solungaç gerekse kan hücrelerinin membran permeabilitesindeki bozukluktan kaynaklanabileceği olasıdır.

Anahtar Kelimeler: *Cyprinus carpio*, klinoptilolit, adsorban, kan, hematokrit, eritrosit morfolojisi

Danışman: Prof.Dr. Bedii CİCİK, Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Mersin.

İkinci Danışman: Doç. Dr. Nuray ÇİFTÇİ, Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Mersin.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF CLINOPTILOLITE IS A NATURAL ADSORBENT ON SOME HEMOTOLOGICAL PARAMETERS IN *CYPRINUS CARPIO*

Effects of clinoptilolite which is a natural adsorbent on hematocrit, erythrocyte counts, mean corpuscular volume (MCV) erythrocyte and erythrocyte nucleus area of *C. carpio* exposed to 2, 4, 8, 16, 32 g/l clinoptilolite (0.40 μ size) during 3, 7, 21 and 30 days was studied. Hematocrit level was measured by microhematocrit method and erythrocyte count, MCV, erythrocyte and erythrocyte nucleus area were analyzed by microscopic methods.

Erythrocyte count and hematocrit levels decreased in effect of specified duration and concentrations except 3 and 7 days of exposure at high concentrations compared to control ($P<0.05$). MCV, erythrocyte and erythrocyte nucleus area increased compared to control in effects of clinoptilolite. At low concentrations of clinoptilolite, the number of erythrocytes, erythrocyte and erythrocyte nucleus area increased at the certain time compared to the 3rd day, hematocrit level and MCV decreased. At high concentrations of clinoptilolite, the number of erythrocyte count, erythrocyte and erythrocyte nucleus area decreased at the certain time compared to the 3rd day, hematocrit level and MCV increased ($P<0.05$).

The changes in hematocrit level and erythrocyte morphology depending on applied concentration and exposure time of clinoptilolite may be occur deformation of the gill epithelium and impairment of membrane permeability is possible.

Keywords: *Cyprinus carpio*, clinoptilolite, adsorbent, blood, hematocrit, erythrocyte morphology

Advisor: Prof. Bedii CİCİK, Department of Aquacultural Basic Sciences, University of Mersin.

Second Advisor: Assoc. Prof. Nuray Çiftçi, Department of Aquacultural Basic Sciences, University of Mersin.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım sırasında engin bilgi ve deneyimleri ile yardım ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Bedii CİCİK hocama saygı ve teşekkürü borç bilirim.

Deney ve analizlerimde, tez yazımında yardımları adına, ikinci danışmanım Doç. Dr. Nuray ÇİFTÇİ'ye, Anabilim dalı öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Fahri KARAYAKAR'a, üniversitemiz MEİTAM birimine ve Uzm. Sevda İLDAN ÖZMEN'e teşekkür ederim.

Bu tez Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından 2017-1-TP2-2076 kodlu proje ile desteklenmiş olup, BAPbirimine maddi desteğinden ve Rota Madencilik A.Ş ve Satış Müdürü Sayın Osman SOLMAZ'a klinoptilolit temini için çok teşekkür ederim.

Bu süreçte manevi desteğinden dolayı aileme sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	i
ONAY	ii
ETİK BEYAN	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR ve SİMGELER	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM	8
4. BULGULAR	12
5. TARTIŞMA	17
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	20
KAYNAKLAR	21
ÖZGEÇMİŞ	26

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Deney ve Kontrol Akvaryumlarındaki Suyun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	8
Tablo 4.1. <i>C. carpio</i> 'da Klinoptilolit'in Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde Eritrosit Sayısı ($\times 10^6$) Üzerine Etkisi.	12
Tablo 4.2. <i>C. carpio</i> 'da Klinoptilolit'in Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde Hematokrit Düzeyi (%) Üzerine Etkisi.	13
Tablo 4.3. <i>C. carpio</i> 'da Klinoptilolit'in Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde MCV (fl) Üzerine Etkisi.	14
Tablo 4.4. <i>C. carpio</i> 'da Klinoptilolit'in Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde Eritrosit Alanı (μm^2) Üzerine Etkisi.	15
Tablo 4.5. <i>C. carpio</i> 'da Klinoptilolit'in Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde Eritrosit Nükleus Alanı (μm^2) Üzerine Etkisi.	16

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. <i>C. carpio</i> 'da Eritrosit ve Eritrosit Nükleus Alanlarının Ölçümü	10



KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
EDTA	Etilen daimin tetra asetik asit
NTA	Nitrilotriasetikasit
MCV	Ortalama Eritrosit Hacmi (Mean Corpuscular Volume)
fl	femtolitre
ALP	Alkaline fosfataz



1. GİRİŞ

Dünyada son 50 yılda gelişen teknoloji insan hayatını büyük oranda kolaylaştırmıştır. Yaşamın sadece dokunuşlarla sürdürülebildiği, iletişimin saniyeler içerisinde gerçekleştirilebildiği günümüzde, elektrik elektronik, makine, kimya, gıda, otomotiv, tekstil gibi pek çok sanayide geliştirilen modern tasarımlar bu büyümeye ivme kazandırmaktadır. Özellikle büyük metropollerde yoğun iş temposu içerisinde olan insanlara zaman kazandıran bu gelişimler, bir taraftan doğal yaşam alanlarının yapılandırılması, diğer yandan giderek artan miktarlarda üretimde kullanılan hammaddelerin atıkları nedeniyle çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bunların yanı sıra, insanların besin gereksinimlerinin karşılanması amacıyla yapılan tarımsal uygulamalarda yaygın olarak kullanılan gübre ve pestisitler, enerji gereksinimini karşılamak amacıyla kullanılan fosil yakıtlar ve temizlik amacıyla kullanılan maddeler içerisinde yer alan toksik etkili kimyasallar kirliliğe neden olan diğer etmenlerdir [1].

Temelde antropojenik kaynaklı bu kirleticilerin yeterince arıtılmadan doğal ortamlara deşarjı doğal yaşama alanlarının fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirerek ortamda yaşayan canlıların sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Sucul ekosistemler hidrolojik döngü nedeniyle karasal ekosistemlerdeki kirleticilerin taşındığı başlıca alıcı ortamları oluşturdıklarından kirleticilerin doğrudan etkisi altında kalmaktadırlar. Ortama katılan kirleticiler, suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişime neden olarak duyarlı türlerde habitat değişimine ya da mortaliteye neden olurken, toleransı yüksek türlerde ise vücuda alınarak metabolik, fizyolojik ya da biyokimyasal değişimlere neden olurlar [1].

Kirletici etkisinde kalan su ürünlerinin avlanıp insan tüketimine sunulması insan sağlığını olumsuz yönde etkileyeceği gibi kirleticiler nedeniyle türlerin neslinin tehdit altında kalması önemli bir protein kaynağı olan su ürünleri tüketimini sınırlandıracaktır [2].

Bu nedenle ekosistemin yapısını bozacak her türlü kirleticinin ortamdan uzaklaştırılması yaşamın sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından oldukça önemlidir. Gelişmiş ülkelerde artan su kirliliğine karşı ciddi önlemler alınmaya ve bu bağlamda mevzuatlar geliştirilmeye başlanmıştır. Bunlardan en önemlisi ülkemizde hazırlanan 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı “Su Çerçeve Direktifi” olmuştur [3].

1990’lı yıllarda endüstride temiz üretim, yeşil büyüme kavramları dünya gündeminde yer almaya başlamıştır [4]. Bir yandan geliştirilen çevre politikaları, diğer yandan ekonomik

üretim sağlamak amacıyla atık ve proses sularından değerli metallerin geri kazanımı, çevre bilincinin artmasına ve kirliliğin önlenmesine katkı sağlamıştır.

Sucul ekosistemlerde kirlilik önleme amacıyla uygulanan yöntemler arasında yaygın kullanıma sahip olanlar, adsorbsiyon, sorpsiyon, kimyasal çökeltim, iyon değişimi, nötralizasyon, ters ozmoz, buharlaştırma ve membran yöntemleridir [5-9]. Son yıllarda bu uygulamalara fitoremediasyon teknikleri de katılmaktadır [10]. Bu yöntemler daha çok endüstriyel atık sularda ağır metalleri uzaklaştırma amacıyla kullanılmaktadır.

Sucul ekosistemlerde yalnız inorganik değil organik kökenli kirleticiler de önemli sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu bağlamda uygulanacak yöntemde kullanılacak hammadde seçimi önem kazanmaktadır. Mevcut mühendislik yöntemleri arasında uygulanması en etkin ve en kullanışlı yöntem adsorbsiyon ve iyon değişim yöntemleridir [11]. Bu yöntemlerde kullanılan hammaddeler arasında kil, aktif karbon, reçine, jel ve zeolit yer almaktadır. Zeolit ülkemizde oldukça geniş rezervlere sahip ve kolay elde edilebilir bir hammadde olması yansira yapısal özellikleri nedeniyle organik, inorganik ve radyoaktif atıkların adsorblanmasını sağlayarak kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılmasına yardımcı olmaktadır [12].

Zeolitler, alkali ve toprak alkali elementler içeren sulu sodyumalüminyum silikatlar ($\text{Na}_{12}[(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}]27\text{H}_2\text{O}$) ve kil mineralleridir. Adsorbsiyon, absorbsiyon ve iyon değişimi yapabilme özellikleri yanında düzenli kanal yapıları, silis içerikleri, hafiflikleri ve gözenekli yapıları nedeniyle moleküler elek olarak kullanılabilmeleri, zeoliti alternatiflerine karşı hammadde seçiminde öncelikli kılmaktadır. Zeolitin yaklaşık 50 doğal, 150 sentetik olarak üretilmiş çeşidi bulunmaktadır. Klinoptilolit doğal zeolitlerden birisi olup, ülkemizde yaygın olarak bulunmaktadır. Üretimin en önemli kısmını Balıkesir-Bigadiç yöresi oluşturmaktadır [12].

Klinoptilolitler yapısal özellikleri nedeniyle, kirlilik önleme, enerji, tarım ve hayvancılık, madencilik ve metalurji, kağıt, inşaat, deterjan, sağlık gibi pek çok sektörde yaygın kullanım alanına sahiptir [12].

Klinoptilolit kullanımı dünyada yaygın olmasına karşın ülkemizde oldukça sınırlıdır. Sanayi, tarım ve hayvancılık aktivitelerinin yoğun olduğu ve atıkların sucul ekosistemleri olumsuz yönde etkilediği günümüzde ülkemizde yürütülen kirlilik önleme çalışmalarında klinoptilolit kullanımının yaygınlaştırılması doğal rezervinin bol, maliyetinin düşük, uygulamasının pratik ve çevre dostu olması nedeniyle çevre ve insan sağlığı yanında ülke ekonomisine de katkı sağlaması bakımından önemlidir.

Sucul ortamlarda kirlilik önleme amacıyla klinoptilolit kullanımı ile ilgili olarak yürütülen çalışmalar sınırlı olduğundan klinoptilolit organizmalar bağlamında uygun derişimleri ile ilgili bilgiler de sınırlıdır [13]. Kirlilik önleme amacıyla kullanılan sentetik kompleksleştirici ajanların belirli bir derişim üzerinde balıklarda mortaliteye neden olduğuna dair bilgiler bulunmaktadır [14]. Her ne kadar doğal ve toksik kimyasal içermeyen bir hammadde olsa da klinoptilolit ortamda belirli bir derişim üzerinde suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirip değiştirmediği ve sucul organizmalar için toksik özellik taşıyıp taşımadığı ile ilgili literatürdeki açığın giderilmesi oldukça önemlidir.

Sucul ekosistemlere katılan her türlü madde belirli bir derişim üzerinde sucul organizmalarda strese neden olabilir. Stres etkisi balıklarda öncelikli olarak hematolojik parametrelerde değişime neden olur. Hematolojik parametrelerin incelenmesi balık sağlığını yansıması bakımından önem taşımaktadır.

Bu çalışma oldukça ekonomik, üretiminde toksik kimyasal madde kullanılmayan, çevre dostu ve yapısal özellikleri bakımından farklı kullanım alanlarına sahip doğal bir kompleksleştirici ajan olan klinoptilolit 2, 4, 8, 16 ve 32 g/l ortam derişimlerinin 3, 7, 21, 30 gün süreyle etkisine bırakılan *C. carpio*'nun hematokrit, eritrosit sayısı, eritrosit ve eritrosit nükleus alanı ile MCV (Mean Corpuscular Volume) gibi bazı hematolojik parametrelerinde meydana gelebilecek olası derişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

İnsan aktiviteleri sonucu oluşan atıklar ile akarsu, göl ve denizlere taşınan kirleticilerin ortamda belirli bir derişim üzerinde bulunması canlı yaşamını olumsuz etkilemektedir[15-17].

Çevre kirliliğinin en önemli yansımalarından biri olan küresel ısınmanın biyosferde meydana getirdiği değişiklikler dünyada kirlilik önleme çalışmalarına ivme kazandırmıştır [3, 4].

Kirlilik önleme çalışmalarında yürütölmekte olan yöntemler endüstri kuruluşları ile belediyelere belirli bir ekonomik yük getirdiğinden uygulamada güçlükler yaşanmaktadır. Bu nedenle daha ekonomik ve çevre dostu yöntemler geliştirilip kullanımının yaygınlaştırılmasını sağlayacak araştırmaların yürütölmesi gerekmektedir [18].

Günümüzde en etkili ve uygun mühendislik yönteminin adsorbsiyon ve iyon değışim yöntemi olduğı bildirilmektedir. Ancak buyöntemde kullanılan şelatörün ekonomik, etkili ve çevre dostu olması önem taşımaktadır[19].

Doğal adsorbanlardan kil mineralleri ve zeolit, aktif karbon, jel, reçine ve kitosana göre rezervlerinin bol, işlenmesinin kolay ve dolayısıyla ekonomik olduğı belirtilmiştir [20-23].

Adsorbanın etkin kullanımını sağlayabilmek amacıyla da şelatörlerin derişimlerinin, birbirleri ile etkileşimlerinin, asit ya da ısı işlem ile aktivasyonlarının, ortamın fizikokimyasal özelliklerinin incelendiğı çeşitli araştırmalar bulunmaktadır [24].

Ortamdaki Cu'ın uzaklaştırılmasında kilin aktive edilmiş karbona göre adsorbsiyon kapasitesinin daha yüksek olduğı bildirilmiştir [25].

Arsenik sulu çözeltisinden metal uzaklaştırılmasında asidik pH'ın adsorbsiyon kapasitesini arttırdığı bildirilmiştir [26].

Yapılan araştırmalar farklı sıcaklıklarda ısı işleminden geçen kilin doğal yapısının bozulduğunu bildirmektedir [27]. Cr (VI)'nın ortamdan uzaklaştırılmasında 200°C'de ısıtılmış kil kullanımının maksimum verim sağladığı bildirilmiştir [28].

Asit ile aktive edilmiş kil minerallerinin yüzey alanı ve gözenek hacminin artarak hidrofobik ve organofilik hale gelmesi non-iyonik organik bileşiklerin adsorbsiyonunu arttırdığı bildirilmiştir [23].

Kitosan, kil ve altın-gümüş nanopartiküllerin tek başına ve karışımları ile Cu adsorbsiyonu gerçekleştirilmiş, çalışmada kilin geniş yüzey alanı ile kitosanın ise amino ve hidroksil fonksiyonel grupları ile çok yönlü adsorbsiyon sağladığı belirtilmiştir [24].

Sucul ekosistemler organik, inorganik ve radyoaktif kirleticilerin doğrudan etkisinde kalmaktadır. Sucul ekosistemlere katılan bu kirleticilerin bir kısmı kompleksleştirici ajanlar ile birlikte askıda kalırken, yoğunluğu sudan fazla olanlar sedimentte birikirler.

Kirleticilerin canlı için en riskli grubunu oluşturan ağır metaller, yarılanma ömürlerinin uzun olması ve katılımının sürekliliği sucul organizmalar başta olmak üzere tüm trofik düzeyleri tehdit etmektedir. Ağır metallerin insanda alım yollarından birinin besin yolu ile; özellikle su ürünleri tüketimi yolu ile olduğu bildirilmiştir [29]. Bu bağlamda sucul organizmalarda adsorban etkisinin belirlenmesi çevre sağlığını ve buna bağlı olarak insan sağlığını korumak adına önem taşımaktadır.

C. carpio ile yürütülen bir araştırmada 30 µg/l kadmiyum ile 30 µg/l kadmiyum+10 mg/l zeolit etkisine bırakılan balıklarda, doku metal birikiminin zeolit etkisinde azaldığı bildirilmiştir [30].

Heteropneustes fossilis'de kurşun etkisine bırakılan balıklarda protein, glikojen ve RNA düzeylerinde düşme, büyümede yavaşlama, kolesterol düzeyinde ise artış belirlenirken, kurşunun zeolit ile birlikte etkisine bırakılan balıklarda incelenen parametrelerde kontrole göre bir değişim olmadığı belirlenmiştir [31].

Oreochromis mossambicus ile yürütülen bir araştırmada bakırın tek başına 2,14 mg/l derişimi ile bakır ve zeolit 0,5, 2, 4, 8 g/l derişimlerinin 180 gün süreyle etkisine bırakılan balıklarda, bakırın tek başına etkisinde belirlenen tüm sürelerde dokularda metal birikimi belirlenirken, 2, 4 ve 8 g/l zeolit karışımı etkisinde solungaçlarda 120. günden, zeolit tüm derişimlerinin etkisinde karaciğerde 150. günden, 2 ve 4 g/l etkisinde kas dokusunda 90. günden sonra birikim saptanmamıştır. Araştırma sonucunda 2 g/l zeolit bakır toksisitesini önlediği ve EDTA (Etilen daimin tetra asetik asit) ve NTA (Nitrilotriasetik asit)'a göre oldukça ucuz bir yöntem olduğu bildirilmiştir [32].

Kurşun-çinko (110 mg/l kurşun) içerikli endüstriyel atıksuyun, 5g aktive edilmiş klinoptilolit kolonundan geçirilmesi sonucu yüksek düzeyde kurşun gideriminin sağlandığı bildirilmiştir [33].

Klinoptilolit ve şabazit kullanılarak yapılan bir araştırmada ağır metal arıtma veriminin %99'a ulaştığı ve metal seçiciliği bakımından klinoptilolit Pb> Cu> Cd> Zn> Cr> Co> Ni, şabazitin ise Pb> Cd> Zn> Co> Cu> Ni> Cr olduğu bildirilmiştir [34].

Doğal zeolit çeşitlerinden olan klinoptilolit ve hölonditin radyonüklidlerin kirlilik önleme amacıyla ortamdaki uzaklaştırılmasını kolaylaştırdığını bildiren araştırmalar bulunmaktadır [35, 36].

Klinoptilolit 0,25 $\pm$ 0,1 mm boyutunun radyoaktif atık içeren sulardan ^{137}Cs ve ^{90}Sr 'un uzaklaştırılmasında kullanılabileceği bildirilmiştir [37].

Yer altı sularından stronsiyum uzaklaştırılması amacıyla klinoptilolit kullanıldığı ve başarılı sonuç alındığı bildirilmiştir [38].

Oncorhynchus mykiss ile yürütülen bir araştırmada lethal amonyak derişimine bırakılan balıklara zeolitin 2, 5, 10, 13 ve 15 g/l ortam derişimleri uygulanmış, 15 g/l zeolitin balıklarda mortaliteyi engellediği belirlenmiştir [39].

Klinoptilolit ortamda yer alan amonyağı adsorbe etme özelliği sucul organizmaların taşımacılığında kullanımını sağlamaktadır. Kaiser ve ark. [40] *Haplochromis obliquoidens*'lerin 48 saatlik naklinde bir grup karanfil yağı, diğer grup karanfil yağı ile 20 mg/l zeolit kullanılmış, zeolit kullanılmayan grupta amonyak derişiminin diğer gruba göre % 360 oranında daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir.

C. carpio'da akut amonyak toksistesinin 24 saat süreyle etkisinde solungaç, karaciğer ve böbrek dokularındaki histopatolojik derişimler ile serum üre düzeyi ile alkaline fosfataz (ALP) aktivitesi incelenmiş, solungaçlarda hiperemi, ödem ve anevrizma, böbrek tübül ve glomerullarında dejenerasyonlar, Bowman kapsülünde genişleme, hiperemi, tıkanma ve hemoraji, karaciğerde ise bazı bölgelerde hiperemi ve dejenerasyonlar belirlenmiştir. Serum ALP ve üre düzeyi deneme grubunda kontrole göre yüksek bulunmuştur. Araştırmada 10 g/l zeolitin mortaliteyi önlediği bildirilmiştir [41].

C. carpio ile yürütülen bir araştırmada pelet yeme % 1, 2, 3 ve 4 oranında katılan klinoptilolit balıkların canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, spesifik büyüme oranı, protein etkinlik oranı, visero somatik indeks, karkas randımanı, kondüsyon faktörü üzerine etkisinin olmadığı, kan glikoz ve üre düzeyinin azaldığı hemoglobin düzeyinin arttığı bildirilmiştir [42].

Canlı organizmada toksik kirleticilerin detoksifikasyon mekanizması şelasyonla gerçekleşir. Canlı organizmada yer alan bazimineral ve organik maddeler şelat görevi görür.. Vücuda alınan metaller mineraller ile iyonik ya da albumin, enzimler, küçük peptidler ve sistein, methionin, selenomethionin gibi aminoasitlerle koordine kovalent bağ yaparak kompleksleşirler. Metallerin biyolojik sistemlerdeki hareketleri, dokulardaki derişimi ve atılımı ile belirlenir. Şelatlanan metallerin dokulardan mobilizasyonu böbreklerden, üre, karaciğerden safra aracılığıyla atılımı ile sonuçlanır [43].

Metallerin yüksek derişimleri etkisinde canlı organizmada metal zehirlenmeleri meydana gelir. Bu durum özellikle sanayileşmiş ülkelerde önemli bir sağlık problemidir.

Günümüzde metal toksisitesini sınırlayan tek madde şelatlayıcı ajanlardır. Ancak şelatör seçimi, derişim ve etki süresinin belirlenmesi, iz element homeostazını koruyarak toksik metallerin vücuttan uzaklaştırılmasına olanak sağlamalıdır[19].

Şelatörlerin, vücutta belirli bir derişimde bulunması gereken eser elementlerin tükenmesi veya toksik metallerin diğer savunmasız dokulara yeniden taşınması gibi etkiler gösterebildikleri belirtilmiştir [44].

Dimerkaprol'un ağır metal adsorbsiyonu sırasında proteinlerin tiyol grupları ile rekabete girdikleri bildirilmiştir [44].

EDTA şelasyonunun memelilerde hipokalsemiye bağlı olarak ani kalp durmalarına neden olduğu belirtilmiştir. CaNa_2EDTA 'nın beyne Pb taşınması, DMSA'nın ise Hg şelasyonu sırasında olasılıkla civanın yeniden dağılması sonucu motor aksonlarda civa düzeyinin arttığı belirtilmiştir [43].

Hayvansal organizmalarda Ca eksikliğinin Pb ve Cd emilimini arttırdığı [45], Mg ve Zn takviyesinin ise Cd emilimini azalttığı [46] bildirilmiştir.

Memelilerde ağır metal zehirlenmesine karşı uygulanan şelasyon tedavisinde CaNa_2EDTA 'nın uygulanan derişiminin cilt lezyonlarına neden olduğu belirtilmiştir. Bu durumun şelatörün toksik kimyasal yanında iz element olan çinko adsorpsiyonuna bağlı olduğu bildirilmiştir.[47].

Yapılan araştırmalar metallerin biyolojik sistemlerden atılımına kadar geçen süreçte dolaşım sistemi içerisinde tutulmasının metalin yeniden birikimi ya da dokular arasında dolaşımı ile ilgili endişelere yol açmaktadır [48].

Şelatörün çözünürlüğünün de iz element homeostazı ve adsorbsiyon başarısında etkili olduğu bildirilmiştir. Suda çözünebilen şelatörlerin, dolaşım sistemi aracılığı ile taşınarak böbreklerden metal atılımını daha kolay gerçekleştirdiği belirtilirken, lipidlerde çözünen şelatın hücre zarından geçerekCa gibi hücre içi elementlerin şelasyonuna neden olabildiği ve daha çok safra yoluyla atıldığı belirtilmiştir [49-52].

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak 130 ± 31 gr ağırlık ve $20,5 \pm 2$ cm boyunda *C. carpio* türü balıklar kullanılmıştır. Deney hayvanları MEÜ. Su Ürünleri Fakültesi Uygulama Birimi'nde yer alan Yetiştiricilik Ünitesinden sağlanmıştır ve deneyler aynı birimin kontrollü ortam koşullarındaki Temel Bilimler Araştırma Laboratuvarı (24 ± 1 °C durağan sıcaklığa sahip 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık fotoperiyodu)'nda yürütülmüştür.

Temel Bilimler Laboratuvarına getirilen balıklar $40 \times 100 \times 40$ cm boyutlarında cam akvaryumlarda 15 gün süreyle ortam koşullarına uyum için bekletilmiştir. Adaptasyon ve deneme süresince balıklara her gün toplam biyomasın %2'si kadar hazır pelet yem verilmiştir. Havalandırılma merkezi havalandırma sistemi ile yapılmıştır.

Deneme 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür ve her tekrarda 1 adet balık kullanılmıştır. Bu amaçla 6 adet cam akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumlardan ilkinde içerisinde herhangi bir madde bulunmayan çeşme suyu konulmuş ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Diğer akvaryumlara ise sırasıyla 2, 4, 8, 16 ve 32 g/l ortam derişimlerini sağlayacak klinoptilolit eklenmiştir. Deneme, 3, 7, 21 ve 30 gün süreyle devam etmiştir. Akvaryumların her birine 12 adet balık konulmuştur ve deneme süresince toplam 72 adet balık kullanılmıştır.

Akvaryumlarda evaporasyon, presipitasyon ve adsorbsiyon gibi nedenlerle klinoptilolit derişiminde zamana bağlı derişimler olabileceğinden deney derişimleri her iki günde bir deriştirilmiş ve ortam yenilenmiştir.

Deney ve kontrol akvaryumlarındaki suyun bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri Tablo 3.1'de gösterildiği gibidir.

Tablo3.1. Deney ve Kontrol Akvaryumlarındaki Suyun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Sıcaklık	22 ± 1 °C
pH	7.4 ± 0.7
Çözünmüş Oksijen	6.6 ± 0.51 mg/l
Toplam Sertlik	225 ± 0.45 ppm CaCO_3
Alkalinite	331 ± 0.49 ppm CaCO_3

İncelenen parametrelerde strese bağlı derişimler olabileceğinden belirlenen süreler sonunda akvaryumlardan çıkartılan olan balıklar etilen glikol mono fenil eter (= fenoksietanol, $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2$; Merck) anestezik maddesi ile bayıltılmıştır ve kurutma kağıdı ile kurutulup, ölçüm ve örneklemelere hazır hale getirilmiştir. Balıkların her birinin boy ve ağırlıkları ölçüldükten sonra kan örnekleri kaudal pedinkül'ün dikey doğrultuda kesilmesi sonucunda meydana gelen kan akışı ile sağlanmıştır.

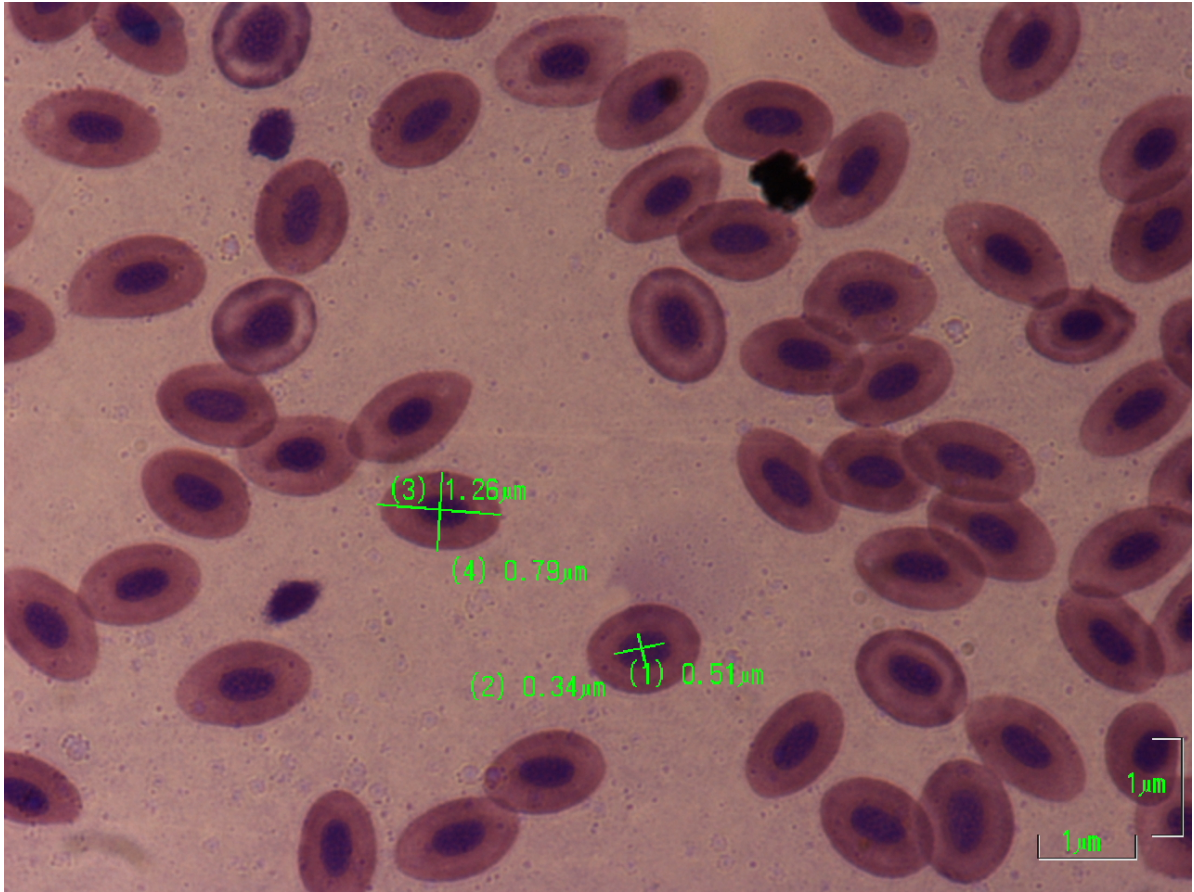
Eritrosit ve nükleus alanlarının belirlenmesinde kullanılacak yayma preparatların hazırlanması için bir damla kan lam üzerine alınmıştır, eritrosit sayısının saptanmasında kullanılacak kan örnekleri sitratlı tüplere alınmıştır, hematokrit analizinde kullanılacak örnekler ise doğrudan doğruya heparinli kılcal hematokrit pipetlerine alınıp uçları kapatılmıştır.

Eritrosit ve nükleus alanları, boyanmış yayma preparatların mikroskopta incelenmesi sırasında yapılan morfometrik ölçümler ile saptanmıştır. Boyanmış yayma preparatlarının hazırlanmasında Giemsa metodu [53] uygulanmıştır. Bu amaçla kaudal pedinkülün kesilmesi ile akan kanın ilk damlası uzaklaştırıldıktan sonra lam üzerine alınan bir damla kan çok ince tabaka halinde lam üzerine yayılmıştır ve oda ısısında kurutulmaya bırakılmıştır. Daha sonra %100'lük aseton içermeyen metanol içerisinde 2-3 dakika fikse edilip preparatlar tekrar kurutulmaya bırakılmıştır. Tespit edilip kurutulan preparatlar %10'luk Giemsa (Merck, Extrapure) boyası içerisinde 20 dakika süre ile boyandıktan sonra pH'sı 6.75 olan saf su ile iyice durulanmış ve kurutulduktan sonra mikroskopta incelemeye hazır hale getirilmiştir.

Her bir balığa ait boyanmış yayma preparatlardan en az 150 tane eritrosit ve 150 tane nükleusun uzun ve kısa kenarları Nikon marka, H550-L model araştırma mikroskobunda ölçülmüştür ve alanları aşağıda belirtilen formüllere (1, 2) göre hesaplanmıştır [54].

$$\text{Eritrosit Alanı} = \pi \frac{\text{Eritrosit Kısa Kenar}}{2} \times \frac{\text{Eritrosit Uzun Kenar}}{2} \quad (1)$$

$$\text{Eritrosit Nükleus Alanı} = \pi \frac{\text{Eritrosit Nükleus Kısa Kenar}}{2} \times \frac{\text{Eritrosit Nükleus Uzun Kenar}}{2} \quad (2)$$



Şekil 3.1. *C. carpio*'da Eritrosit ve Eritrosit Nükleus Alanlarının Ölçümü

Kan örneklerinin hematokrit düzeyleri mikrohmatokrit yöntemine göre belirlenmiştir [55]. Bu amaçla hematokrit düzeyleri belirlenecek kan örneklerini içeren bir ucu kapalı kılcal hematokrit pipetleri mikrohmatokrit santrifüjüne (Nüve, NT 715/04-3272) yerleştirilmiş ve 10.000 rpm 'de 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Süre sonunda hematokrit pipetindeki kan örnekleri; kan hücreleri ve serum olmak üzere iki faza ayrıldığı tespit edilmiştir. Hematokrit pipetlerindeki kan hücrelerinin serumu oranı hematokrit skalasında değerlendirilerek hematokrit düzeyi % olarak saptanmıştır.

Kan örneklerinin eritrosit sayısı Leica marka, CME model ışık mikroskopunda Thoma lamında sayma yöntemi ile belirlenmiştir [55]. Bu amaçla eritrosit pipetinin 1 rakamlı çizgisine kadar kan örneği, 101 rakamlı çizgisine kadar da Dacie's sıvısı [56] çekilmiştir. Sayma işleminde kullanılan Dacie's sıvısı; 10 ml formaldehit, 31,3 g trisodyum sitrat, 1,0 g brillant crysl blue tartılarak toplam hacim saf su ile 1 litreye tamamlanıp, daha sonra 40 nolu whatman kağıdından filtre edilerek hazırlanmıştır. Çözelti her analiz için taze olarak hazırlanmıştır ve koyu renkli cam şişelerde korunmuştur. Bu şekilde 1/100 oranında sulandırılan kan örnekleri, pipet ucundaki bir iki damla uzaklaştırıldıktan sonra Thoma lamına alınmış ve ışık mikroskopunun $\times 40$ büyütme objektifinde incelenmiştir. Thoma lamında her bir köşe ve ortadaki 16 'lık 5 kare

toplamda 80 küçük kare taranmıştır. Bu alandaki eritrositler sayılarak aşağıda verilen formülde yerine konulmuştur ve 1 mm³ kandaki eritrosit sayısı belirlenmiştir. Eritrosit sayısı ve MCV düzeyi aşağıda belirtilen formüller (3, 4) kullanılarak hesaplanmıştır [57, 58].

$$\text{Eritrosit sayısı} = \frac{\text{Eritrosit Hücrelerinin Sayısı} \times \text{Sulandırma Oranı}}{\text{Sayılan Küçük Kare Adedi}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{MCV} = \frac{\text{Hematokrit düzeyi}}{\text{Eritrosit sayısı}} \times 10 \quad (4)$$

Deney verilerinin istatistik analizinde SPSS paket programı kullanılmıştır ve Student Newman Keul's (SNK) testi uygulanmıştır. Hematokrit düzeyine ait veriler yüzde (%) olduğundan, istatistik analizden önce verilere Arksin transformasyonu uygulanmıştır.

4. BULGULAR

Klinoptilolit 2, 4, 8, 16 ve 32 g/l ortam derişimlerinin 3, 7, 21 ve 30 gün sürelerde etkisine bırakılan *C. carpio*'da mortalite gözlenmemiştir. Klinoptilolit uygulanan düşük derişimleri etkisinde balıklarda herhangi bir davranış değişikliği gözlenmezken, yüksek derişimler etkisinde akvaryum yüzeyine yönelme ve 25. günden sonra renk değişimi gözlenmiştir. İncelenen en yüksek derişim etkisinde disekte edilen balıkların solungaçlarında dejenerasyon ve hemoraji izlenmiştir.

C. carpio'da klinoptilolit farklı ortam derişimi ve sürelerde eritrosit sayısı üzerine etkilerine ait aritmetik ortalama ve istatistik analizleri Tablo4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1.*C. carpio*'da Klinoptilolit Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde Eritrosit Sayısı ($\times 10^6$) Üzerine Etkisi.

Klinoptilolit Derişimi (g/l)	Süre (Gün)			
	3	7	21	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$
Kontrol	1,08 $\pm$ 0,01 as	1,08 $\pm$ 0,03 as	1,17 $\pm$ 0,08 as	1,14 $\pm$ 0,05 as
2	0,77 $\pm$ 0,05 at	1,09 $\pm$ 0,03 bs	1,11 $\pm$ 0,11 bs	1,00 $\pm$ 0,01 bst
4	0,51 $\pm$ 0,04 ax	0,96 $\pm$ 0,08 bt	0,85 $\pm$ 0,01 bt	1,00 $\pm$ 0,08 bst
8	0,81 $\pm$ 0,03 at	0,85 $\pm$ 0,00 ax	0,84 $\pm$ 0,02 at	0,86 $\pm$ 0,04 at
16	0,94 $\pm$ 0,02 acy	0,71 $\pm$ 0,03 by	0,99 $\pm$ 0,01 cst	0,86 $\pm$ 0,01 at
32	1,34 $\pm$ 0,06 az	0,68 $\pm$ 0,03 by	1,00 $\pm$ 0,03 cst	1,08 $\pm$ 0,03 cst

* SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x, y ve z harfleri derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistik ayırım vardır.

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

Klinoptilolitin 32 g/l ortam derişiminin 3 gün süreyle etkisi dışında incelenen süre ve derişimlerde eritrosit sayısı kontrole göre azalmıştır. Klinoptilolitin 2 ve 4 g/l derişiminin etkisinde kalan balıklarda 3. güne oranla incelenen sürelerde eritrosit sayısının arttığı, 16 ve 32 g/l derişimin etkisinde azaldığı saptanmıştır ($P<0.05$).

C. carpio'da klinoptilolitin belirlenen derişimlerinin incelenen sürelerde hematokrit düzeyi üzerine etkilerine ait aritmetik ortalama ve istatistik analizleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Klinoptilolitin 2 g/l ortam derişiminin deneme süresi başlangıcında, 8, 16 ve 32 g/l derişimlerin ise 7 gün ve 16 g/l derişimin 30 gün süreyle etkisi hematokrit düzeyini kontrole göre arttırmıştır. İncelenen diğer süre ve derişimler etkisinde ise kontrole göre azalma saptanmıştır. Klinoptilolitin 2 g/l derişiminin etkisi dışında hematokrit düzeyi incelenen sürelerde 3. güne oranla artmıştır ($P<0.05$).

Tablo 4.2. *C. carpio*'da Klinoptilolitin Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde Hematokrit Düzeyi (%) Üzerine Etkisi.

Klinoptilolit Derişimi (g/l)	Süre (Gün)			
	3	7	21	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x}^*$	$\bar{X} \pm S\bar{x}^*$	$\bar{X} \pm S\bar{x}^*$	$\bar{X} \pm S\bar{x}^*$
Kontrol	42,5 $\pm$ 2,50as	44,0 $\pm$ 4,00as	41,0 $\pm$ 1,00as	43,0 $\pm$ 1,00as
2	55,5 $\pm$ 2,50at	41,0 $\pm$ 2,00bs	42,5 $\pm$ 1,50bs	43,0 $\pm$ 1,00bs
4	35,0 $\pm$ 1,00as	37,0 $\pm$ 1,00as	45,0 $\pm$ 1,00 bs	37,5 $\pm$ 0,50ast
8	35,5 $\pm$ 0,50as	57,0 $\pm$ 1,00 bt	34,0 $\pm$ 2,00at	35,0 $\pm$ 1,00at
16	34,0 $\pm$ 2,00as	61,0 $\pm$ 3,00bt	41,0 $\pm$ 1,00as	53,5 $\pm$ 2,50bx
32	32,5 $\pm$ 2,50as	47,0 $\pm$ 1,00 bs	40,0 $\pm$ 1,00as	33,0 $\pm$ 1,00at

* SNK; a ve b harfleri süreler; s, t ve x harfleri derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında $P< 0.05$ düzeyinde istatistik ayırım vardır.

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

C. carpio'da klinoptilolit belirlenen derişim ve sürelerde MCV üzerine etkilerine ait aritmetik ortalama ve istatistik analizleri Tablo 4.3'de gösterilmiştir. Deneme süresince klinoptilolit incelenen ortam derişimlerinin etkisinde kalan balıklarda MCV kontrole göre artarken 32 g/l'lik derişimin 3 gün süreyle etkisinde azalmıştır. Etki süreleri dikkate alındığında MCV değeri 32 g/l ortam derişimi etkisinde incelenen sürelerde 3. güne oranla artarken, diğer derişimler etkisinde azalmıştır ($P < 0.05$).

Tablo 4.3. *C. carpio*'da Klinoptilolit Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde MCV (fl) Üzerine Etkisi.

Klinoptilolit Derişimi (g/l)	Süre (Gün)			
	3	7	21	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$
Kontrol	356,0 $\pm$ 8,0as	379,5 $\pm$ 10,5 as	351,5 $\pm$ 5,5 as	363,0 $\pm$ 5,0as
2	743,0 $\pm$ 2,0at	498,0 $\pm$ 4,0bt	372,0 $\pm$ 8,0 as	512,0 $\pm$ 3,0bt
4	649,0 $\pm$ 5,0ax	386,5 $\pm$ 7,5 bs	529,5 $\pm$ 8,5 ct	355,5 $\pm$ 12,5 bs
8	417,0 $\pm$ 2,0ay	664,5 $\pm$ 1,5 bx	402,0 $\pm$ 9,0ax	406,0 $\pm$ 6,0ax
16	882,5 $\pm$ 4,5 az	850,5 $\pm$ 1,5 ay	416,0 $\pm$ 6,0 bx	574,0 $\pm$ 8,5 cy
32	316,5 $\pm$ 8,5 aw	663,5 $\pm$ 13,5 bx	427,0 $\pm$ 2,0 cx	439,0 $\pm$ 4,0 cz

* SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t, x, y, z ve w harfleri derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistik ayırım vardır.

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

C. carpio'da klinoptilolit incelenen derişim ve sürelerde eritrosit alanı üzerine etkilerine ait aritmetik ortalama ve istatistik analizleri Tablo 4.4'de gösterilmiştir. Klinoptilolit 2g/l ortam derişiminin 7 gün, 32 g/l ortam derişiminin ise 21 gün süre etkisi dışında incelenen derişim ve sürelerde eritrosit alanının kontrole göre arttığı saptanmıştır ($P < 0.05$).

Tablo 4.4. *C. carpio*'da Klinoptilolit'in Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde Eritrosit Alanı (μm^2) Üzerine Etkisi.

Klinoptilolit Derişimi (g/l)	Süre (Gün)			
	3	7	21	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$
Kontrol	0,78 $\pm$ 0,01 ast	0,74 $\pm$ 0,01 as	0,74 $\pm$ 0,02 as	0,74 $\pm$ 0,02 ast
2	0,70 $\pm$ 0,00 as	0,57 $\pm$ 0,02 bt	1,01 $\pm$ 0,05 ct	0,93 $\pm$ 0,01 cx
4	0,74 $\pm$ 0,02 ast	0,86 $\pm$ 0,01 ax	0,75 $\pm$ 0,03 as	0,85 $\pm$ 0,03 ay
8	0,77 $\pm$ 0,02 at	0,76 $\pm$ 0,00 as	0,85 $\pm$ 0,01 bs	0,74 $\pm$ 0,01 ast
16	0,83 $\pm$ 0,02 ax	0,81 $\pm$ 0,03 as	0,81 $\pm$ 0,01 as	0,68 $\pm$ 0,01 bs
32	0,74 $\pm$ 0,01 ast	0,76 $\pm$ 0,01 as	0,58 $\pm$ 0,02 bx	0,79 $\pm$ 0,00 at

* SNK; a, b ve c harfleri süreler; s, t ve x harfleri derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistik ayırım vardır.

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

C. carpio'da klinoptilolit'in incelenen derişim ve sürelerde eritrosit alanı üzerine etkilerine ait arimetrik ortalama ve istatistik analizleri Tablo 4.5'de gösterilmiştir. Klinoptilolit'in yüksek derişimlerinin 21 gün süre ile etkisi dışında incelenen derişim ve sürelerde eritrosit nükleus alanının kontrole göre arttığı saptanmıştır. Eritrosit nükleus alanı düşük derişimler etkisinde 3. güne oranla incelenen sürelerde artarken, yüksek derişimler etkisinde azalmıştır ($P < 0.05$).

Tablo 4.5.C. *C. carpio*'da Klinoptilolit'in Farklı Ortam Derişimlerinin Belirlenen Sürelerde Eritrosit Nükleus Alanı (μm^2) Üzerine Etkisi.

Klinoptilolit Derişimi (g/l)	Süre (Gün)			
	3	7	21	30
	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$	$\bar{X} \pm S\bar{x} *$
Kontrol	0,15 $\pm$ 0,002 ast	0,14 $\pm$ 0,004 ast	0,15 $\pm$ 0,002 ast	0,14 $\pm$ 0,003as
2	0,14 $\pm$ 0,003as	0,13 $\pm$ 0,003as	0,16 $\pm$ 0,011at	0,15 $\pm$ 0,006as
4	0,14 $\pm$ 0,001as	0,17 $\pm$ 0,001 bx	0,15 $\pm$ 0,001 ast	0,15 $\pm$ 0,005as
8	0,16 $\pm$ 0,00at	0,15 $\pm$ 0,001 astx	0,13 $\pm$ 0,010as	0,15 $\pm$ 0,004as
16	0,18 $\pm$ 0,007ax	0,15 $\pm$ 0,008 astx	0,13 $\pm$ 0,002bs	0,16 $\pm$ 0,003as
32	0,19 $\pm$ 0,002ay	0,16 $\pm$ 0,006btx	0,12 $\pm$ 0,001cs	0,14 $\pm$ 0,004ds

* SNK; a, b, c ve d harfleri süreler; s, t, x ve y harfleri derişimler arası ayırımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistik ayırım vardır.

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

5. TARTIŞMA

Şelatörler, kirleticilerin toksik etkilerini önlemede önemli role sahip olsalar da yapılan bir araştırmada sentetik bir şelatör olan EDTA'nın belirli bir derişim üzerinde balıklarda mortaliteye neden olduğu belirtilmiştir [14]. Çeşitli balık türleri ile yürütülen araştırmalarda klinoptilolit in amonyum [59, 60] ve ağır metal [61-63] toksisitesini önlemek amacıyla farklı derişimlerde kullanıldığı ve mortaliteye neden olmadığı bildirilmiştir. Yürütülen bu araştırmada klinoptilolit in 2, 4, 8, 16 ve 32 g/l ortam derişimlerinin 3, 7, 21 ve 30 gün sürelerde etkisine bırakılan *C. carpio*'da mortalite gözlenmemiştir. Klinoptilolit etkisinde balıklarda mortalite gözlenmemesi şelatörün doğal olmasından ve işlenmesi sırasında herhangi bir kimyasal kullanılmamasından kaynaklanabilir.

Sucul ekosistemlere katılan her türlü madde suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişime neden olur. Su kalitesinde meydana gelen değişimlere sucul organizmalar öncelikle davranışları ile tepki gösterirler. Su yüzeyine yönelme, düzensiz ya da hızlı yüzme, operkulum hareketlerinde artış, renkte koyulaşma, besin almama bunlara örnek olarak verilebilir. Akvaryum balıkları ile yürütülen bir araştırmada 2-5mm boyutundaki klinoptilolit in suda bulanıklığı artırdığı, yüksek derişimlerde ise balıkların solungaçlarında tıkanıklığa ve asfeksiye neden olduğu bildirilmiştir [64]. Bash ve ark., [65] artan bulanıklığın salmonidlerde davranış değişikliğine neden olduğunu belirtmişlerdir. *C. carpio* ile yürütülen bu araştırmada klinoptilolit in uygulanan düşük derişimleri etkisinde balıklarda herhangi bir davranış değişimigözlenmezken, yüksek derişimler etkisinde balıkların akvaryum yüzeyine yöneldiği izlenmiştir. Bu durum, yüksek derişim etkisinde artan bulanıklığın ve buna bağlı artan stres etkisi sonucu mukus salgınlmındaki artışın solungaçlarda gaz alış verişini sınırlandırarak hipoksik koşulların oluşması, dolayısıyla solunum güçlüğü ile açıklanabilir.

Solungaçlar balıkların başlıca solunum organı olup ortamla doğrudan etkileşim halinde bulunurlar. Bu nedenle toksik olmasa da ortama katılan her türlü yabancı madde etkisinde, mukus salgınlmını arttırarak ya da hiperplasi, hipertopi ve proliferasyon gibi çeşitli savunma mekanizmaları geliştirirler [66]. Bu durum solungaçlarda oksijen difüzyon mesafesini arttırarak hipoksik koşullara neden olur. Hipoksik koşullar altında artan stres ise hematolojik parametrelerde değişime yol açar [67]. *Oncorhynchus mykiss*'de askıda katı madde miktarındaki artışın [68], *Labeo rohita*'da SiO₂ nanopartiküllerinin [69], *Oreochromis nilotica*'da bakır ve kurşun gibi ağır metallerin [70] balıklarda strese ve hematolojik parametrelerde değişime neden olduğu bildirilmiştir.

Çeşitli balık türleri ile yürütülen araştırmalarda klinoptilolitin belirli bir ortam derişimine kadar (15 g/l) balıklarda histopatolojik etkiye neden olmadığı bildirilmiştir [59, 60, 71]. *C. carpio* ile yürütülen bu araştırmada da incelenen düşük derişimler etkisinde dış bakıda solungaç dokusunda herhangi bir deformasyon görülmezken, 32 g/l ortam derişiminin etkisinde kalan balıklarda solungaç filamentlerinde yapışma, erime gibi dejenerasyonlar ve hemorajigözlenmiştir. Bu durum, klinoptilolitin partikül büyüklüğü ve ortam derişimine bağlı olarak suyun solungaçlardan süzülmesi sırasında epitel dokuda sürtünme etkisiyle gelişen deformasyondan kaynaklanabilir.

Solungaç dokusunda meydana gelen deformasyonlar solunum mekanizmasını olumsuz yönde etkiler. Eritrosit sayısı, hematokrit düzeyi, MCV, eritrosit ve eritrosit nükleus alanları, metabolik ve fizyolojik değişimlerin belirlenmesinde kullanılan indikatör parametrelerdendir. Kadmiyumun sublethal ortam derişiminin etkisi *C. carpio*'da hematokrit ve eritrosit sayısında kontrole göre değişime neden olmazken MCV'yi düşürdüğü bildirilmiştir [72]. Ağır metal ile kontamine (Pb, Hg, As, Ca and Cu) göl suyunda bulunan *O. niloticus*'da eritrosit sayısı ile MCV'nin arttığı bildirilmiştir [73]. Kadmiyumun (1 ppm) tek başına etkisi *O. niloticus*'da hematokrit düzeyi ile eritrosit sayısını kontrole göre azaltırken, eritrosit ve eritrosit nükleus alanını arttırdığı, bir şelatör olan kitosan (10 ppm) ile birlikte etkisinde kalan balıklarda ise nükleus alanı dışında incelenen parametrelerde kontrole oranla herhangi bir değişim saptanmadığı bildirilmiştir [74].

C. carpio ile yürütülen bu araştırmada klinoptilolitin 32 g/l ortam derişiminin 3 gün süreyle etkisi dışında incelenen süre ve derişimlerde eritrosit sayısı kontrole göre azalmış, düşük derişimler etkisinde ise 3. güne oranla incelenen süreler etkisinde artmıştır. Eritrositler, kanın oksijen taşıma kapasitesini yansıttığından, eritrosit sayısındaki artışın, kanın oksijen taşıma kapasitesini arttırmak istemesi amacıyla feed back mekanizma ile dalak ve böbrek gibi hematopoietik dokulardan eritrosit salınımının artmasından, azalmanın ise eritrositlerin membran permeabilitesindeki bozulmalara bağlı hemodilüsyonu ile ozmotik hemolizinden kaynaklanabilir.

Klinoptilolitin 2 g/l ortam derişiminin deneme süresi başlangıcında, 8, 16 ve 32 g/l derişimlerin ise 7 gün süreyle etkisi hematokrit düzeyini kontrole göre arttırmıştır. İncelenen diğer süre ve derişimler etkisinde ise kontrole göre azalma saptanmıştır. Hematokrit, kanın şekilli elemanlarının seruma oranı olup, eritrosit sayısı ve alanı ile doğrudan ilişkilidir. Belirtilen süre ve derişimlerde hematokrit düzeyindeki artış, eritrosit alanındaki artış ile doğru orantılıdır.

Deneme süresince klinoptilolit in incelenen ortam derişimlerinin etkisinde kalan balıklarda MCV kontrole göre artarken 32 g/l'lik derişimin 3 günlük etkisinde azalmıştır. MCV'deki artış, ozmoregülasyondaki bozukluğa bağı olarak eritrositlerin su alarak şişmesinden, azalma ise maksimum ekonomi prensibine göre eritrosit salınımının azaltılmasından kaynaklanabileceğı gibi primer eritrosit sayısının olgun eritrosit sayısına oranla daha fazla olmasından da kaynaklanabilir.

Klinoptilolit in 2g/l ortam derişiminin 7 günlük etkisi dışında eritrosit alanının, 32 g/l ortam derişiminin 21 günlük etkisi dışında incelenen derişim ve sürelerde ise eritrosit ve eritrosit nükleus alanının kontrole göre arttığı saptanmıştır. Eritrosit ve eritrosit nükleus alanlarındaki değışim membran permeabilitesindeki bozulmalara bağı olarak eritrositlerin su alarak şişmesinden kaynaklanabilir.

Sonuç olarak, klinoptilolit in 32g/l'lik ortam derişimine kadar balıklarda mortaliteye neden olmadığı ancak solungaçlarda meydana gelen deformasyon nedeniyle mikronize boyutta bu derişimlerde kullanılmasının balık sağığı için uygun olmadığı belirlenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada doğal bir adsorban olan klinoptilolit 32 g/l ortam derişiminin etkisi *C. carpio*'da mortaliteye neden olmamıştır. Bu derişimin biyolojik sistemlerde öldürücü etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

Mikronize klinoptilolit, suda süspansiyon halinde dağılarak su kalitesinde fiziksel bozulmaya neden olmaktadır. Suda belirli bir derişim üzerinde bulunan mikronize klinoptilolit sucul organizmaların solungaçlarında solunum sırasında sürtünmeden kaynaklanan deformasyonlara neden olabildiği gibi boğulmalara da yol açabilir. Dolayısıyla toksik etkili olmasa da belirli bir derişim üzerinde solunum güçlüğüne bağlı boğulmalara neden olabilir.

Sonuç olarak; yüksek adsorbsiyon özelliğine sahip bu şelatörün biyolojik sistemlerde mikronize boyutta düşük derişimlerde kullanılması, ya da daha büyük boyutlarının kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1]. Agarwal, S., K. (2009). Heavy Metal Pollution. APH Publishing, New Delhi, pp270.
- [2]. Islam, Md., S., Tanaka, M. (2004). Impacts of Pollution on Coastal and Marine Ecosystem, Including Coastal and Marine Fisheries and Approach for Management: a Review and Synthesis. Marine Pollution Bulletin, 48, 624-649.
- [3]. Akkaya, C., Efeoğlu, A., Yeşil, N. (2006). Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye'de Uygulanabilirliği. TMMOB Su Politikaları Kongresi Bildiri Kitabı 1. Cilt, 195-204.
- [4]. Tütüncü, S. İ. (2012). Üretimde Kirlilik Önleme Yaklaşımı ve Devletin Konumu. Ekonomi Bilimleri Dergisi, 4 (2), 119-129. Issn: 1309-8020 (Online)
- [5]. Patterson, J. W. (1985). Industrial Wastewater Treatment Technology, 2nd ed. Stoneham, M. A. Utterworths Publishers.
- [6]. Marani, D., Macci, G., Pagano, M. (1995). Lead Precipitation in The Presence of Sulphate and Carbonate: Testing of Thermodynamic Predictions. Water Research, Vol.29, No.4, 1085-1092.
- [7]. Smith, S.R. (1996). Agricultural recycling of sewage sludge and the environment. CAB International, Wallingford, UK, pp 119-151.
- [8]. Papini, M.P., Kahie, Y.D., Troia, B., Majone, M. (1999). Adsorption of Lead at Variable pH Onto a Natural Porous Medium: Modeling of Batch and Column Experiments. Environmental Science and Technology, Vol. 33, pp. 3357-4464.
- [9]. James, R., Sampath, K. (1999). Effect of zeolite on the reduction of cadmium toxicity in water and a freshwater fish, *Oreochromis mossambicus*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 62, 222-229.
- [10]. Terzi, H., Yıldız, M. (2011). Ağır Metaller ve Fitoremediasyon: Fizyolojik ve Moleküler Mekanizmalar. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11, 1-22.
- [11]. Gisi, De, S., Lofrano, G., Grassi, M., Notarnicola, M. (2016). Characteristics and adsorption capacities of low-cost sorbents for wastewater treatment: A review. Sustainable Materials and Technologies, 9, 10-40.
- [12]. Gülen, J., Zoray, F., Arslan, S. (2012). Zeolitler ve Kullanım Alanları. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 2 (1), 63-68.
- [13]. Çoğun H.Y., Şahin M. (2012). The Effect of Zeolite on Reduction of Lead Toxicity in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758). Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18, 135-140.
- [14]. James, R., Sampath, K., Selvamani, P. (1998). Effect of EDTA on Reduction of Copper Toxicity in *Oreochromis mossambicus* (Peters). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 60 (3), 487-93.
- [15]. Koli A.K., Williams W.R., Mcclary E.B., Wright E.L., Burrell T.M. (1977). Mercury Levels in Freshwater Fish of the State of South Carolina. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 17 (1), 82-89.
- [16]. Cıçık, B. (2003). Bakır-Çinko Etkileşiminin Sazan (*Cyprinus carpio* L.)'nin Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi Üzerine Etkileri. Ekoloji Çevre Dergisi, Cilt: 12, Sayı 48, 23-36.
- [17]. Vutukuru, S.S. (2005). Acute Effects of Hexavalent Chromium on Survival, Oxygen Consumption, Hematological Parameters and Some Biochemical Profiles of the Indian Major

Carp, *Labeo rohita*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2, 456-462.

[18]. Barron, M.G., Hoffmann, D.F., Rattner, B.A., Burton, G.A., Cairns, J. (1995). Bioaccumulation and Bioconcentration in Aquatic Organisms. In: Handbook of Ecotoxicology, Lewis. Boca Raton, pp 652-666.

[19]. Sinicopi, M. S., Amantea, D., Caruso, A., Saturnino, C. (2010). Chemical and Biological Properties of Toxic Metals and Use of Chelating Agents for the Pharmacological Treatment of Metal Poisoning. Archives of Toxicology, 84, 501-520.

[20]. Akaiwa, H. (1983). Ion Exchange Based on Complexation Using a Chelating Agent-loaded Resin and its Application to Preconcentration and Radioactivation Analysis of Trace Chalcophile Elements. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Volume 84, Issue 1, pp 165-175.

[21]. Mockovciakova, A., Orolinova, Z., Skvarla, J. (2010). Enhancement of the Bentonite Sorption Properties. Journal of Hazardous Materials, Volume 180, Issues 1-3, pp 274-281.

[22]. Ni, R., Chen, Q., Ding, X. (2017). Coordinating of Thermal and Dielectric Properties Filled with Silica-coated Sulfonated Graphene Oxide Hybrids. Polymer Composites, 1-9, DOI 10.1002/pc.

[23]. Uddin, M. K. (2017). A Review on the Adsorption of Heavy Metals by Clay Minerals, with Special Focus on the Past Decade. Chemical Engineering Journal, 308, 438-462.

[24]. Azzam, E. M. S., Eshaq, G., Rabie, A. M., Bakr, A. A., Abd-Elal, A. A., El Metwally, A. E., Tawfik, S. M. (2016). Preparation and Characterization of Chitosan-clay Nanocomposites for the Removal of Cu(II) From Aqueous Solution. International Journal of Biological Macromolecules, 89, 507-517.

[25]. Zacaroni, L.M., Magriotis, Z.M., Cardoso, M.-G., Santiago, W.D., Mendonça, J.-G., Vieira, S.S., Nelson, D.L. (2015). Natural Clay and Commercial Activated Charcoal: Properties and Application for the Removal of Copper From Cachaça. Food Control, 47, 536-544.

[26]. Bentahar, Y., Hurel, C., Draoui, K., Khairoun, S., Marmier, N. (2016). Adsorptive Properties of Moroccan Clays for the Removal of Arsenic(V) From Aqueous Solution. Applied Clay Science, 119, 385-392.

[27]. Ionescu, C., Hoeck, V., Simon, V. (2011). Effect of the Temperature and the Heating Time on the Composition of an Illite-rich Clay: an XRPD study. Stud. Universit. Babes-Bolyai Phys., 56, 70.

[28]. Priyantha, N., Bandaranayaka, A. (2011). Interaction of Cr(VI) Species with Thermally Treated Brick Clay. Environmental Science and Pollution Research, 18, 75-81.

[29]. Sears, M.E. (2013). Chelation: Harnessing and Enhancing Heavy Metal Detoxification—A Review. Scientific World Journal, 219840.

[30]. Ghiasi, F., Mirzargar, S.S., Badakhshan, H., Salar A. J. (2011). Influence of Iranian Natural Zeolite on Accumulation of Cadmium in Cyprinus carpio Tissues Following Exposure to Low Concentration of Cadmium. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, Volume: 6, Issue: 6, pp 636-641.

[31]. Jain S. K. (1999). Protective Roles of Zeolite on Short and Long Term Teard Toxicity in Teleost Fish *Heteropneustes fossilis*. Chemosphere, 39 (2), 247-251.

[32]. James, R., Sampath, K., Selvamani, P. (2000). Effect of Ion-Exchanging Agent, Zeolite on Removal of Copper in Water and Improvement of Growth in *Oreochromis mossambicus* (Peters). Asian Fisheries Science, 13, 317-325.

- [33]. Aslan. Ş., Ege, İ., Türkman, A. (2001). Doğal Zeolitlerle Atıksulardan Kurşun Giderimi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 2, s. 13-19.
- [34]. Ouki, S. K., Kavannagh, M. (1999). Treatment of Metals-contaminated Wastewaters by Use of Natural Zeolites. Water Science and Technology, 39 (10-11), 115-122.
- [35]. Levy, S. S. (1992). Natural Gels in the Yucca Mountain Area, Nevada, USA. Applied Clay Science, 7, 79-85.
- [36]. Triay, I., Simmons, A., Levy, S., Nelson, S., Nuttall, H., Robinson, B., Steinkampf, W., Viani, B. (1995). Colloid-Facilitated Radionuclide Transport at Yucca Mountain: Los Alamos, New Mexico. Los Alamos National Laboratory Report LA-12779, 24.
- [37]. Elionzo, N. V., Allesteros, E., Kharisov, B. I. (2000). Cleaning of Liquid Radioactive Wastes Using Natural Zeolites. Applied Radiation and Isotopes, 52, 27-30.
- [38]. Abadzic, S., D., Ryan, J. (2001). Particle Release and Permeability Reduction in a Natural Zeolite (Clinoptilolite) and Sand Porous Medium. Environmental Science & Technology, 35, 4502-4508
- [39]. Farhangi, M., Hajimoradloo, A. M. (2011). The Effect of Zeolite (Clinoptilolite) in Removing Ammonia Lethal Concentration in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Scientific Fisheries Journal, 20 (1), 101-110.
- [40]. Kaiser, H., Brill, G., Cahill, J., Collett, P., Czypionka, K., Green, A., Orr, K., Pattrick, P., Scheepers, R., Stoiner, T., Whitehead, M.A., Yearsley, Y. (2006). Testing Clove Oil As An Anaesthetic For Long-Distance Transport Of Live Fish: The Case Of The Lake Victoria Cichlid *Haplochromis obliquidens*. Journal of Applied Ichthyology, 22, 510-514.
- [41]. Peyghan, R., Azary Takamy, G. (2002). Histopathological, Serum Enzyme, Cholesterol And Urea Changes In Experimental Acute Toxicity Of Ammonia in Common Carp *Cyprinus carpio* and Use Of Natural Zeolite For Prevention. Aquaculture International, 10, 317-325.
- [42]. Kanyılmaz, M. (2008). Sazan Yemlerine (*Cyprinus carpio* L., 1758) Farklı Oranlarda Zeolit (Klinoptilolit) Katkısının Büyüme, Vücut Kompozisyonu, Bazı Kan Parametreleri ve Bağırsak Mukoza Morfolojisi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [43]. Flora S. J.S., Pachauri, V. (2010). Chelation in Metal İntoxication. International Journal of Environmental Research and Public Health, 7, 2745-2788.
- [44]. Gerhardsson, L., Aaseth, J. (2016). Guidance for Clinical Treatment of Metal Poisoning-Use and Misuse of Chelating Agents. Chelating Therapy in the Treatment of Metal Intoxication, 313-341.
- [45]. Van Barneveld A. A., Van Den Hamer C.J. (1985) Influence of Ca and Mg on the Uptake and Deposition of Pb and Cd in Mice. Toxicology and Applied Pharmacology, 79(1), 1-10.
- [46]. Matović, V., Buha, A., Bulat, Z., Đukić-Ćosić, D. (2011) Cadmium Toxicity Revisited: Focus on Oxidative stress İnduction and Interactions with Zinc and Magnesium. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology, 62, 65-76.
- [47]. Aposhian, M. M., Maiorino, R.M., Xu, Z., Aposhian, H. V. (1996). Sodium 2,3-dimercapto-1-propanesulfonate (DMPS) Treatment does not Redistribute Lead or Mercury to the Brain of Rats. Toxicology, 109(1), 49-55.
- [48]. Rooney J. P. K., (2007). The Role of Thiols, Dithiols, Nutritional Factors and Interacting Ligands in the Toxicology of Mercury. Toxicology, 234(3), 145-156.

- [49]. Thevenod, F. (2010). Novel Aspects of Cadmium Transport in Mammalian Cells. *BioMetals*, 23 (5), 857–875.
- [50]. Bridges, C. C., Joshee, L., Zalups, R. K. (2008). Multidrug Resistance Proteins and the Renal Elimination of Inorganic Mercury Mediated by 2,3-dimercaptopropane-1-sulfonic acid and meso-2,3-dimercaptosuccinic acid. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 324 (1), 383–390.
- [51]. Bridges, C. C., Joshee, L., Zalups, R. K. (2008). MRP2 and the DMPS- and DMSA-mediated Elimination of Mercury in TR- and Control rats Exposed to Thiol S-conjugates of Inorganic Mercury. *Toxicological Sciences*, 105(1), 211–220.
- [52]. Oh, S. H., Lee, S. Y., Choi, C. H., Lee, S.H., Lim, S. C. (2009). Cadmium Adaptation is Regulated by Multidrug resistance-associated Protein-mediated akt Pathway and Metallothionein Induction. *Archives of Pharmacal Research*, 32(6), 883–891.
- [53]. Grimstone, A. V., Skaer, R. J. (1972). *Aguide Book to Microscopical Methods*. Cambridge University Press, pp 138.
- [54]. Gregory, T. R. (16 Ekim 2003). Fish Erythrocyte Sizes.02 Şubat 2009 tarihinde <http://www.genomesize.com/cellsize/fish.html> adresinden erişildi.
- [55]. Wedemeyer, G.A., Yasutake, W.T. (1977). *Clinical Methods For The Assessment of The Effects of Environmental Stress on Fish Health*. United States Technical Papers Fish Wild Services, 89, 1-18.
- [56]. Roberts, R. J. (1978). *Fish Pathology*. Bailyere Tindalla Division of Ltd. Printed in Great Britain at the University Press, Aberdeen, 318.
- [57]. Konuk, T. (1981). *Pratik Fizyoloji I*. A.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 181.
- [58]. Gürgün, V., Halkman, A. K. (1988). *Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği, Ankara, 7, 146.
- [59]. Asgharimoghadam, A., Gharedaashi, E., Montajami, S., Nekoubin, H., Salamroudi, M., Jafarian, H. (2012). Effect of Clinoptilolite Zeolite to Prevent Mortality of Beluga (*Huso huso*) by Total Ammonia Concentration. *Global Veterinaria*, 9(1), 80-84.
- [60]. Farhangi, M., Rostami-Charati, F. (2012). Increasing of Survival Rate to Acipenser Persicus by Added Clinoptilolite Zeolite in Acute Toxicity Test of Ammonia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation& Legislation International Journal of the Bioflux Society*, 5 (1), 18-22.
- [61]. 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.
- [62]. 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 Sciences*, 23 (1), 39-44.
- [63]. Ghiasi, F., Mirzargar, S.S. (2015). Pathological Effects of Cadmium and Efficiency of Natural Zeolite, Clinoptilolite, to Reduce the Cadmium Toxicity in Common Carp and its Ability to Remove Cadmium from Contaminated Water. *Research Journal for Veterinary Practitioners*, 3 (2), 36-40.
- [64]. Rubec, P. J., Cruz, F. P.(2005). Monitoring the Chain of Custody to Reduce Delayed Mortality of Net-Caught Fish in the Aquarium Trade. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, 13, 13-23.

- [65]. Bash, J., Berman, C., Bolton, S. (2001). Effects of Turbidity and Suspended Solids on Salmonids. Center for Streamside Studies, University of Washington, Seattle, WA.
- [66]. Wedemeyer, G. A., Barton, B., A., Mcleay, D. J. (1990). Stress and Acclimation. In Methods for Fish Biology (Ed. by C. B. Shreck and P. B. Boyle) American Fisheries Society, Bethesda, 451-489.
- [67]. Heath, A. G. (1995). Water Pollution and Fish Physiology. Department of Biology Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia, 4, 67-76.
- [68]. Becke, C., Steinhagen, D., Schumann, M., Brinker, A. (2017). Physiological Consequences for Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) of Short-term Exposure to Increased Suspended Solid Load. Aquacultural Engineering, Volume 78, Part A, 63-74.
- [69]. Priya, K. K., Ramesh, M., Saravanan, M., Ponpandian, N. (2015). Ecological Risk Assessment of Silicon Dioxide nanoparticles in a Freshwater Fish *Labeo rohita*: Hematology, ionoregulation and gill Na⁺/K⁺ATPase activity. Ecotoxicology and Environmental Safety, 120, 295-302.
- [70]. Çiftçi, N., Karayakar, F., Ay, Ö., Cıçık, B., Erdem, C. (2015). Effects of Copper and Lead on Some Hematological Parameters of *Oreochromis niloticus*. Fresenius Environmental Bulletin, 24(9), 2771-2775.
- [71]. Ghiasi, F., Jasour, M.S. (2012). The Effects of Natural Zeolite (Clinoptilolite) on Water Quality, Growth Performance and Nutritional Parameters of fresh water aquarium fish, Angel (*Pterophyllum scalare*). International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture, 2(3), 22-25.
- [72]. Khalesi, M. K., Abedi, Z., Behrouzi, S., Kohestan Eskandari, S. (2017). Hematological, Blood Biochemical and Histopathological Effects of Sublethal Cadmium and Lead Concentrations in Common Carp. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 20 (2), 141-150.
- [73]. Garcia, G. G., Miguel, E. J. L., Gariel, M. A. L., Mingala, C. N. (2016). The Corollary Effect of Heavy Metal Accumulation in Freshwater Ponds on the hematological Profile of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Environmental and Experimental Biology, 14, 69-73.
- [74]. Çiftçi, N., Özbay, T., Karayakar, F., Ay, Ö., Karaytuğ, S., Cıçık, B., (2013) Effects of Cadmium and Cadmium-Chitosan Mixture on Some Blood Parameters of *Oreochromis niloticus*. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 7 (21), 169-175.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Okay OĞUZTÜRK

Doğum Tarihi : 21.09.1989

E-mail : yl20152478@mersin.edu.tr

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Su Ürünleri Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2008-2013
Yüksek Lisans	Su Ürünleri Mühendisliği Temel Bilimler Anadalı	Mersin Üniversitesi	2015-....
Doktora			

Görevler :

Görev Ünvanı	Görev Yeri	Yıl
		XXXX-XXXX

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

- 1.
- 2.
- 3.