

T.C.  
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MUNZUR  
ÜNİVERSİTESİ  
2008

**KURŞUN NİTRAT ( $Pb(NO_3)_2$ ) AĞIR METALİNİN *Gammarus pulex* (L., 1758)  
ÜZERİNDEKİ AKUT TOKSİSİTESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Berçem KAZICI AKAR**

**Anabilim Dalı: Su Ürünleri**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. Rahmi AYDIN**

**TUNCELİ – 2018**

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

**KURŞUN NİTRAT (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) AĞIR METALİNİN *Gammarus pulex* (L., 1758)  
ÜZERİNDEKİ AKUT TOKSİSİTESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Berçem KAZICI AKAR**  
**(142106108)**

**Anabilim Dalı: Su Ürünleri**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. Rahmi AYDIN**

**TUNCELİ – 2018**

T.C.  
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KURŞUNNİTRAT (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) AĞIR METALİNİN *Gammarus pulex* (L., 1758)  
ÜZERİNDEKİ AKUT TOKSİSİTESİ**

**Berçem KAZICI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez / / 201. tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/ oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

**İmza:.....**

Prof. Dr. Rahmi AYDIN  
(Munzur Üniversitesi)

**DANIŞMAN**

**İmza:.....**

Prof. Dr. M.Şener URAL  
(Fırat Üniversitesi)

**ÜYE**

**İmza:.....**

Doç. Dr. Fahrettin YÜKSEL  
(Munzur Üniversitesi)

**ÜYE**

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Numan YILDIRIM  
Enstitü Müdürü  
İmza ve Mühür

**NOT:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı "Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu"ndaki hükümlere tabidir

## ÖZET

Bu çalışmada kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ )'ın *Gammarus pulex* üzerindeki 96 saat için akut toksisite etkisi belirlenmiştir. Bu amaçla kontrol grubunun yanı sıra 50, 75, 100, 200, 300 ve 400  $\mu g/L$  konsantrasyonlarında deney grupları oluşturulup, her bir deney grubuna 10 adet *G. pulex* konularak üç tekerrürlü deneysel çalışma yapılmıştır. Deneme süresince 24 saatlik periyotlar halinde canlılar kontrol edilmiş ve ölüm oranları belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonunda ortalama  $LC_{50}$  değeri  $152 \pm 13 \mu g/L$  olarak tespit edilirken, alt bant seviye değeri  $112 \pm 12 \mu g/L$  ve üst bant seviye değeri ise  $216 \pm 16 \mu g/L$  olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Gammarus pulex*, kurşun nitrat, letal konsantrasyon, akut toksisite



## ABSTRACT

### Determination of acute toxicity of Lead (Pb) on *Gammarus pulex*

In this study, the acute toxicity effect of lead nitrate ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) for 96 hours on *Gammarus pulex* was determined. For this purpose, experimental groups were formed at the concentrations of 50, 75, 100, 200, 300 and 400  $\mu\text{g/L}$  in addition to the control group, and 10 *G. pulex* were put into each experimental group and three experimental trials were carried out. During the experimental, the animals were checked at 24 hour intervals and the mortality rates were determined. At the end of the study, the mean  $\text{LC}_{50}$  value was determined as  $152 \pm 13 \mu\text{g/L}$ , while the lower band level value was  $112 \pm 12 \mu\text{g/L}$  and the upper band level value was  $216 \pm 16 \mu\text{g/L}$ .

**Key Words :** *Gammarus pulex*, lead nitrate, lethal concentration, acute toxicity

## TEŐEKKÖRLER

Yüksek lisans eğitimin süresince fikir ve görüşleriyle desteğini eksik etmeyip bana yüksek lisans yapma fırsatı veren danışmanım Sayın Prof. Dr. Rahmi AYDIN'a ve bu süreçte çalışmalarında bana yol gösteren Sayın Araş. Gör. Dr. Osman SERDAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu süre içerisinde yardımlarıyla yanımda olan değerli meslektaşım Su Ürünleri Mühendisi Nihat DERMAN'a tez çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen eşim Bayram AKAR'a teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca her anlamda beni destekleyen ve yanımda olan sevgili annem Fehime KAZICI, babam İhsan KAZICI, kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Berçem KAZICI AKAR

TUNCELİ-2018

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>TEŞEKKÜRLER</b> .....	<b>IV</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>V</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>VI</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>VII</b>
<b>RESİMLER LİSTESİ</b> .....	<b>VIII</b>
<b>SEMBOLLER LİSTESİ</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. MATERYAL METOD</b> .....	<b>6</b>
2.1. Materyal .....	6
2.1.1. <i>G. pulex</i> 'lerin toplanması .....	6
2.1.2. <i>G. pulex</i> 'lerin Laboratuvar Ortamına Adaptasyonu .....	6
2.1.3. Suyun Fiziko-Kimyasal Özellikleri.....	7
2.2. Metod .....	8
<b>3. BULGULAR</b> .....	<b>9</b>
<b>4. TARTIŞMA</b> .....	<b>12</b>
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	<b>14</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>16</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>19</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

- Şekil 3.1. Probit analiz sonucu  $LC_{50}$  değerinin dağılımı..... 10  
Şekil 3.2. Konsantrasyona bağlı ölüm oranları ..... 11



## TABLÖLAR LİSTESİ

## Sayfa No

<b>Tablo 2.1.</b> Deney konsantrasyonları .....	8
<b>Tablo 3.2.</b> Kurşun nitrat tuzunun <i>G. pulex</i> üzerindeki akut toksisite değerleri.....	10
<b>Tablo 3.3.</b> Belirlenen konsantrasyonlardaki <i>G. pulex</i> 'lerin ölüm oranları (%).....	11



## RESİMLER LİSTESİ

## Sayfa No

<b>Resim 2.1.</b> Doğadan toplanan <i>G. pulex</i> 'lerin stok akvaryumuna alınması.....	7
<b>Resim 2.2.</b> Fiziko-kimyasal testler .....	7
<b>Resim 2.3.</b> Deneme düzeneği .....	8



## SEMBOLLER LİSTESİ

(Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	Kurşun Nitrat
EC <sub>50</sub>	Etkili konsantrasyonun %50 değeri
Hct	Hematokrit
Hb	Hemoglobin
Lct	Lökosit
LC <sub>50</sub>	Akut toksisitenin %50 oranı
Zn	Çinko
Cu	Bakır
Cr	Krom
Cd	Kadmiyum
Fe	Demir
PCR	Polimeraz zincir reaksiyonu

## 1. GİRİŞ

Su, canlı yaşantısında çok önemli bir yere sahiptir. Dünya üzerindeki denizler, göller, göletler ve akarsular toplam su rezervinin 2/3'sini oluşturmaktadır. Bir yarımada olan ülkemiz iç su kaynakları yönünden zengin olmasına rağmen kullanılabilir su kaynakları oldukça azdır. Günümüzde uygun su kaynakları bulunmakta zorluk çekilirken bir yandan da mevcut kaynaklar sürekli kirlenmektedir (Atıcı, 1997).

Su, sınırlı miktarlarda bulunan bir doğal kaynaktır. Bu nedenle suyun doğal ekolojik döngüsünün bozulmasına neden olan faaliyetlerden kaçınmak gerekir. Su kirliliği; insan etkisine bağlı olarak sucul ortamlarda mevcut olan ekolojik dengenin bozulmasıyla, bu ortamların kullanımını azaltan veya kullanılamaz hale getiren su kalitesindeki olumsuz değişimdir. Günümüzde sanayileşmenin artması sonucu doğal suların ağır metallere kirlenmesi ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Ekolojik dengenin korunması ve insan sağlığı açısından protein kaynağı olan su ürünleri için kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve civa (Hg) gibi ağır metallerin etkilerinin belirlenmesi önemlidir (Görmez, 2003).

Yeryüzünde ağır metaller az miktarlarda bulunmakla beraber insan nüfusunun hızla artması ve insan nüfusunun yoğun olduğu yerlerde ve buna bağlı olarak şehirleşmenin ve sanayileşmenin daha sık olduğu yerlerde ağır metallere daha sık rastlanmaktadır. Ağır metallerin kaynağı, motorin, kömür yatakları, maden ocakları, kimyasal ve pestisitlerdir. Kurşun (Pb), Civa (Hg), Kadmiyum (Cd) vb. gibi ağır metaller deniz, göl ve tatlı sulara toz parçacıkları ve yağmur suları ile karışmaktadır (Grobler ve ark., 1989; Heath, 1995).

Gerek doğal kaynaklardan, gerekse antropojenik faktörlerin etkisi ile su ortamındaki derişimi artan ağır metaller, suda yaşayan organizmalar tarafından alınarak besin zinciri aracılığı ile üst trofik düzeylere artarak taşınabilmektedir (Hilmy ve ark., 1985; Nemsock ve Hughes, 1988). Ağır metaller, yüksek ortam derişimlerinde mortaliteye neden oldukları gibi, düşük ortam derişimlerinde suda yaşayan organizmaların çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik fonksiyonlarında bozukluklar meydana getirebilmektedirler (Moraitou-Apostolopoulou ve Verriopoulos, 1982; Heath, 1995).

Yeryüzündeki bütün varlıklar, gelişmeleri, yaşamları ve işlevleri için eser miktarda iz elementlerine ihtiyaç duyarlar. Ancak, canlılar çinko (Zn), bakır (Cu), demir (Fe) gibi iz elementlerine yaşamları için ihtiyaç duysalar da suda yaşayan organizmalarda az ya da çok konsantrasyonda olması zararlıdır. Bazı iz elementlerin çok az miktarda dahi olsa zehirli etki

yaptıkları araştırmalar sonucu ortaya çıkmış bulunmaktadış (Leland ve Kuwabara,1985; McKim, 1985; Tort ve Torres, 1988).

Pb çok sıklıkla kullanılan bir ağır metal olması yanısıra günlük hayatımıza da eşlik etmektedir. Birçok iç alanında karşımıza çıkmaması dışında en önemli ve daha çok sıklıkla karşılaştığımız bir diğer durum ise solunum yoluyla metabolizmaya alınmasını sağlayan egzoz dumanları olmaktadır (Hodson, 1988).

Atom numarası 82 olan Pb mavi grimsi renkte olup erime noktası 327°C kaynama noktası 1744 °C'dir. Doğadaki Pb genellikle sarı, parlak, sülfürlü formlarda bulunmaktadış. Organik kimyasal bileşiklerinden alkil Pb birleşikleri lipofil özellikte olup, toksikolojik açıdan önem taşırlar (Vural, 1984). Erime noktası düşük, yumuşak ve işlenmesi kolay bir metal olan Pb eski çağlardan bu yana yeryüzünde aktif ve sıklıkla kullanıldığı için kurşun zehirlenmesi vakaları da eskilere dayanmaktadır (Vural, 1984).

Suda yaşayan her canlının ağır metallere olan etkisi değişiklik gösterebilmektedir. Kimi organizmalar fazla dayanıklılık gösterirken kimi organizmalar ve canlıların toleransı düşük olmaktadır. Bu organizmanın hassas yapısı, suyun yapısı, ağır metalin yoğunluk oranına bağlı olabilir (Heath, 1995).

LC<sub>50</sub>, belirli bir zaman dilimi içerisinde toksik madde veren bir ortamda bulunan canlıların %50'sini öldüren madde miktarı olarak tanımlanır. Bu çalışmalar genellikle 24, 48, 72 ve 96 saatlik periyodlar halinde yapılır.( Çetinkaya, 2005).

Kabuklular sınıfına ait olan *G. pulex*'ler hem ekonomik hem de sucul indikatör özelliği olan canlılardır. Kabukluların büyük çoğunluğu su içerisinde, küçük bir kısmı da sucul ortamlara bağımlı olarak yaşarlar. Özellikle küçük kabuklular, su iğerisindeki yaşamın, besin zinciri bakımından çok önemli bir halkasını oluşturmaları nedeniyle oldukça önemlidirler. Kabuklular, eklem bacaklıların birincil olarak suda yaşayan tek sınıfıdır. Kabuklular kabuk değiştirme dönemlerinde hassas bir yapıya sahip olduğundan ağır metallere daha çok etkilenirler. Karasal ya da yarı karasal yaşayanlar bu uyum için çok büyük bir yapısal değişiklik göstermezler. Kabuklular iki büyük gruba ayrılırlar: Entomostraca daha çok küçük kabukluları, Malacostraca ise daha büyük kabukluları kapsamaktadır (Demirsoy, 1998). Gammaridae familyası, Amfipoda ordosu iğerinde yaşayan en ilkel üyeleri de iține alan büyük bir grubu temsil etmektedir (Barnard ve Barnard, 1983). Tatlı su birikintilerinde, derelerde, su bitkileri üzerinde veya taşların altında yaşayan Gammarus türleri, Malacostraca alt sınıfının Amfipoda ordosunun, Gammaridae familyasının, Crustacea sınıfındandır (Demirsoy, 1998). Bu grup dünya genelinde 210'dan fazla cins ve 1350'den

fazla türle temsil edilir ve bu türler genellikle tatlı sulara dağılım göstermektedirler (Barnard ve Barnard, 1983). Amfipoda'ya ait cinsler göz önünde tutulduğunda, Gammarus cinsi yüzey sularında (yer altı suları hariç) yaşayan en fazla tür sayısına sahip cins olarak dikkati çekmektedir (Karaman ve ark., 1977). Ülkemizde bugüne kadar Gammaridae familyasına ait 7 cins altında 48 takson tespit edilmiştir (Özbek ve Ustaoglu 2006).

Türkiyede bulunan *G.pulex* türlerinden birkaçı şunlardır; *G. absciscus*, *G. accolae*, *G. angarius*, *G. anatoliensis*, *G. argaeus*, *G. dorsosetosus*, *G. effultus*, *G. inopinatus*, *G. longipedis*, *G. mladeni*, *G. obnixus*, *G. odetta*, *G. osellai*, *G. pageti*, *G. pavo*, *G. pseudanatoliensis*, *G. ustaoglu*, *G. vignai* (Özbek ve Ustaoglu 2006).

Çevre kirliliğinin sucul canlılar üzerindeki etkisinin belirlenmesi üzerinde yapılmış çalışmalar;

Toramanoğlu (1998) yaptığı çalışmada omurgasız canlılardan *G. pulex*'lerde bulunan DT-diaforazın kurşun ile olan inhibisyonu araştırılmıştır. *G. pulex*'lerin DT-diaforaz aktivitesini ölçmek için farklı dozlarda Pb konsantrasyonları 96 saat muamele edilmiştir. Deneyle sonunda dozlara göre enzim aktivitesinde azalma olduğu görülmüştür.

Erdem (2002) yaptığı çalışmada omurgasız canlılardan *Gammarus spp.*'de Se-bağımlı ve Se bağımsız Glutasyon proksidaz enzimin kurşun ile olan inhibisyonu ve bazı biyokimyasal özellikleri incelenmiştir. EC<sub>50</sub> değeri *Gammarus spp.*'lara uygulanarak, kurşunun in vivo'da glutasyon peroksidazlar (GPx) üzerine olan geciktirici etkisi saptanmış ve zamana göre değişimi incelenmiştir. GPx geciktirmesinin zamana ve kurşun miktarına bağlı olarak arttığı bulunmuştur.

Güner (2005) yaptığı çalışmada Cu, Cd ve Cu-Cd etkileşiminde *Astacus leptodactylus*'un hepatopankreas, karapaks, solungaç ve kas dokularında metal birikimi ve eliminasyonu karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Cu, Cd ve bunların karışımlarına bırakılan *A. leptodactylus*'un dokularında önemli düzeyde Cu ve Cd deliminasyonun gerçekleştiği ve etkide kalma süresinin uzamasıyla dokulardaki bu metal düzeylerinin eliminasyonunun arttığı saptanmıştır.

Sarıgül (2007), *Daphnia magna* üzerine glifosat herbisitinin LC<sub>50</sub> değeri saptanmıştır. Yapmış olduğu çalışma bulgularına göre, bu herbisit *D. magna* üzerindeki etkilerini ortaya koyması yanında, sucul canlılar üzerindeki toksisitesine ilişkin veri tabanının genişletilmesine katkıda bulunulmuştur.

Baykan (2007) yaptığı çalışmada endüstri ve sanayide kullanılan ve sucul ekosistemlerde toksik etki yapan (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) metal tuzunun *D. magna* (Straus,1820)

(Cladocera, Crustacea) 24 saatlik EC<sub>50</sub> değerlerinin belirlemişlerdir. (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) 'ın 24 saatlik EC<sub>50</sub> değeri *D. magna* bireylerinde probit analiz yöntemine göre 0,44 mg/L olarak, Behrens-Karber yöntemi ile 24 saatlik EC<sub>50</sub> değerinin 0,51 mg/L olduğu saptanmıştır. Toksik maddenin konsantrasyonu arttika *D. magna* bireylerinin davranışlarında önemli değişimler olduğunu bildirmiştir.

zalp (2007)'de yaptığı araştırmaya göre histolojik değişimlerin ve E vitamininin etkilerini tatlı su amphipodu olan *G. pulex*'te çalışmıştır. alışmasında talyumun *G. pulex*'in hepatopankreatik sekasında yarattığı bozuklukları E vitaminin iyileştirici etkisi gözlemlendiğini bildirmiştir.

Timoın (2008) alışmasında *Clarias gariepinus* ve *Cyprinus carpio* türlerinin karaciğer, kas ve solungaç dokularındaki Zn, Pb, Cu, Cr, Cd ve Fe düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar belirlenen istasyonlarda kullanılan suların, anılan türler ve incelenen metaller dikkate alındığında, temiz olduğunu göstermektedir.

Uğurlu (2009) yaptığı çalışmada indoxacarb, thiamethoxam ve endosulfan içerikli  ticari insektisidin *G. kischineffensis* (Schellenberg,1937) zerindeki akut toksisitesi ve bu pestisitlerin bu canlıların solungaç dokusunda neden olduğu histopatolojik değişikliklerin incelemiştir. Yapılan alışmar sonucuna göre pestisitlerin 96 saatlik LC<sub>50</sub> değerleri indoxacarb için 20,212 mg/L, thiamethoxam 3,751 mg/L ve endosulfan için 1,861 µg/L olarak bulunmuştur.

Kocatürk Döngel (2010), Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'ın 96 saatlik LC<sub>50</sub> değerinin tespiti için 10 farklı konsantrasyon (1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 ve 45 ppm) sazan balıklarda denenmiştir. Kurşun nitratın letal konsantrasyonunun %10'una 96 saat maruz kalan sazan balıklarında hematokrit (Hct) ve lkokrit (Lct) değerlerinde önemli farklılıklar gözlenmemiş, hemoglobinin (Hb) değerinde ise artış görülmüş, total proteinde ise önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Demirci (2013), bazı yeni nesil (endosulfan, indoxacarb, thiomethoxam ve atrazin) pestisitlerin ve bu pestisitlerin kombine kullanımlarının, *G. kischineffensis* inantioksidan ve detoksifikasyon enzimleri üzerine etkilerinin incelenmesi ve bu organizmalarda bıraktığı kalıntı düzeyleri araştırmıştır. Sonuç olarak, pestisitlerin tek ve kombine kullanımlarının *G. kischineffensis*'in antioksidan ve detoksifikasyon enzimleri üzerinde etkili olduğunu gözlemiştir. Endosulfan dışındaki tüm pestisitler için kalıntı tespit edilmiştir ve sonuçların enzim cevapları ile uyumlu olduğu belirlemiştir.

Uğurlu ve ark. (2015), tiametoksamın akut toksisitesini ve *G. kischineffensis*'in solungaç dokusundaki histopatolojik etkilerini ortaya koymuşlardır. Tiametoksamın tüm

dozlarında en yaygın değişikliklerin *G. kischineffensis*'in solungaç dokusunda meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Franco ve ark. (2016), *Mytilus galloprovincialis* solungaçlarında Pb, Cd ve Cu ağır metal kirliliğinin tek ve kombine etkisini biyokimyasal açıdan inceleyerek, biyobelirteç olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır ve *M. galloprovincialis*'in biyolojik izleme programlarında kullanılabilereğini bildirmişlerdir.

Yapılan bu çalışma ile sucul ekosistemde önemli yer teşkil eden ve indikatör canlı gruplarından olan *G. pulex* bireylerinin Pb maruziyeti ile akut toksisite (LC<sub>50</sub>) değerleri belirlenerek, ağır metal kirliliğinin sucul canlı ve çevreye olan etkisinin tespiti amaçlanmıştır.



## **2. MATERYAL METOD**

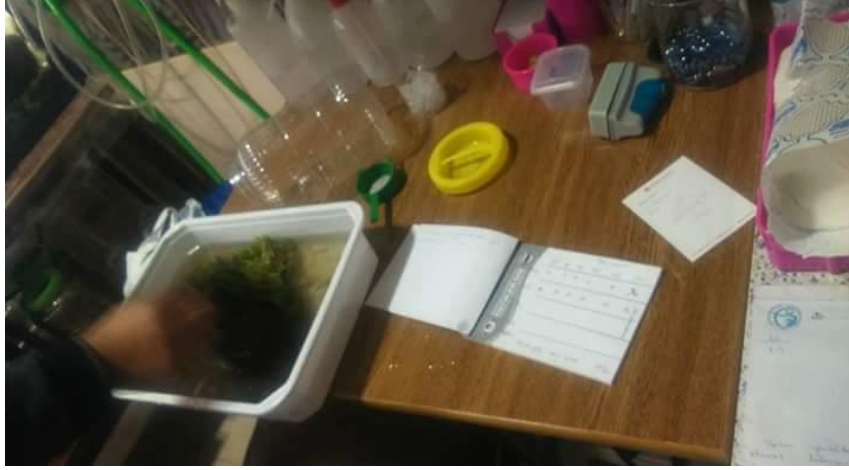
### **2.1. Materyal**

#### **2.1.1. *G. pulex*'lerin toplanması**

Yapılan bu çalışmanın canlı materyalini oluşturan *G. pulex*'ler Şubat 2016 tarihinde, 39.3318 N, 39.0647 E koordinatlarından Munzur Akarsuyu kaynağından dip kepçesi yardımıyla toplanmıştır (Resim 2.1 ve Resim 2.2). Elde edilen *G. pulex*'ler hava takviyeli akvaryumlarla Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilerek stok akvaryumlarına bırakılmıştır.

#### **2.1.2. *G. pulex*'lerin Laboratuvar Ortamına Adaptasyonu**

*G. pulex*'lerin laboratuvar koşullarına adaptasyonu için doğal yaşam ortamlarına uygun ortamlar hazırlanmıştır. Bu amaçla *G. pulex*'lerin doğal yaşam ortamından alınan sediment saf su ile yıkanarak stok akvaryumlarına konulmuştur. Üzerlerine yine *G. pulex*'lerin doğal ortamından getirilmiş su ilave edilmiştir. Stok akvaryumlarına hava motoru vasıtasıyla oksijen takviyesi yapılmıştır. Ortam aydınlatmasında 12 saat karanlık 12 saat aydınlık olacak şekilde fotoperyot kullanılmıştır. Termostatlı klima ile Akvaryumların bırakıldığı ortam sıcaklığı 18°C' de sabitlenmiştir. Adaptasyon ortamı hazırlandıktan sonra Tunceli ili Ovacık ilçesi Munzur gözelerinden toplanan *G. pulex*'ler stok akvaryumlarına konulmuştur. *G. pulex*'ler en az 15 gün laboratuvar koşullarına adaptasyona bırakılmıştır. Stok akvaryumlardaki suların %70'i haftada bir defa yenilenmiştir. *G. pulex*'lerin beslenmesi için çalı söğüt ağaç yaprakları toplanarak çürümeye bırakılmıştır.



**Resim 2.1.** Doğadan toplanan *G. pulex*'lerin stok akvaryumuna alınması

### 2.1.3. Suyun Fiziko-Kimyasal Özellikleri

*G. pulex*'lerin toplandığı Munzur Akarsuyu kaynak kısmına ait bazı fiziko-kimyasal özellikler standart titrimetrik ve spektrofotometrik yöntemlerle analiz edilerek (Tablo 2.1.) verilmiştir. Ayrıca çalışma süresince stok akvaryumunun sıcaklık, oksijen ve pH gibi değerleri ölçülmüştür.

Munzur Akarsuyunun Sıcaklık, pH, Çözünmüş oksijen, kalsiyum ( $\text{Ca}^{++}$ ) magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ ) toplam sertliği ( $\text{CaCO}_3$ ) nitrat, nitrit ve amonyum gibi fiziko-kimyasal parametreleri ölçülmüştür.



**Resim 2.2.** Fiziko-kimyasal testler

## 2.2. Metod

Yapılan bu çalışmada statik LC<sub>50</sub> toksisite testi uygulanmıştır. (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)'ın *G. pulex* üzerine LC<sub>50</sub> değerinin belirlenmesi amacıyla öncelikle aralık belirleme testi yapılmıştır. Aralık belirleme testi sonucuna göre 0 (kontrol) 50, 75, 100, 200, 300 ve 400 µg/L Pb konsantrasyonları belirlenmiştir (Tablo 2.2). LC<sub>50</sub> değeri için belirlenen konsantrasyonlar da 1 litre hacme sahip cam akvaryumlara 10'ar adet *G. pulex* kullanılarak toksisite testi uygulanmıştır (Resim 2.6). Deneysel çalışma üç tekerrürlü olarak tekrarlanmıştır.

**Tablo 2.1.** Deney konsantrasyonları

Tekerrürler	Gruplar (µg/L Pb)						
I	0,00	50	75	100	200	300	400
II	0,00	50	75	100	200	300	400
III	0,00	50	75	100	200	300	400

Yapılan deneysel çalışma 96 saat süre içerisinde sonlandırılmış, bu süre içerisinde *G. pulex*'lere besleme yapılmamıştır. Deneme süresince her bir konsantrasyon grubu 24, 48, 72 ve 96. saatlerde gözlemlenmiştir. Ölü bireyler deneme ortamından uzaklaştırılarak not edilip kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerden SPSS 24.0 paket programı probit analizi kullanılarak LC<sub>50</sub> toksisite değerleri hesaplanmıştır.



**Resim 2.3.** Deneme düzeneği

### 3. BULGULAR

*G. pulex*'lerin toplandığı Munzur Akarsuyu kaynağına ait bazı fiziko-kimyasal parametreler Tablo 3.2'de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Munzur Akarsuyu fiziko-kimyasal özellikleri

<b>Fiziko-kimyasal parametreler</b>	
<b>Sıcaklık °C</b>	7,10
<b>Ph</b>	7,19
<b>Çözünmüş oksijen mg/L</b>	11,03
<b>Kalsiyum (Ca<sup>++</sup> mg/L)</b>	34,07
<b>Magnezyum (Mg<sup>++</sup> mg/L)</b>	30,14
<b>Toplam sertlik (CaCO<sub>3</sub>mg/L)</b>	158,00
<b>Nitrat-N (mg/L)</b>	5,70
<b>Nitrit-N (mg/L)</b>	<0,02
<b>Amonyum-N (mg/L)</b>	<0,20

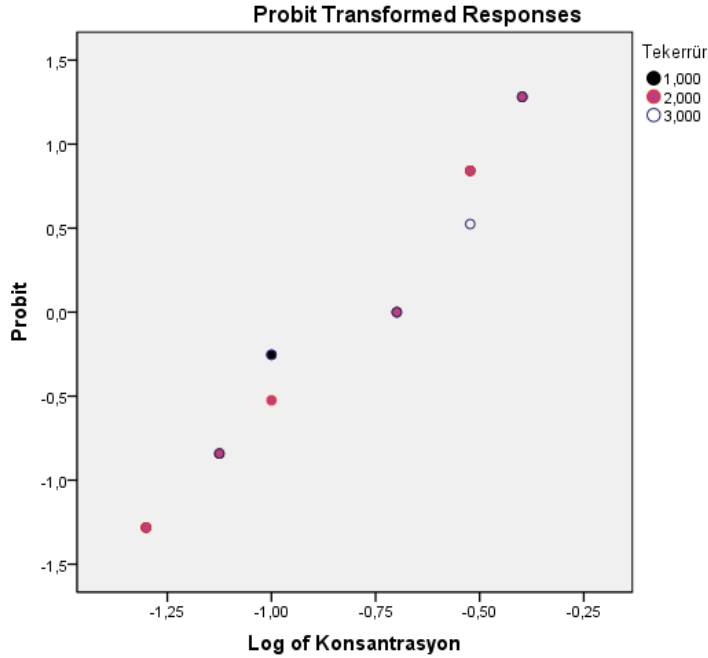
Deneysel çalışmada canlı organizmanın toplandığı sular kullanılmıştır. Stok akvaryuma ait sıcaklık değerleri günlük olarak ölçölmüştür. Sıcaklık ve oksijen değerleri sabit olacak şekilde ortam ayarlanmıştır.

Yapılan deneysel bu çalışmada Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'ın *G. pulex*'ler üzerindeki LC<sub>50</sub> değerleri belirlenmiştir. Belirlenen konsantrasyonlara ait üç tekerrürlü çalışma sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Yapılan çalışmanın üç tekerrüre ait 96 saat LC<sub>50</sub> değerleri ortalaması 152 ±13 µg/L, alt bant seviye değerleri ortalaması 112 ± 12 µg/L ve üst bant seviye değerleri ortalaması ise 216 ± 16 µg/L olarak bulunmuştur (Tablo 3.1). Probit analiz grafiği Şekil 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Kurşun nitrat tuzunun *G. pulex* üzerindeki akut toksisite değerleri

	KURŞUN NİTRAT $\mu\text{g/L}$ LC <sub>50</sub>	ALT SEVİYE $\mu\text{g/L}$ LC <sub>50</sub>	ÜST SEVİYE $\mu\text{g/L}$ LC <sub>50</sub>
I.Tekerrür	140	99	200
II.Tekerrür	150	116	218
III.Tekerrür	166	123	232
Ortalama	152 $\pm$ 13	112 $\pm$ 12	216 $\pm$ 16



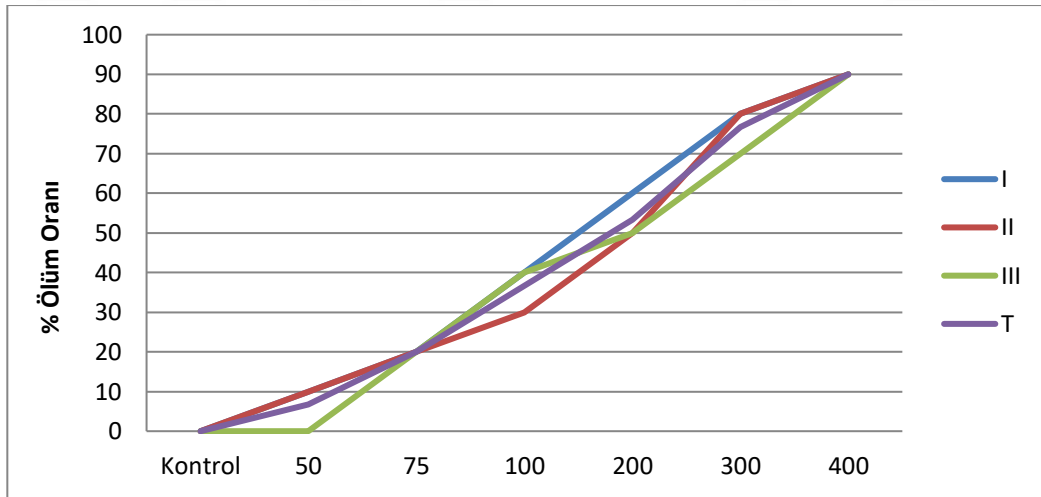
**Şekil 3.1.** Probit analiz sonucu LC<sub>50</sub> değerinin dağılımı

Belirlenen konsantrasyonlarda 96 saat sonunda ölen bireylerin yüzdelik dilimleri Tablo 3.3’de ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2.** Belirlenen konsantrasyonlardaki *G. pulex*'lerin ölüm oranları (%)

Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> konsantrasyon grupları (µg/L)	% ölüm oranları			Toplam Ölüm oranı(%)
	Tekerrürler			
	I	II	III	
Kontrol (0,00µg/L)	0	0	0	0,00
50 (µg/L)	10	10	0	6,67
75 (µg/L)	20	20	20	20,00
100 (µg/L)	40	30	40	36,67
200 (µg/L)	60	50	50	53,33
300 (µg/L)	80	80	70	76,67
400 (µg/L)	90	90	90	90,00

Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'ın 50, 75, 100, 200, 300 ve 400 µg/L konsantrasyonlarında *G. pulex* bireylerinde uygulandığında sırasıyla % 6,67; 20,00; 36,67; 53,33; 76,67 ve 90,00 oranında ölüme sebebiyet verdiği tespit edilmiştir.



**Şekil 3.2.** Konsantrasyona bağlı ölüm oranları

#### 4. TARTIŞMA

Çevreye ve su ürünlerinde toksik etkiye en çok sahip olan ağır metallerden biri olan Pb canlı organizmalar üzerinde zararlı etki göstermektedir. Pb doğada yaygın olarak bulunabilmesi ve kolay işlenebilmesi bakımından tercih edilen bir ağır metal olma özelliği taşımaktadır. Pb çevreye maden ocakları, akümülatör, piller, gübrelere, boya dökülmeleri şeklinde yayılmaktadır. Canlılar Pb'a solunum, sindirim ve deri emilim yollarıyla maruz kalınmaktadır (Grobler ve ark., 1989; Heath, 1995).

Ağır metallerin canlı organizmalar üzerindeki etkisi sıcaklık ve toksik maddelere maruz kalınan süreye bağlı olmakla birlikte canlı organizmaya ne kadar sıklık ve hangi dozlarda ağır metale maruz kaldığı bilgisi de önem arz etmektedir. Pb yumuşak bir ağır metal olduğundan erime ve kaynama noktaları da düşüktür. Canlı organizma Pb'ye az ve belli aralıklarla maruz bırakıldığında çok büyük zararlı etki ile karşılaşmamaktadır (Heath, 1995).

Sucul ortamlarda omurgasız canlı organizmaları üzerinde ağır metaller aracılığı ile akut toksisite testi uygulamak özellikle su ürünleri sektörü için büyük önem arz etmektedir.

Funck ve ark. (2013), gümüş (Ag) ağır metali uygulanan *G. fossarum*'un juvenil, yetişkin dişi ve yetişkin erkeklere ait LC<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla 1,01; 1,9 ve 2,2 µgL<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Yaptığımız bu çalışmada ise Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>'ın 50, 75, 100, 200, 300 ve 400 µg/L konsantrasyonlarında *G. pulex* bireylerinde uygulandığında sırasıyla % 6,67; 20,00; 36,67; 53,33; 76,67 ve 90,00 oranında ölüme sebebiyet verdiği tespit edilmiştir.

Manyin ve Rowe (2008), Çim karidesine yaşam döngüsü boyunca Cd konsantrasyonları uygulamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre yetişkinlerin hayatta kalma süresinin, 2,51 µgL<sup>-1</sup> Cd<sup>+2</sup> konsantrasyonun da belirgin şekilde azaldığını belirlemişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada elde edilen verilerde kurşun nitrat tuzuna maruz bırakılan *G. pulex* bireyleri çok düşük konsantrasyonlar da dahi tepki vermişti.. Az konsantrasyon oranından çok konsantrasyon oranına göre hareketlerde yavaşlama ve ölümler meydana gelmiştir. *G. pulex* bireylerinin hareketlerinde yavaşlama tespit edilmiştir.

Brooks ve Mills (2003), tatlı su amfipodu *G. pulex*'te osmoregülasyon üzerine Cu'n etkisini incelemişlerdir. Deney çözeltisi içinde 10 µgL<sup>-1</sup> veya daha üstünde olan Cu'n, solungaç Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPaz aktivitesini önemli ölçüde düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Yapılan tüm bu çalışmalarda artan ağır metal konsantrasyonlarının canlı üzerindeki etki ve mortalitenin artmasına sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Tüm bu yapılan çalışmalar birbirleri ile benzer göstermektedir.



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada elde edilen verilere göre kurşun nitrat tuzuna maruz bırakılan *G. pulex* bireyleri çok düşük konsantrasyonlarda dahi tepki vermişti. *G. pulex* bireylerinin hareketlerinde yavaşlama tespit edilmiştir.

Sucul ortamlar doğal sebepler veya insan kaynaklı sebepler olsun kirleticilerin her zaman ve sıklıkla var olduğu alanlar olup biyolojik yaşam için önem arz etmektedir. Suda yaşamlarını sürdüren canlılar özellikle balıklar çevre ile sürekli alışveriş içerisinde olup, fizyolojik ve kimyasal değişimlere duyarlıdır. Balıklar insanlarında besin kaynaklarını oluşturduklarından ağır metal kirlenmelerinde de önemlidirler.

Su ürünleri ortamlarında birden çok ağır metalin bulunmasıyla beraber metal karışımı gerçekleşir böylelikle su içerisinde tek başına vereceği etkinin üzerine çıkıp biyolojik sistemler için daha çok toksik etki yaratma ihtimali doğar.

Hayatımızı kuşatan kurşun ve diğer ağır metaller insan hayatı içinde risk taşımaktadırlar. Besin zincirini göz önünde bulundurduğumuzda zincirin ilk halkasında yer alan canlılardan en üstteki besin zincirindeki halkaya kadar yayılım gösteren kurşun, her basamakta toksik etki yapmaktadır. Birçok çeşitli yolla da insanlara kadar taşınarak toksik etkisini gösterebilmektedir. Dolayısıyla besin zincirinde bulunan her canlı ağır metal zehirlenmesine göstereceği etki çok önem taşımaktadır. Böylesi durumlarda ağır metallerin canlılar üzerindeki akut ve kronik toksisiteleri ve vücutlarındaki ağır metal birikimi ve etkilerinin araştırılması gerekmektedir.

Sonuç olarak ağır metaller ve özellikle günümüzde çok sık ve rahatlık ile temin edebildiğimiz kurşun ağır metalinden korunma yollarına gidilmelidir..

Günümüzde özellikle sanayileşmenin yoğun olduğu şehirlerde sanayi atıklarının nihai ortam olan sucul ortamlara bırakıldığı ve bu ortamlardaki canlıların çok düşük konsantrasyonlar da bile etkilendiği tespit edilmiştir. Sanayileşmiş şehirlerde atık salınım denetimlerinin çok ciddi bir şekilde yapılması önerilir.

Özellikle sucul ortamda ağır metal kirliliği canlı bireylerin vücutlarında birikerek besin zinciri vasıtasıyla sucul ortamdaki diğer canlılara hatta kuş ve insanlara aktarılmaktadır. Bu sebeple ağır metal atıklarının farklı ortamda toplanarak atıklardan ağır metal giderimi veya geri dönüşümü sağlanmalı.

Besin zincirinde alt kademede bulunan canlı vücudunda birikimleri göz önünde bulundurularak av avcı ilişkisiyle daha kompleks canlılarda daha fazla birikerek zarar etkisi akut toksisite düzeyinin üzerine çıkabilmektedir.

Ayrıca belirlenen zararlı etkinin biyolojik ve çevreci alternatif giderim yollarının araştırılması, canlılar üzerindeki toksik etkinin daha aza indirebilmesi ve gelişen dünya şartlarına göre yeni yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğu aşikârdır.

Çevresel şartların değişmesiyle sucul ortamlarda oluşan özellikle sıcaklığın değişmesiyle sulardaki birçok fiziko kimyasal parametre değişimleri göz önünde bulundurularak toksik maddelerin sucul canlılar üzerindeki etkileri güncellenmelidir.



## KAYNAKLAR

- Atıcı, T.**, 1997. Sakarya nehri kirliliği ve algler, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı 24, 28-32.
- Barnard, J.L., ve Barnard, C.M.**, 1983. "Freshwater Amphipoda of the World" *Hayfield Ass., Mt. Vernon, Va., U.S.A.* I. Evolutionary Patterns, I-VIII, IX-XVIII, 1-358; II. Handbook and Bibliography, XIX, 359- 830.
- Baykan, Ö.** 2007. Kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzunun *Daphnia magna* (Straus 1820) (Cladocera, Crustacea) üzerindeki akut toksik etkisinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. Ankara.
- Brooks, S.J. ve Mills, C.L.**, 2003. The effect of copper on osmoregulation in the freshwater amphipod *Gammarus pulex*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 135(4): 527-537
- Çetinkaya, O.** 2005. Akuatik Toksikoloji: Balık Biyodeneyleleri. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri. Karataş, M.(Ed.), Nobel Yayınevi, Ankara, 169-218.
- Demirsoy, A.** 1998. "Yaşamın Temel Kuralları, omurgasızlar = invertebrate (böcekler dışında), Cilt I-Kısım I, İkinci baskı,
- Demirci, Ö.** 2013. Çeşitli Pestisitlerin *Gammarus kischineffensis*'in Antioksidan Enzim Sistemi Ve Bazı Biyo belirteçleri Üzerine Etkisi *Doktora Tezi*, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır,
- Erdem, M.** 2002. Çeşitli Çevresel Kirleticilerin *Gammarus pulex*'deki Se-Bağımlı ve Se-Bağımsız Glutasyon Peroksidaz Enzim Aktivitelerine Olan Etkileri Ve Enzimin Bazı Biyokimyasal Özellikleri Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Franco, J.L., Trivella, D.B., Trevisan, R., Dinslaken, D.F., Marques, M.R., Bairy, A.C., Dafre, A.L.** 2016. Antioxidant status and stress proteins in the gills of the brown mussel *Perna perna* exposed to zinc. *Chemico-biological interactions*, 160(3): 232-240.
- Funck, J.A., Danger, M., Gismondi, E., Cossu-Leguille, C., Guérol, F., Felten, V.**, 2013. Behavioural and physiological responses of *Gammarus fossarum* (Crustacea Amphipoda) exposed to silver. *Aquatic toxicology*, 142: 73-84.
- Görmez, K.**, 2003. Çevre Sorunları ve Türkiye. Gazi Kitabevi. Ankara, 2003
- Grobler, E., Du Perez, H.H. ve Van Vuren, J.H.J.** 1989. The Toxic Effects of Zinc and Iron on the Routine Oxygen Consumption of *Tilapia sparmanii* (Cichilidae). *Comp. Biochem. Physiol.*, 94(1), 207-214

- Güner, U.** 2005. Bakır- Kadmiyum Etkileşiminde *Astacus leptodactylus* Hepato pankreas, Karapaks, Solungaç ve Kas Dokularında Metal Birikimi ve Eliminasyonu *Doktora Tezi*, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne,
- Heath, A.G.** 1995. Water Pollution and Fish Physiology. 2. Baskı, CRC Press Inc., Florida, 359 s.
- Hilmy, A.M., Shabana, M.B. ve Daabees, A.Y.** 1985. Bioaccumulation of Cadmium: Toxicity in *Mugil cephalus*. Comp. Biochem. Physiol., 81(C), (1), 139-143.
- Hodson, P.V.** 1988 The Effect of Metal Metabolism on Uptake, Disposition and Toxicity in Fish. Aquatic Toxicology, 11, 3-18
- Kocatürk Döngel, A.K.** 2010. Kurşun Nitratı Maruz Bırakılan Sazan Balıklarının LC<sub>50</sub> Değerinin Belirlenmesi Ve Bazı Kan Parametrelerinin İncelenmesi *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Karaman, G.S. ve Pinkster, S.** 1977. "Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda), Part I Gammarus pulex- group and related species" Bijdragen Tot de Dierkunde, 47: 1-97.
- Leland, H.V. ve Kuwabara, J.S.** 1985. Trace Metals(In) Fundamentals of Aquatic Toxicology, G.M., Rand and S.R. Petrocelli(Editör), Hemisphere New York, 374-415.
- Manyin, T. ve Rowe, C.L.** 2008. Modeling effects of cadmium on population growth of *Palaemonetes pugio*: Results of a full life cycle exposure. *Aquatic toxicology*, 88(2): 111-120.
- McKim, J.M.** 1985. Early Life Toxicity Tests(In) Fundamentals of Aquatic Toxicology, G.M., Rand and S.R., Petrocelli(Editör), Hemisphere, New York, 58-95
- Moraitou-Apostolopoulou, M. ve Verriopoulos, G.** 1982. Individual and Combined Toxicity of Three Heavy Metals; Cu, Cd and Cr for the Marine Copepod *Tisbe holothuria*. Hydrobiologia, 87,83-87
- Nemsock, J.G. ve Hughes, G.M.** 1988. The Effect of Copper Sulphate on Some Biochemical Parameters of Rainbow of Trout. Environmental Pollution, 49, 77-85
- Özalp, F.Ö.** 2007. Talyum toksisitesinin *Gammarus Pulex*'de Meydana Getirdiği ince yapı değişikliği. *Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir,
- Özbek, M. ve Ustaoglu, M.R.** 2006. "Check-list of Malacostraca (Crustacea) species of Turkish Inland Waters" *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, vol. 23(1-2): 229-234.
- Sarıgül, Z.** 2007. Herbisit Glifosatın *Daphnia* spp. Üzerine Akut Toksisitesi *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

- Timocin, Ç.** 2008. İki Farklı Balık Çiftliğinden Örneklenen *Clarias gariepinus* ve *Cyprinus carpio*'nun Solungaç, Kas ve Karaciğer Dokularında Bakır, Çinko, Demir, Krom, Kurşun ve Kadmiyum Düzeyleri *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana,
- Tort, L. ve Torres, P.** 1988. The Effects of Sublethal Concentrations of Cadmium on Haematological Parameters in the Dogfish, *Scyliorhinus canicula*. *J. Fish Biol.*, 32,277-282
- Toramanoğlu, M.** 1998 *Gammarus pulex*'te Çeşitli Çevresel Kirleticilerin Meydana Getirdikleri Enzemsal Değişiklikler *Yüksek Lisans Tezi*, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir,
- Uğurlu, P., Ünlü, E. ve Satar, E.I.** 2015 The toxicological effects of thiamethoxam on *Gammarus kischineffensis* (Schellenberg 1937) (Crustacea: Amphipoda). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 39(2): 720-726.
- Uğurlu, P.** 2009. Bazı Yeni Nesil İsektisitlerin *Gammarus kischineffensis* (Schellenberg, 1937) (Crustacea: Amphipoda) Üzerindeki Toksik Etkilerin İncelenmesi.
- Vural, N.** 1984. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ankara, 1416 s.

## ÖZGEÇMİŞ

Diyarbakır Silvan ilçesinde 1988 yılında doğdu. İlk ve orta öğretimini Diyarbakır'da tamamladı. Su Ürünleri Teknikerlik unvanını 2008-2010 yılları arasında Malatya İnönü Üniversitesi Sürgü Meslek Yüksekokulundan başarı ile mezun olarak aldı. Lisans eğitimini, 2011-2013 yılları arasında Tunceli Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliğinde tamamlayarak Su Ürünleri Mühendisi unvanını almaya hak kazandı. Yüksek lisans eğitimine yine Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda başladı.

