

ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KURŞUN NİTRAT ( $Pb(NO_3)_2$ ) METAL TUZUNUN *Daphnia magna* (Straus 1820)  
(*Cladocera, Crustacea*) ÜZERİNDEKİ AKUT TOKSİK ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI

Özge BAYKAN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANKARA  
2007

Her Hakkı Saklıdır

Doç. Dr. Ahmet ALTINDAĞ danışmanlığında, Özge BAYKAN tarafından hazırlanan Kurşun Nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) Metal Tuzunun *Daphnia magna* (Straus 1820) (*Cladocera, Crustacea*) Üzerindeki Akut Toksik Etkisinin Araştırılması konulu çalışma 23/02/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Sibel YİĞİT  
Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi  
Biyoloji Bölümü

Üye: Doç. Dr. Ahmet ALTINDAĞ  
Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi  
Biyoloji Bölümü

Üye: Doç. Dr. Ali GÜL  
Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi  
Biyoloji Öğretmenliği Bölümü

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KURŞUN NİTRAT ( $Pb(NO_3)_2$ ) METAL TUZUNUN *Daphnia magna* (Straus, 1820) (*Cladocera, Crustacea*) ÜZERİNDEKİ AKUT TOKSİK ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Özge BAYKAN

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet ALTINDAĞ

Kurşun birçok su ortamında bulunan en zehirli ağır metallere biridir. Bu çalışmada endüstri ve sanayide kullanılan ve akuatik ekosistemlerde toksik etki yapan kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzunun *Daphnia magna* (Straus,1820) (*Cladocera, Crustacea*) 24 saatlik (gerekli taktirde 48 saat)  $EC_{50}$  değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

24 saatlik deney periyodu sonunda her bir kaptaki hareketli *Daphnia magna* sayılmış, ortamın hafifçe karıştırılmasını takiben yüzemeyen bireyler hareketsiz olarak dikkate alınarak, hareketsizlik yüzdesine; %0 - %100 karşılık gelen derişimler belirlenmiştir. Belirlenen derişimler arasında en az 3 tane derişim belirlenmiş ve  $EC_{50}$  değeri hesaplanmıştır.

*Daphnia magna*'nın duyarlılığını kontrol etmek için seyreltme suyu kullanılarak potasyum dikromatın ( $K_2Cr_2O_7$ ) 24 saatlik  $EC_{50}$  değeri periyodik olarak belirlenmiş, deneyin sonunda potasyum dikromatın 24 saatlik  $EC_{50}$  değerinin 0,6 mg/l– 2,1 mg/l aralığının dışına çıkmamasına dikkat edilmiştir.

Kurşun nitrat'ın 24 saatlik  $EC_{50}$  değeri *Daphnia magna* bireylerinde probit analiz yöntemine göre 0.44 mg/l bulunmuştur. Ayrıca Behrens- Karber yöntemi ile 24 saatlik  $EC_{50}$  değeri 0.51 mg/l olarak saptanmıştır. Toksik maddenin konsantrasyonu arttıkça *Daphnia magna* bireylerinin davranışlarında önemli değişimler olduğu gözlenmiştir.

**2007, 62 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Kurşun nitrat, *Daphnia magna* (Straus, 1820), Akut toksisite,  $EC_{50}$ , Potasyum dikromat, Probit Analiz Yöntemi, Behrens Karber Yöntemi.

## ABSTRACT

Masters of Thesis

INVESTIGATION OF ACUTE TOXICITY OF LEAD NITRATE ( $Pb(NO_3)_2$ ) METAL SALT ON  
*Daphnia magna* (Straus,1820) (*Cladocera, Crustacea*)

Özge BAYKAN

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet ALTINDAG

Lead is one of the most harmful heavy metals, present in many aquatic media. The objective of this study is, to determine the 24 hours (48 hours if necessary)  $EC_{50}$  values of water flea subjected to lead nitrate metal salt that is used in industries which generates toxic effect in aquatic ecosystems.

At the end of 24 hours experiment period, number of immobile flea with different concentrations of lead nitrate metal is analyzed and evaluated. Between 0%-100% percent mobility range, 3 more agent concentration has been chosen and  $EC_{50}$  value is calculated.

In order to control the sensitivity of flea, the value of Potassium dichromate ( $K_2Cr_2O_7$ ) 24 hours  $EC_{50}$  is determined periodically by using diluted water. During the experiment, the 24 h- $EC_{50}$  value of Potassium dichromate ( $K_2Cr_2O_7$ ) is kept between 0,6mg/l -2,1 mg/l.

The 24- h  $EC_{50}$  value of Lead Nitrate ( $Pb(NO_3)_2$ ) on *Daphnia magna* was found to be 0,44 mg/l according to Probit Analysis. Besides, findings obtained from lead experiment are also practiced at Behrens Karber Method and 0,51 mg/l is found. There were significant changes observed in the behavior of the water flea as the concentration of the toxic compound increased.

**2007, 62 pages**

**Key Words:** Lead nitrate, *Daphnia magna* (Straus, 1820), Acute toxicity,  $EC_{50}$ , Potassium dichromate, The method of Probit Analysis, The method of Behrens Karber.

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Ahmet ALTINDAĞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın bazı aşamalarında yardımını aldığım Murat Kaya'ya, Araş. Gör. Ebru Özdemir ve Araş. Gör. M. Evrim Demir'e teşekkür ederim.

Analizlerimi oluşturmada yardımcı olan Galip Çakır'a teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmamın her aşamasında yanımda olan benden ilgi ve desteklerini esirgemeyen aileme, arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Özge BAYKAN

Ankara, Şubat 2007

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1. 1 Kurşunla İlgili Genel Bilgiler .....	4
1. 2 Toksikite ve Belirtileri .....	6
1.3 <i>Daphnia magna</i> (Straus 1820) ( <i>Cladocera, Crustacea</i> ).....	8
1.3.1 <i>Daphnia magna</i> 'nın Morfoloji ve Fizyolojisi.....	9
1.3.2 Hayat devri.....	11
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1 Materyal.....	18
3. 1. 1 Deneme yeri.....	18
3.1.2 Deney kapları.....	18
3.1.3 O <sub>2</sub> , pH, sıcaklık ve tuzluluk ölçümü.....	18
3.1.4 Zehirli madde materyali.....	18
3.1.5 Deney suyu.....	18
3.1.5.1 Seyreltme suyu.....	18
3.1.5.2 Stok çözeltilerin hazırlanması.....	20
3.1.5.3 Deney çözeltilerinin hazırlanması.....	20
3.2 Metot.....	20
3.2.1 Deney organizmalarının deneye hazırlanması.....	20
3. 2. 2 Biyodeny sıcaklığı .....	20
3. 2. 3 Zehirli madde konsantrasyonu.....	20
3. 2. 4 Deney organizmalarının sayısı.....	21
3. 2. 5 Kontrol grubu.....	21
3. 2. 6 Deney süresi ve gözlemler.....	21

3. 2. 7 Deney ortamında fotoğraf çekimi.....	21
3. 2. 8 Deney metodu.....	21
3. 2. 9 EC <sub>50</sub> tayin metodu .....	22
3.2.10 Deney organizmalarının duyarlılığının ve işlem uygunluğunun kontrolü.....	23
3. 2. 11 Sonuçların geçerliliği.....	23
3. 2. 12 Deney sonuçlarının değerlendirilmesi.....	23
4.BULGULAR .....	25
5.TARİŞMA VE SONUÇ.....	34
KAYNAKLAR.....	39
EKLER.....	46
EK 1 Toksikolojik Genel Tanımlar.....	47
EK 2 <i>Daphnia magna</i> 'nın kuşun nitrat verilmeden önceki hali.....	50
EK 3 <i>Daphnia magna</i> 'da anten yapısı.....	51
EK 4 <i>Daphnia magna</i> 'da dişinin sitematik görünüşü.....	52
EK 5 <i>Daphnia magna</i> 'da ilk Kurşun Nitrat verilmeye başlandığı an.....	53
EK 6 <i>Daphnia magna</i> 'da ilk Kurşun Nitrat verildikten sonraki durumu.....	54
EK 7 <i>Daphnia magna</i> 'nın karapaks dokusunun görünümünü.....	55
EK 8 <i>Daphnia magna</i> 'nın karapaks dokusunun kurşun verildikten sonraki görünümü.....	56
EK 9 <i>Daphnia magna</i> 'nın kurşun nitrat verildikten sonraki dokularında birikimi .....	57
EK 10 <i>Daphnia magna</i> 'nın kurşun nitrat verildikten sonraki dokularında birikimi.....	58
Ek 11 <i>Daphnia magna</i> 'nın kurşun nitrat verildikten sonraki hali.....	59
EK 12 <i>Daphnia magna</i> 'nın dişisinin postabdomen kısımları.....	60
Ek 13 <i>Daphnia magna</i> erkeğinin postabdomeni.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	62

## SİMGELER DİZİNİ

$\mu$	Mikron
$\mu\text{m}$	Mikrometre
mg	Miligram
cm	Santimetre
l	Litre
g	Gram
$\text{cm}^3$	Santimetre küp
m	Metre
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
%	Yüzde
ppm	Milyonda bir kısım
C	Konsantrasyon (derişim)
EC	Elektriksel iletkenlik
IV B	Periyodik cetvelde dört B grubu
Kg	Kilogram
$\text{km}^2$	Kilometre kare
$\mu\text{g}$	Mikro gram
y.y	Yüzüncü yıl
IQ	Genel zeka
Mm	Milimetre
LC <sub>50</sub>	Ortalama Öldürücü Konsantrasyon
EC <sub>50</sub>	Ortalama Etkili Konsantrasyon
LD <sub>100</sub>	Deney canlısını öldüren doz
LD <sub>50</sub>	Canlıların yarısını öldüren doz
<i>et al</i>	Ve diğerleri
vd	Ve diğerleri
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Kurşun Nitrat
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Potasyum Dikromat
Ag	Gümüş
As	Arsenik

Ca	Kalsiyum
Cn	Siyanür
Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Mangan
Mg	Magnezyum
Ni	Nikel
U	Uranyum
Hg	Civa
HgCl <sub>2</sub>	Civa klorür
Zn	Çinko
ZnSO <sub>4</sub>	Çinkosülfat
La	Lantan
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum karbonat
Se	Selenyum
NaHCO <sub>3</sub>	Sodyum bikarbonat
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Amonyum difosfat
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Amonyum nitrat
MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	Magnezyum sülfat hepdahidrat
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Magnezyum nitrat
KCL	Potasyum klorürün
2,4-D	2,4- diklorofenolasetik asit
Pb(ClO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Kurşun klorit
Pb(CH <sub>3</sub> OO) <sub>2</sub>	Kurşun asetat
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Fosforik asit
HNO <sub>3</sub>	Nitrik asit
CaCl <sub>2</sub>	Kalsiyum klorür
H <sub>2</sub> O	Su

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 <i>Daphnia magna</i> 'nın ( <i>Cladocera</i> ) genel yapısı .....	10
Şekil 1.2 Su piresinin sırtındaki yumurtaları.....	11
Şekil 2.1 Sıcaklığın <i>Daphnia magna</i> 'nın solunumu üzerine olan etkisi.....	16
Şekil 2.2 Kadmiyum, Bakır, Çinko ve Kurşun'nun <i>Daphnia magna</i> üzerinde değişik sıcaklıklarda solunuma olan etkisi.....	17
Şekil 4.1 <i>Daphnia magna</i> bireylerinde Kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzu için hesaplanan probit değerleri ve regresyon grafiği.....	30
Şekil 4.2 <i>Daphnia magna</i> bireylerinde Potasyum dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) için hesaplanan probit değerleri ve regresyon grafiği.....	33

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 1.1</b> Kurşuna İlişkin Temel Bilgiler.....	4
<b>Çizelge 1.2</b> Temel endüstrilerden atılan kurşun.....	5
<b>Çizelge 2.1</b> Farklı Sıcaklıklarda Kullanılan Ağır Metallerin <i>Daphnia magna</i> 'daki LT <sub>50</sub> değeri.....	6
<b>Çizelge 3.1</b> Behrens Karber yönteminin formülünün açıklaması.....	24
<b>Çizelge 4.1</b> <i>Daphnia magna</i> ' da kurşun nitrat denemsinden önce deney kaplarındaki sıcaklık, EC, pH ve oksijen değerleri.....	26
<b>Çizelge 4.2</b> Kurşun nitrat (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) metal tuzunun farklı konsantrasyonlarında, <i>Daphnia magna</i> bireylerindeki 24 saat içerisindeki ölüm oranları arasındaki ilişkileri.....	27
<b>Çizelge 4.3</b> Kurşun nitrat (Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) metal tuzunun <i>Daphnia magna</i> bireylerindeki 24 saatlik akut toksik etkisi.....	28
<b>Çizelge 4.4</b> Behrens- Karber Yönteminin tabloda hesaplanmış hali .....	29
<b>Çizelge 4.5</b> Potasyum dikromatın ( K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) farklı konsantrasyonlarında, <i>Daphnia magna</i> bireylerindeki 24 saat içerisindeki ölüm oranları arasındaki ilişkileri.....	31
<b>Çizelge 4.6</b> Potasyum dikromatın ( K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) <i>Daphnia magna</i> bireylerindeki 24 saatlik akut toksik etkisi.....	32

## 1.GİRİŞ

Plansız şehirleşmenin en büyük problemlerinden biri de endüstriyel faaliyetlerin yerleşim alanları içinde kalmasıdır. Bu faaliyetlerden kaynaklanan çok değişken kirleticilerin, endüstriyel atık suların arıtıldıktan sonra veya direk olarak atık su kanallarına verilmektedir. Atık sulardaki elementler bu ortamda yaşayan canlılar açısından ve besin zincirine geçişi nedeniyle insan sağlığı açısından da önem taşımaktadır (Pagano 2002 ).

Doğa için en önemli kirliliklerden biri ağır metaller tarafından meydana getirilmektedir. Bugün sanayide 40'dan fazla metal ve alaşım kullanıldığı bilinmektedir. Ağır metaller tarafından meydana getirilen kirlilik insan sağlığını tehdit eder bir seviyeye ulaşmıştır (Güley ve Vural 1987).

“Ağır metal” tanımı nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olan metal anlamındadır. Ağır metallerin belirli bir zaman aralığında canlı organizmada diğer metallere kıyasla birikimlerinin fazla olması ve bunun sonucu negatif etkinin giderek artmasına yol açmaktadır. Gerçekte “ağır metal” tanımı; fiziksel özellik açısından yoğunluğu  $5 \text{ g/cm}^3$  ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba kurşun dahil olmak üzere 60 tan fazla metal dâhildir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde bağlı olarak bulunurlar (Kahvecioğlu vd 2006).

Ağır metaller deniz ortamında iz halinde bulunmalarına karşılık, organizmadaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır. Bu metaller, çevre kirlenmesine neden olmalarından ve çok düşük yoğunluklarda bile deniz organizmalarında ve dolayısıyla insanlar üzerinde zehirleyici etki göstermektedirler. Çağımızda endüstrinin hızla gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesine paralel olarak, ağır metallerin kullanım alanları da giderek artmaktadır.

Bu artışta tarımsal mücadelenin de önemli payı vardır (Şanlı 1984, Hapke 1991, Şanlı 1995, Kaya vd. 1998).

Endüstriyel gelişme ve insan nüfusunun artması ortamdaki ağır metal derişiminde artmasına neden olmaktadır. Toksik etkileri yüksek olan ağır metaller Cd, Ni, Ur, As, Hg ve Pb belirli düzeylerden sonra ortamda yaşayan canlıların metabolik fonksiyonları üzerinde olumsuz yönde etkili olmakta ve hatta ölümlerine neden olmaktadır. (Uslu ve Türkman 1987).

Ağır metallerin ana kaynakları maden ocakları, metal endüstrisi, çimento üretimi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleri, pestisitler ve kimyasallardır. Ağır metalar genellikle sıvı veya katı atıklar içinde su ortamına katılırlar. Bazıları da yağmur ve toz parçacıkları ile su ortamına taşınırlar. Havaya atılan ağır metaller, sonuçta karaya ve buradan da bitkiler ve besin zinciri yoluyla da hayvanlara ve insanlara ulaşırlar. Aynı zamanda hayvan ve insanlar tarafından havadan “aerosol” olarak solunurlar. Besin zincirine ulaşan ağır metaller kimyasal veya biyolojik olarak bünyeden atılmaz ve akümüle olurlar. Ağır metaller yüksek ortam derişimlerinde mortaliteye neden oldukları gibi, düşük ortam derişimlerinde suda yaşayan organizmaların çeşitli biyokimyasal ve fizyolojik fonksiyonlarında bozukluklar meydana getirebilmektedir (Kürkçü 2001).

Ağır metaller biyolojik süreçlere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılır. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir. Bu metaller Biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı bu metallerin düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon sürecinin vazgeçilmez parçasıdır ( Bigersson 1988).

Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler (Duffus and Howard 1996).

Ağır metallerin gosterdiği etki; metal iyonunun yapısına bağlıdır. (özünürlük değeri, kimyasal yapısı, redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alımın şekline, çevrede bulunma sıklığına, lokal pH değeri v.b).

Bu nedenle düzenli olarak tüketildiğinden dolayı içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum konsantrasyon sınır değerleri sınırlandırılmıştır ve yasal kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunludur (Kahvecioğlu vd. 2006)

Genel olarak bir zehirin organizmadan atılım hızı, absorpsiyon hızına göre yavaş ise, bu toksik madde organizmada birikebilir, yani kümülatif özellik gösterir. Organizmaya bir defada toksik dozun çok altında girmelerine rağmen, organizmanın belirli yerinde birikerek toksik doza ulaşırlar.

Suda bulunabilecek ağır metaller sudaki canlılar üzerinde beslenme ve absorpsiyon yolu ile birikebilmektedir. Bu birikim oranları canlıların türüne, yaşına, yaşadığı yere göre değişebilmektedir. Deney hayvanının her kilogramı için 50 miligram ağızdan verildiğinde, 48 saat içinde, bu hayvanların en az % 50' sinin ölümüne sebep olan maddeye kimyevi olarak zehir etiketi konulur. İnsanlar için bu miktar yaklaşık olarak bir çay kaşığı dolusu kadardır ( Say ve Sarıeyyüpoğlu 1991).

Herhangi bir maddenin alıcı su ortamındaki ve beslenme zincirindeki canlılar için tehlikeli olup olmadığına;

1. Memeli hayvanlar için akut-oral toksisite
2. Bakteriler için akut- toksisite
3. Balıklar için akut-toksisite
4. Biyolojik ayrışabilirlik testleri yapıldıktan sonra karar verilebilir (Ardalı1990).

Bu alışma ile toksisitesi yüksek olan  $Pb(NO_3)_2$  ağır metalinin canlılar üzerindeki etkilerinin araştırılmasından hareketle *Daphnia magna* (Straus 1820) (*Cladocera*,

*Crustacea*)’ daki 24 saatlik (gerekli taktirde 48 saat) EC<sub>50</sub> değerinin belirlenmesi ve akut toksik etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

### 1.1 Kurşunla İlgili Genel Bilgiler

Çizelge 1.1 Kurşuna ilişkin temel bilgiler (Dünder ve Aslan 2005)

Sembol	Pb
Atom numarası	82
Atom Ağırlığı	207,2 atomik kütle birimi
Erime Noktası	327,5 °C (600,65 °K, 621,5 °F)
Kaynama Noktası	1740,0 °C
Proton ve elektron sayısı	82
Nötron sayısı	125
Sınıflandırma	Ağır metal
Yoğunluk @ 293 K:	11,34 g/cm <sup>3</sup>
Renk	Mavimsi

Periyodik olarak IV B grubunda yer alan kurşun, mavimsi gri renkte ağır bir metaldir.

Kurşun asetat, kurşun nitrat gibi anorganik tuzlarının bir kısmı suda özünür. Kurşun sülfat gibi bir kısım tuzları ise suda özünmez. Kurşun bir element olarak doğada bol miktarda bulunmakta ve doğal kaynaklardan denizlere ve okyanuslara çeşitli yollarla taşınmaktadır (Kürkçü 2001).

Biyosfere insan faaliyetlerine bağlı olarak önemli oranda yayılan kurşun, günümüzden 4000–5000 yıl öncesinde, antik uygarlıklar tarafından gümüş üretimi esnasında yan ürün olarak keşfedilmiş ve tarih boyunca kurşun üretimi ve kullanımı giderek artış göstermiştir.

Kurşun, Roma İmparatorluğunda su borularında, su saklama haznelerinde kullanılmıştır. Günümüz bilim adamları ve tarihçiler bu kullanım şeklinin Roma İmparatorluğu'nun sonunu hazırladığı görüşünü ortaya atmaktadırlar. Kurşun zehirlenmesi sonucu, yönetici sınıfın düşünme kapasitesinin düşmesi, doğum oranlarındaki azalış ve kısalan yaşam süresinin bu çöküşün temelini oluşturduğu iddia edilmektedir.

Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararlı ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (Çalışma ortamında izin verilen sınır  $0,1 \text{ mg/m}^3$ ) çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. Atmosferde meydana gelen kurşun emiliminin %61'inin petroldeki kurşunun yakılması, %23'ünün çelik ve metal üretimi, %8'inin de kurşun madenciliğinden meydana gelmekte olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 1.2), (Kahvecioğlu vd. 2006).

Çizelge 1.2 Temel endüstrilerden atılan kurşun ( Rether 2002)

<b>Endüstri</b>	<b>Pb</b>
Kâğıt Endüstrisi	+
Petrokimya	+
Klor-alkali Üretimi	+
Gübre Sanayi	+
Demir-Çelik San	+
Enerji Üretimi (termik)	+

1920'lerde kurşun bileşikleri benzine ilave edilmeye başlanmıştır. Bu kullanım alanı kurşunun ekolojik sisteme yayılımında önemli rol oynar. Günümüzde kurşunsuz benzin kullanımı ile atmosfere kurşun yayılımını azaltmakla beraber kurşunsuz benzin bileşiminde bulunan kurşun birçok birincil metal üretim aşamasından atmosfere kurşun ve bileşiklerinin yayılımını devam ettirmektedir. Dünyada en yaygın kurşun kullanımı Kuzey Amerika'dadır ve yıllık tüketim 1.300.000 ton seviyelerine ulaşır. Bu kullanım koşullarında atmosfere atılan miktar yıllık 600.000 ton seviyelerine ulaşır (Kahvecioğlu vd. 2006).

Kayalarda ise kurşun düşük seviyede bulunmaktadır. Tipik kurşun konsantrasyonları 10–20 µg/g civarındadır. Ancak metamorfik kayalarda bu oran 10–70 µg/g, bazı fosfat kayalarında ise 100 µg/g civarındadır (Kocahan 1999).

Maden eritme ve rafineri sanayilerinde su ve hava kirliliğine neden olan organik kurşun bileşikleri oluşur. Kurşun çevreye kömür, odun ve diğer organik madde içeren yakıtların yakılması ile de yayılır. Su ortamına ise endüstriyel atıklar ve lağım atıkları ile karışır (Kocahan 1999).

## **1.2 Toksikite ve Belirtileri**

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınıflandırmasına göre (1995) kurşun 2. sınıf kanserojen gruptadır (Anonymous 2002).

Kurşun 20. y.y'da yüksek oranlarda paslanmaya karşı oksit boya hammaddesi olarak kullanılmıştır. Kurşun oksidin hafif tatlımsı bir tadının olması çocukların bu boya maddelerinin döküntülerini yemelerine ve özellikle ciddi problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Kurşunun diğer kullanım alanları ise; teneke kutu kapakları, kurşun-kalay alaşımlı kaplar, seramik sırları, böcek ilaçları, aküler v.b alanlardır.

Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde

yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurur. Su borularında kullanılan kurşun kaynaklar ve eski evlerde bulunan kurşun tesisatlarda, kurşunun suya karışmasına sebep olabilmektedir. Kozmetik malzemelerde bulunan birçok pigment ve diğer ana maddelerde kurşun bulundururlar. Diğer taraftan sigara ve böcek ilaçları da kurşun kaynakları arasında sayılabilirler. Endüstriyel olarak kuyumculuk sektöründe altın rafinasyon ve geri kazanımı esnasında uygulanan “kal” işlemi illegal olarak önemli oranda kurşunun oksit halinde atmosfere atılmasına neden olmaktadır (Kahvecioğlu vd. 2006).

İnsan vücudundaki kurşun miktarı tahmini ortalama olarak 125–200 mg civarındadır ve normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonlarla 1–2 mg kadar kurşunu atabilme yeteneğine sahiptir. İnsan vücuduna gıdalardan (%65), sudan (%20), ve havadan (%15) girebilir. Birçok kişinin maruz kaldığı günlük miktar 300–400 mg’ı geçmemektedir. Buna rağmen çok eski iskeletler üzerinde yapılan kemik analizleri günümüz insanı kemiklerinde, atalarımızdakinin 500–1000 katı kadar fazla kurşun bulunduğunu göstermektedir (Duffus 1980, Bigersson *et al.* 1988)

Kurşunun vücutta absorpsiyonu çocuklarda daha yüksek olmakla beraber normalde %5 gibi düşük bir oranda gerçekleşmektedir. Bu oran dahi kalsiyum ve demir gibi birçok mineralin vücut tarafından emilimini azaltmaktadır. Kana karışan kurşun kemiklere ve buradan diğer dokulara gitmekte ya da dışkı ve böbrekler yoluyla vücuttan atılmaktadır. Kemiklerde biriken kurşun zamana bağlı olarak (yarılanma ömrü yaklaşık 20 yıl) çözünerek böbreklerde tahribata neden olur. Kurşun bir nevi nörotoksindir ve anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olmaktadır.

Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalarda kanda kurşun miktarı arttıkça IQ seviyesinin düştüğü tespit edilmiştir. Diğer taraftan kurşun nörotoksik özelliğinden dolayı sinir sisteminde iletimin azalmasına da yol açmaktadır.(Kahvecioğlu vd. 2006)

Kurşunun çoğu kemiklerde depolanmasına rağmen beyne, anne karnındaki cenine ve anne sütüne de geçebilmektedir. Kurşun, fetusa annenin plasentası yoluyla girebilir.

Bundan dolayı doğmamış çocuklarda sinir sistemi ve beyinlerinde ciddi hasarlara neden olabilir. Bebekler ve çocuklarda düşük olan kurşun oranı, ilerleyen yaşla beraber, kurşuna maruz kalınmasıyla artış göstermektedir. Kanda 40 mg/l seviyesini aşınca tansiyon artırıcı etki de ortaya çıkar (Anonymous 2002).

Ekolojik olarak kurşun katı olarak çökme eğilimindedir ve özel durumlar dışında kompleks oluşturmazlar. Genellikle doğaya salınan kurşun zor çözünür bileşikler oluşturur. Bu nedenle beslenme zincirinde yer alan bitkilerden kurşun alınımı söz konusu değildir. Besin zincirinde kurşun yayılımı genellikle midye türü kalsiyumlu kabuklular üzerinden ve kalsiyuma bağlı olarak gerçekleşir (Anonymous 1999).

Tek hücreli canlıların ve balıkların 0,04–0,198 mg/l inorganik kurşun içeren suları tolere edebildikleri ancak daha düşük miktarlarda kurşunun besin yoluyla alınmasında akut zehirlenme gösterdikleri bilinmektedir (Anonymous 2002).

### **1.3 *Daphnia magna* (Straus 1820) (Cladocera, Crustacea)**

## **SİSTEMATİK**

**Şube:** Arthropoda  
**Alt Şube:** Crustacea  
**Sınıf:** Branchiopoda  
**Takım:** Cladocera  
**Familya:** Daphniidae  
**Tür:** *Daphnia magna* (Straus 1820)

Su piresi olarak bilinen *Daphnia* sp. bir tatlı su kabuklusu (Crustacea)'dur. Halk arasında yaygın olan bu isim daha ziyade organizmaların su içerisindeki zıplama türü hareketlerinden kaynaklanır. Bu canlı, dünya üzerindeki kozmopolit dağılıma sahiptir. Bu familyanın en önemli üyesi protein ve esansiyel yağ asitleri bakımından zengin olan *Daphnia* sp. doğal ortamlarda tatlısu balıklarının en önemli besin

kaynağını oluşturur (%95 oranında). Üstelik balık yetiştiricileri tarafından da canlı besin kaynağı olarak da kullanılmaktadır. Pek çok akvaryum balığı türüne canlı besin olarak *Daphnia* sp. verildiğinde çok iyi sonuçlar alındığı bilinmektedir. Özellikle *Cyprinidae*, *Esoxidae*, *Percidae* familyaları larva dönemini izleyen aktif yavru dönemlerinde canlı yeme gereksinim duymaktadırlar (Cirik ve Gökpınar 1993).

*Daphnia* sp. organik maddelerin dekompoze olduğu su birikintilerinde, havuzlarda, göletlerde ve bataklık bölgelerde çok yüksek konsantrasyonlarda oluşabilir. Özellikle belli periyotlarda büyüme koşullarının optimale döndüğü geçici sularda bol olarak bulunur ( Cirik ve Gökpınar 1993).

Hem bitkisel hem de hayvansal detrius, *Daphnia*'nın üreme ve büyüme hızını artırıcı rol oynar. *Daphnia* sp. besin değeri yaşına ve besin tipine göre değişir. Ancak ortalama olarak kuru ağırlığının %50'sini protein oluşturur. Ergin bireylerin içerdiği yağ miktarı juvenillerdeki yağ miktarından daha yüksektir ( Cirik ve Gökpınar 1993).

*Daphnia* sp. besin olarak bakteri, maya, mikroalg (tek hücreli alg ve 2–3 hücreden oluşan mavi-yeşil alg kolonileri), detritus, çözülmüş organik materyalleri kullanırlar. Bu nedenle *Daphnia* sp. populasyonlarında bakteri ve maya hücreleri veya mikro alg hücrelerinin yeterli olduğu ortamda büyük bir hızla büyür (Dewey and Parker 1964).

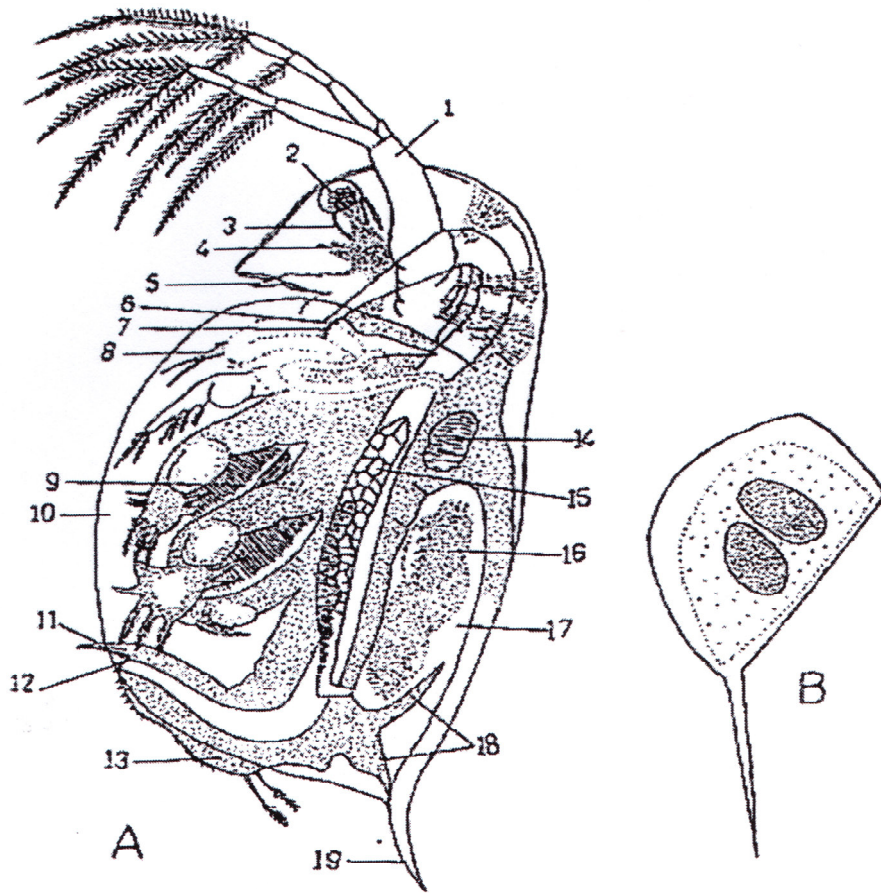
### 1. 3. 1. *Daphnia* sp. Morfoloji ve Fizyolojisi

*Daphnia* sp. genellikle tatlı sularda yaşayan 0,2 – 3 mm boyunda olan küçük ve ilkel Crustaceae' lerdir.

Alpbaz ve arkadaşlarına göre (1992), su pirelerinin vücutları baş dışarıda kalmak üzere bir kabuk (karapaks) ile örtülüdür. Kitin bölge arkaya doğru uzanır ve ventralden (karın kısmından) vücudun kalan kısmını örter. Kabuk sırt tarafında midye kabuğu gibi birleşmiş, karın kısmında ise açıktır. Arka kısmında genellikle mevsime göre uzayıp kısalabilen kuyruk şeklinde ve üzeri dişli bir çıkıntı (spin) vardır (Şekil 1.1) (<http://www.aymira.net/,2006>).

*Daphnia* sp.'nin vücudu 5 ekstremiteli baş ve bir gövdeden oluşmuştur. Birinci çift seksüel dimorfizm gösteren çubuk şeklinde antennülerdir. İkinci çift esas olarak hareket organeli olan antenlerdir. Kalan üç çift ise besin alma işleminde kullanılır (Cirik ve Gökpınar 1993).

*Daphnia* sp. dış kabuğunu periyodik olarak değiştirir (Ivleva, 1969).



Şekil 1.1. *Daphnia*'nın (Cladocera) A.genel yapısı B. Ephippium

1.İkinci anten, 2.Bileşik göz, 3. Kas, 4. Nauplius göz, 5. Birinci anten, 6.Ağız, 7.Mandibul, 8. Birinci toraks bacağı, 9. Süzücü setalar, 10. Karapaks, 11. Postabdominal tırnak, 12. Anüs, 13. Postabdomen, 14. Kalp, 15.Ovaryum, 16.Embriyo, 17. Kuluçka kesesi, 18. Abdominal çıkıntılar, 19. Kaudal spin (Barnes 1974).

### 1.3.2 Hayat devri

*Daphnia* sp. üreme seksüel ve aseksüel fazları içerir. Yüksek yoğunlukta buldukları pek çok ortamda popülasyonu aseksüel üreme fazındaki dişilerin oluşturduğu gözlenmiştir. Optimal koşullarda *Daphnia* sp. her 2,5 – 3 günde bir yeni yumurtlama dönemine girdiği belirtilmektedir. Bir dişi yaşamı boyunca 25 yeni yumurtlama dönemine girebilmektedir ( Ivleva 1969).

Alpbaz ve arkadaşlarına göre (1992), *Daphnia* sp. genellikle partenogenetik yolla ürer. Dişi bireylerde orta bağırsağın iki yanında yer alan bir çift ovaryum bulunur. Yumurtalar vücudun dorsali ile karapaks arasındaki geniş boşlukta gelişirler (Şekil 1.2). Ovaryum içerisinde dördü gruplar oluştururlar. Bunlardan sadece bir tanesi verimli olur. Diğerleri gelişme için besin ortamı oluştururlar. Bu yumurtalara yaz yumurtası denir. Ufak ve ince kabukludurlar. Bu yumurtalar döllenenmeden gelişir ( <http://www.aymira.net/,2006>).



Şekil 1.2..Su piresinin sırtındaki yumurtaları  
(<http://www.mpil-ploen.mpg.de/,2006>)

Lavens and Sorgeloos (1996) yaptıkları çalışmalarda populasyon artışının bir sonucu olarak besin azlığı veya su sıcaklığındaki değişim durumunda (çok uzun 20 saat ya da çok kısa 4 saat) ortamda erkek bireyler görülür. Bu erkekler bir veya iki gonopor' a sahiptir ki bu gonoporlar kopulasyon organı olarak görev alır. Çiftleşme sonucunda oluşan yumurtalar büyük ve etrafları koruyucu membran ile örtülüdür. Bu yumurtalara ephippium adı verilir. Böyle bir yapı kötü ortam koşullarına karşı direnç sağlar. Ortam koşulları normale döndüğünde yumurtalarda partenogenetik yolla üreyen dişiler meydana gelir (<http://www.aymira.net/>,2006).

*Daphnia*'lar günlük ve yıllık sıcaklık değişimlerine karşı oldukça toleranslıdır. En uygun gelişme sıcaklıkları 18–20 °C veya 20–24°C'dir (Bircan ve Aras 1992).

*Daphnia*'lar güçlü ikinci antenleriyle yüzerler. Hareketleri çoğunlukla düşey olarak inip çıkma şeklindedir. Pek azında düzenli bir yüzme vardır. Bazıları anten kıllarıyla su filmine asılırlar. Su içinde her türlü hareketi sağlayan bu antenler, hayvan hızla aşağı doğru inerken yanlardan arkaya doğru uzanır. Yavaş yavaş yukarı çıktığında ise açılarak bir kavisle vücuda yaklaşır. Hayvan kendini yukarı çekmek için antenleri bir kürek gibi kullanır. Genel olarak yüzme tipi bu antenlerin büyüklüğüne, uzunluğuna, seta sayısına ve anten kaslarının büyüklüğüne bağlıdır (Edmondson 1959)

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Allen (1995), *Oreochromis aureus*'un dokularında kadmiyumun kronik birikimini, civa ve kurşun ile etkileşimlerini araştırmıştır.

Egemen vd, (1994), Ege ve Marmara Bölgesinde dağılım gösteren *Ostrea edulis*' de bazı ağır metal (Pb, Cd, Cu, Zn) düzeylerini karşılaştırmalı olarak araştırmışlardır.

İspanya'nın Castellon kıyılarından topladıkları *Mytilus galloprovincialis*, *Carcinus mediterraneus* ve *Thynnus thynnus* türlerinin değişik organ ve dokularında Hg, Cd, Pb ve Cr analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Kurşunun en fazla karaciğerlerde, en az ise kas dokusunda birikim gösterdiğini bildirmişlerdir (Varlık 1991).

Pandey *et al.* (1995), atık sularda beslenen göllerin toprak, su ve akuatik canlılarda ağır metal birikimini araştırmışlardır.

Demirkurt (1989), İzmir körfezinde yaşayan bazı bentik canlılarda ağır metallerin birikim düzeylerini araştırmışlardır.

Misra *et al.* (1996), akuatik sistemde ve balıklarda humik asit-metal etkileşimini test etmek amacıyla 96 saat boyunca ağır metallerin etkilerini *Poecilia reticulata*'da incelemişlerdir.

Aydınalp (1997), Nilüfer çayının akış istikameti boyunca altı noktadan alınan su örneklerinde pH değerinin 7,04 den 6,62 ye düştüğü ve içerisindeki Ag, As, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mg, Ni, Pb, U ve Zn konsantrasyonlarında bir artışın meydana geldiğini tespit etmiştir. Ayvalı deresinden alınan bir adet su örneğinde ise pH' nın 7,16 olduğu ve içerisinde Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, U ve Zn olduğu belirlenmiştir.

İznik ve Uluabat göllerinden avlanan balık türlerinde çeşitli metallerin kirlilik düzeyleri belirlenmiştir. Ortalama kadmiyum, civa, kurşun, bakır, demir ve çinko düzeyleri sırasıyla İznik gölündeki balıklarda 0,084, 0,181, 0,387, 2,496, 13,857 ve 11,770 ppm; Uluabat gölündeki balıklarda 0,101, 0,255, 0,407, 2,081, 11,251 ve 16,670 ppm olarak

bulunmuştur. Her iki gölden avlanan sazan ve kızılkanat balıklarındaki kadmiyum, civa, kurşun ve bakır düzeyleri arasındaki fark istatistik yönden önemsiz; demir ve çinko düzeyleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (Sonal 1995).

Uluabat gölünde avlanan yaban ördeklerinin karaciğer ve böbreklerinde kurşun ve kadmiyum kalıntı düzeyleri belirlenmiştir. Ortalama kurşun ve kadmiyum kalıntı düzeyleri sırasıyla karaciğerde  $0,706 \pm 0,085$  ppm ve  $1,758 \pm 0,360$  ppm; böbrekte ise  $0,855 \pm 0,126$  ppm ve  $3,887 \pm 0,899$  ppm olarak bulunmuştur. Dişilerdeki kurşun kalıntıları karaciğerde  $0,890 \pm 0,118$  ppm, böbrekte  $0,585 \pm 0,048$  ppm olarak ölçülmüştür. Erkeklerdeki kurşun kalıntıları ise karaciğerde  $0,496 \pm 0,065$  ppm, böbrekte  $1,164 \pm 0,214$  ppm olarak bulunmuştur. Kurşun kalıntıları yönünden cinsiyete göre yapılan belirlemede, istatistik olarak ortaya çıkan farkın  $p < 0,05$  düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Kadmiyum kalıntı düzeylerinin dişilerin karaciğer ve böbreklerinde sırasıyla  $2,093 \pm 0,417$  ppm ve  $5,158 \pm 1,330$  ppm; erkeklerin karaciğer ve böbreklerinde ise  $1,375 \pm 0,607$  ppm ve  $2,433 \pm 0,966$  ppm olduğu belirlenmiştir. Cinsiyete göre aradaki fark istatistik yönden önemli bulunmamıştır (Yılmaz vd. 1995).

Ekosistemlere yönelik olumsuz etkileri olan tüm kimyasal kirleticiler, öncelikle besin zincirini oluşturan en alt kademedeki canlılarda biyosid etki gösterir. Uzun süreli etkileri sonucunda ani ölüm ve diğer akut etkiler görülebilir. Bunun yanında canlı organizmanın etkilenmesi sonucunda hastalıklara ve diğer stres etkenlerine duyarlılık artışı, habitatlarında değişimler ve üremedeki yetersizliklere bağlı olarak populasyon azalması meydana gelir (Sonal 2001).

Su, besinler ve hava ile alınan metalik kirleticiler, bütün canlılarda birikme eğilimindedir. Çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak canlılarda bulunan metalik kirleticiler su ürünlerinde, bulaşık bölgelerde otlayan ve kontamine olmuş konsantrasyonlarla beslenen hayvanlarda yüksek boyutlara ulaşır. Bu şekilde besinlerle birlikte sürekli düşük düzeylerde alınan civa, kadmiyum, kurşun ve alüminyum gibi metal kalıntıları çevre ve insan sağlığını önemli derecede etkilemektedir. Canlı organizmanın etkilenimi sonucunda başlıca hastalıklara ve diğer stres etkenlerine duyarlılık artışı,

kanser, erken yaşlanma, sinirsel belirtiler, zayıf kemik oluşumu, kaslarda ağrı, iştahsızlık, anemi, erken ölüm ve doğum anormalliklerine neden olur (Sonal 1994).

Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, ZnSO<sub>4</sub> ve HgCl<sub>2</sub> çözeltilerine konmuş bazı tatlı su balıklarında soluma hızının arttığı görülmüştür. Bu esnada oksijen harcama hızında düşme olur. Artan soluma hızı bakırla muamele edilmiş sulardaki balıklarda gözlenir. Ağır metaller solungaç üzerine çökerler ve salgıyı pıhtılaştırırlar. Böylece oksijen alınma zorlaşır (Mutluay ve Demirak 1996).

Alpbaz vd. (1989), su piresi, *Daphnia magna*, yetiştiriciliği üzerine yapmış oldukları bir araştırmada, deneme havuzlarına başlangıçta 60 birey /ml *Daphnia magna*'yı 10.000 lt' lik havuza aşlamıştır. Üç hafta sonunda at gübresi verilen havuzlardan % 1236,3 oranında artışla 76363 birey; kontrol havuzu olarak ele alınan havuzda aynı miktardaki suda 16360 *Daphnia magna* tespit edilmiştir. Koyun gübresi uygulanan havuzda ise hiç *Daphnia magna*'nın üremediğini görmüşlerdir. Bunun sebebinin verilen gübrenin asit-fosfat karışımının ve Mart ayındaki su sıcaklığının uygun olmamasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir ( <http://www.aymira.net/>,2006).

Kadmiyum Nitrat'ın *Daphnia magna* üzerindeki teratojenik etkileri ilk kez Van Leeuwen *et al.* (1985) tarafından saptanmıştır ( Yeşilada ve Gelegen 1999).

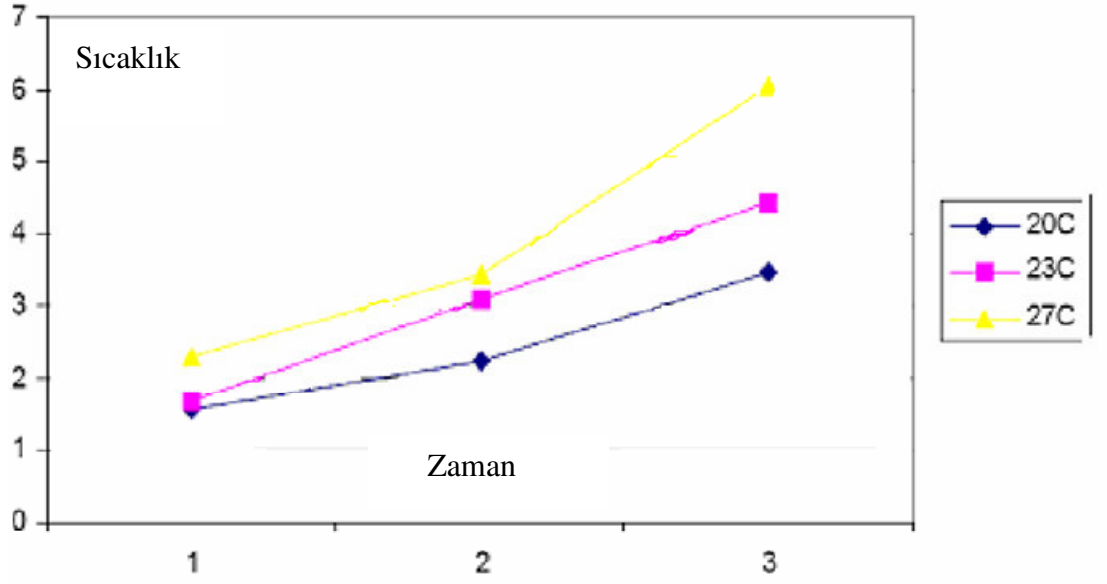
Çiltaş (1994), *Daphnia magna*'nın yaşama oranı ve süresi üzerine ışık, sıcaklık ve buna bağlı olarak oksijen miktarının çok önemli etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Gürbüz ve Önalın (1996), *Daphnia magna* üzerine farklı kültür ortamlarının etkilerini incelemiştir. Denemesinde 6 farklı besin ortamı kullanmıştır. Deneme süresince sıcaklık 18–22 °C olarak ölçülmüştür. 21 günlük deneme sonunda ortamlar arasında en fazla artış ortalama %42,866 ile fitoplankton karışımı, balık gübresi ve alabalık larva yeminden oluşan ortamda görülmüştür.

Su piresi ile ilgili yapılan bir çalışmada su sıcaklığının 13 °C olduğu bir ortamda üremenin düşük olduğu, 25 °C sıcaklıkta verimin düşük aynı zamanda ölüm oranının

yüksek olduğu, su sıcaklığının 19 °C olduğu ortamlarda üremenin optimum düzeye ulaştığı bulunmuştur ( Çiltaş 1994).

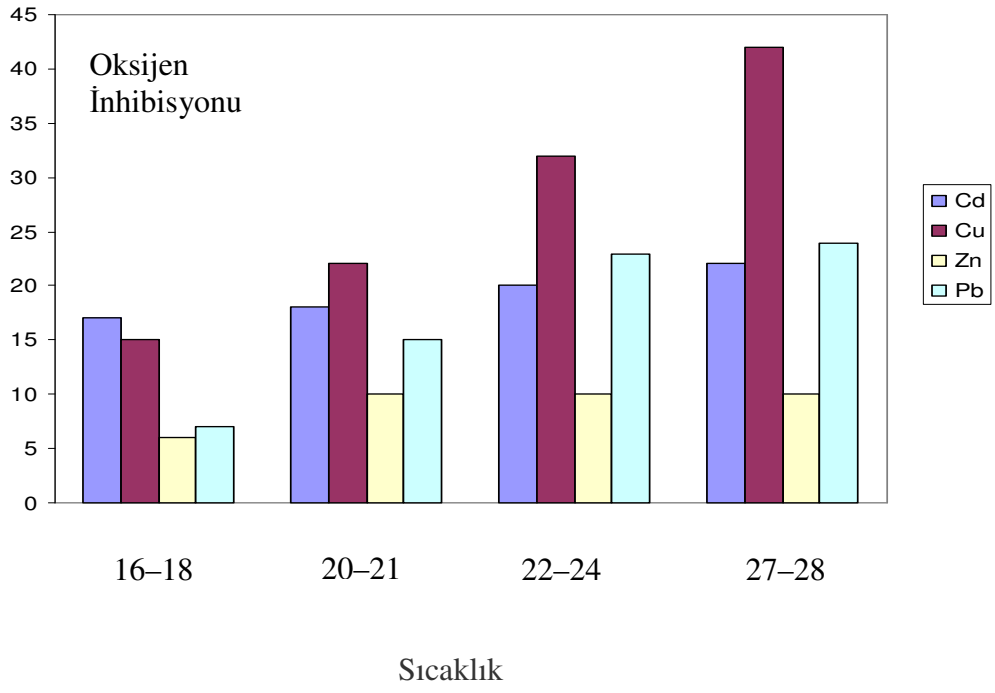
Khan (2006), su piresi ile yaptığı çeşitli çalışmalarda yaşama oranı ve süresi üzerine, ağır metal, sıcaklık ve buna bağlı olarak oksijen miktarının çok önemli etkiye sahip olduğunu göstermiştir ( Şekil 2.1, Şekil 2.2, Çizelge 2.1).



Şekil 2.1 Sıcaklığın *Daphnia magna*'nın solunumu üzerine olan etkisi

Çizelge 2.1 Farklı sıcaklıklarda kullanılan ağır metallerin *Daphnia magna*'daki LT<sub>50</sub> Değeri ( En az 10'ar denemelerde 10'ar adet *Daphnia* kullanılmıştır).

Metal adı	Konsantrasyon	LT <sub>50</sub> değeri; 16-18 °C	LT <sub>50</sub> değeri; 22-24 °C	LT <sub>50</sub> değeri; 27-28 °C
Kadmiyum	10	28,23±1,98	23,16±1,32	20,02±1,04
Bakır	10	31,60±1,97	6,24±1,14	4,21±1,12
Çinko	100	92,74±3,12	48,87±2,53	31,02±2,04
Kurşun	1000	24,89±2,82	12,15±1,68	8,82±2,19



Şekil 2.2 Kadmiyum, Bakır, Çinko ve Kurşun'un *Daphnia magna* üzerinde değişik sıcaklıklarda solunuma olan etkisi

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3. 1. Materyal**

##### **3.1.1 Deneme yeri**

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Anabilim Dalı Algoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

##### **3.1.2 Deney kapları**

Kimyaca inert bir materyalden ve yeterli büyüklükte olan deney tüpleri kullanılmıştır. (Sayısı 5'i geçmeyecek şekilde yapılmıştır).

##### **3.1.3 O<sub>2</sub>, pH, sıcaklık ve EC ölçümü**

pH ölçümü için WTW (Wissenschaftlich- Technische Werkstater) 340-A / SET 1 marka pH metre; sudaki çözülmüş oksijen ve sıcaklık değerleri için YSI 51 B tip oksijenmetre; konduktivite için WTW LF 92 aleti kullanılmıştır.

##### **3.1.4 Zehirli madde materyali**

Biyodenedeyde toksik madde olarak kurşun nitrat (Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) (Merck) kullanılmıştır.

##### **3.1.5 Deney suyu**

###### **3.1.5.1 Seyreltme suyu**

Analitik saflıktaki reaktiflerin bilinen miktarları, iletkenliği en fazla 10 µS/ cm olan yeraltı suyu, damıtık su veya eşdeğer saflıktaki iyonları giderilmiş suda çözülmüştür.

Hazırlanan seyreltme suyunun pH'sının  $7,8 \pm 0,2$ , sertliğinin  $250 \text{ mg/l} \pm 25 \text{ mg/l}$  ( $\text{CaCO}_3$  sertliği olarak) Ca / Mg molar oranının yaklaşık 4/1 ve çözünmüş oksijen derişiminin  $7 \text{ mg/l}$ 'nin üzerinde olmasına dikkat edilmiştir.

Seyreltme suyu hazırlanırken; aşağıdaki çözeltiler hazırlanır;

### **1) Kalsiyum klorür çözeltisi ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )**

Kalsiyum klorür çözeltisinin  $11,76 \text{ g}'1$ , damıtık veya iyonları giderilmiş suda çözünür ve bir litreye seyreltilir.

### **2) Magnezyum sülfat çözeltisi**

Magnezyum sülfat hepdahidratın ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )  $4,93 \text{ g}'1$ , damıtık veya iyonları giderilmiş suda çözünür ve bir litreye seyreltilir.

### **3) Sodyum bikarbonat çözeltisi**

Sodyum bikarbonatın ( $\text{NaHCO}_3$ )  $2,59 \text{ g}'1$ , damıtık veya iyonları giderilmiş suda çözünür ve bir litreye seyreltilir.

### **4) Potasyum klorür çözeltisi**

Potasyum klorürün ( $\text{KCl}$ )  $0,23 \text{ g}'1$ , damıtık veya iyonları giderilmiş suda çözünür ve bir litreye seyreltilir.

Bu dört çözeltinin her birinden  $25 \text{ ml}$  karıştırılır ve toplam damıtık veya iyonları giderilmiş su ile bir litreye tamamlanır.

### **3.1.5.2 Stok çözeltilerin hazırlanması**

Biyodenedeyde toksik madde olarak kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$  (Merck)'ın bilinen miktarının, cam bir kaptaki belli hacimde seyreltme suyu, iyonları giderilmiş veya damıtık suda çözülmesi ile hazırlanır.

### **3.1.5.3 Deney çözeltilerinin hazırlanması**

Deney çözeltileri, seyreltme suyuna belli miktarda stok çözeltinin ilavesiyle hazırlanmaktadır.

## **3.2 Metot**

### **3.2.1 *Daphnia magna*'nın (Straus 1820) (Cladocera, Crustacea) deneye hazırlanması**

Biyodenedeye başlamadan önce, belirli üretim koşullarında partenogenezis ile elde edilmiş, en az üçüncü nesil olan organizmaların yaşının 24 saatten küçük olmasına dikkat edilmiştir. Yumurtlamaya hazır bireyler, taze seyreltme suyu ile kaplara aktarılır ve 24 saat içinde yeni çıkmış bireyler toplanmıştır. Deney esnasında hayvanlar kesinlikle beslenmemiştir (Anonim 1999).

### **3.2.2 Biyodenedey Sıcaklığı**

Deney boyunca suların sıcaklığı  $20 \pm 2$  °C'de sabit tutulmaya çalışılmıştır.

### **3.2.3 Zehirli madde konsantrasyonu**

Biyodenedeye başlamadan önce toksisite sınır tespit deneyi yapılmıştır. Deney çözeltisi bir seri deney kaplarına hacimleri giderek artacak şekilde konular ve deney için istenen derişimi sağlamak için seyreltme suyu ilave edilir. Ön deneyin sonuçlarına göre en küçük değerden başlayarak aritmetik artışa dikkat edilerek konsantrasyonlar tespit edilmiştir (Anonim 1999).

### **3.2.4 Deney organizmalarının sayısı**

Biyodeneyleerde toksik maddelerin her bir konsantrasyonu için her bir kaptta 20 *Daphnia magna* (Straus 1820) (*Cladocera, Crustacea*) kullanılmıştır.

### **3.2.5 Kontrol grubu**

Biyodeneyleerde, deneyin yapıldığı şekil ve şartlarla birlikte yürütölen kontrol grubu kullanılmıştır. Her kontrole, deney ortamıyla aynı sayıda *Daphnia magna* (Straus 1820) (*Cladocera, Crustacea*) konulmuştur.

### **3.2.6 Deney süresi ve gözlemler**

24 saatlik deney periyodu sonunda (uygunsa 48 saat), her bir kaptaki hareketli *Daphnia magna* (Straus 1820) (*Cladocera, Crustacea*) sayılır. Ortamın hafifçe karıştırılmasını takiben yüzemeyen bireyleler hareketsiz olarak dikkate alınmıştır. Hareketsizlik yüzdesine % 0 - %100 karşılık gelen derişimler belirlenmiştir.

### **3.2.7 Deney ortamında fotoğraf çekimi**

Deneye başlamadan önce sağlıklı durumdaki ve toksik madde verildikten sonra *Daphnia magna* (Straus 1820) (*Cladocera, Crustacea*)'nın durumundaki değişiklikler Leica marka fotoğraf makinesiyle çekilmiştir.

### **3.2.8 Deney metodu**

Deneylerde statik akut deney yöntemi kullanılmıştır. Statik akut deneyde, deney çözeltilisi ve deney hayvanları, deney tüplerine alınarak deney süresince beklenmiştir. Zehirlilik deneyi, mümkün olduğu kadar çabuk, numune alımından itibaren 6 saat içinde gerçekleşmiştir.

### 3.2.9 EC<sub>50</sub> tayin metodu

Bu çalışmada kurşun nitratın *Daphnia magna* (Straus 1820) (*Cladocera, Crustacea*)'a üzerindeki akut toksik etkisini tespit etmek için EC<sub>50</sub> tayin metodu kullanılmıştır.

Bu metot ile belli bir zaman dilimi içerisinde toksik bir madde içeren bir ortamda bulunan canlıların %50'sinde denge kaybı, felç, anormallikler veya vücut bozuklukları gibi etki meydana getiren madde miktarı bulunmaya çalışılır (Anonim1999). Hareketsizlik yüzdesi, her bir derişim olarak kullanılan *Daphnia magna*'nın toplam sayısına bağlı olarak 24 saatlik deneyin sonunda hesaplanır. Uygun bir istatistik metoduyla (Probit Analizi) 24 h- EC<sub>50</sub> belirlenmiştir ( Düzgüneş ve Düzgüneş 1958).

Bu deneyde farklı derişimlerde hareketsizleşen *Daphnia magna*'nın derişim aralığı %10 ile %90 arasında hareketsizlik meydana getiren en az 3 derişim olarak belirlenir. Hareketsiz *Daphnia magna*'ların sayılmasından sonra, tüm *Daphnia magna*'ların hareketsiz olduğu en küçük derişimli çözelti bulunan deney kabında çözünmüş oksijen derişimi ölçülmüştür. Veriler, 24 h- EC<sub>50</sub>'yi hesaplamak için yetersiz olduğunda, %100 hareketsizliğe karşılık gelen en küçük derişim ve %0 -100 hareketsizliğe karşılık gelen en büyük derişim belirlenebilir.

Toksik maddenin konsantrasyonu suda düşük olduğu zaman ölüm görülmeyebilir veya çok düşük oranlarda ölüm olabilir. Toksik madde konsantrasyonu arttıkça ölüm oranı da artar ve belirli bir konsantrasyondan sonra canlıların tümü ölür. Bu tip deneylerde toksik madde konsantrasyonu (X) ile ölüm oranı (Y) arasında sigmoid bir ilişki vardır, yani "S" şeklinde bir ilişki görülür. Ancak bu hesaplamada ortaya çıkan değer tahmini değerdir. Toksik madde konsantrasyonlarının tabii logaritmaları ile ölüm oranlarının probitleri arasında lineer bir ilişki bulunduğu probit regresyon hattının hesaplanması ile EC<sub>50</sub>'nin bulunması daha doğru sonuç verir ( Düzgüneş ve Düzgüneş 1958).

### 3.2.10 *Daphnia magna* (Straus 1820) (Cladocera, Crustacea)'nın duyarlılığının ve işlem uygunluğunun kontrolü

*Daphnia magna*'nın duyarlılığını kontrol etmek için seyreltme suyu kullanarak potasyum dikromatın ( $K_2Cr_2O_7$ ) 24h-  $EC_{50}$  değeri (0,6 mg/l–2,1 mg/l) aralığının dışına çıkmamasına dikkat edilmiştir.

### 3.2.11 Sonuçların geçerliliği

#### Sonuçlar;

- a) Deneyin sonunda çözünmüş oksijen derişimi, 2 mg/l'ye eşit veya büyük
- b) Kontrollerin hareketsizlik yüzdesi % 10'a eşit veya daha küçük
- c) Potasyum dikromatın 24h-  $EC_{50}$  değeri 0,6 – 2,1 mg/l arasında olduğunda deney yeterli kabul edilir (Anonim 1999).

### 3. 2. 12. Deney sonuçlarının değerlendirilmesi

Araştırma sonuçlarının değerlendirilmesi Probit Analiz yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Düzgüneş ve Düzgüneş 1958).

Ayrıca kurşun denemesinden elde edilen bulgular Behrens Karber yöntemine göre de aşağıdaki formülle hesaplanmıştır ( Klassen 1991) .

$$LD_{50} = LD_{100} - \frac{\sum ab}{n}$$

Çizelge 3.1 Behrens Karber yönteminin formülünün açıklaması

<b>Formüldeki simgeler</b>	<b>Açıklaması</b>
<b>LD<sub>100</sub></b>	Deney canlısını öldüren doz
<b>LD<sub>50</sub></b>	Canlıların yarısını öldüren doz
<b>a</b>	Birbirini izleyen iki doz arasındaki fark
<b>b</b>	Birbirini izleyen iki dozdan ileri gelen ölümlerin aritmetik ortalaması
<b>n</b>	Her gruptaki canlının sayısını göstermektedir.

Behrens Karber yöntemiyle elde edilen kabaca sonuç, ince hesaplamalar gerektiren Probit Analiz Yöntemi sonucu bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır.

#### 4. BULGULAR

Bu metot ile aynı türden deney organizmalarına deney maddesinin gıda ve enjeksiyon yoluyla doğrudan verilerek veya değişik konsantrasyonlardaki deney maddesi ortamına belirli bir süre maruz bırakılarak deney maddesinin etkisi tespit edilir.

Zehirlilik parametresi, su kirliliği çalışmalarında kullanılması gereken en önemli parametrelerin başında gelmektedir. Bu parametre ile genel anlamda sulardaki biyotanın yaşam süreçlerini engelleyen ya da tümü ile ortadan kaldıran kirletici unsurların, etki derecelerinin gösterge niteliğinde bir ölçüm yöntemi kullanmak suretiyle ortaya konması amaçlanmaktadır (Kahvecioğlu vd. 2006).

Kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzunun 24 saatlik  $EC_{50}$  değeri, probit analiz metodu kullanılarak statik biyodeneş sistemi uygulanarak, yaşı 24 saatten küçük *Daphnia magna* bireyleri üzerinde 0,44 mg/l bulunmuştur ( Çizelge 4.3)

Biyodeneşlerde, deneyin yapıldığı şekil ve şartlarla birlikte yürütülen kontrol grubu kullanılmıştır. Her kontrole, deney ortamıyla aynı sayıda *Daphnia magna* konulmuştur. Kontrol grubundaki su pireleriyle, değişik kurşun nitrat konsantrasyonlarına maruz kalanlar arasındaki değişimler yani hareketsizlik durumları deney süresince karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, kurşun nitrat'ın deney organizmalarına yüksek miktarda toksik olduğunu göstermektedir. Deneme süresince kontrol grubunda hiç ölüm olmamıştır, normal hareketlerine devam etmişlerdir. Verilen yüksek konsantrasyonlarda ani ölümler, irkilmeler olmuştur, deney kaplarında bir yandan bir yana ani kaçmalar gözlenmiştir; yavaş yavaş dozların konsantrasyonu azaldıkça direnmeleri de daha da artmıştır. Sonunda ölenlerin hepsine tek tek bakıldığında karapaks kısımlarında aşınmalar, oldukça yüksek konsantrasyonlarına maruz kalanlarda parçalanmalar olmuştur.

Çizelge 4.1 *Daphnia magna*' da kurşun nitrat denemesinden önce deney kaplarındaki sıcaklık, EC, pH ve oksijen değerleri

<b>Kullanılan akvaryum sayısı</b>	<b>Sıcaklık (°C)</b>	<b>EC(elektriksel iletkenlik) ms/cm</b>	<b>Oksijen ( ml/l)</b>	<b>pH</b>
<b>1.</b>	21,4	0,8	6,6	8,82
<b>2.</b>	21,4	0,8	7,2	8,80
<b>3.</b>	21,9	0,8	8,4	8,46

Deney sonunda 24 saatlik periyotlarla yapılan denemelerde, oksijen derişimi 2mg/l altına düşmemiştir.

Gerçek deneye başlamadan önce standartlarda belirtilen aşamalardan birincisi ön deney kısmıdır. Ön deney kısmında; Kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzunun 1 gramı, 1000 mg/l'de hazırlanmış, çeşitli konsantrasyonlar seçilmiş, canlı sayısı 10' ar adet belirlenmiştir. %1 ile % 0,2 konsantrasyonları minimum ve maksimum konsantrasyonlar olarak değerlendirilerek; % 0-% 100 hareketsizlik meydana getiren konsantrasyonlar olarak belirlenmiştir. Bu konsantrasyonlar arasından 3 tane daha ara konsantrasyonlar belirlenerek, belirleyici deney kısmına başlanmıştır (çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzunun farklı konsantrasyonlarında, *Daphnia magna* bireylerindeki 24 saat içerisindeki ölüm oranları arasındaki ilişkileri

<b>Konsantrasyon mg/l</b>	<b>Canlı sayısı</b>	<b>Ölen canlı sayısı</b>	<b>% Ölüm oranı</b>
0,2000	20	2	0,1000
0,4000	20	8	0,4000
0,6000	20	13	0,6500
0,8000	20	17	0,8500
1,0000	20	20	1,0000

Çizelge 4.3 Kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzunun *Daphnia magna* bireylerindeki 24 saatlik akut toksik etkisi

<b>Nokta</b>	<b>Konsantrasyon mg/l</b>	<b>% 95 Güven sınırları</b>	<b>Eğim - SH</b>	<b>İntersept - SH</b>
EC 1,00	0,128	0,062–0,187	4,34 (2,89 – 5,79)	6,54 (6,03–7,05)
EC 5,00	0,184	0,106–0,247		
EC 10,00	0,224	0,141–0,288		
EC 15,00	0,225	0,170–0,319		
EC 50,00	0,441	0,361–0,517		
EC 85,00	0,764	0,641–1,002		
EC 90,00	0,870	0,717–1,201		
EC 95,00	1,055	0,841–1,581		
EC 99,00	1,514	1,119–2,677		

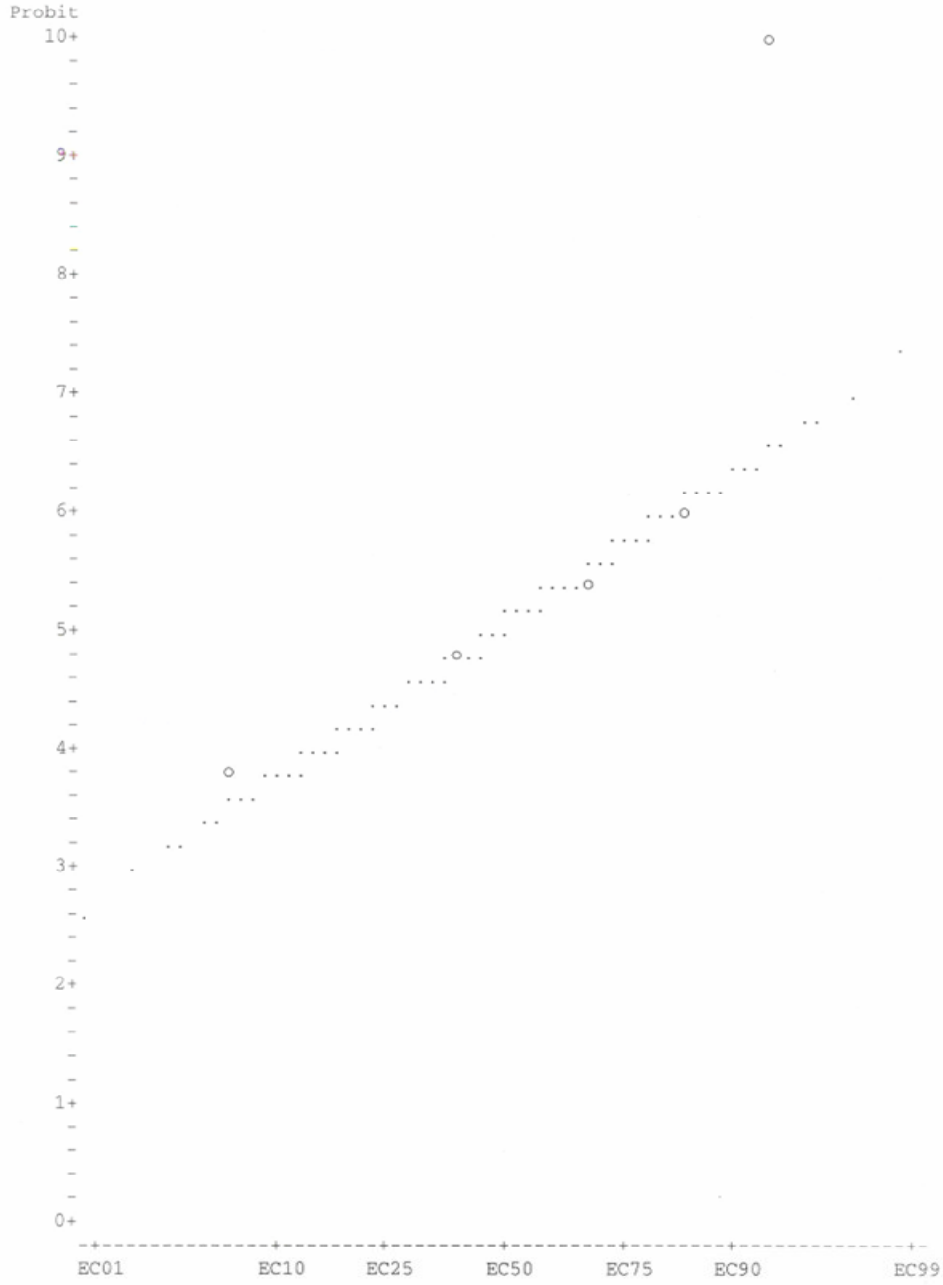
Teorik Spontan Oranı = 0,0000

EC<sub>50</sub> değerinin tespitinde ayrıca Behrens- Karber Yöntemi de uygulanmıştır. Bu yönteme göre;

Çizelge 4.4 Behrens- Karber Yönteminin tabloda hesaplanmış hali

<b>Kullanılan Dozlar</b>	<b>Ölüm sayısı</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a.b</b>
0,2	2	0,2	5	1
0,4	8	0,2	10,5	2,1
0,6	13	0,2	15	3
0,8	17	0,2	18,5	3,7
1,0	20	0,2		

Behrens- Karber yöntemi ile yapılan hesaplama sonucu; EC<sub>50</sub> değeri 0.51 mg/l olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1 *Daphnia magna* bireylerinde Kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzu için hesaplanan probit değerleri ve regresyon grafiği

*Daphnia magna*'nın duyarlılığını kontrol etmek için seyreltme suyu kullanarak potasyum dikromatın ( $K_2Cr_2O_7$ ) 24h-  $EC_{50}$  değeri; 0,89mg/l bulunmuştur.  $EC_{50}$  değeri, 0,6 mg/l–2,1 mg/l arasında olduğundan deney yeterli kabul edilmiştir (Çizelge 4.6)

Çizelge 4.5 Potasyum dikromatın ( $K_2Cr_2O_7$ ) farklı konsantrasyonlarının, *Daphnia magna*'da 24 saatteki ölüm oranları arasındaki ilişkisi

<b>Konsantrasyon mg/l</b>	<b>Canlı sayısı</b>	<b>Ölen canlı sayısı</b>	<b>% Ölüm oranı</b>
0,4000	20	2	0,1000
0,7000	20	8	0,4000
1,0000	20	10	0,5000
1,4000	20	14	0,7000
2,000	20	19	0,9500
3,000	20	20	1,000

Çizelge 4.6 Potasyum dikromatın (  $K_2Cr_2O_7$ ) *Daphnia magna* bireylerindeki 24 saatlik akut toksik etkisi

<b>Nokta</b>	<b>Konsantrasyon mg/l</b>	<b>% 95 Güven sınırları</b>	<b>Eğim - SH</b>	<b>İntersept - SH</b>
EC 1,00	0,227	0,113–0,332	3,90 (2,69–5,11)	5,18 (4,91–5,46)
EC 5,00	0,339	0,200–0,456		
EC 10,00	0,420	0,270–0,541		
EC 15,00	0,486	0,331–0,609		
EC 50,00	0,895	0,740–1,055		
EC 85,00	1,649	1,366–2,212		
EC 90,00	1,906	1,544–2,694		
EC 95,00	2,362	1,842–3,630		
EC 99,00	3,531	2,538–6,414		

Teorik Spontan Oranı = 0,0000



Şekil 4.2 *Daphnia magna* bireylerinde Potasyum dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) için hesaplanan probit değerleri ve regresyon grafiği

## 5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Akarsu, göl ve denizlerdeki metal kirlilikleri aynı ekosistemde yaşayan canlılara yansiyarak besin zinciri boyunca birikebildiği sürece doğal denge ve insan sağlığı yönünden doğurabileceği sakıncaların değerlendirilebilmesi için suların içerdikleri metal kirliliklerinin bilinmesi önem taşımaktadır (Gül vd. 2004).

Biyodeneyleler, su kirliliği kontrolünde su kalitesi standartları ile uygunluk sağlamada ve risk yönetimi çalışmalarında kullanılır.

Bu çalışmada endüstri ve sanayide kullanılan ve akuatik ekosistemlerde toksik etki yapan kurşun nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) metal tuzunun *Daphnia magna*'da 24 saatlik  $EC_{50}$  değeri belirlenmiştir. Deneylerin başlangıcından sonuna kadar, her derişim denenmiş ve ortam şartlarının değişkenliği minimum seviyede tutulmuştur.

Kurşun metalini denemesinden elde edilen bulgular istatistikî olarak probit analiz yöntemi ile değerlendirilmiş ve *Daphnia magna*'da 24 saatlik  $EC_{50}$  değeri 0,44 ml/l bulunmuştur. Bununla birlikte *Daphnia magna*'da kurşun denemesinden elde edilen bulgular Behrens Karber Yöntemine göre de değerlendirilmiş ve 24 saatlik  $EC_{50}$  değeri 0,51 ml/l olarak hesaplanmıştır. Her iki yöntem sonucu bulunan değerlerin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Aynı tür üzerinde çalışmalarda,  $EC_{50}$  değerinin farklı bulunabileceği yapılan çeşitli deneyler sonucunda gözlenmiştir.  $EC_{50}$  değeri üzerinde suyun sertliği, sıcaklık, deneyde kullanılan canlıların büyüklüğü ve hatta cinsiyeti etkili olduğu bilinmektedir.

Tatlı su ortamlarındaki canlı grupları için toksik maddelerin lethal ve sublethal dozları her bir canlı grubu için ayrı ayrı düzenlenen biyodeneylelerde sağlanmaktadır ( Anonim 1998).

Genel olarak bir sucul organizmayı öldüren ağır metal, hem metalin çeşidine hem de organizmaya bağlıdır. En zehirli ağır metaller Hg, Ag, Cu, Cd, Zn, Pb, Ni ve Co'dır.

Bu ağır metallerin zehirlilik düzeyleri canlı türlerine göre de değişmektedir. Aynı zamanda bir metalin etki derecesi de türden türe farklı olmaktadır.

Aynı maddelerin farklı canlılar üzerindeki etkileri ya da aynı familyaya ait canlılar açısından bulgular hep farklılık göstermektedir.

Bol *et al.*(1993), *Daphnia* sp. üzerinde yaptığı çalışmada 1,3-butadienin; 48 saatlik EC<sub>50</sub> değerini 44,9 mg/l olarak tespit edilmiştir.

Hermens *et al.*(1984), 1,3-butadienin *Daphnia* sp'de. yaptığı çalışmada 48 saatlik EC<sub>50</sub> değerini 43,8 mg/l olarak bulmuşlardır.

Iuclid (1996), 1,3-butadienin *Daphnia* sp. yaptığı çalışmada 48 saatlik EC<sub>50</sub> değerini 24,8 mg/l olarak bulunmuştur.

Biesinger and Christensen (1972), tarafından *Daphnia magna*'da kurşun klorit için 48 saatlik LC<sub>50</sub> değerini 0,45 mg/l bulmuşlardır.

Khangerot and Ray (1987), *Daphnia magna*'da kurşun asetat'ın 24 saatlik LC<sub>50</sub> değerini; 4,89 mg/l (4,19–5,89); 48 saatlik LC<sub>50</sub> değerini ise 3,61 mg/l (2,83–4,4) olarak tespit etmişlerdir.

Kamaya *et al.* (2004), *Daphnia magna*'da benzoik asit'in toksik etkisini araştırmış ve 48 saatlik EC<sub>50</sub> değerini; 7,0 mmol/l bulmuşlardır.

Baudouin and Scoppa (1974), *Daphnia hyalina*'da kurşun asetat'ın 48 saatlik LC<sub>50</sub> değerini 0,6 mg/l (0,41- 0,89) olarak bulmuştur.

Siyanür ile yapılan çalışmada balıklarda 60 saatlik LC<sub>50</sub>= 0,08 mg/L olarak bulunmuştur, 0,05 mg/l 'den sonrası öldürücüdür. *Daphnia magna* da ise EC<sub>50</sub>= 0,1 mg/l olarak bulunmuştur. Civa ile *Daphnia magna*'larda yapılan çalışmalarda 48 saatlik EC<sub>50</sub> değeri; 0,052 mg/l olarak bulunmuştur. Genel olarak 48 saatlik EC<sub>50</sub>'nin 0,05–3,6 mg/l değerleri arasında olduğu hesaplanmıştır (Anonim 2006).

Baudouin and Scoppa. (1974), kopepodlardan *Cyclops abyssorum* üzerinde kurşun asetat'ın 48 saatlik LC<sub>50</sub> değerini; 5,5 mg/l (4,0-7,7) ; *Eudiaptomus padanus*'un 48 saatlik LC<sub>50</sub> değerini; 4,0 mg/l (2,5-6,4) olarak bulmuşlardır.

Spehar *et al* (1978), amfipodlardan *Gammarus pseudolimnaeus* üzerinde kurşun nitrat ile yaptığı çalışmada 96 saatlik LC<sub>50</sub> değerini 0,124 mg/l bulmuşlardır.

Atayer (1991), İstanbul Boğazı Anadolu Kavağı Yöresi'nden elde edilen *Mytilus galloprovincialis* türü midyelerde, solungaç ve sindirim bezlerinde kurşun birikimini, ocak ve şubat aylarında en yüksek seviyede bulmuştur.

Anderson (1978), tarafından kerevitlerden *Orconectes virilis* üzerinde kurşun asetatı; 0, 0,5, 1,0 ve 2,0 mg/l konsantrasyonlarında 40 günlük periyotlarda maruz bırakmıştır. Ortaya çıkma zamanında kurşunun konsantrasyonu hem solungaçlarda hem de dış iskelette belirgin birikimler meydana getirmiştir.

Kontamine olan akuatik sistemlerde çoğunlukla kurşun yayılımı, sediment üzerinde olmaktadır. Balıklarda kurşunun, çoğunlukla solungaçlarda sonra böbrek ve kemiklerde biriktiği belirtilmektedir (Anonymous 1989).

Schuhmacher *et al.* (1990), İspanya'da Akdeniz kıyısında avlanan balıklarda yaptıkları çalışmada çeşitli balık türlerinde kurşun düzeyinin 0,016–1,942 ppm arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Iuclid (1996), 1,3-butadienin Gökkuşluğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) 96 saatlik LC<sub>50</sub> değeri 22,4 mg/l olarak bulunmuştur.

Çevre Koruma Birliği (EPA) tarafından önerilen, kullanma suyundaki kurşun metalinin müsaade edilebilir değerleri; 50 µg/l, maksimum konsantrasyon 0,24 µmol/l olarak belirtilmektedir (Bat vd. 1999).

Sularda, kirlenmeye neden olan maddelerin tespit edilen etki düzeylerini aşması halinde, bu maddelerin sucül ortama girişı yasaklanmaktadır. Bu değerler kurşun için 0,1 mg/l olarak belirlenmiştir (Gölge vd., 1986). Ancak sulara karışan madde miktarları ve çeşitleri her geçen gün artmaktadır. Bunların birbirleri ile etkileşimleri yapılan standartları geçersiz kılmakta ve eşik değerlerinin sürekli değişimine neden olmaktadır (Anonymous 1971).

Farklı maddelerin zehirlilik derecelerini belirleyen LD<sub>50</sub> değerleri çeşitli hayvan türlerine göre değişmektedir. Sıçanlarda kurşunun LD<sub>50</sub> değeri 0,15 g/ kg olarak belirtilmiştir (Gölge vd. 1986).

ABD’de kurşun zehirlenmesi çocuklar için önemli bir çevre sağlığı problemidir. 1988-1991 yılları arasında 1-5 yaş arasındaki 1,7 milyon çocukta kan kurşun seviyelerinin yüksek olduğu (10 mikrogram/DL ve üzerinde) belirlenmiştir. Bunun nedenini anlamak için Arizona Sağlık Hizmetleri tarafından yürütölen incelemede bu çocukların evlerindeki içme sularının depodan evlere verildiği ve bu depodan gelen suyun kurşun seviyelerinin sınır değerlerin 30 kat üzerinde olduğu saptanmıştır. ABD güney-doğu Kaliforniya ve güney-batı Arizona’da yaklaşık 11 bin ev ve işyeri su ihtiyacını depoda bekletilmiş sudan karşılamaktadır. Bu yörelerde çocukların tolere edilebilir kurşun alım limitinin 41 katından daha fazla kurşun almakta oldukları saptanmıştır (<http://www.turkuaz.com/>,2006).

Konutlardaki kurşun konsantrasyonu, çevre havasının özellikle egzoz gazları ile kirlendiği durumlarda, duvarların kurşunlu boya ile boyandığında ve kurşunlu maddelerle kaynak yapıldığında artmaktadır. Kurşun, içme suyu, yiyecek ve havadaki tozlar aracılığı ile insan vücuduna girebilmektedir.

Kurşun sadece solunum yolu ile değil kurşunla kirlenmiş gıda, su, toprak veya tozla, sindirim yolu ile de vücuda girebilir. İnorganik kurşun bileşikleri, vücut tarafından çok yavaş absorbe edilmesine rağmen vücuttan atılması da oldukça yavaştır. Kurşun vücuda alındığında organlar kurşunu kalsiyum gibi algılayarak hata yaparlar.

Böylece kurşun, beyin ve diğer hücrelerin işlevi için elzem olan anjirlere hücum ederler ve onları bölerler. Kurşun başka bir maddeye asla dönüşmediğinden vücutta birikmeye başlar. ( <http://www.cevreorman.gov.tr/>,2006).

Şehir içi bölgelerde yüksek konsantrasyonlu kurşuna sürekli maruz kalındığında kurşun birikmesi artar. Kurşun kırmızı kan hücreleri tarafından absorbe edilir. Karaciğer ve böbrekler gibi yumuşak dokularda daha fazla birikirler.

Kurşun kan yolu ile önce karaciğer, böbrek, beyin ve kas gibi yumuşak dokularda 35-40 gün bekledikten sonra kurşun metabolitleri yardımı ile kemik ve diş gibi sert dokularda yarılanma süresi 20 yıldır. Dolayısıyla kurşunun vücuttan atılma hızı oldukça yavaştır. Bu nedenle yaşlı insanlarda birden bire kurşun zehirlenmesi ortaya çıkmaktadır ( <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/> ,2006).

Endüstriyel kaynaklardan ve kanalizasyon yolu ile sulara karışan kurşun gibi ağır metallerin, insan sağlığı yönünden doğurabileceği tehditlerden dolayı, suların içerdikleri metallerin kirlilik derecelerinin bilinmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak; yaşamımızı kuşatan kurşun ağır metali ile ilgili çalışmalar Türkiye’de sınırlıdır. Besin zincirini düşündüğümüzde alt basamaklarda yer alan canlılardan üste doğru yayılım gösteren kurşun, her basamakta toksik etki bırakmaktadır. Dolaylı olarak da insana kadar etki göstermektedir. Dolayısıyla besin zincirinde yer alan bir canlının ağır metal toksisitesine karşı gösterdiği tepkinin bilinmesi çok önem taşımaktadır. Bu durumda yapılması gereken, metallerin canlılar üzerindeki akut ve kronik toksisiteleri ve dokulardaki birikimleri ile ilgili araştırmaları arttırmaktır.

## KAYNAKLAR

- Allen, P. 1995. Chronic accumulation of cadmium in the edible tissues of *Oreochromis aureus* (Steindachner), Modification by mercury and lead Arch. Environ. Contam. Toxicol., 53, 8-14.
- Anderson, R. V. 1978. The effects of lead on oxygen uptake in the crayfish, *Orconectes virilis* (Hagen). Bull. environ. Contam. Toxicol., 20: 394-400.
- Anonymous. 1983. Revised report on fish toxicity testing procedures, EIFAC Technical Paper, No: 24-1.
- Anonymous. 1971. Standart methods for the examination of water and wastewater, APHA, AWWA, WPCF, Washington.
- Anonymous. 1989. International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 85.
- Anonim. 1998. T.S.E. Su Kirliliği Kontrolü, Metod ve Kuralları, Zehirlilik Denemeleri, Ankara.
- Anonymous. 1999. U.S. Department of Health & Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- Anonim.1999.TS 6050 EN ISO 6341. Su Kalitesi. *Daphnia magna* Straus'un (*Cladocera, Crustacea*) hareketliliğinin engellemesinin (inhibisyonu) tayini, akut zehirlilik deneyi.
- Anonymous. 2002. European Commission DG ENV. Heavy metals in Waste, Danimarka.
- Anonymous. 2006. Meteorological Synthesizing Centre - East,

Anonim.2006. [www.kimyaevi.org/d02/114833.pdf](http://www.kimyaevi.org/d02/114833.pdf).

Anonim.2006. <http://www.aymira.net/forum>.

Anonim.2006. <http://www.mpil-ploen.mpg.de>.

Anonim.2006. <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR>.

Anonim.2006. <http://www.turkuaz.com>.

Anonim.2006. <http://www.cevreorman.gov.tr>.

Alexander, H. C., Gersich, F.M., Mayes, M.A. 1985. Acute toxicity of four phenoxy herbicides to aquatic organisms. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 35(3), 314-321.

Atayer, S. 1991. Anadolu kavağı midye türünde (*Mytilus galoprovincialis* Lamarck, 1819) bazı ağır metal birikimlerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Aydınalp, C. 1997. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Bursa Çevre-97 Forumu Kitabı. Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire Başkanlığı Yerel Gündem 21 Şube Müdürlüğü Yayını No:2, Burfaş Ofset Tesisleri, Bursa.

Ardalı, Y. 1990. Endüstriyel atık sulardan ağır metallerin absorpsiyonik uzaklaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniv. Fen. Bil. Enst. Samsun.

Barnes, R. 1974. *Intervertebrate Zoology*, W.B. Saunders Company, London, 870 p.

Baudouin, M.F. and Scoppa, P. 1974. Acute toxicity of various metals to freshwater zooplankton. *Bull. environ. Contam. Toxicol.*, 12, 745-751.

Bat, L., Gündoğdu, A. ve Öztürk, M. 1999. Ağır Metaller, S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Dergisi, 6, 166-175.

- Bigersson, B., Sterner, O., and Zimerson, E. 1988. Chemie und Gesundheit , ISBN 3-527-26455-8.
- Biesinger, K.E. and Christensen, G.M. 1972. Effects of various metals on the survival, growth, reproduction, and metabolism of *Daphnia magna*. J. Fish. Res. Board Can., 29: 1691-1700.
- Bircan, R. ve Aras, M.S.1992.Su piresi Yetiştiriciliği. A.Ü.Ziraat Fak. Yay. No 140. Erzurum.
- Bol, J., Verhaar, H.J.M., Leeuwen, J.L.M. and Hermens, J.L.M.1993. Predictions of the aquatic toxicity of high production-volumechemicals. Part B: Predictions. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, The Hague, Netherlands (Report No. SVS 1993/9B).
- Cirik, S.ve Gökpinar, Ş. 1993. Plankton Bilgisi ve Kültürü (Ders Kitabı), Ege Üniv.Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 47, Ders Kitabı Dizini No: 19., İzmir.
- Çiltaş, A.K.1994. Su piresi (*Daphnia magna*)'nın farklı kültür ortamlarında yetiştirilme imkânları. Yüksek Lisans Tezi A.Ü.Fen. Bil. Enst. Erzurum.
- Demirkurt, E. 1989. İzmir Körfezi'nde yaşayan bazı bentik canlılarda ağır metal birikim düzeylerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniv. Deniz Bil. ve Tek. Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Dewey, I.E. and Parker, B.L.1964.Mass rearing of *Daphnia magna* for insecticide bioassay.Jour.Economic.Ent.57,6.
- Duffus, J. H. and Howard G. J. 1996. Fundamental toxicology for chemists, Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry Information Services.
- Duffus, J.H. 1980. Environmental Toxicology, New York: Wiley.

- Dündar, Y. ve Aslan, R. 2005. Yaşamı kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri. Kocatepe Tıp Dergisi. 6,1-5 Mayıs. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Düzgüneş, Z. ve Düzgüneş, O. 1958. Entomolojide İstatiksel Metodlar, A.Ü. Ziraat Fak.Yayını, No: 140, Ankara.
- Egemen, Ö., Mordoğan, H., Sunlu, U. ve Önen, M. 1994. Ege ve Marmara bölgesinde dağılım gösteren *Ostrea edulis* L. 1758'de bazı ağır metal (Pb, Cd,Cu, Zn) düzeylerini karşılaştırmalı olarak araştırılması, Su Ürünleri Dergisi, Cilt no 11, Sayı 42, İzmir.
- Edmonson, W.T.1959.Freshwater Biology.1248 pp.2nd Ed.Wiley. New York.
- Güley, M. ve Vural, N., 1987. Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın, No: 48, Ankara.
- Gül, A., Yılmaz, M., ve Selvi, M., 2004. Civa-II-Klorür'ün Tatlisu Kefali *Leuciscus cephalus* (L., 1978) Üzerindeki Akut Toksik Etkilerinin Araştırılması. Fen Bilimleri Dergisi 17 (4): 53 – 58. Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Teknikokullar, 06500 Ankara.
- Gürbüz, H. ve Önalın, S.K.1996. Su piresi (*Daphnia magna*)'nın farklı kültür ortamlarında yetiştirilmesi.Tr.J of Veterinary and Animal Sciences, 237-242. Atatürk Üni.Erzurum.
- Gölge, T., Kılıç, Z. ve Tülümen, S. 1986. Isparta ve yöresindeki göllerde su kalitesi eser elementler, TÜBİTAK Çevre Araştırma Grubu Raporu, Çağ - 46 / 6, Ankara.
- Hapke, H. J. 1991. Effects of metals on domestic animals. VCH Verlagsgesellschaft mbH.

- Hermens, J., H. Canton, P. Janssen and R. de Jong. 1984. Quantitative structure–activity relationships and toxicity studies of mixtures of chemicals with an anaesthetic potency: acute lethal and sublethal toxicity to *Daphnia magna*. *Aquat. Toxicol.* 5: 143–154.
- Iuclid. 1996. European Commission International Uniform Chemical Information Database.
- Ivlewa, I.V. 1969. Mass Cultivation of Invertebrates, Biology and Methods. Acad. of Sci. of USSR., All Union Hyd. Society, 148 pp.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S. 2006. TMMOB Metalürji Mühendisleri Odası, Metalürji Dergisi, Sayı 136.
- Kamaya, Y., Fukaya, Y. and Suzuki, K. 2004. Department of Environmental Science for Human Life, Faculty of Agriculture, Shizuoka University, 836 Ohya, Shizuoka 422-8529, Japan.
- Kaya, S., Pirinçci, I. ve Bilgili, A. 1998. Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi. Medisan Yayın Serisi, Yayın No: 36.
- Khan, M. 2006. Effect of temperature on the toxicity of heavy metals to aquatic invertebrates. Illinois water Conference. Biological Sciences Department. U.I.C.
- Khangarot, B.S. and Ray, P.K. 1987. Correlation between heavy metal acute toxicity values in *Daphnia magna* and fish. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 38: 722-726.
- Klassen, C.D. 1991. Principles of toxicology. In: Gilman, A.G., Tall, T.W., Nies, A.S., Taylor, P. (Eds.), *Pharmacological Basis of Therapeutics*, eight ed. McGraw-Hill, pp. 49–61.

- Kocahan, İ.1999.Marmara Denizi demersal balıklarda ağır metal kirliliği.Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniv. Deniz Bil. ve İşl Enst..İstanbul.
- Kürkçü, Y. 2001.Kurşun Nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) Metal Tuzunun Lepistes (*Poecilia reticulata*) Üzerindeki Akut Toksik Etkisinin Araştırılması ve Davranış Değişimlerinin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Eylül, Ankara.
- Misra, V., Pandey, S. D. and Viswanathan, P.N. 1996. Environmental significance of humic acid in the sequestration of metals, Chem.Ecol., 13, 103-112.
- Mutluay, H. ve Demirak, A. 1996. Su Kimyası, Sayfa 83- 84, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ, İstanbul.
- Pagano, S.M. 2002. Evsel Atıksularda *Daphnia magna* (Su Pireleri) İle Zehirlilik İzleme, Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi Cilt no 12 Sayı 1, Sayfa 7–16.
- Pandey, B.K., Sarkar, U.K., Bhowmik, M.L and Tripathi, S.D. 1995. Accumulation of heavy metals in soil, water, aquatic weed and fish samples of sewage-fed ponds, J. Environ. Biol., 16, 97-103.
- Rether. A. 2002. Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoylthiamin-stoff-funktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwassern und Prozesslösungen.Doktora Tezi, Münih Teknik Üniversitesi.
- Say, H. and Sarıeyyüpoğlu, M. 1991. A Study on heavy metal accumulation of *Barbus capito pectoralis* caught from the region of Elazığ sewage discharge into Keban Dam Lake. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Sempozyumu 12-14 Kasım 1991, İzmir.

- Schumacher, M., Basqme, M.A., Bomington, J. L. and Carbella, J. 1990. Cadmium concentrations in marine organisms from the Torragona coastal waters, Spain, Bull. Environ. Contom. Toxicol., 44, 784 - 789.
- Sonal, S. 1994. Türkiye'de Veteriner İlaçları Üretimi, Pazarlaması, Güvenli Kullanımı ve Kalıntı Sorunları Sempozyumu Kitabı. Veteriner Fakültesi. Ankara,
- Sonal, S. 1995. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 14 (1-2-3): 75 - 84.
- Sonal, S. 2001. I. Ulusal Yaban Hayatı Ekolojisi ve Hekimliği Sempozyumu Veterinerlik Fakültesi. Bursa.
- Spehar, R. L., Anderson, R. L. and Fiantd, J. T. 1978. Toxicity and bioaccumulation of cadmium and lead in aquatic invertebrates. Environ. Pollut., 15: 195-208.
- Şanlı, Y. 1984. Çevre sorunları ve besin kirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 2: 17-37
- Şanlı, Y. 1995. Metaller ve Diğer İnorganik Maddeler. Alınmıştır: S. Kaya Ed. Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi, Yayın No: 21. Ankara.
- Uslu, O. Ve Türkman, A.1987.Su kirliliği ve Kontrolü.T.C Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Eğitim Dizisi, No 1. 276-280., İzmir.
- Vural, N. 1996. Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayını, No: 73.
- Yeşilada, E. ve Gelegen, L. 2000. *Drosophila melanogaster*'in ömür uzunluğu üzerine Kadmiyum nitratın etkisi. Turk J.Biol. 593-599.TÜBİTAK. İnönü Üni. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Bölümü. 44069.Malatya.
- Yılmaz, O., Sonal, S., Ceylan, S. 1995. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 14 (1-2-3): 57 - 65.

## **EKLER**

**EK 1 Toksikolojik Genel Tanımlar**

**EK 2 *Daphnia magna*'nın kurşun nitrat verilmeden önceki hali**

**EK 3 *Daphnia magna*'da anten yapısı**

**EK 4 *Daphnia magna*'da dişinin sitematik görünüşü**

**EK 5 *Daphnia magna*'da İlk Kurşun Nitrat verilmeye başlandığı an**

**EK 6 *Daphnia magna*'da İlk Kurşun Nitrat verildikten sonraki durumu**

**EK 7 *Daphnia magna*'nın karapaks dokusunun görünümünü**

**EK 8 *Daphnia magna*'nın karapaks dokusunun kurşun verildikten sonraki görünümü**

**EK 9 *Daphnia magna*'nın kurşun nitrat verildikten sonraki dokularında birikimi**

**EK 10 *Daphnia magna*'nın kurşun nitrat verildikten sonraki dokularında birikimi**

**EK 11 *Daphnia magna*'nın kurşun nitrat verildikten sonraki hali**

**EK 12 *Daphnia magna*'nın dişisinin postabdomen kısımları**

**EK 13 *Daphnia magna* erkeğinin postabdomeni**

## **EK 1 Toksikolojik Genel Tanımlar**

### **Tanımlar:**

**Toksikoloji:** Kimyasal maddelerin biyolojik dokulara kantitatif tesirlerinin mekanizmalarıyla birlikte araştırılmasını inceleyen ve elde edilen bilgilerden insan popülasyonuna ve çevreye zararları ve etkileri hakkında tahmin eden bir bilim dalıdır (Anonim 1998).

**Zehirlilik Deneyleri:** Zehirli maddeye belirli bir maruz kalma süresinden sonra ölüm, hareketsizlik, üremenin engellenmesi gibi zehir etkilerini belirleyen konsantrasyonu tespit edilmiştir (Anonim 1998).

**Akut Zehirlilik Deneyleri:** Deney organizmalarında kısa sürede olumsuz değişikliğe sebep olan deney konsantrasyonlarını belirleme işlemidir (Anonim 1998).

**Zehirlilik Etkisi:** Sularda tabii dengeyi bozan, organizmaların yaşam sürecini kısaltan ve/veya şartlarını bozan her türlü yabancı etkidir (Anonim 1998).

**Zehir:** Organizmada şekillenen veya dışardan organizmaya giren, kimyasal yapıları dolayısıyla canlının doku veya organlarını etkiyebilen, canlının sağlığında geçici veya sürekli olarak olumsuz etki yapan maddelerdir (Anonim 1998).

**Ortalama Etkili Konsantrasyon ( EC<sub>50</sub> ) :** Deney organizmalarının %50'sinde denge kaybı, felç, anormallikler veya vücut bozuklukları gibi etki meydana getiren konsantrasyondur (Anonim 1998).

**Ortalama Tolerans Limiti (TL<sub>50</sub> ):** Su organizmalarının zehirli ortamda yarısının canlı kaldığı sınır zehirlilik değeridir (Anonim 1998).

## **EK 1 Toksikolojik Genel Tanımlar**

**En Yüksek Tolerans Dozu:** Ölüm meydana getirmeyen en yüksek dozdur (Anonim 1998).

**En Düşük Öldürücü Doz:** Ölüm meydana getiren dozların en küçüğüdür (Anonim 1998).

**Ortalama Öldürücü Doz (LD<sub>50</sub>) :** Tatbik edildiği organizmaların yarısını öldüren dozdur (Anonim 1998).

**Ortalama Öldürücü Konsantrasyon (LC<sub>50</sub>):** Tatbik edildiği organizmaların yarısını öldüren konsantrasyondur (Anonim 1998).

**Öldürücü Doz:** Bir defa tatbikinde öldüren doza denir (Anonim 1998).

**Zehirlilik Dozu (Toksik Doz):** Ölüm meydana getirmemekle beraber, zehirlenme belirtilerine sebep olan dozdur (Anonim 1998).

**Ortalama Ölüm Zamanı (LT<sub>50</sub>) :** Zehir etkisini gösteren bir maddenin öldürücü dozunun organizmaya girdikten sonra, organizmaların yarısının ölümü için geçen süredir (Anonim 1998).

**Eşik Konsantrasyonu:** Kontrollü koşullarda basit deney hayvanında seçici bazı cevapları almak için gerekli olan minimum zehir konsantrasyonu veya aynı koşullar altında canlıların hayatta kalmasına izin veren maksimum zehir konsantrasyonudur (Anonymous 1983).

**Akut zehirlilik:** Tek dozda 24 saatlik süre içinde görülen zehirliliktir (Vural1996).

**Kronik Zehirlilik:** Sıçanlarda 3 doz düzeyinde 1 yıllık süreli; köpeklerde 3 doz düzeyinde 6 ay süreli; üçüncü bir türde 6 ay süreli ortaya çıkan zehirliliktir (Vural 1996).

## **EK 1 Toksikolojik Genel Tanımlar**

**Subkronik Zehirlilik:** Sıçanlarda 3 doz düzeyinde 16–13 hafta süreli, köpeklerde 3 doz düzeyinde 4–13 hafta süreli ortaya çıkan zehirliliktir (Vural 1996).

**Subletal Doz:** Doğrudan ölüme sebep olan seviyenin altındaki dozdur (Anonim 1998).

**Doz-Cevap İlişkisi:** Kimyasal maddelere maruz kalma özellikleri ile meydana gelen çeşitli ve geniş spektrumlu tesirler arası ilişkilere denir (Anonim 1998).

**EK 2 *Daphnia magna* dişisinin kurşun nitrat verilmeden önceki hali**



**EK 3 *Daphnia magna*'da anten yapısı**



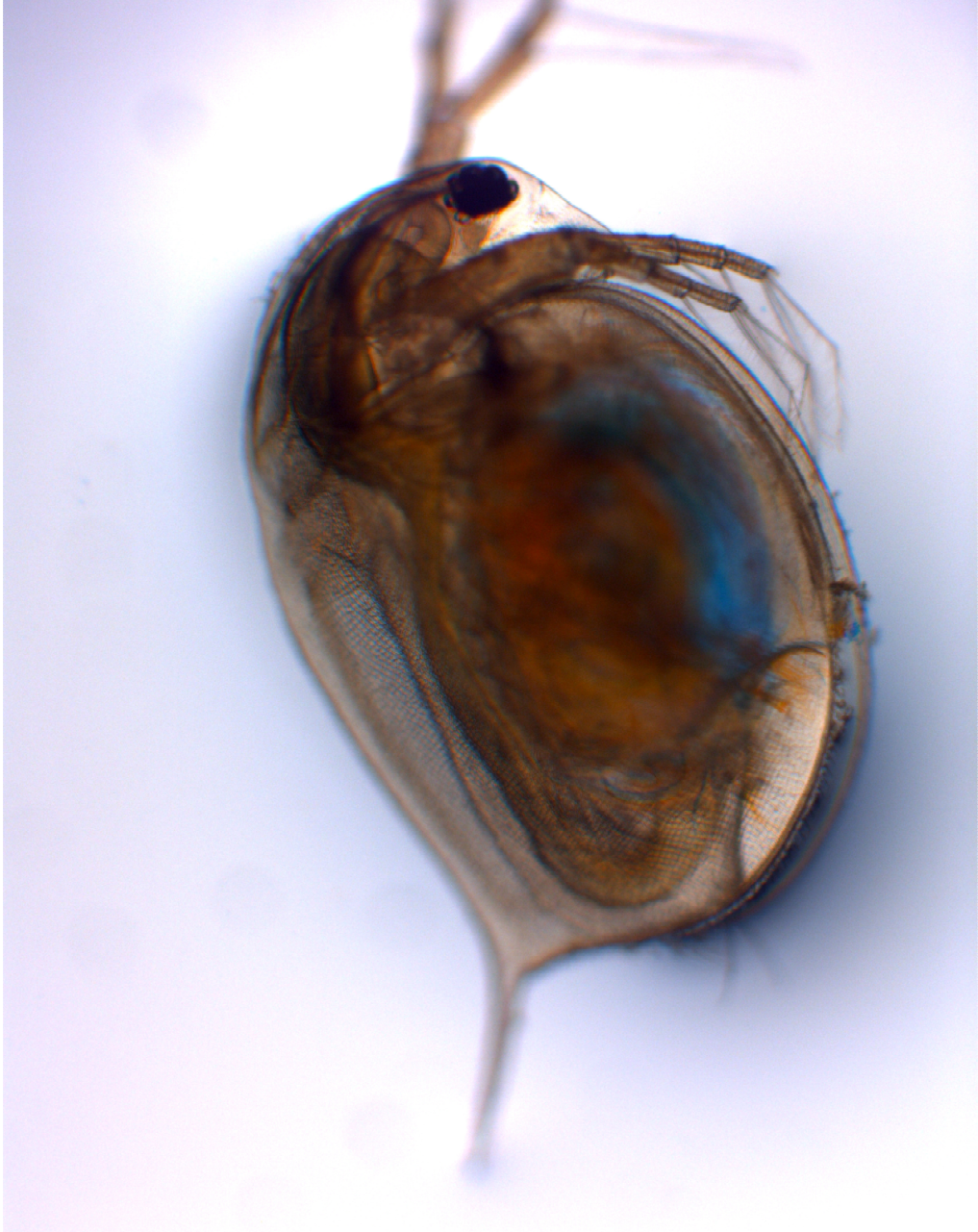
**Ek 4. *Daphnia magna*'da dişinin sitematik görünüşü**



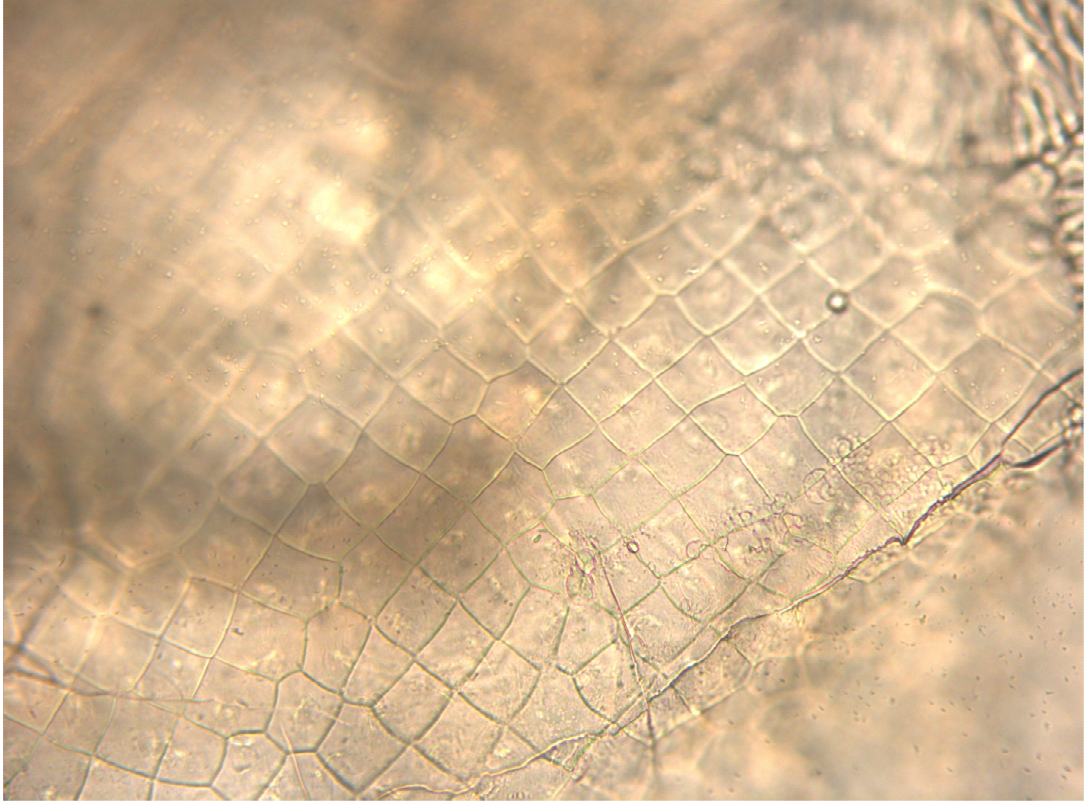
**Ek 5. *Daphnia magna*'da İlk Kurşun Nitrat verilmeye başlandığı an**



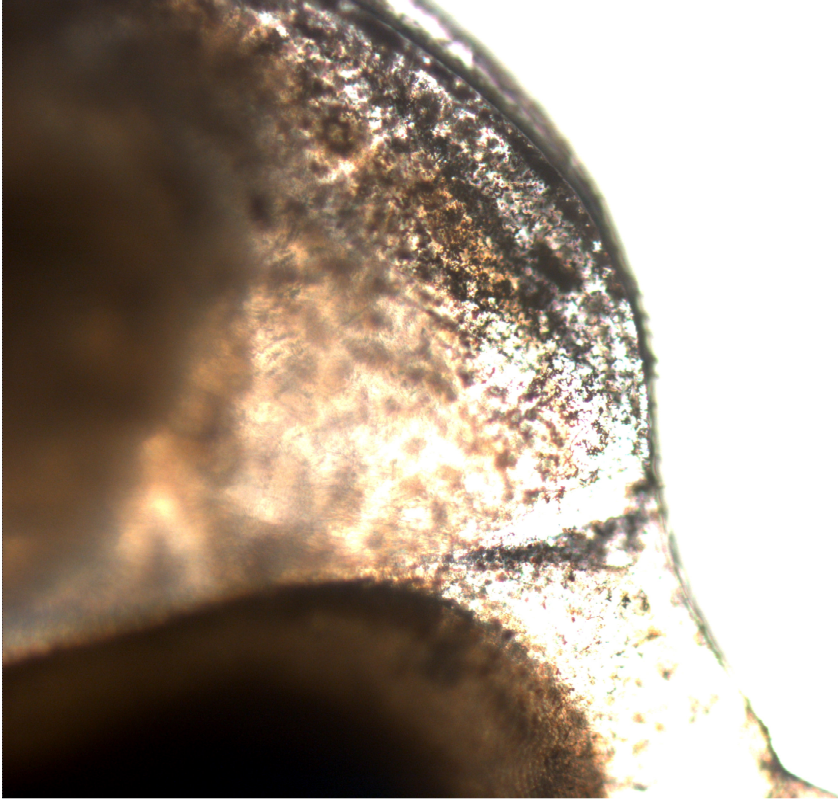
**Ek 6 *Daphnia magna*'da İlk Kurşun Nitrat verildikten sonraki durumu**



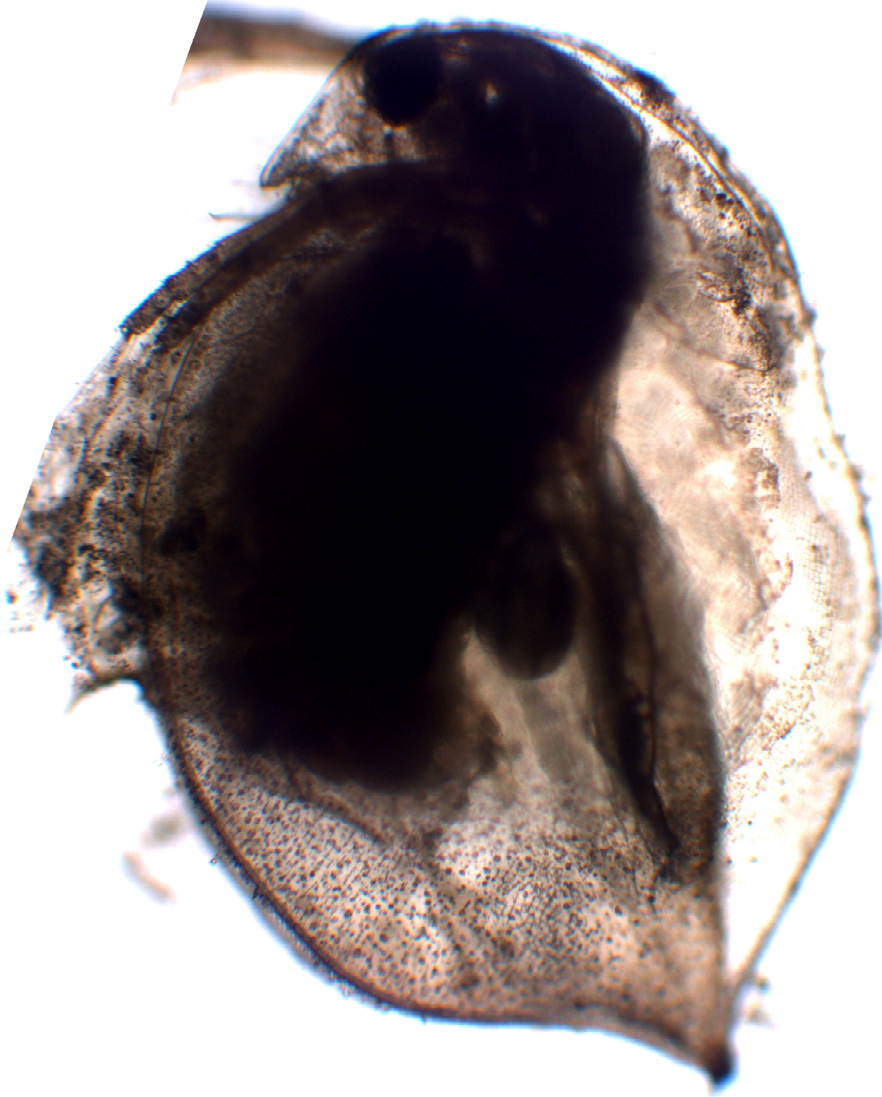
**Ek 7 *Daphnia magna*'nın karapaks dokusunun görünümünü**



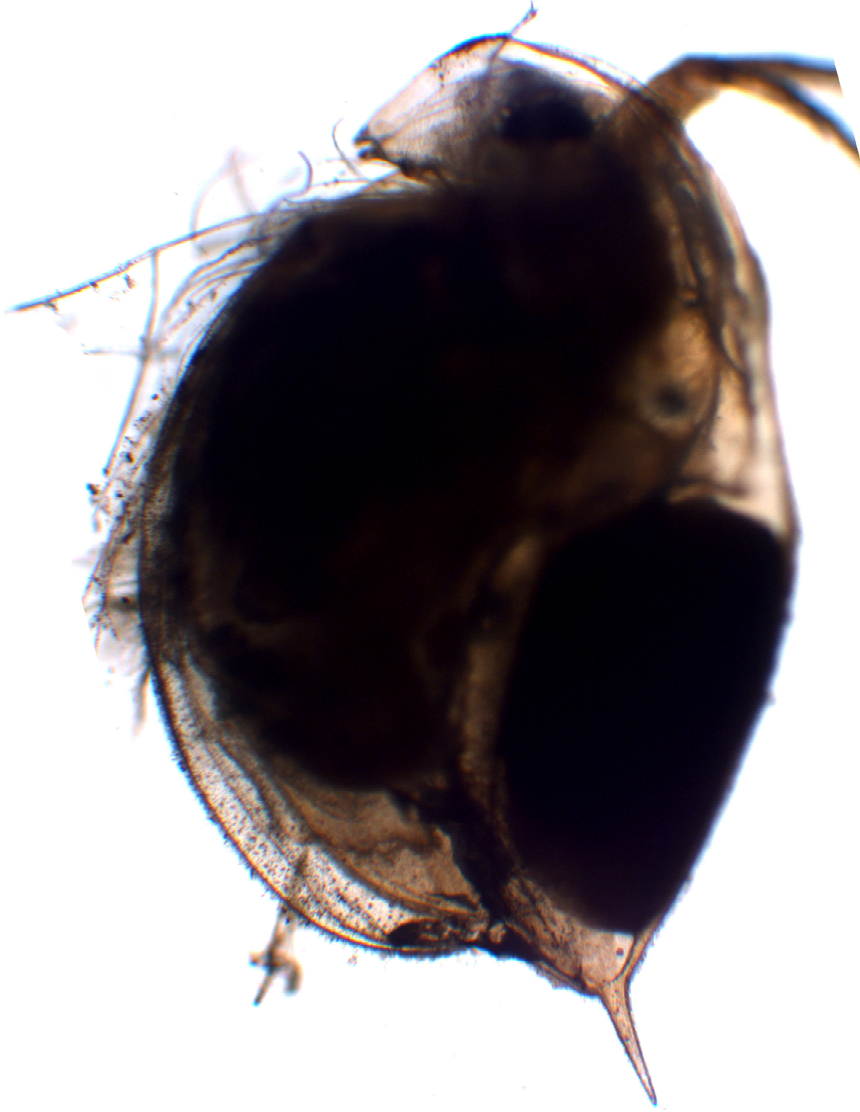
**Ek 8 *Daphnia magna*'nın karapaks dokusunun kurşun verildikten sonraki görünümü**



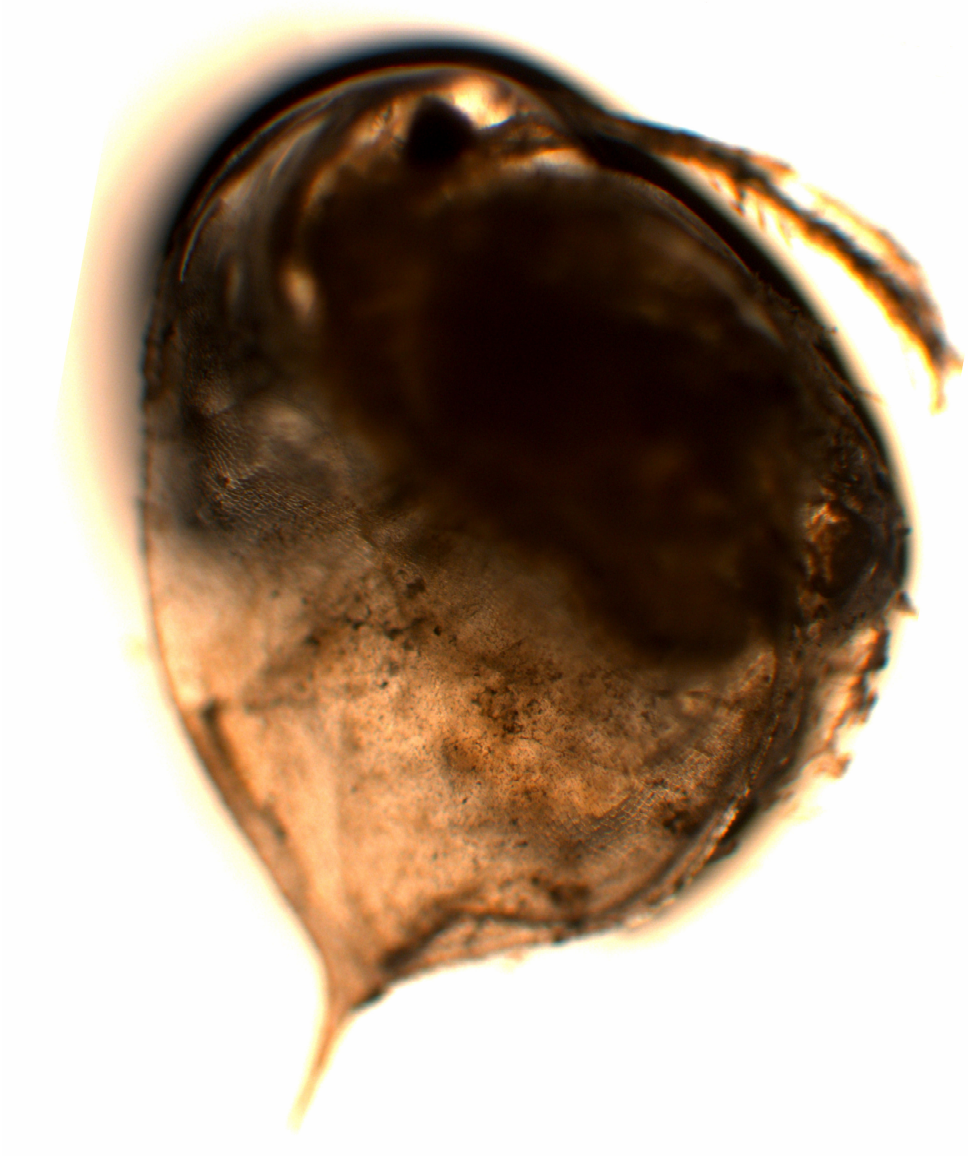
**Ek 9 *Daphnia magna*'nın kurşun nitrat verildikten sonraki dokularında birikimi**



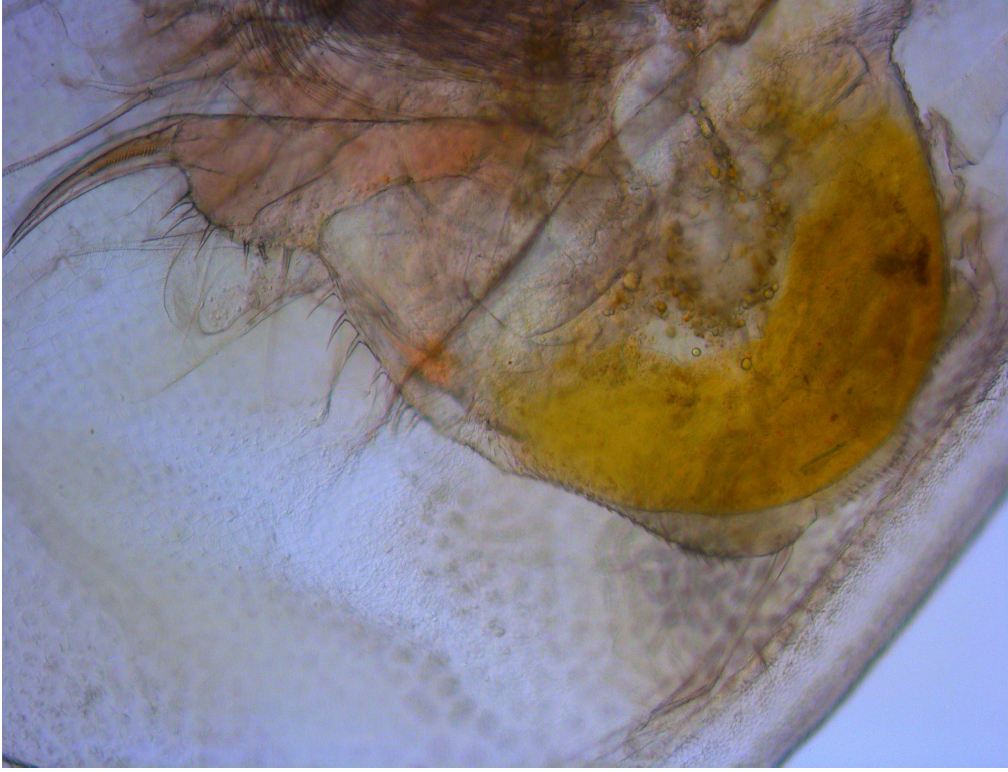
**Ek 10 *Daphnia magna*'nın kurşun nitrat verildikten sonraki dokularında birikimi**



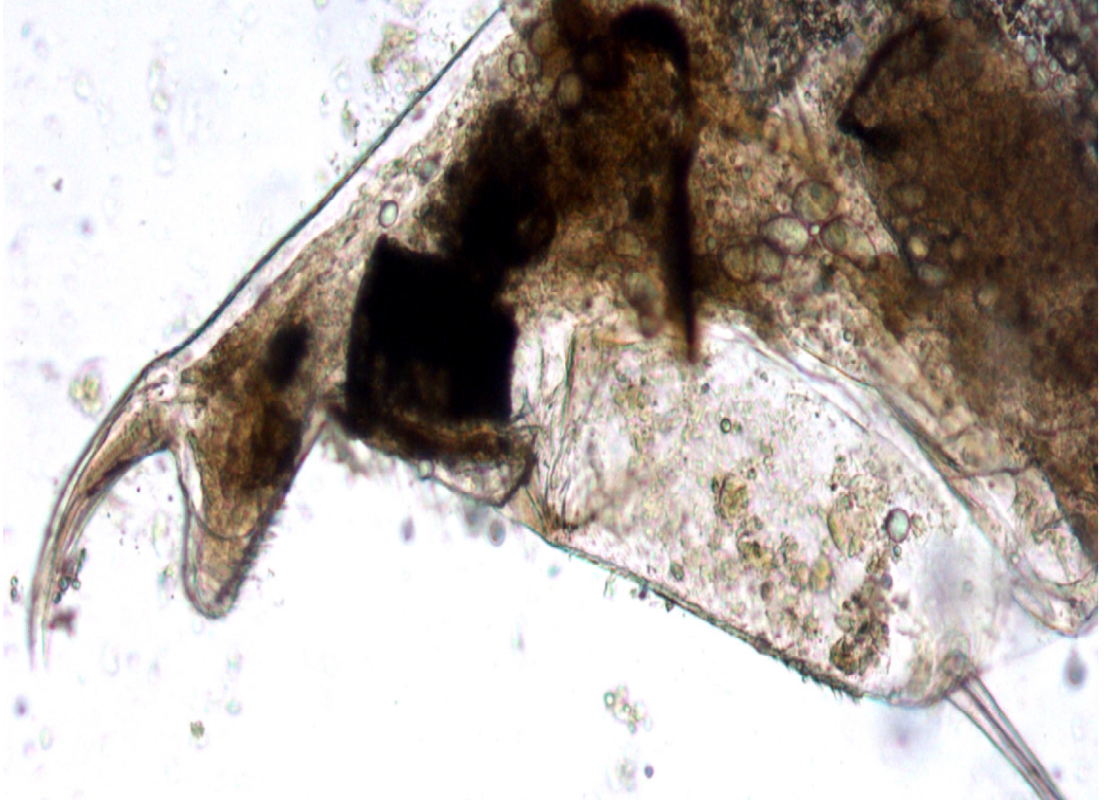
**Ek 11 *Daphnia magna*'nın kurşun nitrat verildikten sonraki hali**



**EK 12 *Daphnia magna*'nın dişisinin postabdomen kısımları**



**Ek 13 *Daphnia magna* erkeğinin postabdomeni**



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Özge BAYKAN  
Doğum Yeri: İstanbul  
Doğum Tarih: 12.02.1982  
Medeni Hali: Bekar  
Yabancı Dili: İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise: Cumhuriyet Süper Lisesi, Ankara (2000)  
Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü (2004)  
Tezsiz Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi, Orta Alan Öğretmenliği (2006)  
Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı (Eylül 2004- Mart 2007)  
Çalıştığı Kurum: PM Group – Tüp Bebek Firması (2006-...)