



## ***Georgiella helvatica* (Acari, Hydrachnidia) Türü Üzerine Kurşun ve Kadmiyum Uygulamaları**

**Ferruh AŞÇI<sup>1\*</sup>, Gülderen UYSAL AKKUŞ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Afyon

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Afyon

(İlk Gönderim / Received: 05. 12. 2017, Kabul / Accepted: 31. 12. 2017, Online Yayın / Published Online: 31. 12. 2017)

### **Anahtar Kelimeler**

Toksik Metal,  
*Georgiella helvatica*,  
Acari,  
Su kenesi

**Özet:** Bu çalışmada Karamık gölünde bulunan bir su kenesi (Acari,hydracnidia) türü *Georgiella helvatica* üzerinde ağır metallerin farklı konsantrasyonlardaki etki düzeyleri hem morfolojik hem de kimyasal olarak incelendi. Bu amaçla Nisan-Ekim aylarında (2017) Karamık Göl'ünden tür örnekleri toplandı. Toplanan bu *Georgiella helvatica* örneklerine laboratuvar ortamında periyodik olarak (10'ar gün) ve artan konsantrasyonlarda ( $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-4}$  ve  $1 \times 10^{-3}$  Molar) ağır metal tuzları ( $Pb(NO_3)_2$  ve  $Cd(NO_3)_2$ ) yüklemesi yapıldı. Bu periyotlarda ağır metal absorbanmış *Georgiella helvatica* örnekleri ve akvaryum suları alınarak ICP (Inductively Coupled Plasma-optical Emission Spectroscopy ICP-OES; Spectro Genesis, Germany) ile analiz edildi. Ayrıca oluşturulan kontrol grubu örnekleri ile çalışılan örnek analiz sonuçları karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlardan Kadmiyumun (Cd) negatif etkisinin çok daha yüksek kurşunun ise olumsuz etkisinin çok daha düşük olduğu gözlemlendi

## **Lead and Cadmium Applications on *Georgiella helvatica* (Acari, Hydrachnidia) Species**

### **Keywords:**

Toxic metal,  
*Georgiella helvatica*,  
Acari,  
Water Mite

**Abstract:** In this study, the effects of different concentrations of heavy metals on *Georgiella helvatica* species (Acari, hydracnidia) in Karamik lake were investigated both morphologically and chemically. For this purpose, samples were collected from Karamik Lake in April-October( 2017). Heavy metal salt ( $Pb(NO_3)_2$  and  $Cd(NO_3)_2$ ) was added to these collected *Georgiella helvatica* species periodically (10 days) and increased concentrations ( $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-4}$  and  $1 \times 10^{-3}$  Molar) was uploaded. In these periods, heavy metal absorptions *Georgiella helvatica* species and aquarium waters were collected and analyzed by ICP (Inductively Coupled Plasma-optical Emission Spectroscopy ICP-OES; Spectro Genesis, Germany). In addition, the results

\*İlgili yazar: ferruhasci@gmail.com

of the sample analysis were compared with the control group samples generated. It was observed that the negative effect of cadmium (Cd) on the obtained results was much lower than the negative effect of lead on the much higher lead

## 1. GİRİŞ

Ağır metaller eski çağlardan beri, farklı araç ve gereç yapımlarında kullanılmaktadır. Sanayileşmeyle birlikte ağır metallerin kullanımı giderek artmıştır. Birçok sanayi sektöründe ağır metaller farklı düzeylerde kullanılmaktadır. Örneğin, tekstil, deri, gıda, kağıt, metal vb. Bunlardan metal sanayii en çok ağır metal kullanan sektördür. Bu metal sanayiinde kullanılan başlıca ağır metaller Bakır (Cu), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Çinko (Zn), Civa (Hg), Arsenik (As), Antimon (Sb), Berilyum (Be), Selenyum (Se), Tellür (Te) ve Talyum (Tl)'dir (Kartal vd., 2004). Ülkemizde de sanayi atık sularının kontrolsüz salınmasıyla birlikte pek çok akarsu ve gölümüz aşırı düzeyde kirlenmektedir. Ağır metallerin sularda yüksek seviyelerde bulunması iç sular kirliliğinin çok önemli bir göstergesidir. Birçok ağır metal tuzunun iç sularda çok düşük konsantrasyonlarda bulunması bile sucul canlılar üzerinde ölümcül etki göstermektedir (Kirubakaran ve Joy,1992; De Conto Cinier vd., 1997; Kumar ve Mathur, 1996; Katalay ve Parlak, 2004).

Su keneleri (Acari Hydracnida) sistematik olarak Antropoda şubesi, Chelicerata

alt şubesi Arachnida sınıfı içerisinde yer almaktadır. Bunlar aynı zamanda Hydracarina, Hydrachnidia veya Hydrachnellae olarak da bilinmektedir. Günümüzde su kenelerinin 57 familyaya ait 400 cins ve bu cinslerde de 6000'den fazla tür bilim dünyası tarafından isimlendirilmiştir. (Di Sabatino *et al.* 2008).

Bu çalışma Afyonkarahisar İli sınırları içerisinde yer alan Karamık Gölü'nden alınan su kenesi örneklerinde gerçekleştirildi.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1 Su kenesi örneklerinin toplanması

Örnekler, 2016-2017 yılında Nisan-Eylül ayları arasında Karamık Gölü'nden (Afyon, Türkiye) toplandı. Örnek toplanmaları su bitkilerinin bol olduğu littoral bölgeden yapıldı (Uysal ve Aşçı 2008). Örnekler özel yapım kepçe ve diğer araçlarla toplandı. Ayrıca gölden poşetlenen göl suyu ve su bitkileri üzerindeki su keneleri örnekleri laboratuvara getirilerek burada ışık altında beyaz küvetlerde örnekler ayıklandı. Daha sonra ayıklanan canlı örnekler akvaryumlara konuldu. Bu akvaryumlara önceden gölden getirilen su ve su bitkileri konuldu. Bu şekilde doğal bir göl ortamı oluşturulmuş oldu. Bu çalışma toplam

dört adet akvaryumda yapıldı. Bu akvaryumların her birine 50 litre göl suyu ilave edildi. Bu akvaryumlardan bir tanesi kontrol grubu yapıldı. Akvaryumlardan her birine belli sayıda (100'er adet) canlı birey konuldu (Aşçı vd. 2006-2007).

## 2.2 Kimyasal Uygulamalar

Çalışmada kullanılan ağır metal tuzları her bir akvaryuma aynı konsantrasyonda hassas terazi (Bel Engineering M214Aİ) ile ölçülerek ilave edildi (kontrol grubu olarak ayrılan akvaryuma herhangi bir metal ilavesi yapılmadı). Birinci uygulamada akvaryumlardan birine toplam molarite  $1 \times 10^{-6}$  olacak şekilde kurşun(II) nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) tartılarak akvaryuma doğrudan ilave edildi. Diğer akvaryuma ise yine konsantrasyon  $1 \times 10^{-6}$  M olacak şekilde kadmiyum(II) nitrat ( $Cd(NO_3)_2$ ) aynı şekilde ilave edildi. Akvaryumlar on gün süreyle gözleme tabi tutuldu. On günlük sürenin sonunda her bir akvaryumdan alınan su keneleri birer petri kabına alındı. Bununla eş zamanlı olarak akvaryum sularından da 10 mL'lik su örneği kapaklı deney tüplerine alındı. İkinci uygulamada derişim artırılarak akvaryumlara metal tuzu ilavesi yapıldı. Bunun için kurşun uygulaması yapılan akvaryuma toplam molarite  $1 \times 10^{-5}$  M olacak şekilde kurşun(II) nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ) tartılarak akvaryuma ilavesi

gerçekleştirildi. Diğer akvaryuma da konsantrasyon  $1 \times 10^{-5}$  M olacak şekilde kadmiyum(II) nitrat ( $Cd(NO_3)_2$ ) konuldu. Yine on gün süreyle akvaryumlar gözlemlendi. On günün sonunda birinci metal tuzu uygulamasında yapılan işlemler her bir akvaryum için tekrar edildi. Üçüncü uygulamada konsantrasyon bu sefer  $1 \times 10^{-4}$  molara çıkarıldı, yukarıda birinci ve ikinci metal tuzu uygulamasında anlatılan işlemler aynen tekrar edildi. Üçüncü uygulamanın sonunda canlıların tamamı ölmediği için konsantrasyon tekrar artırılarak metal tuzu ilavesi gerçekleştirildi. Dördüncü uygulamada akvaryumdaki toplam konsantrasyon  $1 \times 10^{-3}$  molar olacak şekilde tuz ilavesi yapıldı. İşlemler yukarıda anlatılanlarla aynı şekilde tekrar edildi. Bu uygulamanın sonunda da bazı bireylerin hala canlı olduğu gözlemlendi. Fakat konsantrasyon çok fazla olacağı için yeni bir metal tuzu ilavesi daha yapılmadı. Çalışma burada sonlandırıldı.

## 2.3 Kimyasal Analizler

Analizler dört başlık altında gerçekleştirildi.

### a) *Georgiella helvatica* örneklerinin analizi;

Bu analizde su kenesi örneklerinin absorbladıkları ağır metal tuzlarının miktarları ölçüldü. Bu işlemde aşağıdaki yöntem

kullanıldı. On günün sonunda akvaryumlardan 100'er adet *Georgiella helvetica* türleri rastgele toplanarak saklama şişelerine konuldu. Daha sonra bunlar ultra (Millipore Milli-Q Plus) saf su ile yıkanarak 10'ar mililitrelik deney tüplerine alındı. Her birine 3'er mililitre derişik nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) ilave edilerek su banyosunda az miktar ısıtılarak örneklerin asit içerisinde tamamen çözünmesi sağlandı. Tüpler içerisinde tamamen çözünen su kenesi örnekleri aynı laboratuvar ortamında bulunan ICP-OES (Inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy Spectro Genesis, Germany; İndüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi) cihazıyla ppm ölçüsünde analiz edildi.

#### b) Akvaryum su analizleri

Diğer taraftan eş zamanlı olarak akvaryumlardan alınan su numuneleri Watman marka mavi bant süzgeç kağıdı ile süzüldü. Her birinden 10'ar mililitrelik deney tüplerine 7'şer mililitre alınarak üzerleri derişik nitrik asit ile 10 mililitreye tamamlandı Daha sonra aynı ICP-OES cihazıyla aynı şekilde analiz edildi.

#### c) Kontrol grubu analizleri

Doğal göl ortamından su ve canlı örneklerinin konulduğu akvaryum test grubu olarak her 10 günlük sürenin sonunda hem su hem de canlı örnekleri analiz edildi. Çıkan

sonuçlar karşılaştırmalı olarak diğer sonuçlarla tartışıldı (Şekil 4.3, 4.4)

#### d) Data analizleri

Su kenesi örneklerinin absorbladığı metal miktarları ve akvaryum suları ppm düzeyinde analiz edildi. Çıkan sonuçlar tablo haline getirildi (Çizelge 4.1, 4.2, Şekil 4.5, 4.6). Bu elde edilen veriler interpolasyon yöntemi kullanılarak değerlendirildi. Bu yöntem sonucu  $R^2$  değeri her bir metal için yaklaşık 1,00 olarak hesaplandı.

### 3. BULGULAR

*Georgiella Helvetica* türleri üzerinde yapılan ağır metal çalışması laboratuvarında onar günlük dört uygulamada gerçekleştirildi. Bu çalışma sonucunda su kenelerinde, akvaryum sularında ve kontrol grubunda ağır metal miktarları ICP ile ölçülerek elde edilen değerler tablo şeklinde verildi.

Yapılan çalışmada; 1. Uygulamada su kenelerinin bulunduğu akvaryumlardan birine  $1 \times 10^{-6}$  molarlık  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ilavesi yapıldı. Uygulama gözlemlendiğinde bireylerde morfolojik, fizyolojik ve davranışsal bir anormallik görülmedi. 2. Uygulamada  $1 \times 10^{-5}$  molar  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ilavesi yapıldığında da canlılarda herhangi bir anormal durum gözlenmedi. 3. Uygulamada akvaryumdaki toplam konsantrasyon  $1 \times 10^{-4}$  molar olacak

şekilde  $Pb(NO_3)_2$  yüklemesi yapıldı ve yine herhangi bir morfolojik, fizyolojik farklılık saptanmadı. 3. Uygulamanın sonunda akvaryumda hala canlı bireyler olduğu için 4. Uygulama olarak konsantrasyon biraz daha artırıldı ve konsantrasyon  $1 \times 10^{-3}$  molar olacak şekilde  $Pb(NO_3)_2$  tartılarak akvaryuma ilave edildi. 4. uygulamanın sonunda da akvaryum incelendiğinde hala bazı bireylerin yaşadığı görüldü. Bunun sonucunda konsantrasyonu daha fazla artırmak yerine deney sonlandırıldı.

$Cd(NO_3)_2$  uygulaması yapılan akvaryumda da yukarıdaki benzer işlem basamakları uygulandı. İlk uygulama  $1 \times 10^{-6}$  molarlık  $Cd(NO_3)_2$  ilavesi yapılarak gerçekleştirildi. 10 gün süreyle akvaryum gözlemlendiğinde canlı örneklerinde morfolojik, fizyolojik vb. anormal durum saptanmadı. 2. Uygulamada konsantrasyon  $1 \times 10^{-5}$  molar çıkarıldı. Bu uygulamanın sonunda canlı bireylerin çoğunun öldüğü fakat yaşayan bazı bireylerin olduğu belirlendi. Bunun üzerine 3. Uygulama gerçekleştirildi. Bunun için konsantrasyon  $1 \times 10^{-4}$  molar olacak şekilde  $Cd(NO_3)_2$  tuzu ilavesi gerçekleştirildi. Uygulama periyodunun sonunda akvaryumdaki su kenelerinin tamamının öldüğü gözlemlendi.

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu konuda omurgasız türlerinde yapılan çalışmalara bakıldığında omurgalılara nazaran daha az sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Bunlardan dikkat çeken çalışmalar incelendiğinde; Geiszinger et al. (2002) bir tür sucul omurgasız olan *Arenicola marina*'ya arsenik metalini artan oranlarda uygulamışlar ve sonuçta bu türde orantısız bir arsenik birikimi olduğunu vurgulamışlardır. Arsenikle ilgili yapılan diğer bir çalışmada Argese ve arkadaşları Akdeniz midyesinin (*Mytilus galloprovincialis*) pankreasında arseniği yüksek oranda tespit etmişlerdir. (Argese vd. 2005). Rayms-Keller ve arkadaşları (1998) bir tür insekta olan *Aedes aegypti* türünde ağır metallerin biyolojik etki düzeylerini tespit etmişlerdir. Kenelerde bu konu ile ilgili çalışmalar daha sınırlı sayıdadır. Bunlardan önemli olan bazı çalışmalar şu şekildedir; El-Sharabasy ve İbrahim (2010) oribatid akarları ve Mısır'daki tarım topraklarındaki akar türleri üzerine ağır metallerin etkisini araştırmışlardır. Skubala ve Zaleski (2012) bunların ağır metallere karşı dayanma sınırlarını incelemişler ve bu akarların metal konsantrasyonlarının artışına göre farklı tepkiler verdiklerini gözlemişlerdir. Diğer bir çalışmada Kahle ve Zauke (2002); bir akar türü olan *Calanus propinquus*, *Rhincalanus gigas*, *Metridia curticauda*'daki metallerin (Cd, Co, Cu, Ni,

Pb, ve Zn) miktarlarının atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS) ile incelemişler ve türde en yüksek miktarda Cd metalinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Su keneleri ile ilgili bu konuda çok daha az sayıda çalışma mevcuttur. Bunlardan birisi Aşçı ve arkadaşları (2016) tarafından

yapılmıştır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada *Hydrodroma despiciens* türünde ağır metal tuzlarının ( $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  and  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ) toksikolojik etki düzeylerini araştırmışlardır. Bu çalışmada bu ağır metal tuzlarından toksik etkisi en yüksek Hg, en düşük olan ise Ni olduğunu belirtmişlerdir.

**Tablo 4.1** *Georgiella Helvatica* ağır metal absorpsiyon miktarları (mg/L)

Zaman	Pb	Cd
1	1.284	0.430
2	1.957	0.729
3	8.335	1.273
4	9.713	-
<b>Kontrol grup</b>	1.109	0.025

**Tablo 4.2** Akvaryum suyunda ölçülen ağır metal miktarı (mg/L)

Zaman	Pb	Cd
1	0.802	0.274
2	0.083	0.539
3	0.091	1.008
4	0.734	-
<b>Kontrol grup</b>	0.272	<0.002

Tablo 4.1'e göre;  $Pb(NO_3)_2$  tuzunun artan konsantrasyonlarda ( $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-4}$  ve  $1 \times 10^{-3}$  M) su kenelerine belirli periyotlarda (10'ar gün) uygulanması sonucunda su kenelerinin absorpladıkları metal miktarları sırayla şu şekilde ölçülmüştür; 1.284, 1.957, 8.335 ve 9.713 ppm değerindedir. Her bir uygulamanın sonunda kenelerle eş zamanlı olarak akvaryum suyundan alınan su örneklerinin analiz değerleri ise; sırasıyla; 0.802, 0.083, 0.091 ve 0.734 ppm'dir. Herhangi bir metal tuzu ilavesi yapılmayan kontrol grubu su kenesi örnekleri ve akvaryum suyu incelendiğinde sırasıyla şu değerler elde edilmiştir; su kenesinde 1.109 ppm, akvaryum suyunda 0.272 ppm'dir. Bu sonuçlar göstermektedir ki, *Georgiella Helvatica* türünün Pb metalini absorplama oranları metal tuzu konsantrasyonu arttıkça artmaktadır. Bu sonuç da su kenesinin bu türü için kurşunun absorplanma miktarının oldukça fazla olduğunu göstermektedir. Tüm bu  $Pb(NO_3)_2$  (Kurşun(II)nitrat) ilaveleri boyunca canlı bireylerde morfolojik, fizyolojik ve hareket şekillerinde herhangi bir anormal durum göze çarpmadı. Akvaryum suyundaki metal miktarları incelendiğinde kurşunda oransal bir değişim gözlenmedi. Bu durum Pb metalinin bu tür tarafından akvaryum ortamından çok hızlı bir şekilde absorplandığını göstermektedir. En son olarak ortamın konsantrasyonu  $1 \times 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup> olacak şekilde

metal tuzu ilavesi yapılmıştır. Bu miktardaki Pb elementi doğal göl ortamlarında bulunan kurşunun çok çok üzerinde bir değerdir. Bunun sonucunda şöyle bir genelleme yapılabilir; Pb elementi bu grup su kenelerini olumsuz olarak etkilememektedir. Bu durum daha önce yapılan çalışmalar ile uyum halindedir. Aşçı ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışmada bir zooplankton türü olan *Hydrodroma despiciens*'e artan konsantrasyonlarda kurşun metali ilavesi yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda bu türün bu metali büyük miktarlarda absorpladığını buna rağmen yapılan gözlemlerde morfolojik ve anatomik anormallikler tespit etmemişlerdir. Böylece bu türün ortamdaki kurşun miktarına karşı hoş görülmesi olduğunu ve bundan etkilenmediğini tespit etmişlerdir

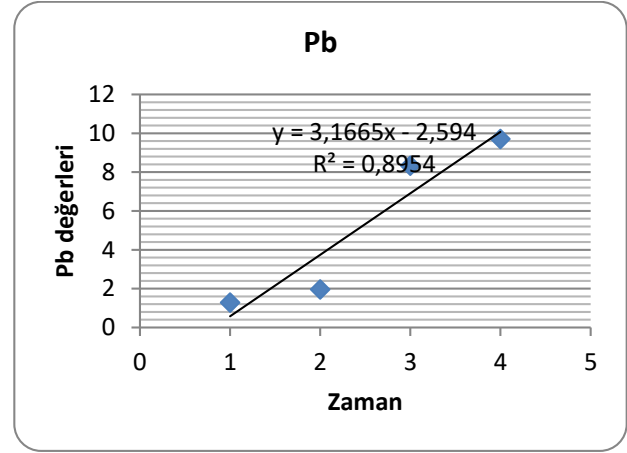
Çalışmada kullanılan metal tuzlarından diğeri kadmiyum (Cd)'dur.  $Cd(NO_3)_2$  (Kadmiyum(II)nitrat) akvaryumlara artan konsantrasyonlarda ( $1 \times 10^{-6}$ ,  $1 \times 10^{-5}$  ve  $1 \times 10^{-4}$  molar) 10'ar günlük sürelerle ilave edildi. (Üçüncü uygulamanın sonunda canlı bireylerin tamamı öldüğü için 4. kez metal konsantrasyonu artırılarak uygulama yapılmamıştır). Her bir metal uygulamasının sonunda su keneleri ve akvaryum sularının analizleri ICP ile yapıldı ve elde edilen sonuçlar tablo 4.1 ve 4.2 de verildi. Tablo 4.1'e göre *Georgiella Helvatica* türünün absorpladığı metal tuzu miktarları sırasıyla; 0.430, 0.729,

1.273 ppm olarak bulunmuştur. Akvaryumda absorplanmadan kalan metal konsantrasyonu ise sırasıyla; 0.274, 0.539, 1.008 ppm değerindedir. Elde edilen bu değerlerden kadmiyum (Cd)'un verilen miktarlara bağlı olarak aynı oranlarda canlı vücudu tarafından absorplandığı söylenebilir. Uygulamalar süresince canlılar izlendiğinde yine herhangi bir morfolojik fizyolojik değişim gözlenmedi. Herhangi bir metal ilavesi yapılmayan kontrol grubu su kenisi türlerinde ve kontrol grubu akvaryum suyunda kadmiyum metali gözlenmemiştir.

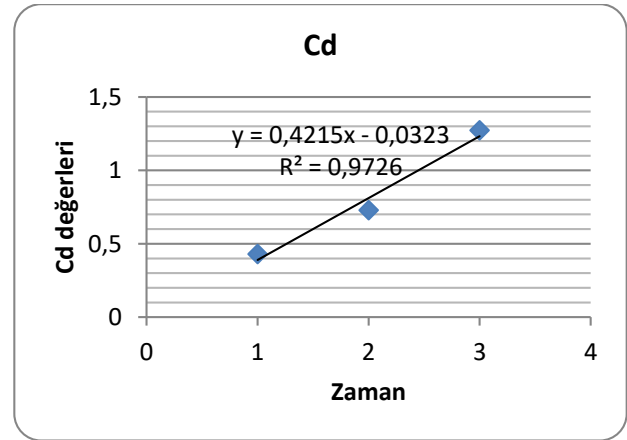
Bu durum da yine literatürle uyumludur. Şöyle ki Aşçı ve arkadaşları (2016) yaptıkları çalışmalarında *Georgiella Helvatica* türüne benzer bir su kenisi türü olan *hydrodroma despiciens*'e artan oranlarda kadmiyum ilavesi yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda kadmiyum metalinin su kenelerinin vücutları içerisine kolaylıkla diffüze olduğunu ve canlıda biriktiğini göstermişlerdir.

Çalışmada kullanılan metal tuzu (Pb ve Cd) uygulamalarından elde edilen veriler (Tablo 4.1) interpolasyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. Kurşun için interpolasyon grafiği hem *Georgiella Helvatica* türünde hem de akvaryum suyunda belirlenen metal konsantrasyonlarına göre çizilmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Bu grafikler incelendiğinde her iki grafikteki eğimin yani  $R^2$  değerlerinin 0.8954 olması artan miktardaki kurşunun canlı

birey tarafından aynı oranda absorplandığının ve metalin canlı bünyesinde de aynı oranda olduğunun bir göstergesidir.



Şekil 4.1 *Hydrodroma despiciens* türü Pb absorblama oranının interpolasyon yöntemi ile belirlenmesi.



Şekil 4.2 Akvaryum sularında tespit edilen Hg metal miktarlarının interpolasyon yöntemi ile belirlenmesi (mg/L).

*Georgiella Helvatica* türünün kadmiyum (Cd) absorblama değerleri interpolasyon metodu ile grafiğe geçirildiğinde eğimin ( $R^2$ ) 0,9726 olduğu görülmektedir. Kadmiyumun oransal olarak bakıldığında



negatif etkisinin kurşundan daha fazla olduğu söylenebilir. Deneyle süresince su kenisi bünyesinde morfolojik olarak herhangi bir değişim gözlenmedi. Kontrol test analiz sonuçlarında ise ne canlıda ne de suda bu metal belirlenmedi. Bu yüzden bu metalin tehlike oluşturma sınırı ancak ve ancak sanayi atık miktarlarına bağlı olarak değişebilecektir. Bu durum literatürle de desteklenmektedir (Seniczak ve Stanislaw 2002). Burada araştırmacılar bir tür akar olan *Archeogozetes longisetosus* üzerinde kadmiyumun toksik etkisini çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada; keneleri  $Cd(NO_3)_2$  ile kirletilmiş yeşil yosun ile beslemişler ve düşük konsantrasyondaki ( $121 \mu g Cd g^{-1}$ ) kadmiyumun keneleri etkilemediğini, biraz daha yüksek konsantrasyonun ( $247 \mu g Cd g^{-1}$ ) kadmiyumun zararlı etkilerinin olduğunu daha yüksek miktarların ( $>340 \mu g Cd g^{-1}$ ) ise ölümcül etkisinin olduğunu göstermişlerdir.

Seniczak ve arkadaşları (2006) yaptıkları bir diğer çalışmada yine aynı akar türü olan *Archeogozetes longisetosus* da uzun dönem kadmiyumun (Cd) etkisini incelemişlerdir. Bu metali gıda yoluyla artan konsantrasyonlarda bu türe vermişler. Sonuçta akar türlerinden oluşan gruplar arasında üreme değerlerini tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak; yapılan bu çalışma ve diğer çalışmalar değerlendirildiğinde ağır metal tuzlarının her düzeydeki farklı canlı

gruplarında değişen miktarlarda canlı bünyesine geçiş yaptığı görülmektedir ve bunun sonucunda da canlılar bundan olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu etkilenme ve tolerans sınırları türden türe farklılık göstermektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Argese, E., Bettiol, C., Rigo, C., Bertini, S., Colombari, S. and Ghetti, P.F. (2005). Distribution of arsenic compounds in *Mytilus galloprovincialis* of the Venice Lagoon (Italy). *Science Total Environmental*, 348: 267-277.
- Aşçı, F., Bursalı, A. ve Özkan, M. (2006-2007). Afyonkarahisar İli Su Kenesi (Acari; Hydrachnidia) Faunası. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2-3: 46-49.
- Aşçı, F., Akkuş, G. U., & Yaman, İ. (2016). Accumulation of Heavy Metals by a Common Water Mite *Hydrodroma despiciens* (OF Müller, 1776) in Laboratory Condition. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(2).
- De Conto Cinier, C., Ramel, M.P., Faure, R. and Garin, D. (1997). Cadmium bioaccumulation in carp (*Cyprinus carpio*) tissues during long-term high exposure: Analysis by inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 38: 137-143.

- Di Sabatino, A., Smit, H., Gerecke, R., Goldschmit, T., Matsumoto, N. and Cicolani, B. (2008). Global diversity of watermites (Acari, Hydrachnidia; Arachnida) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 303-315.
- El-sharabasy, H.M. and Ahmed Ibrahim, (2010) . Communities of Oribatid Mites and Heavy Metal Accumulation in Oribatid Species in Agricultural Soils in Egypt. *Impacted by Wastewater*, 46: 159–170.
- Geislinger, A.E., Goessler, W. and Francesconi, K.A. (2002). The marine polychaete *Arenicola marina*: Its unusual arsenic compound pattern and its uptake of arsenate from seawater. *Marine Environmental Research*, 53: 37-50.
- Kahle, J. and Zauke, G-P. (2002). Trace metals in Antarctic copepods from the Weddell Sea (Antarctica) 409–417.
- Katalay, S. ve Parlak, H. (2004). The effects of pollution on haematological parameters of black goby (*Gobiusniger* L., 1758) in Foça and Aliağa Bays. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 21 : 113-117.
- Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Timur, S., & Metalurji, İ. T. Ü. (2004). Metallerin çevresel etkileri-II. *Metalurji Dergisi*, 137, 46-51.
- Kirubakaran, R., & Joy, K. P. (1992). Toxic effects of mercury on testicular activity in the freshwater teleost, *Clarias batrachus* (L.). *Journal of fish biology*, 41(2), 305-315.
- Kumar, A. and Mathur, R.P. (1996). Bioconcentration kinetics and organ distribution of cadmium in a fresh water teleost *Colisafasciatus*. *Environmental Technology*, 17: 391-398. London.
- Seniczak, A. and Stanisław, S. (2002). The effect of cadmium on *Archeogozetes longisetosus* (Acari, Oribatida) in laboratory conditions. *European Journal of Soil Biology*, 38: 315–317.
- Seniczak, A., Seniczak, S. and Kobierski, M. (2006). Long-term effect of cadmium on the oribatid mite *Archeogozetes longisetosus* Aoki, 1965 in laboratory conditions. *Biological Lett*, 43: 237-242.
- Skubala, P., & Zaleski, T. (2012). Heavy metal sensitivity and bioconcentration in oribatid mites (Acari, Oribatida): gradient study in meadow ecosystems. *Science of the Total Environment*, 414: 364-372.
- Uysal, G. ve Aşçı, F. (2008). Karamık Gölü (Afyonkarahisar) Su Kenesi (Acari: Hydrachnidia) Faunası. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1: 75-80.