






Aras Nehri (Erzurum)'nden Örneklenen Tatlı Su Midyesinde (*Unio crassus*) Deneysel Ortamda Kurşun II Asetat Birikim Düzeylerinin Araştırılması*

Kübra KOBAZA^{**a}  Veysel PARLAK^b  Muhammed ATAMANALP^c 
Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Erzurum, Türkiye
**Sorumlu yazar e-mail: kubrakobaza2525@gmail.com
doi: 10.17097/ataunizfd.903170

Geliş Tarihi (Received): 25.03.2021 Kabul Tarihi (Accepted): 21.09.2021 Yayın Tarihi (Published): 26.09.2021

ÖZ: Bu çalışma, *Unio crassus*'un deneysel ortamda kurşun II asetat birikim düzeyinin araştırılması amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla Aras Nehri'nden örneklenen *U. crassus* türü midyeler 3 grupta her tanka 8 adet olacak şekilde stoklanmıştır. Aklimasyon süreci sonunda ilk tank kontrol, ikinci tanka 0,05g/L kurşun II asetat ve üçüncü tanka 0,1 g/L kurşun II asetat muamelesi 21 gün boyunca uygulanmıştır. Deneme sonunda *U. crassus* örneklerinin kurşun II asetat birikim miktarı ICP-MS cihazında ölçülmüştür. Kontrol grubu için en düşük ve en yüksek kurşun II asetat birikim değeri sırasıyla 0,013±0,00 mg/kg ve 0,119±0,01 mg/kg'dır. İkinci grupta, en düşük ve en yüksek kurşun II asetat birikim değerleri sırasıyla 0,564±0,01mg/kg ve 1,811±0,01 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Üçüncü grupta en düşük ve en yüksek kurşun II asetat birikim değeri sırasıyla 0,439±0,02 mg/kg ve 5,217±0,05 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Deneme sonunda *U. crassus* örneklerinde ölüm gözlemlenmemiştir. Elde edilen sonuçlarda, *U. crassus*'un akarsularda yaşayan ve ağır metal birikimine karşı hassas olmasından dolayı tatlı sularda indikatör midye türü olarak kullanılabilirliği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Unio crassus*, Biyoakümülyasyon, Kurşun

Lead II Acetat Residue Level of Freshwater Mussle (*Unio crassus*) Sampled from Aras River (Erzurum) by Empirical Model

ABSTRACT: This study aims to investigate the level of lead accumulation lead II acetate on *Unio crassus*. For this purpose, *U. crassus* taken from Aras River are stocked in polyethylene 3 groups containing 8 mussels in each tank. At the end of acclimation process, first tank was control group and not chemical application, Second tank 0.05 gL⁻¹ of lead II acetate and third tank 0,1 gL⁻¹ of lead II acetate are applied during 21 days. At the end of essay, the quantity of lead accumulation in each *U. crassus* is measured by ICP-MS. The lowest and highest lead II acetate accumulation level on samples are measured 0.013±0.00 mg kg⁻¹ and 0.119±0.01 mg kg⁻¹ in the control group, respectively. The lowest and highest lead II acetate accumulation level 0.564±0.01 mg kg⁻¹ and 1.811±0.01 mg kg⁻¹ in the second group, respectively. The lowest and highest lead II acetate accumulation level 0.439±0.02 mg kg⁻¹ and 5.217±0.05 mg kg⁻¹ in the third group, respectively. At the end of essay, *U. crassus* samples no death was observed. It is appointed that *U. crassus* can be used as an indicator mussel in fresh water due to the fact that it is sensitive to heavy metal pollution.

Keywords: *Unio crassus*, Bioaccumulation, Lead

Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article: Kobaza, K., Parlak, V., Atamanalp, M., 2021. Aras Nehri'nden (Erzurum) Örneklenen Tatlı Su Midyesinde (*Unio Crassus*) Deneysel Ortamda Kurşun II Asetat Birikim Düzeylerinin Araştırılması. Atatürk Univ. Ziraat Fak. Derg., 52 (3): 344-350. doi: 10.17097/ataunizfd.903170

^aORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2103-5865> ^bORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3459-7963>

^cORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2038-3921>

*Bu çalışma, Kübra Kobaza'nın Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde kabul edilen yüksek lisans tezinin bir kısmıdır.



© Bu makale, Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır.

GİRİŞ

Günümüzde insanoğlu hızlı nüfus artışı nedeniyle yeterli gıda bulma sorunu ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu noktada su ürünleri, protein ihtiyacını karşılamada önemli bir hayvansal ve bitkisel ürün olmakla birlikte sindirimi de kolay olan bir besin grubudur.

Midyeler, içeriğindeki protein, yağ, glikojen, çeşitli mineral ve vitaminler nedeniyle tüketilen besin maddesi olmasının yanı sıra buldukları su ortamının kirlilik tespiti ve değerlendirilmesinde de en çok tercih edilen biyoidikatör canlılardır (Kurt ve Özkoç, 2004). Ayrıca gıda sektöründe, balık avcılığı ve yetiştiriciliği faaliyetlerinin yanı sıra alternatif türlerin yetiştiriciliğinin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu türlerden biri de midyedir. Midye avcılığı ve yetiştiriciliği Türkiye’de ve çeşitli ülkelerde yürütülmektedir. Ülkemizde çok yaygın olmasa da tüketim alışkanlığı bulunmaktadır. Midye yetiştiriciliği Ege Bölgesi başta olmak üzere, Marmara Denizi, Batı Akdeniz ve Karadeniz’de yapılmaktadır (Şereflişan, 2003).

Ülkemizde, akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*), at midyesi (*Modiolus barbatus*), taş midyesi (*Litophaga litophaga*), kum midyesi (*Chamelea gallina*) türleri bulunmaktadır. Midye, su omurgasızları içerisinde yetiştiriciliği en fazla yapılan türlerden biridir. Midyelerin üreme dönemi oldukça uzundur. Bu sebeple yavruların doğadan toplanması çiftliklerde üretiminden daha ekonomik ve kolaydır. Bunun yanı sıra midye yetiştiriciliğinde yemlemeye ihtiyaç duyulmaması nedeniyle de diğer su canlıları yetiştiriciliklerinden farklıdır (Atay, 1997). *U. crassus* türleri, kum ve taş karışımı, su akıntısının yoğun olmadığı ve oksijen miktarı fazla olan akarsu ve nehirlerde bulunurlar. Genellikle balık popülasyonunun ve çeşitliliğinin fazla olduğu yerlerde yaşarlar. Balık çeşitliliğinin arttığı yerlerde midye çeşitliliği de artar. Bunun sebebi ise balıkları konakçı olarak kullanmalarındır. Larval dönemlerinde midyeler balıklara tutunarak yaşarlar. Dolayısıyla midyelerin hayat döngüleri için balıklar çok önemli bir yer tutar. Ayrıca bu canlılar sucul ekosistemde kirliliğin takip edilmesinde biyobelirteç olarak önem arz etmektedirler. Deterjanlar, pestisitler, evsel atıklar, kimyasal kirleticiler, petrol atıkları ve ağır metaller sucul canlılar için tehlike oluşturmakta ve ekolojik dengeyi bozan kirleticiler olarak önem taşımaktadır (Hu et al., 2013).

Ağır metaller, körfez, nehir, göl ve okyanuslar diplerinde birikim gösterirler. Bu mineraller doğal yapının bir parçası olmaları veya artan sanayi faaliyetleriyle yoğun olarak üretilmeleri sonucu sucul ortama taşınırlar. Son yıllarda hızlı nüfus artışı ve hızlı endüstrileşme sonucu özellikle sucul ortamda toksik ağır metal seviyesinin arttığını gösteren birçok

çalışma vardır (Yazkan vd., 2004). Genellikle ağır metallerin konsantrasyon seviyesinde azalma veya toksik etkilerini azaltan parçalanmalar meydana gelmez. Sucul canlılar doğrudan ya da besin zinciri yoluyla bu metallere maruz kalır ve bunları bünyelerinde biriktirirler. Meydana gelen birikim kirleticilerin, hem sucul canlılar hem de insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerin izlenmesinde önemli bilgiler vermektedir (Kayhan, 2006).

Kurşun doğaya en önemli zararı veren ilk metal olma özelliğindedir. Kurşun 19.yy’da gelişen teknoloji ile birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Yoğun kullanım sonucu olarak da ekolojik sisteme etkisi artmıştır. Günümüzde ise kurşunsuz benzin kullanımı ile kurşunun ekosistem üzerindeki etkisi azaltılmaya çalışılmaktadır. Kurşun, benzin dışında boya ve kozmetik sanayisinde de kullanılmaktadır. Ekolojik olarak kurşun katı olarak çökme eğilimindedir, bu nedenle sucul ortamlarda kurşun çok zor çözülür (Çağlar, 2010).

Suda yaşayan canlıların bünyesine ağır metal geçişi daha kolaydır. Bazı canlı organizmalar ağır metalleri kullanmayıp sadece biriktirirler. Sucul canlılarda biriken ağır metallere örnek olarak bakır, alüminyum, kurşun, arsenik, platin, civa gösterilebilir. Deniz tabanında yaşayıp sudaki besinleri süzerek beslenen deniz canlıları için ise tehlike daha da yüksek olmaktadır. Deniz dibinde yaşayan bu canlılarda ağır metal birikimi daha fazla olmaktadır (Yarsan vd., 2000; Nassouhi et al., 2018). Sucul organizmaların biyokimyasal ve fizyolojik belirteçlerinin takip edilmesi, kirleticilerden ciddi bir şekilde etkilenmeden önce çevre kirliliğinin belirlenmesinde önemlidir (Jimenez and Stegeman, 1990; Parlak, 2018). Ayrıca sucul bölgelerde izleme çalışmaları yapılması metallerin geçici ve kalıcı biokullanılabilirliklerinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada kurşun II asetat’a maruz kalan su midyelerinde meydana gelecek ağır metal birikim düzeyinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

IUCN (International Union for Conservation of Nature)’nin kritik tehlike altındaki kırmızı listesinde “ENDANGERED (EN)” olarak yer alan bir tatlı su midyesi *Unio crassus*, Aras Havzası’nda yer alan Aras Nehri’nden su akışının yavaş olduğu ve midyelerin yoğun olarak yaşadığı bölgeden Surber örnek alma aleti ile toplanmıştır. Her deneme tankına 8 adet midye konulacak şekilde toplanan 24 adet midye polietilen tanklara konularak taşınma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Deneme Kurulumu

Aras Nehri’nden toplanan midyeler polietilenden yapılmış 50 L’lik 3 tanka konulmuştur.

Bu araştırmada her bir tanka 20 L su konulmuş, aklımasyon için 8'er midye stoklanmış ve fitoplankton (çoğunluğu yeşil alglerden oluşan) ile beslenmiştir. Midyelerin morfolojik ölçümleri deneme sonunda kumpas aleti ile yapılmıştır.

Aklımasyon döneminden sonra midyelere Merck marka kurşun II asetat ($Pb(C_2H_3O_2)_2$) uygulaması yapılmıştır. Deneme boyunca üç grup oluşturulmuştur: 1. grup: kontrol, 2. grup: 0.05 gr/L doz, 3. grup: 0.1 gr/L doz verilmiştir. Deneme 21 gün sürdürülmüştür.

Kurşun II Asetat Analizi

Bu araştırmada, kurşun II asetat uygulaması yapılan ve kontrol grubu midyeler soğutmalı etüvde $150^\circ C$ 'de 72 saat süre ile kurutulmuştur. Yumuşak doku örneklerinin kuru ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Her bir kuru midye örneği cam tüplere konularak 2 ml nitrik asit (HNO_3 , %65, d:1.40 kg/L, Merck) ve 1 ml konsantr perklorik asit ($HClO_4$, %60 d:1.53 kg/L, Merck) eklenmiştir. Daha sonra kül fırınında $120^\circ C$ 'de 8 saat yakılmıştır. Yakımı tamamlanan örnekler, kapaklı plastik santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerlerine, 10 mL'ye tamamlanmaya kadar saf su eklenmiştir. (Muramoto, 1983). Örnekler ICP-MS spektrofotometre (Agilent, 7800) cihazında okunmak suretiyle kurşun II asetat birikim miktarları ölçülmüştür (Korkmaz vd., 2016).

Kurşun uygulaması yapılan *U. crassus* örneklerinde birinci grup kontrol, ikinci grup (0,05 gr/L $Pb(CH_3COO)_2$) ve üçüncü grup (0.1 g/L $Pb(CH_3COO)_2$) için kuru madde miktarı ve

$Pb(CH_3COO)_2$ birikim değerleri arasındaki farklılık IBM SPSS 20 kullanılarak, varyans analizi ANOVA testine tabi tutulmuştur. Gruplar arasındaki farklılığın önem düzeyi DUNCAN testi ile ölçülmüştür.

BULGULAR

Unio crassus örneklerinin morfolojik ölçümleri denemenin başlangıç aşamasında yapılmıştır. Gruplara göre midye örneklerinin en, boy ve yükseklik ölçümleri Çizelge 1'de verilmiştir. Kontrol grubu için en düşük ve en yüksek boy uzunluğu sırasıyla 78.54 ± 0.01 mm ve 114.8 ± 0.02 mm'dir. Uygulamalarda ise 2. grupta (0.05 gr/L $Pb(CH_3COO)_2$) en düşük boy değeri 31.05 ± 0.02 mm ve en yüksek boy değeri 112.67 ± 0.02 cm olarak tespit edilmiştir. 3. grup (0.1 g/L $Pb(CH_3COO)_2$) için ise ortalama boy uzunluğu 82.64 ± 0.06 cm olarak ölçülmüştür.

Midye örneklerinin enlerinin değeri kontrol grubu için ortalama 54.25 ± 0.02 mm, 2. grup (0.05 gr/L $Pb(CH_3COO)_2$) için ortalama 53.81 ± 0.03 mm. 3. grup için ortalama 47.77 ± 0.05 mm olarak ölçülmüştür. Kontrol grubu için en düşük ve en yüksek yükseklik değeri sırasıyla 22.30 ± 0.05 mm ve 39.53 ± 0.03 mm'dir. 2. grupta, (0.05 gr/L $Pb(CH_3COO)_2$) en düşük yükseklik değeri 20.29 ± 0.03 mm ve en yüksek boy değeri 35.98 ± 0.01 mm olarak tespit edilmiştir. 3. grupta (0.1 g/L $Pb(CH_3COO)_2$) en düşük yükseklik değeri 17.46 ± 0.05 mm ve en yüksek boy değeri 39.86 ± 0.02 mm olarak saptanmıştır.

Çizelge 1. Midye örneklerinin gruplara göre en, boy ve yükseklik ölçümleri (mm)

Table 1. Width, length and height measurements of mussel samples according to groups (mm)

Grup		1	2	3	4	5	6	7	8
Kontrol	En	54.10 ± 0.01	54.52 ± 0.03	64.81 ± 0.03	64.81 ± 0.01	49.73 ± 0.02	51.93 ± 0.03	45.52 ± 0.03	48.58 ± 0.03
	Boy	99.65 ± 0.02	83.95 ± 0.02	79.64 ± 0.01	114.8 ± 0.02	83.46 ± 0.01	93.94 ± 0.01	78.54 ± 0.01	83.64 ± 0.01
	Yük.	36.68 ± 0.01	27.45 ± 0.03	26.01 ± 0.02	39.53 ± 0.03	26.59 ± 0.05	31.34 ± 0.06	22.30 ± 0.05	26.59 ± 0.05
Pb (0.05 g/L)	En	49.43 ± 0.01	57.47 ± 0.03	61.72 ± 0.01	49.06 ± 0.02	51.58 ± 0.05	62.50 ± 0.06	48.23 ± 0.05	50.52 ± 0.04
	Boy	76.47 ± 0.01	103.25 ± 0.04	113.01 ± 0.03	93.40 ± 0.02	31.05 ± 0.02	112.67 ± 0.02	85.13 ± 0.02	79.77 ± 0.02
	Yük.	25.44 ± 0.01	33.22 ± 0.03	40.36 ± 0.01	25.08 ± 0.03	20.29 ± 0.03	35.98 ± 0.01	27.99 ± 0.01	24.20 ± 0.01
Pb (0.1 g/L)	En	32.16 ± 0.01	49.95 ± 0.05	50.34 ± 0.06	54.40 ± 0.06	53.70 ± 0.07	41.68 ± 0.06	54.73 ± 0.05	45.23 ± 0.04
	Boy	49.86 ± 0.01	87.79 ± 0.06	86.91 ± 0.04	108.60 ± 0.1	93.58 ± 0.2	70.93 ± 0.02	90.31 ± 0.03	73.10 ± 0.01
	Yük.	17.46 ± 0.05	29.65 ± 0.01	26.81 ± 0.03	39.86 ± 0.02	28.23 ± 0.02	20.51 ± 0.03	29.62 ± 0.03	25.01 ± 0.03

Bu çalışmada midye örneklerinin yumuşak dokuları etüvde 150°C'de kurutulduktan sonra ortalama kuru ağırlıkları kontrol grubunda

0.76±0.01g, 2. grup ve 3. grup için sırasıyla 0.80 g ve 0.81 g tartılmıştır (Çizelge 2). Grupla arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur (p<0,05).

Çizelge 2. Midye örneklerinin kuru ağırlıkları (Ort±SD, g)***
Table 2. Dry weights of mussel samples (Mean±SD, g)

Midye Örnekleri	Kontrol Grup1	Pb (0.05 g/L) Grup2	Pb (0.1 g/L) Grup3
1	0.65±0.01 ^{Bd}	0.95±0.03 ^{Aa}	0.68±0.01 ^{Bd}
2	0.78±0.01 ^{Bc}	0.82±0.01 ^{Ab}	0.74±0.01 ^{Bc}
3	0.83±0.02 ^{Bb}	0.84±0.01 ^{Bb}	0.99±0.01 ^{Aa}
4	0.70±0.01 ^{Bc}	0.95±0.02 ^{Aa}	0.77±0.02 ^{Bc}
5	0.70±0.00 ^{Bc}	0.70±0.02 ^{Bc}	0.78±0.02 ^{Ab}
6	0.90±0.01 ^{Aa}	0.65±0.02 ^{Cd}	0.84±0.01 ^{Bb}
7	0.69±0.01 ^{Cd}	0.80±0.02 ^{Ab}	0.78±0.01 ^{Bc}
8	0.83±0.01 ^{Ab}	0.74±0.02 ^{Bc}	0.85±0.03 ^{Ab}

*ABC Büyük harfler her bir grubun birbiri ile farkını göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

**abcd Küçük harfler midye örnekleri arasındaki farkını göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

Unio crassus örnekleri 21 gün sonunda hasat edilmiş ve örnekler ICP-MS cihazında kurşun birikimi miktarı gruplara göre dağılımı Çizelge 3'te verilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Kontrol grubu için en düşük ve en yüksek Pb(CH₃COO)₂ birikimi sırasıyla 0.013±0.00 ve 0.119±0.01 mg/kg'dır. 1. grubunda

(0.05 gr/L Pb(CH₃COO)₂) en düşük Pb(CH₃COO)₂ birikim değeri 0.564±0,01mg/kg ve en yüksek Pb(CH₃COO)₂ birikimi 1.811±0.01 mg/kg olarak hesaplanmıştır. 2. grup (0.1 g/L Pb(CH₃COO)₂) en düşük Pb(CH₃COO)₂ birikimi 0.439±0.02 mg/kg ve en yüksek Pb(CH₃COO)₂ birikim değeri ise 5.217±0.05 mg/kg olarak saptanmıştır.

Çizelge 3. Midyede (*Unio crassus*) kurşun birikim miktarı (mg/kg)***
Table 3. Lead accumulation amount in mussel (*Unio crassus*) (mg/kg)

Midye Örnekleri	Kontrol Grup 1	Pb (0.05 gr/L) Grup 2	Pb (0.1 gr/L) Grup 3
1	0.014±0.00 ^{Cd}	0.603±0.01 ^{Ac}	0.596±0.02 ^{Be}
2	0.018±0.00 ^{Cc}	1.811±0.01 ^{Aa}	0.818±0.03 ^{Bc}
3	0.018±0.00 ^{Cc}	0.564±0.01 ^{Bd}	5.217±0.05 ^{Aa}
4	0.119±0.01 ^{Ca}	0.751±0.01 ^{Ab}	0.439±0.02 ^{Bf}
5	0.023±0.00 ^{Cb}	0.629±0.01 ^{Ac}	0.476±0.02 ^{Bf}
6	0.020±0.00 ^{Cb}	1.174±0.02 ^{Aa}	0.619±0.01 ^{Bd}
7	0.013±0.00 ^{Cd}	1.808±0.02 ^{Aa}	0.511±0.01 ^{Be}
8	0.014±0.00 ^{Cd}	0.693±0.02 ^{Bc}	1.848±0.03 ^{Ab}

*ABC Büyük harfler her bir grubun birbiri ile farkını göstermektedir ve aynı satırda farklı büyük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

**abcd Küçük harfler midye örnekleri arasındaki farkını göstermektedir ve aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Ağır metallerden kurşun birikiminin araştırıldığı bu çalışmada *U. crassus* türü midyelerin ortalama eni 51.95 ± 0.02 mm, boy uzunluğu 86.39 ± 0.02 mm ve yüksekliği 28.59 ± 0.03 mm olarak hesaplanmıştır. *U. crassus* türünün besin içeriğinin araştırıldığı başka bir çalışmada midyelerin ortalama uzunluğunu 43.09 ± 11.2 mm, genişliğini 42.94 ± 10.1 mm, yüksekliğini 32.17 ± 11.5 mm, ağırlığını 33.95 ± 11.5 gr olarak tespit etmiştir (Işlıyen, 2017). *Unio picturum* ile yapılan bir çalışmada ortalama boy 82.18 ± 0.10 mm, yükseklik 36.90 ± 0.10 mm, genişlik 24.41 ± 0.40 mm olarak belirlemiştir (Yalçın, 2006). Aynı tür üzerindeki bir diğer çalışmada da *U. picturum* türünde ortalama biyo-kütlesini 550.2 ± 0.16 mm, enini 27.36 ± 0.08 mm, yüksekliğini 18.68 ± 0.67 mm olarak belirlemiştir (Keskinbalta, 2015). Farklı bir *Unio* türü olan *U. terminalis* türü tatlı su midyelerinde biyometrik ölçümler sonucu bireylerin ortalama uzunluğunu 7.82 ± 0.52 mm, genişliğini 3.98 ± 0.26 mm, yüksekliğini 2.88 ± 0.24 mm, ağırlığını 42.28 gr olarak bulmuştur (Şereflişan, 2003). *U. crassus* türü *U. picturum*'dan büyük bulunmuştur.

Ağır metal sucul ortamlardaki kirlenmenin başlıca sebeplerinden birisidir. Ağır metaller canlı bünyesindeki kalıntı oranlarına bağlı olarak ölümcül veya ölümcül olmayan olarak ikiye ayrılırlar (Çağlarımak ve Hepçimen, 2010). Yeryüzündeki ekosistemlerin insan sağlığının korunması açısından çeşitli ağır metallerin derişim düzeylerinin, zehirlilik derecelerinin belirlenmesi çok önemlidir (Yarsan vd., 2000). Bu çalışmada midyelere 0.05 ve 0.1 g/L oranlarında kurşun II asetat uygulaması yapılmış ve 21 gün sonunda yumuşak dokudaki birikim değeri belirlenmiştir. Çıldır Gölü'nden toplanan midyelerde (*Anodonta cynea* L.) ağır metallerin derişimlerine bakılmış ve kas dokusunda Fe 19.81 mg/kg, Cu 0.26 mg/kg, Zn 1.83 mg/kg, Mn 50.62 mg/kg, Cd 0.04 mg/kg ve son olarak Pb 0.88 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Karacık, 2014). Bu araştırmada ise 21. gün sonunda en yüksek kurşun II asetat birikim derişimi 2. grupta (0.1 gr/L) 5.217 ± 0.05 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Yarsan vd. (2000) Van Gölünden toplanan 120 adet midyede (*U. stevenianus*) bazı ağır metallerin derişim düzeylerini sırasıyla Pb 1.43 mg/kg, Cd 0.09 mg/kg, Cu 5.83 mg/kg, Zn 15.93 mg/kg olarak saptamışlardır. Bu çalışmada kontrol grubunda elde edilen değer 0.03 mg/kg'dır. Bu değerle karşılaştırıldığında Aras Nehri'nden toplanan midyelerdeki birikim oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

2013-2014 yılları arasında Bartın ve İnebolu limanlarında yapılan bir çalışmada her iki limandan 6 ayrı istasyon belirlenmiş, ağustos ve kasım aylarında ise 2 kez midyeler toplanarak ağır metal içerikleri

incelenmiştir. Toplanan örneklerde 11 ağır metalin (Al, As, Cd, Cu, Cr, Co, Fe, Mn, Pb, Ni ve Zn) içeriklerine bakılmıştır. *Mytilus galloprovincialis* (Akdeniz midyesi) örneklerinde bulunan değerler Avrupa Komisyonu tarafından belirlenen midyeler için et kalite standartları ile karşılaştırıldıklarında As, Cd, Zn ve Cu bakımından sınırın aşıldığı tespit edilmiştir. Midye örnekleri için ise Bartın limanında belirlenen As ve Pb'nin İnebolu limanından ve İnebolu limanında bulunan Co, Cu ve Fe'in Bartın limanından önemli derecede yüksek olduğunu saptamıştır (Gökkuş, 2015).

Licata et al. (2004) Faro Gölü'nde (Sicilya, İtalya) midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) bazı ağır metallerin derişimini tespit etmişlerdir. Bunlar şu şekilde sıralanmıştır; Cu 9.06 mg/kg, Zn 84.63 mg/kg, Cd 0.35 mg/kg, Pb 1.90 mg/kg olarak bu değerler bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında bulgularımızdan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

İtalya'nın farklı göllerinde yürütülen çalışmalarda *Dreissena polymorpha* türünün ağır metal birikimi değeri araştırılmış ve Como Gölünde; Cu 14.6 mg/kg, Zn 247 mg/kg, Cd 2.06 mg/kg, Pb 3.08 mg/kg; Garda Gölü'nde Cu 18.1 mg/kg, Zn 158 mg/kg, Cd 0.78 mg/kg, Pb 1.96 mg/kg; Maggiore Gölü'nde Cu 25.2 mg/kg, Zn 346 mg/kg, Cd 3.44 mg/kg, Pb 5.87 mg/kg; Iseo Gölü'nde Cu 15.1 mg/kg, Zn 161 mg/kg, Cd 0.99 mg/kg, Pb 5.00 mg/kg ve Lugano Gölü'nde Cu 26.3 mg/kg, Zn 163 mg/kg, Cd 0.60 mg/kg, Pb 2.46 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Kurşun değerleri temel alındığında her üç grup için saptadığımız değerlerin üzerinde bir değer olduklarını söyleyebiliriz (Gundacker, 1999).

Marmara Denizi'nden toplanan beyaz kum midyelerinde (*Chamelea gallina*) yapılan bazı ağır metallerin analizleri sonucunda küçük boyalarda (Yüksek ≤ 13) Cu 9.8 mg/kg, Zn 100.36 mg/kg, Cd 2.91 mg/kg, Pb 4.54 mg/kg birikim olduğu bildirilmiştir (Çolakoğlu, 2010). Yapılan çalışmadaki değerlerin bizim çalışmamızdaki kurşun II asetat değerinden çok yüksek olduğu saptanmıştır.

Kronik ve akut metal kirliliğinin indikatör canlısı olan beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*)'nde bakır tutma kapasitesini araştırmış, farklı dozlarda bakır uygulaması yapmış sonuçta Cu konsantrasyonunda en düşük 188.21 µg/g ve 6 mg/L'lik Cu konsantrasyonunda ise en yüksek 671.87 µg/L değerini tespit etmiştir (Buğdaycı, 2016).

U. terminalis midye türü ile yapılan LC₅₀ değerini belirlemede bakır konsantrasyonu 3 doz olarak verilmiştir. Deney süresi sonunda total bakır birikim düzeyleri sırasıyla 56 µg/g Cu 77 µg/g Cu ve 28 µg/g Cu olarak bildirilmiştir (Ay vd., 2014). Yürütmüş olduğumuz çalışmada ise kontrol, 1. grup ve 2. grup için sırasıyla 0.03 mg/kg, 1.00 mg/kg ve 1.32 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Loligo vulgaris, *Sepia officinalis* ve *Penaeus semisulcatus* gibi Mersin İli'nde satılan su canlılarının doku örneklerinde krom, mangan, nikel, arsenik ve siyanür derişimleri sırasıyla 0.05 mg/kg, 0.07 mg/kg, 0.01 mg/kg, 3.03 mg/kg ve 0.02 mg/kg olacak şekilde değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir (Korkmaz vd., 2016). Bu araştırmamızda 0.05 ve 0.1 g/L kurşun II asetat uygulaması yapılmış 21 günlük deneme sonunda birikim oranları her iki grup için sırasıyla 1.00 ve 1.32 mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak, Aras Nehri'nden toplanan *U. crassus* midye türlerine 21 gün boyunca 0.05 ve 0.1 g/L derişiminde kurşun II asetat uygulaması yapılmış ve sonuçta kontrol grubunda ortalama 0.03 mg/kg, 2. grupta (0.05 g/L) ortalama 1.00 mg/kg ve 3. grupta (0.1 g/L) ortalama 1.32 mg/kg kurşun II asetat birikimi tespit edilmiştir.

Bu çalışmamızda, elde ettiğimiz kurşun II asetat birikim derişimleri tatlısu ve deniz midyeleri ile ilgili olan çalışmalarda tespit edilen kurşun II asetat derişimi ile kıyaslandığında (Çıldır Gölü'nde yürütölen çalışma dışında) düşük seviyede bulunmuştur. Bu derişim değeri oldukça az olmasına rağmen *U. crassus*'da birikim tespit edilmiştir. Bu nedenle *U. crassus* türünü ağır metal birikimine karşı hassas midye türü olarak da nitelendirebiliriz. Midyelerde, ağır metal birikim çalışmalarını çeşitlendirip, farklı ağır metal bileşikleri kullanılarak sucul sistemlerin ekolojik kalitesinin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkıları

MA araştırmayı tasarladı, KK verileri topladı, VP analizleri yaptı, KK ve VP makaleyi yazdı ve makalenin son halini okuyup onayladı.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmelięi, Resmi Gazete Tarihi: 30.12.2012, Sayı: 28483.
- Atay, D., 1997. Kabuklu Su Ürünleri ve Üretim Teknięi. Ankara, Ankara Üniv., Ziraat Fak., Yayınları No: 1478: 441, 348 s.
- Ay, Ö., Korkmaz, C., Ak, M.H., 2014. Tatlısu Midyesi *Unio terminalis* te Bakırın 96 Saatlik LC₅₀ Değeri ile Birikim Düzeylerinin Belirlenmesi. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Derg., 10 (2): 29-34.
- Buğdaycı, M., 2016. Beyaz Kum Midyesi (*Chamelea gallina* Linnaeus, 1758)'nde Bakır (Cu) Tutma Kapasitesinin Araştırılması. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Rize, 56 s.

- Çağlar, C., 2010. Suęla Gölünde Yaşayan *Phoxinellus anatolicus* Hanko, 1924 ve *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'un Karacięer, Kas ve Solungaç Dokularında Ağır Metal Düzeyleri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 79 s.
- Çağlarımak, N., Hepçimen, Z., 2010. Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri ve İnsan Sağlığına Etkisi. Akademik Gıda Derg., 31-35.
- Çolakoğlu, F.A., Ormancı, H.B., Kunili, İ.E., Çolakoğlu, S., 2010. Chemical and Microbiological Quality of the *Chamelea gallina* from the Southern Coast of the Marmara Sea in Turkey. Kafkas Univ. Vet Fak. Derg., 16: 153-158.
- Gökkuş, K., 2015. İnebolu ve Bartın Limanlarındaki Ağır Metal Kirlilięi Boyutlarının Belirlenmesi. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Çanakkale, 127 s.
- Gundacker, C., 1999. Tissue-Specific Heavy Metal (Cd, Pb, Cu, Zn) Deposition in A Natural Population of The Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* Pallas. Chem., 38 (14): 3339-3356.
- Hu, Y., Liu, X., Bai, J., Shih, K., Zeng, E.Y., Cheng, H., 2013. Assessing Heavy Metal Pollution in The Surface Soils of A Region that Undergone Three Decades of Intense Industrialization and Urbanization. Environ. Sci. Res., 20 (9): 6150-6159.
- Işlyen, S., 2017. Aras Nehri'ndeki (Erzurum) Tatlı Su Midyesi (*Unio crassus*)'nin Biyolojisi ve Besin İçeriğinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 30 s.
- Jiminez, B.D., Stegeman, J.J., 1990. Detoxification Enzymes as İndicator of Environmental Stress on Fishes. In American Fish Society Symposium, (8): pp: 69-79.
- Karacık, B., 2014. Kıyısız Deniz Ortamında Pasif Örnekleyciler, Sedimentler ve Midyeler ile Organik Kirlenici Dinamikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 109 s.
- Kayhan, F.E., 2006. Su Ürünlerinde Kadmiyumun Biyobirikimi ve Toksikitesi. Ege Üniv., Su Ürünleri Derg., 23 (1-2): 215-220.
- Keskinbalta, M.A., 2015. Sinop İli Karasu Çayı'nda Bulunan Tatlı Su Midyelerinin (*Unio pinctorum*, Linnaeus, 1758) Bazı Biyometrik ve Biyokimyasal Özellikleri. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sinop, 67 s.
- Korkmaz, C., Özcan, A.Y., Çolak, B., Faktoęlu, Ç., 2016. Mersin İlinde Tüketime Sunulan Kabuklu ve Yumuşakça Türlerinin Kas Dokularında Ağır Metal Düzeyleri. Süleyman Demirel Üniv., Eğirdir Su Ürünleri Fak., Derg. 12 (2): 101-109.

- Kurt, P.B., Özkoc, H.B., 2004. A Survey to Determine Levels of Chlorinated Pesticides and Pcb's in Mussels and Seawater From The Mid-Black Sea Coast of Turkey. Mar. Pollut. Bull., 48 (11): pp: 1076-1083.
- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Martino, D., Naccari, F., 2004. Organochlorine compounds and heavy metals in the soft tissue of the mussel *Mytilus galloprovincialis* collected from Lake Faro (Sicily, Italy). Environ. Int., 30 (6): pp: 805-810.
- Muramoto, S., 1983. Elimination of Copper from Cu-Contaminated Fish by Long-term Exposure to EDTA and Fresh Water. J. Environ. Sci. Health A, 18 (3): pp: 455-461.
- Nassouhi, D., Ergönül, M. B., Fikirdeşici, Ş., Karacakaya, P. Atasağun, S., 2018. Ağır Metal Kirliliğinin Biyoremediasyonunda Bazı Su İçi ve Yüzücü Sucul Makrofitlerin Kullanımı. Süleyman Demirel Üniv., Eğirdir Su Ürünleri Fak. Derg., 14 (2): 148-165.
- Parlak, V., 2018. Evaluation of Apoptosis, Oxidative Stress Responses, AChE Activity and Body Malformations in Zebrafish (*Danio rerio*) Embryos Exposed to Deltamethrin. Chem. pp. 397-403.
- Pulatsü, S., Topçu, A., Atay, D., 2014. Su Kirlenmesi ve Kontrolü, Ankara Üniv., Ziraat Fak., Yayını No: 432, 384 s.
- Şereflişan, H., 2003. Gölbaşı Gölü (Hatay)'nde Bulunan *Unio terminalis delicatus*'un Üreme Biyolojisi ve Yetiştiricilik Potansiyelinin Araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Hatay, 149 s.
- Yağın, M., 2006. Tatlısu Midyesi (*Unio pictorum* Linnaeus, 1758)'nin Büyüme, Kondisyon ve Biyokimyasal Parametreleri Üzerine Çevresel Faktörlerin Etkisi. 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 70 s.
- Yarsan, E., Bilgili, A., Türel, İ., 2000. Van Gölü'nden Toplanan Midye (*Unio stevenianus* Krynicki) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24: 93-96.
- Yazkan, M. F., Özdemir, M., Gölükçü, A., 2004. Cu, Zn, Pb and Cd Contents in Some Molluscs and Crustacea Caught in the Gulf of Antalya. Turkish J. Vet. Anim. Sci., 28 (1): 95-100.