

## Van Gölü'nden Toplanan Midye (*Unio stevenianus* Krynicki) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri

Ender YARSAN, Ali BİLGİLİ

Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Ankara-TÜRKİYE

İdris TÜREL

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Van-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 25.01.1999

**Özet:** Bu çalışma kapsamında, Van Gölü'nden toplanan midye (*Unio stevenianus* Krynicki) örneklerinde ağır metal düzeylerinin tesbit edilmesi amaçlandı. Bu amaçla, 1.1.1994-1.1.1995 tarihleri arasında dört mevsimi temsil edecek şekilde toplam 120 adet midye analize tabi tutuldu. Örneklerdeki organik madde kısımları MgO - Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> karışımı ile kuru küleştirmeye yakıldıktan sonra, arsenik düzeyleri gümüşdietylodiyokarbamat ile spektrofotometrik olarak; bakır, kadmiyum, çinko ve kurşun düzeyleri de atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile ölçüldü. Analiz edilen bütün midyelerdeki kurşun düzeyleri 1.43±0.81 ppm, kadmiyum düzeyleri 0.09±0.02 ppm, bakır düzeyleri 5.83±0.73 ppm, çinko düzeyleri 15.93±3.26 ppm ve arsenik düzeyleri de 0.06±0.05 ppm olarak tesbit edildi.

Çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi ile, örneklerde tesbit edilen metal yoğunluklarının, ülkemiz ve diğer ülkeler için kabul edilen normal değerler içerisinde olduğu sonucuna varıldı.

**Anahtar Sözcükler:** Van Gölü, midye, ağır metal, kirlilik.

### Heavy Metal Levels in Mussels (*Unio stevenianus* Krynicki) Obtained From Van Lake

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate heavy metal levels in mussels (*Unio stevenianus* Krynicki) obtained from Van Lake. A total of 120 samples representing each of the four seasons was collected between 01.01.1994 and 01.01.1995. The organic parts of the samples were ashed with a mixture of magnesium oxide and magnesium nitrate according to the dry ashing method and arsenic residues were measured by silver diethyldithiocarbamate in UV spectrophotometer; copper, cadmium, zinc and lead levels were also determined using an atomic absorption spectrophotometer. In the analysis of the 120 samples for residues of heavy metals, the average values were found to be: 1.43±0.81 ppm for lead, 0.09±0.02 ppm for cadmium, 5.83±0.73 ppm for copper, 15.93±3.26 ppm for zinc and 0.06±0.05 ppm for arsenic.

Evaluation of the study results showed that these heavy metal levels were within the normal ranges for our country and other country's acceptable limits.

**Key Words:** Van Lake, Mussels, Heavy metal, Pollution

### Giriş

Çevre kirliliği ilk defa kentsel yaşamın başlaması sonucu ortaya çıkmış ve endüstriyel gelişmeye paralel olarak da artmıştır. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında, nüfus artışındaki hızlanmaya bağlı olarak artan çevre kirliliği, yaşam kaynaklarının daha fazla kirlenmesine neden olmuş ve sonuçta ekosistemin bozulması giderek çok daha ciddi bir hal almıştır. Nitekim ekosistemin bir bölümünü oluşturan su ortamı, kullanılmış sular ve diğer atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı bölge olarak kullanıldığında, ekosistem içinde hava ve toprağa oranla en yoğun kirlenmeye uğrayan

kısım halini almıştır. Doğal dengeyi bozan bu kirlenici unsurlar şu şekilde gruplandırılabilir: Organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisidler, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddeler ve atık ısı. Ağır metaller bu sınıflandırmaya göre, endüstriyel atıklar ve bazı pestisidler içinde yer alıp ekolojik dengeyi tehdit eder düzeye ulaşmaktadır (1-5).

Ağır metaller deniz ortamında iz halinde bulunmalarına karşılık, organizmadaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır. Ağır metal deyimi, doğadaki tüm metalleri ve metalloidleri kapsamaktadır. Bu metaller,

çevre kirlenmesine neden olmalarından ve çok düşük yoğunluklarda bile deniz organizmalarına ve dolayısıyla insanoğluna zehirleyici etki gösterdiğinden deniz ekosisteminde sürekli etki göstermektedir. 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 (1-3, 6-8).

Denizlerde bol miktarda bulunmaları, metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip, bunları uzun bir süre bünyelerinde tutmalarından dolayı midyeler, sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelir. Midyelerde çeşitli ağır metallerin birikimleri üzerinde birçok araştırma yapılmıştır (7, 9-13).

Van Gölü ülkemizin en büyük gölüdür. Deniz seviyesinden yüksekliği ve çok farklı su kalitesi ile, Türkiye'nin olduğu kadar, dünyanın da çok enterasan göllerinden biridir. Bugün için Van Gölü kirli değildir. Ancak çevreden gelen ve arıtma işlemine tabi tutulmayan endüstriyel atıklar göl içinde tehlike arz etmektedir (14-16).

Van Gölü ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olması, buradan avlanan su ürünlerinin çevre ve ülke açısından önemli paya sahip olması ve yine sulardaki kirliliğin en önemli göstergelerinden biri olması nedeniyle, midyeler (*Unio stevenianus* Krynicki; Mollusca: Bivalvia: Unionidae) üzerinde ağır metal düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla böyle bir çalışma planlandı.

## Materyal ve Metod

**Araştırma Materyali:** Çalışmada 120 adet midye kullanıldı. Midyeler, yıl boyunca dört mevsimi temsil edecek şekilde (30'ar adet) Van Gölü'nden toplanarak Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi'ne getirildi ve analiz zamanına kadar derin dondurucuda saklandı.

**Analiz örneklerinin hazırlanması ve nicel ölçümleri:** Çalışmada kullanılan midye örneklerindeki kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko düzeyleri Stahr (17) tarafından bildirilen Atomik absorpsiyon spektrofotometresi esasına dayanan yöntemle yapıldı. Bu amaçla önce her bir

midyenin iki kabuğu birbirinden ayrıldı, iç kısım tamamen çıkartılarak homojenize edildi. Homojenizattan 5 gram porselen kapsüle alınarak üzerine 2 mg/g hesabıyla magnezyum asetat (Merck, Art.5819) çözeltisi katıldı, önce 3-4 saat 100°C'lik etüvde kurtuldu ve daha sonra 500°C'lik külleştirme fırınında 6-8 saat süreyle külleştirildi. Elde edilen kül kısmı 15 ml 2 N HCl'le çözdürülerek atomik absorpsiyon spektrofotometreye (Termo Jarel ASH video 12 E elektrosensitif, Germany) uygulandı. Kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko yönünden elde edilen sonuçlar ppm olarak ifade edildi.

Örneklerdeki arsenik miktarının belirlenmesi ise George ve ark. (18) ile Kaya ve Yavuz (19) tarafından bildirilen Gümüş dietilditiyokarbamat esasına dayanan spektrofotometrik yöntem ile yapıldı. Bu amaçla önce midyelerin iç organları çıkartılarak uzaklaştırıldı ve tüm karkas kısmı toplandı. Daha sonra örneklerin organik maddeleri 550°C'de magnezyum nitrat (Merck 5854) ve magnezyum oksit (Merck 5865) karışımında 4 saat süreyle külleştirildi. Bu şekilde kuru külleştirmeden sonra elde edilen kül 6 N HCl yardımıyla arsin jeneratörüne aktarıldı. Jeneratörde oluşan arsin gazı gümüş dietilditiyokarbamat çözeltisi içinde toplanarak, oluşan renkli çözeltinin absorbansı 550 nm dalga boyunda, ayıraç körüne karşı okundu. Örneklerin arsenik düzeyleri önceden hazırlanan standart eğri ile karşılaştırılarak ppm olarak belirlendi.

**İstatistik Hesaplamalar:** Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistiki değerlendirilmesi SPSS Release 5.0.1 bilgisayar programı ile yapıldı. Bu kapsamda; aritmetik ortalama, standart sapma, en alt ve en üst değerler ile gruplar arası farklılıkların tesbiti ise tek yönlü varyans analizi ve DUNCAN's testi ile gerçekleştirildi.

## Bulgular

Analiz edilen 120 adet midyede saptanan metal düzeyleri mevsimlere göre ve genel değerlendirme şeklinde Tablo 1 ve 2'de gösterildi. Buna göre bütün midyelerde kurşun düzeyleri 1.43±0.81, kadmiyum düzeyleri 0.09±0.02, bakır düzeyleri 5.83±0.73, çinko düzeyi 15.93±3.26 ve arsenik düzeyi de 0.06±0.05

Tablo 1. Analiz edilen bütün midyelerdeki kurşun, kadmiyum, bakır, çinko ve arsenik düzeyleri (ppm olarak).

Örnekler	Kurşun	Kadmiyum	Bakır	Çinko	Arsenik
Bütün midyeler (n:120)	1.43±0.81 (0.66-4.32)	0.09±0.02 (0.06-0.17)	5.83±0.73 (4.01-8.40)	15.93±3.26 (9.34-26.97)	0.06±0.05 (0.009-0.387)

Tablo 2. Midye örneklerinde mevsimlere göre ölçülen kurşun, kadmiyum, bakır, çinko ve arsenik düzeyleri (ppm olarak).

Dönemler	Kurşun	Kadmiyum	Bakır	Çinko	Arsenik
1. Dönem	1.82±1.12 <sup>a</sup>	0.09±0.01	5.96±0.63	15.33±2.93	0.08±0.08
Kış (n:30)	(0.90-4.32)	(0.06-0.13)	(5.13-7.06)	(9.34-19.10)	(0.009-0.387)
2. Dönem	1.13±0.24 <sup>b</sup>	0.10±0.030	6.11±0.50	16.47±4.01	0.06±0.02
I.bahar (n:30)	(0.78-1.63)	(0.06-0.17)	(5.07-7.06)	(10.73-26.97)	(0.009-0.101)
3. Dönem	1.77±0.24 <sup>b</sup>	0.09±0.02	5.46±1.10	14.34±1.57	0.04±0.02
Yaz (n:30)	(0.06-1.64)	(0.06-0.12)	(4.01-8.40)	(11.92-17.40)	(0.009-0.092)
4. Dönem	1.15±0.937 <sup>b</sup>	0.09±0.01	5.60±0.48	17.12±3.36	0.08±0.01
S.bahar (n:30)	(0.88-3.81)	(0.07-0.12)	(4.89-6.79)	(10.67-21.94)	(0.027-0.110)

<sup>ab</sup>. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen gruplar arasındaki fark önemli (p<0.05).

olarak hesaplandı. Mevsimler göz önüne alınarak yapılan değerlendirmede ise kurşun düzeyleri bakımından mevsimler arasında istatistiki yönden önemli bir fark (p<0.05) tesbit edildi, diğer metaller için ise istatistiki yönden önemli bir fark belirlenemedi.

### Tartışma ve Sonuç

Ağır metaller deniz ortamında iz miktarda bulunmalarına karşılık, organizmadaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır. Ağır metal deyimi, doğadaki tüm metalleri ve metalloidler kapsar. Bu metaller çevre kirlenmesine neden olduklarından ve çok düşük yoğunluklarda bile su canlıları, kara hayvanları ve insanlar için istenmeyen etkiler oluşturduklarından, su ekosistemlerinde sürekli şekilde izlenmektedir. Çağımızda endüstrinin hızla gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesine paralel olarak, ağır metallerin kullanım alanları da giderek artmaktadır (1-3, 6).

Midyeler, su ortamlarında bol miktarda bulunmaları, yerleşik metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip, bunları uzun bir süre bünyelerinde tutabilmeleri nedeniyle, sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelmektedir (10, 11).

Bu konuyla ilgili yapılan çalışmaların sayısı da fazladır. Atayeter (11) tarafından yapılan çalışmada, İstanbul Boğazı Anadolu Kavağı Yöresi'nden elde edilen *M.galloprovincialis* türü midyelerde, solungaç ve sindirim bezlerindeki Fe, Cu, Zn, Pb ve Al metallerinin birikimi, aylara ve midye büyüklüğüne göre değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonunda Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında en

fazla birikim çinkoda olmuş, bunu sırasıyla demir, bakır ve kurşun izlemiştir. Ocak ve şubat aylarında ise en yüksek düzeyde birikim gösteren metal kurşun olmuştur. Tuncer (12) tarafından yapılan bir çalışmada ise, *M.galloprovincialis*'de saptadığı metal düzeyleri yönünden bütün mevsimlerde Fe>Zn>Pb>Cu sırasıyla bir azalmanın olduğu kaydedilmiştir. Ramelov ve ark. (13) tarafından yapılan çalışmada ise Akdeniz'den toplanan çeşitli su ürünlerindeki metal düzeyleri tesbit edilmiştir. Bu çalışmada farklı büyüklükteki midyelerdeki metal düzeyleri; kadmiyum için 0.07-0.40 ppm, bakır için 0.75-2.65 ppm ve kurşun için ise 0.48-0.61 ppm olarak belirlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada da (9), Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı'nın dokuz farklı istasyonundan toplanan midyelerde (*Mytilus edulis*) arsenik düzeyleri saptanmıştır. Çalışmada en düşük arsenik düzeyi 0.99±0.16 ppm ve en yüksek arsenik düzeyi de 1.6±0.3 ppm olarak belirlenmiştir. Şentürk (10) tarafından yapılan çalışmada ise Marmara Denizi'nin çeşitli yörelerinden avlanmış olan mollusklarda cıva, kadmiyum ve kurşun düzeyleri saptanmıştır. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre midye ve ıstırdıye örneklerindeki ortalama cıva düzeyi 0.46 ppm, kadmiyum düzeyi 0.25 ppm ve kurşun düzeyi de 0.304 ppm olarak tesbit edilmiştir, ki bu değerler su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal düzeylerinin altında kalmaktadır.

Buraya kadar sıralanan literatür verileri, midyelerdeki metal düzeylerinin o bölgedeki kirliliği yansıtacak şekilde farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, gerek midyeler ve gerekse diğer su ürünleri için kabul edilen maksimum sınır değerleri de ülkelere göre farklılıklar göstermektedir (1,7,11,20,21). Çalışma

sonunda elde edilen veriler, bu maksimum sınırlar doğrultusunda değerlendirildiğinde görülecektir ki, midyelerdeki metal birikimi bu değerlerden daha düşük düzeylerde dir.

Çeşitli ülkelerde kabuklu su ürünlerinde bulunmasına izin verilen metal düzeyleri belirlenmiştir. Finlandiya'da midyeler için kurşunun maksimum sınır değeri 2.0 ppm, İngiltere'de yine midyelerde kurşunun maksimum sınır değeri 10.00 ppm ve bakır için sınır değer 20.00 ppm olarak tesbit edilmiş, Venezuela'da ise kurşun için sınır değer 2.0 ppm ve bakır için 10.0 ppm olarak belirlenmiştir. Ülkemizde de bu sınırlar, deniz kabuklularında arsenik ve kadmiyum için 1.0 ppm, kurşun için 2.0 ppm, bakır için 20.0 ppm ve çinko için 50.0 ppm olarak kabul edilmiştir (1, 7, 20, 21). Bu yönden değerlendirildiğinde de elde ettiğimiz sonuçların bu sınır değerlerden düşük olduğu görülecektir. Bununla

birlikte mevsimlere göre yapılan istatistik değerlendirmelerde de, yalnızca kurşun yönünden gruplar arasında önemli bir fark ( $p<0.05$ ) gözlemlendi. Diğer metaller için bu şekilde bir fark tesbit edilmedi. Elde edilen bu sonuçlar, mevsimsel bir değerlendirmenin yapıldığı Atayeter (11) tarafından yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında; çinko düzeylerinin özellikle sonbahar döneminde diğer metallerle göre en yüksek olması ve kurşun düzeyinin de kış döneminde diğer metallerle göre en yüksek düzeyde olması yönünden benzerlik göstermektedir.

Çalışma sonunda elde edilen verileri ülkemizin en büyük gölü olan Van Gölü'ndeki midyelerde metal düzeylerinin gerek ülkemiz ve gerekse diğer ülkelerde kabul edilen maksimum sınırların altında olduğunu, ve bu şekliyle de metal düzeyleri yönünden bir kirlenmenin söz konusu olmadığını ortaya koymuştur.

## Kaynaklar

1. Kaya, S., Piriñçi, I. ve Bilgili, A. Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi. Medisan Yayın Serisi, Yayın No:36, 1998.
2. Kaya, S., Piriñçi, I. ve Bilgili, A. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi, Yayın No:35, 1998.
3. Şanlı, Y. Çevre sorunları ve besin kirlenmesi. Selçuk Üniv. Vet. Fak. Derg. 1984; 2: 17-37.
4. Detlefsen, V. Status report on aquatic pollution problems in Europe. Aquatic Toxicol. 1988; 11: 259-286.
5. Hammand, P. B. and Beliles, R. P. Metals. In: J. Doull, C. D. Klaassen and M. O. Amdur ed. Toxicology 2th Ed. McMillan Publishing Co. Inc. New York. 1980; pp: 409-462.
6. Hapke, H.J. Effects of metals on domestic animals. VCH Verlagsgesellschaft mbH, 1991.
7. Uzun, S. Su ürünlerinin başlıca ağır metallerle kirlenme durumu ve konunun halk sağlığı yönünden incelenmesi. Ankara Üniv Sağıl Bilm Enst Yüksek Lisans Semineri Notları, 1993.
8. Şanlı, Y. Metaller ve Diğer İnorganik Maddeler. Alınmıştır: S.Kaya Ed. Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi, Yayın No:21. Ankara, 1995.
9. Uzunören, N. Ağır metallerle kirlenmiş sulardan toplanan midyeler ve benzeri deniz ürünlerinde ağır metallerden arsenik ve türevleri ile kirlenme düzeylerinin saptanması. İstanbul Üniv Sağıl Bilm Enst Doktora Tezi, 1987.
10. Şentürk, F. Çeşitli yörelerden avlanmış mollusklarda cıva, kadmiyum, kurşun düzeylerinin saptanması. İstanbul Üniv Fen Bilm Enst Yüksek Lisans Tezi, 1993.
11. Atayeter, S. Anadolu kavağı midye türünde (*Mytilus galoprovincialis* Lamarck, 1819) bazı ağır metal birikimlerinin belirlenmesi. Ankara Üniv Fen Bilm Enst Yüksek Lisans Tezi, 1991.
12. Tuncer, S. İzmir ve Çandarlı Körfezleri'nde yaşayan bazı mollusk, alg ve ortamlarında ağır metal kirlenmesi ile ilgili araştırmalar. Ege Üniv Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Doktora Tezi.
13. Ramelov, G., Tuğrul, S., Özkan, M.A., Tuncel, G., Saydam, C. ve Balkas, T.I. The determination of trace metals in marine organisms by atomic absorption spectrometry. Intern J Environ Anal Chem. 1978; 5:125-132.
14. Acara, A. Su ürünleri üretimi. TOK Dergisi. 1989; 38:6-9.
15. Akyüz, N., Cetinkaya, O., Boynukara, B. ve Sancak, Y.C. Van Gölü'nün ekolojik yapısı, hayvansal protein potansiyeli ve ekolojik kirlenmenin bunlara etkileri. Yüzüncü Yıl Üniv Zir Fak Derg. (Basımda)
16. Degens, E.T., Wong, H.K., Kurtman, F. And Pinekk, P. Geological Development of Van Lake. In: E.T.Degens and F.Kurtman eds. MTA Yayın No: 169, Ankara, 1978.
17. Stahr, M.M. Analytical toxicology methods manuel. Iowa State Univ Press. 1977, pp:47-48.
18. George, G.M., Frohm, L.J. and Mc Donald, J.P. Dry ashing method for determination of total arsenic in animal tissue. Collaborative study. JAOAC, 1973, 54:793-797.
19. Kaya, S. ve Yavuz, H. Yem ve yem hammaddelerinde doğal arsenik düzeyleri. Ankara Üniv Vet Fak Derg. 1989; 36(1):116-122.
20. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. 4.9.1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete.
21. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. 16 Kasım 1997 tarih 23172 sayılı Resmi Gazete.