

ULUABAT GÖLÜ'NDE AVLANAN YABAN ÖRDEKLERİNDE (ANAS PLATYRHYNCHOS) KURŞUN VE KADMIYUMLA KİRLENME

Orhan YILMAZ*

Songül SONAL**

Selahattin CEYLAN***

ÖZET

Uluabat Gölü'nde avlanan yaban ördeklerinin karaciğer ve böbreklerinde kurşun ve kadmiyum kalıntı düzeyleri belirlendi. Ortalama kurşun ve kadmiyum kalıntı düzeyleri sırasıyla karaciğerde 0.706 ± 0.085 ppm ve 1.758 ± 0.360 ppm; böbrekte ise 0.855 ± 0.126 ppm ve 3.887 ± 0.889 ppm olarak bulundu. Dişilerdeki kurşun kalıntıları karaciğerde 0.890 ± 0.118 ppm, böbrekte 0.585 ± 0.048 ppm olarak ölçüldü. Erkeklerdeki kurşun kalıntıları ise karaciğerde 0.496 ± 0.065 ppm, böbrekte 1.164 ± 0.214 ppm olarak bulundu. Kurşun kalıntıları yönünden cinsiyete göre yapılan belirlemede, istatistik olarak ortaya çıkan farkın $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu görüldü. Kadmiyum kalıntı düzeyleri dişilerin karaciğer ve böbreklerinde sırasıyla 2.093 ± 0.417 ppm ve 5.158 ± 1.330 ppm; erkeklerin karaciğer ve böbreklerinde ise 1.375 ± 0.607 ppm ve 2.433 ± 0.966 ppm olarak belirlendi; fakat cinsiyete göre aradaki fark istatistik yönden önemli bulunmadı ($p > 0.05$).

SUMMARY

Lead and Cadmium Contamination of Mallards (*Anas platyrhynchos*) in Uluabat Lake

Residues of lead and cadmium in liver and kidney tissues of mallards hunted in Uluabat Lake area were determined. The mean lead and cadmium residue levels were found to be 0.706 ± 0.085 ppm and 1.758 ± 0.360 ppm in the liver, and 0.855 ± 0.126 ppm and 3.887 ± 0.889 ppm in the kidney respectively. In female,

* Yrd. Doç. Dr.; Y.Y.Ü. Vet. Fak. Farmakoloji ve Toksikoloji Bilim Dalı, Van-Türkiye.

** Yrd. Doç. Dr.; U.Ü. Vet. Fak. Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Bursa-Türkiye.

*** Prof. Dr.; U.Ü. Vet. Fak. Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Bursa-Türkiye.

lead residues were measured as 0.890 ± 0.118 ppm in liver and 0.585 ± 0.048 ppm in kidney. In male, lead residues were found as 0.496 ± 0.065 ppm in liver and 1.164 ± 0.214 ppm in kidney. Based on sexes, the differences in lead residues were found to be significant at $p < 0.05$ level. The residue levels of cadmium were 2.093 ± 0.417 ppm and 5.158 ± 1.330 ppm in liver and kidney of female; 1.375 ± 0.607 ppm and 2.433 ± 0.966 ppm in liver and kidney of male mallards respectively. But there was no significant difference ($p > 0.05$) in cadmium residue levels.

Key words: Residue, Lead, Cadmium, Mallard, Uluabat Lake.

GİRİŞ

Ağır metal kirliliği, yaşadığımız ortamda giderek artan bir çevre sorunu olmaya devam etmektedir. Kurşun ve kadmiyum çevre kirliliğine neden olan önemli metallere dendir.

Önemli kirleticilerden olan kurşun ve bileşikleri başlıca boya, akümülatör, seramik, porselen, vulkanize kauçuk endüstrisinde; metal alaşımları (matbaa dizgisi, lehim, bronz gibi), kurşun boru yapımında, antidekonant olarak benzinde katkı maddesi; insektisit ve plastifiyen olarak kullanılır. Endüstrideki atık ve artıklar, kurşun madenlerinin işletilmesi ve yoğun trafik sonucu atmosfer, su ve bitkiler kirlenir. Trafik yoğun olduğu şehir havasında kurşun miktarı $1-10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ düzeyindedir. Kirliliğin yoğun olduğu bölgelerdeki bitkilerde 3200 ppm, otoyol kenarlarında yetişen bitkilerde ise yaklaşık 500 ppm düzeyinde kurşun bulunur. Bitkisel kaynaklı besinlerde kurşun miktarı ortalama $0-2.5$ ppm; balık ve deniz ürünlerinde $0.2-2.5$ ppm; et ve yumurtada $0-3.7$ ppm arasında değişmektedir. Türkiye'de Su Ürünleri Tüzüğüne göre akarsulardaki kurşun düzeyi en fazla 0.5 ppm olmalıdır^{1,2}.

Kurşun ortamdan sindirim ve solunum yoluyla alınır. Kuşlarda toplam vücut kurşun yükünün % 95'i kemiklerde birikir. Yumuşak dokulardan böbrekler de iyi bir indikatördür³. Yaban ördeklisinde yapılan bir çalışma⁴, diyetlerinde % 0.03 oranında kalsiyum bulunanlarda, % 1-3 oranda bulunanlara göre kurşunla zehirlenme sonucu ölümlerin % 50 daha fazla olduğunu ve kurşunla diyetteki kalsiyum arasında bir antagonizmanın varlığını ortaya çıkarmıştır. Kirlenmemiş olarak kabul edilen alanlarda yaşayan ergin kuş türlerinin böbrek kurşun düzeyi $0.1-1$ ppm, karaciğer kurşun düzeyi ise $0.05-0.5$ ppm'dir. Kirlenmiş alanlarda, özellikle şehirlerde yaşayan güvercinlerde bu değerler yaklaşık 50 katına ulaşır³.

Kurşunun toksik etkisi en çok hematopoetik sistem, merkezi sinir sistemi, perifer sinirler ve böbrekler üzerinde yoğunlaşır. Kanatlılarda kurşunun neden olduğu olumsuz etkiler arasında spermatogenezin azalması veya ortadan kalkması ile testiküler atrofi sayılabilir⁵.

Kadmiyumun, boya ve cam üretiminde; nükleer reaktörlerde nötron absorblayıcısı olarak; nikel-kadmiyum pili yapımında; insektisit üretiminde; demir, çelik, bakır ve çinko gibi metallerin korozyonuna karşı kaplamalarda; kurşunla alaşım halinde kablo kaplamalarında; plastiklerde stabilizatör olarak önemli kullanım alanları vardır. Kadmiyumun oluşturduğu kirlilik, endüstriden, kadmiyumlu minerallerden, kadmiyum içeren plastik, metal atık ve artıklarından, yanan fosil yakıtlardan açığa

çıkan gaz ve partiküllerin çevreye yayılmasıyla şekillenir. Kirlenen toprak, su ve havadaki kadmiyum, önce sudaki organizmalara ve buradan da besin zinciri yoluyla hayvan ve insanlara ulaşır. Havada bulunan kadmiyum derişimi $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'tür. Bu değer kırsal kesim havasında $0.001-0.005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'e düşer. Et, balık ve sebzelerde $1-50 \mu\text{g}/\text{kg}$, tahıllarda ise $10-150 \mu\text{g}/\text{kg}$ derişimlerde bulunur^{1,6}.

Genç su kuşları, plankton, su bitkileri ve omurgasızlarla beslendikleri için kirlenmiş su ortamında çeşitli kirleticilere maruz kalırlar. Sediment konsantrasyonu 0.3 ppm iken, planktonlar kadmiyumu bünyelerinde 14.5 ppm düzeyine kadar yoğunlaştırabilirler. Bu nedenle planktonlar genç ördeklerin kadmiyuma maruz kalmasında potansiyel kaynaktır⁷.

Koksidiyoz enfeksiyonunda olduğu gibi, barsak epitelyumunun hasar gördüğü durumlarda, diyetle kalsiyum, çinko ve demir azlığında kadmiyumun barsaklardan emilimi artar. Kronik kadmiyum toksisitesinde kritik organ olarak böbrekler düşünülürse de, kadmiyuma maruz kalmanın biyolojik olarak izlenmesi için karaciğer ve böbreğin her ikisinde de düzey saptaması tercih edilmelidir. Kadmiyum düzeyinin her iki organ arasındaki oranı zehirlenmenin tipi konusunda bilgi verir. Karaciğer / böbrek kadmiyum oranı < 1 ise, bu durum daha çok düşük dozda kronik maruz kalmaya işaret eder. Böbrek ve karaciğer kadmiyum düzeyinin toplamı, total vücut kadmiyum yükünün yaklaşık % 90'ını oluşturur³.

Deneysel olarak kadmiyumun pek çok organizma için toksik olduğu gösterilmiştir. White ve Finley⁸, 90 gün boyunca 200 ppm kadmiyum içeren diyetle beslenen yaban ördeklerinde yumurta üretiminin düştüğünü, fakat daha düşük düzeyde kadmiyumun kuşlardaki reproduktif etkilerinin henüz tam çalışmadığını bildirmişlerdir. Erkeklerde subletal düzeyde kadmiyuma maruz kalmanın testisleri ciddi bir şekilde etkilediği bildirilmektedir⁵. Gilani ve Alibhai⁹ tarafından kadmiyumun kanatlı embriyoları üzerinde teratojenitesinin oldukça yüksek olduğu gösterilmiştir. Kadmiyumun böbrekler üzerindeki toksik etkisi sonucu tubular disfonksiyon şekillendiği bildirilmiştir¹⁰. Bir günlükten 12 haftalığa kadar geçen süre boyunca 20 ppm kadmiyum içeren diyetle beslenen ördek yavrularında bu sürenin sonunda ortadan şiddetliye kadar değişen böbrek lezyonları, PCV ve Hb düzeylerinde belirgin bir azalma, serum GPT'de ise belirgin bir artma saptanmıştır¹¹. Di Giulio¹², yaban ördeklerindeki karaciğer kadmiyum konsantrasyonu yaklaşık 0.7 ppm olduğunda, enerji metabolizmasındaki değişikliklerin kötüye dönüştüğünü gözlemlemiştir.

Bu araştırmada, Uluabat Gölü çevresinde avlanan yaban ördeklerinde total kadmiyum ve kurşun kalıntılarının derişimi belirlenerek bir ekolojik ortam olarak gölün kirliliği açısından getirebileceği sorunların irdelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Araştırma materyali olarak, Ocak-Şubat 1993 tarihleri arasında Uluabat Gölü çevresinde avcılar tarafından avlanmış olan yaban ördeklerinin karaciğer ve böbrekleri kullanıldı. Karaciğer ve böbrek numuneleri önce homojenize edildi. Her numuneden 5 gram keldal balonlarına alınıp üzerlerine sırasıyla 20 ml HNO_3 , $3 \text{ ml H}_2\text{SO}_4$ ve 3 ml HClO_4 ilave edildikten sonra düşük alevde beyaz dumanlar çıkıncaya ve sıvı berrak bir renk almıncaya kadar yıkımlama yapıldı. Soğutulup süzölen sıvı, distile su ile $100 \text{ ml}'ye$

tamamlandı. Numuneden 500 µl cihazın kuvetine alınıp üzerine 500 µl distile su ilave edildi ve oto-sampler'e yerleştirilerek Perkin-Elmer 1100 Model Grafit fırın (HGA 400 programmer) Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede sonuçlar okundu. İstatistik hesaplamaları Plot 40 programına göre yapıldı.

SONUÇLAR

Numunelerin analizi sonucunda saptanan kurşun ve kadmiyum düzeyleri Çizelge I, II ve III ile Şekil I ve II'de görülmektedir.

Araştırmada kullanılan yaban ördeklerinin kursaklarında kurşun saçmasına rastlanmamıştır.

Çizelge: I

Uluabat Gölü Çevresinde Avlanan Yaban Ördeklerinde Belirlenen Kurşun ve Kadmiyum Düzeyleri (ppm)

| Organ | n | Pb | | | Cd | | |
|-----------|----|---------|----------|---------------|---------|----------|---------------|
| | | Minimal | Maksimal | Ortalama | Minimal | Maksimal | Ortalama |
| Karaciğer | 15 | 0.300 | 1.500 | 0.706 ± 0.086 | 0.351 | 4.936 | 1.758 ± 0.360 |
| Böbrek | 15 | 0.300 | 1.500 | 0.855 ± 0.125 | 0.351 | 9.309 | 3.887 ± 0.889 |

Çizelge: II

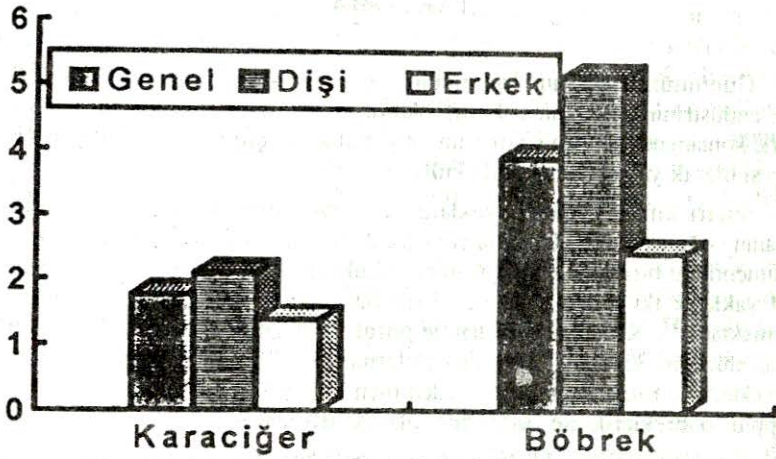
Dişi Yaban Ördeklerinde Belirlenen Kurşun ve Kadmiyum Düzeyleri (ppm)

| Organ | n | Pb | | | Cd | | |
|-----------|---|---------|----------|---------------|---------|----------|---------------|
| | | Minimal | Maksimal | Ortalama | Minimal | Maksimal | Ortalama |
| Karaciğer | 8 | 0.400 | 1.500 | 0.890 ± 0.118 | 0.490 | 3.730 | 2.093 ± 0.417 |
| Böbrek | 8 | 0.350 | 0.750 | 0.585 ± 0.048 | 0.489 | 9.309 | 5.158 ± 1.330 |

Çizelge: III

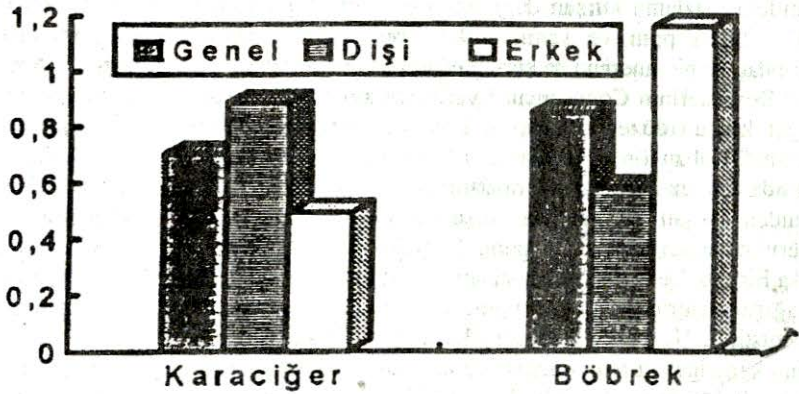
Erkek Yaban Ördeklerinde Belirlenen Kurşun ve Kadmiyum Düzeyleri (ppm)

| Organ | n | Pb | | | Cd | | |
|-----------|---|---------|----------|---------------|---------|----------|---------------|
| | | Minimal | Maksimal | Ortalama | Minimal | Maksimal | Ortalama |
| Karaciğer | 7 | 0.300 | 0.740 | 0.496 ± 0.065 | 0.351 | 4.936 | 1.375 ± 0.607 |
| Böbrek | 7 | 0.300 | 1.800 | 1.164 ± 0.214 | 0.351 | 7.340 | 2.433 ± 0.966 |



Şekil: 1

Yaban ördeklerinde karaciğer ve böbrek kurşun düzeyleri



Şekil: 2

Yaban ördeklerinde karaciğer ve böbrek kadmiyum düzeyleri

Çizelge II ve III'de görüldüğü gibi ortalama karaciğer kurşun düzeyinin erkeklerde, dişilere oranla 0.394 ppm daha az olması istatistik yönünden önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ortalama böbrek kurşun düzeyi karaciğerdeki düzeyin aksine, erkeklerde dişilere oranla 0.579 ppm daha fazladır. Bu fark erkek ördekler lehine istatistik yönünden önemlidir ($p < 0.05$). Ortalama karaciğer ve böbrek kadmiyum düzeylerinde cinsiyete göre ortaya çıkan farklar, istatistik yönünden önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$).

TARTIŞMA

Günümüzde kurşun, kadmiyum, cıva gibi ağır metallerin ekotoksikolojik etkileri endüstrinin gelişimine koşturucu olarak önem kazanmıştır. Su kuşları, ağır metallerle kontamine olabilen su ortamında yaşadıkları için çevre kirliliğinin biyolojik göstergesi olarak yaygın bir şekilde kullanılır.

Suları kirleten atık ve artıklara ek olarak kurşuna maruz kalma, daha çok avlanmanın yoğun olduğu alanlarda çevreye dağılan kurşun saçmalarını su kuşlarının dip sedimentlerle birlikte almaları sonucu şekillenir. Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl yaklaşık iki milyon kaz ve ördek bu nedenle öldüğünden ciddi bir sorun oluşturmaktadır¹³. Kurşunla zehirlenme görülen yaban ördeklerinin karaciğerindeki ortalama düzeyin 33 ppm; diğer kuş türlerinde ise 0.5-3.7 ppm arasında değiştiği bildirilmektedir¹⁴. Kurşunla zehirlenmeden ölen kuşlardaki kurşun düzeyi karaciğerde 10-20 ppm, böbreklerde ise 20-50 ppm olarak belirlenmiştir³.

Kirliliğin yoğun olduğu ve maden ocaklarının bulunduğu Kuzey Idaho'da avlanan 70 yaban ördeğinin karaciğer kurşun düzeyi 0.34-46 ppm (ortalama 8.19 ± 1.1 ppm) arasında saptanmış; bunlardan 21'inin kursağında kurşun saçması bulunmuştur. Kontrol bölgesi olarak seçilen alanda avlanan su kuşlarının karaciğer kurşun düzeyi ise 0.1-1.90 ppm (ortalama 1.03 ± 0.06 ppm) olarak belirlenmiş ve kursaklarında kurşun saçmalarına rastlanmamıştır¹⁵. Almanya'da avlanan 123 yaban ördeğindeki ortalama kurşun değerleri kasta 0.051 ppm, karaciğerde 0.798 ppm, böbrekte 2.216 ppm ve kemikte 9.1 ppm olarak bulunmuştur. Dört ördeğin dokularından ve bir tanesinin de kursağından kurşun saçmaları çıkarılmıştır¹⁶. Amerika Birleşik Devletlerinin Connecticut Eyaletinde avlanan 158 yaban ördeğinin ortalama karaciğer kurşun düzeyi 1.3 ppm, 216 adet karabaş ördekte ise 0.8 ppm olarak belirlenmiş; yaban ördeklerinin % 13.5'inin, karabaş ördeklerin ise % 8.3'ünün kursağında kurşun saçmalarına rastlanmıştır¹⁷. Güney Kore'de 6 kuğu ve 15 yaban ördeğinden oluşan bir grup su kuşunda yapılan araştırmada¹⁸, ortalama kurşun değerlerinin karaciğerde 0.34 ppm, böbrekte ise 0.62 ppm olduğu belirlenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde avlanan 157 yaban ördeğinin karaciğer kurşun düzeyi kuru ağırlık üzerinden 0.127 ppm, böbrek kurşun düzeyi ise 0.57 ppm olarak belirlenmiştir¹². New Jersey'de gerçekleştirilen bir araştırmada¹⁹, yaban ördeklerinin ortalama karaciğer kurşun düzeyi 0.346 ppm; 3 dişi yaban ördeğinde 8.731 ppm, 4 erkekte ise 0.448 ppm olarak bildirilmiş; cinsiyetin bu metallerin birikimine etkisinin olup olmadığına karar vermek için numune sayısının daha fazla olması gerektiği belirtilmiştir.

Araştırmamızda karaciğerde 0.706 ± 0.085 ppm, böbrekte 0.855 ± 0.126 ppm olarak saptanan kurşun düzeyleri, yalnız Güney Kore'de yapılan bir çalışmada¹⁸ belirlenen değerler ile New Jersey'de yapılan kalıntı belirleme araştırmasında¹⁹ elde edilen değerlerden düşüktür.

Su kuşlarında kurşuna maruz kalma sonucu ortaya çıkan etkileri belirlemek için deneysel çalışmalar da bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada²⁰, 17 yaban ördeğinde 423.8 mg/kg dozda ağız yoluyla kurşun saçmaları verilmiş; 6 tanesine ise kontrol amacıyla dozlama yapılmamıştır. Uygulamadan yedi hafta sonra öldürülen ördeklerdeki kurşun düzeyleri en yüksek kemikte (deneme

grubunda 20.25 ppm, kontrol grubunda 11.69 ppm), sonra böbrekte (deneme grubunda 1.30 ppm, kontrol grubunda 0.69 ppm), en az ise karaciğerde (deneme grubunda 0.62 ppm, kontrol grubunda 0.22 ppm) bulunmuştur. Çekoslovakya'da 40 günlük pekin ördekleriyle yapılan bir araştırmada²¹, kontrol olarak kullanılan 10 ördedeki kurşun kalıntı düzeyleri karaciğerde 0.07 ppm, böbrekte 0.11 ppm olarak saptanmıştır. Rocke ve Samuel'in yaptıkları araştırmada²², kontrol grubu olarak ayrılan dişi yaban ördeklerinde ortalama karaciğer kurşun düzeyi 0.87 ppm, erkeklerdeki 0.13 ppm olarak saptanmıştır.

Amerika'da yapılan araştırmada²⁰ deneme grubunun karaciğerlerinde saptanan değer, araştırmamızda elde ettiğimiz değerden düşük, böbrek değerleri ise yüksektir. Çekoslovakya'da yapılan çalışmada²¹ elde edilen değerlerin oldukça düşük olması araştırma materyali olarak kullanılan ördek türünün farklılığı ve yaşlarının çok küçük olmasına bağlanabilir.

Güney Kore'de su kuşları üzerinde yapılan bir araştırmada¹⁸, ortalama kadmiyum düzeyi karaciğerde 0.19 ppm, böbrekte ise 0.82 ppm olarak saptanmıştır. Gochfeld ve Burger'in yaptıkları araştırmada¹⁹ ise yaban ördeklerinin karaciğer kadmiyum düzeyi 3.998 ppm olarak bildirilmiştir. Bu düzey dışılarda 0.566 ppm, erkeklerde ise 0.199 ppm olarak bulunmuştur.

Kadmiyumun etkilerini belirlemek için yapılan deneysel bir çalışmada²³, kadmiyum ilave edilmemiş yemle beslenen ördeklerin karaciğerindeki düzey kuru ağırlık üzerinden 0.9 ppm, böbrekte ise 2.9 ppm olarak ölçülmüştür. White ve Finley'in⁸ yaptıkları araştırmada, 90 gün boyunca 20 ppm kadmiyum içeren diyetle beslenen ergin yaban ördeklerinin karaciğer kalıntı düzeyi 19.5 ppm olarak bulunmuştur. Bir günlükten 12 haftalığa kadar geçen sürede 0, 5, 10 ve 20 ppm kadmiyum içeren diyetle beslenen yaban ördeği yavrularında yapılan bir çalışmada¹¹, 12. haftanın sonunda karaciğer kadmiyum konsantrasyonu, kontrol grubunda 0.20 ppm; 20 ppm kadmiyum içeren diyetle beslenenlerde ise 0.62 ppm olarak saptanmıştır.

Gochfeld ve Burger'in¹⁹ yaban ördeklerinin karaciğerinde 3.998 ppm olarak bildirdiği düzey, araştırmamızdaki bulgularından yüksek olmakla birlikte, cinsiyete göre belirlenen düzeyler oldukça düşüktür. White ve Finley'in⁸ araştırma bulguları ölçüt olarak alınır, çalışmamızda kullanılan yaban ördeklerinin günlük kadmiyum alımının 20 ppm'den düşük olduğu varsayılabilir. Bulgularımıza göre, karaciğer/böbrek kadmiyum oranı 1'den küçük olduğundan (< 1), Uluabat Gölü'nde avlanan yaban ördeklerinin kadmiyuma kronik düzeyde maruz kaldığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Yaban ördeklerinin göçmen kuşlar olduğu ve kırsal geçirmek için Uluabat Gölü'nde konakladıkları göz önünde bulundurulursa, araştırmamızın sonuçları tek başına Uluabat Gölü'nün kirliliği konusunda kesin bir yargıya ulaşmaya imkan vermemektedir. Bu nedenle göl suları, alg ve yosunlar ile balık ve kerevitlerde de metal kalıntı düzeyleri belirlenmelidir.

Teşekkür: Araştırmamızda laboratuvar çalışmalarımıza destek sağlayan, Ankara İl Kontrol Laboratuvarı Müdür Yardımcısı Vala ŞENAVCI'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. ŞANLI, Y., KAYA, S.: Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yayınevi, Ankara, s. 103 (1992).
2. VURAL, N.: Toksikoloji. A.Ü. Ecz. Fak. Yay. No. 56, A.Ü. Basımevi, Ankara, s. 315-320, 334 (1984).
3. SCHEUHAMMER, A.M.: The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury and lead in birds: A review. *Environ. Pollut.* 46, 263-295 (1987).
4. CARLSON, B.L., NIELSON, S.W.: Influence of dietary calcium on lead poisoning in mallard ducks (*Anas platyrhynchos*). *Am. J. Vet. Res.* 46(1), 276-282 (1985).
5. MAZLIAH, J., BARRON, S., BENTAL, E., REZNIK, I.: The effect of chronic lead intoxication in mature chickens. *Avian Diseases* 33(3), 566-570 (1989).
6. CEYLAN, S., SONAL, S.: Metalik kirleticilerin kuşlardaki etkileri. 5. Bandırma Kuşçeneti ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 136-153, 2-4 Haziran 1990.
7. PRICE, R.E., KNIGHT, L.H.: Mercury, cadmium, lead and arsenic in sediments, plankton and clams from Lake Washington and Sardis Reservoir, Mississippi, Oct. 1975-May 1976. *Pestic. Monit. J.* 11, 182-189 (1978).
8. WHITE, D.H., FINLEY, M.T.: Uptake and retention of dietary cadmium in mallard ducks. *Environ. Res.* 17(1), 53-59 (1978).
9. GILANI, S.H., ALIBHAI, Y.: Teratogenicity of metals to chick embryos. *J. Toxicol. Environ. Health* 30(1), 23-31 (1990).
10. ENGSTROM, B., NORDBERG, G.F.: Factors influencing absorption and retention of oral Cd¹⁰⁹ in mice: Age, pretreatment and subsequent treatment with nonradioactive cadmium. *Acta Pharmacol. Toxicol.* 45, 315-324 (1979).
11. CAIN, B.W., SILEO, L., FRANSON, J.C., MOORE, J.: Effects of dietary cadmium on mallard ducklings. *Environ. Res.* 32(2), 286-297 (1983).
12. DIGIULIO, R.T., SCANLON, P.F.: Heavy metals in tissues of waterfowl from the Chesapeake Bay, USA. *Environ. Pollut. Ser. A* 35, 29-48 (1984).
13. LUMEIJ, J.T.: Clinicopathologic aspects of lead poisoning in birds: A review. *Vet. Quarterly* 7(2), 133-138 (1985).
14. BUCK, W.B., OSWEILER, G.D., VAN GELDER, G.A.: *Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology*. 2nd edit., Kendall-Hunt Pub. Comp. Iowa, p. 326 (1982).
15. CASTEEL, S.W., NIGH, J., NEUFELD, J., THOMAS, B.R.: Liver lead burden in hunter killed ducks from the Coeur D'Alene River Valley of Northern Idaho. *Vet. Hum. Toxicol.* 33(3), 215-217 (1991).
16. GERBIG, R.: Untersuchungen zur Bleibelastung freilebender Stockenten, *Anas platyrhynchos* (Linnè, 1758) in der Bundesrepublik Deutschland. Inaugural-Dissertation, Fachbereich Veterinärmedizin, Justus-Liebig-Universität, Giessen, Germany (1992).

17. CHASKO, G.G., HOEHN, T.R., HOWELL-HELLER, P.: Toxicity of lead shot to wild black ducks and mallards fed natural foods. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 32, 417-428 (1984).
18. LEE, D.P., HONDA, K., TATSUKAWA, R., WON, P.O.: Distribution and residue level of cadmium and lead in Korean Birds. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 43, 550-555 (1989).
19. GOCHFELD, M., BURGER, J.: Heavy metal concentrations in the liver of three duck species: Influence of species and sexes. *Environ. Pollut. Ser. A* 45(1), 1-15 (1989).
20. MAUTINO, M., BELL, J.U.: Hematological evaluation of lead intoxication in mallards. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 38(1), 78-85 (1987).
21. CIBULKA, J., TREFNY, D., SOVA, Z., MADER, P., MUZIKAR, V., PODHORSKY, M., LAVIKCA, M.: Experimentální ovlivnění procesu vstřebávání a depozice olova v organismu domácích kachen. *Veterinární Medicina* 31(12), 739-746 (1986).
22. ROCKE, T.E., SAMUEL, M.D.: Effects of lead shot ingestion on selected cells of the mallard immune system. *J. Wildlife Diseases* 27(1), 1-9 (1991).
23. DI GIULIO, R.T., SCANLON, P.F.: Sublethal effects of cadmium ingestion on mallard ducks. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 13, 765-771 (1984).