

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ VE FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZAR GÖLÜ'NÜN SUYUNDAKİ VE GÖLDE KONAKLAYAN VAN GÖLÜ
MARTISININ (*Larus armenicus*) TÜYLERİNDEKİ BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN
BELİRLENMESİ

Arif Kemal ŞAMAT

MART 2018

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZAR GÖLÜ'NÜN SUYUNDAKİ VE GÖLDE KONAKLAYAN VAN GÖLÜ
MARTISININ (*Larus armenicus*) TÜYLERİNDEKİ BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN
BELİRLENMESİ

Hazırlayan
Arif Kemal ŞAMAT

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Hümeyra NERGİZ

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Ahmet BEYARSLAN
Doç. Dr. Atilla DURMUŞ
Yrd. Doç. Dr. Hümeyra NERGİZ

MART 2018

Arif Kemal ŞAMAT tarafından hazırlanan “**Hazar Gölü'nün Suyundaki ve Gölde Konaklayan Van Gölü Martısının (*Larus armenicus*) Tüylerindeki Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışması 1/3/2018 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ahmet BEYARSLAN

(Başkan)


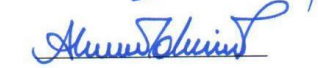
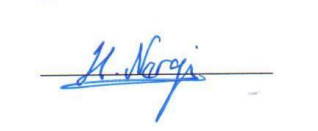
Doç. Dr. Atilla DURMUŞ

(Üye)

Yrd. Doç. Dr. Hümeysra NERGİZ

(Danışman)

İmza

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 12/03/2018 gün ve 14/05 Sayılı kararı ile onaylanmıştır.


Doç. Dr. Koray KÖKSAL
Enstitü Müdürü

ÖZET

HAZAR GÖLÜ'NÜN SUYUNDAKİ VE GÖLDE KONAKLAYAN VAN GÖLÜ MARTISININ (*Larus armenicus*) TÜYLERİNDEKİ BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Arif Kemal ŞAMAT

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hümeysra NERGİZ

Mart 2018, 31 sayfa

Mart 2015-Mart 2016 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada Hazar Gölü'ndeki ağır metal kontaminasyonunu belirlemek için Van Gölü Martısı (*Larus armenicus*) biyo-indikatör tür olarak seçilmiştir. Bu amaç doğrultusunda türün ergin ve yavru bireylerinden tüy örneği toplanmış ve farklı tüy örneklerinde (EBT: Ergin Birincil Tüy; EİT: Ergin İkincil Tüy; EÖT: Ergin Örtü Tüyü; YÖT: Yavru Örtü Tüyü) kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), bakır (Cu) ve demir (Fe), nikel (Ni), çinko (Zn), selenyum (Se), mangan (Mn), krom (Cr) ve arsenik (As) birikim oranları araştırılmıştır. Analiz edilen ağır metaller için en yüksek ağır metal kalıntı miktarlarının yavru örtü tüylerinde olduğu saptanmıştır. Yavru örtü tüylerinde saptanan ortalama ağır metal düzeyleri; 0.02 mg/kg Cd, 0.46 mg/kg Pb, 0.72 mg/kg Cu, 58,31 mg/kg Fe, 0.04 mg/kg Ni, 8.38 mg/kg Zn, 0.07 mg/kg Se, 1.3 mg/kg Mn, 0.005 mg/kg Cr ve 0.01 mg/kg As olarak tespit edilmiştir. Hazar Gölü'nün suyunda yapılan ağır metal analizinde Pb, Fe, Zn ve As her mevsim belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, sudaki ortalama ağır metal düzeyleri; Fe>As>Zn>Ni>Cd >Cu>Cr> Pb>Mn>Se şeklindedir.

Anahtar Kelimeler: Hazar Gölü, Van Gölü Martısı (*Larus armenicus*), Ağır Metal, Su

ABSTRACT

DETERMINATION OF LEVELS OF SOME HEAVY METALS IN WATER AND FEATHERS OF ARMENIAN GULL (*Larus armenicus*) INHABITING HAZAR LAKE

Arif Kemal ŞAMAT

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Hümeýra NERGİZ

March 2018, 31 pages

In this study which was carried out between March 2015-March 2016 Armenian Gull (*Larus armenicus*) have been chosen as bio-indicator species to determine the heavy metal contamination in Hazar Lake. In accordance with this purpose, the feather samples from different parts of the bodies of adult and juvenile Armenian Gulls were collected (APF: Adult Primary Wing Feather; ASF: Adult Secondary Wing Feather; ACF: Adult Cover Feather; JCF: Juvenile Cover Feather) and accumulation ratios and levels cadmium (Cd), lead (Pb), copper (Cu), iron (Fe), nickel (Ni), zinc (Zn), selenium (Se), manganese (Mn), chromium (Cr) and arsenic (As). The highest average residue amount in juvenile cover feathers were 0.02 mg/kg Cd, 0.46 mg/kg Pb, 0.72 mg/kg Cu, 58,31 mg/kg Fe, 0.04 mg/kg Ni, 8.38 mg/kg Zn, 0.07 mg/kg Se, 1.3 mg/kg Mn, 0.005 mg/kg Cr and 0.01 mg/kg As. Analysis of the heavy metals in Hazar Lake's water, Pb, Fe, Zn and As were determined all seasons. When we evaluated the findings heavy metal concentration of water were found decrease in sequence of; Fe>As>Zn>Ni>Cd >Cu>Cr>Pb>Mn>Se.

Key words: Hazar Lake, Armenian Gull (*Larus armenicus*), Heavy Metal, Water

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında bana destek olup, bilgisini ve deneyimlerini benimle paylaşan, bir eğitimci olarak bir öğrencinin verilen görevi en iyi şekilde tamamlaması için konsantrasyonunu ve odaklanmasını en yüksek düzeyde tutmasının öneminin örneklerini sunan, biyolojiyi bana bir daha sevdiren, hayatımda tanıdığım en pozitif insanlardan biri olan, değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hümeyra NERGİZ'e, ağır metal analizleri sırasında karşılaşılan güçlüklerin aşılmasındaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Atilla DURMUŞ'a, istatistiksel analizlerde yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Ayşe METİN KARAKAŞ'a, tezime 2015.02 No'lu proje ile maddi destek sağlayan Bitlis Eren Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, bugüne kadar üstlendiğim tüm görevlerimde bana destek olarak varlığı ile beni güçlü kılan ve tez çalışmam sırasında da arazide yaz, kış demeden benimle beraber olan sevgili eşim Meral ŞAMAT'a, "Baba sen bu tezi verirsin" diyerek beni her daim motive eden oğlum Metehan ŞAMAT'a teşekkür ederim.

Arif Kemal ŞAMAT

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|--|------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| TEŞEKKÜR | iii |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | v |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vi |
| SİMGELER DİZİNİ | vii |
| KISALTMALAR DİZİNİ | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Ağır Metaller | 2 |
| 1.2. Kuşlarda Ağır Metal Birikimi ve Etkileri | 4 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR | 7 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 10 |
| 3.1. Araştırma Alanının Tanıtımı | 10 |
| 3.2. Tüý Örneklerinin Toplanması ve Saklanması | 11 |
| 3.3. Tüý Örneklerinin Hazırlanması ve Ağır Metal Analizi | 12 |
| 3.4. Su Örneklerinin Alınması ve Ağır Metal Analizi | 14 |
| 3.5. İstatistiksel Analizler | 15 |
| 4. BULGULAR | 16 |
| 4.1. Tüýlerde Tespit Edilen Ağır Metaller | 16 |
| 4.2. Suda Tespit Edilen Ağır Metaller | 19 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 22 |
| KAYNAKLAR | 24 |
| ÖZGEÇMİŞ | 31 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL

Sayfa

| | |
|---|----|
| 3.1. Hazar Gölü'nde türe ait tüy örneklerinin toplandığı bazı alanlar | 11 |
| 3.2. Tüy örneği alınan yavru ve ergin bireyler | 11 |
| 3.3. Ölü bireylerden alınan tüy örneklerin paketlenmesi | 12 |
| 3.4. Tüy örneklerinden çözelti hazırlama işlemi | 13 |
| 3.5. Çözeltilerin ısıtılarak analize hazır hale getirilmesine etkisi | 14 |
| 3.6. Hazar Gölü'nde su örneklerinin alındığı noktalar | 14 |



ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

| | |
|---|----|
| 1.1. Sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerleri | 4 |
| 3.1. Analiz için toplanan tüy örnekleri ve sayıları..... | 12 |
| 4.1. Van Gölü Martısının tüy örneklerinde tespit edilen ağır metal miktarları (mg/kg) | 17 |
| 4.2. Van Gölü Martısının ergin ve yavrularının tüylerinde tespit edilen ağır metal miktarları | 19 |
| 4.3. Hazar Gölü suyunda tespit edilen ağır metallerin ortalama değerleri (mg/l) | 20 |
| 4.4. Hazar Gölü suyunda tespit edilen ağır metallerin mevsimsel miktarları (mg/l) | 20 |



SİMGELER DİZİNİ

| | |
|------------------|-----------------------|
| As | Arsenik |
| °C | Santigrat derece |
| Cd | Kadmiyum |
| cm | Santimetre |
| Cu | Bakır |
| Cr | Krom |
| Fe | Demir |
| g | Gram |
| HNO ₃ | Nitrik asit |
| kg | Kilogram |
| km | Kilometre |
| km ² | Kilometre kare |
| m | Metre |
| mg | Miligram |
| ml | Mililitre |
| mm | Milimetre |
| Ni | Nikel |
| Mn | Mangan |
| Pb | Kurşun |
| ppm | Milyonda bir parçacık |
| ppm | Parts per million |
| Se | Selenyum |
| sn | Saniye |
| % | Yüzde |
| Zn | Çinko |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-----|--------------------|
| EBT | Ergin Birincil Tüy |
| EİT | Ergin İkincil Tüy |
| EÖT | Ergin Örtü Tüyü |
| YÖT | Yavru Örtü Tüyü |
| vd. | Ve diğerleri |



1. GİRİŞ

Sulak alanlar sahip oldukları biyolojik çeşitlilik nedeniyle yeryüzünün doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilirler. Başta balıklar ve su kuşları olmak üzere birçok canlının yaşamında beslenme ve barınma yeri olarak vazgeçilmez yere sahiptirler. Ancak günümüzde sulak alanlar pek çok çevresel tehdit ile karşı karşıyadır. Bunlardan biri de su kirliliğidir. Tatlı sulardaki inorganik kirliliğin en önemli sebebini ağır metaller oluşturur. Ağır metaller endüstriyel ve evsel atıklarla, tarımsal aktiviteler sonucunda, erozyonla ve rüzgarla taşınan kaya parçalarıyla ve tozlarla, volkanik aktivitelerle, orman yangınlarıyla ve bitki örtüsüyle sulara taşınır (Yavuz ve Sarıgül 2016).

Endüstriyel ve kentsel atıklar birçok zehirli ağır metal içerir. Cd, Pb, Ni, Hg gibi bazı ağır metaller çok düşük konsantrasyonda bile biyolojik sistem için oldukça toksiktir (Cahill vd. 1998, Bostan vd. 2007, Roux ve Marra 2007). Kirleticilerin önemli bir kısmını oluşturan ağır metaller, metal bileşikleri ve çeşitli mineraller sucul ortamda ve sedimentlerde geniş bir şekilde yayılmıştır (Yazkan vd. 2002). Sucul organizmalar, metalleri sudan ve yiyeceklerden alırlar ve yüksek konsantrasyonlarda organ ve dokularında biriktirirler. Bu nedenle esansiyel veya esansiyel olmayan tüm metaller potansiyel olarak toksik kabul edilebilir.

Besin piramidinin üst basamaklarında yer alan predatör su kuşlarının vücutlarındaki ağır metal konsantrasyonu daha alt basamaklardaki canlılara oranla daha yüksektir. Bu kuşlar sucul ekosistemlerdeki kontamine olmuş besin kaynaklarını tükettikleri için kirletici unsurların biyolojik birikimine açıktırlar. Bu durumda, sulak alanlara çeşitli şekillerde ulaşan kimyasalların, özellikle öldürücü olmayan düzeyde en fazla balıkları ve balıklarla beslenen su kuşlarını etkilemesi kaçınılmazdır (Boncompagni vd. 2003).

Bu çalışmada kuşlar açısından önemli bir konaklama ve üreme alanı olan ve evsel ve endüstriyel atıklar nedeniyle kirlilik tehdidiyle karşı karşıya olan Elazığ il sınırları içerisindeki Hazar Gölü çalışma alanı olarak seçilmiştir. Hazar Gölü çevresindeki kıyı şeridi kamu kuruluşlarının eğitim kampları ve özel tatil siteleri ile hemen hemen kapanmış durumdadır. Yaz aylarında sahilde kurulan çadır kamplarının atıkları göle bırakılmaktadır. Ayrıca, göl kıyısında bulunan ve önemli bir yerleşim merkezi olan Sivrice İlçesinin ve Gezin Belediyesinin evsel atıkları da göle verilmektedir. Çalışmanın amacı kuş tüylerinde bazı ağır metal düzeylerini belirlemek ve çevre kirliliğinin izlenmesinde kuş tüylerinin kullanımının elverişliliğini araştırmaktır. Böylece hem gölün Cd, Pb, Cu ve Fe gibi ağır metaller açısından kirlilik düzeyi belirlenmiş hem de gölün ağır metal kirlilik düzeyinin izlenmesinde biyoindikatör kuş türlerinden yararlanıp yararlanılamayacağı ortaya konmuştur.

1.1. Ağır Metaller

Ağır metal terimi fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3 ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko olmak üzere 60 tan fazla metal dahildir (Kahvecioğlu vd. 2003, Järup 2003, Bakar ve Baba 2009).

Ağır metaller periyodik cetvelde B grubu (Cd, Cu, Hg gibi metaller) ve geçiş elementleri (Fe, Zn, Pb, As, Ca, Ni, Mn gibi) olmak üzere ikiye ayrılırlar (Depledge vd. 1994).

Biyolojik anlamda metaller 3 gruba ayrılır: (Clark 1992):

1. Esas elementler: Hafif elementler olarak da bilinen bu metaller sıvı ortamlarda hareketli kationlar olarak taşınırlar. Kalsiyum, sodyum, potasyum vb.
2. Yan elementler (Geçiş elementleri): Düşük konsantrasyonlarda esansiyel olan fakat yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösteren elementlerdir. Demir, bakır, kobalt, mangan vb.
3. İz elementler: Genellikle metabolik aktivite için gerekli olmayan fakat hücrede oldukça düşük konsantrasyonlarda toksik etki yapan elementlerdir. Cıva, kurşun, kalay, selenyum, arsenik vb.

Bunlardan yan elementler ve iz elementler genelde ağır metal olarak adlandırılırlar. Ağır metaller insanlar tarafından yaklaşık 5000 yıldan bu yana farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Metal ve ağır metallerin kullanımı ilk olarak yapı materyali, cam ve seramik yapımı ve taşıma boruları olarak başlamıştır. Fakat sanayi devrimiyle beraber bu metallerin kullanımı eskiye oranla ciddi bir artış göstererek yüksek miktarda ağır metalin doğal kaynaklara karışmasına neden olmuştur. Günümüzde devam etmekte olan farklı maden-sanayi faaliyetleri ve şehirsal atıklar çevreye ağır metal yayılımının devam etmesine neden olmaktadır (Yavuz ve Sarıgül 2016).

Ağır metaller; düşük derişimlerde bile toksik etki gösterebilen elementlerdir. Genellikle kontaminasyon ve potansiyel toksisite ya da eko-toksisite ile ilişkilendirilen metaller ya da yarı metaller (metalloidler) olarak isimlendirilirler. Ağır metaller organizmaya ağız, solunum ve deri yolu ile alınır ve çoğu özel bir destek olmadan vücudun boşaltım yolları ile (böbrek, karaciğer, bağırsak, akciğer, deri) atılamazlar. Bu nedenle ağır metallerin büyük bir bölümü, biyolojik organizmalarda birikirler. Birikim sonucu, canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu metaller, etkili dozlara ulaştıklarında, ciddi hastalıklara (tiroit, nörolojik, otizm ve kısırlık gibi) hatta ölümlere neden olabilirler (Gangaiya vd. 2001).

Ağır metallerin en göze çarpan özellikleri arasında vücuttan atılmadıkları ve çeşitli dokularda (yağ dokusu, kemik vb.) biriktikleri gözlenir. Vücutta bulunan metal konsantrasyonları eşik değerleri aştığı andan itibaren zararlı etkileri gözlenmeye başlar. Ağır metaller beslenme zinciri ile üst seviyelere doğru birikirler (Kahvecioğlu vd. 2003).

Doğal sularda eser miktarda bulunan ağır metaller çevreye farklı kaynaklardan yayılırlar. Ağır metaller, insan faaliyetleri sonucu özellikle endüstriyel ve evsel atık suların içme sularına karışması veya ağır metalle kirlenmiş partiküllerin atmosfere oradan toprak ve suya geçmesiyle sulardaki konsantrasyonları artmaktadır. Ağır metallerin çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir (Türkoğlu 2008, Bakar ve Baba 2009, Üstün 2011).

Ağır metaller, su kaynaklarına endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısı ile bileşimde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler. Günümüz yaşamının ayrılmaz bir parçası olan sanayi ve madencilik faaliyetleri ağır metal kirliliğinin geldiğı noktanın en büyük etkenlerinden birisi olarak görülmektedir. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çöker ve bu bölgede zenginleşirler. Sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan dolayı da suların ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselir (Bakar ve Baba 2009).

Metaller ve bileşikleri yerkabuğunda değışik konsantrasyonlarda bulunurlar. Metal kirlenmesi, organik kirlenmeler gibi kimyasal ve biyolojik yollarla parçalanmazlar, bir metal bileşigi başka bir metal bileşigine dönüşür. Dönüşme ne olursa olsun metal iyonu kaybolmaz

Çevreye yayılan ağır metaller yüzeysel su akıntıları, yeraltı su kaynakları ve asit yağmurları ile deniz ve göller gibi sucul ortamlara taşınıp buralarda birikim gösterirler. Ağır metaller ilk olarak sedimentte birikir ve sedimentin absorpsiyon kapasitesinin aşılmasıyla sulara birikime devam ederler. Bu yayılım az gelişmiş ülkelerde artmaya devam etmekte iken daha gelişmiş ülkelerde son yüzyıl içinde ağır metal yayılımında azalma gözlenmiştir. Bu metaller içerisinde özellikle kurşun, kadmiyum civa ve arsenik insanlar üzerinde olumsuz etki gösteren en önemli metallerdir (Järup 2003).

Suyun sıcaklık derecesi, pH, çözünmüş oksijen, ışık ve tuzluluk gibi faktörler ağır metallerin birikim ve etki mekanizmalarını değıştirmektedir (Yazkan vd. 2002).

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamdaki ve ağır metallerin kabul edilebilir değerleri Çizelge 1.1'de verilmiştir (Anonim 2002).

Çizelge 1.1. Sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerleri (Anonim 2002).

| Ağır metalin adı | Kabul edilebilir değer (mg/l) |
|-------------------------|--------------------------------------|
| As | 0.1 |
| Cu | 0.01 |
| Zn | 0.003 |
| Fe | 0.7 |
| Cd | 0.01 |
| Pb | 0.1 |
| Cr | 0.1 |
| Mn | 1 |
| Ni | 0.3 |
| Se | 0.05 |

1.2. Kuşlarda Ağır Metal Birikimi ve Etkileri

Ekosistemlerde bulunan tüm organizmalardaki kirlilik düzeyini araştırmak mümkün değildir. Bu yüzden ekosistem sağlığını değerlendirmede kullanılacak, çevresel olumsuzlukların göstergesi (indikatörü) olabilecek canlılar seçmek gerekir (Kalisinska vd. 2003, Burger ve Gochfeld 2007). Ayrıca, yalnızca çevre üzerindeki kirlilik miktarını ölçmekle organizma üzerindeki etkiyi tespit etmek çok güçtür, biyomonitor kullanımı bu açıdan da gereklidir. Son yıllarda ekotoksikoloji alanında, çevre kirlenmelerinin ekosistemin diğer unsurlarındaki oranlarını tahmin edebilmeyi sağlayan “gösterge (indikatör)” türlerin kullanımına dayalı “biyo-izleme (bio-monitoring) çalışmalarını giderek artmaktadır (Lam vd. 2005).

Çevresel kirliliğin izlenmesinde kuşların kullanımı 1960’lı yıllardan bu yana, kuş popülasyonlarının çevre üzerindeki insan kaynaklı olumsuzluklara duyarlılığının anlaşılması nedeniyle birçok bilimsel çalışmada tercih edilmiştir (Erwin ve Custer 2000). Besin pramidinin tepesindeki hayvanlar kirlenmelerin yalnızca biyolojik olarak varlıkları hakkında değil aynı zamanda nerede, ne zaman, nasıl besin zincirine girdiklerine dair bilgi vermeye yatkındır (Jager vd. 1996).

Tüy, kan, dışkı gibi yenilenebilen dokuların kullanımı tüm hayvanlar için hayvanların ölümüne neden olmadan örnek toplayabilmeyi sağlar.

1. Bu sayede zaman içerisindeki diyetteki değişikliklerden ve besin zinciri içerisindeki kirlenmelerdeki değişikliklerden kaynaklı dokusal değişimler bireylerden alınan tekrarlanabilir

örneklerle gözlenebilir.

2. Populasyon tehdit edilmeden çok sayıda örnek toplanabilir.
3. Üreme başarısı üzerine olumsuz bir etkiye neden olmaz.
4. Bireylerin büyümesiyle dokusal konsantrasyonun ne kadar değiştiği hakkında bilgi verir.
5. Dokusal konsantrasyon ve koloninin üreme başarısı hakkında bilgi verir (Spahn ve Sherry 1999).

Sulak alan ekosistemlerinde bulunan ağır metaller öncelikle bu alanda yaşayan balıkları ve balıklarla beslenen su kuşlarını etkiler. Bu etkiler kuşlarda öncelikle davranış ve beslenme bozukluklarına, tüylenme sürecinde aksamalara, yumurtlama ve kuluçka başarısında azalmaya neden olabilir. Bu durum uzun vadede birey ve populasyon düzeyinde önemli hasarlara yol açarak kuş popülasyonlarının azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, ağır metallerin kuşların dokularında birikmesi ve besin zinciri yolu ile diğer omurgalılara biyolojik olarak yükseltgeni olaya tüm ekosistem için ciddi bir ekotoksikolojik boyut ve önem kazandırmaktadır (Swaileh ve Sansur 2006).

Kuşlar, toksik maddeleri gelişen tüylerinde depolayarak vücutlarından uzaklaştırdıklarından tüylerindeki metal düzeyi kandan ve diğer dokulardan daha fazla olabilir. Kuşların vücutlarındaki ağır metal düzeyi, ağır metallerin alım ve atılım oranı arasındaki dengeyi yansıtır. Kuşlar vücutlarındaki ağır metalleri tuz bezlerinde, üropigiyal bezlerinde ya da tüylerinde depolayarak ya da dışkı yoluyla vücuttan uzaklaştırarak bu ağır metallerden kurtulabilirler (Dauwe vd. 1999). Ağır metallerin atılımı çoğunlukla, dışkıyla vücuttan uzaklaştırma ve ağır metalleri tüylerde biriktirme şeklinde olur. Bunlara ek olarak dişi kuşlar bazı ağır metalleri yumurtalarında da biriktirirler (Fox vd. 2005, Ayaş 2007). Ağır metaller vücuttan atılmazlarsa organizmadaki düzeyleri zaman içinde üreme başarısının azalmasına hatta kuşun ölümüne neden olacak seviyeye ulaşabilir. Bu durum besin piramidinin üst düzeylerinde yer alan kuşlar gibi uzun ömürlü organizmalar için oldukça önemlidir. En üst basamaklardaki karnivorların ve omnivorların vücutundaki ağır metal konsantrasyonu daha alt basamaklardaki canlılara oranla daha yüksek olur (Peakall 1992, Roux ve Marra 2007).

Tüy dökme sırasında iç organlardaki bazı ağır metal düzeyleri, bu metallerin tüylerde depolanmasıyla azaltılır. Kuş dışkıları iç organlardan, dokulardan ve tüylerden daha az da olsa, çevredeki ağır metallerin duyarlı bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Spahn ve Shery 1999, Dauwe vd. 2000).

Kuşlar, toksik maddeleri gelişen tüylerinde depolayarak, vücutlarından uzaklaştırdıklarından tüylerindeki metal düzeyi kandan ve diğer dokulardan daha fazla olabilir. Bu yüzden tüylerdeki metal bulunurluğunu tespit etmek kandaki ve diğer dokulardaki metal

bulunurluğunu tespit etmekten daha kolaydır (Cahill vd. 1998, Dauwe vd. 2002, Kim ve Koo, 2008).

Ağır metallerin kuşlar tarafından alınması çeşitli şekillerde olabilmektedir. Doğrudan temas fiziksel temas yoluyla vücut yüzeyinden yada solunum organları aracılığıyla olabildiği gibi besin maddeleri yoluyla da alınabilir. Bireyler beslenmelerindeki ve yaşamsal özelliklerindeki farklılıklar sonucunda aynı metali farklı şekilde biriktirebilirler (Yazkan vd. 2002). Kuşlarda ağır metallerin vücuttan atılması çoğunlukla dışkıyla uzaklaştırma ve ağır metalleri tüylerde biriktirme şeklinde olur. Besin piramidinin üst basamaklarındaki karnivor ve omnivor kuşların vücudundaki ağır metal konsantrasyonu daha alt basamaklardaki canlılara oranla daha yüksek olur. Ağır metaller vücuttan atılmazlarsa organizmadaki düzeyi zamanla üreme başarısının azalmasına hatta kuşun ölümüne neden olacak seviyeye ulaşabilir (Peakall 1992, Lam vd. 2005, Burger vd. 2007, Ayaş vd. 2008,).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ağır metal içeren endüstriyel ve tarımsal kökenli atıklar biyolojik birikim oluşturan kimyasallar arasında önemli bir yere sahiptir. Organizmada birikim yapan bu kirletici maddelerin sudaki düzeyleri ile organizmalardaki düzeyleri arasındaki ilişki günümüzde yapılan ekotoksikolojik çalışmalar için temel oluşturmaktadır. Son yıllarda çevre kirliliğinin ekosistem üzerindeki etki düzeyini belirlemeye yönelik kuş tüylerinin kullanıldığı biyoizleme çalışmaları giderek artmaktadır. Bu çalışmaları kısaca özetlemek gerekirse;

Honda vd. (1986) balıkçılarda tüylerdeki ağır metal içeriğinin vücuttaki ağır metal oranının yarısı kadar olduğunu belirlemişlerdir.

Lewis ve Furness (1991) belli miktarda civa (Hg) verilmiş martıların tüylerinde verilen Hg oranının %49'unun biriktiğini saptamışlardır.

Spahn ve Sherry (1999) balıkçıl kuşlar üzerine yaptıkları araştırmada bazı ağır metallerin tüylerindeki birikim oranının iç organlara ve dışkıya göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda yavru kuşların tüylerinde yüksek düzeyde ağır metal tespit etmişlerdir.

Dauwe vd. (2000) kirliliği ve temiz iki referans habitatında gerçekleştirdikleri çalışmalarında Büyük baştankara ve Mavi baştankaranın dışkı ve tüylerindeki ağır metal miktarını karşılaştırmışlardır. Kirliliği bölgedeki yavruların tüylerinde yüksek oranda kurşun bulunduğunu, çinko konsantrasyonunun temiz referans alandaki yavru tüylerinde daha yüksek olduğunu, diğer metaller açısından kirliliği ve temiz alanlar arasında önemli bir farklılığın olmadığını, tüy ve dışkıdaki metal konsantrasyonları açısından alanlar ve türler arasında önemli bir farklılık olmadığını belirlemişlerdir.

Zolfaghari vd. (2007) İran'ın güneybatı bölgesinde yaşayan 18 kuş türünün tüylerindeki civa birikimini müze örnekleri üzerinden araştırmışlardır. Tüylerdeki civa içeriğinin omurgalılarla beslenen yırtıcı türlerde en fazla düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Burger vd. (2009) *Larus glaucescens* türünün yumurtasındaki, yavru ve yetişkin bireylerinin tüylerindeki ağır metal birikimini karşılaştırdıkları çalışmalarında yetişkin bireylerin tüyleri ve yumurtaları arasında anlamlı fark olmadığını tespit etmişlerdir. Tüylerde en fazla birikim yapan metaller yetişkinlerde kadmiyum, krom, kurşun ve civa iken yavrularda arsenik, manganez ve selenyum olarak bulunmuştur.

Barbieri vd. (2010) *Larus dominicanus*'un yetişkin ve yavru bireylerinin tüylerindeki Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn, ve Pb miktarlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında bu metallerin tüylerdeki miktarının yaşla birlikte arttığını öne sürmüşlerdir.

Costa vd. (2011) Portekiz'de iki farklı habitattaki (ormanlık ve ormanlık olmayan) ağır metal kirliliğini ötücü kuş türlerinin tüylerini inceleyerek ortaya koymuştur. Ormanlık olmayan alanda yaşayan kuşların tüylerinde daha yüksek konsantrasyonda civa birikimi olduğunu tespit etmişlerdir.

Moreno vd. (2011) denize yağ sızması olayından sonra *Phalacrocorax aristotelis* ve *Larus michahellis* gibi türlerin tüylerindeki ağır metal birikimini araştırmışlardır. Araştırmacılar yaşanan bu çevresel felaketten sonra yavru bireylerin tüylerindeki bakır ve kurşun seviyesinin felaket öncesine göre en az 2-3 kat arttığını tespit etmişlerdir.

Mansouri vd. (2012) İran'ın güneyinde kıyı kuşlarının tüylerinde ağır metal birikimini araştırdıkları çalışmalarında *Egretta gularis* ve *Larus heuglini*'nin erkek ve dişi bireylerinin birikim oranları açısından karşılaştırmışlardır. Kadmiyum, bakır ve kobalt miktarının dişilerde, kurşunun ise erkeklerin tüylerinde daha yüksek oranda olduğunu belirlemişlerdir.

Kim vd. (2013) Güney Kore'de Siyah kuyruklu martı (*Larus crassirostris*) türünün kanında ve tüylerindeki ağır metal miktarı ile metalotionin mRNA miktarını ilişkisini araştırmışlardır. 65 yavru bireyin kanında ve tüylerinde 11 ağır metal tespit eden araştırmacılar metal ve metalotionin miktarı arasında pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Kim ve Oh (2014) Siyah kuyruklu martı (*Larus crassirostris*) yavrularının tüylerindeki metal birikimi ile yavruların besinlerini ilişkilendirdiği çalışmada türün yavrularından özellikle Cd, Pb ve Cu gibi ağır metallerin kontaminasyonunun izlenmesinde faydalanılabileceğini öne sürmüşlerdir.

Zamani-Ahmadmahmoodi vd. (2014) *Sterna hirundo* ve *Larus genei*'nin farklı dokularındaki civa birikimini araştırmışlardır. Her iki kuş türünde de civa seviyesinin tüylerde karaciğer, böbrek ve kas dokusundan daha fazla miktarda olduğu görülmüştür. Her iki türün tüylerindeki civa seviyesinin aynı zamanda kuşlarda tehlike oluşturduğu bilinen seviyeden daha yüksek bulunmuştur.

Abdullah vd. (2015) Pakistan'ın iki endüstriyel bölgesinde sığır balıkçıllarının tüyleri üzerinde yaptıkları çalışmada Zn, Fe, Ni, Cu, Cd, Mn, Cr, As ve Li açısından daha önce dünya çapında belirlenmemiş düzeyde yüksek oranda birikim tespit etmişlerdir. Özellikle Cr, Pb ve Cd seviyesinin kuşların üreme başarısını etkileyecek boyutta olduğu görülmüştür.

Kuşların farklı vücut bölgelerinden alınan tüy örnekleri üzerine yapılan bir çok çalışmada değişik vücut bölgelerindeki tüylerde ağır metal düzeyinde çeşitlilik olduğu tespit edilmiştir (Muralidharan vd. 2004, Mansouri vd. 2012).

Ergin ve yavruların tüylerindeki ağır metal düzeylerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda ise genel olarak gelişme dönemindeki yavrularda tüylerdeki ağır metal düzeyinin besinle alınan miktarı

yansıttığı gözlenmiştir (Aslan 2007, Goutner vd. 2013, Tarrason vd. 2013). Özellikle su kuşları ve balıkçılarda yapılan çalışmalarda yavru kuşların tüylerinde Pb ve Cd gibi ağır metallerin yetişkinlere oranla daha fazla miktarda olduğu görülmüştür (Burger ve Gochfeld 1995, Spahn ve Sherry 1999, Blevin vd. 2013).

Çalışma alanımız olan Hazar Gölü başta balıklar ve su kuşları olmak üzere bir çok canlı için de önemli bir yaşam ortamı oluşturmaktadır. Ayvaz (1982), "Elazığ Hazar Gölü Kuşları" üzerine yapmış olduğu çalışmasında alanda 48 cinse ait 64 kuş türü kaydetmiştir. Bu türlerden %13'ünün yerli, %9'unun gezici, %63'ünün göçmen, %6'sının yerli ve göçmen ve % 3'ünün gezici ve göçmen olduğunu belirlemiştir. Alanda yuvalanan kuş türlerinden biri de Van Gölü martısı (*Larus armenicus*) dır. Türe ait bireyler alanda koloni halinde kuluçkaya yatarlar. Balıklar başta olmak üzere iki yaşamlılar, kemiriciler ve karasal omurgasızlarla beslenirler.

Hazar Gölü'nde ağır metal kirliliğinin araştırıldığı daha önce yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaları tarih sırasına göre kısaca özetlemek gerekirse;

Özmen vd. (2004) Hazar Gölü'nün suyunun ve sedimentinin ağır metal ve radyoaktif element yönünden kirlilik düzeyini araştırdıkları çalışmalarında, göl suyundaki ve sedimentindeki ağır metal ve radyoaktif element düzeyinin insan sağlığını etkileyecek seviyede olmadığını tespit etmişlerdir.

Alp vd. (2011) Hazar Gölü'nde mevsimsel olarak ortaya çıkan alg türlerinin gölde insan sağlığını tehdit eden bazı ağır metalleri absorbe ettiğini tespit etmişlerdir.

Canpolat (2013) Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta umbla*'nın çeşitli dokularında ağır metal birikimini araştırdığı çalışmasında en yüksek ağır metal birikiminin karaciğer, en düşük birikimin kas dokusunda olduğunu bulmuştur.

Hazar Gölü'nde yaşayan kuşlarda ağır metal birikiminin araştırıldığı daha önceden yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu konuda literatürde önemli bir boşluk görülmektedir. Bu çalışmanın verileri hem bu konudaki önemli boşluğu dolduracak hem de alanda daha sonra yapılacak çalışmalar için alt yapı oluşturacaktır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Türkiye'nin doğusunda, Elazığ ilinin 22 km güneydoğusunda bulunan Hazar Gölü tektonik orjinli, alkali karakterde bir göldür. Güneydoğu Toros dağları arasındaki bir çöküntüde, Elazığ Merkez ilçe ile Sivrice ve Maden ilçe sınırları ve 38° 29' kuzey, 39° 24' doğu koordinatları arasında yer alır.

Güneybatı-kuzeydoğu istikametinde ortalama 20 km uzunluğunda, güneydoğu-kuzeybatı istikametinde ise ortalama 4,5 km genişliğinde olan Hazar Gölü 274,9 km²'lik göl havzası ve 78,8 km²'lik su yüzeyine sahiptir. 1248 m rakıma sahip gölün maksimum derinliği 219 metredir (Özmen vd. 2004, Ünlü vd. 2008, Duran ve Günek 2007, Şen ve Canpolat 2010). Göl içerisinde, topografya haritalardaki ismi Kilise adası olarak geçen ve güney kıyıda Sürek köyü önlerinde yer alan küçük bir ada bulunmaktadır.

Hazar Gölü'nü besleyen en önemli akarsular; batıda Kürk Çayı ve Mogal Deresi, kuzeydoğuda Zıkkım Deresi, Kuzeyde Savsak Deresi ve güneydoğuda Kavak (Behremaz) Çayı'dır. Göl Havzası sınırları içerisinde Sivrice ilçesi, Düzbahçe, Kavakköy, Kürkköy, Soğukpınar, Sürek köyü, Yedikardeş köyü, Güneyköy, Gezin belediyesi, Hatunköy, Küçükova, Plajköy, Yeşilova ve Yoncaşınar olmak üzere 14 yerleşim merkezi bulunmaktadır. Elazığ-Diyarbakır Demiryolu gölün güneyinden, Elazığ-Diyarbakır Karayolu ise kuzey kıyısından geçmektedir (Çoban 2007, Ünlü vd. 2008).

Gölde yaşadığı bilinen balık türleri siraz (*Capoeta capoeta umbla*) ve sazan (*Cyprinus carpio*) dır. Göl, Uluslararası Ramsar Sözleşmesi ile B Sınıfı Sulak Alan statüsüne alınmıştır. Taşıdığı potansiyel nedeniyle ülkemizin Uluslar Arası Öneme Sahip Sulak Alanları arasındadır (Ayvaz 1982, Ayvaz 1988, Anonim 2008).

Uluslararası öneme sahip sulak alanlarımızdan biri olan Hazar Gölü barındırdığı doğal, kültürel ve zengin biyoçeşitliliği ile çeşitli koruma statülerine sahiptir. 1994 yılında Çevre Bakanlığı tarafından uluslararası öneme sahip B sınıfı sulak alan ilan edilmiştir. Ayrıca Bakanlar Kurulu tarafından göl ve çevresi turizm merkezi olarak ilan edilmiştir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinin kendine has plajları olan su sporları ve balık avcılığı yapılan en önemli gölüdür. Çevresinde 25'e yakın kamu kurum ve kuruluşlarına ait eğitim ve dinlenme tesislerinin yanı sıra turizm Bakanlığında belgeli otel, motel lokanta ve günübirlik piknik alanı, ayrıca özel kuruluşlar tarafından işletilen balık evleri bulunmaktadır (Varol 2011).

3.2. Tüy Örneklerinin Toplanması ve Saklanması

Tüy örnekleri, 2015 üreme döneminde Van Gölü Martısı'nın koloni halinde üremek amaçlı kullandığı alandan toplanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Hazar Gölü'nde türe ait tüy örneklerinin toplandığı bazı alanlar

Tüy örnekleri ergin bireylerin (EBT: Ergin Birincil Uçma Tüyü; EİT: Ergin İkincil Uçma Tüyü; EÖT: Ergin Örtü Tüyü) ve yavrularının (YÖT: Yavru Örtü Tüyü) farklı vücut bölgelerinden alınmıştır. Genellikle alanlarda ölü ve/veya yaralı olarak bulunmuş erginlerden ve yuvadan düşmüş yaralı yada ölü olarak bulunmuş yavrulardan tüy örneği alınmıştır (Şekil 3.2)



Şekil 3.2. Tüy örneği alınan yavru ve ergin bireyler

Toplanan bu tüyler, martılara ait daha önce toplanmış tüy örnekleri ile karşılaştırılarak vücut bölgelerine göre sınıflandırılmıştır. Ergin bireylerin birincil (EBT) ve ikincil (EİT) uçma tüyelerine ait örnekler standart olarak 9. ve 10. teleklerden; vücut örtü tüyleri (EÖT ve YÖT) ise ergin ve yavruların göğüs bölgesinden alınmıştır (Burger ve Gochfeld 1997, Aslan 2007). Çalışmada kullanılan tüy örneklerinin çeşitleri ve örnek sayıları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Analiz için toplanan tüy örnekleri ve sayıları

| Tür | Tüy Çeşidi | N |
|---|--------------------------------------|-----------|
| <i>Larus armenicus</i> (Van Gölü Martısı) | EBT: Ergin Birincil Uçma Tüyü | 10 |
| | EİT: Ergin İkincil Uçma Tüyü | 10 |
| | EÖT: Ergin Örtü Tüyü | 10 |
| | YÖT: Yavru Örtü Tüyü | 10 |
| TOPLAM | | 40 |

Tüy örneklerin alınması sırasında, tüylerin dışsal kirliliğini önlemek için plastik eldivenler kullanılmış ve tüyler plastik torbalara yerleştirilmiştir (Şekil 3.3). Tüy örneklerinin bulunduğu plastik torbalar, örneklerin alındığı birey (ergin-yavru) ve tüy çeşidine göre etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen tüy örnekleri çözelti hazırlama ve analiz işlemine kadar güneş ve nemden uzak olacak şekilde kapalı kutularda bekletilmiştir.



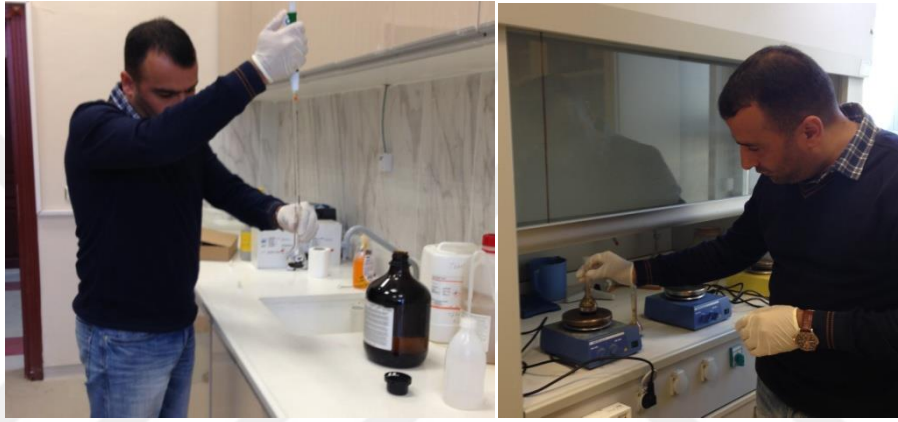
Şekil 3.3. Ölü bireylerden alınan tüy örneklerin paketlenmesi

3.3. Tüy Örneklerinin Hazırlanması ve Ağır Metal Analizi

Laboratuvara getirilen tüylerin öncelikle analiz için kullanılacak kısımları seçilmiştir. Daha sonra tüyler, üzerlerindeki kirliliğe neden olan toz ve dışkı gibi maddelerin uzaklaştırılması için sırasıyla de-iyonize su ve aseton ile 1'er dakika yıkanmıştır. Yıkanan tüyler daha önce distile su

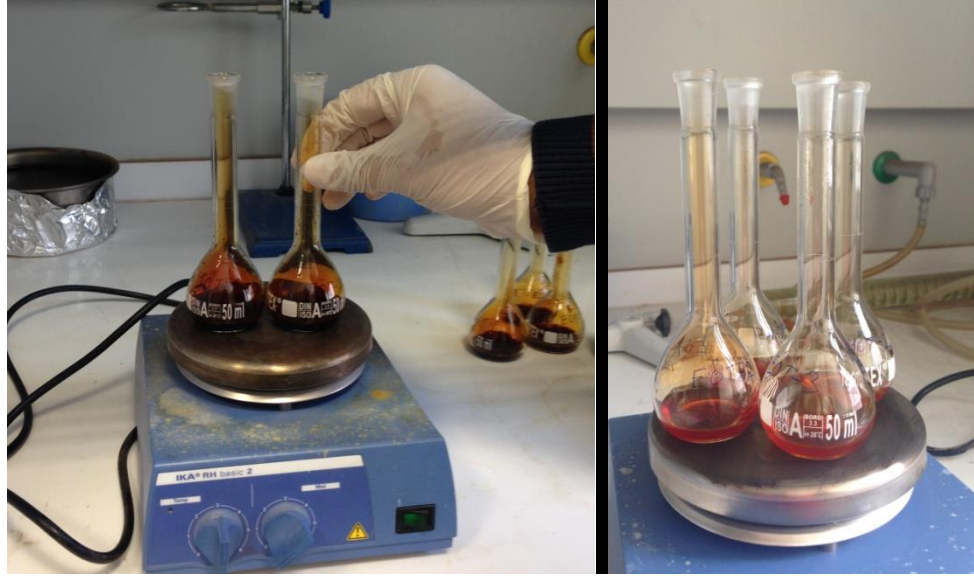
ve asetonla yıkanan ve 1 gece 60 °C'de etüvde bekletilen beherlerle ağzı saat camıyla kapatılmış bir halde etüve yerleştirilmiş ve 24 saat 60 °C de etüvde tutulmuştur. Etüvden çıkarılan tüyler paslanmaz çelik makas yardımıyla yaklaşık 20x20 mm'lik parçalara ayrılmıştır. Tüylerin küçük parçalara ayrılmasındaki amaç doku çözünürleştirme işleminde kullanılacak asidin etki alanını genişletmektir.

Analiz işlemine hazırlanan tüy örnekleri tartıldıktan sonra asitle yakma yöntemi ile doku çözünürleştirme işlemine geçilmiştir. Tüy örnekleri tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Her örnekten 0.2 g alınıp ısıya dayanıklı küçük cam şişeler içerisine konularak 5 ml derişik nitrik asit (HNO_3) ilave edilerek 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Tüy örneklerinden çözelti hazırlama işlemi

Daha sonra örnekler, ısı tablası üzerinde çok düşük ısıda, örneklerin renkli buharları kayboluncaya kadar yavaş yavaş ısıtılarak örneklerin tamamen mineralize olması sağlanmıştır (Şekil 3.5). Çözünen örnekler 10 ml'lik balon jodelere aktarılarak ve distile su ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Balon jodelerdeki örnekler, içerisine 1-2 damla HNO_3 ilave edilmiş cam tüplere bırakılarak analize hazır duruma getirilmiştir. Örnekler analiz işlemine kadar 20 °C'de tutulmuştur. Örneklerden çözelti hazırlama işlemi Bitlis Eren Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde metal analizi ise Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır.



Şekil 3.5. Çözeltilerin ısıtılarak analize hazır hale getirilmesi

3.4. Su Örneklerinin Alınması ve Ağır Metal Analizi

Hazar Gölü'nden su örneği alınmasına Mart 2015'de başlanmıştır. Su örnekleri türün yuva alanları ve beslenme alanları başta olmak üzere gölün çeşitli bölgelerinden alınmıştır. Su örneği alınan örnekleme istasyonları Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Hazar Gölü'nde su örneklerinin alındığı noktalar

Su örnekleri belirlenen bu istasyonlardan aylık periyotlarla su örnekleme yardımıyla 50 cm

derinlikten alınarak 100 ml'lik polipropilen kaplara aktarılmıştır. Üzerine pH'ı düşürüp, sudaki mikroorganizmaların ağır metalleri parçalayarak kimyasal reaksiyon başlatmalarını engellemek amacıyla 1 ml nitrik asit ilave edilerek analiz yapılınca kadar derin dondurucuda bekletilmiştir.

Örneklerin metal analizi ICP-OES (Thermo Scientific ICAP 6000 Series) ile yapılmıştır. Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden mg/kg olarak hesaplanmıştır.

3.5. İstatistiksel Analizler

Ergin ve yavruların farklı vücut bölgelerinden alınan tüy örneklerdeki ve su örneklerindeki metal oranlarını birbiriyle kıyaslamak için istatistiksel analiz yapılmıştır. Ağır metal analizleri sonucunda elde edilen veriler açısından yetişkinlerin farklı vücut bölgelerindeki tüyler (EBT, EİT, EÖT) arasında fark olup olmadığını belirlemek için One-Way Anova testi, yavru-yetişkinlerin tüyleri ve tüy ve su örnekleri arasında fark olup olmadığını belirlemek için ise t testi yapılmıştır. Analizlerde her metal için bulunan ortalama kalıntı değerleri kullanılmıştır. Bunun için de öncelikle tüy örneklerindeki ortalama ağır metal düzeyleri (kuru ağırlık için mg/kg olarak) hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Tüylerde Tespit Edilen Ağır Metaller

Hazar Gölü'nde 2015 üreme döneminde Van Gölü Martısı ergin ve yavrularından toplanan farklı vücut bölgelerine ait tüy örneklerinde tespit edilen bazı ağır metal miktarları Çizelge 4.1'de verilmiştir.



Çizelge 4.1 Van Gölü Martısının tüy örneklerinde tespit edilen ağır metal miktarları (mg/kg)

| Metal | Tüy | N | Ortalama | Standart sapma | Min. değer | Max. değer |
|-------|-------|----|----------|----------------|------------|------------|
| Cd | EBT | 10 | 0.04184 | 0.042188 | 0.002 | 0.1298 |
| | EİT | 10 | 0.0117 | 0.009371 | 0.003 | 0.0368 |
| | EÖT | 10 | 0.02622 | 0.02050 | 0.009 | 0.0776 |
| | Total | 30 | 0.0207 | 0.0185 | 0.002 | 0.1298 |
| Pb | EBT | 10 | 0.27516 | 0.2988 | 0.023 | 0.8364 |
| | EİT | 10 | 0.40518 | 0.3482 | 0.0604 | 1.0324 |
| | EÖT | 10 | 0.66698 | 0.50905 | 0.1646 | 1.7666 |
| | Total | 30 | 0.4491 | 0.4162 | 0.023 | 0.7666 |
| Cu | EBT | 10 | 0.65574 | 0.1192 | 0.4948 | 0.8388 |
| | EİT | 10 | 0.5878 | 0.1714 | 0.3508 | 0.8696 |
| | EÖT | 10 | 0.64722 | 0.1439 | 0.327 | 0.8156 |
| | Total | 30 | 0.6302 | 0.1445 | 0.327 | 0.8696 |
| Fe | EBT | 10 | 13.6578 | 14.2107 | 3.4920 | 23.8235 |
| | EİT | 10 | 19.3934 | 11.2723 | 11.3296 | 27.4571 |
| | EÖT | 10 | 39.2302 | 21.7468 | 23.6734 | 54.7869 |
| | Total | 10 | 24.0938 | 19.3146 | 16.8816 | 31.3059 |
| Ni | EBT | 10 | 0.00804 | 0.01392 | *ALA | 0.01800 |
| | EİT | 10 | 0.01104 | 0.01998 | *ALA | 0.0253 |
| | EÖT | 10 | *ALA | *ALA | *ALA | *ALA |
| | Total | 30 | 0.0063 | 0.0143 | 0.0009 | 0.0117 |
| Zn | EBT | 10 | 7.5044 | 1.9922 | 6.0792 | 8.9295 |
| | EİT | 10 | 6.9904 | 1.4403 | 5.9600 | 8.0207 |
| | EÖT | 10 | 7.2548 | 1.9776 | 5.8400 | 8.6695 |
| | Total | 10 | 7.2498 | 1.7706 | 6.5887 | 7.9110 |
| Se | EBT | 10 | 0.08330 | 0.0289 | 0.0625 | 0.1040 |
| | EİT | 10 | 0.07460 | 0.0181 | 0.0616 | 0.0875 |
| | EÖT | 10 | 0.068580 | 0.0233 | 0.0518 | 0.0853 |
| | Total | 30 | 0.0598 | 1.7706 | 0.0665 | 0.0844 |
| Mn | EBT | 10 | 0.41892 | 0.3415 | 0.1746 | 0.6632 |
| | EİT | 10 | 0.56134 | 0.2404 | 0.3893 | 0.7333 |
| | EÖT | 10 | 0.88346 | 0.5276 | 0.5060 | 1.2608 |
| | Total | 30 | 0.6212 | 0.4237 | 0.4629 | 0.7794 |
| Cr | EBT | 10 | 0.00610 | 0.01021 | *ALA | 0.1340 |
| | EİT | 10 | 0.01124 | 0.0202 | *ALA | 0.0257 |
| | EÖT | 10 | *ALA | *ALA | *ALA | *ALA |
| | Total | 30 | 0.0041 | 0.0125 | 0.0007 | 0.0108 |
| As | EBT | 10 | 0.03286 | 0.0511 | *ALA | 0.0694 |
| | EİT | 10 | 0.0069 | 0.0043 | 0.0038 | 0.01008 |
| | EÖT | 10 | 0.0097 | 0.0062 | 0.0053 | 0.0141 |
| | Total | 30 | 0.0049 | 0.0037 | 0.0049 | 0.0281 |

***ALA: Analiz Limitinin Altında**

Tüylerdeki Cd miktarı ortalamaları EBT'de 0.04 mg/kg, EİT'de 0.01 mg/kg, EÖT'de 0.02 mg/kg ve YÖT'de 0.02 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tüylerdeki Pb miktarı ortalamaları EBT'de 0.27 mg/kg, EİT'de 0.4 mg/kg, EÖT'de 0.66 mg/kg ve YÖT'de 0.46 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tüylerdeki Cu miktarı ortalamaları EBT'de 0.65 mg/kg, EİT'de 0.58 mg/kg, EÖT'de 0.64 mg/kg ve YÖT'de 0.72 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tüylerdeki Fe miktarı ortalamaları EBT'de 13.65 mg/kg, EİT'de 19.39 mg/kg, EÖT'de 39.23 mg/kg ve YÖT'de 58.31 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tüylerdeki Ni miktarı ortalamaları EBT'de 0.008 mg/kg, EİT'de 0.01 mg/kg, YÖT'de 0.04 mg/kg ve EÖT'de analiz limitinin altında bulunmuştur.

Tüylerdeki Zn miktarı ortalamaları EBT'de 7.5 mg/kg, EİT'de 6.99 mg/kg, EÖT'de 7.25 mg/kg, YÖT'de 8.38 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tüylerdeki Se miktarı ortalamaları EBT'de 0.08 mg/kg, EİT'de 0.07 mg/kg, EÖT'de 0.06 mg/kg, YÖT'de 0.07 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tüylerdeki Mn miktarı ortalamaları EBT'de 0.41 mg/kg, EİT'de 0.56 mg/kg, EÖT'de 0.88 mg/kg, YÖT'de 1.3 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tüylerdeki Cr miktarı ortalamaları EBT'de 0.006 mg/kg, EİT'de 0.01 mg/kg, YÖT'de 0.005 mg/kg ve EÖT'de ise analiz limitinin altında bulunmuştur.

Tüylerdeki As miktarı ortalamaları EBT'de 0.03 mg/kg, EİT'de 0.006 mg/kg, EÖT'de 0.009 mg/kg, YÖT'de 0.01 mg/kg olarak bulunmuştur.

Van Gölü Martısının farklı vücut bölgelerine ait tüylerdeki ağır metal miktarları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Analiz edilen ağır metaller için en yüksek ağır metal kalıntı miktarlarının yavru örtü tüylerinde olduğu saptanmıştır. Yavru örtü tüylerinde saptanan ortalama ağır metal düzeyleri; Cd 0.02 mg/kg, Pb 0.46 mg/kg, Cu 0.72 mg/kg, Fe 58.316 mg/kg, Ni 0.04 mg/kg, Zn 8.38 mg/kg, Se 0.07 mg/kg, Mn 1.3 mg/kg, Cr 0.005 mg/kg ve As 0.01 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Van Gölü Martısının ergin ve yavrularının tüylerinde tespit edilen ağır metal miktarları (mg/kg)

| Metal adı | Tüy çeşidi | n | Ortalama | Standart Sapma | P |
|-----------|------------|----|----------|----------------|-------|
| Cd | Ergin | 30 | ,0207 | ,0185 | 0.56 |
| | Yavru | 10 | ,0265 | ,0294 | |
| Pb | Ergin | 30 | ,4491 | ,4162 | 0.88 |
| | Yavru | 10 | ,4689 | ,2592 | |
| Cu | Ergin | 30 | ,6302 | ,1445 | 0.082 |
| | Yavru | 10 | ,7295 | ,1755 | |
| Fe | Ergin | 30 | 24,0938 | 19,3146 | 0.06 |
| | Yavru | 10 | 58,3160 | 15,0129 | |
| Ni | Ergin | 30 | ,0063 | ,0143 | 0.08 |
| | Yavru | 10 | ,0490 | ,1321 | |
| Zn | Ergin | 30 | 7,2498 | 1,7706 | 0.09 |
| | Yavru | 10 | 8,3848 | 1,9769 | |
| Se | Ergin | 30 | ,0598 | ,0289 | 0.09 |
| | Yavru | 10 | ,0754 | ,0238 | |
| Mn | Ergin | 30 | ,6212 | ,4237 | 0.07 |
| | Yavru | 10 | 1,3006 | ,3392 | |
| Cr | Ergin | 30 | ,0041 | ,0125 | 0.018 |
| | Yavru | 10 | ,0057 | ,0134 | |
| As | Ergin | 30 | ,0049 | ,0037 | 0.25 |
| | Yavru | 10 | ,0165 | ,0311 | |

Elde edilen bulgulara göre, yavru örtü tüylerindeki kalıntı düzeyleri; Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Se>Cd>As>Ni>Cr şeklindedir. Yapılan istatistiksel analizlere göre, ergin bireylerin farklı vücut bölgelerindeki tüyler ile yavru örtü tüylerindeki ağır metal kalıntı düzeyleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür ($p>0.05$).

4.2. Suda Tespit Edilen Ağır Metaller

Hazar Gölü suyunda tespit edilen ağır metallerin ortalama değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Hazar Gölü suyunda tespit edilen ağır metallerin ortalama değerleri (mg/l)

| Metal Adı | N | Min. Değer | Max. Değer | Ortalama | Standart Sapma |
|-----------|----|------------|------------|----------|----------------|
| Cd | 72 | 0 | ,14 | ,0091 | ,0266 |
| Pb | 72 | 0 | ,05 | ,0046 | ,01152 |
| Cu | 72 | 0 | ,30 | ,0081 | ,0418 |
| Fe | 72 | 0 | 1,29 | ,0697 | ,1685 |
| Ni | 72 | 0 | ,18 | ,0101 | ,03519 |
| Zn | 72 | 0 | ,28 | ,0146 | ,0432 |
| Se | 72 | 0 | ,0004 | *ALA | ,0000 |
| Mn | 72 | 0 | ,03 | ,003 | ,0055 |
| Cr | 72 | 0 | ,32 | ,0077 | ,0418 |
| As | 72 | 0 | ,03 | ,0175 | ,0032 |

***ALA: Analiz Limitinin Altında**

Hazar Gölü'nün suyunda yapılan ağır metal analizinde Pb, Fe, Zn, As her mevsim belirlenirken, Mn kışın, Cd ve Cr sonbahar ve kışın, Cu ve Ni yaz, sonbahar ve kışın ve Se tüm mevsimlerde analiz limitinin altında çıkmıştır (Çizelge 4.4). Elde edilen bulgulara göre, sudaki ortalama ağır metal düzeyleri; Fe>As>Zn>Ni>Cd >Cu>Cr> Pb>Mn>Se şeklindedir.

Çizelge 4.4. Hazar Gölü suyunda tespit edilen ağır metallerin mevsimlere göre miktarları (mg/l)

| MEVSİM | Cd | Pb | Cu | Fe | Ni | Zn | Se | Mn | Cr | As |
|----------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|--------|------|
| İLKBAHAR | 0.01 | 0.001 | 0.03 | 0.11 | 0.04 | 0.03 | *ALA | 0.005 | 0.03 | 0.01 |
| YAZ | 0.02 | 0.001 | *ALA | 0.06 | *ALA | 0.001 | *ALA | 0.004 | 0.0002 | 0.01 |
| SONBAHAR | *ALA | 0.01 | *ALA | 0.1 | *ALA | 0.006 | *ALA | 0.002 | *ALA | 0.01 |
| KIŞ | *ALA | 0.005 | *ALA | 0.1 | *ALA | 0.01 | *ALA | *ALA | *ALA | 0.01 |

***ALA: Analiz Limitinin Altında**

2015 yılı ilkbahar mevsiminde belirlenen Cd miktarı 0.01 mg/l, Pb miktarı 0.001 mg/l, Cu miktarı 0.03 mg/l, Fe miktarı 0.11 mg/l, Ni miktarı 0.04 mg/l, Zn miktarı 0.03 mg/l, Mn miktarı 0.005 mg/l, Cr miktarı 0.03 mg/l, As miktarı 0.01 mg/l'dir. Sudaki Se miktarı ilkbaharda analiz limitinin altında çıkmıştır. Cu, Fe, Ni, Zn, Mn ve Cr ilkbahar mevsiminde en yüksek değere ulaşmıştır.

2015 yılı yaz mevsiminde belirlenen Cd miktarı 0.02 mg/l, Pb miktarı 0.001 mg/l, Fe miktarı 0.06 mg/l, Zn miktarı 0.001 mg/l, Se miktarı mg/l, Mn miktarı 0.004 mg/l, Cr miktarı 0.0002 mg/l, As miktarı 0.01 mg/l'dir. Yaz mevsiminde sudaki Cu, Ni ve Se miktarları analiz limitinin altında çıkmıştır. Cd ve As yaz mevsiminde en yüksek değerine ulaşmıştır.

2015 yılı sonbahar mevsiminde belirlenen Pb miktarı 0.01 mg/l, Fe miktarı 0.1 mg/l, Zn miktarı 0.006 mg/l, Mn miktarı 0.002 mg/l, As miktarı 0.01 mg/l'dir. Sonbahar mevsiminde sudaki Cd, Cu, Ni, Se ve Cr miktarları analiz limitinin altında çıkmıştır.

2015 yılı kış mevsiminde belirlenen Pb miktarı 0.005 mg/l, Fe miktarı 0.1 mg/l, Zn miktarı 0.01 mg/l, As miktarı 0.01 mg/l'dir. Kış mevsiminde sudaki Cd, Cu, Ni, Se, Mn ve Cr miktarları analiz limitinin altında çıkmıştır.

Metal birikimi bakımından mevsimler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Ancak sudaki en yüksek metal birikim oranları ilkbahar ve yaz mevsiminde tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanoğlu yeryüzünde yaşamaya başladığı zamandan günümüze kadar kendi yaşamsal ve kültürel faaliyetleri için doğal çevresini kirletmiş, değiştirmiş ve doğadaki dengeleri bozmuştur. Canlıların kendi faaliyetlerinin kendi yaşamları için tehdit unsuru olduğu alanlardan biri de sulak alanlardır. Öncelikle balıklar ve su kuşlarının, bunların yanında birçok canlının da barındığı evi ve beslendiği mutfağı olan bu alanlar son dönemde doğal dengelerini bozan çeşitli kirletici unsurların tehdidi altındadır. Sulak ekosistemlerdeki bu kirlilik sadece o alanda yaşayan hayvanları değil insanları da olumsuz etkilemektedir.

Doğal dengeyi bozan başlıca unsurlar; organik ve inorganik maddeler, tuzlar, metaller, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisitler, yapay organik kimyasal maddelerdir (Köse 2007). Fiziksel yollarla ayrışmadıkları ve doğada uzun süre varlıklarını sürdürerek biyolojik birikime sebep oldukları için ağır metaller en tehlikeli çevre kirleticileridir (Kassai vd. 2008). Ağır metal kirliliği özellikle sucul ortamlarda birikime neden olmaktadır. Sucul ortamlarda yaşayan ve bu sucul ortamlarla ilişkili tüm canlıların yaşam döngüsü ağır metal kirliliğinden olumsuz yönde etkilenmektedir (Yavuz ve Sarıgül 2016). Kuşlar besin zincirinin üst basamaklarında yer alan canlılar oldukları için çevre kirleticileri ile doğrudan veya dolaylı olarak temas halindedirler. Suyu ulaşan ağır metaller kuşlar tarafından besin yoluyla veya solunumla alınır ve yüksek konsantrasyonlarda doku ve organlarında birikirler. Kuşların ağır metalleri tüylerinde depolayıp vücutlarından uzaklaştırdıkları gerçeği de bu çalışmada kuşların tüylerinin incelenmesine vesile olmuştur.

Çalışmamızda Van Gölü Martısının tüylerinde belirli düzeylerde ağır metal birikiminin saptanması göl suyunda belirlenen ağır metal kirliliğinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Analizlerimiz sonucu tüylerde en yüksek birikim oranına sahip metallerin Fe, Zn, Mn ve Cu olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bu metallerin sudaki miktarlarının da hemen hemen her mevsim yüksek olması ile açıklanabilir.

Beslenme ve yaşamsal özelliklerindeki farklılıklardan dolayı canlılar aynı metali farklı miktarlarda biriktirebilirler (Yazkan vd. 2002). Çalışmamızda ağır metaller için en yüksek kalıntı miktarlarının yavru örtü tüylerinde olduğu saptanmıştır. Bu durum yavru bireylerin beslenme ekolojilerinin farklı olması ile açıklanabilir. Kuşlar genel olarak yavrularıyla besin rekabetine girmek için onları farklı besin kaynaklarına yönlendirirler. Ayrıca yavru bireyler gelişme dönemindeki yüksek metabolizma hızını karşılayabilmek için daha çok ve sık beslenirler. Bu durumun da onların besin kaynaklı ağır metal maruziyetini arttırdığı düşünülmektedir.

Bunun yanısıra, yetişkinler besin aramak için daha uzak noktalara gidebilirken, yavrular

genel olarak üreme alanına yakın besinlerle beslenirler. Bu açıdan yavru kuşlardaki ağır metal birikiminin alandaki kirliliği daha iyi yansıttığı düşünülmektedir.

Hazar Gölü'nün suyunda yapılan metal analizlerinin sonuçlarına göre Pb, Fe, Zn, As her mevsim farklı seviyelerde belirlenmiştir. Suda en fazla biriken metalin demir, en az biriken metalin ise Se olduğu görülmüştür. Özmen vd. (2004), Hazar Gölü'nün suyundaki ağır metal miktarlarını Fe>Mg>Ca>Mn>Zn>Ni>Cr>Cu>Co>Pb olarak tespit etmişler ve en yüksek metal birikiminin ilkbahar mevsiminde olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızın verileri araştırmacıların verileri ile uygunluk göstermektedir.

Hazar Gölü'nün suyunda tespit edilen ağır metal miktarları Dünya Sağlık Örgütü'nün ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın verdiği sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerlerine göre karşılaştırıldığında Cu, Zn ve Cr'un ilkbahar, Cd'nin ise yaz aylarındaki miktarının ortalamanın üstünde olduğu görülmektedir.

Bir çok çalışmada göllerdeki ağır metal kirliliğinin göl havzasının jeolojik yapısından, evsel ve endüstriyel atıklardan, ekzos emisyon gazlarının suya difüze olmasından, göle ulaşan yüzey akışlar ve yağışlardan kaynaklandığı belirtilmektedir (Vural 1993, Alp vd. 2011). Elazığ-Diyarbakır Demiryolu gölün güneyinden, Elazığ-Diyarbakır Karayolu ise kuzey kıyısından geçmektedir. Ayrıca, göl çevresinde yürütülen başta turizm olmak üzere yoğun tarım, hayvancılık ve endüstriyel faaliyetler ile alanın jeolojik yapısı mevcut ağır metal yükünün nedenini açıklar niteliktedir. Her ne kadar göldeki metal kirliliği mevcut durumda alandaki canlı yaşamını tehdit eder boyutta olmasa da önlem alınmazsa uzun vadede başta kuşlar olmak üzere alandaki tüm canlılar için tehlike oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdullah M, Fasola M, Muhammad A, Malik SA, Bostan N, Bokhari H, Kamran MA, Shafqat MN, Alamdar A, Khan M, Ali N, Eqani SAM, 2015. Avian feathers as a non-destructive bio-monitoring tool of trace metals signatures: A case study from severely contaminated areas. *Chemosphere*, 119: 553-561.
- Alp MT, Şen B, Özbay Ö, 2011. Hazar Gölü'nde mevsimsel olarak ortaya çıkan *Cladophora glomerata*'da bazı ağır metal düzeyleri. *Ekoloji*, 78: 13-17.
- Anonim 2002. Su ürünleri kanunu ve su ürünleri yönetmeliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. 63-78. Ankara.
- Aslan G, 2007. Nallıhan Kuş Cenneti-Ankara'dan toplanan kuş tüylerinde bazı ağır metallerin saptanması. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayaş Z, 2007. Trace element residues in eggshells of grey heron (*Ardea cinerea*) and black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) from Nallıhan Bird Paradise, Ankara-Turkey. *Ecotoxicology*, 16: 347-352.
- Ayaş Z, Çelikkan H, Aksu ML, 2008. Lead (Pb) and copper (Cu) concentration in the eggshells of Audouin's gulls (*Larus audouinii*) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 32: 379-384.
- Ayvaz Y, 1982. Elazığ-Hazar Gölü kuşları. Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, 2: 54-64.
- Ayvaz Y, 1988. The breeding of the herring gull (*Larus argentatus*). *The Journal of Fırat University*, 3(2): 53-60.
- Bakar C, Baba A, 2009. Metaller ve insan sağlığı: Yirminci yüzyıldan bugüne ve geleceğe miras kalan çevre sağlığı sorunu. I. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı Özet Kitabı, s: 162-185.
- Barbieri E, Passos EA, Filippini A, Santos IS, Garcia CAB, 2010. Assessment of trace metal concentration in feathers of seabird (*Larus dominicanus*) sampled in the Florianópolis,

SC, Brazilian coast. *Environmental Monitoring and Assessment*, 169: 631-638.

Battaglia A, Ghidini S, Campanini G, Spaggiari R, 2005. Heavy metal contamination in little owl (*Athena noctua*) and common buzzard (*Buteo buteo*) from Northern Italy. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 61-66.

Blevin P, Carravieri A, Jaeger, A, Chastel O, Bustamante P, Cherel Y, 2012. Wide range of mercury contamination in chicks of southern ocean seabirds. *Plos One*, 8(1): 1-11.

Boncompagni E, Muhammad A, Jabeen R, Orvini E, Gandini C, Sanpera C, Ruiz X, Fasola M, 2003. Egrets as monitors of trace-metal contamination in wetlands of Pakistan. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 45: 399-406.

Bostan N, Ashraf M, Mumtaz AS, Ahmad I, 2007. Diagnosis of heavy metal contamination in agro-ecology Gujranwala, Pakistan using cattle egret (*Bubulcus ibis*) as bioindicator. *Ecotoxicology*, 16: 247-251.

Burger J, 2002. Food chain differences affect heavy metals in bird eggs in Barnegat Bay, New Jersey. *Environmental Research*, 90(1): 33-39.

Burger J, Gochfeld M, 1995. Biomonitoring of heavy metals in the Pasific Basin using avian feathers. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14: 1233-1239.

Burger J, Gochfield M, 1997. Meavy metal and selenium concentrations in feathers of egrets from Bali and Sulawesi, Indonesia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 32: 217-221.

Burger J, Gochfeld M, Jeitner C, Snigaroff D, Snigaroff R, Stamm T, Voiz C, 2007. Assesment of down feathers of female common eiders and their eggs from the Aleutians: arsenic, cadmium, chromium, lead, manganese, mercury and selenium. *Environmental Monitoring and Assessment*, 14: 107-116.

Burger J, Gochfeld M, 2007. Metals and radionuclide in birds and eggs from Amchitka and Kiska Islands in the Bering Sea/Pacific Ocean ecosystem. *Environmental Monitoring and*

Assessment, 127: 105-117.

- Burger J, Gochfeld M, Jeitner C, Burke S, Volz CD, Snigaroff R, Snigaroff D, Shukla T, Shukla S, 2009. Mercury and other metals in eggs and feathers of glaucous-winged gulls (*Larus lauceescens*) in the Aleutian. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152: 179–194.
- Cahill TM, Anderson DW, Elbert R, Perley ABP, Johnson DR, 1998. Elemental profiles in feather samples from a mercury-contaminated lake in central California. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 35: 75-82.
- Canpolat Ö, 2013. The determination of some heavy metals and minerals in teh tissues and organs of the *Capoeta umbla* fish species in relation to body size, sex and age. *Ekoloji*, 87: 64-72.
- Canpolat Ö, Calta M, 2001. Comparison of some heavy metal levels in muscles taken from three different parts of *Capoeta capoeta umbla* caught in Lake Hazar (Elazığ, Turkey). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 4879: 891-892.
- Clark RB, 1992. *Marine pollution*. Third Edition. Clarendon Press. 64-82.
- Çoban F, 2007. Hazar Gölü su kalitesinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Costa AR, Petronilho JMS, Soares AMVM, Vingada JV, 2011. The use of passerine feathers to evaluate heavy metal pollution in Central Portugal. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 86: 352-356.
- Dash MC, 1993. *Fundamentals of ecology*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, pp 373.
- Dauwe T, Bervoets L, Blust R, Pinxten R, Eens M, 1999. Are eggshells and egg contents of great and blue tit suitable as indicators of heavy metal pollution? *Belgian Journal of Zoology* 129: 439-447.

- Dauwe T, Bervoets L, Blust R, Pinxten R, Eens M, 2000. Can excrement and feathers of nestling songbirds be used as biomonitors for heavy metal pollution? *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39: 541-546.
- Dauwe T, Bervoets L, Eens M, 2002. Inter and intraclutch variability in heavy metals in feathers of great tit nestlings (*Parus major*) along a pollution gradient. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 43: 323-329.
- Depledge MH, Weeks JM, Bjerregaard P, 1994. Heavy metals. In handbook of ecotoxicology, edited by Calow, P. Oxford: Blackwell Scientific Publications. pp. 79-105.
- Duran C, Günek H, 2007. Hazar Gölü Havzası arazi kullanımındaki değişikliklerin belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(2): 31-52.
- Erwin M, Custer TW, 2000. Herons as indicators. In: Kushlan, J.A., Hanfer, H. (Eds.), *Heron Conservation*. Academic Press, San Diego, pp. 310-330.
- Fox GA, MacCluskie CM, Brook RW, 2005. Are current contaminant concentrations in eggs and breeding female Lesser Scaup of concern? *The Condor*, 107: 50-61.
- Gangaiya P, Tabudravu J, South R, Sotheeswaran S (2001) Heavy metal contamination of the Lami coastal environment, Fiji. *South Pasific Journal of Natural Sciences*, 19: 24-29.
- Goutner V, Becker PH, Liordos V, 2014. Low mercury contamination in Mediterranean gull *Larus melanocephalus* chicks in Greece. *Chemistry and Ecology*, 29: 1-10.
- Honda K, Min BY, Tatsukawa R, 1986. Distribution of heavy metals and their age-related changes in the eastern great white egret, *Egretta alba modesta* in Korea. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 15: 185-197.
- Jager LP, Rijniense FVJ, Esselink H, Baars AJ, 1996. Biomonitoring with the buzzard *Buteo buteo* in The Netherlands: Heavy metals and sources of variation. *Journal of Ornithology*, 137: 295-318.

- Järup L, 2003. Hazards of metal contamination. *British Medical Bulletin*. 68(1): 167-182.
- Kalisinska E, Salicki W, Myslek P, Kavetska KM, Jackowski A, 2003. Using the mallard to biomonitor heavy metal contamination of wetlands in northwestern Poland. *Science of the Total Environment*, 320: 145-161.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S, 2003. Metallerin çevresel etkileri. *Metalurji Dergisi*, 136: 47-53.
- Kim J, Koo TH, 2007. The use of feathers to monitor heavy metal contamination in herons, Korea. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 53: 435-441.
- Kim J, Oh JM, 2014. Relationships of metals between feathers and diets of black tailed gull (*Larus crassirostris*) chicks. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 92(3): 265-269.
- Lam JCM, Tanabe S, Lam MHW, Lam PKS, 2005. Risk to breeding success of waterbirds by contaminants in Hong Kong: evidence from trace elements in eggs. *Environmental Pollution*, 135(3): 481-490.
- Lewis SA, Furness RW, 1991. Mercury accumulation and excretion by laboratory reared black-headed gull (*Larus ridibundus*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 21: 316-320.
- Mansouri B, Babaei H, Hoshyari E, 2012. Heavy metal contamination in feathers of western reef heron (*Egretta gularis*) and Siberian gull (*Larus heuglini*) from Hara biosphere reserve of southern Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(10): 6139-6145.
- Moreno R, Jover L, Diez C, Sanpera C, 2011. Seabird feathers as monitors of the levels and persistence of heavy metal. *Environmental Pollution*, 159: 2454-2460.
- Muralidharan S, Jayakumar R, Vishnu G, 2004. Heavy metals in feathers of six species of birds in the district Nilgiris, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 73: 285-291.

- Kim J, Koo TH, 2007. Heavy metal concentrations in diet and livers of black-crowned night heron *Nycticorax nycticorax* and grey heron *Ardea cinerea* chicks from Pyeongtaek, Korea. *Ecotoxicology*, 16: 411–416
- Kim J, Koo TH, 2008. Heavy metal distribution in chicks of two heron species from Korea. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 54: 740-747.
- Kim M, Park K, Park JY, Kwak IS, 2013. Heavy metal contamination and metallothionein mRNA in blood and feathers of black-tailed gulls (*Larus crassirostris*) from South Korea. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185: 2221-2230.
- Özmen H, Külahcı F, Çukurovalı A, Doğru M, 2004. Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere*, 55: 401-408.
- Peakall DB, 1992. *Animal biomarkers as pollution indicator*. Chapman and Hall. 291 pp. London.
- Roux KE, Marra PP, 2007. The presence and impact of environmental lead in passerine birds along an urban to rural land use gradient. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 53: 261-268.
- Spahn SA, Sherry TW, 1999. Cadmium and lead exposure associated with reduced growth rates, poorer fledging success of little blue heron (*Egretta caerulea*) in south Louisiana wetlands. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 37: 377-384.
- Şen B, Canpolat Ö, 2010. Sediment composition of littoral region of Hazar Lake. *Ecological Life Sciences*, 5(4): 326-331.
- Swaileh KM, Sansur R, 2006. Monitoring urban heavy metal pollution using the house sparrow (*Passer domesticus*). *Journal of Environmental Monitoring*, 8: 209-213.
- Tarrason MG, Pacho S, Jover L, Sanpera C, 2013. Anthropogenic input of heavy metals in two Audouin's gull breeding colonies. *Marine Pollution Bulletin*, 74: 285-290.

- Ünlü A, Çoban F, Tunç MS, 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler açısından incelenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(1): 119-127.
- Varol E, 2011. Sivrice Hazar Gölü'nde kirlilik ve etkilerinin havza yönetim planı kapsamında değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vural H, 1993. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. Ekoloji, 8: 3-8.
- Yavuz O, Sarıgül N, 2016. Toprak ve sucul ortamlardaki ağır metal kirliliği ve ağır metal dirençli mikroorganizmalar. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1): 44-51.
- Yazkan M, Özdemir F, Gölükcü M, 2002. Antalya Körfezinde avlanan bazı balık türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26: 1309-1313.
- Zamani-Ahmadmahmoodi R, Alahverdi M, Mirzaei R, 2014. Mercury oncentrations in common tern *Sterna hirundo* and slender-billed gull *Larus genei* from the Shadegan Marshes of Iran, in north-western corner of the Persian Gulf. Biological Trace Element Research, 159: 161-166
- Zolfaghari G, Esmaili-Sari A, Ghasempouri SM, Kiabi BH, 2007. Examination of mercury concentration in the feathers of 18 species of birds in southwest Iran. Environmental Research, 104: 258-265.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Elazığ'da doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Elazığ da tamamladım. 1996 yılında kazandığım Fırat Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2000 yılında mezun oldum. Aynı yıl Mardin Kızıltepe İlçesi Tanrıverdi Köyü İlkokuluna sınıf öğretmeni olarak atandım. 2007-2009 yılları arasında Elazığ ili Maden İlçesi Dedeyolu Uluova İstasyon İlkokulu'nda çalıştıktan sonra 2009 yılında müdür yardımcılığı sınavını kazanarak aynı ilçenin Vali Aydın Aslan İlköğretim Okulu'na müdür yardımcısı olarak atandım. 2010 yılında okul müdürlüğü sınavını kazanarak Elazığ Merkez Yünlüce İlköğretim Okulu'na okul müdürü olarak atandım. 2013 yılında Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladım. Yünlüce İlköğretim Okulu'nda okul müdürü olarak 4 yıl görev yaptıktan sonra Milli Eğitim Şube müdürlüğü sınavını kazanarak 2014 yılında Tunceli'nin Çemişgezek ilçesine Şube müdürü olarak atandım. 6 ay şube müdürlüğü görevini ifa edip aynı yılın ikinci yarısından itibaren aynı ilçede ilçe milli eğitim müdürlüğü görevini yürüttüm. 2015 yılında Tunceli'nin Pertek ilçesine Şube müdürü olarak tayin istedim. Bu ilçede şube müdürlüğü görevini yürütürken 2016 yılında Devlet memurluğu görevinden kendi isteğimle çekilme hakkımı kullanarak Türk Eğitim Derneği Şanlıurfa Koleji'nde Kurucu Müdür olarak göreve başladım. Halen bu görevime devam etmekteyim. Yabancı dilim İngilizce'dir.

Arif Kemal ŞAMAT