

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**VAN GÖLÜ HAVZASINDA YAŞAYAN VAN GÖLÜ MARTISI'NIN (*Larus
armenicus*) TÜYLERİNDEKİ AĞIR METAL (As, Cd, Pb, Cu ve Fe)
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Nurgül TAŞKIN
DANIŞMAN: Doç. Dr. Atilla DURMUŞ

VAN-2018

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

VAN GÖLÜ HAVZASINDA YAŞAYAN VAN GÖLÜ MARTISI'NIN (*Larus armenicus*) TÜYLERİNDEKİ AĞIR METAL (As, Cd, Pb, Cu ve Fe) DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Nurgül TAŞKIN

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, BAP Koordinasyon Birimi tarafından **2016-FYL-5269** no'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Biyoloji Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Atilla DURMUŞ danışmanlığında, Nurgül TAŞKIN tarafından sunulan “**Van Gölü Havzasında Yaşayan Van Gölü Martısı'nın (*Larus armenicus*) Tüylerindeki Ağır Metal (As, Cd, Pb, Cu ve Fe) Düzeylerinin Belirlenmesi**” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 25/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Atilla DURMUŞ

İmza: 

Üye: Doç. Dr. Burak KAPTANER

İmza: 

Üye: Dr. Öğrt. Üyesi Hümeysra NERGİZ

İmza: 

Üye:.....

İmza:

Üye:.....

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 27.07/2018 tarih ve 2018-125-I sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza: 
Enstitü Müdürü



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atf yapıldığını bildiririm.

Nurgül TAŞKIN



ÖZET

VAN GÖLÜ HAVZASINDA YAŞAYAN VAN GÖLÜ MARTISI'NIN (*Larus armenicus*) TÜYLERİNDEKİ AĞIR METAL (As, Cd, Pb, Cu ve Fe) DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

TAŞKIN, Nurgül
Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Atilla DURMUŞ
Temmuz 2018, 27 sayfa

Haziran 2016- Temmuz 2017 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada, Van Gölü Havzasında yerli bir tür olan Van Gölü Martısı (*Larus armenicus*)'nın vücut tüylerindeki metal konsantrasyonlarına bakıldı. Besin ağının üst basamağında yer alan kuşlarda ve buldukları çevrelerindeki ağır metal birikimlerini tespit etmek amacı ile yapılan çalışmada; Demir (Fe), bakır (Cu), kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) ve arsenik (As) konsantrasyonları belirlendi. Ergin, yavru ve su örneklerinde yapılan analiz sonucunda; ortalama Cu (6.43 mg/kg), Pb (4.02 mg/kg) ve Cd (0.14 mg/kg) konsantrasyonlarının en yüksek yavru örtü tüylerinde, As konsantrasyonunun (5.17 mg/ml) su içinde ve Fe konsantrasyonunun ise en fazla (94.32 mg/kg) ergin örtü tüyünde bulunduğu tespit edildi. Tüylerde metal konsantrasyon sıralaması Fe > Cu > Pb >As > Cd iken su örneklerinde bu sıralamanın Fe > As > Cu > Pb=Cd şeklinde değiştiği görüldü.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, Su, Van Gölü, Van Gölü Martısı (*Larus armenicus*)

ABSTRACT

DETERMINATION OF LEVELS OF HEAVY METALS (As, Cd, Pb, Cu and Fe) IN FEATHERS OF ARMENIAN GULL (*Larus armenicus*) INHABITING VAN LAKE BASIN

TAŞKIN, Nurgül
M. Sc. Thesis, Biological Science
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Atilla DURMUŞ
July 2018, 27 pages

The metal concentrations of feathers of the Armenian gull (*Larus armenicus*), an indigenous species in the Van Lake Basin, had been observed in this study which took place between June 2016 and July 2017. These birds take place in higher trophic level; in this respect the aim of our study was to detect the heavy metal deposits in the vicinity by determining the concentrations of iron (Fe), copper (Cu), lead (Pb), cadmium (Cd) and arsenic (As). As a result of analysis made on adult, nestling and water samples; the As concentration was highest (5.17 mg / ml) in water, Fe concentration was highest (94.32 mg / kg) in adult cover feathers and the highest concentration of Cu (6.43 mg / kg), Pb (4.02 mg / kg), Cd (0.14 mg/ kg) was found in nestling cover feathers. While the metal concentration in the feather was observed as Fe > Cu > Pb > As > Cd and it was Fe > As > Cu > Pb = Cd in the water samples.

Keywords: Armenian gull (*Larus armenicus*), Heavy metal, Van Lake, Water



ÖNSÖZ

Endüstrinin hızlı gelişimi, kimyasal madde üretim ve tüketiminin fazlalığı, atıkların arıtılmadan kontrolsüz şekilde doğaya bırakılması çevre kirliliğinin boyutlarını her geçen gün arttırmaktadır. Çevresel kirleticilerin önemli bir kısmını oluşturan ağır metaller, metal bileşikleri ve çeşitli mineraller sucul ortamda geniş bir şekilde yayılmıştır. Sulak alanların başta kuşlar olmak üzere birçok canlı türüne beslenme, korunma ve üreme gibi yaşamsal aktivitelere ev sahipliği yapması bu alanlardaki bilimsel çalışmaların artırılması gerektiğini gözler önüne sermektedir. Bu yüzden ekosistem sağlığını değerlendirmede kullanılacak, çevresel olumsuzlukların göstergesi (indikatörü) olabilecek canlılar seçmek gerekir. Van Gölü'nün birçok kuş türüne ev sahipliği yapması ve bulunduğu konum itibariyle kentsel atıkların göle verilmesiyle kirlenmesi ve burada yaşayan kuş türlerindeki ölümlerin artması sebebiyle Van gölü ve çevresi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma hem gölün Cd, Pb, Cu ve Fe gibi ağır metaller açısından kirlilik düzeyinin ortaya konmasında hem de gölün ağır metal kirlilik düzeyinin izlenmesinde biyoindikatör kuş türlerinden yararlanıp yararlanılamayacağı hakkında veri kaynağı olarak katkı sağlayacaktır.

Tez çalışmasının her aşamasında desteğini ve bilgisini esirgemeyen, ilgisiyle, eğitimi olmanın bilgiden öte olduğunu içten davranışlarıyla gösteren, akademik çalışma yolunda bana sabrı ve azmi öğreten, bir akademisyen olarak çalışmasıyla, kişiliğiyle, rol model belirlediğim, bana bilimi sevdiren çok değerli danışman hocam, sayın Doç. Dr. Atilla DURMUŞ'a, teşekkürü bir borç bilirim.

Bilgi ve tecrübelerine çok güvendiğim ve değer verdiğim Doç. Dr. Özdemir ADIZEL' e, ve tez süresi boyunca karşılaşılan zorlukların aşılmasında çalışmalarına katkı sağlayan sayın Dr. Öğr. Üyesi Hümeysra NERGİZ' e ,tez çalışmam sırasında arazide yaz, kış demeden takım ruhu içinde olduğumuz yardımlarını eksik etmeyen Emrah ÇELİK' e, ve Yüksek lisans arkadaşlarım Şahin ACAR ve Doğan CENGER' e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bana her zaman her konuda maddi ve manevi destek veren, beni yalnız bırakmayan sevgili aileme teşekkür ederim.

Nurgül TAŞKIN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1.Araştırma Alanını Tanıtımı.....	9
3.2. Tüý Örneklerinin Toplanması ve Saklanması	10
3.3. Tüý Örneklerinin Hazırlanması ve Ağır Metal Analizi.....	12
3.5.İstatistiksel Analizler.....	13
4. BULGULAR	15
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	19
KAYNAKLAR	23
ÖZ GEÇMİŞ	27



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Analiz için toplanan tüy örnekleri ve sayıları.....	11
Çizelge 4.1. Ergin Van Gölü Martısının tüy örneklerinde tespit edilen ağır metal miktarları (mg /kg kuru ağırlık).....	15
Çizelge 4.2. Yavru Van Gölü Martısının tüy örneklerinde tespit edilen ağır metal miktarları (mg/kg kuru ağırlık).....	16
Çizelge 4.3. Van Gölü suyunda tespit edilen ağır metal miktarları (mg/ml).....	16
Çizelge 4.4 . Tüy örneklerindeki konsantrasyon değişimleri (Spearman Korelasyon Analizi).....	18

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Van Gölü'nde türe ait tüy örneklerinin toplandığı bazı alanlar.....	10
Şekil 3.2. Van Gölü'nde tüy örneklerinin toplandığı bazı alanlar.....	10
Şekil 3.3. Tüy örneği alınan yavru ve ergin bireyler.....	11
Şekil 3.4. Ölü bireylerden alınan tüy örneklerinin a:toplanması, b: paketlenmesi.....	12
Şekil 3.5. Tüy örneklerinden çözelti hazırlama ve analize hazır hale getirme.....	13
Şekil 4.1. Tüy örneklerindeki konsantrasyon değişimleri (Spearman Korelasyon Analizi).....	18



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Simgeler	Açıklama
As	Arsenik
Pb	Kurşun
Cu	Bakır
Fe	Demir
Cd	Kadmiyum
Mg	Magnezyum
Ppm	Milyonda bir parçacık
lt	Litre
ml	Mililitre
°C	Santigrat derece
HNO ₃	Nitrik asit
cm	Santimetre
kg	Kilogram
%	Yüzde

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
EBT	Ergin Birincil Tüy
EİT	Ergin İkincil Tüy
EÖT	Ergin Örtü Tüyü
YÖT	Yavru Örtü Tüyü
NT	Near Threatened
IUCN	The International Union for Conservation of Nature



1. GİRİŞ

Artan insan popülasyonu ve buna bağılı olarak gelişen sanayi ve teknoloji sonucunda doğaya gereğinden fazla atık bırakılmaktadır. İnsan kaynaklı olan atıklar doğada bulunan ve ekosistemin vazgeçilmez bir parçası olan diğler canlı türlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ağır metaller doğada ve canlı bünyelerinde belirli oranlarda bulunmalarına rağmen yarılanma ömürlerinin uzunluğu ve biyolojik birikim özelliğine sahip olduklarından dolayı besin ağı ve yaban hayatı için büyük risk teşkil etmektedirler. Doğadaki madde döngüsü yolu ile en fazla ağır metal birikiminin olduğu ekosistemlerden birisi de sulak alanlardır.

Sulak alan ekosistemleri, biyolojik çeşitliliğin en fazla bulunduğu önemli ekosistemlerden biridir. Doğrudan ve dolaylı kullanım değerlerinden dolayı geçmişten günümüze kadar insanoğlu tarafından kullanılmıştır. Sulak alanlar başta balıklar ve su kuşları olmak üzere birçok canlının yaşamında beslenme ve barınma yeri olarak vazgeçilmez öneme sahiptirler. Ancak günümüzde sulak alanlar pek çok çevresel tehdit ile karşı karşıyadır. Bunlardan biri de su kirliliğidir. Tatlı sulardaki anorganik kirlenmenin en önemli kaynağını ağır metaller oluşturur. Ağır metaller endüstriyel ve evsel atıklarla, tarımsal aktiviteler sonucunda, erozyonla, taşınan kaya parçalarıyla, rüzgarın taşıdığı tozlarla, volkanik aktivitelerle, ormanların yanmasıyla ve bitki örtüsüyle sulara taşınır. Su kuşları ağır metalleri sudan ve besinlerden alırlar ve yüksek konsantrasyonlar da doku ve organlarında biriktirirler. Kuşların ağır metalleri tüylerinde depolayarak vücutlarından uzaklaştırdıkları da bilinmektedir.

Bu çalışmada kuşlar açısından önemli bir konaklama ve üreme alanı olan ve evsel ve endüstriyel atıklar nedeniyle kirlilik tehdidiyle karşı karşıya olan Van il sınırları içerisindeki Van Gölü çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacı kuş tüylerinde ve yaşadıkları alandaki sudaki bazı ağır metal düzeylerini belirlemek ve çevre kirliliğinin izlenmesinde kuş tüylerinin kullanımının elverişliliğini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda alanda yuvalanan Van Gölü Martısı (*Larus armenicus*) biyoindikatör tür olarak seçilmiştir. Van Gölü martısı IUCN (International Union for Conservation Nature) listesinde Yakın tehdit (NT) statüsünde yer alan bir türdür. Bu nedenle besin ağının en üst basamağında yer alan ve çevresel kirlenmeler ve habitat

bozulmaları nedeniyle sayısı azalan bu ve benzeri türlerin korunması ve popülasyon sayısının artırılması önem arz etmektedir. Yapılan çalışma havzadaki farklı lokalitelerden alınan tüy örnekleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu lokalitelerin bir kısmı; kirliliğin yoğun olduğu şehir çöplüğü ile evsel ve göl kenarındaki işletmelerin atıklarına maruz kalan göl kıyılarından oluşmaktadır. Bu alanlar, çoğunlukla kuşların dinlenme ve beslenme alanlarıdır. Diğer alanlar olan adalar, türün üreme alanları olup yukarıda sözü geçen kirlilik faktörlerinden izole alanlardan oluşmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı; besin ağının üst kısmında yer alan Van Gölü martısının çevresel kirlenmelerden ne derece etkilendiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Etkilenme düzeyi vücut üzerindeki farklı tüyler ve bireyler arasında kıyaslanmıştır.

Bu çalışma ile, hem gölün Cd, Pb, Cu ve Fe gibi ağır metaller açısından kirlilik düzeyi belirlenmiş hem de gölün ağır metal kirlilik düzeyinin izlenmesinde kuş türlerinden yararlanıp yararlanılamayacağı ortaya konmuştur.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Besin ağının üst basamaklarında yer alan kuşlar bozulan çevre şartlarından en çabuk etkilenen ve bu değişime tepki veren biyoindikatör canlı grubu olarak adlandırılır (Burger, 1993). Bu nedenle doğadaki metal birikimini tespit etmenin uygun yöntemlerinden biride kuşların tüylerindeki miktarın belirlenmesidir. Tüylerdeki ağır metaller external (doğrudan temas) ve internal (kan yolu ile) şekilde olabilmektedir (Movalli, 2000). Ağır metaller beslenme yolu ile kuşların bünyesine girer ve kan damarları ile bağlantısı olan tüyün calamus bölgesinden itibaren birikmeye başlar (Dauwe ve ark., 2000; 2003). Ağır metal analizi için canlıya zarar vermeden vücudundan alınan tüylerin kullanılması diğer organlara göre daha elverişlidir (Burger 1996; Movalli 2000; Battaglia ve ark., 2005). Canlı bireylerden alınan örnekler özellikle nesli tehlikede olan veya sayısı azalan türler için oldukça iyi bir yöntemdir (Movalli, 2000).

Ağır metal terimi fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm³ 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 ve ark., 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 ve ark., 1994).

Clark (1992)'a göre biyolojik anlamda metaller 3 gruba ayrılır

1. Esas elementler: Kalsiyum, sodyum, potasyum gibi hafif elementler olarak da bilinen bu metaller sıvı ortamlarda hareketli katyonlar olarak taşınırlar.

2. Yan elementler (Geçiş elementleri): Demir, bakır, kobalt, mangan gibi düşük konsantrasyonlarda esansiyel olan fakat yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösteren elementlerdir.

3. İz elementler: Cıva, kurşun, kalay, selenyum, arsenik gibi genellikle metabolik aktivite için gerekli olmayan fakat hücrede oldukça düşük konsantrasyonlarda toksik etki yapan elementlerdir.

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).

Çevreye yayılan ağır metaller yüzeysel su akıntıları, yeraltı su kaynakları ve asit yağmurları ile deniz ve göller gibi sucul ortamlara taşınıp buralarda birikim gösterirler. Bu metaller içerisinde özellikle kurşun, kadmiyum civa ve arsenik insanlar üzerinde olumsuz etki gösteren en önemli metallerdir (Järup ,2003).

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamdaki ve ağır metallerin kabul edilebilir değerleri Çizelge 2.1’de verilmiştir (Anonim 2002).

Çizelge 2.1. Sucul ortamda metallerin kabul edilebilir değerleri (Anonim 2002).

Ağır metalin adı	Kabul edilebilir değer (mg/lt)
As	0.1
Cu	0.01
Fe	0.7
Cd	0.01
Pb	0.1

Van Gölü martısı Türkiye, İsrail, Mısır ve İran’ın yer aldığı sınırlı bir bölgede yaşamaktadır (Anonim, 2018). Türkiye’nin sadece Doğu Anadolu bölgesinde yayılış gösteren ve yerli olan tür, yaz mevsiminde Van Gölü’nde endemik olan İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) ile beslenirken kışın şehir merkezlerine inerek çöplüklerden beslenmektedir (Adızel ve ark., 2010)

Van Gölü ve yakın çevresinde şimdiye kadar kuşlarla alakalı bilimsel bir ağır metal analizi çalışmasına rastlanmamıştır. Ancak Dünya’nın belirli bölgelerinde ve

Doğu Anadolu Bölgesindeki farklı sulak alanlarda geçmiş yıllara ait yabancı ve yerli bilim adamları tarafından yapılmış yayımlar mevcuttur. Son yıllarda çevre kirliliğinin ekosistem üzerindeki etki düzeyini belirlemeye yönelik kuş tüylerinin kullanıldığı biyozizleme çalışmaları giderek artmıştır.

Honda ve ark., (1986), balıkçılarda tüylerdeki ağır metal içeriğinin vücuttaki ağır metal oranının yarısı kadar olduğunu belirlemiştir. Norheim (1987), (Svalbard-Antarktika) çalışmasında deniz kuşlarına ait böbrek örneklerinden ağır metal konsantrasyonunu belirlemiştir. Alınan numunelerden, bakır, çinko, kadmiyum, kurşun, cıva ve selenyum içerikleri analiz edilmiştir.

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

Vural (1993), civanın bir canlıdan başka bir canlıya aktarılmasını incelediği bir çalışmada, üzerine 8 ppm cıva püskürtülen tohumlarla beslenen civcivlerin kaslarında yaklaşık 2 kat cıva birimi saptanırken, cıva ile kontamine olmuş civcivlerle beslenen kırsansarlarında (*Martes foina*) 6 kat cıva birikimi tespit edilmiştir.

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.

Spalding ve ark., (1994) kuşların civayı ve diğer elementleri daha fazla olumsuz etki yaratmayacak olan büyüyen kanatlarında biriktirdiğini saptamışlardır. Bu yüzden Honda ve ark., (1986), Furness ve ark., (1993) tüylerin civayı boşaltmak için çok etkili bir yol olduğunu belirtmişlerdir.

Wolfe ve ark., (1998) ve Lewis ve ark., (1993)'ü civanın kuşlar tarafından alınımını ve birikimini beslenme, yaş ve metabolizma gibi birçok faktöre dayandırmaktadır.

Ayaş (1994), Sapanca Gölü'ndeki çalışmasında su kuşlarının karaciğerlerindeki cıva miktarının kas dokularına göre daha yüksek olduğu saptamıştır. Ağır metallerin su kuşlarının karaciğer ve böbrek gibi organlarda birikebildiğini cıva bileşiklerinin de az miktarda birikim gösterdiğini ve bu birikimin üreme üzerine olumsuz etkiler yapabileceğini belirtmiştir.

Ağır metal birikimini özellikle su kuşları yumurtalarında takip etmek oldukça zordur. Bunu belirlemek için Ayaş (1994), Göksu Deltası'nda yaptığı çalışmada su kuşlarının besinlerine az miktarda cıva eklemiştir. Cıva miktarının az olmasına rağmen su kuşlarına ait yumurta kabuklarının incelendiği, ortalama yumurta ağırlığının azaldığı, erken embriyonik ölümlerin görüldüğü, yavru çıkışında azalma olduğu tespit edilmiştir.

Merkezi İtalya'nın Marche bölgesinde Urbino-Pesaro bölgesinden (1995-1994) toplanan 56 kuş ve trofik seviyelerinde, 11 memeli türünün doku örneklerinden (organoklorlu bileşiklerinin varlığı için poliklorlu bifeniller), DDE ve ağır metaller (Pb, Cd, Cr ve Hg) analiz edildi. Sonuçlar kirlenici kalıntıları konsantrasyonlarda türler arası farklılıkları ortaya koymuştur (Furness ve ark., 1995).

Custer (2000) kadmiyumun kuşlar tarafından biriktirilmediğine, White ve ark., (1978) kuşların kadmiyumu yumurtalarına aktarmadıklarını düşünmektedirler. Sapanca Gölü'nde yapılan çalışmada da kadmiyumun yumurta kabuklarına aktarılmadıkları yalnızca karaciğerde biriktirildikleri görülmüştür.

Balık ve su kuşları dokularında tespit edilen ağır metal biyoakümülyasyon oranı suya göre yüksek konsantrasyonlarda bulunmuştur. Bunun sebebi sudaki ağır metallerin çökerek, dip kısmında birikmesi ve incelediğimiz balık ve su kuşlarının bu metalleri sedimentten veya su içindeki besinlerden alıp doku ve organlara aktarmış olabileceklerinden kaynaklanmaktadır (Canbek ve ark., 2002). Bu çalışmada inceledikleri türlerin ağır metal birikim düzeylerinin, ortam suyundaki ağır metal derişimlerinden fazla olduğunu ve bu birikimlerin organ ve dokulara göre farklılık gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Sapanca Gölü'nde yapılan çalışmada, dokularında kadmiyum yoğunluğu görülen Sazan balığının (*Cyprinus carpio*) karaciğer ve böbrek dokularındaki kadmiyum birikimi en kısa sürede çok yüksek derişime ulaşırken, kas dokusundaki birikimin ancak 106 günlük bir etki süresi sonunda ortaya çıktığı belirtilmektedir. (Sisman ve ark., 2002). Bu da balıklarda kas dokusunun ağır metalleri bağlamada aktif bir doku olmadığını, birikimin diğer doku ve organlara göre düşük seviyede kaldığını göstermektedir. Bu nedenle kas dokudaki ağır metal analizleri yanıltıcı olup, ağır metal

kontaminasyonu hakkında kesin bilgi vermemektedir. Balıklarda kas dokusu ağır metal bağlamada etkili değildir.

Burger ve ark., (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 ve ark., (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 ve ark., (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 ve ark., (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 ve ark (2012), kuşların farklı vücut bölgelerinden alınan tüy örnekleri üzerine yapılan birçok çalışmada değişik vücut bölgelerindeki tüylerde ağır metal düzeyinde farklılıklar olduğunu vurgulamışlardır.

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 ve ark., 2013, Tarrason ve ark., 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 ve ark., 2013).

Mansouri ve ark., (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 ve ark., (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 ne sürmüşlerdir.

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

Abdullah ve ark., (2015), Pakistan'ın iki endüstriyel bölgesinde sığır balığcılarının 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.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Bu çalışma, Türkiye'nin doğusunda yer alan en büyük gölü olan Van Gölü kıyıları ve içinde bulunan adalarda gerçekleştirilmiştir. Van Gölü veya yöresel adıyla Van Denizi, Tatvan ilçesi sınırları içerisinde bulunan Nemrut volkanik dağının patlaması sonucu oluşan kraterde biriken suların oluşturduğu varsayılan volkanik bir göldür. Van ve Bitlis ili sınırları içerisinde yer alan göl, 322207 X ve 4275245 Y koordinatlarında yer almaktadır (Şekil 3.1). Çok sayıda koyu bulunan Van Gölü'nün yüzölçümü 3713 km²'dir. Van Gölü hem tatlı su hem de deniz ekosistemlerinden farklı bir sucul ekosistemdir. Suları tuzlu ve sodalıdır. Göl suyu tuzluluk oranı %19, pH'sı ise 9.8 dir. Göl su seviyesi iklime bağlı olarak yükselip, düşmektedir. Ancak ortalama olarak denizden yüksekliği 1646 metredir. Gölün ortalama derinliği 171 m, en derin yeri ise, 451 metredir. Gölde bilinen 103 tür fitoplankton, 36 tür zooplankton ve endemik bir balık türü olan inci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*) yaşamaktadır (Anonim, 2018 b).

Van Gölü'nün modern zamanlardaki ismi, sınırlarına dahil olduğu Van ilinden gelmektedir. Urartu Krallığının başkenti, İ.Ö. 10. ve 8. yüzyıllar arasında, gölün doğu kıyılarında kurulmuştur. Van Gölü sahilleri boyunca ve pek çok adalarında Ermeni Kilisesi ve manastır kalıntıları bulunabilir (Anonim, 2018 b).

Van Gölü'nü besleyen en önemli akarsular; Güneyde Edremit sınırları içinde bulunan gölü besleyen en önemli kaynaklardan biri olan Dönemeç Çayı, doğuda Tuşba ilçesi sınırlarından göle karışan Karasu, Muradiye ilçesinden başlayıp göle dökülen ve en önemli kaynaklardan bir diğeri olan Bendimahı Çayı, Erciş ilçesi sınırları dahilinde bulunan Deliçay ve Zilan Vadisinden başlayarak göle ulaşan Zilan Çayı ve Kuzeyde Bitlis ili Ahlat ilçesi sınırlarında göle karışan Karmuç Çayı'dır. Bu temel kaynakların yanı sıra dönemsel olarak gölü besleyen dereler ve ırmaklar da mevcuttur. Göl kapalı bir sistem olup akar bulunmamaktadır ve su seviyesi buharlaşma ile korunmaktadır.



Şekil 3.1. Van Gölü Havzasında örnek alınan lokaliteler (Google earth, erişim tarihi 14.07.2018).

3.2. Tüy Örneklerinin Toplanması ve Saklanması

Tüy örnekleri, martıların üreme sonrası dönemi olan 2017 temmuz ayı içerisinde, Van Gölü içinde bulunan adalardan (Akdamar, Adır, Çarpanak) ve Van Gölünün kıyıları ile şehir çöplüğü kıyısında bulunan Sıhke Göleti kıyılarından toplanmıştır (Şekil 3.2). Tüy örnekleri alınan kıyılardan su örnekleri de alınmıştır.



Şekil 3.2. Van Gölü'nde 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 olarak bulunmuş erginlerden ve yuvadan düşmüş yaralı ya da ölü olarak bulunmuş yavrulardan tüy örneği alınmıştır (Şekil 3.3). Yaralı ve hasta bireylerden alınan tüyler az miktarda olduğundan hayvanın hayatı fonksiyonlarını etkilememiştir.



Şekil 3.3. 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 3.4).

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 poşetlerde bekletilmiştir.



Şekil 3.4. Ölü bireylerden alınan tüy örneklerinin a:toplanması, b: paketlenmesi.

3.3. Tüy Örneklerinin Hazırlanması ve Ağır Metal Analizi

Laboratuvara getirilen tüy örnekleri 3 kez saf su ve aseton ile yıkandı. Yıkama sonucunda tüyler üzerinde bulunan toprak, dışkı gibi çevresel kirlenmelerin temizlenmesi sağlanmış oldu (Goede and Bruin, 1984). Yıkanan örnekler cam kaplara konularak 70 C⁰ de 24 saat etüvde kurutuldu. Kurutulmuş tüyler çelik makas ile kesilerek her bir örnekten en az 2 gram (kuru ağırlık) olacak şekilde hassas terazide tartılıp cam kaplara konuldu.

Hazırlanan tüy örnekleri üzerine 8 ml % 65'lik HNO₃ ve 2 ml H₂O₂ eklenerek mikro dalga yakma ünitesinde (Ethos Easy Advanced Microwave Digestion System, Milestone, 230/50 Hz, Italy) doku örneği programı ile yakıldı (Blust et al. 1988; Jensen et al. 2001). Yakılan örneklerden alınan 2 ml'lik solüsyon saf su ile seyreltilerek 10 ml ya tamamlandı (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Tüy örneklerinden çözelti hazırlama ve analize hazır hale getirme.

Örneklerin metal analizi ICP-AAS cihazında (Thermo Scientific Icap 6000 Series, ICP Spectrometer) analiz edildi. Sonuçlar kuru ağırlık üzerinden mg/kg olarak hesaplandı.

3.4. 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 ve yetişkinlerin tüyleri ve tüy ve su örnekleri arasında fark olup olmadığını belirlemek için SPSS (vel 21) istatistik paket programı kullanıldı.



4. BULGULAR

Van Gölü Martısının (*Larus armenicus*) Van Gölü Havzasında en yoğun olarak ürediği alanlar göl içindeki adalardır. Bölge için yerli olan martı, nisan ayından itibaren göl içinde bulunan 4 adaya geçerek yuva ve üreme faaliyetlerini gerçekleştirir. Mayıs ve haziran aylarında yoğun bir üreme faaliyeti ve yüksek populasyon yoğunluğuna ulaşırlar. Üreme döneminin sonu olan haziran ayında, koloni içerisindeki bazı genç ve yetişkin bireyler salgın hastalık, rekabet ve besin yetersizliğinden dolayı ölüm ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Üreme sonrası 2017 yaz döneminde Van Gölü içindeki Akdamar Adası, Çarpanak Adası, Adır Adaları ile kıyı kesiminde ayrıca şehir çöplüğüne yakın bir konumda olan Sihke Gölü çevresindeki ergin ve yavrularından tüy örnekleri alındı. Vücutlarının farklı bölgelerinden toplanan tüy örneklerinde tespit edilen bazı ağır metal miktarları Çizelge 4.1-3'te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ergin Van Gölü Martısının tüy örneklerinde tespit edilen metal miktarları (mg/kg kuru ağırlık)

	Grup	N	Median	Ort.	Std. sapma	Std.hata	Min.	Max.	*p
As	EBT	10	.26	.25 b	.15	.05	.08	.56	
	EİT	10	.32	.36 b	.16	.05	.24	.80	>.05
	EÖT	10	.38	.72 b	.93	.29	.16	3.28	
Cd	EBT	10	.12	.13a	.06	.02	.08	.24	
	EİT	10	.12	.12a	.04	.01	.08	.24	>.05
	EÖT	10	.12	.15a	.06	.02	.08	.28	
Cu	EBT	10	1.70	1.66ab	.84	.27	.56	3.16	
	EİT	10	2.16	5.45a	7.32	2.32	1.28	21.20	<.001
	EÖT	10	2.36	2.37ab	1.04	.33	.64	4.24	
Fe	EBT	10	54.80	50.76b	19.55	6.18	21.20	80.00	
	EİT	10	58.00	64.52b	25.48	8.06	29.20	114.80	<.001
	EÖT	10	92.40	94.32a	38.34	12.13	39.60	169.20	
Pb	EBT	10	1.40	1.51ab	.82	.26	.80	3.60	
	EİT	10	1.56	1.66ab	.81	.26	.80	3.72	>.05
	EÖT	10	1.38	1.97ab	1.02	.32	1.00	3.44	

a,b,c: Farklı küçük harfi alan gruplar arası fark anlamlıdır.

Yetişkin bireylerden alınan birincil, ikincil ve örtü tüyleri arasındaki ortalama konsantrasyon yoğunlukları kıyaslandığında ve sıralandığında Fe > Cu > Pb >As > Cd şeklinde olduğu görülmektedir. Yapılan istatistiki değerlendirmede, Demir (Fe) konsantrasyonu EBT ve EİT içinde benzerlik gösterirken EÖT ile anlamlı bir fark

görülmektedir. Bakır (Cu) konsantrasyonuna bakıldığında EBT ve EÖT arasında anlamlı bir farkın olmadığı ancak bu iki grupta EİT konsantrasyonunun anlamlı olarak farklı olduğu görülmektedir. Kurşun (Pb), Arsenik (As) ve Kadmiyum (Cd) konsantrasyonlarında her tüy grubu için benzerlik olduğu ve istatistiki olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.2. Yavru Van Gölü Martısının tüy örneklerinde tespit edilen metal miktarları (mg/kg kuru ağırlık)

	Grup	N	Median	Ort.	Std. sapma	Std.hata	Min.	Max.	*p
As	YÖT	10	.36	.34 b	.10	.03	.16	.52	
Cd	YÖT	10	.12	.14a	.04	.01	.08	.20	
Cu	YÖT	10	2.00	6.43a	9.41	2.98	1.16	26.00	<.001
Fe	YÖT	10	65.00	73.12ab	45.80	14.48	26.40	157.20	
Pb	YÖT	10	1.74	4.02a	6.80	2.15	.76	23.20	

a,b,c: Farklı küçük harfi alan gruplar arası fark anlamlıdır.

Yavruların vücut tüylerinden alınan örneklerdeki ortalama ağır metal konsantrasyon yoğunlukları sıralandığında; Fe > Cu > Pb > As > Cd şeklinde olduğu görülmektedir. Örtü tüylerinde Fe ve As konsantrasyonlarının istatistiki olarak diğer metallere anlamlı bir şekilde farklı olduğu, Cd, Cu ve Pb konsantrasyonları arasındaki farkın ise anlamlı olmadığı ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.3. Van Gölü suyunda tespit edilen metal miktarları (mg/ml)

	Grup	N	Median	Ort.	Std. sapma	Std.hata	Min.	Max.	*p
As	SU	10	5.52	5.17 a	4.02	1.27	.40	11.20	
Cd	SU	10	.02	.02b	.02	.01	.00	.08	
Cu	SU	10	.00	.07b	.13	.04	.00	.32	<.001
Fe	SU	10	.66	6.35c	9.83	3.11	.16	26.80	
Pb	SU	10	.00	.02b	.03	.01	.00	.08	

Van Gölü'nün güney kıyılarında, numune alınan adaların sahillerinden alınan su örneklerinde yapılan ortalama konsantrasyon yoğunluklarına bakıldığında Fe > As > Cu > Pb=Cd şeklinde olduğu görülmektedir. Fe ve As konsantrasyonları arasındaki istatistiki farkın anlamlı olduğu ancak diğer 3 metal olan; Cd, Pb ve Cu konsantrasyonları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir.

Yukarıdaki çizelgelere bakıldığında tüylerde tespit edilen ağır metal konsantrasyonları sıralaması değişmemektedir. Su örneklerine bakıldığında ilk sırada tüy

örneklerinde olduğu gibi Fe gelirken, ikinci sırada tüy örneklerinden farklı olarak As gelmektedir. Tüy örneklerinde Pb konsantrasyonları Cd konsantrasyonlarından daha fazla iken su örneklerinde eşit çıkmıştır.

Bütün örnek grupların birbirleri ile istatistiki değerlendirilmesinde; örneklerdeki As miktarına bakıldığında EBT, EİT, EÖT ve YÖT istatistiki olarak farklı olmadığı^(b), ancak su örneklerinde As oranının farklı ve anlamlı olduğu^(a) ortaya konulmuştur.

Örneklerdeki Cu miktarına bakıldığında EBT, EÖT konsantrasyonlarının birbirine benzer olduğu^(ab) ve istatistiki olarak anlamlı bir farkın olmadığı ortaya konulmuştur. EİT ve YÖT konsantrasyonlarının ise diğer tüy örneklerinden farklı ve anlamlı olduğu,^(a) Su örneklerinde ise tüm örneklerden tamamen farklı bir konsantrasyon bulunduğu görülmüştür^(b)

Örneklerdeki Cd miktarına bakıldığında EBT, EİT, EÖT ve YÖT istatistiki olarak farklı olmadığı^(b), ancak su örneklerinde Cd oranının farklı ve anlamlı olduğu^(a) ortaya konulmuştur.

Örneklerdeki Fe miktarına bakıldığında EBT ile EİT konsantrasyonlarının birbirine benzer olduğu^(b), ve istatistiki olarak anlamlı bir farkın olmadığı, EÖT konsantrasyonunun ise diğer tüy ve su örneklerine göre farklı konsantrasyonda olduğu^(a) ve diğer gruplara göre istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmüştür. YÖT örneklerinin diğer tüy örneklerinden farklı ve anlamlı olduğu^(ab), ayrıca su örneklerinin ise diğer tüm örneklerden istatistiki olarak tamamen farklı ve anlamlı olduğu ortaya konulmuştur.^(c)

Pb miktarına bakıldığında ise EBT, EİT, EÖT istatistiki olarak farklı olmadığı^(ab), YÖT konsantrasyonlarının ise diğer tüy örneklerinden farklı ve anlamlı olduğu^(a) ve su örneklerinin ise diğer örneklerden farklı olduğu görülmüştür^(b).

Ayrıca elde edilen verilerdeki farklı grupları belirlemede Dunn çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Bu değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemede Spearman korelasyon katsayısı hesaplandı.

	As1	Cd1	Cu1	Fe1	Pb1	As2	Cd2	Cu2	Fe2	Pb2	As3	Cd3	Cu3	Fe3	Pb3	As4	Cd4	Cu4	Fe4	Pb4	As5	Cd5	Cu5	Fe5	Pb5	
As1 R	1,000																									
Cd1 R	,199	1,000																								
Cu1 R	-,079	,086	1,000																							
Fe1 R	-,537	-,461	,442	1,000																						
Pb1 R	-,361	,445	-,261	,000	1,000																					
As2 R	-,452	,091	,675*	,452	-,084	1,000																				
Cd2 R	,064	,545	,405	-,060	,240	-,019	1,000																			
Cu2 R	-,232	,030	,401	,535	,405	,090	,488	1,000																		
Fe2 R	-,517	,515	,334	,036	,201	,540	,271	-,162	1,000																	
Pb2 R	,459	,396	,517	-,079	-,207	-,071	,744*	,213	,070	1,000																
As3 R	,043	-,633*	,252	,472	-,320	,282	-,364	-,043	-,320	-,234	1,000															
Cd3 R	-,054	-,093	,388	-,146	-,268	,578	-,098	-,080	,038	-,191	,296	1,000														
Cu3 R	,250	,079	-,127	-,055	,274	-,019	-,405	-,304	-,030	-,182	,399	-,165	1,000													
Fe3 R	,287	-,434	,273	,115	-,760*	-,167	-,105	-,055	-,195	,164	,252	-,006	-,261	1,000												
Pb3 R	-,058	-,145	,152	-,207	-,189	,463	-,218	-,162	-,046	-,399	,351	,956**	-,097	-,061	1,000											
As4 R	,388	,487	-,489	-,859**	,283	-,439	,233	-,154	-,192	,038	-,553	,168	-,144	-,389	,249	1,000										
Cd4 R	,229	-,041	,594	,114	-,456	,052	,601	,475	-,171	,652*	-,064	,238	-,695*	,505	,063	-,013	1,000									
Cu4 R	-,356	-,857**	-,110	,695*	-,318	,109	-,543	,070	-,385	-,456	,568	-,064	-,116	,238	,009	-,612	-,070	1,000								
Fe4 R	,122	,066	-,127	-,297	-,334	-,056	,345	-,383	,055	,353	-,141	,089	-,442	-,115	,085	,314	,265	-,043	1,000							
Pb4 R	,134	,046	,515	,030	-,170	-,105	,742*	,584	-,109	,638*	-,178	,146	-,636*	,382	-,012	,107	,922**	-,244	,164	1,000						
As5 R	,070	,396	-,109	-,505	-,256	,295	-,038	-,726*	,457	,052	-,277	,296	-,079	-,261	,290	,333	-,177	-,306	,650*	-,328	1,000					
Cd5 R	,032	,314	,051	-,394	-,405	,344	,055	-,609	,443	,191	-,315	,327	-,299	-,121	,258	,243	,066	-,233	,712*	-,121	,956**	1,000				
Cu5 R	,113	-,202	,246	,097	,165	,000	,138	,381	-,292	-,112	,581	,368	,231	,142	,426	-,015	,155	-,038	-,365	,306	-,561	-,626	1,000			
Fe5 R	,140	,072	,479	,115	,030	,489	,180	,310	-,097	-,018	,546	,674*	,127	-,055	,681*	,019	,240	-,091	-,139	,200	-,116	-,159	,753*	1,000		
Pb5 R	-,100	,063	,649*	,000	-,219	,223	,608	,223	,356	,425	,048	,390	-,403	,403	,253	-,085	,647*	-,326	,150	,751*	-,058	,072	,428	,341	1,000	

* $p < 0,05$ ve ** $p < 0,01$

Şekil 4.1. Tüý örneklerindeki konsantrasyon deęişimleri (Spearman Korelasyon Analizi).

Yukarıdaki Şekil 4.1 te ağır metallerin birbiri ile olan ilişkilerine bakıldığında -1 ve aşığısı değerler birbirleri ile negatif ilişkide olduğunu, 0 değerlerinin birbirleri ile ilişkili olmadığını + değerlerin ise birbirleri ile pozitif ilişkinin olduğu görölmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Artan insan popülasyonu ve buna bağlı olarak gelişen sanayi ve teknoloji neticesinde doğaya gereğinden fazla atık bırakılmaktadır. İnsan kaynaklı olan atıklar doğada bulunan ve ekosistemin vazgeçilmez bir parçası olan diğer canlı türlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ağır metaller doğada ve canlı bünyelerinde belirli oranlarda bulunmalarına rağmen dayanıklı ve biyolojik birikim özelliğine sahip olduklarından antropojenik faktörlerin etkisi ile besin ağı ve yaban hayatı için büyük risk teşkil etmektedirler (Zolfaghari ve ark., 2007, Nriagu ve Pacyna 1988; Metcheva ve ark., 2010).

Besin ağının üst basamaklarında yer alan kuşlar bozulan çevre şartlarından en çabuk etkilenen ve bu değişime tepki veren biyoindikatör canlı gurubu olarak adlandırılır (Burger, 1994). Bu nedenle doğadaki metal birikimini tespit etmenin uygun yöntemlerinden biride kuşların tüylerindeki miktarın belirlenmesidir. Tüylerdeki ağır metaller external (doğrudan temas) ve internal (kan yolu ile) şekilde olabilmektedir (Movalli, 2000). Kuşların gelişimleri sırasında beslenme yoluyla bünyelerine aldıkları metaller, kan damarları vasıtasıyla tüylere taşınır ve protein molekülleri ile bağlanarak orada birikirler (Burger 1994; Dauwe ve ark., 2003). Tüylerde bulunan ağır metallerin kaynağı sadece beslenme değildir, atmosferik kirlenme ve yağışlar, toprağa ve suya temas gibi çevresel etmenler de ağır metal bulaşmasına neden olabilmektedir (Burger and Gochfeld 1997; Jasper et al. 2004; Cardiel et al. 2011).

Ağır metal analizi için canlıya zarar vermeden vücudundan alınan tüylerin kullanılması diğer organlara göre daha elverişlidir (Burger, 1996; Movalli, 2000; Battaglia ve ark., 2005). Canlı bireylerden alınan örnekler özellikle nesli tehlikede olan veya sayısı azalan türler için oldukça iyi bir yöntemdir (Movalli, 2000).

Van Gölü martısı Türkiye, İsrail, Mısır ve İran'ın yer aldığı sınırlı bir bölgede yaşamaktadır. Türkiye'nin sadece Doğu Anadolu bölgesinde yayılış gösteren ve yerli olan tür, yaz mevsiminde Van Gölünde endemik olan İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) ile beslenirken kışın şehir merkezlerine inerek çöplüklerden beslenmektedir (Adızel ve ark., 2010). International Union for Conservation Nature (IUCN) listesinde Yakın tehdit (NT) statüsünde yer alan türün yaşam alanlarının bozulması ve sağlıklı

beslenememesinden dolayı Türkiye'deki popülasyonu gün geçtikçe azalmaktadır (Anonim, 2018 a).

Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü içindeki adalarda üreyen ve kıyısında beslenen Van Gölü Martısının tüylerindeki ağır metal (As, Cd, Cu, Fe, Pb) konsantrasyonları tespit edildi. Bu çalışma kapsamında göl içerisindeki 3 adadan ve şehir çöplüğünün yakınında bulunan Sıhke Gölü kıyısında ölen martıların genç ve yetişkinlerinin vücutlarının farklı bölgelerinden tüy örnekleri alındı. Ayrıca tüy toplanan bölgelerden su örnekleri de alındı. Yapılan analiz sonucunda, ergin ve genç bireylerin birincil, ikincil ve örtü tüylerindeki metal konsantrasyon yoğunluklarına bakıldığında $Fe > Cu > Pb > As > Cd$ şeklinde sıralandığı görüldü. Ancak su örneklerindeki konsantrasyon yoğunluklarına bakıldığında $Fe > As > Cu > Pb=Cd$ şeklinde olduğu görüldü. Demir (Fe) suda ve tüylerde en fazla yoğunlukta iken Arsenik (As) tüylerde sonlarda yer alırken suda ikinci sırada ve çok yüksek miktarda çıkmıştır (Çizge 4.3). Bunun sebebinin bölgenin jeolojik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yavru yetişkin ve su örnekleri birbirleri ile kıyaslandığında ortalama Cu (6.43 mg/kg), Pb (4.02 mg/kg) ve Cd (0.14 mg/kg) konsantrasyonlarının en yüksek yavru örtü tüylerinde, As konsantrasyonunun (5.17 mg/ml) su içinde ve Fe konsantrasyonunun ise en fazla (94.32 mg/kg) ergin örtü tüyünde bulunduğu tespit edildi. Bazı metallerin yavru tüylerinde fazla olmasının sebebi, üreme sonrası dönemde yavruların ebeveynleri tarafından çok yoğun bir şekilde beslenmeleridir. Ayrıca yavru bireylerin bu dönemde tüy dökmeleri birikimin yoğun çıkmasına neden olmaktadır.

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 ve ark., 2013). Bizim yaptığımız çalışmanın, yapılan bu çalışmalarla paralel doğrultuda olduğu görüldü.

Moreno ve ark., (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.

Bu çalışma kapsamında alınan bütün numunelerde metal konsantrasyonlarının tespit edilmesi, kuşların buldukları çevrelerindeki kirleticilerden etkilendiğini göstermektedir.

Van Gölü suyunda tespit edilen ağır metal miktarları, Dünya Sağlık Örgütü ile Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın verdiği sucul ortamlardaki ağır metallerin kabul edilebilir değerleri ile karşılaştırıldığında, Fe ve As değerlerinin kabul edilen değerlerden oldukça yüksek çıktığı, Cd, Cu ve Pb yoğunluklarının ise en az 2 katı fazla oranda olduğu görüldü.

Besin ağının üst basamağında yer alan kuşlarda görülen metal oranı, ekosistemdeki metal birikimi hakkında fikir vermekte ve alınabilecek önlemleri ortaya koymaktadır. Bu çalışma ile ağır metal seviyesinin beslenme tarzı ve habitat özelliği ile ilişkisinin olduğu ortaya konuldu. Van Gölü Havzasında tarımsal aktivitenin olduğu veya şehir kirliliğinin etkilediği bölgelerde ağır metal oranlarının yüksek çıktığı belirlendi (Çizelge 4.1-4.3).

Tüylerde tespit edilen civa konsantrasyonları kandaki miktarı yansıttığından dolayı türlerin taşıdığı riskleri ortaya koymaktadır. Aynı zamanda besin ağında kuşların altında bulunan diğer canlı grupları hakkında da fikir vermektedir.



KAYNAKLAR

- Abdullah, M., Fasola, M., Muhammad, A., Malik, S. A., Bostan, N., Bokhari, H., Kamran, M. A., Shafqat, M. N., Alamdar, A., Khan, M., Ali, N., Eqani, S. A. M., 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.
- Adızel, Ö., Durmuş, A., Kiziroğlu, İ., 2010. Preliminary study on newly detected yayliyaka marshes in the Lake Van Basin, Turkey. *The Journal of Animal and Plants Sciences*, **20** (4): 286-292.
- Anonim, 2002. *Su Ürünleri Kanunu ve Su Ürünleri Yönetmeliği*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. 63-78. Ankara.
- Anonim, 2018. Red List of Birds. <http://www.iucnredlist.org/details/22694357/0> Erişim tarihi:07.07.2018.
- Anonim, 2018 a. Bird Your World. <http://www.birdlife.org/> erişim tarihi: 17.07.2018.
- Anonim, 2018 b. Van Gölü. <http://www.vankulturturizm.gov.tr/TR,52093/genel-bilgiler.html> Van İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Van. Erişim tarihi: 14.07.2018.
- Aslan, G., 2007. *Nallihan Kuş Cenneti-Ankara'dan Toplanan Kuş Tüylerinde Bazı Ağır Metallerin Saptanması*. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayaş, Z., Ekmekci, G., Yerli, S., Ozmen, M., 2007. Heavy metal accumulation in water, sediments and fishes of Nallihan Bird Paradise, Turkey, *J. Environ. Biol.*, **28** (3): 545-549.
- Barbieri, E., Passos, E. A., Filippini, A., Santos, I. S., Garcia, C. A. B., 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 (*Athene noctua*) and common buzzard (*Buteo buteo*) from northern Italy. *Ecotoxicol. Environ.*, **60** : 61-66.
- Burger, J., 1994. Metals in avian feathers: bioindicators of environmental pollution. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, **5**: 203-311.
- Burger, J., 1996. Heavy metal and selenium levels in feathers of franklin's gulls in interior North America. *Auk* **113**: 399-407.
- Burger, J., Gochfeld, M., 1997. Risk, mercury levels, and birds: relating adverse laboratory effects to field biomonitoring. *Environ Res.*, **75**: 160-172.
- 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., 2002. Food chain differences affect heavy metals in bird eggs in Barnegat Bay, New Jersey. *Environ Res Sec A*, **90**: 33-39.
- Burger, J., Gochfeld, M., Jeitner, C., Burke, S., Volz, C. D., Snigaroff, R., Snigaroff, D., Shukla, T., Shukla, S., 2009. Mercury and other metals in eggs and feathers of glaucous-winged gulls (*Larus laucescens*) in the Aleutian. *Environmental Monitoring and Assessment*, **152**: 179-194.

- Canbek, M., Yetim, M., Uyanoğlu, M., Emiroğlu, Ö., Bayramoğlu G., 2002. **Porsuk Çayındaki Bazı Canlılarda Ağır Metal Birikimleri ve Bunların Toksik Etkilerinin Araştırılması.** T.C.Osmangazi Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı, Fen Bilimleri Proje No: 2000/28, 67
- Cardiel, I. E., Taggart, M. A., Mateo, R., 2011. Using Pb–Al ratios to discriminate between internal and external deposition of Pb in feathers. ***Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74:** 911–917.
- Costa, A. R., Petronilho, J. M. S., Soares, A. M. V. M., Vingada, J. V., 2011. The use of passerine feathers to evaluate heavy metal pollution in Central Portugal. ***Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 86:** 352-356.
- Clark, R. B., 1992. ***Marine pollution*.** Third Edition. Clarendon Press., 64-82.
- 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., Pinxten, R., Blust, R., Eens, M., 2003. Variation of heavy metals within and among feathers of birds of prey: effects of molt and external contamination. ***Environ. Pollut.* 124:** 429–436.
- Depledge, M. H., Weeks, J. M., Bjerregaard, P., 1994. Heavy metals. ***In handbook of Ecotoxicology***, edited by Calow, P. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 79-105.
- Ergene, S., Çelik, A., Çavaş, T., Kaya, F., 2007. Genotoxic biomonitoring study of population residing in pesticide contaminated regions in Göksu Delta: micronucleus, chromosomal aberrations and sister chromatid exchanges. ***Environment International*, 33 (7),** 877-885.
- Furness, R.W., 1995. Cadmium in birds. In: Beyer, W.N., Heinz, G.H., Redmon-Norwood, A.W. (Eds.), ***Environmental Contaminants in Wildlife*.** CRC Press, Boca Raton, FL, 389–404.
- Honda, K., Min, B. Y., 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.
- Järup, L., 2003. Hazards of metal contamination. ***British Medical Bulletin*, 68 (1):** 167-182.
- Jaspers, V., Tom, D., Rianne, P., Lieven, B., Ronny, B., Marcel, E., 2004. The importance of exogenous contamination on heavy metal levels in bird feathers. A field experiment with free-living great tits (*Parus major*). ***Journal of Environmental Monitoring*, 6:** 356–360.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2003. Metallerin çevresel etkileri. ***Metaller Dergisi*, 136:** 47-53.
- Kim, M., Park, K., Park, J. Y., Kwak, I. S., 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.
- Lewis, S. A., Furness, R. W., 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.
- Metcheva, R., Yurukova, L., Bezrukov, V., Beltcheva, M., Yankov, Y., Dimitrov, K., 2010. Trace and toxic elements accumulation in food chain representatives at Livingston Island (Antarctica). *Int. J. Biol*, **2**: 155–161.
- 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.
- Movalli, P. A., 2000. Heavy metal and other residues in feathers of laggar falcon (*Falco biarmicus juggar*) from six districts of Pakistan. *Environ.Pollut*, **109**: 267–275.
- Nriagu, J. O., Pacyna, J. M., 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals. *Nature*, **333**: 134–139
- Nriagu, J. O., Pacyna, J., Milford, J. B., Davidson, C. I., 1988. Distribution and characteristic features of chromium in the atmosphere. Chromium in Natural and Human Environments. *Wiley Interscience, New York*, 125-173.
- Sisman, I., Imamoglu, M., ve Ayin, A. O., 2002. Determination of heavy metals in roadside soil from Sapanca area highway, Turkey. *International Journal of Environment and Pollution*, **17** (4): 306–311.
- Spahn, S. A., Sherry, T. W., 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.
- Tarrason, M. G., Pacho, S., Jover, L., Sanpera, C., 2013. Anthropogenic input of heavy metals in two Audoin's gull breeding colonies. *Marine Pollution Bulletin*, **74**: 285-290.
- Vural, H., 1993. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. *Çevre Dergisi* **8**: 12-13.
- 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.
- Zamani-Ahmadmahmoodi R., Alahverdi M., Mirzaei R., 2014. Mercury concentrations 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., Mahmoud, G. S., Kiabi H., 2007. Examination of mercury concentration in the feathers of 18 species of birds in southwest Iran. *Environmental Research*, **104**: 258-265.
- Wolfe, M. F., Schwarzbach, S., Sulaiman, R. A., 1998. Effects of mercury on wildlife: A comprehensive review. *Environ Toxicol Chem.*, **17**: 146–160.



ÖZ GEÇMİŞ

Nurgül TAŞKIN 1991 yılında Van'da doğdu. İlk orta öğrenimini Van'da, lise öğrenimini Şanlıurfa'da tamamladıktan sonra 2009 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Bölümü'ne girdi. 2014 yılında Biyoloji Bölümü'nden öğretmen olarak mezun oldu. 2014 yılının şubat ayında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisansa başladı ve çalışmasını Ornitoloji alanında sürdürmektedir.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 18/07/2018

Tez Başlığı / Konusu:

Van Gölü Havzasında Yaşayan Van Gölü Martısı'nın (*Larus armenicus*) Tüylerindeki Ağır Metal (As, Cd, Pb, Cu Ve Fe) Düzeylerinin Belirlenmesi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 29 sayfalık kısmına ilişkin, 18/07/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 3 (Yüzde üç) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

10.08.2018

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Nurgül TAŞKIN

Öğrenci No: 149102227

Anabilim Dalı: Biyoloji

Programı: Zooloji

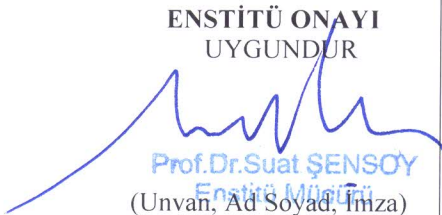
Statüsü: Y. Lisans

Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR


Doç. Dr. Atilla DURMUŞ
(Unvan, Ad Soyad, İmza)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR


Prof. Dr. Suat ŞENSOY
(Unvan, Ad Soyad, İmza)