



TC.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI OTBİÇEN (ARACHNİDA:
OPİLİONES) TÜRLERİNİN XRF YÖNTEMİ İLE ELEMENT ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Adem ALTINTAŞ

**MAYIS 2021
GÜMÜŞHANE**

**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMANCILIK VE ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI OTBİÇEN (ARACHNİDA:
OPİLİONES) TÜRLERİNİN XRF YÖNTEMİ İLE ELEMENT ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Adem ALTINTAŞ

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
“Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı”
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih....: 26.05.2021
Tezin Sözlü Savunma Tarihi.....: 02.04.2021**

MAYIS 2021

TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ormancılık ve Çevre Bilimler Anabilim Dalı'nda tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum “Türkiye’de Yayılış Gösteren Bazı Otbiçen (Arachnida: Opiliones) Türlerinin XRF Yöntemi İle Element Analizi” isimli tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Adem ALTINTAŞ



ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRKİYE’DE YAYILIŞ GÖSTEREN BAZI OTBİÇEN (ARACHNİDA:
OPİLİONES) TÜRLERİNİN XRF YÖNTEMİ İLE ELEMENT ANALİZİ**

Adem ALTINTAŞ

Gümüşhane Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Ormancılık ve Çevre Bilimler Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Kemal KURT

2021, 38 Sayfa

Doku ve hücrelerde ozmotik dengenin ayarlanması, protein, nükleik asit ve yağ gibi önemli moleküllerin oluşumunda görev alan elementlerin ozmotik, yapısal ve biyokimyasal olmak üzere üç önemli işlevleri bulunur.

Ülkemizin farklı yaşam alanlarından toplanan *Giljarovya tenebricosa*, *Histicostoma caucasicum*, *Mitopus morio*, *Nelima pontica* ve *Odiellus zecariensis* türlerinin erkek ve dişi bireylerin de XRF de elemental analizi yapıldı. Sonuçta 16 inorganik element (Kalsiyum (Ca), Kükürt (S), Klor (Cl), Fosfor (P), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Demir (Fe), Bakır (Cu), Sodyum (Na), Krom (Cr), Magnezyum (Mg), Nikel (Ni), Potasyum (K), Alüminyum (Al), Titanyum (Ti), ve Silisyum (Si)) tespit edildi.

Tespit edilen Mg, Al, Si ve Ni konsantrasyonlarının türler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Diğer taraftan analizi yapılan erkek ve dişi örneklerde K ve Zn konsantrasyonunun istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Dişi bireylerde K ve Zn konsantrasyonunun erkeklere oranla daha fazla olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Elemental Analiz, Otbiçen, Türkiye, XRF Yöntemi

**ABSTRACT
MS THESIS**

**ELEMENT ANALYSIS OF SOME HARVESTMEN (ARACHNIDA: OPILIONES)
SPECIES IN TURKEY BY XRF METHOD**

Adem ALTINTAŞ

Gumushane University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forestry and Environmental Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Kemal KURT

2021, 38 Pages

Elements that play a role in the adjustment of osmotic balance in tissues and cells, and the formation of important molecules such as protein, nucleic acid and fat have three important functions: osmotic, structural and biochemical.

Elemental analysis of male and female individuals of *Giljarovya tenebricosa*, *Histicostoma caucasicum*, *Mitopus morio*, *Nelima pontica* and *Odiellus zecariensis* species collected from different habitats in Turkey was performed by XRF method. According to results of the analysis, 16 inorganic elements (calcium (Ca), sulfur (S), chlorine (Cl), phosphorus (P), manganese (Mn), zinc (Zn), iron (Fe), copper (Cu), sodium (Na), chromium (Cr), magnesium (Mg), nickel (Ni), potassium (K), aluminum (Al), titanium (Ti) and silicon (Si)) were detected in the study.

It was determined that there is significant statistically difference between the species in the Mg, Al, Si and Ni concentrations ($p < 0.01$). On the other hand, it was found that K and Zn concentrations were statistically significant in the male and female samples ($p < 0.05$). It has been observed that the concentration of K and Zn in females is higher than in males.

Keywords: Elemental Analysis, Harvestmen, Turkey, XRF Method

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre ve Ormancılık Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır

Üniversite eğitimim ve tez çalışmamın her aşamasında engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım her zaman maddi ve manevi desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Kemal KURT' a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Hayatımın her alanın da bana güç veren her alanda yanımda olan ve maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme saygı sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Dr. Öğr. Üyesi Bayram ÜRKEK hocama, yine manevi desteğini esirgemeyen Öğr. Gör. Pınar KURT hocama da saygılarımı sunar teşekkür ederim.

İş hayatım da tez çalışmalarım için desteğini esirgemeyen 84 Sayılı Akçaabat T.K.K. Müdürü Zeliha KALAY'a saygı ve sevgilerimi sunar teşekkür ederim

Adem ALTINTAŞ
Gümüşhane, 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1 Otbiçenler	1
1.1.2. Elementler	2
1.1.2.1. Magnezyum (Mg).....	3
1.1.2.2. Krom (Cr).....	4
1.1.2.3. Bakır (Cu).....	4
1.1.2.4. Demir (Fe).....	4
1.1.2.5. Mangan (Mn).....	5
1.1.2.6. Nikel (Ni)	5
1.1.2.7. Çinko (Zn).....	6
1.1.2.8. Titanyum (Ti)	6
1.1.2.9. Sodyum (Na)	7
1.1.2.10. Potasyum (K).....	7
1.1.2.11. Kalsiyum (Ca)	7
1.1.2.12. Silisyum (Si).....	8
1.1.2.13. Fosfor (P).....	8
1.1.2.14. Alüminyum (Al).....	9
1.1.2.15. Kükürt (S).....	9
1.1.2.16. Klor (Cl)	10
1.3. XRF Yöntemi	10
1.3. XRF Yöntemi (X-Işınları Floresans Spektrometresi).....	10

1.1.3.1.	Dalga Boyu Dağıtıcı X- Işınları Floresans Spektroskopisi (WDXRF):	11
1.1.3.2.	Enerji Ayırmalı X-Işınları Floresans Spektroskopisi (EDXRF)	11
1.1.3.3.	Mikro X-Işınları Floresans Spektrometresi (μ XRF)	12
1.2.	Literatür Özetleri	13
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	17
2.1.	Otbiçen Örneklerinin Araziden Toplanması Arazi çalışmaları	17
2.3.	Otbiçen Örneklerin Elemental Analizi	17
3.	BULGULAR ve TARTIŞMA	19
3.1.	<i>Giljarovya tenebricosa</i> (Redicorsev 1936)	19
3.2.	<i>Histicostoma caucasicum</i> (Redicorsev 1936).....	21
3.3.	<i>Mitopus morio</i> (Fabricius 1779).....	23
3.4.	<i>Odiellus zecariensis</i> Mcheidze 1952.....	25
3.5.	<i>Nelima pontica</i> Charitonov, 1941	27
4.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	32
5.	KAYNAKLAR.....	34
	ÖZGEÇMİŞ	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1.1.	Phalangiidae ailesine ait olan bir otbiçenin üstten görünüşü (Fox 2006).....	2
Şekil 1.2.	WDXRF (Dalga Boyu Dağıtıcı X- Işınları Floresans Spektroskopisi)	11
Şekil 1.3.	EDXRF (Enerji Ayırmalı X-Işınları Floresans Spektroskopisi)	12
Şekil 1.4.	XRF Spektrometre Cihazı	13
Şekil 3.5.	<i>Giljarovia tenebricosa</i> dişi için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum.....	20
Şekil 3.6.	<i>Giljarovia tebenricosa</i> erkek için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum..	21
Şekil 3.7.	<i>Histicostoma caucasicum</i> dişi XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum ...	22
Şekil 3.8.	<i>Histicostoma caucasicum</i> erkek ait XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum	23
Şekil 3.9.	<i>Mitopus morio</i> dişi için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum	24
Şekil 3.10.	<i>Mitopus morio</i> erkek için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum	25
Şekil 3.11.	<i>Odiellus zecariensis</i> dişi için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum.....	26
Şekil 3.12.	<i>Odiellus zecariensis</i> erkek için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum.....	27
Şekil 3.13.	<i>Nelima pontica</i> dişi için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum	28
Şekil 3.14.	<i>Nelima pontica</i> erkek için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum	29

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1.1.	Periyodik Cetvel.....	3
Tablo 3.2.	<i>Giljarovya tenebricosa</i> dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	19
Tablo 3.3.	<i>Giljarovia tenebricosa</i> erkek için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	20
Tablo 3.4.	<i>Histicostoma caucasicum</i> dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	21
Tablo 3.5.	<i>Histicostoma caucasicum</i> erkek için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	22
Tablo 3.6.	<i>Mitopus morio</i> dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	23
Tablo 3.7.	<i>Mitopus morio</i> erkek için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	24
Tablo 3.8.	<i>Odiellus zecariensis</i> dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	25
Tablo 3.9.	<i>Odiellus zecariensis</i> erkek için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	26
Tablo 3.10.	<i>Nelima pontica</i> dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon).....	27
Tablo 3.11.	<i>Nelima pontica</i> erkek için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)	28
Tablo 3.12.	Farklı otbiçen türlerine ait ortalama element içerikleri	29
Tablo 3.13.	Cinsiyete göre otbiçenlerin ortalama element içerikleri	30

SEMBOLLER ve KISALTMALAR

%	:Yüzde
°C	:Santigrat Derece
♀	:Dişi
♂	:Erkek
As	:Arsenik
Ba	:Baryum
Br	:Brom
C	:Karbon
Ca	:Kalsiyum
Cd	:Kadmiyum
Cl	:Klor
cm ³	:Santimetre küp
Co	:Kobalt
Cr	:Krom
Cs	:Sezyum
Cu	:Bakır
E	:Doğu
EDXRF	:Enerji Ayırmalı X-Işınları Floresans Spektroskopisi
Fe	:Demir
G	:Gram
Ge	:Germanyum
H	:Hidrojen
K	:Potasyum
Mg	:Magnezyum
Mn	:Mangan
Mol	:Avogadro sayısı ($6,02 \times 10^{23}$)
N	:Azot
N	:Kuzey
Na	:Sodyum
Ni	:Nikel
O	:Oksijen
P	:Fosfor
Pb	:Kurşun

Ppm	:Parts per million
Rb	:Rubidyum
S	:Kükürt
Sc	:Skandiyum
Se	:Selenyum
Sr	:Stronsiyum
Ti	:Titanyum
V	:Vanadyum
WDXRF	:Dalga Boyu Dağıtıcı X- Işınları Floresans Spektroskopisi
XRF	:X-Işını Floresans
Zn	:Çinko

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

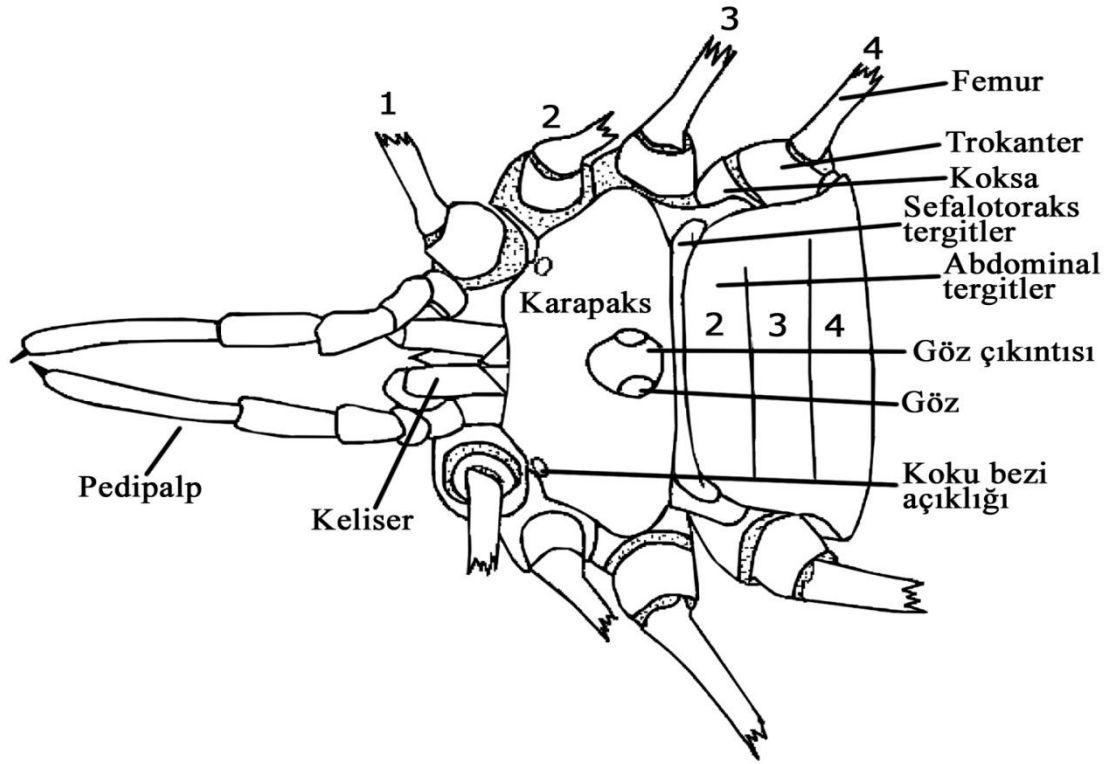
1.1.1 Otbiçenler

Tür sayısı bakımından örümcek ve kenelerden sonraki en büyük üçüncü takımı oluşturan Otbiçenler (Opiliones), Eklembacaklılar (Arthropoda) şubesinin örümceğimsiler (Arachnida) sınıfında bulunurlar. Şimdiye kadar tanımlanan yaklaşık 6125 taksonu mevcuttur (Kury, 2012). Otbiçenler orman, fundalık, çayır ve tarım arazileri gibi çok farklı yaşam alanlarında bulunurlar. Ayrıca mağaralarda, toprak içerisinde ve üzerinde, taş ve ağaç kabuklarının altında yaşamlarını devam ettirirler (Kurt, 2013).

Bu takım çoban örümcekleri olarak adlandırılmıştır. Bunun nedeni, otbiçenlerin hareketinin çobanların yürüyüşüne benzetilmesidir. Avrupa ülkelerinin bazılarında sürüyü kontrol etmek için çobanlar uzun çubuklar üzerinde yürürler. Literatürde ilk tanımlanan türe *Phalangium opilio* ismini verilmiştir. Eski Yunanca'da Phalangion terimi örümcek manasında kullanılırken, opilio teriminin ise çoban anlamında kullanılmaktadır (Hillyard ve Sankey, 1990). Çoban örümceklerinde vücut oval, yuvarlak veya köşegenimsi yapıdadır. Büyüklükleri ortalama 1-22 mm arasında olup vücutları prozoma (baş-göğüs) ve opistozoma (karın) olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Bu iki kısım birbirlerine tüm genişliğince birleşmişlerdir. Prozoma üzerinde 6 çift üye bulunur. Bunlardan 1. çift üyelere keliser, 2. çift üyelere pedipalp, 3-6. çift üyelere yürüme bacakları adı verilir. Ayrıca prozomanın ön kenarlarında bir çift koku bezi ve bir çift basit göz bulunur. Bazı mağara türlerinde gözler bulunmaz. (Bayram vd., 2007).

Opistozoma on segmentten meydana gelir ve üzerinde üyeler bulunmaz. Her bir abdominal segment dorsalde bir tergite, ventralde ise bir sternitten oluşur. Opistozoma dorsalde ön tergitten meydana gelir (Chevrizov, 1979). Bazal boğum, distal boğum ve hareketli parmak olmak üzere üç kısımdan oluşan keliserler avın yakalanmasında ve parçalanmasında görev alır (Kurt, 2005). Başlıca görevleri duyuşsal olmakla beraber besinin yenmesi ve üyelerin temizlenmesinde görev alan pedipalpler veya palpler; yürüme bacakları şeklinde olup onlardan daha kısadır. Sırasıyla; koksa, trokanter, femur, patella, tibiya ve tarsus olmak üzere altı parçadan oluşurlar (Kurt, 2005).

Bacaklar yürüme işlevini üstlenmiş olup yedi parçadan oluşur. Bunlar; koksa, trokanter, femur, patella, tibiya, metatarsus ve tarsustan meydana gelir. Metatarsus yüz boğumdan meydana gelir ve tırnakla sonlanır (Kurt, 2005).



Şekil 1.1. Phalangiiidae ailesine ait olan bir otiğin üstten görünüşü (Fox 2006)

1.1.2. Elementler

Element, aynı cins atomlardan oluşan, fiziksel veya kimyasal yöntemlerle kendinden daha basit ve farklı bileşenlere ayrılamayan saf maddelere denir. Elementlerin ozmotik, yapısal ve biyokimyasal olmak üzere üç önemli işlevleri bulunur. Elementler doku ve hücrelerde ozmotik dengenin oluşumuna katkıda bulunurlar ve protein, nükleik asit ve yağ gibi önemli moleküllerin oluşumunda görev alırlar. Ayrıca elementler belirli proteinlere bağlanarak çeşitli enzimlerin oluşumuna katılırlar ve NADP, ATP oluşumunda, enerji metabolizmasında ve redoks reaksiyonlarında önemli roller alırlar (Karabulut vd., 2005)

Şimdiye kadar tanımlanan 118 element vardır. Bu elementlerin 92 tanesi doğada bulunurken geri kalanı da laboratuvarlarda elde edilen yapay elementlerdir. İnsan vücudunda yaklaşık 50 element bulunur. Bunların 12 tanesi (Oksijen (O), Karbon (C), Hidrojen (H), Azot (N), Kalsiyum (Ca), Fosfor (P), Potasyum (K), Kükürt (S), Sodyum (Na), Klor (Cl), Magnezyum (Mg) ve Demir (Fe)) makro veya nicel elementler olarak isimlendirilirken geriye kalan elementler mikro veya eser (iz) elementler olarak bilinirler (Ayyüce, 2005).

Biyolojik eser elementler, bir organizma tarafından çok az miktarda gerekli olan

kimyasal elementleri ifade eder ve yüksek konsantrasyonları toksik etkiye sebep olurken düşük konsantrasyonları ise önemli sağlık problemlerine sebebiyet vermektedir (Purves, 1985).

Tablo 1.1. Periyodik Cetvel

[illegible]

1.1.2.1. Magnezjum (Mg)

Magnezyum 1808 yılında Sir Humphrey Davy tarafından keşfedilmiştir. Elementin sembolü “Mg” gümüş beyazı bir renge sahiptir. Periyodik tabloda 2A grubu, 3. Periyotta yer alan atom numarası 12 ve atom ağırlığı 24.312 g/mol’dür. Katı haldeki yoğunluğu 1.738 g/cm³ sıvı halindeki yoğunluğu ise 1.584 g/cm³’tür. Kaynama noktası 1107 °C, erime noktası ise 650 °C’dir. Toprak alkali metaller sınıfı içinde yer almaktadır.

Magnezyum klorofil içeren sebzelerde daha fazla bulunmakla birlikte besinlerin magnezyum içeriği farklılıklar göstermektedir. Deniz ürünlerinde, şeker, fındık, ceviz, tahıllar gibi kuru gıdalarda ve az miktarlarda ise sıvı ve katı yağlar da bulunmaktadır. Ayrıca sert sularda ve çeşme sularında Mg bulunur (Onat vd., 2006).

1.1.2.2. Krom (Cr)

Krom 1797 yılında Fransız kimyacı Louis-Nicolas Vauquelin tarafından keşfedilmiştir. Element sembolü “Cr” parlak, gri renkli, sert bir metal olup, periyodik cetvelde 2A grubu ve 3. Periyotta yer alır. Atom numarası 24, atom ağırlığı 51.996 g/mol ve yoğunluğu 7.19 g/cm³’tür. Kaynama noktası 2665°C, erime noktası 1875°C olan bir elementtir.

Krom, doğada farklı kimyasal formlarda bulunur. Bu formların stabil olmayan +2, +4 ve +5 formları +3 değerlikli forma dönüşürken +3 değerlikli formu da +6 değerlikli forma oksitlenir. Kromun III ve VI olmak üzere iki önemli biyolojik aktif formu bulunur. Hayvansal organizmalarda Krom (III) düşük miktarda karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasında görev alırlar. Diğer form Krom (VI) ise biyolojik zarlarla etkileşime girerek yapısal bütünlükte ve madde transportunda bozukluklara neden olduğundan dolayı Cr (III)’e göre daha toksik etkiye sahiptir (Çiftçi, 2010).

1.1.2.3. Bakır (Cu)

Bakır M.Ö. 8000 yılından beri bilindiği sanılan, kırmızımsı renkte, kolay kırılabilen dövülüp işlenebilen sembolü “Cu” olan bir metal elementtir. Periyodik tablonun 4. periyodunda 1B grubunda yer alır. Atom numarası 29 ve atom ağırlığı 63.546 g/mol’dür. Erime noktası 1084°C, kaynama noktası 2562°C ve yoğunluğu ise 8.933 g/cm³’tür.

Doğada yaygın olarak katı halde bulunan bakır; endüstride, tarım alanlarında, insan-hayvan hastalıklarının tedavisinde ve günlük yaşamda fazlaca kullanılan bir metaldir. Aşırı kullanımından dolayı insanlarda ve hayvanlarda zehirlenmelere yol açar. Fakat birçok canlı türlerin dokularında iz element olarak bulunur ve bu nedenle büyük bir öneme sahiptir. Birçok bitki ve hayvanda eser miktarda bulunan bakır; askorbit asit, oksidaz, tirozinaz, laktoz ve monoamin oksidaz gibi enzimlerin yapısına katılırlar (Boşgelmez vd., 2001; Kartal vd., 2004; Çolak, 2014).

1.1.2.4. Demir (Fe)

Demir, simgesi “Fe” olan periyodik tabloda 8B grubunda ve 4. periyotta yer alır. Atom numarası 26, atom ağırlığı 55.845 g/mol ve yoğunluğu ise 7.8 g/cm³’dür. 1535 °C’de eriyen

ve gümüşümsü gri renkte, dövülmeye ve işlenmeye çok elverişli bir metaldir. Demir, yer kabuğunda yaygın olarak bulunan ve eski çağlarda olduğu gibi günümüz endüstrisinde de kullanımı oldukça yaygındır (Kabata-Pendias ve Mukherjee, 2007; Lasocki vd., 2010; Çolak, 2014).

Birçok solunum yolunun ayrılmaz bir parçası olan demir kanda ve kırmızı kan hücrelerindeki hemoglobinde yer alırlar. Bu element enerji metabolizmasında, enzimlerin yapısında ve işlevlerinde, hücrenin bölünmesinde, DNA sentezinde ve hücrede gerçekleşen metabolik olaylarda kofaktör işlevi gören redoks elementidir (Oktay vd., 2020).

1.1.2.5. Mangan (Mn)

1774’de Johan G. Gahn tarafından keşfedilen Mangan, simgesi “Mn”dir. Periyodik tabloda 7B grubunda bulunur. Atom numarası 25, atom ağırlığı ise 54.93 g/mol ve yoğunluğu 7.21 g/cm³dür. Grimsi bir rengi vardır. Elektrik ve ısı iletebilen, sert, gevrek ve kırılgan yapısı vardır. Kaynama noktası 2061°C’dir (Charlwood vd., 2010).

Mangan çok sayıda enzimi aktive eder ve fotosentez yapan bitkilerde bulunmaktadır. Yağ asitleri ve kolesterol sentezinde katalizördür ve protein, karbonhidrat ve yağ üretiminde rol oynar ve sinirleri ve beyni beslemeye yardımcı olabilir. Fazla miktarda bulunması memelilerde toksik etkiye neden olur (Dumlupınar vd., 2006; Tan vd., 2011; Sağlamer, 2018).

1.1.2.6. Nikel (Ni)

Nikel 1751’de İsveçli Baron Axel Fredrik Cronstedt tarafından bulunmuştur. Simgesi “Ni”, atom numarası 28, atom ağırlığı 58.69 g/mol ve yoğunluğu 8.90 g/cm³dür. Erime sıcaklığı 1455 °C ve kaynama noktası 2730 °C’dir. Periyodik cetvelde 8B grubu ve 4. Periyotta geçiş metalleri arasında yer alır.

Nikelin bilinen belirgin bir biyolojik aktivitesi olmamakla birlikte zehirleyici özelliği vardır. Nikelin organik formu, inorganik olan formuna göre daha zehirleyicidir. Deriyi tahriş etme, kalp-damar sistemine zarar vermenin yanı sıra kansere neden olan bir metaldir. Zararlı etkilerinin olmasına rağmen nikel ve tuzlarıyla zehirlenme olayı nadir rastlanan bir durumdur. Diğer taraftan baklagiller için yararlı olan Nikel, 0.18-5 ppm doz aşımında zehirleyici etkiye sahiptir (Habashi, 1997). Bitkilerin büyüme ve gelişmesine katkı

sağlamanın yanında, nükleik asitlerin yapısında da bulunur ve glikozun yıkımına yardım eder (Brown vd., 1987; Brown vd., 1990; Fageria, 2009; Bolat ve Kara, 2017).

1.1.2.7. Çinko (Zn)

Çinko; Andreas Sigismund Marggraf tarafından 1746'da Almanya'da yeniden keşfedilmiştir. Çinko elementinin simgesi “Zn”dir. Atom numarası 30, atom ağırlığı 65.39 g/mol yoğunluğu 7.14 g/cm³'dür. Erime noktası 420°C ve kaynama noktası 907°C'dir. Yapısı sert ve rengi mavimsi-gri metalik bir elementtir. Periyodik tabloda 2B grubunda ve 4. periyotta bulunur.

Gelişme ve büyüme, deri bütünlüğü ve fonksiyonu, yumurtanın gelişmesi, bağışıklığın güçlendirilmesi, yaraların iyileşmesi ve nükleik asit, yağ, karbonhidrat ve protein sentezi gibi fonksiyonları düzenleyen çinko tüm canlıların yaşamları için önemli ve vazgeçilmez elementlerden biridir. Eksikliğinde, gelişim anormallikleri, iskelet sisteminin ve cinsiyetin gelişmemesi, açık yerlerde iltihaplanma, ishal, kellik, iştah kaybı ve davranışlarda anormalliklere neden olur (Kanişkan vd., 1996; Kartal vd., 2004).

1.1.2.8. Titanyum (Ti)

Titanyum, 1789 da William McGregor tarafından bulunmuştur. Titanyum elementi “Ti” ile gösterilir. Atom numarası 22, atom ağırlığı 47.9 g/mol, yoğunluğu 4.5 g/cm³'dür. Element tablosunun 4B grubunda bulunan bir geçiş metalidir. Sert ve hafif bir yapısı vardır ve ayrıca kırılmandır. Gümüş beyaz renkte parlaktır. Erime noktası 1660°C ve kaynama noktası ise 3287°C'dir.

Titanyum elementi üstün fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Bu elementin elde edilmesi, işlenmesi çok zor ve pahalı olduğu için kullanımı özel alanlarla sınırlıdır. Titanyum, boya, plastik ve kâğıt, uzay ve uçak endüstrilerinde, savaş sanayinde, kimya ve elektrokimya endüstrilerinde kullanılan stratejik öneme sahip bir hammaddedir. Son yıllarda ise medikal ve dişçilikte, kolayca şekillendirilmesi ve lehimlemesi, korozyona direnci ve biyolojik uyumluluğu gibi nedenlerden dolayı sıklıkla kullanılmaktadır (O'Brien, 1997).

1.1.2.9. Sodyum (Na)

Sodyum 1807 yılında Sir Humphry Davy tarafından elektroliz yöntemiyle elde edilmiştir. Sodyumun sembolü “Na”dır. Atom numarası 11, atom ağırlığı 22.99 g/mol, yoğunluğu 0.96 g/cm³’tür. Erime noktası 97 °C, kaynama noktası 882 °C’dir. Periyodik cetvelin 1A grubunda yer alır.

Bitki ve toprakta kritik sodyum miktarları çevre etmenlerine, bitki tür ve çeşitlerine, yaprakların, yaşına ya da bitki dokularına bağlı olarak değişir. Genelde bitkilerde sodyum noksanlığı belirtileri görülmez. Bunun nedeni ise tarım arazilerinin yeteri kadar sodyum içermeleri ve çeşitli yollarla toprağa uygulanmasıdır (Wakeel vd., 2011).

1.1.2.10. Potasyum (K)

Potasyum, 1807 yılında İngiliz kimyacı Sir Humphrey Davy tarafından bulunmuştur. Potasyumun sembolü “K”dır. Atom numarası 19, atom ağırlığı 39.09g/mol ve yoğunluğu 0.89 g/cm³’tür. Erime noktası 63°C, kaynama noktası ise 759°C’dir. Periyodik tabloda 1. Grup, 4. periyot elementlerinden biridir.

Potasyum bütün canlılarda enzim aktivitesine katılan bir elementtir. Hastalık ve parazitlere karşı bitkiyi koruyan potasyum aynı zamanda bitkilerdeki tuz-su oranını dengelemek, stomaları kontrol etmek ve fotosentez hızını artırmak gibi önemli işlevleri üstlenir. Hayvanlarda ise sıvı ve elektrolit dengesini kontrol etmek, kas kasılması ve sinir iletiminde görev alırlar. Eksikliğinde ishal, bulantı, kusma, kaslarda güçsüzlük, dolaşım sisteminde ve solunum sisteminde bozukluklara yol açar (Corratgé-Faillie vd., 2010; Reddi, 2014; Sevim, 2018).

1.1.2.11. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum, Potasyumu keşfeden İngiliz kimyacı Sir Humphrey Davy tarafından 1808 yılında kalsiyum hidroksitten elektroliz yolu ile izole etmiştir. Sembolü “Ca”dır. Atom numarası 20, atom ağırlığı 40.07g/mol ve yoğunluğu 1.55 g/cm³’tür. Erime noktası 842 °C, kaynama noktası ise 1484 °C’dir. Katı bir metal olan kalsiyum gümüş parlaklığında ve kırılğan bir yapıdadır. Periyodik cetvelde 2 A grubu ve 2. Periyotta bulunan elementlerden biridir.

Kalsiyum hücre içi sıvılarında bulunur. Kalp ve iskelet kaslarının kasılması, hormon salgılanması, glikojen metabolizması, hücre bölünmesini, kanın pıhtılaşması, plazma membranı ve kemik mineralizasyonu gibi çok sayıda önemli işlevleri bulunmaktadır (Onat vd., 2006; Sağlamer, 2018).

1.1.2.12. Silisyum (Si)

İlk defa 1811 yılında bilimsel çalışma Joseph Gay Lussac ve Louis Jacques Thenard, tarafından silisyum tetraklorürü potasyum metaliyle tepkimeye sokarak çok saf olmayan silisyum elde etmesiyle başlamıştır. 1824 yılında ise İsveçli kimyager Jöns Jacob Berzelius, potasyum fluorosilikatı ısıtarak nispeten daha saf silisyum tozu elde etti. Bu sebeple silisyumun kâşifi olarak kabul edildi. Henry Deville ilk kez 1854 yılında kristal silisyum üretti. Kimyasal simgesi “Si” olan silisyumun atom numarası 14, Atom ağırlığı 28.09 g/mol ve yoğunluğu 2.34 g/cm³’tür. Periyodik cetvelde 4A grubunda yer alır. Erime noktası 1414 °C, kaynama noktası 3265 °C’dir.

İnsan vücudunun gelişimi ve beslenmesi için gerekli olan 25 elementten birisi de silisyumdur. Eksikliğinde yaşlanma, yüksek tansiyon, kalp ve damar hastalıkları gibi çeşitli olumsuzluklara neden olurlar. Silisyum oranı fazla olan bitki liflerinin tüketilmesi Kuzey Çin ve Orta Doğu ülkelerinde yemek borusu kanserine sebep olduğu bilinmektedir (Aksoy, 2006).

Civciv, sıçan gibi hayvanlar için temel iz element olan silisyum birçok hayvan hücresinin yapısında bulunmaktadır. Silisyum muhteviyatı fazla olan bitkilerin tüketmesi sonucu, böbrek taşlarının oluşmasına, mide duvarının tahrişine ve sindirimin azalması gibi olumsuzluklara neden olmaktadır (Jones ve Handreck, 1967; Carlisle, 1974; Schwarz, 1974; Sağlamer, 2018).

1.1.2.13. Fosfor (P)

Fosfor, Hennig Brand tarafından 1669’da Almanya’da keşfedilmiştir. Kimyasal simgesi “P”, atom numarası 15, atom ağırlığı 30.974 g/mol, yoğunluğu 1.82 g/cm³’tür. Erime sıcaklığı 44,2°C ve kaynama noktası ise 277°C’dir. Periyodik tabloda 5A grubu 3. periyotta bulunur. Yarı saydam, yumuşak, mumsu, karanlıkta ışık saçan, çeşitli renklerde olan, sarımsak kokulu bir elementtir.

Glikoliz, glukoneogenez, hemoglobin vasıtasıyla dokulara oksijen taşınması, protein fosforilasyonu, enerji metabolizması, iskelet gelişimi, nükleotid ve fosfolipid metabolizması, tampon mekanizması ve hücresel sinyal iletimi gibi birçok önemli görevi gibi önemli görevlere sahip olan fosfor; plazmada organik ve inorganik fosfor şekilde bulunur. Organik fosfor mitokondride, hücre içinde ve hücre zarında bulunur Moe, 2008; Baysal, 2012; Atabey, 2015; Almaz, 2020).

1.1.2.14. Alüminyum (Al)

Alüminyum, 1825 yılında Danimarkalı bir fizikçi ve kimyacı olan Hans Christian Ørsted tarafından saf olmayan bir formda üretilmiştir. Dünyada en yaygın olarak bulunan metaller arasındadır. Kimyasal sembolü “Al”dir. Atom numarası 13, atom ağırlığı 26.97 g/mol yoğunluğu 2.70 gr/cm³’dür. Periyodik tablonun 3A grubunda yer alır. Gümüş beyazı, gri renkte ve parlaktır. Erime noktası 650 °C, kaynama noktası 1800 °C’dir. Yüzey merkezli ve kübik bir kristal yapısı vardır.

Alüminyumun beyinde fazla birikimi Alzheimer, Parkinson, gibi nöronal hastalıklara kemiklerde birikerek kemik yumuşamasına, adinamik gibi kemik hastalığına; hemoglobin sentezini inhibe ederek anemiye neden olmaktadır. Diğer taraftan yapılan deneylerde sıçan testisinde ve böbreklerinde çeşitli histolojik sorunlara neden olmaktadır (Akman vd., 2010).

1.1.2.15. Kükürt (S)

Fransız kimyacı Antonie Lavoisier, hidrojen ve oksijen bileşiği olarak kabul edilen kükürdü, 1777 yılında kimyasal bir element olarak tanımladı. Bu tanım, 1810 yılında Fransız kimyager Joseph Gay Lussac ve Louis Thenard tarafından yapılan deneylerle doğrulandı. Kimyasal sembolü “S” olan kükürt, element tablosunun 6A grubunda atom numarası 16 atom ağırlığı 32.064 g/mol yoğunluğu 2.07 g/cm³’tür. Saf kristal formunda ametal bir elementtir. Erime sıcaklığı 119°C, kaynama sıcaklığı 445 °C’dir.

Kükürt, tüm canlılar için gerekli bir besin elementidir. Bitkilerde savunma sistemini artıran kükürt birçok enzimin, vitaminin ve antioksidan molekülün önemli parçasıdır. Aynı zamanda bitkilerde protein ve klorofil oluşumunda görev almakta ve kök büyümesinde olumlu etki yapmaktadır (Güneş ve Sönmez, 2019; Bolat ve Kara, 2017)

1.1.2.16. Klor (Cl)

İlk olarak 1774 yılında İsveçli kimyacı Carl Wilhelm Scheele tarafından keşfedilmiştir. Bu elemente ‘klor’ adını ise 1810 yılında İngiltereli bilim adamı Humphry Davy vermiştir. Periyodik tabloda 7A grubunda yer alan hafif, keskin kokulu, yeşilimsi sarı renkli, tahriş edici ve zehirleyici bir elementtir. Atom numarası 17, atom ağırlığı 35.453 g/mol, yoğunluğu 0.003214 g/cm³’tür. Erime noktası -101.5°C, kaynama noktası -34.04 °C’dir.

Klor topraklarda, bitkilerde ve insanlarda klorür olarak bulunur ve insan vücudunda çok önemli biyolojik rol oynar. Hücre dışı sıvıda sodyum ile birlikte osmotik basıncın ayarlanmasında, asit baz dengesinde, mide mukozasından salgılanan hidroklorik asidin yapımında görev alır. Ayrıca klorlu suda yer alan iyonlar iyi bir mikrop ve bakteri öldürücü olduğundan içme suyu ve yüzme havuzlarında dezenfektan olarak kullanılır (Almaz, 2020).

1.3. XRF Yöntemi

1.3. XRF Yöntemi (X-Işınları Floresans Spektrometresi)

X-ışınları floresans spektrometresi yöntemi, elementlerin kompozisyonu belirlemeye yarayan önemli yöntemlerden biridir. Kimyasal bağ derecesinde yeterince hassas olmayan bu yöntem 9-92 arasındaki elementlerin kantitatif analizlerini gerçekleştirir. Bu yöntem ile kalitatif, yarı-kantitatif ve kantitatif olarak analizler gerçekleştirilebilir (Küçük vd., 2018).

Katı, sıvı, toz numunelerine kolayca uygulanan bu yöntemle Si, Al, Ti, Mn, Mg gibi ana element oksitlerini yüzde (%) ağırlık cinsinden; bazı eser ve geçiş elementlerini (Rb, Ba, Sr, Cr, Ni, Co, Cu ve Zn) ve La, Ce, Pr, Nd gibi toprak elementlerinin ppm seviyesinde belirleyebilir. XRF genelde 50kV ve 50mA’da çalışır. Ayrıca teknik numunedeki var olan bileşimi tespit etmede güvenli, duyarlı ve hızlı sonuç vermesi ve malzemeye zarar vermeden çok kısa zamanda sonuçlanması gibi avantajlardan dolayı bilimsel ve teknolojik çalışmalarda oldukça sık kullanılmaktadır.

İyi hazırlanmış numunelerde ve belirli standartların bulunmadığı analiz uygulamalarında doğru sonuçlar verir. Numunedeki çalışılacak element sayısı ve doğruluk payına bağlı olarak 1 saniye-30 dakika arasında sonuç alama süresi değişebilir. Analizden doğru sonuç alabilmek için numunelerin doğru bir şekilde hazırlanması ve doğru bir şekilde ölçülmesi gereklidir. Analiz numunedeki element tespiti ve elementin konsantrasyonunu

belirlemek için nitelik ve sayısal analiz olmak üzere iki aşamada gerçekleşir.

XRF yönteminin günümüzde farklı uygulamalara yönelik çeşitleri bulunmaktadır:

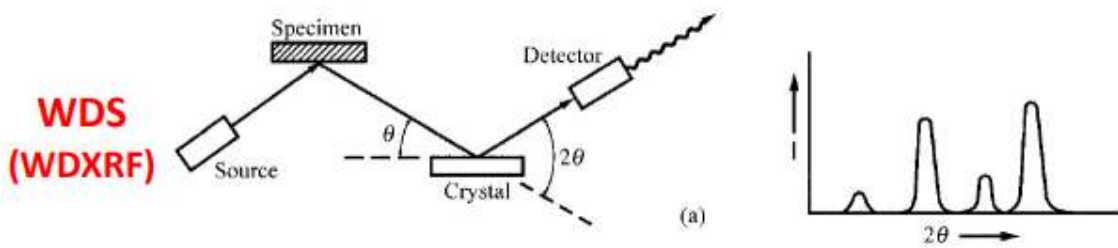
- EDXRF (Enerji ayırmalı X-ışını floresan spektrometresi)
- WDXRF (Dalga boylu ayırmalı X-ışını floresan spektrometresi)
- HDXRF (Yüksek tanımlı X-ışını floresan spektrometresi)
- μ XRF (Mikro X-ışını floresan spektrometresi)
- $M\mu$ XRF (Monokromatik mikro X-ışını floresan spektrometresi)
- MWDXRF (Monokromatik dalga boylu ayırmalı X-ışını floresan spektrometresi)
- Konfokal X-ışını floresan spektrometresi
- TXRF (Toplam yansımali X-ışını floresan spektrometresi)

Bu çalışmada ve yaygın olarak kullanılan XRF yöntemleri:

1.1.3.1. Dalga Boyu Dağıtıcı X- Işınlari Floresans Spektroskopisi (WDXRF):

XRF 1950 yılları başlarında WDS olarak gösterildi. Karmaşık bir sisteme sahip WDS yüksek çözünürlük, element analizini daha geniş alanda yapar.

Bu spektrometre birincil X-Işınlariının ilk önce numune üzerine, daha sonra numuneden çıkan ikincil ışınlari da özel kristallerde yansıtıldıktan sonra ışınlari dedektöre göndermesi esasına dayanır.

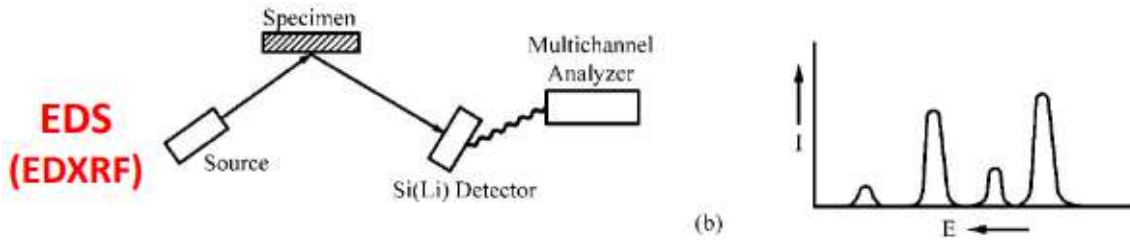


Şekil 1.2. WDXRF (Dalga Boyu Dağıtıcı X- Işınlari Floresans Spektroskopisi)

1.1.3.2. Enerji Ayırmalı X-Işınlari Floresans Spektroskopisi (EDXRF)

EDXRF yönteminde Silisyum (Lityum) detektör kullanılır. Bu yöntemde kristal kullanılmadığından dolayı bir kırınım oluşmamaktadır. İncelenecek numuneden çıkan farklı dalga boylarındaki ışınlari detektör ve çok sayıda kanala sahip analizör ile enerji olarak belirlenmektedir. X-ışını fotonlari detektöre gelmeden önce oldukça ince bir berilyum camdan

geçerler. Detektör gelen ışının enerjileri ile doğru orantılı sinyaller oluşturur. Çok sayıda kanala sahip analizör ise bu sinyalleri dalga boyu veya enerji olarak değerlendirmektedir (Küçük vd., 2018).



Şekil 1.3. EDXRF (Enerji Ayırmalı X-Işınları Floresans Spektroskopisi)

1.1.3.3. Mikro X-Işınları Floresans Spektrometresi (μ XRF)

Mikro X-Işınları Floresans (μ XRF) tekniği çok amaçlı temel bir analiz tekniği olup, katılar ve sıvılardaki çok küçük örneklerin analizinde kullanılır. Numunelerde nokta, hat ve haritalama taramalarına olanak sağlar ve belirlenen hat içerisindeki elementlerin ölçülmesine ve renkli olarak gösterilmesine imkan sağlar.

Değişik büyütme oranında iki görüntüleme sistemi ve geniş numune odasına sahip olan bu cihaz nokta analizi, hat taraması ve haritalama uygulamalarına olanak sağlar. Numunelerde incelenecek hatlar ve alan belirlenerek direkt analiz yapılır. Örnek analizlerinin yapılabilmesi için herhangi bir kaplama, kesit alma, parçalama gibi ön işlemlere gerek duyulmaz. Ayrıca hayvan ve insan dokularının incelenmesinde zorunlu olan etik onayına gerek duyulmaz.

Mikro XRF yöntemi özellikle küçük nesnelerin ölçümü, elemental haritalama, film ve kaplama kalınlığı ölçümü, mikro kirlenmenin tespitinde, küçük parçacık analizi ve adli tıpta oldukça fazla kullanılmaktadır. Son yıllarda ise sağlık alanında artan uygulamalarda da kullanılmaktadır.



Şekil 1.4. XRF Spektrometre Cihazı

1.2. Literatür Özetleri

XRF tekniği ilk olarak analitik bir araç olarak kullanıldığından, mineralojik ve biyolojik materyallerde farklı araştırmacılar tarafından çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu teknik son yıllarda gerek biyolojik numunelerin incelenmesinde gerekse de sağlıkta element analizi için kullanılmıştır. Biyolojik materyallerde XRF yöntemi ile elemental analiz daha çok bitkilerde, balıklarda, kabuklularda ve böceklerde yapılmıştır. Bu yöntemle opilionidlerde kimyasal element analizi çalışması yapılmamıştır.

Bu konuda gerek yurtdışı gerekse yurtiçinde yapılan çalışmalar aşağıda kronolojik olarak özetlenmiştir.

Bowden vd. (1979) *Noctua pronuba*'nın göç esnasında elemental kompozisyonunu WDXRF yöntemiyle belirlemişlerdir. Dişi bireylerde S, K, Ca, Cu and Zn konsantrasyonlarının önemli farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan erkek ve dişilerde S, Cl, K ve Ca konsantrasyonlarının farklı olduklarını bildirmişlerdir.

Karabulut vd. (2005) aynı habitattan toplanmış üç Chrysomelida türünde K, Ca, Fe ve Ni konsantrasyonunu araştırdı ve elitrada Ni konsantrasyonunun önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

Dumlupınar vd. (2006) *Drosophila melanogaster* türünün hibernasyon esnasında

WDXRF tarafından ölçülen element analizinde Cr, Zn, S ve Ca konsantrasyonlarının önemli ölçüde arttığı, ancak Mn ve K konsantrasyonlarının azaldığını belirlemişlerdir.

Erman vd. (2006) *Agabus bipustulatus* türünün erkek ve dişilerinde Cu ve Cs konsantrasyonlarının arasında anlamlı bir fark olduğunu belirlemişlerdir.

Erman ve Gürol (2007) yapmış oldukları çalışmada Türkiye'nin dört farklı ilinden toplanan *Laccophilus hyalinus* ve *L. minutus* türlerinin WDXRF spektrometresi ile inorganik elementlerini ölçmüşlerdir. *L. minutus* türünde 39, *L. hyalinus* türünde ise 30 farklı farklı inorganik element tespit etmişlerdir. Bu türler arasında K, Ca, Br konsantrasyonlarının önemli ölçüde farklı olduğu bulunmuştur. Ayrıca *L. hyalinus* türünün erkek ve dişilerinde Na, Mn, Fe; *L. minutus* türlerinin erkek ve dişilerinde ise Ge konsantrasyonlarının arasında önemli bir fark olduğunu belirtmişlerdir.

Bennett (2008), en az altı liken türü için element kompozisyonunu araştırdı ve taksonomik öneme sahip olduğunu belirledi. Aynı zamanda bu verilerin diğer taksonları ayırt etmek için kullanılabileceğini belirtti

Erman (2011) yaptığı çalışmada Türkiye'nin beş farklı şehirlerinden topladıkları *Dytiscus thianschanicus* ve *D. persicus* türlerinde XRF spektrometresi 34 farklı inorganik element konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Belirtilen iki türde gerek elemental bileşim gerekse de miktar bakımından farklılıklar bulmuştur. Na, As, Br ve Ba konsantrasyonlarının önemli ölçüde farklı olduğu tespit etmişler ve bazı elementlerin erkek ve dişilerde farklı konsantrasyona sahip olduğu bildirmişlerdir.

Erman ve Korkut (2011) Türkiye'den (Adana ili) toplanmış *nebulosus* grubuna (Dytiscidae) ait iki *Agabus* türünde (*A. nebulosus*, *A. conspersus*) enerji dağıtıcı X-ışını floresans (EDXRF) spektrometresi ile 49 farklı inorganik elementin konsantrasyonları ölçmüşlerdir ve Mn konsantrasyonu iki tür arasında önemli ölçüde farklı olduğu bildirmişlerdir. Türlerin aynı lokaliteden toplanmış olması bu farklılığın fizikokimyasal nedenlerden kaynaklanmadığı, bu farklılığın türler arasındaki genetik ve biyokimyasal özelliklerden kaynaklanabileceği bildirmişlerdir.

Aydoğan (2015) yaptığı doktora tez çalışmasında Erzurum ve çevresindeki sulak alanlarda yaşayan bazı sucul böcek türlerindeki ağır element birikimlerinin XRF analiz yöntemiyle araştırmıştır. Araştırmada EDXRF Spektrometresi kullanılarak elde edilen analiz sonuçlarına göre, ağır element konsantrasyonlarının istasyonlar ve türler arasında farklılık gösterdiği belirlendi. On bir istasyondan yakalanan bütün bireylerde Fe ve Pb birikimi gözlemlendi. Bununla birlikte Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br ve Sr elementleri genel

olarak çoğu hidrofilid türünde; V, Mn ve Co ise daha az bireyde akümüle olan elementler olduğunu belirlemiştir.

Akdeniz (2016) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Artvin, Rize, Trabzon ve Giresun illerinden 12 istasyondan deniz salyangozu (*Rapana venosa*) örneklerinde metal konsantrasyonları EDXRF spektrometresi ölçmüşlerdir. Yapılan metal konsantrasyon analizi sonucunda tüm örneklerde Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Cd ve Pb'un elemental konsantrasyonları belirlemiştir.

Aydoğan vd. (2020) sucul böceklerin vücutlarında biriken bazı elementlerin konsantrasyonunu belirlemek için yaptıkları çalışmada Türkiye'deki temiz ve kirli olan altı farklı şehirdeki inorganik bulaşanlar, predatör dalgıç böcekleri kullanılarak EDXRF belirlenmiştir. Tüm türlerde 16 element (Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Rb, Sr ve Pb) nicel olarak tespit etmişlerdir.

Magalhaes vd. (2013) Enstrümantal nötron aktivasyon (INAA) yöntemiyle omurgasız hayvan takımlarındaki kimyasal elementleri incelemişler ve otbiçen örneklerinde Ba, Br, Ca, Fe, K, Na, Rb, Sc, Sr, Zn elementlerini tespit etmişlerdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Otbiçen Örneklerinin Araziden Toplanması Arazi çalışmaları

Örnekler toprak-toprak altı, taş altı, otların arasından ve ağaç kabuklarının altlarından pens, atrap, aspiratör, çukur tuzaklar yardımıyla toplandı. Örnek toplama işlemi genellikle pens ve aspiratör yardımıyla elle yapıldı. Uzun vejetasyonlarda yaşayan örnekler atrap yardımıyla toplandı. Özellikle toprak üzerinde yaşayan ve geceleri aktif olan örnekleri toplama işleminde çukur-tuzaklar kullanıldı. Çukur-tuzaklarla toplama işleminde 8 cm derinliğinde, 5 cm çapında plastik ve cam kaplar kullanıldı. Bu kapların içerisine etilen glikol ve birkaç damla deterjan konuldu. Belirli dönemlerde bu kaplar kontrol edilerek biriken örnekler alındı ve azalan karışımın üzerine eklemeler yapıldı. Yakalanan tüm örnekler, içerisinde %70'lik etil alkol bulunan plastik şişelere konularak bu şişelerin üzerine örneklerin toplandığı alanın adı ve toplanma tarihi ve lokalite bilgileri kurşun kalemle deftere ayrıntılı olarak yazıldı.

2.2. Otbiçen Örneklerinin İncelenmesi ve Saklanması

Laboratuvara getirilen örneklerden otbiçen örnekleri başlangıçta ayıklandı. Daha sonra incelenmek üzere içerisinde %70'lik alkol ve 3-4 damla gliserin bulunan saklama şişelerine konuldu. Örneklerin teşhisi literatürler yardımıyla yapıldı. Teşhisi yapılan örnekler içerisinde %70'lik etil alkol bulunan plastik şişelerin içerisine konuldu.

2.3. Otbiçen Örneklerin Elemental Analizi

GUSAL (Gümüşhane Üniversitesi Şiran Araknoloji Laboratuvarı) laboratuvarında saklanan örnekler alkolden çıkarıldı. Kurutma kâğıdında kurutulan örnekler üç kez saf suda yıkandı. Daha sonra 50 °C'lik etüvde 24 saat kuruması için bekletildi. Kurutulan numuneler cihazda uygun başlıklara yerleştirildi. Daha sonra örneğin abdomen bölgesi cihazda işaretlendi. Kalibrasyonu yapılmış Mikro X-Işını Floresans (μ -XRF) (Eagle III, Roengen Analytik Systeme GMBH-CO. KG) spektrometresinde 40 W, 20 kV de analiz işlemine geçildi. Sistemin yazılımı numunelerimizin spektrumunu otomatik olarak analiz etti ve

element piklerinin net yoğunluklarını belirlendi. İstatistiksel analizler SPSS-17 paket programında yapıldı.



3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Ülkemizin farklı yerlerinden toplanan *Giljarovya tenebricosa*, *Histicostoma caucasicum*, *Mitopus morio*, *Nelima pontica* ve *Odiellus zecariensis* türlerinin erkek ve dişi bireylerin de XRF de elemental analizi yapıldı. Sonuçta 16 inorganik element Kalsiyum (Ca), Kükürt (S), Klor (Cl), Fosfor (P), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Demir (Fe), Bakır (Cu), Sodyum (Na), Krom (Cr), Magnezyum (Mg), Nikel (Ni), Potasyum (K), Alüminyum (Al), Titanyum (Ti), ve Silisyum (Si)) belirlendi.

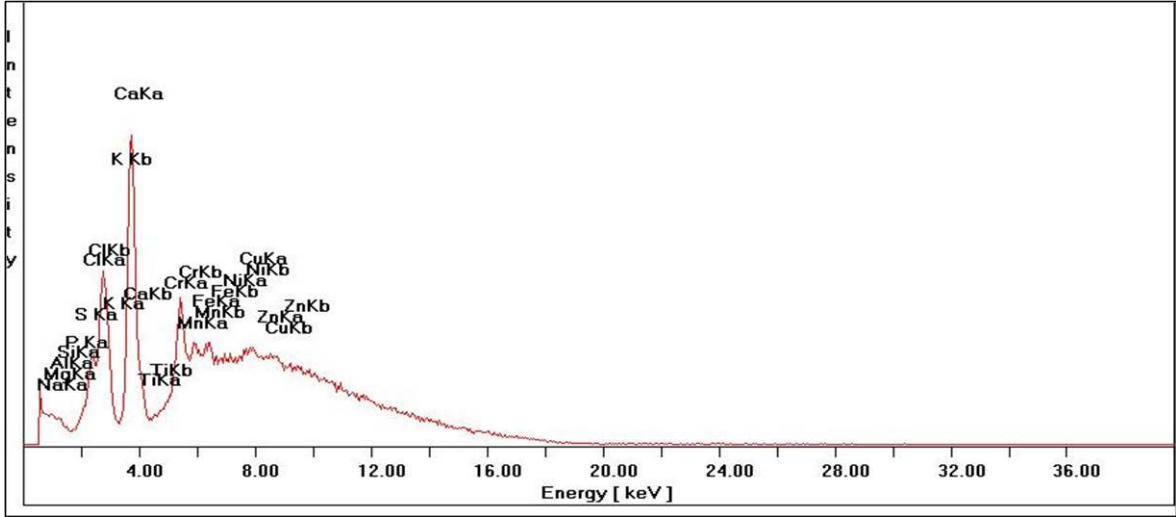
3.1. *Giljarovya tenebricosa* (Redicorsev 1936)

İncelene örnekler: 2♀, 2♂, Trabzon, Maçka, Pilav dağı (N40°48'565", E39°39'717"), 1030m, 21.07.2013.

G. tenebricosa dişi bireylerinin XRF element analizi sonucunda elde edilen konsantrasyon değerleri incelendiğinde en fazla Ca daha sonra sırasıyla Cl, S, Fe, Mn, Zn, P, Cu, K, Na, Cr, Ni, Mg, Si, Al ve en az Ti olduğu belirlenmiştir (Tablo 3. 2).

Tablo 3.2. *Giljarovya tenebricosa* dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)

Elementler	Net	Wt%	At%	I-Error%	BG	Wt-Error
Na	12.00548	36.7	46.82	4.53	16.17333	1.66
Mg	6.6666	9.92	11.97	7.39	14.89333	0.73
Al	2.4933	0.85	0.92	18.18	14.16667	0.15
Si	2.89996	0.47	0.49	15.96	14.62	0.08
P	29.63997	3.76	3.56	2.3	20.1	0.09
S	82.01333	5.55	5.07	1.14	24.52667	0.06
Cl	125.8533	9.53	7.89	0.88	30	0.08
K	14.10667	0.92	0.69	5.39	36.33333	0.05
Ca	538.3267	27.6	20.2	0.38	38.12667	0.11
Ti	1.04	0.04	0.03	71.51	40.96667	0.03
Cr	9.76	0.32	0.18	10.54	74.53333	0.03
Mn	49.18667	1.43	0.76	2.56	94.48	0.04
Fe	49.41333	1.33	0.7	2.69	107.8467	0.04
Ni	7.09333	0.19	0.09	19	132.6133	0.04
Cu	16.65333	0.47	0.22	8.27	133.86	0.04
Zn	30.56667	0.92	0.41	4.71	140.1333	0.04



Sekil 3.6. *Giljarovia tebenricosa* erkek için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum

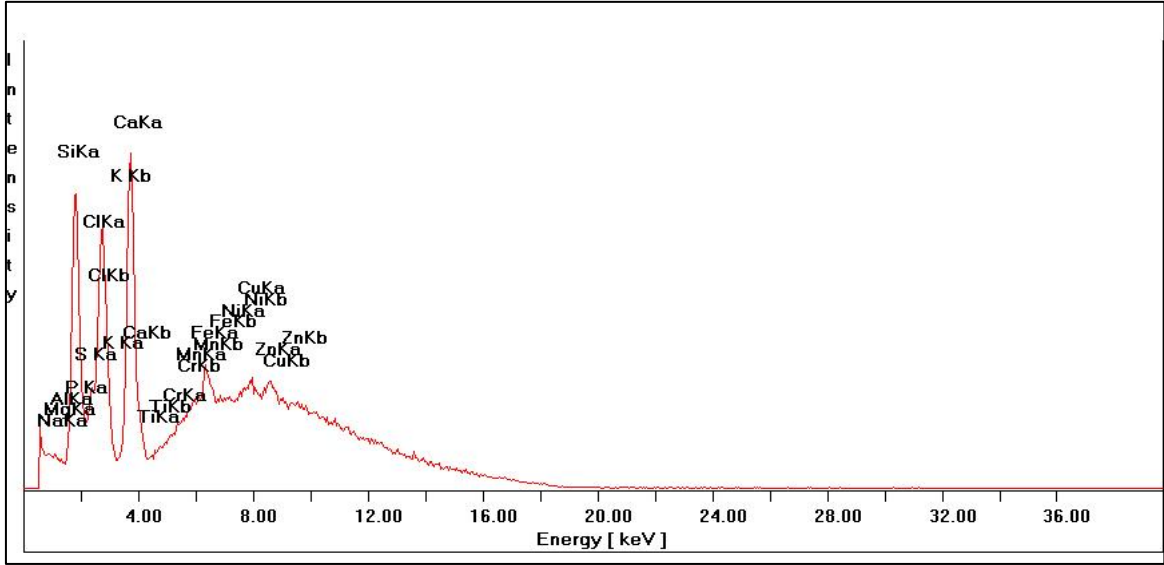
3.2. *Histicostoma caucasicum* (Redicorsev 1936)

İncelenen Materyal: 2♂, 2♀ Trabzon, Maçka, Zitaş yolu (N40°20' 570", E39°18'592"), 1457m 06.07.2013.

Histicostoma caucasicum dişi bireylerinin XRF element analizi sonucunda elde edilen konsantrasyon değerleri incelendiğinde en fazla Ca daha sonra sırasıyla Si, Cl, S, Fe, P, Zn, Al, Mn, Cu, Cr, K, Ni, Na, Ti ve en az Mg, olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. *Histicostoma caucasicum* dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)

Elem:	Net	Wt%	At%	I-Error%	BG	Wt-Error
Na	2.93991	11.8	16.08	20.27	25.16	2.39
Mg	0.51296	0.7	0.9	111.32	24.2	0.78
Al	14.93814	4.25	4.94	4.67	28.97333	0.2
Si	183.8533	29.11	32.47	0.71	36.18	0.21
P	30.81998	6.17	6.24	2.93	45.92	0.18
S	39.51333	4.36	4.26	2.42	48.61333	0.11
Cl	149.02	18.08	15.98	0.85	47.22667	0.16
K	4.76667	0.52	0.41	14.63	34.08	0.08
Ca	266.9267	21.58	16.87	0.57	37.13334	0.12
Ti	1.59333	0.09	0.06	46.12	39.7	0.04
Cr	4.84	0.22	0.13	21.12	75.94	0.05
Mn	14.41333	0.56	0.32	8.14	96.10667	0.05
Fe	36.17334	1.3	0.73	3.58	107.9267	0.05
Ni	3.44	0.12	0.06	38.37	128.9133	0.05
Cu	11.26667	0.42	0.21	11.97	130.7	0.05
Zn	18.44667	0.72	0.35	7.56	136.5267	0.05

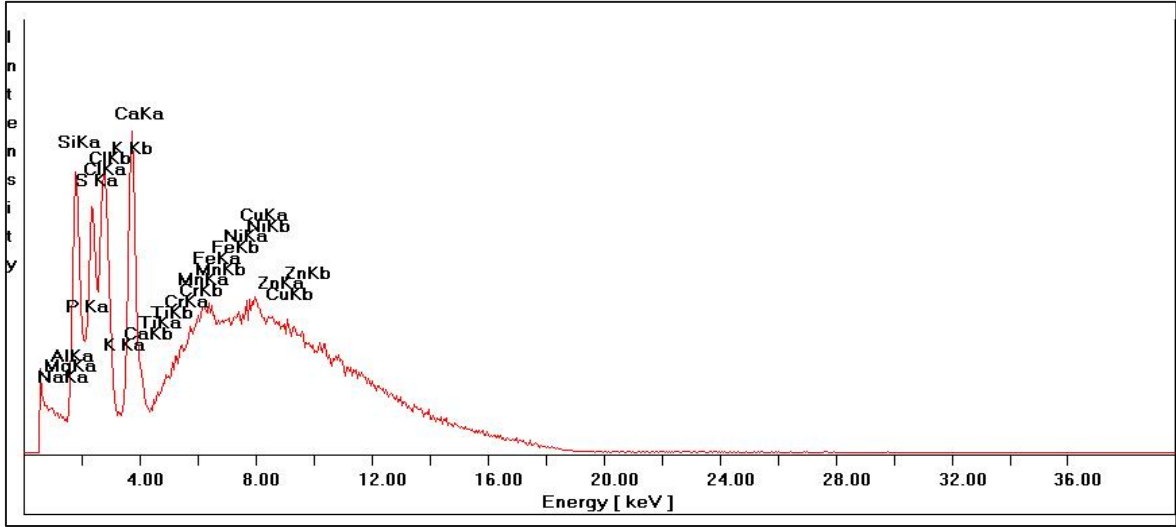


Şekil 3.7. *Histricostoma caucasicum* dişi XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum

Histricostoma caucasicum erkek bireylerinin XRF element analizi sonucunda elde edilen konsantrasyon değerleri incelendiğinde en fazla Ca daha sonra sırasıyla Si, Cl, S, P, Mn, Fe, Cu, Cr, Zn, Al, Na, Ni, K, Mg, ve en az Ti olduğu belirlenmiştir (Tablo 3. 5).

Tablo 3.5. *Histricostoma caucasicum* erkek için element analiz sonuçları
(%konsantrasyon)

Elem:	Net	Wt%	At%	I-Error%	BG	Wt-Error
Na	3.75969	16.79	22.22	15.38	23.2	2.58
Mg	1.75315	2.93	3.66	31.42	21.88	0.92
Al	7.4188	2.69	3.04	8.42	25.53333	0.23
Si	118.9066	23.04	24.96	0.95	35.36	0.22
P	28.07995	6.29	6.18	3.22	47.3	0.2
S	96.95332	12.19	11.57	1.19	50.97333	0.15
Cl	106.1667	15.95	13.69	1.1	49.28	0.18
K	2.74	0.36	0.28	24.52	32.48	0.09
Ca	180.2133	17.11	12.99	0.72	36.89333	0.12
Ti	0.95333	0.06	0.04	83	46.48	0.05
Cr	9.04667	0.45	0.26	12.26	87.67333	0.05
Mn	15.02	0.65	0.36	8.3	109.12	0.05
Fe	14.19333	0.57	0.31	9.2	120.9067	0.05
Ni	3.44667	0.13	0.07	40.15	141.9333	0.05
Cu	12.09333	0.49	0.23	11.62	142.0733	0.06
Zn	7.75333	0.33	0.15	18.29	146.9467	0.06



Şekil 3.8. *Histricostoma caucasicum* erkek ait XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum

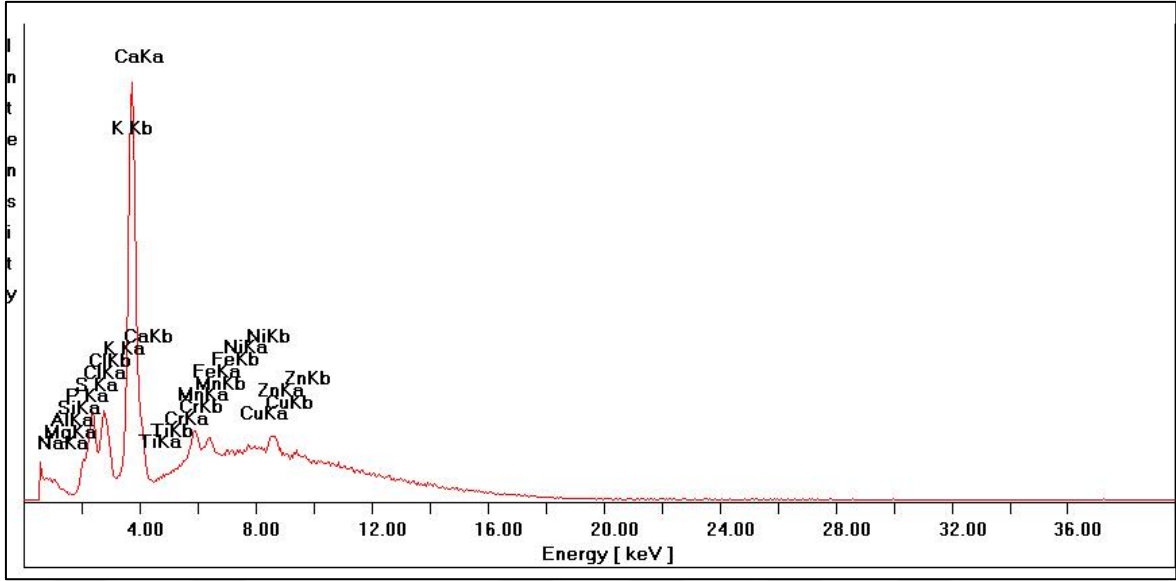
3.3. *Mitopus morio* (Fabricius 1779)

İncelenen Materyal: 2♂, 2♀ TMA-20 Trabzon, Maçka, Çakırgöl yolu (N40°38'654", E39°40' 843"), 1841m, 30.07.2013

Mitopus morio dişi bireylerinin XRF element analizi sonucunda elde edilen konsantrasyon değerleri incelendiğinde en fazla Ca daha sonra sırasıyla S, Cl, Mn, P, Zn, Fe, K, Cu, Na, Cr, Mg, Ni, Al, Si, ve en az Ti olduğu belirlenmiştir (Tablo 3. 6).

Tablo 3.6. *Mitopus morio* dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)

Elem:	Net	Wt%	At%	I-Error%	BG	Wt-Error
Na	13.57889	38.76	49.06	3.54	10.56667	1.37
Mg	6.24661	8.98	10.75	6.53	9.36667	0.59
Al	2.07998	0.67	0.73	17.06	8.40667	0.11
Si	1.80661	0.28	0.29	19.19	8.10667	0.05
P	42.78662	5.15	4.84	1.59	13.21333	0.08
S	102.96	6.75	6.12	0.94	18.32	0.06
Cl	75.9	5.55	4.56	1.2	24.74	0.07
K	19.91333	1.18	0.88	3.84	33.95333	0.05
Ca	599.6133	28.4	20.62	0.35	36.79333	0.1
Ti	1.10667	0.04	0.03	65.35	38.67333	0.03
Cr	9.16667	0.28	0.16	10.66	67.03333	0.03
Mn	54.50667	1.49	0.79	2.22	82.5	0.03
Fe	32.64667	0.82	0.43	3.68	92.18667	0.03
Ni	5.45333	0.13	0.07	22.58	111	0.03
Cu	13.18	0.35	0.16	9.52	111.5867	0.03
Zn	40.84667	1.15	0.51	3.31	116.74	0.04

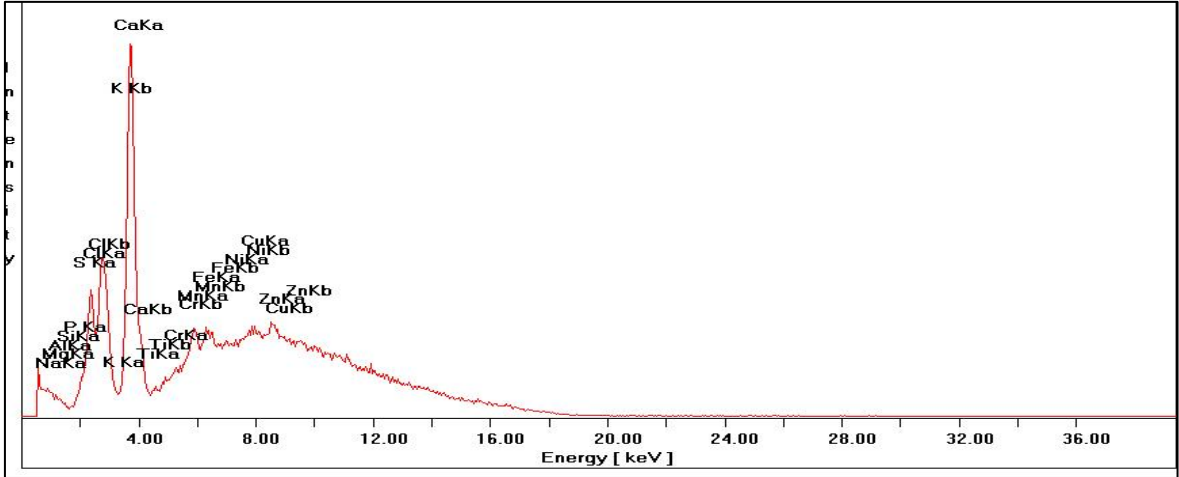


Şekil 3.9. *Mitopus morio* dişi için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum

Mitopus morio erkek bireylerinin XRF element analizi sonucunda elde edilen konsantrasyon değerleri incelendiğinde en fazla Ca daha sonra sırasıyla Cl, S, Mn, Fe, P, Zn, Cu, Na, Ni, Cr, Mg, K, Ti, Al, ve en az Si olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. *Mitopus morio* erkek için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)

Elem:	Net	Wt%	At%	I-Error%	BG	Wt-Error
Na	8.50572	36.05	45.56	5.06	9.65333	1.83
Mg	5.33995	11.14	13.31	7.3	8.72667	0.81
Al	1.83332	0.89	0.96	18.92	8.10667	0.17
Si	1.72664	0.4	0.42	20.71	8.72667	0.08
P	21.78663	3.99	3.75	2.56	12.5	0.1
S	83.76	8.28	7.5	1.04	15.57333	0.09
Cl	92.78	10.68	8.76	1.01	19.18	0.11
K	5.18667	0.51	0.38	11.39	23.57333	0.06
Ca	313.12	23.66	17.15	0.5	25.42	0.12
Ti	2.76667	0.16	0.1	23.17	29.42667	0.04
Cr	6.58	0.3	0.17	13.5	55.85333	0.04
Mn	33.39333	1.34	0.71	3.24	71.25333	0.04
Fe	25.19333	0.93	0.48	4.46	82.23333	0.04
Ni	7.18667	0.26	0.13	16.75	105.12	0.04
Cu	13.34667	0.52	0.24	9.28	108.48	0.05
Zn	21.25333	0.88	0.39	6.11	115.8733	0.05



Şekil 3.10. *Mitopus morio* erkek için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum

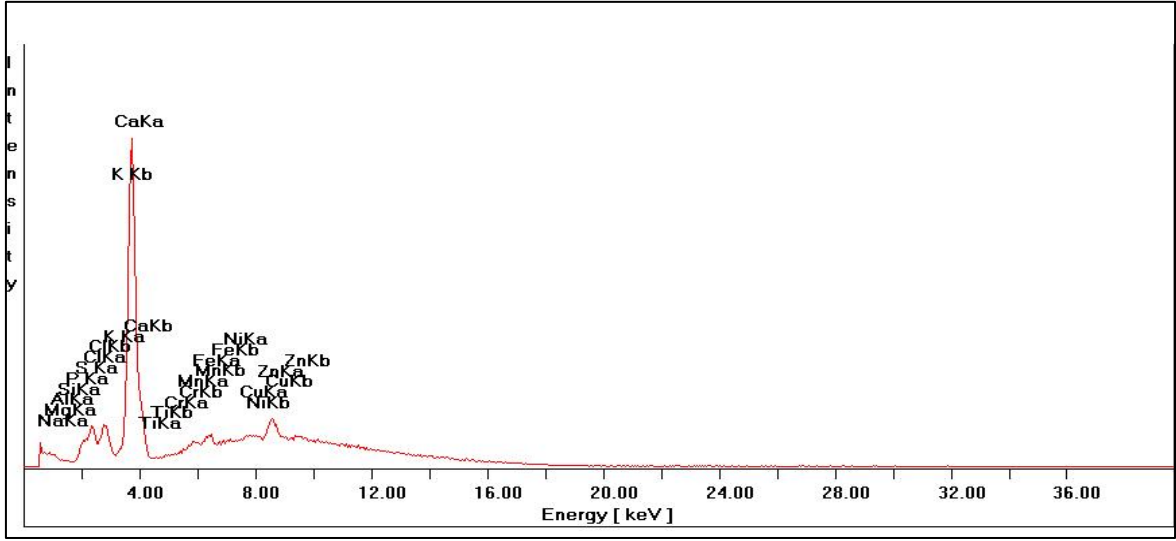
3.4. *Odiellus zecariensis* Mcheidze 1952

İncelenen Materyal: 2♂, 2♀ Trabzon, Maçka, Giresunda yaylası N40°41'716", E39°24'072"

Odiellus zecariensis dişi bireylerinin XRF element analizi sonucunda elde edilen konsantrasyon değerleri incelendiğinde en fazla Ca daha sonra sırasıyla S, Zn, Cl, P, Fe, K, Mn, Cu), Na, Ni, Cr, Si, Mg, Ti), ve en az Al olduğu belirlenmiştir (Tablo 3. 8).

Tablo 3.8. *Odiellus zecariensis* dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)

Elem:	Net	Wt%	At%	I-Error%	BG	Wt-Error
Na	9.29956	34.99	46.59	5.13	12.41333	1.8
Mg	2.49997	4.31	5.43	16.5	11.51333	0.71
Al	1.1333	0.41	0.46	34.79	11.09333	0.14
Si	2.94662	0.51	0.55	13.97	11.23333	0.07
P	40.89997	5.49	5.42	1.69	15.53333	0.09
S	63.88667	4.68	4.47	1.29	19.26	0.06
Cl	48.19333	3.83	3.3	1.66	23.80667	0.06
K	25.69333	1.67	1.3	2.88	28.18	0.05
Ca	709.16	39.27	29.99	0.32	27.88667	0.13
Ti	1.42667	0.08	0.05	40.22	23.98	0.03
Cr	4.01333	0.17	0.1	19.64	44.57333	0.03
Mn	23.18667	0.85	0.47	4.16	58.15333	0.04
Fe	28.29333	0.96	0.53	3.72	68.98666	0.04
Ni	5.14	0.17	0.09	22.03	93.6	0.04
Cu	14.06	0.5	0.24	8.46	99.02666	0.04
Zn	56.42667	2.13	1	2.39	108.1133	0.05

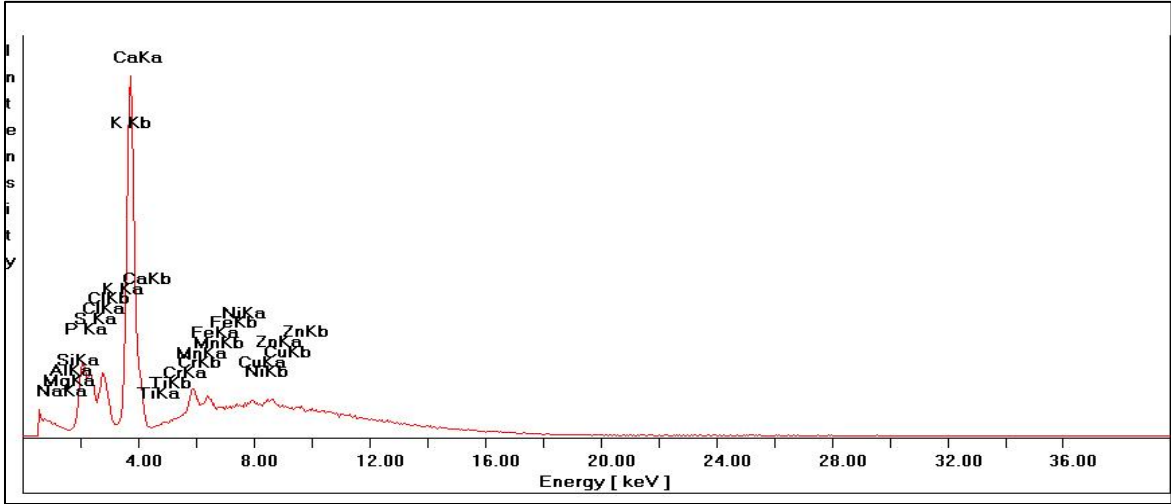


Şekil 3.11. *Odiellus zecariensis* dişi için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum

Odiellus zecariensis erkek bireylerinin XRF element analizi sonucunda elde edilen konsantrasyon değerleri incelendiğinde en fazla Ca daha sonra sırasıyla P, S, Cl, Mn, Fe, Zn, K, Cu, Na, Si, Cr, Ni, Mg, Al, ve en az Ti olduğu belirlenmiştir (Tablo 3. 9).

Tablo 3.9. *Odiellus zecariensis* erkek için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)

Elem:	Net	Wt%	At%	I-Error%	BG	Wt-Error
Na	11.41915	29.55	39.35	4.69	15.84	1.39
Mg	4.77329	5.29	6.66	9.95	14.54	0.53
Al	1.83322	0.44	0.5	24.16	13.79333	0.11
Si	11.09984	1.28	1.4	4.68	14.68	0.06
P	133.1733	12.44	12.29	0.81	19.72	0.1
S	112.7067	6.42	6.13	0.92	23.44	0.06
Cl	83.62	5.28	4.56	1.15	27.70667	0.06
K	16.46	0.85	0.66	4.38	30.74	0.04
Ca	827.8267	34.41	26.28	0.29	30.47333	0.11
Ti	1.48	0.06	0.04	42.22	28.54667	0.02
Cr	8.11333	0.23	0.14	11.11	56.83333	0.03
Mn	67.60667	1.71	0.96	1.77	73.63333	0.03
Fe	38.28667	0.9	0.49	3.09	85.68667	0.03
Ni	6.8	0.15	0.08	18.02	109.16	0.03
Cu	12.68	0.31	0.15	9.89	111.5733	0.03
Zn	25.85333	0.67	0.31	5.11	117.9867	0.03



Şekil 3.12. *Odiellus zecariensis* erkek için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum

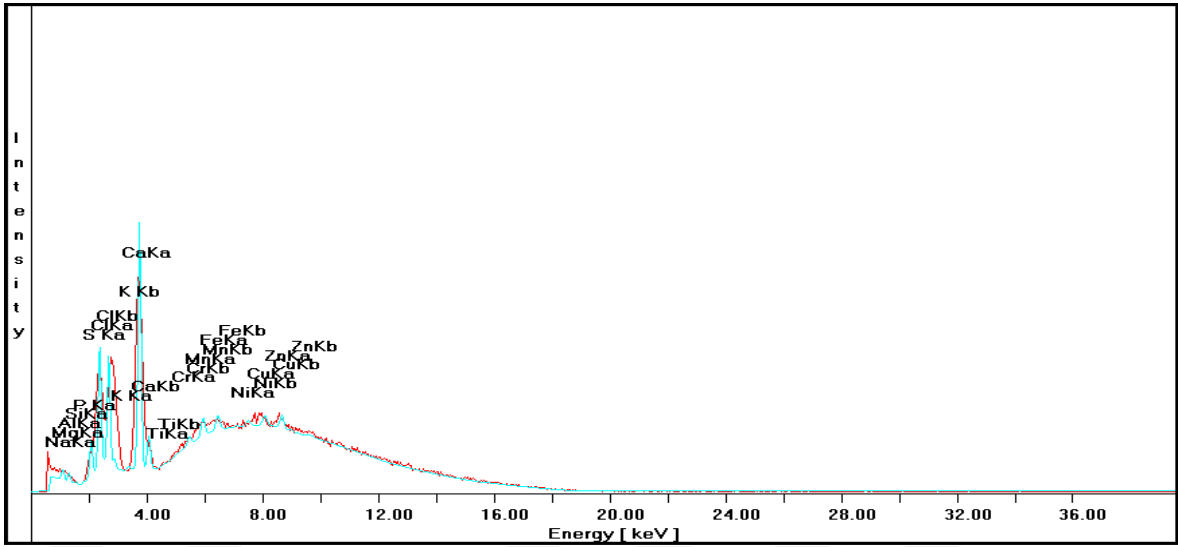
3.5. *Nelima pontica* Charitonov, 1941

İncelenen Materyal: 2♂, 2♀ Trabzon, Maçka, Hamsiköy üstü (N40°22'199", E39°50'430") 1922m, 06.07.201

Nelima pontica dişi bireylerinin XRF element analizi sonucunda elde edilen konsantrasyon değerleri incelendiğinde en fazla Ca daha sonra sırasıyla S, Cl, Zn, Mn, P, Fe, K, Cu, Na, Cr, Mg, Ni, Al, Si, ve en az Ti olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.10).

Tablo 3.10. *Nelima pontica* dişi için element analiz sonuçları (%konsantrasyon)

Elem:	Net	Wt%	At%	I-Error%	BG	Wt-Error
Na	14.12537	36.43	46.44	3.62	12.57333	1.32
Mg	7.29994	9.24	11.13	6.09	11.15333	0.56
Al	2.57998	0.74	0.8	15.06	10.04	0.11
Si	2.17327	0.3	0.31	17.54	9.81333	0.05
P	48.05327	5.17	4.9	1.52	15.93333	0.08
S	141.1733	8.33	7.61	0.79	21.95333	0.07
Cl	107.8733	7.32	6.05	0.98	29.2	0.07
K	22.70667	1.28	0.96	3.56	37.74	0.05
Ca	606.2933	26.87	19.64	0.35	38.92	0.1
Ti	0.74	0.03	0.02	96.03	37.50667	0.03
Cr	7.86667	0.22	0.12	12.25	65.72667	0.03
Mn	48.59333	1.19	0.64	2.45	81.66	0.03
Fe	43.03333	0.98	0.51	2.86	91.82667	0.03
Ni	5.06	0.11	0.06	24.46	112.3733	0.03
Cu	16.15333	0.38	0.18	7.92	114.5667	0.03
Zn	56.38	1.42	0.64	2.5	121.3	0.04



Şekil 3.14. *Nelima pontica* erkek için XRF spektrometre ile ölçülmüş spektrum

Tablo 3.12. Farklı otbiçen türlerine ait ortalama element içerikleri

EL.	<i>G. tenebricosa</i>	<i>H. caucasicum</i>	<i>M. morio</i>	<i>O. zecariensis</i>	<i>N. pontica</i>	Önem Düzeyi
Na	11.63±0.53b	3.35±0.58a	11.04±3.59b	10.36±1.50b	10.99±4.44b	p>0.05
Mg	6.97±0.42c	1.13±0.88a	5.79±0.64bc	3.64±1.61b	6.79±0.73c	p<0.01
Al	2.42±0.10a	11.18±5.32b	1.96±0.17a	1.48±0.49a	2.22±0.51a	p<0.05
Si	2.81±0.13a	151.38±45.92b	1.77±0.06a	7.02±5.77a	0.46±0.41a	p<0.01
P	23.75±8.33a	29.45±1.94a	32.29±14.85a	87.04±65.25a	38.32±13.77a	p>0.05
S	72.93±12.84a	68.23±40.62a	93.36±13.58a	88.30±34.52a	123.16±25.48a	p>0.05
Cl	120.14±8.08b	127.59±30.30b	84.34±11.94ab	65.91±25.05a	98.97±12.59ab	p>0.05
K	9.41±6.65a	3.75±1.43a	12.55±10.41a	21.08±6.53a	12.82±13.98a	p>0.05
Ca	416.64±172.10ab	223.57±61.32a	456.37±202.58ab	768.49±83.91b	414.67±271ab	p>0.05
Ti	1.46±0.59a	1.27±0.45a	1.94±1.17a	1.45±0.04a	0.97±0.32a	p>0.05
Cr	51.71±59.33a	6.94±2.97a	7.87±1.83a	6.06±2.90a	7.81±0.08a	p>0.05
Mn	39.69±13.42a	14.72±0.43a	43.95±14.93a	45.40±31.41a	33.42±21.46a	p>0.05
Fe	39.77±13.63a	25.18±15.54a	28.92±5.27a	33.29±7.07a	28.67±20.31a	p>0.05
Ni	7.53±0.61b	3.44±0.00a	6.32±1.23b	5.97±1.17b	5.36±0.43ab	p<0.05
Cu	16.18±0.67b	11.68±0.58a	13.26±0.12ab	13.37±0.98ab	13.80±3.33ab	p>0.05
Zn	24.27±8.9a	13.10±7.56a	31.05±13.85a	41.14±21.62a	35.87±29.01a	p>0.05

Karabulut vd (2005), yaptıkları çalışmada 3 *Chrysomela* türünde K, Ca, Fe ve Ni inorganik elementlerini tespit etmiş ve bu üç türün elitrasında K, Ca ve Fe konsantrasyonları

arasındaki farkın önemli olmadığını, ancak Ni konsantrasyonunun üç tür arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğunu bulunmuştur. Bu çalışmada ise incelenen 5 tür arasında Mg, Al, Si ve Ni konsantrasyonlarının türler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.12).

Tablo 3.13. Cinsiyete göre otbiçenlerin ortalama element içerikleri

Element	Diş	Erkek	Önem derecesi
Na	10.39±4.57a	8.56±3.12a	p>0.05
Mg	4.65±2.97a	5.08±2.09a	p>0.05
Al	4.64±5.78a	3.06±2.45a	p>0.05
Si	38.34±81.35a	27.04±51.52a	p>0.05
P	38.44±7.95a	45.90±48.99a	p>0.05
S	85.91±38.72a	92.48±19.27a	p>0.05
Cl	101.37±39.96a	97.41±12.57a	p>0.05
K	17.44±8.27b	6.41±5.72a	p<0.05
Ca	544.06±166.62a	367.83±262.71a	p>0.05
Ti	1.18±0.34a	1.65±0.71a	p>0.05
Cr	7.13±2.58a	25.03±38.38a	p>0.05
Mn	37.98±17.93a	32.89±20.90a	p>0.05
Fe	37.91±8.39a	24.42±10.40a	p>0.05
Ni	5.24±1.30a	13.05±1.64a	p>0.05
Cu	14.26±2.21a	13.05±1.64a	p>0.05
Zn	40.53±16.51b	17.64±6.77a	p<0.05

Bowden vd. (1979) *Noctua pronuba* türünün diş bireylerde S, K, Ca, Cu and Zn konsantrasyonlarının önemli farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan erkek ve dişilerde S, Cl, K ve Ca konsantrasyonlarının farklı olduklarını bildirmişlerdir. Erman (2011) *D. persicus* türünün diş ve erkeklerinde Si ve Zn konsantrasyonlarında istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ise K ve Zn konsantrasyonları ve cinsiyet arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olduğu ($p<0.05$) ve diş bireylerde K ve Zn konsantrasyonunun erkeklere oranla daha fazla olduğu görülmüştür (Tablo 3. 13).

Magalhaes vd. (2013) INAA yöntemiyle otbiçen örneklerinde Ba, Br, Ca, Fe, K, Na, Rb, Sc, Sr, Zn elementlerini belirlemişlerdir. Bu tez çalışmasında Kalsiyum (Ca), Kükürt (S), Klor (Cl), Fosfor (P), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Demir (Fe), Bakır (Cu), Sodyum (Na), Krom (Cr), Magnezyum (Mg), Nikel (Ni), Potasyum (K), Alüminyum (Al), Titanyum (Ti),

ve Silisyum (Si) belirlenmiş fakat Ba, Br, Rb, Sc, Sr, elementlerine rastlanılmamıştır. Bu element farklılıklarının yöntem farklılığı ve örneklerin toplandığı habitatlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gallant ve Hochberg (2017) araknida sınıfının kamçılı akrepler takımında ait dış iskelet yapılarında yapmış oldukları EDS yöntemi ile analiz çalışmalarında *Typopeltis dalyi* türünde 12element, *Mastigoproctus giganteus* türünde ise 10 element tespit etmişlerdir. Her iki türde de konsantrasyonu en fazla olan elementler Ca, Cl ve Zn elementleridir. Bu tez çalışmasında ise konsantrasyonu en fazla olan elementler Ca, Cl ve S olduğu belirlenmiştir. Bazı araknidler, böcekler ve çok ayaklılarda kütikula tabakası Ca ile güçlendirebilirler. Eklembacaklıların bir çoğunun beslenme yoluyla kalsiyumu elde ettikleri ve kalsiyumun düşük olduğu ortamlarda Ca rezervleri oluşturdukları düşünülmektedir (Vohland vd., 2003; Gallant ve Hochberg, 2017).

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemizin farklı yerlerinden toplanan *Giljarovya tenebricosa*, *Histicostoma caucasicum*, *Mitopus morio*, *Nelima pontica* ve *Odiellus zecariensis* türlerinin erkek ve dişi bireylerin de XRF de elemental analizi yapıldı. Sonuçta 16 inorganik element (Kalsiyum (Ca), Kükürt (S), Klor (Cl), Fosfor (P), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Demir (Fe), Bakır (Cu), Sodyum (Na), Krom (Cr), Magnezyum (Mg), Nikel (Ni), Potasyum (K), Alüminyum (Al), Titanyum (Ti), ve Silisyum (Si)) belirlendi. Tespit edilen elementlerden en fazla Kalsiyum en az ise Titanyum olduğu belirlendi.

Elemental analizi yapılan örneklerde; Mg, Al, Si ve Ni konsantrasyonlarını türler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Belirlenen diğer elementlerden Na, P, S, Cl, K, CA, Ti, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn konsantrasyonlarının istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Mg konsantrasyonu en az *H. caucasicum* türünde, en fazla ise *G. tenebricosa* ve *N. pontica* türlerinde tespit edilmiştir. Al ve Si konsantrasyonu *H. caucasicum* türünde diğer türlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *G. tenebricosa*, *N. pontica* ve *O. zecariensis* türlerinde ise düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Ni konsantrasyonu en az *H. caucasicum* türünde, *G. tenebricosa*, *N. pontica* ve *O. zecariensis* türlerinde ise düşük olduğu belirlenmiştir.

Cinsiyet farklılığının K ve Zn konsantrasyonu üzerinde istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Dişi bireylerde K ve Zn konsantrasyonun erkeklere oranla daha fazla olduğu görülmüştür (Tablo 3. 13.). Erman (2011) *D. persicus* türünün dişi ve erkeklerinde Si ve Zn konsantrasyonlarında istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Taksonomik karakterler; bir taksonun bağlı bulunduğu bir taksonomik kategorideki diğer taksonlardan ayrılmasını sağlayan; kısacası bir canlının sınıflandırmadaki yerini belli edecek nitelikteki özelliklerdir. İki ayrı cins, tür arasında bulunan bütün değişik morfolojik farklılıkların hepsi taksonomik karakter sayılmaz. Taksonomik karakterler morfolojik karakterler, fizyolojik karakterler, etolojik ekolojik ve coğrafik özellikler olmak üzere beş gruba ayrılır.

Bu çalışma sonucu elde ettiğimiz elemental analiz verileri taksonomik çalışmalarda taksonomik karakter olarak kabul edilemez. Ancak kimyasal analizler sonucu elde edilen veriler, diğer taksonomik karakterlerle tespit edilemeyen önemli farklılıklara işaret eder ve faydalı olabilir. Elemental analizler sonucu elde edilen veriler diğer taksonomik karakterleri destekler nitelikte ise yapılacak çalışmalarımızı daha da güçlü kılar. Ayrıca yapılan

elemental analizler bize türün beslenme rejimi, habitatını ve yaşadığı çevredeki kirlilik ve tahribat hakkında da bilgi verebilir.



5. KAYNAKLAR

- Akdeniz, A., 2016. Doğu Karadeniz Kıyılarında Deniz Salyangozu (*Rapana Venosa*) Türünde Ağır Metal Konsantrasyonlarının EDXRF Yöntemi İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 83s.
- Akman, Ö., Atasever, S., Güçlü, E. ve Gümüş, G., 2010. Alüminyum ve İnsan, 10s.
- Aksoy, T., 2006. Silisyumun Bitki ve Toprakta Bulunuşu Dağılımı ve İnsan Sağlığı için Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 95s.
- Almaz, A.A., 2020. Eski Anadolu Topluluklarında Element Analiziyle Beslenme Üzerine Yapılan Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 189s.
- Atabey, E., 2015. Elementler ve Sağlığa Etkileri. Hacette Üniversitesi Mezotelyoma ve Medikal Jeoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları, Ankara.
- Aydoğan, Z., 2015. Erzurum ve Çevresindeki Sulak Alanlarda Yaşayan Bazı Sucul Böcek (Hydrophilidae) Türlerindeki Ağır Element Birikimlerinin Xrf Analiz Yöntemi İle Araştırılması Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 136s.
- Aydoğan, Z., İncekara, Ü., Gürol, A. ve Darılmaz, M.C., 2020. Measurement of Heavy Metals/Metalloids Levels with Using Dytiscidae (Coleoptera) Species, Collected from Six Different Cities of Turkey Araştırma Makalesi ,7s.
- Ayyüce, 2005. Kahramanmaraş Bölgesindeki Keçi Sütünde Eser Element Analizi. Yüksek Lisans Tezi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2005, Kahramanmaraş, 32s.
- Bayram, A., Çorak, İ. ve Danışman, T., 2007. Ankara-Soğuksu Milli Parkı ve çevresinin otbiçen faunasının araştırılması (Arachnida: Opiliones), Tübitak, Tbag, No: 2437/104T046, Ankara.
- Baysal, A., 2012. Beslenme. Hatipoğlu Yayınları. Ankara.
- Bennett, J.P., 2008. Discrimination of lichen genera and species using element concentrations, Lichenologist, 40(2), 135–151.
- Bolat, İ. ve Kara, Ö., 2017. Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19 (1), 218-228.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ.İ., Paslı, N., Savaşçı, S. ve Kaynaş, S., 2001. Ekoloji II Toprak, ISVAK yayınları No: 6, 460-707.
- Bowden, J., Brown, G. ve Stride T., 1979. The application of X- ray spectrometry to analysis

- of elemental composition (chemoprinting) in the study of migration of *Noctua pronuba*, Ecological Entomology, 4, 199-204.
- Brown, P.H., Welch, R.M. ve Cary, E. E., 1987. Nickel: A micronutrient essential for higher plants, Plant Physiology, 85, 801–803, 8.
- Brown, P.H., Welch, R.M. ve Madison, J.T., 1990. Effect of nickel deficiency on soluble anion amino acid and nitrogen levels in barley, Plant Soil, 125,19–27.
- Carlisle, E.M., 1974. Silicon As An Essential Element, Federation Proceeding, 33(6), 1758-66.
- Chevrizov, B.P., 1979. “Краткий определитель сенокосцев (Opiliones) европейкой части СССР (Kratkiy opredelitel’ senokostsev (Opiliones) evropeykooy chasti SSSR = A brief key to the harvest–spiders (Opiliones) of the European territory of the USSR). Fauna i ecologiya paukoobraznykh (The Fauna and Ecology of Arachnida)”, Trudy Zoologicheskogo Instituta AN SSSR (Proceedings of the Zoological Institute Academy of Sciences of the USSR) 85, 4–27.
- Corratgé-Faillie, C., Jabnounge, M., Zimmermann, S., Véry, A.-A., Fizames, C. ve Sentenac, H. 2010. Potassium and sodium transport in non-animal cells:the Trk/Ktr/HKT transporter family, Cellular and Molecular Life Sciences 67 (15), 2511-2532.
- Çiftçi, N., 2010. Krom (V₁)’Nın Oreochromis Niloticus, Cyprinus Carpio, Clarias Gariepinus İle Callinectes Sapidus’un Dokularında Birikimi, Protein Ve Glikojen Düzeylerine Etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 115 s.
- Çolak C., 2014 Ülkemizde geleneksel tedavilerde yaygın olarak kullanılan bazı tıbbi bitkilerin kök ve çiçeklerinde ağır metal ve mineral besin element tayini. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 174s.
- Dumlupınar, R., Demir, F., Şişman, T., Budak, G., Karabulut, A., Erman, Ö.K. ve Baydaş, E., 2006. Trace element changes during hibernation of *Drosophila melanogaster* by WDXRF analyses at chilling temperature, J Quant Spectrosc Ra, 102(3), 492–498
- Erman, O.K. ve Korkut, T., 2011. Elemental Analysis Of Two Agabus Species (Dytiscidae: Coleoptera) By Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Technique (EDXRF), Fresenius Environmental Bulletin, 20, 358-362.
- Erman, Ö.K., 2011. Elemental Composition in Two Water Beetles (*Dytiscus thianschanicus*, *Dytiscus persicus*) (Dytiscidae: Coleoptera) as Revealed by WDXRF, Spectroscopy Biological Trace Element Research, 143, 1541–1563.
- Erman, Ö.K. ve Gürol, A., 2007. Determination of inorganic element concentrations between two Laccophilus species (Dytiscidae: Coleoptera) by energy dispersive X-ray fluorescence (WDXRF) spectrometry, Fresenius Environmental Bulletin, 16(12b), 1627–1635.

- Erman, Ö.K., Gürol, A. ve Dumlupınar, R., 2006. Determination of inorganic element differences between male and female of a water beetle species, *Agabus bipustulatus* (Dytiscidae: Coleoptera) by WDXRF Analyses, Fresenius Environmental Bulletin, 15(7), 697–703.
- Habashi, F., 1997. Handbook of Extractive Metallurgy, Vol. 2, WILEY-VCH, Germany.
- Fageria, N.K., 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants, CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.
- Fox, R., 2006. “Invertebrate Zoology Online. Chapter18, Chelicerata” <http://lanwebs.lander.edu/faculty/rsfox/invertebrates/leibonum.html>.
- Gallant, J. ve Hochberg, R., 2017. Elemental characterization of the exoskeleton in the whipscorpions *Mastigoproctus giganteus* and *Typopeltis dalyi* (Arachnida: Thelyphonida), Invertebrate Biology, 136(3), 345–359.
- Güneş, A. ve Sönmez, O., 2019. Kükürt Uygulamalarına Bağlı Olarak Hıyar Bitkisinin (*Cucumis sativus* L.) Antioksidant Enzim Aktivitesindeki Değişimler, İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2), 1186-1192.
- Hillyard, P.D. ve Sankey, J.H.P., 1990. Harvestmen: Keys and notes for the identification of the species Synopses of the British Fauna (Linnean Society of London), E.J. Brill 1-120.
- Jones, L.H.P. ve Handreck, K.A., 1967. Silica In Soils, Plants And Animals, Advances Agronomy, 19, 107-149.
- Kabata-Pendias, A. ve Mukherjee, A.B., 2007. Trace Elements from Soil to Human, Springer Berlin Heidelberg New York, 1-519.
- Kanışkan, N., Açıkkalp, E., Caner, N. ve Güven, A., 1996. Temel Kimya, Ed.: Zor, L., Anadolu Üniversitesi Yayınları. Eskişehir. No: 672.
- Karabulut, A., Aslan, İ., Dumlupınar, R., Tıraşoğlu, E. ve Budak, G., 2005. Determination of trace elements in three *Chrysomela* (Coleoptera, Chrysomelidae) species by EDXRF analyses, J Quant Spectrosc Ra, 94(3–4), 373– 378.
- Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö. ve Timur, S., 2004. Metallerin Çevresel Etkileri –II, İTÜ Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Metalürji Dergisi, 1-137.
- Kurt, K., 2005. Niğde ili ve Çevresinde Yayılış Gösteren Opiliones (Otbiçen)’in (Familya: Gargrellidae, Phalangidae, Ischyropsalididae) Sistematığı, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, 69s.
- Kurt, K., 2013. Gümüşhane ve Bayburt illerinin otbiçen (Arachnida: Opiliones) faunası, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 147s.

- Kury, A.B., 2012. A synopsis of catalogs and checklists of harvestmen (Arachnida, Opiliones), Zootaxa, 3184, 35–58.
- Küçük, İ., Kaykılarlı, C. ve Borand, G., 2018. X – ışını floresans spektroskopisi (xrf) deney föyü. Bursa Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği bölümü ders notları, 1-11.
- Lasocki, S., Baron, G., Driss, F., Westerman, M., Puy, H., Boutron, I., Beaumont, C. ve Montravers, P., 2010. Diagnostic accuracy of serum hepcidin for iron deficiency in critically ill patients with anemia, Intensive Care Medicine 36 (6), 1044-1048.
- Magalhães, M.R.L., Fonseca, F.Y., Franca, E.J., Fernandes, E.A., Bacchi, M.A., Paiva, J.D.S ve Clovis, A.H., 2013. Chemical elements in invertebrate orders for environmental quality studies. 2013 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2013 Recife, PE, Brazil, November 24-29, 2013
- Moe, Sharon M. (2008). Disorders Involving Calcium, Phosphorus, and Magnesium, Primary Care: Clinics in Office Practice, 35(2), 215-237.
- O'Brien W.J., 1997. Dental materials and their selection, 2nd ed, ed by WJ O'Brien, Quintessence Pub co Inc, Carol stream, Illinois.
- Oktay, F., Güğçerçin. S. ve Yıldırım. S.T. 2020. Demir elementinin hastalıkların oluşumu ve tedavisindeki önemi, Türk Farmakope Dergisi, 5(4), 95-108.
- Onat, T., Emerk, K. ve Söğmen, E.Y. 2006. İnsan Biyokimyası. Palme Yayıncılık Türkiye.2: 606-607, Ankara
- Purves D. 1985. Trace-element contamination of the environment. Amsterdam, Elsevier.
- Reddi, A.S. 2014. Disorders of Potassium: Hypokalemia. Fluid, Electrolyte and Acid-Base Disorders, 161-176.
- Sağlam, E., 2018. Çatak Çay'ında Yetişen Kırmızı Benekli Alabalık İle Tesislerde Yetiştirilen Bazı Alabalık Türlerinin Eser Element Ve Ağır Metal Düzeylerinin Karşılaştırılması Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 65s.
- Sevim, Ö., 2018. Ağrı'da Yetişen Çeşitli Tıbbi Bitkilerin Bazı Makro Ve Mikro Element İçeriklerinin Belirlenmesi ve Metabolik Enzimlere Etkileri Yüksek Lisans Tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı, 62s.
- Schwarz, K., 1974. Recent Dietary Trace Element Research, Exemplified By Tin, Fluorine, and Silicon. Fed. Proc. 33, 1734-1748.
- Tan, J., Zhang, T., Jiang, L., Chi, J., Hu, D., Pan, Q., Wang, D. ve Zhang, Z., 2011. Regulation of Intracellular Manganese Homeostasis by Kufor-Rakeb Syndrome associated ATP13A2 Protein, The Journal of Biological Chemistry,

286(34), 29654–29662.

Vohland, K., Furch, K. ve Adis, J. 2003. Contrasting central Amazonian rainforests and their influence on chemical properties of the cuticle of two millipede species – a first study. Tropical Ecology, 44: 235–241.

Wakeel, A., Farooq, M., Qadir, M. ve Schubert, S. 2011. Potassium Substitution by Sodium in Plants,. Critical Reviews in Plant Sciences, 30 (4), 401-413.



ÖZGEÇMİŞ

Adem ALTINTAŞ İlk öğrenimini Şiran Mithat Paşa İlk Öğretim okulunda okudu. 2005 yılında Şiran Fatih Sultan Mehmet Ç. P. Lisesinden mezun oldu. 2013 yılın da Şiran Meslek Yüksek Okulunu birincilikle bitirdi. Aynı yıl Dikey Geçiş sınavında başarılı olarak Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümüne geçiş yaptı ve 15.06.2016 tarihinde mezun oldu. 2017 yılın da Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Öğrenimine başladı ve öğrenimi devam etmektedir. Türkiye Tarım Kredi Kooperatifleri Trabzon Bölge 84 Sayılı Akçaabat Tarım Kredi Kooperatifinde Yetkili Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.