



GİRESUN
ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GİRESUN'DA YETİŞEN VE SATIŞA SUNULAN BAZI
BİTKİ TÜRLERİNDEKİ BESİN ELEMENTLERİNİN
VE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**KİMYA
ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**Çiğdem DİZDAR
192106001**

2022

GİRESUN

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

**GİRESUN'DA YETİŞEN VE SATIŞA SUNULAN BAZI
BİTKİ TÜRLERİNDEKİ BESİN ELEMENTLERİNİN
VE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin Adı SOYADI : Çiğdem DİZDAR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :

Enstitü Anabilim : Kimya Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aysun TÜRKMEN

**OCAK 2022
GİRESUN**

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

**GİRESUN'DA YETİŞEN VE SATIŞA SUNULAN BAZI
BİTKİ TÜRLERİNDEKİ BESİN ELEMENTLERİNİN
VE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çiğdem DİZDAR

Enstitü Anabilim Dalı : Kimya Anabilim Dalı

Bu tez 10/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr.
Özlem KORKUT
Jüri Başkanı**

**Prof. Dr.
Aysun TÜRKMEN
Üye**

**Doç. Dr.
Murat YOLCU
Üye**

**Doç. Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Çiğdem DİZDAR

10/12/2022

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında ve tez konumun belirlenmesinde büyük bir özveriyle ve titizlikle hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan, bilgi, tecrübe ve deneyimleri ile bana yardımcı olan ve yol gösteren her türlü olanağı sağlayamaya çalışan danışmanım Sayın Prof. Dr. Aysun TÜRKMEN' e içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince her zaman bana tüm desteği, ilgiyi ve yardımı gösteren annem ve babama daima yanımda olan ve büyük anlayış ve sabır gösteren ablam kardeşlerime teşekkür ederim.

Çalışmamızı maddi olarak destekleyen Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına (Proje No: FEN-BAP-A-270220-26) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VIII
ÖZET.....	IX
SUMMARY	X
 BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	 1
 BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	 3
2.1. Metaller ve Çevreye Yayınımı	3
2.2. Bitkilerin Metallere Tepkisi	4
2.3. Ağır Metallerin Bitkilere Etkisi	5
2.4. Ağır Metallerin Toprağa Etkileri	6
2.5. Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri	8
2.6. Metaller ve Biyolojik Önemleri	8
2.6.1. Kadmiyum.....	9
2.6.2. Kurşun	10
2.6.3. Demir	11
2.6.4. Çinko	12
2.6.5. Bakır.....	13
2.6.6. Alüminyum	13
2.6.7. Krom	14
2.6.8. Kobalt.....	15
2.7.9. Mangan.....	15

2.6.10. Nikel.....	16
2.6.11. Gümüş	17
2.6.12. Lityum.....	17
2.6.13. Sodyum	18
2.6.14. Magnezyum.....	18
2.6.15. Bor.....	19
2.6.16. Potasyum.....	20
2.6.17. Kalsiyum	20
2.7. Bitki Örneklerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	21
2.7.1. Nane	21
2.7.2. Altın otu	22
2.7.3. Kekik.....	23
2.7.4. Isırgan otu	24
2.7.5. Kuşburnu.....	25
2.7.6. Ihlamur	26
2.7.7. Çay	27
 BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Araştırma Alanı.....	29
3.2. Kimyasal Analiz.....	31
3.3. İstatistik Analiz	32
3.4. ICP-OES.....	33
 BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Bitki Örneklerine Ait Element Konsantrasyonları.....	35
4.2. Bitkilere Ait Metal Konsantrasyon Değişim Grafikleri	43
4.3. İliteratür Araştırması ve Tartışma	48
 BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	62
 KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	0

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Ag	: Gümüş
Al	: Alüminyum
Ar	: Argon
Ag ₂ S	: Argentit
AgCl	: Gümüş klorür
B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
FeCuS ₂	: Kalkopirit
HNO ₃	: Nitrik asit
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
K	: Potasyum
Li	: Lityum
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
Na	: Sodyum
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
PbCO ₃	: Serüsit
PbS	: Galena
PbSO ₄	: Anglesit
Zn	: Çinko

ANOVA	: Varyans analizi
°C	: Derece santigrat
ICP-OES	: İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometri
IAA	: İndol asetik asit
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
mg	: Miligram
mg kg-1	: Miligram/ kilogram
mL	: Mililitre
kg	: Kilogram
pH	: Power of Hydrojen
ppm	: Milyonda bir kısım
TKKY	: Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği
µg g-1	: Mikrogram/gram
µg	: Mikrogram
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kuru nane yaprakları.....	21
Şekil 2.2. Altın otu	22
Şekil 2.3. Kekik.....	23
Şekil 2.4. Taze ısırgan otu	24
Şekil 2.5. Kuru kuşburnu	25
Şekil 2.6. Ihlamur çiçek/yaprak	26
Şekil 2.8. Çay bahçesi	27
Şekil 2.9. Yeşil çay	28
Şekil 3.1. Numunelerin hazırlık aşaması.....	30
Şekil 3.2. Numunelerin alındığı ilçeler.....	30
Şekil 3.3. Numunelerin alındığı bölgeler	31
Tablo 3.2. Mikroalga şartları tablosu	31
Şekil 3.4. Numunelerin analize hazırlık aşaması	32
Şekil 3.4. ICP-OES Cihazının bir modeli	34
Şekil 4.1. Bitki örneklerinde bulunan Cd miktarı kıyaslama grafiği	43
Şekil 4.2. Bitki örneklerinde bulunan Pb miktarı kıyaslama grafiği.....	43
Şekil 4.3. Bitki örneklerinde bulunan Fe miktarı kıyaslama grafiği	44
Şekil 4.4. Bitki örneklerinde bulunan Zn miktarı kıyaslama grafiği	44
Şekil 4.5. Bitki örneklerinde bulunan Cu miktarı kıyaslama grafiği	44
Şekil 4.6. Bitki örneklerinde bulunan Al miktarı kıyaslama grafiği	45
Şekil 4.7. Bitki örneklerinde bulunan Cr miktarı kıyaslama grafiği.....	45
Şekil 4.8. Bitki örneklerinde bulunan Co miktarı kıyaslama grafiği	45
Şekil 4.9. Bitki örneklerinde bulunan Mn miktarı kıyaslama grafiği	46
Şekil 4.10. Bitki örneklerinde bulunan Ni miktarı kıyaslama grafiği.....	46
Şekil 4.11. Bitki örneklerinde bulunan Li miktarı kıyaslama grafiği.....	46
Şekil 4.12. Bitki örneklerinde bulunan Na miktarı kıyaslama grafiği	47

Şekil 4.13. Bitki örneklerinde bulunan Mg miktarı kıyaslama grafiğı	47
Şekil 4.14. Bitki örneklerinde bulunan B miktarı kıyaslama grafiğı	47
Şekil 4.15. Bitki örneklerinde bulunan K miktarı kıyaslama grafiğı	48



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Bazı ağır metallerin gereklilik ve kirleticilik yönünden sınıflandırılması ..	4
Tablo 2.2. Kirli topraklarda bulunması ön görülen ağır metal ve kaynakları	7
Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan bitkiler ve organları	30
Tablo 3.2. Mikrodalga şartları tablosu	31
Tablo 4.1. Giresun da farklı noktalardan alınan bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içeriği (mg/kg)	36
Tablo 4.2. Giresun da doğadan alınan bitki örneklerine ait metal içerikleri (mg/kg) Anova sonuçları	38
Tablo 4.3. Giresun da aktarlardan alınan bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içerikleri (mg/kg)	39
Tablo 4.4. Giresun da aktardan alınan bitki örneklerine ait metal içerikleri (mg/kg) Anova sonuçları	41
Tablo 4.5. Giresun da doğadan toplanan ve aktardan alınmış bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içerikleri	42
Tablo 5.1. Bitkilerde kabul edilen metal referans sınır değerleri (mg/kg)	62

GİRESUN'DA YETİŞEN VE SATIŞA SUNULAN BAZI BİTKİ TÜRLERİNDEKİ BESİN ELEMENTLERİNİN VE AĞIR METAL İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışma Giresun'da yetişen 7 farklı bitki örnekleri (nane, altın otu, yaş çay, kekik, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur) ve Giresun merkez aktarlarından temin edilmiş 7 farklı bitki örneklerinin (Nane, altın otu, yeşil çay, kekik, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur) besin element ve ağır metal içeriğini ICP-QES cihazı ile belirlemek için yapılmıştır. Çalışma kapsamında toplanan bitki örneklerinde Cd, Pb, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co, Mn, Ni, Ag, Li, Na, Mg, B ve K olmak üzere 16 element konsantrasyonları belirlenmiştir. Aktardan alınan bitli örneklerinde ise Cd, Pb, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co, Mn, Ni, Ag, Li, Na, Mg, B, K ve Ca olmak üzere 17 element konsantrasyonları belirlenmiştir.

Giresun da farklı noktalardan toplanan bitki örnekleri arasında ortalama Cd miktarı 0,62 mg/kg, Pb miktarı 0,44 mg/kg, Fe 153 mg/kg, Zn 44,5 mg/kg, Cu 11,1 mg/kg, Al 926 mg/kg, Cr 1,64 mg/kg, Co 0,48 mg/kg, Mn 588 mg/kg, Ni 2,51 mg/kg, Li, 0,18 mg/kg, Na 656 mg/kg, Mg 3503 mg/kg, B 26,7 mg/kg ve K 22527 mg/kg olarak belirlenmiştir. Giresun da aktarlardan alınan bitki örneklerine ait ortalama Cd miktarı 0,04 mg/kg, Pb miktarı 1,18 mg/kg, Fe 366 mg/kg, Zn 20,7 mg/kg, Cu 10,1 mg/kg, Al 571 mg/kg, Cr 2,64 mg/kg, Co 0,14 mg/kg, Mn 258 mg/kg, Ni 3,96 mg/kg, Li, 0,44 mg/kg, Na 636 mg/kg, Mg 3354 mg/kg, B 23,6 mg/kg, K 32396 mg/kg ve Ca 14753 mg/kg olarak bulunmuştur. Ayrıca tüm bitki örneklerinde Ag değeri limit değerlerin altında olarak belirlenmiştir.

Sonuçlar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi yardımıyla istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Bulunan değerler literatür çalışmaları ve WHO'nun müsaade edilen limit değerleri ile kıyaslanmıştır.

Anahtar kelimeler: Giresun, Tıbbi bitki, Ağır Metal, ICP-OES, Besin element

DETERMINATION OF NUTRIENT ELEMENTS AND HEAVY METAL CONTENT IN SOME PLANT SPECIES GROWN IN GİRESUN AND OFFERED FOR SALE

SUMMARY

In this study, 7 different plant samples grown within the boundaries of Giresun province (mint, golden grass, wet tea, thyme, nettle, rosehips, and lime) obtained from 7 different plant samples and the transfer of Giresun province (mint, golden grass, green tea, thyme, nettle, rosehips, and lime) elemental concentrations ICP-harvest kitchen device QES-up: to determine the levels of heavy metal and mineral substances are reviewed. The concentrations of 16 elements including Ni, Cd, Pb, Zn, Ag, Li, Co, Fr, Cu, Mn, Fe, Mg, Al, B, Na and K were determined in the plant samples collected within the scope of the study. The concentrations of 17 elements, Ni, Cd, Pb, Zn, Ag, Li, Co, Fr, Cu, Mn, Fe, Mg, Al, B, Na, K and Ca, were determined in the bit samples taken from the study.

The plant samples collected from different points of the province of Giresun, the average between the amount of Cd 0,62 mg/kg, the amount of Pb was 0.44 mg/kg Fe 153 mg/kg, Zn to 44.5 mg/kg, Fr 11,1 mg/kg, Al 926 mg/kg, Cr 1,64 mg/kg, Co 0,48 mg/kg, Mn 588 mg/kg for NI 2.51 mg/kg, Li, 0,18 mg/kg, Na 656 mg/kg, Mg 3503 mg/kg B 26,7 mg/kg and K 22527 mg/kg was determined as. The average of the amount of transfer from different plant specimens Giresun CD 0,04 mg/kg, the amount of Pb to 1.18 mg/kg Fe 366 mg/kg, Zn 20,7 mg/kg, Fr 10.1 mg/kg, Al 571 mg/kg, Cr 2,64 mg/kg, Co and 0.14 mg/kg, Mn 258 mg/kg, Ni 3,96 mg/kg, Li, 0.44 mg/kg, Na 636 mg/kg, Mg 3354 mg/kg, B their 23.6 mg/kg 32396 K mg/kg, and we 14753 mg/kg was found. In addition, the Ag value was determined below the limit values in all plant samples.

The results were evaluated statistically using one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey test. The values found were compared with the literature studies and the permissible limit values of WHO.

Keywords: Giresun, Medical plant, Heavy metal, ICP-OES, Nutritional elements

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsan var olduğu zamandan günümüze kadar bitkilere gerek günlük hayatta gerekse hastalıkları tedavi etmek amacıyla başvurmuşlardır (Baytop, 1999). Hastalıkların tedavisinde kullanılan bitkilerin kök, yaprak, çiçek, meyve gibi çeşitli kısımlarının tedavi değerinin olduğu ve bu bitkisel tedavi yöntemi genellikle deneme yanılma yöntemi şeklinde bulunup (Anonim, 2015), günümüze uzun yıllar boyunca tecrübelerle kuşaktan kuşağa aktararak ve birikim oluşturarak gelmiştir (Colombo ve ark. 2011).

Tıbbi bitki, doğadan alınan veya kültürü yapılan, alternatif tıpta başvurduğumuz veya ilaç sektöründe de yararlandığımız, aromatik bitkiler ise koku ve aroma özelliği olan bitkilere denilmektedir (Sezik, 2014). Ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkiler; nane, kekik gibi aromatik bitkiler koku ve tat verici özelliği yüksek olduğu için özellikle yemeklerde sıklıkla tercih edilmektedir. Adaçayı, ıhlamur, defne, kuşburnu gibi bitkiler ise tarımı olmadan doğadan toplanmaktadır (Bayram ve ark. 2010; Gül ve Çelik, 2016).

Dünyada tahmin edilen bitki türü sayısı 1 000 000 civarında olduğu düşünülmektedir. Yaklaşık olarak dünya genelinde tıbbi amaç için kullanılan bitki türlerinin 20 bin ile 70 bin arasında olduğu bildirilmiştir (Toksoy ve ark. 2003). Ülkemiz de tıbbi bitki çeşitliliği açısından oldukça zengin olup, 11148 bitki türü, bunun da 3616'sı endemik (Tümen, 2012), bin kadarı tıbbi amaç için kullanılmakta olduğu belirtilmiştir (Kaya, 2010).

Yapılan arkeolojik kazılarda ilk çağa ait bulgularda insanların bitkileri sağlık alanına dahil edip ve günlük alanda da yiyecek olarak kullandıklarına rastlamışlardır (Koçyiğit, 2005). Bitkilerin tedavi amacı ile kullanımı Çin'de MÖ 2700'lü yıllara

kadar dayanmaktadır (Baytop, 1999). Eski Mısır tarihinde ölen insanları mumyalama yapmak için bitkilerden, gıdaların yanında farklı ekstraktlar oluşturmak için kullandıkları bildirmiştir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013).

Günümüzde de tıp, gıda, baharat, koku, kozmetik, ilaç, sanayi, gibi çeşitli amaçlar için kullanımı bulunmaktadır (Bayraktar ve ark. 2017). Artan kimyasal içerikli ve sentetik ilaçların halk sağlığına olumsuz yan etkilerinin ortaya çıkmasından dolayı bitkilere olan rağbeti daha da artırmaktadır. Tıp bilimi ilerlemiş olmasına rağmen modern tıpta da bitkilerden elde edilen ilaçlardan yararlanılmaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

Tıbbi ve aromatik bitkilerde sürdürülebilir üretim ve pazar potansiyelini açısından önemli olması ve ağır metallerin toksik olmasından dolayı Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2007) bitkilerde bulunma sınır aralıkları belirlemiştir. Ayrıca bu bitkiler besin elementleri miktarları açısından da üzerinde önemle durulacak konu olup söz konusu barındırdıkları ağır metaller sağlık açısından için risk taşıyabilmektedir.

Tıbbi ve aromatik bitkiler farklı toprak şartlarında farklı ekolojik koşullarda yetiştirilmekte ve yetiştirilme koşullarına göre içeriğinde farklılıklar oluşmaktadır. Çalışmamız Türkiye’de kullanılan tıbbi bitkilerde ağır metallerin ve mineral besin seviyelerinin periyodik olarak değerlendirilmesinde tıbbi bitkilerin güvenliği ve kalitesinin sürekliliği için bir örnek olması açısından önemlidir.

Çalışmamızda Doğu Karadeniz Bölgesi’nde bulunan Giresun coğrafi konumu açısından yaşanmış Çernobil nükleer santral kazasından sonra radyasyonla kontamine olması yöre halkı tarafından yaygın kullanımı olan kendiliğinden yetişen ve tarımı yapılan nane, kuşburnu, ıhlamur, altın otu, kekik, ısırgan otu ve çay bitkileri ile farklı aktarlardan temin edilen aynı bitki materyallerinin ağır metal ve besin element içerikleri belirlenmiş ve bundan sonra yapılacak bilimsel çalışmalara da ışık tutacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Metaller ve Çevreye Yayınımı

Ağır metal kavramı daha çok çevre sorunu olduğunda ortaya çıkmakta ve yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile zehirleyici veya toksik metal olarak tarif edilmektedir. Aynı zamanda yüksek konsantrasyonlarda canlı bünyesine bulunduğu ona zarar veren metallere toksik metaller veya ağır metaller denilmektedir (Dağdeviren, 2007).

Ağır metal fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm³ 'ten daha yüksek olan metaller olarak tanımlanmaktadır (Okçu ve ark. 2009). Bu metal grup içerisine 70'e yakın element bulunmakta ancak 20 element (Mn, Fe, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Tl, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al vb.) öne çıkmaktadır.

Ağır metallerin bazıları (Zn, Fe, Cu, Mn, vb) canlılar için gereklidir (Dağhan, 2011). Pb, Co, Cd gibi toksik ağır metaller, biyolojik olarak parçalanamadıkları ve canlı organizmalarda birikebildikleri için düşük konsantrasyonlarda bile biyolojik sistemler üzerinde zararlı etkiye neden olmaktadır (Pehlivan, 2009).

Çeşitli kaynaklardan oluşan metal kirliliği (Li, 1981; Goyer ve ark. 1989), başta endüstriyel faaliyetler, taşıtlardan kaynaklı egzoz gazları, maden yatakları, volkanik faaliyetler, kentsel atıklar, rüzgâr etkisi, tarım ilaçları, gübreler (Stresty ve Madhava Rao, 1999) ve farklı sektörlerden biyosfere aşırı bir şekilde ağır metal yayılmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2007). Yıldız (2004) tarafından belirtilmiş bazı ağır metallerin gerekliliği ve kirleticilik durumu Tablo 2.1.'de gösterilmektedir.

Ağır metaller çevresel kirlenmeye neden olduğundan dolayı dünya genelini ilgilendiren ciddi bir sorun olup, gelişen sanayi ile bunu önlemek mümkün olmamaktadır (Yıldız ve Şekeroğlu, 2013). Bu durum bitkiler üzerinde ürün kaybı ve beraberinde birçok olumsuzluğa neden olmaktadır (Munzuroğlu ve Gür, 2000).

Tablo 2.1. Bazı ağır metallerin gereklilik ve kirleticilik yönünden sınıflandırılması (Yıldız, 2004)

Ağır Metal	Gereklilik	Kirleticilik
Gümüş	Gerekli değil	Kirletici
Kadmiyum	Gerekli değil	Kirletici
Krom	Gerekli	Kirletici
Kobalt	Gerekli	Kirletici
Bakır	Gerekli	Kirletici
Demir	Gerekli	Kirletici
Cıva	Gerekli değil	Kirletici
Mangan	Gerekli	Kirletici değil
Kurşun	Gerekli değil	Kirletici
Nikel	Gerekli	Kirletici
Kalay	Gerekli değil	Kirletici
Çinko	Gerekli	Kirletici

2.2. Bitkilerin Metallere Tepkisi

Bitkiler, içerdikleri zengin mineral ve vitaminleriyle canlılar için vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. Bitkilerin gelişmeleri için de elementlere ihtiyaçları vardır. Bitki gelişimi için gerekli olan bu elementlere, “Bitki besin elementleri” denilmektedir.

Yıldız (2003) bitkilerin gelişmesi için C, H, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B, CL, Mo 17 elementin mutlak gerekli, Co, Al, Na, Si, Ni gibi elementlerin, bazı bitki gelişimine yararlı elementler olduğunu bildirmiştir. Somers (1974) ise Cd, Cr, Hg ve Pb gibi elementlerin mutlak gerekli olmayıp eser miktarlarında bile toksik etki olan ağır metaller olarak bildirmiştir.

Bitkiler gelişmesi ve fizyolojik dönem tamamlamak için ihtiyaç duyduğu maddeleri kökleri yardımıyla topraktan alıp ksilem ile gövde ve yapraklarına taşımaktadır. Bitkilerin var olan bu maddeleri dışardan aldığı görüşü de düşünülmektedir (Brohi ve ark. 1994). Bitki gelişimi için gerekli element olsun veya olmasın ağır metallerin doku ve organlardaki aşırı birikimi bitkilerin vejetatif ve generatif organlarında olumsuz etkiye neden olmaktadır (Gür ve ark. 2004). Bitkilerin ağır metal toksitesine karşı; metal iyonlarının hareketsizleştirilmesi, dışlanması, şelasyonu ve bölümlere ayrılmasını, stres proteinleri gibi daha genel stres yanıt mekanizmalarının ifadesini gibi şekillerde karşılık vermektedir (Cobbett, 2000).

2.3. Ağır Metallerin Bitkilere Etkisi

Toksisite kavramı, metalden metale ve organizmadan organizmaya da değişiklik göstermektedir. Maruz kalınan toksite bitkide abiyotik stresene neden olmaktadır (Abolghassem ve ark. 2015).

Bitkilerin karşı kaldığı çevresel stres faktörlerine karşı toleransları, stres faktörüne, strese maruz kalma süresine, bitki türüne ve strese maruz kalan doku veya organının yapısına bağlı olarak değişmektedir (Gür ve ark. 2004). Bu değişikliğin olumlu veya olumsuz etkiler elementin çeşidi ve miktarına bağlı olmayıp farklı türlerin genetik esaslı fizyolojik davranışları ile ilgili olabileceği belirtilmiştir (Haktanır ve Arcak, 1998).

Bitkilerin gelişimi ve canlılığı açısından, ağır metallerin tür ve miktarı, yarayışlılığı, zararın şiddetin türü ve hatta zarar oluşum süreci, kendi oksidasyon durumlarına bağlı olarak yüksek tepki verebileceği ve sonucunda da çoğu organizmaların zarar görebileceği düşünülmelidir (Pinto ve ark. 2003; Okçu ve ark. 2009).

Bitkilerde bazı ağır metaller fitotoksik sorunlara neden olmakta, fotosentez, transpirasyon, enzim aktivitesi, klorofil biyosentezi, çimlenme gibi önemli olayları olumsuz yönde etki etmektedir (Phalsson, 1989). Bitkiler söz konusu ağır metale maruz kaldığında, bitkide verim düşmekte, kalite bozuklukları görülmekte ve ağır

metal kalıntısı tüketicinin ilgisini azaltmakta, ihracatı olumsuz etkileyip ve ekonomik kayıp oluşturmaktadır (Yerli ve ark. 2020).

2.4. Ağır Metallerin Toprağa Etkileri

Bitkiler, insanlar ve tüm canlıların yaşamlarını devam edebilmeleri için en temel kaynak olarak toprağa ihtiyaç duymaktadır. Bitkiler, gerekli bitki besin maddelerinin çoğunu topraktan karşılamakta ve bünyelerinde bulundurduğu element değerleri ile yetiştiği toprakta bulunan element değerleri son derece önemlidir.

Toprak bünyesinde, yüksek seviyelerde ağır metallerin bulunması toprak kalitesinin bozulmasına, ürünlerden alınan verim ve kalitesinde azalmaya neden olmaktadır (Terzi ve Yıldız, 2011).

Toprak metal içeriğindeki fazlalaşma genellikle endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu alanlarda artmaktadır. Ama uzun mesafeli atmosferik taşınımın da etkili olabileceği düşünüldüğünde, endüstriyel merkezlerinin uzak bölgelerinde de yüksek metal konsantrasyonları tespit edilebilmektedir. (Yaylalı Abanuz, 2011).

Toprak bulunan toksik metaller bitkiler tarafından alınarak doku ve organlarda aşırı birikim göstermekte vejetatif ve generatif organların gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir (Gür ve ark. 2004). Tablo 2.2.'de Toprakta bulunan ağır metallerin insanların oluşturduğu (antropojenik) bazı kaynakları ve toprakta biriken ağır metaller belirtilmiştir.

Tablo 2.2. Kirli topraklarda bulunması ön görülen ağır metal ve kaynakları (Zincirlioglu, 2013; Çelebi ve Gök, 2018)

Antropojenik Kaynaklar	Ağır Metal Türleri
Gübreler (fosfatlı)	Kadmiyum, Kurşun, Arsenik, mangan, çinko
Kireç	Kurşun, Arsenik
Pestisitler	Kurşun, Arsenik, Civa
Atık çamur	Kadmiyum, Kurşun, Arsenik
Gübre	Arsenik, Selenyum
Otomobiller	Kurşun, vanadyum
Maden sahaları	Kadmiyum, Civa, Arsenik
Boya	Kadmiyum, Kurşun
Çöp döküm alanları	Kadmiyum, Kurşun, Arsenik
Fosil yakıtlar	Kurşun, Arsenik, Selenyum
Aerosoller	Kadmiyum, Kurşun, Arsenik

Bitkiler, metaller ile kirlenmiş toprakta büyümeleri için üç temel strateji geliştirmektedir (Baker ve Walker, 1990):

1. Metal dışlayıcılar; Topraktaki metal miktarı üzerinde bulunan miktarın hava yolu ile girişini engelleyen ve köklerinde metallerin geniş oranını kontrol altında tutan bitkiler.
2. Metal indikatörler; Metalleri Dokular üzerinde biriktirip ve topraktaki metal seviyeleri genellikle bitki dokularındaki metal seviyelerini gösteren bitkiler.
3. Toplayıcılar; Toprakta bulunan metalleri yüksek miktarda kendi dokularında bulunduran bitkiler.

Toprakta pH, redoks şartları, organik madde miktarı, Ca, Mg ve P gibi elementlerin bolluğu elementlerin bitki bünyesine alınmasında etkili olmaktadır (Kabata-Pendias ve Pendias, 2004).

Aşırı yağışlara nedeniyle yıkanmalar, toprağın pH'sını düşürmekte topraklarda asitleşmeye neden olmakta ve asitleşen toprak bitki bünyesine alınan bazı ağır metallerin absorpsiyonunu artırmaktadır (Mc Bride, 1994; Aydemir 200). Örneğin toprağın pH'sı 4'ün altına düştüğünde, çay bitkisi normal olarak gelişmediği ve kaliteli yaş yaprak alınamadığı bu durumda ise kaliteli çay yetiştirilemediği belirtilmiştir (Taban ve ark. 2006).

Toprakta düşük pH değerlerinde toksik etki yapabilecek düzeyde çözünürlüğü artan Al ve Mn gibi bazı bitki besin elementlerinin toksik etkileri, kireç ile ayarlama yapıldığında azalmakta olduğu belirtilmiştir (Kant ve ark. 2006; Barik ve ark. 2013). Aynı zamanda bitkilerin Ca ve Mg ihtiyaçlarını karşılamaktadır ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini de düzeltmektedir (Oster, 1982; Sumner, 1990).

2.5. Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri

Günlük hayatta bitkiler, insan beslenmesi açısından son derece önemlidir. İnsanlar açısından gerekli olan minerallerin günlük alınması gerekli mineral türüne göre genellikle birkaç µg/gün ile g/gün arasında değişmektedir. İnsanlar için gerekli olan miktarın alınmaması halinde eksiklik oluşmaya başlarken, bazı minerallerin önerilen dozların üzerinde alınması halinde ise toksite söz konusu olmaktadır (Tosun, 2009).

Başgel ve Erdemoğlu (2005) 70 kg ağırlığında bir insanın günlük olarak alabileceği mineral miktarlarını değişik bitkisel çayların kullanımı ile olarak çeşitli elementlerde; 500 mg/gün Ca, 300 mg/gün Mg, 15 mg/gün Fe, 5 mg/gün Al, 2,8 mg/gün Mn, 15 mg/gün Zn, 2,5 mg/gün Cu, 1,6 mg/gün, mg/gün Ni, 0,05–0,2 mg/gün Cr, 0,04 mg/gün Co, Cd ise 0,415 mg/gün Pb, 0,057 mg/gün olarak rapor etmiştir.

Ağır metallerin toksik etkileri insanların vücut yapısına bağlı olarak kanser gibi çok ciddi sağlık sorunlarına, akciğer hastalıklarına, kalp, kan bozukluğu, doğurganlık ve gebelikte sinir sistemi bozukluklarına, cilt hastalıklarına neden olabilmektedir (Özbolat ve Tuli, 2016).

2.6. Metaller ve Biyolojik Önemleri

Bu çalışmada değerlendirilecek olan ağır metal ve mineral besin elementlerinin (Cd, Cr, Ni, Pb, Co, Ag, Li, B, Al, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Zn ve Ca) kimyasal, fiziksel ve biyolojik etkileri anlatılmıştır.

2.6.1. Kadmiyum

Kadmiyum (Cd), atom sayısı 48, yoğunluğu 8,65 ve erime noktası 320,9 °C olan yumuşak, dövülebilir ve gümüşümsü beyaz renkte metalik bir elementtir.

Kadmiyumun suda çözünme özelliğinin yüksek olmasından dolayı doğada yayılım hızı da oldukça yüksektir bu da çevre kirliliğindeki rolünü artırmaktadır. Kadmiyum elementi elektrik, pil, seramik, boya ve akü sanayinde geniş kullanım alanına sahiptir.

Kadmiyum; ekosistemde en tehlikeli ağır metal kirleticilerinden biri olup insan, hayvan ve bitkiler için toksik etkili bir elementtir (Öktüren ve ark. 2007). İnsanlar günlük hayatta sigara dumanı, su boruları, kahve, çay, kömür yakılması, kabuklu deniz ürünleri, tohum aşamasında kullanılan gübreler ve endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazları gibi sebeplerle kadmiyum elementine maruz kalmaktadırlar.

İlk olarak Japonya'nın Toyama bölgesinde deniz ürünlerinin tüketilmesi sonucunda "İtai itai hastalığı" diğer adı "Ouchi hastalığı" olan bir kadmiyum zehirlenme yaşanmıştır. Bu ismi alma sebebinin de hastaların eklem ya da çıkan kemik ağrıları nedeniyle çıkarmış olduğu iniltilerine benzetilip hastalığa "inleme" anlamına gelerek verilmiştir (Ertem, 2011).

Toprağa karışan kadmiyum %54-58'nin fosforlu gübrelerden, %39-47'sinin atmosferden ve %2-5'nin kanalizasyon atıklarının kullanımından kaynaklı olduğu, topraktaki toplam miktarını değil, hareketliliği ve organik veya inorganik kompleksler halinde bulunması önemli olacağı belirtilmiştir (Alloway ve Steinnes 1999).

Bitki yaşamında kadmiyum özellikle su boruları, fosil yakıtlar kullanılması, özellikle fosfatlı gübreler, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunmakta fazla kullanımında ise kadmiyum kirliliği oluşmaktadır (Bilgiç Alkaya ve ark. 2015).

Bitkiler tarafından yüksek düzeyde kadmiyum alındığında bitkinin protein sentezi, fotosentez, klorofil sentezi, enzim aktivasyonu, azot ve karbonhidrat metabolizması

gibi çeşitli metabolik bozulmalar meydana gelmektedir (Mengel ve Kirkby, 2001; Özbolat ve Kara, 2017). Kadmiyum, bitkilerin çeşitli elementleri (K, Ca, P, Mg) alınması, taşınması ve kullanılmasına da müdahale etmektedir (Aksu, 2018).

2.6.2. Kurşun

Kurşun (Pb), atom numarası 82, atom ağırlığı 207,2, erime noktası 327,5 °C, özgül ağırlığı 11.34 g/cm³ olan 4A grubu elementi ve bir ağır metaldir. Doğada 4 izotopu bulunur ve kütle numaraları 208, 206, 207 ve 204'tür. Doğada en çok bulunan kurşun bileşikleri; DüNDAR (2005) sülfür içeren galena (PbS), karbonat içeren serüsit (PbCO₃) ve sülfat içeren anglesittir (PbSO₄) olarak bildirmiştir.

Kurşun ve bileşiklerinin doğada bol bulunan ve vücutta hiçbir fonksiyonu olmayan biriken toksik element olmasına rağmen yaygın kullanımı vardır. Gıda maddelerinin tatlandırmak amacı için kullanımı, kozmetik alanı, dekoratif ve süsleme sanayinde, kurşunlu otomobil yakıtları, tabak ve kap üretiminde, boru ve oluklarda, kurşun içeren boya sanayinde oldukça genişletmek mümkündür (Okçu ve ark. 2009).

Kurşun atmosfere ve toprağa daha çok insan faaliyeti ile yayılır. Toplumlar arasında kurşun kaynakları ülkeler arasında farklılık bulunmaktadır. ABD de en önemli kurşun kaynağının eski boyalı evlerden kaynaklandığını ülkemizde ise kurşunlu benzin kullanımından kaynaklı egzoz gazlarından olduğu literatürlerde belirtilmiştir (Özmert, 2003).

Genel olarak kurşun kaynakları taşıtlar nedeniyle oluşan egzozları, akü, petrol, sanayi atıkları, elektrik, boya ve pestisitlerdir. Söz konusu elementin atmosfere ve toprağa yayılmasında ekolojik denge bir takım zarara uğramaktadırlar (Aksoy, 1995; Saygıdeğer, 1995). Yapılan çalışmalarda araçların az olduğu topraklarda 3,75 kg/dekar, şehir merkezine yakın az araç trafiğinin olduğu bölgelerde ise kurşun miktarı 250 kg/dekar olarak ölçülmüştür (Günay, 1993; Tezcan, 2009).

Bitkiler açısından aşırı kurşun alınımı çeşitli fizyolojik mekanizmalarla engellenmektedir, fakat bir şekilde bitkiler topraktan belirli miktarlarda kurşunu almakta ve çeşitli dokularında depolayabilmektedirler (Sawidis ve ark. 1995).

2.6.3. Demir

Demir (Fe), atom numarası 26, atom ağırlığı 55,845, yoğunluğu 7,8 olan, erime noktası 1538 °C ve kaynama noktası 2861 °C' dir. Periyodik tabloda 8B grubunda 4. periyotta bulunmaktadır. Yumuşak, gümüş beyazı renginde, dövülmeye ve işlenmeye çok elverişli bir metalik elementtir. Demir insanlar, hayvanlar ve bitkiler için mutlaka gerekli olup yer kabuğunda çok bulunan elementlerden biridir.

Demir eksikliği bitkilerde bulunmakla beraber insanların temel maddesi olduğundan beslenme yoluyla insan ve hayvanlara geçerek olumsuz etkilere neden olmaktadır. Demir elementi canlı organizmalarda, solunum, hücre bölünmesi, terleme, klorofil biyosentezi gibi birçok biyokimyasal ve biyolojik olayları gerçekleşmesi için önemlidir (Eisenstein, 1998). Ayrıca demir fotosentez işleminden sorumlu bir element olup bitkilerde klorofil pigmentinin sentezi için gereklidir (Zengin, 2005). Toprakta demir eksikliği daha çok alkalın ve kireçli topraklarda görülmektedir.

Bitki demiri kullanabilmesi için demirin Fe^{+3} halinden Fe^{+2} haline indirgenmesi gerekir. Bitkilerdeki demir noksanlığı yeteri kadar topraklarda demir miktarının bulunmadığında değil, aslında bitkide ve toprakta demirin yarayışlılığını etkileyen etmenlerden kaynaklanmaktadır (Kacar ve Katkat., 2009). Bu etmenlere pH yüksekliği kalsiyum karbonat, toprak çözeltisinde aşırı Ca^{+2} ve HCO_3^- iyonları konsantrasyonu ve demirin diğer elementlerle etkileşimi gibi örneklemek mümkündür. (Anonima, 2021).

Demir eksikliği bitkide verim ve kalite düşürmektedir. Bitkilerde yaşlıya nazaran daha çok genç yapraklarda özellikle de yeni büyüyen bitkilerde demir noksanlığına rastlanmaktadır (Kacar ve Katkat, 2010).

2.6.4. Çinko

Çinko (Zn), atom numarası 30 olan elementinin yoğunluğa 7,14 g/cm³, erime noktası 419°C ve kaynama noktası 907 °C'dir. Bu metal, geçiş metalleri grubunda yer almaktadır.

İnsan ve hayvanlarda olduğu gibi bitkilerde de önemli işlevleri olan çinko esansiyel bir metaldir. Çinko, havada, suda, pek çok besin maddesinde bulunmaktadır (Baş ve Demet, 1992).

Toprakta inko noksanlığını fazla çinkoya ihtiyaç duyan bitkilerin yetiştiği topraklar ile bazik ve kireçli topraklarda görülmektedir (Gadriner ve Miller, 2008; Bolat ve Kara, 2017). Çinkonun bitki köklerine ulaşabilmesi için toprak nemi ile çinko arasında ilişki bulunmakta ve bitkilerin çinko beslenmesi uzun süre kuru kalan toprakta riske girmektedir (Kacar ve Katkat, 2007).

Çinko bitki gelişmesi için mutlak gerekli olan iz elementten birisidir. Küçük miktarlarda gerekli ihtiyaç duyulmasına rağmen eksikliğinde önemli verim kalite kayıplarına neden olmaktadır. Bitkinin büyümesi ve gelişmesinde çok yönlü etkileri bulunan çinko elementinin toprağın katı yüzeylerinde adsorbe edilmiş Zn⁺² formunda ve toprak çözeltisinde çözünmüş durumda yararlanırlar (Alloway, 2008).

Çinko noksanlığı gösteren bitkilerde indol asetik asit (IAA) miktarının az olması indol asetik asit (IAA) sentezindeki gerilemeye ve oluşan indol asetik asitin (IAA) hızlı şekilde parçalanmasına dayanmaktadır (Kacar ve Katkat, 1998). Çinko noksanlığı, bitkilerde klorofil içeriğinde azalmaya neden olurken yaprak oluşumunu da olumsuz etkilemekte, yaprakta küçülme, boğumlar arasının kısılması, yaprak deformasyonu ve rozetleşme görülmektedir (Kacar ve Katkat, 2007).

İnsanlarda inko eksikliğinde bağlı olarak sa dökülmesi, deri hastalıkları, zayıf bir bağışıklık sistemi, kısa boyluluk, zekâ gelişiminde yetersizlik gibi sorunlar meydana gelmektedir (Welch ve ark. 2004).

2.6.5. Bakır

Bakır (Cu) elementinin atom numarası 29, erime noktası 1084,62 °C ve kaynama noktası 2562 °C' dir. Periyodik cetvelde IB grubunda, yer kabuğunda ortalama 70 mg/kg civarında bulunmaktadır. Yaygın bulunan formu ise kalkopirit (FeCuS_2) mineralinde olduğu gibi sülfürler formudur (Anonimb, 2021).

Bakır elementi ve bileşikleri günümüzde yaygın kullanımı bulunmakta daha çok; pil, akü, lehim, petrol-boya sanayi, cam, seramiklerin renklendirilmesi, boru ve kapların parlatılması ve insektisit sanayi elektrik, elektronik kablo ve kaplamalarında, oto radyatörleri, fungusit, biosit, böcek zehiri ve anti bakteriyel madde olarak tarımda yaygın kullanılmaktadır (Anonimc, 2021).

Vücuda fazla alınan bakır bazı enzimlerin çalışmasını engellemekte ve toksik etki yapmaktadır. Yiyecek ve içeceklere bakır bulaşan kaplardan metalik bakırın oksitlenerek karışmasıyla veya bilinçli bir şekilde bakır tuzlarının tüketilmesi sonucunda “Bakır Çalığı” olarak bilinen zehirlenme yaşanmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2004).

Bakır toprakta Cu^{+2} halinde bulunmaktadır. Genellikle bakır noksanlığına kaba tekstürlü, kireçli, organik maddece zengin topraklarda rastlanmaktadır. Bitkilerin bakır ihtiyacı genellikle düşük düzeydedir. Bitkide bakır elementi genç yapraklardan yaşlı yapraklara taşınabilmektedir.

2.6.6. Alüminyum

Alüminyum (Al) periyodik sistemin 3A grubunda yer almaktadır. Alüminyum atom numarası 13, yoğunluğu $2,7 \text{ g/cm}^3$ tür. Erime sıcaklığı 660 °C, kaynama sıcaklığı ise 2519 °C'dir. Yumuşak, hafif bir metal olup mat gümüşümsü renge sahiptir (Anonimd, 2021).

Alüminyum inşaat, ulaştırma, elektrik ve elektronik, kaplama, seramik, makine ve ekipman sektörlerinde, uçak, otomobil kimya ve gıda sanayinde yaygın kullanılmaktadır. Alüminyum hafif, kolay işlenebilme, korozyona karşı dirençli, soğuk ve sıcak ortamda şekillenebilme gibi oldukça geniş kullanım alanı bulunmaktadır (Alan, 2008). Dolayısıyla da insanlar sık sık alüminyum elementine maruz kalmaktadır.

Alüminyum elementi suda, havada, bitkilerde, bazı baharat ve besinlerde bulunmaktadır. Bitkinin gen yapı durumu, toprak koşulları gıdalarda alüminyum birikmesinde neden olmaktadır (Street ve ark. 2007). Alüminyum yüksek miktarda içeren besinler arasında çay bir istisnadır. Çay, yüksek asitli topraklarda yetişmekte ve alüminyum içermektedir, yetiştiği toprakta yeterince bulunmazsa çay kalitesi düşmektedir (Özyazıcı ve ark. 2013).

Günümüzde insan sağlığı ile ilişkisi artan alüminyum elementi yüksek konsantrasyon ya da düşük dozlarına uzun süreli maruz kalındığında sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Alzheimer hastalığının da vücutta aşırı alüminyum birikmesi sonucunda ortaya çıktığı tahmin edilmektedir (Bakar ve Baba, 2009).

2.6.7. Krom

Krom elementi (Cr) yoğunluğu, 7,19 g/cm³ tür. Kaynama noktası 2665 °C ve erime noktası 1875 °C' dir. Krom, dünyada en fazla bulunan yedinci element olup tatsız ve kokusuz özelliğe sahip aynı zamanda bir ağır metaldir (Cervantes ve ark. 2001).

Krom deri endüstrisinde, patlayıcı maddeler, seramik, paslanmaz çelik üretimi, metalürji endüstrisinde, cam, cila, boya fabrikalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Cr, Cr (III) ve Cr (VI) olmak üzere 3 şekilde krom bileşikleri bulunur. Krom bileşiklerin bu üç formunun yüksek oranlarda alınması halinde toksik etkiler görülebilmektedir. Bitkide düşük derişimlerde bulunan krom, bitki büyümesi açısından teşvik edici olabilmektedir fakat, toksik seviyeye ulaşan kromun verim ve kaliteyi azalttığı (Khan ve ark. 2000), besin ve su dengesini bozduğu, fide gelişimini ile tohum çimlenmesi,

olumsuz etkileyip, antioksidant enzimlerin aktivitesinde değişimlere ve fotosentetik pigmentlerde bozulmalara neden olduğu bildirilmiştir (Choudhury ve Panda 2005; Ali, 2011; Akçın, 2019).

2.6.8. Kobalt

Kobalt (Cr), atom numarası 27, yoğunluğu 8,90 g/cm³ tür. Periyodik cetvelde 8B grubunda yer almaktadır. Kobalt, yer kabuğunun %0,001'ini oluşturmakta ve doğada yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Kobaltın kimyasal özellikleri Ni ve Fe elementleri ile benzerlik göstermektedir.

Kobalt elementi günlük besin ihtiyacımızda çok düşük miktarda ihtiyaç duyulmaktadır. İnsanlar, kobalt elementini daha çok B12 vitamini kaynaklarıyla alıp, hayvansal gıdalarında en iyi kobalt kaynağı olduğu gösterilmektedir (Sezgin, 2019).

Vücuda fazla alınan kobalt elementi akciğer ve kalpte hasar ve işlev bozukluğu, kan şekeri, kolesterol, kanser, düşük yapma ve kısırlık gibi hastalıklar görülebilmektedir (Dissanayake, 1991; Akpınar, 2005; Adiloğlu ve Sağlam, 2015).

Kobalt, bitki bünyesinde toksik etkisini ilk olarak bitki köklerinde göstermekte ve sistemin bozulmasına neden olmaktadır. Ayrıca karotenoid miktarını arttırmakta ve klorofila ve klorofilb miktarlarında hasar oluşturmaktadır (Zengin ve Munzuroğlu, 2005).

2.7.9. Mangan

Mangan (Mn), yoğunluğu 7,21 g/cm³ olup, atom numarası 25, erime noktası 1246 °C ve kaynama noktası 2061 °C'dir. Periyodik tablonun 4. periyot 7B grubunda bulunmaktadır.

Mangan yaşam için gerekli bir eser elementtir, birçok enzim ve proteinin yapısında bulunmaktadır. Ancak günlük alım miktarı 10-20 mg'dan fazla olunca merkezi sinir sistemine zarar vermektedir (Nadaska ve ark. 2012).

Bitkilerin mangan içerikleri bitkilerin yetiştirme ortamlarına bağlı olarak, tür ve çeşitlerine göre değişiklik göstermektedir. Bitkiler diğer mikro elementlere göre daha fazla mangan içermektedir ve mangan bitkide fotosentez için mutlak gerekli bir elementtir. Bitkiler mangan toksitesi durumunda bodur kalmaktadır, yapraklar sararmakta, kenarlarında sarı lekeler görülmektedir (Kıl ve Paksoy, 2014).

2.6.10. Nikel

Nikel elementi (Ni), yoğunluğu 8,9 g/cm³, atom numarası 28, erime noktası 455 °C ve kaynama noktası 2913 °C olan bir elementtir.

Nikel, DNA ve RNA'da yer aldığı özel yapılarının korunmasında etkinlik gösterdiği düşünülmektedir (Baysal, 2002). Nikelin bir bitkiler için mutlak gerekli olup olmadığı tam olarak netliğe kavuşmazken, nikel eksikliği söz konusu olduğunda bitkide üreaz ve hidrogenaz gibi enzimlerin yapı maddesini oluşturduğu için üre formundaki gübrelerden bitkiler yararlanamadığı görülmüştür (Kacar ve Katkat, 2007).

Nikel elementi ister uzun süre maruz kalınsın isterse yüksek dozda alınması halinde her canlıda toksik etkisi göstermekte, etkilenme söz konusu olduğunda da insanlar ve hayvanlarda dermatitler ve solunum sistemi bozukluklarıyla belli olan zehirlenmelere neden olduğu belirtilmiştir (Şanlı, 2002).

Diğer elementlerde de olduğu gibi nikel kirliliğinin başlıca nedenlerinden biri sanayi gelmektedir. Nikel, bakır ve çelik sanayisinde, kömür gibi fosil yakıtların yanmasında boya, madencilikte karşımıza çıkmaktadır (Seven ve ark. 2008). Bunların yanında gübreler, kimyasal ilaçlar, nikel katkılı dizel yakıtlar ve motor yağlarının egzozla yayılması, yerleşim yeri, rafineri ve kanalizasyon atıkları da birer nikel kaynağı olup

bu atıklar havaya ve toprağa dağılmakta ve buradan da bitkilere geçişi kolay olmaktadır (Kabata-Pendias, Pendias, 2001).

2.6.11. Gümüş

Gümüş (Ag) elementi, yoğunluğu 10,5 g/cm³, atom numarası 47, erime noktası 961,78 °C ve kaynama noktası 2162 °C'dir. Periyodik tabloda IB grubunda bulunmaktadır. Bütün metallerin içinden rengi en beyaz olan parlak, değerli bir metalik elementtir. Gümüşün çoğu bileşiklerinde ⁺¹ değerliklidir. Gümüş elementi, bazı bitki türlerinde, deniz suyunda ve bazı ot yiyen hayvanların kanlarında az miktarda olsa bulunmaktadır (Aktaş, 2019).

Gümüş, yer kabuğuna dağılmış bileşikler halinde bulunmaktadır. En çok rastlanan gümüş filizleri; argentit (Ag₂S) ve gümüş klorür (AgCl) olduğu bildirilmiştir. Gümüş, antimikrobiyal madde olarak birçok önemli avantaja sahiptir. Bu avantajlar; gümüşün çok geniş spektrumlu bir antibiyotik özelliğe sahip olması, gümüşte bakteri direncinin neredeyse hiç bulunmaması ve düşük derişimde toksik olmamasıdır (Rai ve ark. 2009).

Gümüş elementi MÖ 3100Mısırlılar MÖ 2500 yıllarında Çinliler ve Farslar tarafından kullanılmıştır. Yunan tarihinde Atina'daki gümüş madenlerine rastlanmaktadır. MÖ 800 yıllarına doğru gümüş, Nil nehri havalisinde para olarak kullanılmaya başlanmıştır. Endüstrinin ilerledikçe daha karışık ve saf olmayan gümüş filizleri üzerinde çalışılmaya başlandı. Bugün gümüş büyük bir nisbette bakır, kurşun ve çinko üretimindeki yan ürünlerden elde edilmektedir (Anonime, 2021).

2.6.12. Lityum

Lityum (Li) elementi, atom numarası 3, yoğunluğu 0,5 g/cm³ tür. Erime noktası 180,5 °C, kaynama noktası 1330 °C'dir. Periyodik tabloda 1. grupta alkali metal olarak bulunmakta ve yoğunluğu en düşük olan metal olup doğada saf halde bulunmamaktadır (Anonime, 2022).

Li doğal olarak oluşan bir element olup yeryüzü kabuğunda %0,006 oranında yer almaktadır (Habashı, 1997). Lityum, elektronik, parfüm, plastik, ilaç endüstrisi gibi yaygın kullanıma sahiptir (Kjqlholt ve ark. 2003).

Lityum pil bileşenlerinden daha az zehirli olması ve daha uzun ömürlü olmasından dolayı da bazı elektronik cihazların pillerinde kullanımı tercih edilmektedir (Çifçi ve ark. 2019).

2.6.13. Sodyum

Sodyum (Na), kütle olarak litosferin yaklaşık 2, 6'sını oluşturmaktadır. Doğada serbest halde bulunmayan oldukça etkin bir elementtir.

İnsan yaşamı için önemli olup, insanın vücudunda sodyum dengesi bozulduğunda anormal değişimler olmaktadır. Sodyum elementi insan vücudunun sıvı dengesini düzenler, sinir uyarılarının iletiminde görev alır, kasların kasılmasını ve gevşemesini sağlar, kan basıncının korunmasını sağlar ve sağlıklı tansiyon için gerekli olan bir elementtir (Anonimb, 2022).

Bitkiler sodyumu Na^+ iyonu şeklinde almakta, sodyum elementi kimyasal yönden potasyuma benzemektedir (Anonimd, 2022). Pek çok bitki için sodyum mutlak gerekli bir bitki besin elementi olsa da yüksek dozdaki Na bitkilere toksiktir. Ancak, tarım topraklarının yeteri kadar Na içerdiği ve çeşitli yollarla toprağa sodyumun karışmakta olduğundan sodyum noksanlığı genelde bitkilerde görülmemektedir (Anonimf, 2021).

2.6.14. Magnezyum

Magnezyumun (Mg) elementi, atom numarası 12, atom ağırlığı 24,312 mol/g, yoğunluğu 1,738 g/cm³ ve en hafif metallerden biridir. Periyodik cetvelde 2A grubunda yer almaktadır.

Magnezyum, toprakta bol miktarda bulunup, topraktan bitkilere geçişi kolay olmakta ve beslenme yoluyla insan vücutuna alınmaktadır. Bu element vücutumuz için önemli görevleri olan mineralden biridir. Protein sentezi sırasında enerji oluşumu ve enerjinin transferinde, kas ve sinir sisteminde rol almaktadır (Çakır, 2001).

Bitki hücrelerinde Mg^{+2} genellikle, inorganik tuzlar şeklinde hücre özsuyunda, klorofil molekülünün yapısında ve sitoplazmada bileşikler halinde bulmaktadır (Gilliham ve ark. 2011). Asit yağmurları ve gübrelerin etkisi oluşan çevre kirliliği sonucunda topraktaki magnezyum barsaklardan emilemeyecek tuzlar haline gelmekte ve besinlerle alım azalmaktadır (Anonimg, 2021).

2.6.15. Bor

Bor (B) elementi, yoğunluğu 2-2.5 g/cm³ ve erime derecesi 220 °C civarında olan bitki beslenmesi için gerekli elementten biridir (Warington, 1923). Doğada bor, sodyum, kalsiyum ve magnezyum oksitlere bağlı olarak bulunmaktadır (Doğın ve ark. 2005). Bor bitkilerde hücre bölünmesinde, hücre duvarlarının oluşumunda, şekerlerin taşınımında, difüzyonda, membran işlevlerinde ve kök uzamasında etkilidir (Marschner, 1995).

Bitkiler boru topraktan almakta ve gıda zinciri ile insanlara ulaşmaktadır (Demirtaş, 2010). Vücuda alınan bor elementinin %90-95 kadarı vücutta birikmeden idrar ile dışarı atılmakta, sadece kemik, tırnak ve kıllarla, karaciğer ve dalak gibi organlarda birikmekte olduğu bildirilmiştir (Şaylı, 2000).

Bitkilerde B alımı üzerine ortamda bulunan çeşitli besin elementlerinin, toprak, pH gibi önemli etkiler bulunmaktadır. Bor noksanlığı diğer eser elementlere kıyasla daha yaygın görülmektedir (Demirtaş, 2010). Bitkilerin bor ihtiyaçları çok az olmakta ve ihtiyaç duyulan miktarın fazlasında ise bitkiye olumsuz etki yapmaktadır. Bor toksisitesi, doğal olarak topraklarda oluşabildiği gibi yüksek bor konsantrasyonlu suların sulamalarda kullanılması sonucunda da ortaya çıkabilmektedir (Nable ve ark. 1997).

2.6.16. Potasyum

Potasyum (K) elementi, yoğunluğu 0.89 g/cm^3 ve atom numarası 19 olan ve dünyada en bol bulunan yedinci elementtir.

Potasyum bitkilerin büyüme ve gelişme dönemleri boyunca topraktan en çok aldıkları en önemli elementlerden biridir. Potasyum bitkilerde birçok kalite unsurunu etkilemektedir. Potasyum bitki bünyesine K^+ iyonu şeklinde almaktadır ve eksikliğini yaşlı yapraklarda göstermektedir (Anonimh, 2021)

Potasyum elementi bitkinin ozmotik basıncının düzenlenmesinde, minerallerin taşınmasında, protein sentezi, stoma ayarlanması ve hücre bölünmesinde etkili olup (Marschner, 1995), bitkinin bünyesinde patojen çoğalmasını, gelişimi ve sayısını hayatta kalma oranını etkilemektedir (Çiftçi ve ark. 2019).

2.6.17. Kalsiyum

Kalsiyum (Ca) elementi yoğunluğu 1.55 g/cm^3 , atom numarası 20, erime noktası 842°C ve kaynama noktası 1484°C olan periyodik cetvelin 2A grubunda yer alan, elektriği iyi ileten, kırılğan fakat yumuşak bir metaldir (Anonimı, 2021).

Kalsiyum elementi toprak pH'sını ayarlama, bitki ve toprakta bulunan toksik maddelerin çökmesinde rol oynamakta ve ayrıca bitkilerde kök salgısı üzerinde etkili olmaktadır (Bolat ve kara, 2017).

Toprakta kalsiyum eksikliği olması halinde bitkinin temel besin maddesinden biri olan kalsiyumu bünyesine alması için toprağa yan ürün olarak kalsiyum gübreleri kullanılmaktadır (Hayta ve Avcıl, 2019). Kalsiyum hem hayvan hem de insan metabolizmasında çok büyük önemi olan vücudumuzda makro yapıda bir elementtir. Organizmadaki kalsiyumun %99'u kemik ve dişlerde bulunmaktadır. Ayrıca kalsiyum kanın pıhtılaşması, kas ve sinir hücrelerinin aktivitesi gibi vücut fonksiyonlarında da görev almaktadır (Sürücüoğlu, 1992).

İskelet canlı bir doku ve vücudun kalsiyum deposudur. Osteoporozis, normal kemik kütlesinde oluşan kayıplar sonucu görülür. Kadınlarda menapoz döneminde hormonal değişimler ve yaşlanmanın etkisi ile kalsiyum kaybı oluşmakta ve yetersizlik eğilimi fazlaşmaktadır, önlemek için diyetle yeterli kalsiyum alınması önemlidir (Tayfur, 1991).

2.7. Bitki Örneklerinin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Çalışmamızda incelediğimiz Giresun ilinde doğada kendiliğinden yetişmiş ve çeşitli aktarlardan alınmış bitki örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda anlatılmıştır.

2.7.1. Nane



Şekil 2.1. Kuru nane yaprakları

Latincesi: *Mentha piperita*

Familyası: Lamiaceae

Bulunduğu Yerler: Nane memleketin her tarafında yetiştirilir. Şekil 2.1. nane yaprakları gösterilmiştir.

Kullanılan Kısımları: Bitki yaprak ve sapsı taze veya kurutularak kullanılmaktadır.

Bileşenleri: Rezin, %0,5-1 oranında uçucu yağ (terpenler, %40-60 mentol, %8-10 menton ve mentofuran) ve tanen bulunmaktadır (Tarımcılar ve Kaynak, 2002).

Faydaları: Mide bulantılarını kesmek, gaz söktürme, koku verici (Baytop, 1999), sarılıkta, felç tedavisinde, uykusuzlukta, baş dönmesinde, diş ve dişeti hastalıklarında, bel soğukluğunda, görme bozuklukları, yılan, böcek ve akrep sokmalarında kullanılmaktadır (Başbağ, 1993).

2.7.2. Altın otu



Şekil 2.2. Altın otu

Latincesi: Helichrysum sp

Familyası: Asteraceae

Bulunduğu Yerler: Altın otu ülkemizde iklim seçici özelliği olmadığı için her dönemde her bölgede yetişmektedir (Şen ve kalaycı, 2016). Altın otu şekil 2.2. gösterilmiştir.

Kullanılan kısımları: Çiçek ve dal

Bileşenleri: Flavonlar ve flavon glikozitleri, sterin, acı maddeler, tanenler, boya maddeleri, reçine, karotin, C ve P vitamini ve kumarin içermektedir (Şen ve kalaycı, 2016).

Faydaları: Ülkemizde halk arasında yara ve yanıkların tedavisinde, böbrek taşlarının düşürülmesinde, idrar artırıcı ve kulak ağrısı tedavisinde, kullanılmaktadır (Mathekga,2000; Lourens ve ark., 2004), çiçeklerinin altın sarısı olması sebebiyle

organik boya ya da bitkisel boyaların kullanıldığı tekstil ürünlerinde de tercih edilmektedir. Keten kumaşlarının bu bitki ile boyandığında yüksek UV koruma özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir (Özomay, 2016; Yılmaz, 2020).

2.7.3. Kekik



Şekil 2.3. Kekik

Latincesi: Thymus sp.

Familyası: Lamiaceae

Kullanılan kısımları: Çiçekli uç kısımları ve yapraklar.

Bulunduğu Yerler: Kekik bitkisi, çayırlar, kayalık yamaçlar ve taşlıklı yerlerde yaygın bulunmaktadır (Anşin ve ark. 1994). Şekil 2.3.'te yayla kekiği gösterilmiştir.

Bileşenleri: Esansithymol, carvakrol, borneol, okaliptol, menten, thymen, tanen ve reçine içermektedir (Benli ve Yiğit, 2005).

Faydaları: Kekik çay ve mutfaklarda baharat olarak kullanılmaktadır. Kekik sindirim sisteminde sıkıntılar ve kramplı ağrılar, boğmaca ve öksürük, sinir sistemi zafiyeti, romatizma ve bağırsak hastalıklarına çok yararlıdır (Benli ve Yiğit, 2005). Mideyi yatıştırma, kurt düşürme, kan dolaşımını uyarıcı etkileri bulunmaktadır (Baytop, 1999).

2.7.4. Isırgan otu



Şekil 2.4. Taze ısırgan otu

Latincesi: *Urtica dioica* L.

Familyası: Isırganotugiller (*Urtica* spp.)

Bulunduğu Yerler: Isırgan bitkisinin toprak ve iklim istekleri ile Karadeniz bölgesinin iklim ve toprak istekleri benzerlik gösterdiği için ısırgan bitkisi bölgede çok önemli bir yayılım göstermektedir.

Kullanılan kısımları: Yaprakları ve dalları kullanılmaktadır. Isırgan otu, şekil 2.4. gibi görülmektedir.

Bileşenleri: Bitki kökleri scopoletin, steroller, yağ asitleri, polisakkaritler ve izolectin (Taylor, 2005), yapraklar mineraller, klorofil, amino asitler, lesitin, karotenoidler, flavonoidler, steroller, taninler ve vitaminler bulundurmaktadır (Ayan ve ark. 2006). Isırgan otunun yaprak yüzeyinde bulunan yakıcı tüylerinde formik asit, histamin, serotonin ve kolinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Taylor, 2005).

Faydaları: Halk arasında taze ısırgan otu yapraklarının çorba olarak tüketilmesi oldukça yaygın olup kurutmak yaparak saklama da yapılmaktadır. Isırgan, kanser, böbrek rahatsızlığı, solunum yolları rahatsızlığı ve öksürük tedavisi, saç dökülmelerini önleme, nefes darlığı, felç, tansiyon, mide ağrısı, romatizma, mantar enfeksiyonları, kemik erimesi, egzama ve egzamadan kaynaklı ağrılar, kadın hastalıkları, böbrek taşı düşürme ve hazmı kolaylaştırma gibi birçok özellikleri nedeniyle kullanılmaktadır (Şimşek ve ark. 2004; bulundurmaktadır (Ayan ve ark. 2006).

2.7.5. Kuşburnu



Şekil 2.5. Kuru kuşburnu

Latince Adı: Rosa canina L.

Familyası: Rosaceae

Bulunduğu Yerler: Kuşburnu 30-2500 m rakımları arasında orman açıklıklarında ve kayalık yamaçlarda, hendek, çalılık ve genellikle kireçli topraklarda yetişmektedir (Birinci, 2008)

Kullanılan kısımları: Kuşburnu meyveleri bütün veya parçalanmış, kurutulmuş, ya da öğütülmüş olarak kullanılmaktadır. Şekil 2.5.’te yeni kuru kuşburnu gösterilmiştir.

Bileşenleri: Kuşburnu yapısında doğal antioksidanlar, mineraller, karotenoidler, bioflavonoidler, tocopherol, pektin, tanin, meyve asitleri, C vitamini ve aminoasitler içermektedir (Çınar ve Çolakoğlu, 2005; Su ve ark. 2005).

Faydaları: Giresun da doğal olarak yetişen kuşburnu “Rosaceae” familyasının dünya genelinde 200 takson, Türkiye’de doğal yayılım yapan 25 takson ve Doğu Karadeniz Bölgesinde ise 17 adet doğal taksonu bulunmaktadır. (Sarıbaş, 1996; Öz ve ark. 2018). Kuşburnu meyvesi ve tohumlarının kabızlığı giderici, kuvvet verici ve şeker hastalığına karşı kullanılmaktadır (Baytop, 1999). Ağız, diş, baş ve kulak ağrılarını tedavi edici özelliği taşıdığı (Yi ve ark. 2007), yine grip ve soğuk algınlığı benzeri enfeksiyonlarına karşı edavi edici özellik, gastrik ülser ve gastrik mukoza iltihaplarını önlediği, bağışıklık sistemini güçlendirdiği, artrit, siyatik ve diyabete iyi geldiği bilinmektedir (Chrubaşık ve ark. 2006).

2.7.6. Ihlamur



Şekil 2.6. Ihlamur çiçek/yaprak

Latincesi: *Tilia cordata*

Familyası: Tiliaceae

Bulunduğu Yerler: Doğu Karadeniz, Batı Karadeniz, Ege ve Marmara sahil bölgesinde ve Antalya'da yetiştirilir.

Kullanılan kısımları: Çiçekler ve yapraklar. Yaprak ve çiçek beraber kullanıldığı gibi ayrı ayrı da kullanılmaktadır. Şekil 2.6. ıhlamurun yaprak ve çiçekleri göstermiştir.

Bileşenleri: Ihlamur, çiçekleri tanen, müsilaj, şeker, sabit yağ ve zamk, yaprakları Tiliacin adı verilen yararlı bir glikozit içermektedir (Tuttu ve ark. 2017).

Faydaları: Özellikle kış mevsimlerinde çok tüketilen bir bitkidir (parlak ve ark.2019). İdrar arttırıcı, terletici, yatıştırıcı, göğüs yumuşatıcı etkileri bulunmaktadır (Baytop ve ark. 1999). Ihlamurlar hoş kokusu çiçeklere ve dekoratif yapıya sahip olması park bahçelerde sıklıkla kullanılmaktadır (Koç ve Fakir, 2019). Ihlamur, antidepresan ve antimikrobiyal etkiye sahiptir (Koç ve Fakir, 2019).

2.7.7. ay

ay bitkisi, sürgün yaprakların işlenmesi ile elde edilen ve dünyada sudan sonra en çok tüketilen içecek olup genelde yıl içerisindeki yağışın düzgün dağılım gösterdiği, bol yağışlı, sıcak ve toprak pH 4,5-6 olan yörelerde yetiştirilebilmektedir. ay bitkisi şekil 2.8. 'de gösterilmiş bahçelerden hasat edilmektedir.



şekil 2.8. ay bahçesi

Yeşil ay: Yeşil ay *Camellia sinensis* türünün farklı çeşitlerinin genç sürgünlerinden tepe tomurcuğu ve onu takip eden taze yapraklar ve taze tek yaprak, taze iki yaprak ve taze  yapraklı sürgünler ile bunları birbirine bağlayan taze sap kısımlarının, enzim inaktivasyonu, kıvrırma, parçalama, kurutma, gibi üretim aşamaları ile işlenmesi sonucu elde edilen okside olmamış ürünü ifade eder şeklinde belirtilmiştir (Türk Gıda Kodeksi ay Tebliği No: 2015/30). Yeşil ay şekil 2.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Yeşil çay

Latince Adı: Camellia sinensis (L)

Familyası: Theaceae

Bulunduğu Yerler: Ülkemizde Doğu Karadeniz Bölgesinde Gürcistan'dan Ordu'ya kadar uzanan alan içerisinde yetiştirilmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi, çay bahçesi bakımında dünya sıralamasında 8. konumdadır (Taşkın ve ark, 2015).

Bileşenleri: Çayın bileşenleri arasında fenolik maddeler ve kafeininde yer aldığı alkaloidler bulunmaktadır. Ayrıca yalnız çay bitkisine özgü olan ve toplam aminoasitlerin %50'sini oluşturan teanin, çay da en fazla bulunan aminoasit çay bileşeni olarak bulunmaktadır (Yao ve ark. 2006). Ayrıca çay, A, K, C, B vitamini, β karoten ve florür içermektedir (Üstün ve Demirci, 2013).

Faydaları: Çay, 5000 yıllık bir geçmişe sahip olup özellikle başta Türkiye'de olmak üzere tüm dünyada en fazla içilen ve bitkidir. Bitkinin çay olarak kullanımı da oldukça yaygındır. Bitki yeşil çay ve siyah çay olmak üzere iki çeşit olarak bilinmektedir (Aytaç ve ark. 2014). Yeşil çayın, kateşinlerin Tip 2 şeker hastalarını içine alan lipid ve glukoz metabolizma hastalıklarına karşı faydalı etki verip önleyici rol oynadığı belirtilmiştir (Sarıca, 2008),

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanı

Bu çalışmada Giresun da yetişen ve birçok amaç için yaygın olarak kullanılan farklı yerlerden temin edilmiş, 7 çeşit bitki örnekleri (nane, altın otu, yaş çay, kekik, ısırgan otu, kuşburnu, ıhlamur) Haziran-Ekim 2020 aylarında yetiştirme mevsiminde toplanmıştır. Ayrıca çalışmamızda Ekim ayı sonunda toplanan çay yaprağı kullanılmıştır. Aktarlardan alınan aynı bitki türleri, Giresun merkez aktarlarından Mayıs 2021 tarihinde rastgele belli bir miktar alınıp ve harmanlanmıştır. Tablo 3.1.'de belirtilen bitki organlarından kullanılmış besin element bakımından fikir sahibi olmak ve ağır metal bakımından güvenilir olup olmadığını incelemek için ICP-OES cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Bu çalışmada, doğadan alınan numuneler şekil 3.2. ve şekil 3.3.'de gösterilen yerlerden temin edilmiştir. Tablo 3.1.'de belirttiğimiz bitki örneklerinden 3 yinelemeli olarak toplanmıştır. Aktarlardan alınan bitki örnekleri merkez aktarlarından rastgele belirli miktar alınıp karıştırılmıştır.

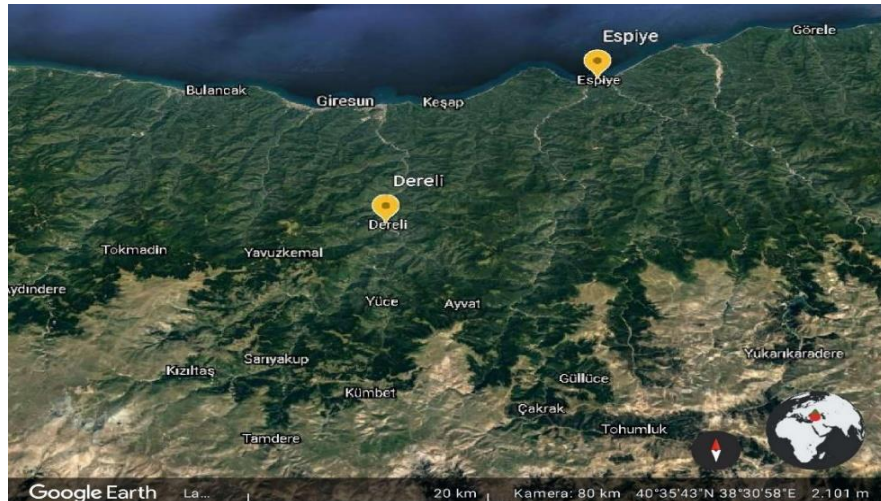
Laboratuvara gelen numuneler 1 gün 105 °C sıcaklıkta çalışan etüv içerisinde bekletilip kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından örnekler porselen havanda dövülmüştür. Şekil 3.1.'de numunelerin hazırlık aşaması gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan bitkiler ve organları

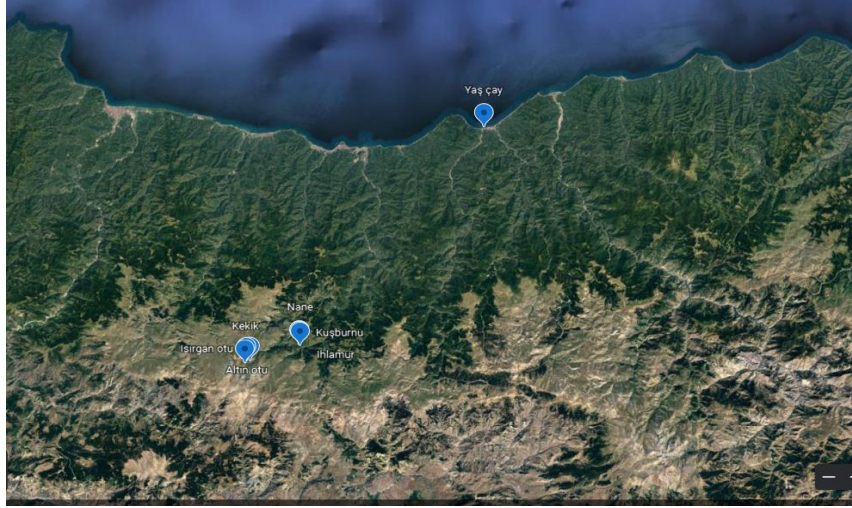
Bitki Adı	Kullanılan Organ
Yaş-Yeşil çay	Yaprak
Altın otu	Çiçek + dal
Kuşburnu	Meyve
Ihlamur	Yaprak + çiçek
Isırgan otu	Yaprak + dal
Kekik	Çiçek + dal
Nane	Yaprak + dal



Şekil 3.1. Numunelerin hazırlık aşaması



Şekil 3.2. Numunelerin alındığı ilçeler (Anonim, 2021)



Şekil 3.3. Numunelerin alındığı bölgeler *Yaş çay: Espiye Merkez sahil yolu
*Nane: Dereli Köyü Hacı Mahallesi *İhlamur: Dereli Kızıltaş Köyü
Göçü Mahallesi *Kuşburnu: Dereli Kızıltaş Köyü Solaklı Mahallesi
*Isırgan otu: Baybahar Yaylası * Kekik: Dereli Baybahar Yaylası
(Anonim, 2021).

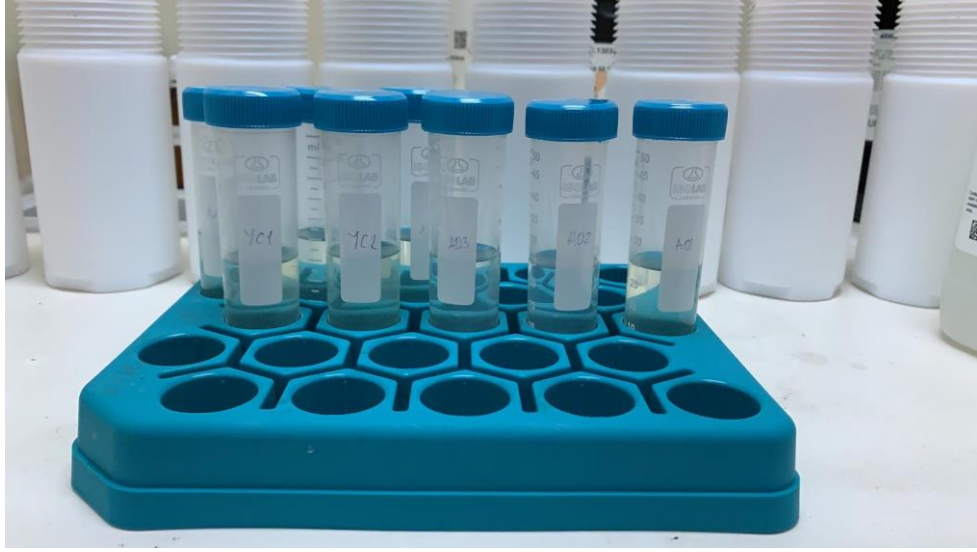
3.2. Kimyasal Analiz

Çiçek /yaprak ve gövde örneklerinden yaklaşık 0,3 gr tartıldı. Ardından teflon tüplere (PTFE digestion vessel) koyuldu. Üzerlerine 5 mL HNO₃ (%68) + 3 mL H₂O₂ (%34,5- %35,5) eklendi. Tüplerin kapakları kapatıldı. Mikrodalga cihazına koyularak yakma yapıldı. Mikrodalga şartları tablo 3.2. de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Mikrodalga şartları tablosu

Sıcaklık(°C)	Basınç(bar)	B. Süre (°C/min.)	Zaman (min.)	Güç (%)
120	50	5	5	90
160	50	5	7	90
190	50	5	20	90

Yakma işleminin bitmesinden sonra tüpler cihaz dışına alındı ve oda sıcaklığına kadar soğuması beklendi. Tamamen sıvı hale gelen numuneler teflon tüplerden 50 mL lik falkonlara boşaltıldı (şekil 3.4.). Numuneler, 45µm lik filtre ile filtre edildi. Toplam hacim 25 mL olacak şekilde üzerleri ultra saf su ile tamamlandı. Numuneler 50 ml falkon tüplerden, 15 mL'lik tüplere koyuldu.



Şekil 3.4. Numunelerin analize hazırlık aşaması

Okumalar üç tekrarlı şekilde yapıldı, cihaz üç okumanın ortalamasını ve standart sapmalarını hesaplayıp ortalama bir sonuç verdi. Cihaz kalibrasyonu için multielement standardı kullanıldı.

Hazırlanan standart çözeltiler ile besin element ve ağır metal içeriğinin tespiti için ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry) ile analizleri Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapıldı.

3.3. İstatistik Analiz

Tek yönlü varyans analiziyle One-way ANOVA ile incelenmiş olup, farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu durumlarda Post-Hoc testi (Tukey) uygulanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS paket programlar yardımıyla yapılmıştır. Tablo 4.1. de, tablo 4.2. de, tablo 4.3. ve tablo 4.4.'te a ve b gibi harfler tür ve metal arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.005$).

3.4. ICP-OES

Geniş ölçüm aralığı sahip olup çok sayıda numunelerin element ve miktar tayininin yapılmasına imkân sağlar. İçme ve atık sular, bitki ve tarım ürünleri, gübre, toprak ve gıda ürünlerinin analizi yapılabilmektedir (Çolak, 2014).

Temel prensibi yüksek derişimde katyon ve buna yaklaşık olarak eşdeğer derişimde elektron içeren plazmada, atomlar ve iyonların uyarılması ile yaydıkları ışının uygun bir dedektör ile ölçülerek çözeltideki element miktarının belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Kacar ve İnal 2008).

Plazmadaki katyonlar farklı katyonlardan meydana gelmektedir. Örneğin argon plazmasında, argon katyonları, elektronlar ve analiz yapılan numuneden buharlaşan atomların katyonları bulunmaktadır. Numuneden buharlaşan atomların katyonları miktar olarak argon katyonları ve elektronlardan az olup plazmada argon iyonları oluştuktan sonra bu iyonlar, daha fazla iyonlaşma ile plazma halini sürdürülmesini sağlayacak bir düzeyde sıcaklık oluşturmak için bir dış kaynaktan yeterli güç absorplama yeteneğine sahiptir.

ICP kaynağı, argon (Ar) gibi inert gazlardan yüksek enerjili ve frekanslı iyonlaşmış bir plazmayı üretmektedir. Numuneler plazmanın merkezine enjekte edildiğinde, 10000 K sıcaklıktaki plazma, numunedeki elementlerin ayrışma, atomlaşma ve uyarılma işlemlerinin gerçekleşmesini sağlamakta ve çalışılan elementlerin kendilerine özgü frekansta ışığı yayması ile sonuçlanmaktadır. Buradaki ışık şiddeti, numune içerisindeki elementlerin derişimi ile doğru orantılıdır (Kamar, 2016). Elementlere has emisyon spektrumları dağıtıcı bir spektrometreden geçirilir ve ışığa duyarlı bir cihaz (CCD dedektör) ile şiddetleri özgün dalga boylarında bilgisayar sistemi tarafından işlenir ve kontrol edilmektedir (Anonimi, 2021).

ICP-OES cihazı ile çok sayıda element aynı anda ve oldukça kısa sürede ölçülmesi önemli avantajlarından birisi olup, yaptığımız çalışmamızda Perkin Elmer marka ICP-OES Optima 7000 DV kullanılmıştır.



Şekil 3.4. ICP-OES cihazının bir modeli (Anonim, 2022)

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Giresun yöresinde doğal olarak yetişen ve Giresun ilinde merkez aktarlarında alınmış bazı bitki örneklerinin biyolojik ve kimyasal özelliklerinin araştırılıp çeşitli familyalara ait 7 farklı bitki türü ele alınmış olup çalışma kapsamında bitkilerin kullanılan kısımlarının ağır metal ve mineral madde konsantrasyonları bulunmuştur.

4.1. Bitki Örneklerine Ait Element Konsantrasyonları

Elde edilen bulgular iki bölüm halinde hazırlanmış olup Tablo 4.1. ve Tablo 4.3.' te Giresun da farklı noktalardan alınan bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içeriği (mg/kg), Tablo 4.2.- Tablo 4.4.'te Giresun da aktarlardan alınan bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içerikleri (mg/kg) ayrı ayrı ele alınıp sunulmuştur.

Doğadan topladığımız bitki örnekleri 16 farklı element içeriği açısından, aktarlardan temin edilen bitki örnekleri ise 17 farklı element içeriği açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca doğadan topladığımız bitki örnekleri ve aktarlardan temin edilen bitki örnekleri ait ağır metal ve mineral madde konsantrasyonları kıyaslamak Tablo 4.5.'te birlikte verilmiştir.

Tablo 4.1. Giresun da farklı noktalardan alınan bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içeriği (mg/kg)

Bitki /metal (mg/kg)	Cd	Pb	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn	Ni	Ag	Li	Na	Mg	B	K
Nane	<u>0,52±0,004^d</u>	0,39±0,27 ^a	170±6,18 ^{cd}	86,2±1,34^{ab}	12,4±0,09 ^d	74,5 ±1,76 ^a	1,36±0,02 ^a	0,27±0,02 ^a	99,8±2,01 ^a	0,35±0,03 ^{ab}	-*	0,16±0,001 ^{abc}	712±16,2 ^{bc}	3742±50,05 ^c	49,2±8,21^d	26973±4716,8 ^{ab}
Altın otu	0,73±0,05^c	0,37±0,02 ^a	322±24,7^c	30,6±0,29 ^{ab}	10,1±0,15 ^c	409±39,6 ^b	2,78±1,40^a	1,41±0,02^c	96,7±2,22 ^a	4,11±0,12 ^c	-*	0,25±0,001 ^c	672±33,8 ^b	<u>1230±29,39^a</u>	37,0±0,70 ^{cd}	<u>16780±683,0^a</u>
Yaş çay	0,62±0,02 ^{abc}	0,86±0,20^a	130±2,01 ^c	32,3±0,66 ^{ab}	12,5±0,30 ^d	5501±147,8^c	2,50±0,07 ^a	0,46±0,02 ^b	3563±131,4^b	6,72±0,19^d	-*	0,27±0,03^c	673±8,71 ^b	2221±58,87 ^b	25,8±2,42 ^{bc}	17691±728,3 ^a
Kekik	0,67 ±0,01 ^{bc}	<u>0,18±0,08^a</u>	190±9,09 ^d	58,9±4,00 ^{ab}	18,1±0,29^e	260±59,1 ^{ab}	1,34±0,01 ^a	0,50±0,04 ^b	141±6,24 ^a	3,35±0,73 ^c	-*	0,22±0,06 ^{bc}	635±24,3 ^{ab}	4982±272,15 ^d	22,5±0,98 ^{bc}	17255±496,8 ^a
Isırgan otu	0,57 ±0,02 ^{ab}	0,37±0,28 ^a	171±6,96 ^{cd}	74,1±0,71 ^b	13,1±0,10 ^d	116±15,7 ^{ab}	1,46±0,02 ^a	0,28±0,03 ^a	112±2,11 ^a	<u>0,11±0,04^a</u>	-*	0,17 ±0,0007 ^{abc}	808±16,9^c	7335±123,7^e	36,1±0,57 ^{cd}	41836±5141,6^b
Kuşburnu	0,60 ±0,02 ^{ab}	0,49±0,29 ^a	<u>13,8±2,69^a</u>	<u>6,52±0,90^a</u>	<u>3,54±0,75^a</u>	<u>46,6±36,33^a</u>	<u>0,98±0,02^d</u>	0,25±0,02 ^a	79,7 ±5,83 ^a	1,58±0,17 ^b	-*	0,11±0,03 ^{ab}	<u>546±33,7^a</u>	2328±85,07 ^b	<u>5,58±1,60^a</u>	19173±4185,8 ^a
Ihlamur	0,61 ±0,03 ^{ab}	0,41±0,13 ^a	75,1±8,47 ^b	23,7±0,62 ^{ab}	8,02±0,15 ^b	75,5±9,00 ^a	1,08±0,01 ^a	<u>0,21±0,04^a</u>	<u>21,0 ±3,28^a</u>	1,32±0,06 ^{ab}	-*	<u>0,08±0,0003^a</u>	545±5,72 ^a	2684±116,5 ^b	10,5±0,42 ^{ab}	17983±486,03 ^a
Total	0,62±0,02	0,44±0,08	153±20,4	44,5±1,21	11,1±0,95	926±419	1,64±0,22	0,48±0,09	588±272	2,51±0,50	-*	0,18±0,02	656±20,5	3503±431,2	26,7±3,36	22527±2145

Not: Yukarıdan aşağıya düşey şekilde ANOVA testi yapılmıştır, harfler bitki türleri ve metaller arasındaki farklılıkları ifade etmekte, farklı harflerle gösterilen bitki türleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.005). Koyu renkli değerler en yüksek değeri, italik olanlar ise en düşük değeri göstermektedir. -* gösterilenler ise limit değerinin altındadır.

Tablo 4.1. Giresun da farklı noktalardan alınan bitki örneklerine ait ağır metal ve mineral element içerikleri (mg/kg) istatistik açısından değerlendirdiğimizde;

Bitkiler göz ardı edildiğinde istatistik açısından Cd değeri arasında Nane bitkisinin altın otu ve kekik arasında istatistik açısından fark vardır ($p<0.005$). Pb değeri istatistik olarak incelediğimizde; bitkiler arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0.005$). Fe değerine İstatistik açıdan bakıldığında; Ihlamur ve kuşburnu bitkilerinin diğer bitkiler ile arasında istatistik olarak fark vardır($p<0.005$). Zn değeri istatistik olarak incelediğimizde; ısırgan otu ile kuşburnu arasında istatistik olarak anlamlı bir fark vardır ($p<0.005$). Bunun yanı sıra nane, altın otu, kekik, yaş çay, ıhlamur arasında istatistik olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.005$). Cu değeri istatistik olarak incelediğimizde; nane, yaş çay ve ısırgan otu arasında istatistik olarak anlamlı bir fark yokken ($p>0.005$). Bu üç bitkinin diğer bitkiler ile arasında fark olduğu görülmüştür ($p<0.005$). Al değeri istatistik olarak incelediğimizde altın otu ve yaş çayın hem kendi aralarında hem de diğer bitkiler ile arasında istatistik açısından anlamlı bir fark vardır ($p<0.005$). Krom değeri istatistik olarak incelediğimizde; bitkiler arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0.005$). Mn değeri istatistik olarak incelediğimizde; yeşil cayın diğer bitkiler ile arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p<0.005$). Li değeri istatistik olarak incelediğimizde; nane, altın otu, yeşil çay, kekik ve ısırgan otu bitkileri arasında istatistik olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0.005$). Altın otu ve yeşil çay bitkilerinin kendi aralarında fark yokken ıhlamur ile arasında fark vardır ($p<0.005$). Na değeri istatistik olarak incelediğimizde; kekik, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerinin arasında istatistik açısından anlamlı fark yokken ($p>0.005$). Isırgan otu bitkisi ile diğer bitkiler arasında fark vardır ($p<0.005$). Mg değeri istatistik olarak incelediğimizde; yaş çay, kuşburnu ve ıhlamur bitkileri arasında istatistik açısından anlamlı fark yoktur ($p>0.005$). Nane, altın otu, kekik ve ısırgan bitkisi arasında istatistik açısından anlamlı bir fark vardır ($p<0.005$). B değerini arasında istatistik olarak incelediğimizde, ısırgan otu, altın otu ve nane bitkileri arasında istatistik açısından anlamlı fark yoktur ($p>0.005$). Kuşburnu ile nane bitkileri arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). K değeri bitkiler arasında istatistik olarak incelediğimizde; ısırgan otunun nane haricinde diğer bitkiler ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$).

Tablo 4.2. Giresun da doğadan alınan bitki örneklerine ait metal içerikleri (mg/kg) Anova sonuçları

Metal/Bitki (mg/kg)	Nane	Altın otu	Yaş çay	Kekik	Isırgan otu	Kuşburnu	İhlamur
Cd	0,52±0,004 ^a	0,73±0,05 ^a	0,61±0,02 ^a	0,67±0,01 ^a	0,57±0,02 ^a	0,60±0,02 ^a	0,61±0,03 ^a
Pb	0,39±0,27 ^a	0,37±0,02 ^a	0,86±0,20 ^a	0,18±0,08 ^a	0,37±0,28 ^a	0,49±0,29 ^a	0,41±0,13 ^a
Fe	170±6,18 ^a	322±24,7 ^a	130±2,01 ^a	190±9,09 ^a	171±6,96 ^a	13,8±2,69 ^a	75,1±8,47 ^a
Zn	86,2±1,34 ^a	30,6±0,29 ^a	32,3±0,66 ^a	58,9±4,00 ^a	74,1±0,71 ^a	6,52±0,90 ^a	23,7±0,62 ^a
Cu	12,4±0,09 ^a	10,1±0,15 ^a	12,4±0,30 ^a	18,1±0,29 ^a	13,1±0,10 ^a	3,54±0,75 ^a	8,02±0,15 ^a
Al	74,5±1,76 ^a	409±39,6 ^{ab}	5501±147,8 ^d	260±59,1 ^a	116±15,7 ^a	46,6±36,3 ^a	75,5±9,00 ^a
Cr	1,36±0,02 ^a	2,78±1,40 ^a	2,50 ±0,07 ^a	1,34±0,01 ^a	1,46±0,02 ^a	0,98±0,02 ^a	1,08±0,01 ^a
Co	0,27±0,02 ^a	1,41±0,02 ^a	0,46±0,02 ^a	0,50±0,04 ^a	0,28±0,03 ^a	0,25±0,01 ^a	0,21±0,04 ^a
Mn	99,8±2,01 ^a	96,7±2,22 ^a	3563 ±131,4 ^c	141±6,24 ^a	112±2,11 ^a	79,7±5,83 ^a	21,0±3,28 ^a
Ni	0,35±0,03 ^a	4,11±0,12 ^a	6,72±0,19 ^a	3,35±0,73 ^a	0,11±0,04 ^a	1,58±0,17 ^a	1,32±0,06 ^a
Ag	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*
Li	0,16±0,001 ^a	0,25±0,001 ^a	0,27±0,03 ^a	0,22±0,06 ^a	0,17±0,0007 ^a	0,11±0,03 ^a	0,08±0,0003 ^a
Na	712±16,2 ^a	672±33,8 ^{ab}	673±8,70 ^a	635±24,3 ^a	808±16,9 ^{ab}	546±33,7 ^a	545±5,72 ^a
Mg	3742±50 ^a	1230±29,4 ^b	2221±58,9 ^b	4982±272,2 ^b	7335±123,8 ^b	2328±85,1 ^a	2684±116,5 ^b
B	49,2±8,21 ^a	37,0±0,70 ^a	25,8±2,42 ^a	22,5±0,98 ^a	36,1±0,57 ^a	5,58±1,60 ^a	10,5±0,42 ^a
K	26973±4717 ^b	16780 ±683 ^c	17691 ±728 ^c	17255±497 ^c	41836 ±5142 ^c	19173±4186 ^b	17984±486 ^c
Total	2128,1±320	1225±589	1866±639	1473±620	3157±1503	1388±709	1339±635

Harfler bitki türleri ve metaller arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Not: Yukarıdan aşağıya düşey şekilde ANOVA testi yapılmıştır. Farklı harflerle gösterilen bitki türleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.005).

_*: limit değerinin altındadır

Metal/Bitki Tablo 4.2. istatistik olarak incelediğimizde;

Nane, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerini istatistik olarak incelediğimizde K değerinde diğer elementlere göre istatistik olarak anlamlı fark görülmüştür (P<0.005). Yeşil çay bitkisine istatistik olarak baktığımızda Al, Mn, Mg ve K elementlerinin hem birbirleriyle hem de diğer elementlerle anlamlı bir fark vardır (P<0.005). Altın otu, Kekik, ısırgan otu bitkilerini istatistik olarak incelediğimizde Mg ve K elementlerinin hem birbirleriyle hem de diğer elementlerle anlamlı bir fark vardır (P<0.005).

Tablo 4.3. Giresun da aktarlardan alınan bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içerikleri (mg/kg)

Bitki /metal (mg/kg)	Cd	Pb	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn	Ni	Ag	Li	Na	Mg	B	K	Ca
Nane	-*	1,25±0,30 ^{abc}	812±65,6^d	22,9±0,28 ^d	10,9±0,36 ^c	963±88,1 ^c	3,23±0,18 ^d	0,21±0,05 ^b	96,1±1,51 ^{ab}	4,17±0,31 ^{cd}	-*	1,16±0,04^d	851±12,3^{ab}	5338±41,72 ^c	25,2±0,25 ^a	14339±108,2 ^d	22203±712,4 ^e
Altın otu	-*	0,90±0,62 ^{ab}	583±17,8 ^c	27,9±0,57 ^c	12,8±0,51 ^d	671±29,2 ^b	1,40±0,07 ^{bc}	0,09±0,03 ^{ab}	69,9±1,91 ^{ab}	2,21±0,09 ^b	-*	0,34±0,01 ^b	604±17,1 ^{bc}	1321±16,78 ^a	26,7±3,06 ^c	13726±281,8 ^{ab}	5917±33,40 ^b
Yeşil çay	-*	1,19±0,26 ^{abc}	206±9,53 ^b	18,9±0,59 ^{bc}	14,2±0,35^d	1614±22,50^d	1,61±0,014 ^c	0,12±0,03 ^{ab}	1370±5,092^c	4,80±0,11 ^d	-*	0,42±0,02 ^b	628±32,7 ^{cd}	2119±43,80 ^c	12,3±0,19 ^a	11466±109,5 ^{ab}	7245±285,1 ^a
Kekik	0,08±0,02 ^{ab}	1,85±0,90^c	136±4,66 ^{ab}	32,5±0,22^f	11,3±0,08 ^c	112±4,15 ^a	0,90±0,05 ^{ab}	-*	171±82,2 ^b	3,86±0,14 ^c	-*	0,17±0,001 ^a	612±2,94 ^{bcd}	4312±53,23 ^e	22,3±0,06 ^c	19597±145,8 ^c	15040±76,54 ^c
Isırgan otu	-*	1,47±0,152 ^{bc}	707±11,8 ^d	20,1±0,20 ^c	9,18±0,18 ^b	544±16,5 ^b	8,53±0,11^c	0,39±0,01^c	43,0±0,73 ^{ab}	9,86±0,18^c	-*	0,69±0,02 ^c	680±6,04 ^d	5788±31,71^g	38,6±0,49^c	142652±2371^d	35158±418,2^e
Kuşburnu	-*	0,52±0,13 ^a	21,9±1,55 ^a	4,78±0,11 ^a	4,01±0,40 ^a	16,4±2,62 ^a	0,37±0,02 ^a	-*	31,2±1,85 ^a	0,47±0,12 ^a	-*	0,11±0,01 ^a	527±118 ^a	1763±9,468 ^b	16,0±1,39 ^a	10216±386,6 ^a	6269±98,15 ^a
İhlamur	0,17±0,08^b	1,10±0,26 ^{abc}	96,6±0,59 ^{ab}	17,9±0,46 ^b	8,11±0,29 ^b	76,8±0,69 ^a	1,18±0,26 ^{bc}	0,15±0,08 ^{ab}	24,8±2,04 ^a	2,32±0,13 ^b	-*	0,19±0,014 ^a	548±11,3 ^{ab}	2834±35,13 ^d	24,6±0,42 ^c	14781±292,9 ^b	11444±159,1 ^b
Total	0,04±0,14	1,18±0,09	366±39,3	20,70±1,039	10,07±0,414	571,1±69,41	2,64±0,34	0,14±0,02	258±59,0	3,96±0,36	-*	0,44±0,05	636±13,9	3354±210,9	23,6±1,10	32396±5736,7	14753±1266,2

Not: Yukarıdan aşağıya düşey şekilde ANOVA testi yapılmıştır. Harfler bitki türleri ve metaller arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. Farklı harflerle gösterilen bitki türleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.005).

Koyu renkli değerler en yüksek değeri, italik olanlar en düşük değeri göstermektedir. -* gösterilenler ise limit değerinin altındadır.

Tablo 4.3. Giresun da aktarlardan alınan bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içerikleri (mg/kg)istatistik açısından değerlendirdiğimizde;

Bitkiler göz ardı edildiğinde istatistik açısından Cd değeri arasında bitkiler arasında anlamlı bir fark yoktur ($p>0.005$). Pb değerine İstatistik açıdan bakıldığında; kuşburnu ile kekik arasında istatistik olarak fark vardır ($p<0.005$). Fe değerine İstatistik açıdan bakıldığında; nane ile ısırgan otunu arasında bitkiler arasında anlamlı bir fark yokken ($p>0.005$). Diğer bitkiler ile arasında istatistik olarak anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Zn değerine İstatistik açıdan bakıldığında; altın otu, nane, kekik, kuşburnu bitkileri hem birbirleri hem de diğer bitkiler ile anlamlı fark görülmüştür ($p<0.005$). Cu değerine İstatistik açıdan bakıldığında; kuşburnunun diğer bitkiler ile arasında anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Al değerine İstatistik açıdan bakıldığında; nane altın otu, yeşil çay ısırgan otu bitkileri hem birbirleri hem de diğer bitkiler ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Cr değerine İstatistik açıdan bakıldığında; nane ve ısırgan otunun bitkileri hem birbirleri hem de diğer bitkiler ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Co değerine İstatistik açıdan bakıldığında; ısırgan otunu nane, altın otu, yeşil çay, ıhlamur ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Mn değerine İstatistik açıdan bakıldığında; yeşil çayın diğer bitkiler ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Ni değerine İstatistik açıdan bakıldığında; Isırgan otunun diğer bitkiler ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Li değerine İstatistik açıdan bakıldığında; ısırgan otu ve nane bitkileri hem birbirleri hem de diğer bitkiler ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Na değerine İstatistik açıdan bakıldığında; kuşburnunun yeşil çay, kekik, ısırgan otu ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Mg değerine İstatistik açıdan bakıldığında; nane ile ıhlamur arasında anlamlı bir fark yokken ($p>0.005$). Diğer bitkilerin bu iki bitki ve birbirleri arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). B değerine İstatistik açıdan bakıldığında; yeşil çay, nane ve kuşburnu arasında anlamlı bir fark yokken ($p>0.005$). Diğer bitkiler ile arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$). K değerine İstatistik açıdan bakıldığında; ısırgan otunun diğer bitkiler ile arasında anlamlı fark vardır ($p<0.005$). Ca değerinde kekik ile diğer bitkiler arasında istatistik açısından anlamlı fark vardır ($p<0.005$).

Tablo 4.4. Giresun da aktardan alınan bitki örneklerine ait metal içerikleri (mg/kg) Anova sonuçları

Meta/Bitki (mg/kg)	Nane	Altın otu	Yeşil çay	Kekik	Isırgan otu	Kuşburnu	İhlamur
Cd	.*	.*	.*	0,08±0,020 ^a	.*	.*	0,17±0,08 ^a
Pb	1,25±0,15 ^a	0,90±0,16 ^a	1,19±0,26 ^a	1,85±0,19 ^a	1,47±0,15 ^a	0,52±0,13 ^a	1,10±0,26 ^a
Fe	812±65,6 ^{ab}	583±17,8 ^b	206±9,53 ^a	136±4,66 ^a	708±11,8 ^a	21,9±1,55 ^a	96,6±0,59 ^a
Zn	22,9±0,28 ^a	27,9±0,57 ^a	18,9±0,59 ^a	32,5±0,22 ^a	20,2±0,20 ^a	4,78±0,11 ^a	17,9±0,46 ^a
Cu	10,9±0,36 ^a	12,8±0,51 ^a	14,2±0,35 ^a	11,3±0,08 ^a	9,17±0,18 ^a	4,01±0,40 ^a	8,08±0,29 ^a
Al	963±88,1 ^b	672±29,2 ^b	1614±22,50 ^c	112±4,15 ^a	544±16,5 ^a	16,4±2,62 ^a	76,8±0,69 ^a
Cr	3,22±0,18 ^a	1,40±0,070 ^a	1,61±0,01 ^a	0,90±0,05 ^a	8,53±0,12 ^a	0,37±0,02 ^a	1,18±0,26 ^a
Co	0,21±0,05 ^a	0,09±0,03 ^a	0,12±0,03 ^a	.*	0,39±0,01 ^a	.*	0,15±0,07 ^a
Mn	96,1±1,51 ^{ab}	69,8±1,91 ^a	1370±5,092 ^c	171±82,2 ^a	43,0±0,73 ^a	31,2±1,85 ^a	24,8±2,04 ^a
Ni	4,17±0,31 ^a	2,21±0,09 ^a	4,80±0,11 ^a	3,87±0,140 ^a	9,86±0,18 ^a	0,47±0,12 ^a	2,04±0,32 ^a
Ag	.*	.*	.*	.*	.*	.*	.*
Li	1,16±0,04 ^a	0,34±0,01 ^a	0,42±0,02 ^a	0,17±0,0001 ^a	0,69±0,01 ^a	0,11±0,014 ^a	0,193±0,014 ^a
Na	851±12,3 ^{ab}	604±17,1 ^b	628±32,7 ^b	612±2,9 ^b	680 ±6,04 ^a	527±11,8 ^b	548±11,3 ^b
Mg	5338±41,72 ^c	1321±16,78 ^c	2119±43,80 ^d	4312±53,23 ^c	5788±31,71 ^b	1763±9,468 ^c	2834±35,13 ^c
B	25,2±0,25 ^a	26,7±3,06 ^a	12,3±0,19 ^a	22,3±0,06 ^a	38,6±0,49 ^a	16,0±1,39 ^a	24,5±0,42 ^a
K	14339±108,2 ^d	13726±281,8 ^c	11466±109,5 ^f	19597±145,8 ^c	142652±2371,3 ^d	10216±386,6 ^c	14781±292,9 ^c
Ca	22203±712,4 ^c	5917±33,40 ^d	7245±285,1 ^c	15040±76,5 ^d	35158±418,2 ^c	6269±98,1 ^d	11444±159,1 ^d
Total	2792±515,9	1435±291,2	1544±261,1	2503±481,0	11604±2920,3	1180±234,7	1866±363,9

.*: limit değerinin altındadır. Not: Yukarıdan aşağıya düşey şekilde ANOVA testi yapılmıştır.

Farklı harflerle gösterilen bitki türleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.005).

Metal/Bitki (Tablo 4.4.) istatistik olarak incelediğimizde;

Nane, altın otu, kekik, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerini istatistik olarak incelediğimizde Mg, K, Ca değerlerinde diğer elementlere göre istatistik olarak anlamlı fark görülmüştür (P<0.005). Yeşil çay bitkisine istatistik olarak baktığımızda Al, Mn, Mg, Ca ve K elementlerinin hem birbirleriyle hem de diğer elementlerle anlamlı bir fark vardır(P<0.005).

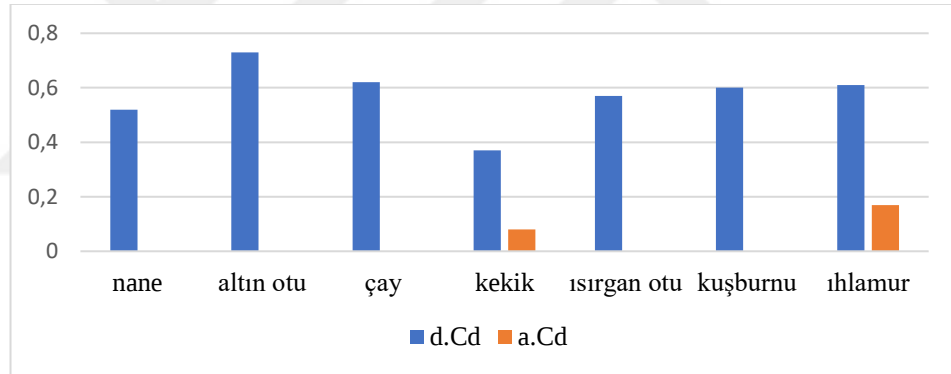
Tablo 4.5. Giresun da doğadan toplanan ve aktardan alınmış bitki örneklerine ait besin element ve ağır metal içerikleri

Bitki /metal (mg/kg)	Cd	Pb	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn	Ni	Ag	Li	Na	Mg	B	K
Nane																
Doğa	0,52±0,004 ^a	0,39±0,27 ^a	170±6,18 ^{cd}	86,2±1,34 ^{ab}	12,4±0,09 ^d	74,5 ±1,76 ^a	1,36±0,02 ^a	0,27±0,02 ^a	99,8±2,01 ^a	0,35±0,03 ^{ab}	-*	0,16±0,001 ^{abc}	712±16,2 ^{bc}	3742±50,05 ^c	49,2±8,21 ^d	26973±4716,8 ^{ab}
Nane																
Aktar	-*	1,25±0,30 ^{abc}	812±65,6 ^d	22,9±0,28 ^d	10,9±0,36 ^c	963±88,1 ^c	3,23±0,18 ^d	0,21±0,05 ^b	96,1±1,51 ^{ab}	4,17±0,31 ^{cd}	-*	1,16±0,04 ^d	851±12,3 ^{ab}	5338±41,72 ^C	25,2±0,25 ^a	14339±108,2 ^d
Altın otu																
Doğa	0,73±0,05 ^c	0,37±0,02 ^a	322±24,7 ^c	30,6±0,29 ^{ab}	10,1±0,15 ^c	409±39,6 ^b	2,78±1,40 ^a	1,41±0,02 ^c	96,7±2,22 ^a	4,11±0,12 ^c	-*	0,25±0,001 ^c	672±33,8 ^b	1230±29,39 ^a	37,0±0,70 ^{cd}	16780±683,0 ^a
Altın otu																
Aktar	-*	0,90±0,62 ^{ab}	583±17,8 ^c	27,9±0,57 ^c	12,8±0,51 ^d	671±29,2 ^b	1,40±0,07 ^{bc}	0,09±0,03 ^{ab}	69,9±1,91 ^{ab}	2,21±0,09 ^b	-*	0,34±0,01 ^b	604±17,1 ^{bc}	1321±16,78 ^a	26,7±3,06 ^c	13726±281,8 ^{ab}
Yaş çay																
Doğa	0,62±0,02 ^{abc}	0,86±0,20 ^a	130±2,01 ^c	32,3±0,66 ^{ab}	12,5±0,30 ^d	5501±147,8 ^c	2,50±0,07 ^a	0,46±0,02 ^b	3563±131,4 ^b	6,72±0,19 ^d	-*	0,27±0,03 ^c	673±8,71 ^b	2221±58,87 ^b	25,8±2,42 ^{bc}	17691±728,3 ^a
Yeşil çay																
Aktar	-*	1,19±0,26 ^{abc}	206±9,53 ^b	18,9±0,59 ^{bc}	14,2±0,35 ^d	1614±22,50 ^d	1,61±0,014 ^c	0,12±0,03 ^{ab}	1370±5,092 ^c	4,80±0,11 ^d	-*	0,42±0,02 ^b	628±32,7 ^{cd}	2119±43,80 ^c	12,3±0,19 ^a	11466±109,5 ^{ab}
Kekik																
Doğa	0,67 ±0,01 ^{bc}	0,18±0,08 ^a	190±9,09 ^d	58,9±4,00 ^{ab}	18,1±0,29 ^c	260±59,1 ^{ab}	1,34±0,01 ^a	0,50±0,04 ^b	141±6,24 ^a	3,35±0,73 ^c	-*	0,22±0,06 ^{bc}	635±24,3 ^{ab}	4982±272,15 ^d	22,5±0,98 ^{bc}	17255±496,8 ^a
Kekik																
Aktar	0,08±0,02 ^{ab}	1,85±0,90 ^c	136±4,66 ^{ab}	32,5±0,22 ^f	11,3±0,08 ^c	112±4,15 ^a	0,90±0,05 ^{ab}	-*	171±82,2 ^b	3,86±0,14 ^c	-*	0,17±0,001 ^a	611±2,94 ^{bcd}	4312±53,23 ^e	22,3±0,06 ^c	19597±145,8 ^c
Isırgan otu																
Doğa	0,57 ±0,02 ^{ab}	0,37±0,28 ^a	171±6,96 ^{cd}	74,1±0,71 ^b	13,1±0,10 ^d	116±15,7 ^{ab}	1,46±0,02 ^a	0,28±0,03 ^a	112±2,11 ^a	0,11±0,04 ^a	-*	0,17 ±0,0007 ^{abc}	808±16,9 ^c	7335±123,7 ^c	36,1±0,57 ^{cd}	41836±5141,6 ^b
Isırgan otu																
Aktar	-*	1,47±0,152 ^{bc}	707±11,8 ^d	20,1±0,20 ^c	9,18±0,18 ^b	544±16,5 ^b	8,53±0,11 ^e	0,39±0,01 ^c	43,0±0,73 ^{ab}	9,86±0,18 ^c	-*	0,69±0,02 ^c	680±6,04 ^d	5788±31,71 ^g	38,6±0,49 ^c	142652±2371 ^d
Kuşburnu																
Doğa	0,60 ±0,02 ^{ab}	0,49±0,29 ^a	13,8±2,69 ^a	6,52±0,90 ^a	3,54±0,75 ^a	46,6±36,33 ^a	0,98±0,02 ^a	0,25±0,02 ^a	79,7 ±5,83 ^a	1,58±0,17 ^b	-*	0,11±0,03 ^{ab}	546±33,7 ^a	2328±85,07 ^b	5,58±1,60 ^a	19173±4185,8 ^a
Kuşburnu																
Aktar	-*	0,52±0,13 ^a	21,9±1,55 ^a	4,78±0,11 ^a	4,01±0,40 ^a	16,4±2,62 ^a	0,37±0,02 ^a	-*	31,2±1,85 ^a	0,47±0,12 ^a	-*	0,11±0,01 ^a	527±118 ^a	1763±9,468 ^b	16,0±1,39 ^a	10216±386,6 ^a
Ihlamur																
Doğa	0,61 ±0,03 ^{ab}	0,41±0,13 ^a	75,1±8,47 ^b	23,7±0,62 ^{ab}	8,02±0,15 ^b	75,5±9,00 ^a	1,08±0,01 ^a	0,21±0,04 ^a	21,0 ±3,28 ^a	1,32±0,06 ^{ab}	-*	0,08±0,0003 ^a	545±5,72 ^a	2684±116,5 ^b	10,5±0,42 ^{ab}	17983±486,03 ^a
Ihlamur																
Aktar	0,17±0,08 ^b	1,10±0,26 ^{abc}	96,6±0,59 ^{ab}	17,9±0,46 ^b	8,11±0,29 ^b	76,8±0,69 ^a	1,18±0,26 ^{bc}	0,15±0,08 ^{ab}	24,8±2,04 ^a	2,32±0,13 ^b	-*	0,19± 0,014 ^a	548±11,3 ^{ab}	2834±35,13 ^d	24,6±0,42 ^c	14781±292,9 ^b
Total																
Doğa	0,62±0,02	0,44±0,08	153±20,4	44,5±1,21	11,1±0,95	926±419	1,64±0,22	0,48±0,09	588±272	2,51±0,50	-*	0,18±0,02	656±20,5	3503±431,2	26,7±3,36	22527±2145
Total																
Aktar	0,04±0,14	1,18±0,09	366±39,3	20,70±1,039	10,07±0,414	571,1±69,41	2,64±0,34	0,14±0,02	258±59,0	3,96±0,36	-*	0,44±0,05	636±13,9	3354±210,9	23,6±1,10	32396±5736,7

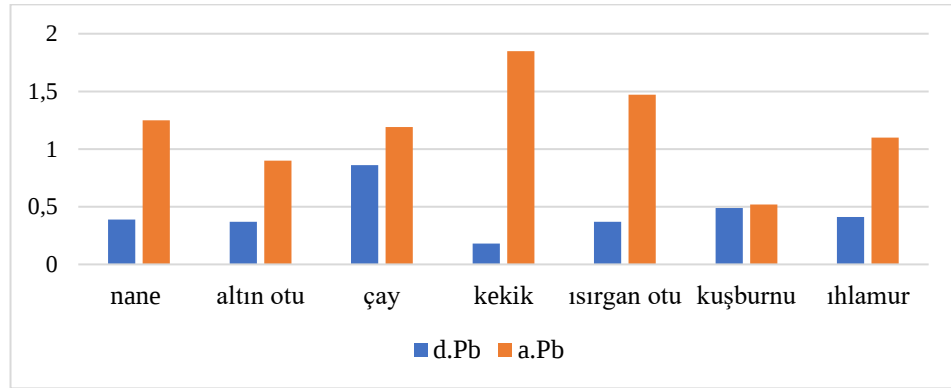
-*: limit değerinin altındadır. Doğa: Tablo 4.1. değerlerini Aktar ise Tablo 4.3. değerlerini kapsar.

4.2. Bitkilere Ait Metal Konsantrasyon Değişim Grafikleri

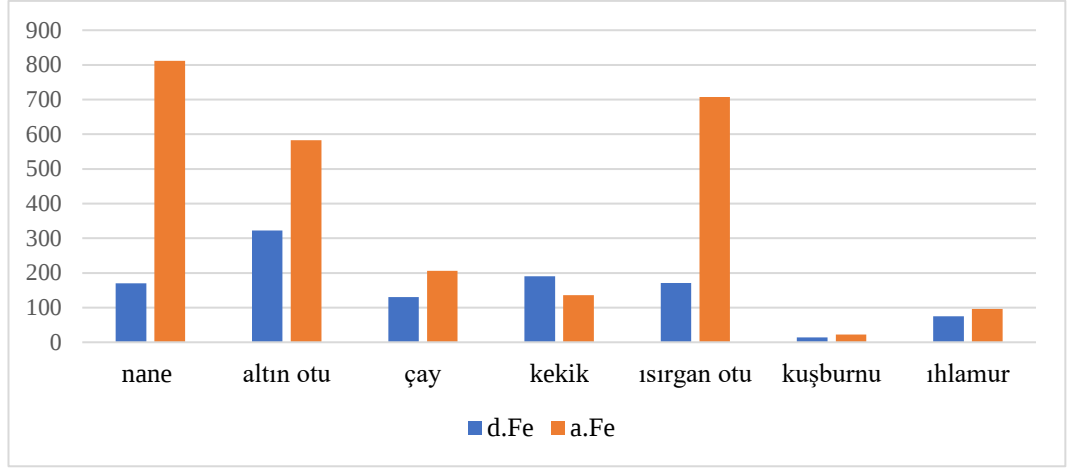
Doğadan ve aktardan aldığımız bitki örneklerine ait element konsantrasyon miktarları grafiklerde her bitki için ayrı ayrı ele alınıp kıyaslama yapılmıştır. Şekil 4.1. bitki örneklerine ait Cd miktarı kıyaslanmıştır. Şekil 4.2. Pb değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.3. Fe değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.4. Zn değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.5. Cu değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.6. Al değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.7. Cr değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.8. Co değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.9. Mn değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.10. Ni değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.11. Li değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.12. Na değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.13. Mg değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.14. B değeri kıyaslanmıştır. Şekil 4.15. K değeri kıyaslanmış hali gösterilmiştir. Grafiklerde d. doğadan topladığımız bitki örneklerine ait element konsantrasyonlarını, a. ise aktar örneklerine ait element konsantrasyonlarını göstermektedir.



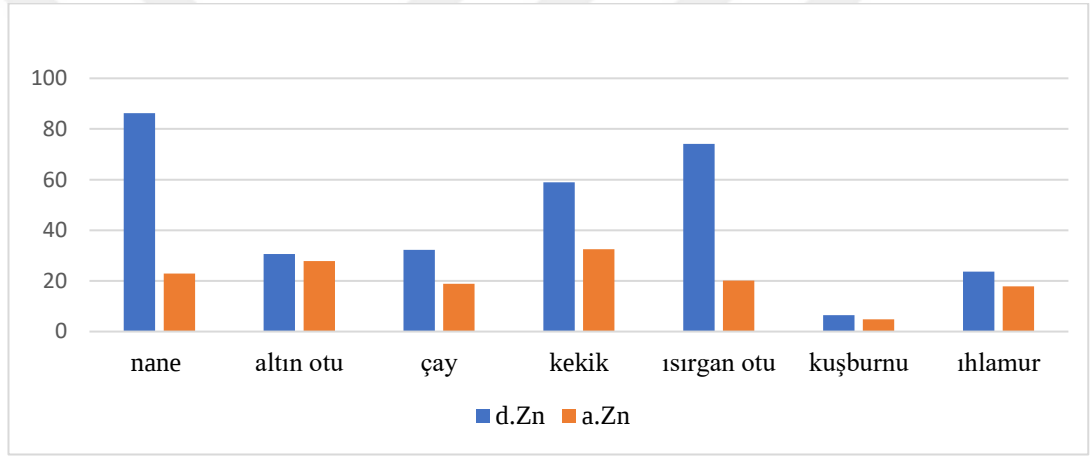
Şekil 4.1. Bitki örneklerinde bulunan Cd miktarı kıyaslama grafiği



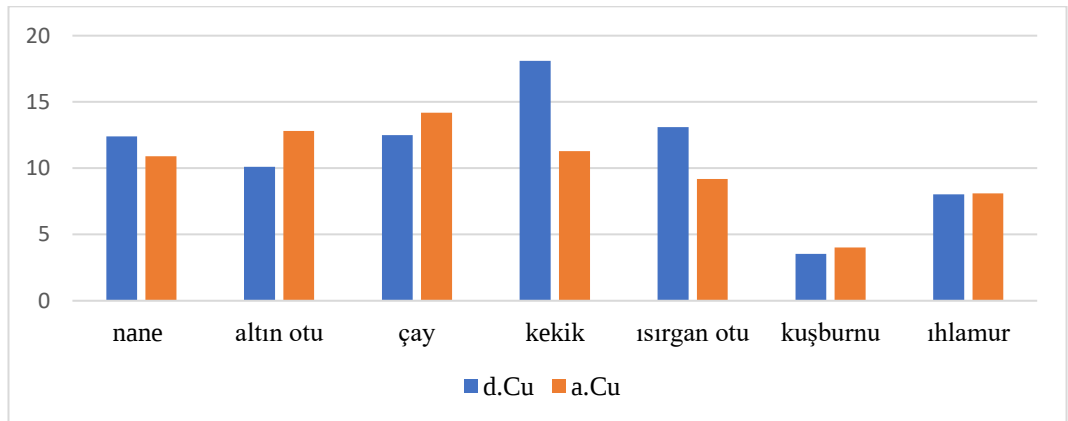
Şekil 4.2. Bitki örneklerinde bulunan Pb miktarı kıyaslama grafiği



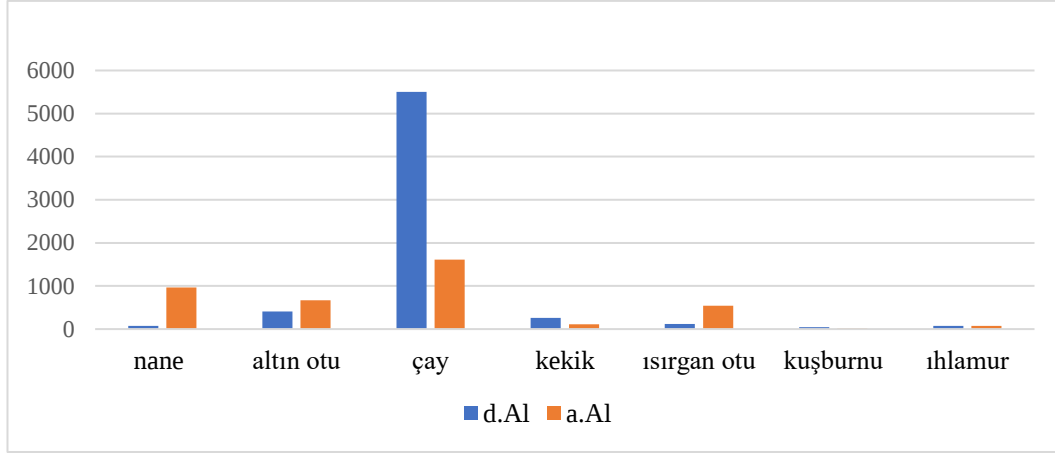
Şekil 4.3. Bitki örneklerinde bulunan Fe miktarı kıyaslama grafiği



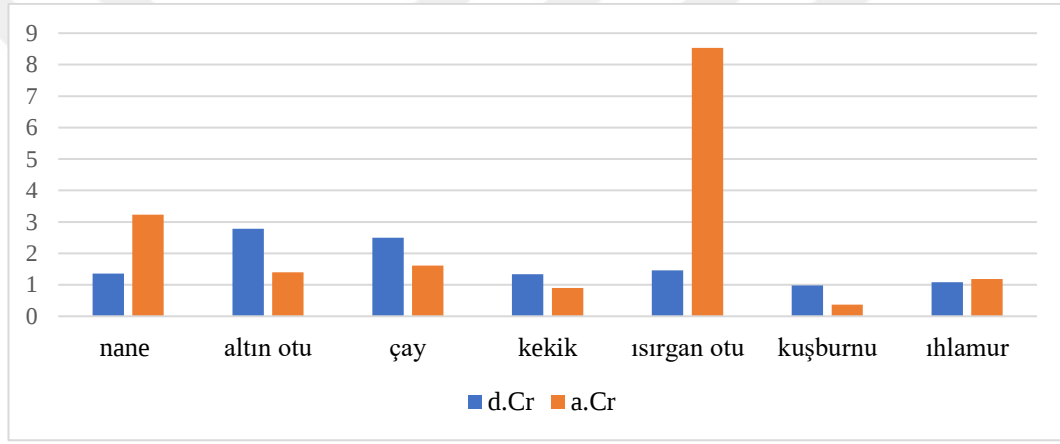
Şekil 4.4. Bitki örneklerinde bulunan Zn miktarı kıyaslama grafiği



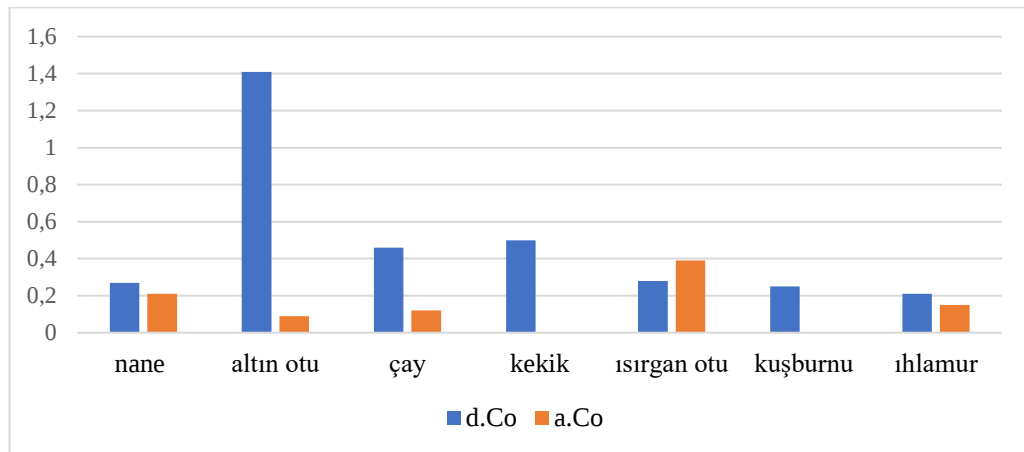
Şekil 4.5. Bitki örneklerinde bulunan Cu miktarı kıyaslama grafiği



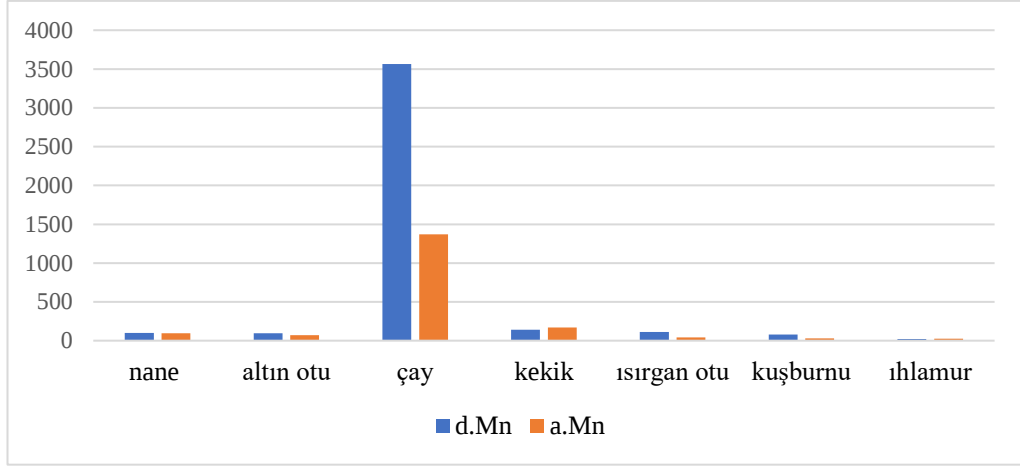
Şekil 4.6. Bitki örneklerinde bulunan Al miktarı kıyaslama grafiği



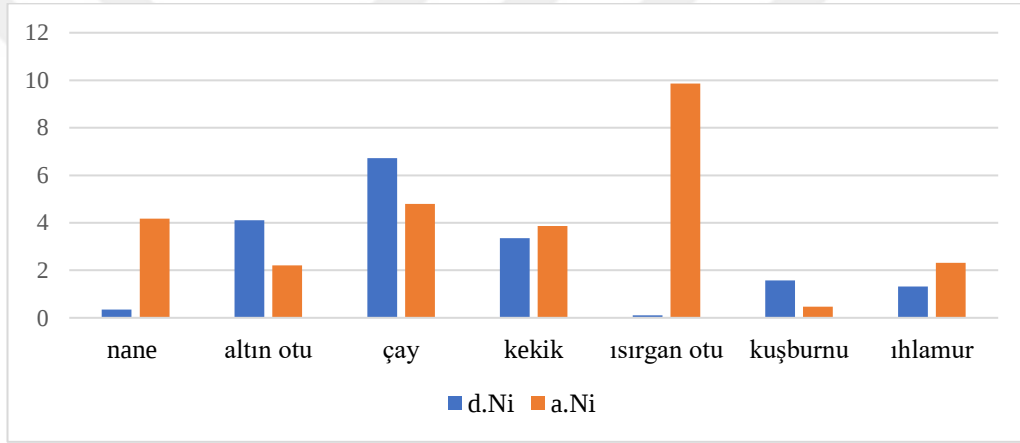
Şekil 4.7. Bitki örneklerinde bulunan Cr miktarı kıyaslama grafiği



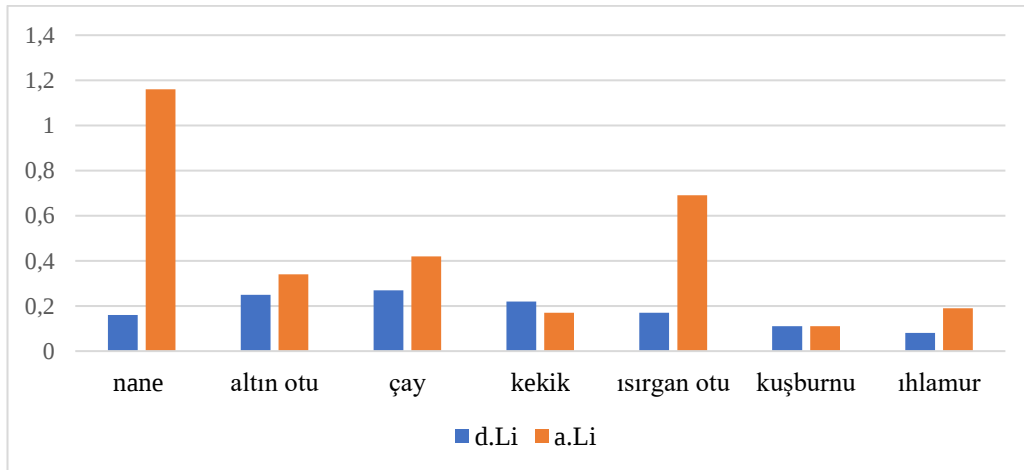
Şekil 4.8. Bitki örneklerinde bulunan Co miktarı kıyaslama grafiği



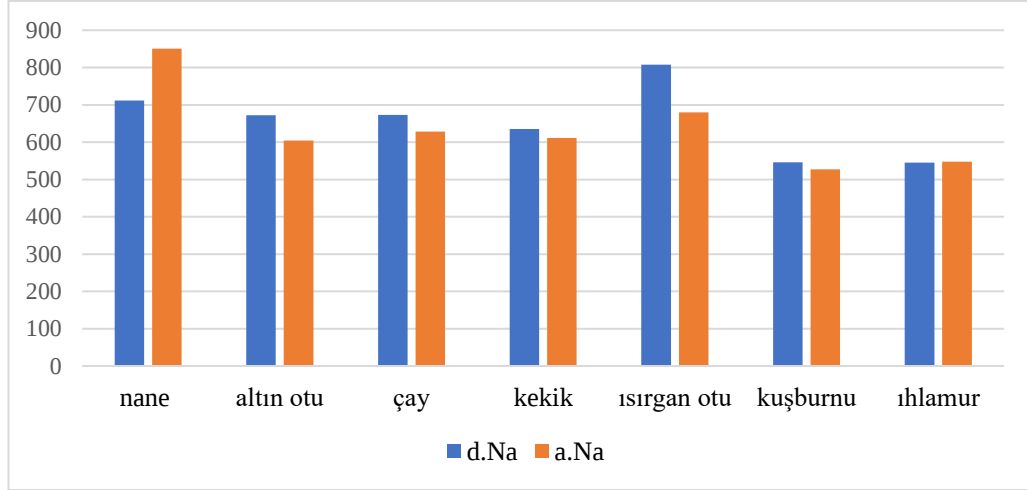
Şekil 4.9. Bitki örneklerinde bulunan Mn miktarı kıyaslama grafiği



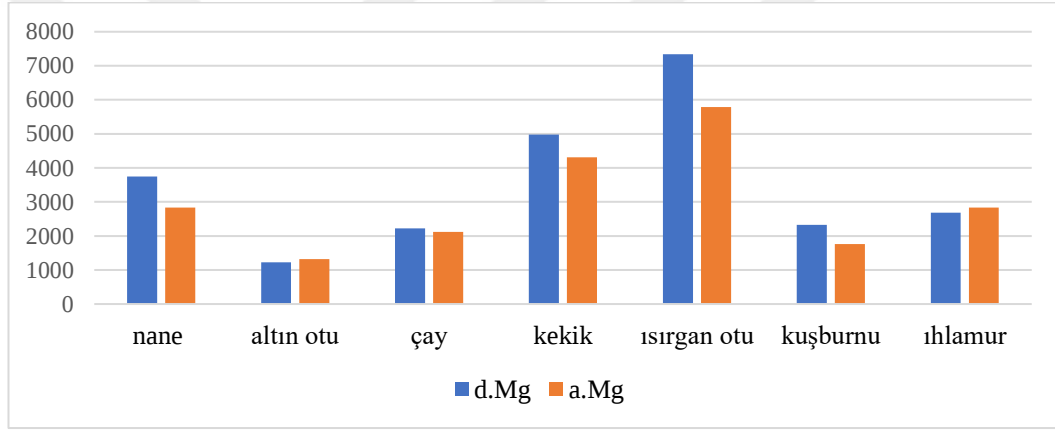
Şekil 4.10. Bitki örneklerinde bulunan Ni miktarı kıyaslama grafiği



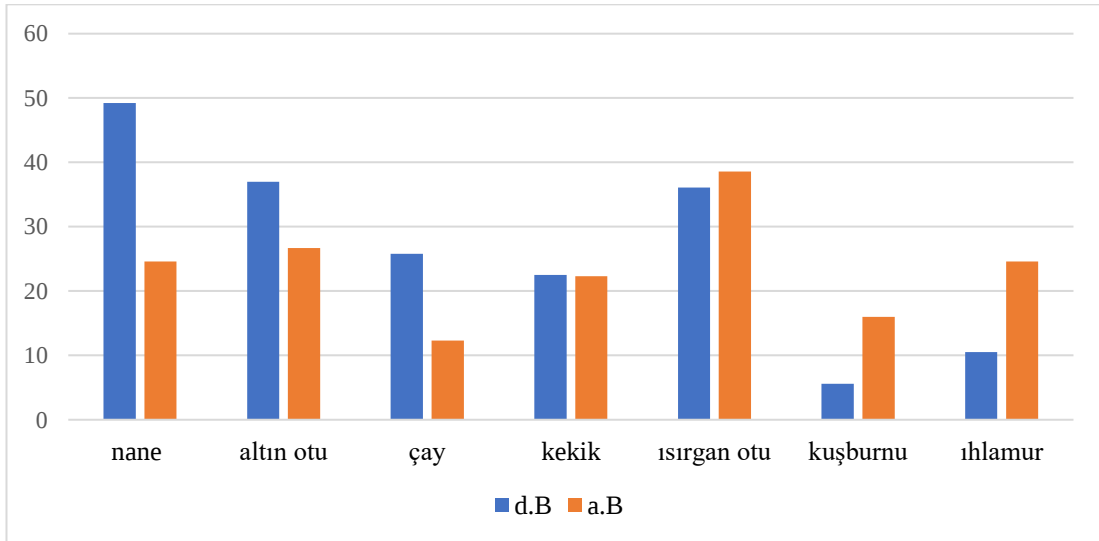
Şekil 4.11. Bitki örneklerinde bulunan Li miktarı kıyaslama grafiği



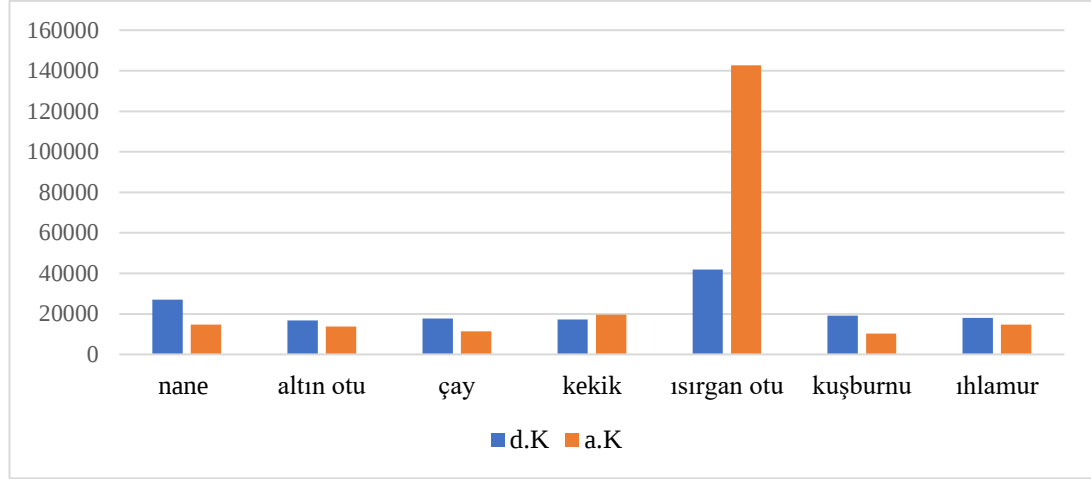
Şekil 4.12. Bitki örneklerinde bulunan Na miktarı kıyaslama grafiği



Şekil 4.13. Bitki örneklerinde bulunan Mg miktarı kıyaslama grafiği



Şekil 4.14. Bitki örneklerinde bulunan B miktarı kıyaslama grafiği



Şekil 4.15. Bitki örneklerinde bulunan K miktarı kıyaslama grafiği

4.3. literatür Araştırması ve Tartışma

Bu çalışma kapsamında bulmuş olduğumuz sonuçlar ile önce yapılan çalışma sonuçları tartışılmış ve Tablo 5.1. 'de gösterilmiş referans sonuçlar ile kıyaslanmıştır.

Kadmiyum değerlerine baktığımızda, Şimşek (2010) yaptığı çalışmasında ısırgan otunda kadmiyum değerini $0,997 \pm 0,416 \text{ mg/kg}$ olarak bulmuştur. Akgünlü (2012) çalışmasında 10 farklı yabani bitkilerde kadmiyum konsantrasyonunun $0,82-0,00 \text{ mg/kg}$ arasında değiştiğini belirlemiştir. Turan (2014) yapmış olduğu çalışmasında altın otunda $0,114 \pm 0,002 \text{ mg/kg}$, yeşil çayda $0,122 \pm 0,002 \text{ mg/kg}$ olarak bulmuştur. Alkaya ve ark. (2015) yaptığı çalışmalarında kekik $0,170 \text{ mg/kg}$, ıhlamur $0,132 \text{ mg/kg}$, nane $0,094 \text{ mg/kg}$, yeşil çay $0,040 \text{ mg/kg}$ değerleri bulunmuştur. Bizim çalışmamız doğadan toplanılan bitkilerde; kadmiyum konsantrasyonları $0,73-0,52 \text{ mg/kg}$ olarak arasında bulunmuştur. Cd değerlerini büyükten küçüğe sıraladığımızda, Altın otu>kekik>ıhlamur>yeşil çay>kuşburnu>ısırgan otu> nane şeklinde olup en yüksek değer altın otunda bulunmuştur. Aktardan alınan bitki örneklerinde ortalama kadmiyum konsantrasyonları $0,08-0,17 \text{ mg/kg}$ olarak sadece ıhlamurda ve kekikte bulunmuştur. Diğer bitki örneklerinde kadmiyum değerleri tespit edilememiştir. Sıralama ise şu şekildedir ıhlamur>kekik. FAO/WHO bitkilerdeki kabul edilebilir ağır metal sınır değerlerine baktığımızda, doğadan alınan bitki örneklerinde değerlerimiz yüksek bulunurken toprak kirliliği kontrol yönetmeliğine göre ise müsaade edilen

değerler içerisinde (Tablo 5.1.) olduğu ve Şimşek'in çalışmasında Cd değerlerinin bizim çalışmamızla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Aktardan alınan bitki örnekleri ise FAO/WHO ve TKKY değerlerine uygun olup yapılan diğer çalışmalara benzerlik göstermektedir.

Kurşun miktarı; Başgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmasında kurşun değerlerini ıhlamurda 0,26 mg/kg, ısırganda 4,80 mg/kg ve kuşburnuda 0,34 mg/kg olarak belirlemiştir. Bedir (2010) çalışmasında kurşun değerlerini kekikte 6-4 ppm, nanede 4-5 ppm olarak bulmuştur. Leblebici ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada kurşun değerlerini kekik ve ıhlamur için 0,12 mg/kg olarak bulmuşlardır. Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabani bitkilerde kurşun konsantrasyonu 0,04-1,40 mg/kg aralığında belirlemiştir. Özkaynak (2014) çalışmasında ıhlamurda $0,792 \pm 0,146 \mu\text{g g}^{-1}$, kekikte $1,322 \pm 0,422 \mu\text{g g}^{-1}$, nanede $0,781 \pm 0,259 \mu\text{g g}^{-1}$, yeşil çayda $3,352 \pm 1,237 \mu\text{g g}^{-1}$ bulmuştur. Turan (2014) yapmış olduğu çalışmasında altın otunda $2,397 \pm 0,031 \text{ mg/kg}$, yeşil çayda $0,765 \pm 0,010 \text{ mg/kg}$ konsantrasyonunda bulmuştur. Türkmen ve ark. (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde yaptıkları çalışmalarında kurşun değerini 1,97-6,41 mg kg-1 aralığında yine Türkmen ve ark. (2017) Giresun yöresinden bazı bitkilerde kurşun konsantrasyonlarını 0,32-6,22 mg/kg arasında belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) Şırnak yöresinde kekik bitkisinde yaptığı çalışmasında Pb değeri 2,24 mg/kg olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda kendi topladığımız nane, altın otu, yaş çay, kekik, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerinde ortalama kurşun konsantrasyonları 0,18-0,86 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Yaş çay> kuşburnu>ıhlamur>nane>ısırgan otu>altın otu> kekik şeklinde sıralanmış olup en yüksek değer yaş çay ve en düşük değer kekikte tespit edilmiştir. Aktardan alınan bitki örneklerinde ise ortalama kurşun konsantrasyonları 0,52-1,85 mg/kg aralığında olarak tespit edilmiştir. Konsantrasyonları büyükten küçüğe sıraladığımızda ise kekik>ısırgan otu>nane>yeşil çay>ıhlamur>altın otu>kuşburnu olmak üzere en yüksek kekikte ve en düşük ise kuşburnu da bulunmuştur. Çalışmamızda aktar örneklerinin total kurşun konsantrasyonu, doğadan alınan örneklerden yüksektir bulunurken her iki çalışma WHO değerleri ile kıyasladığımızda müsaade edilen limitler içinde olduğu görülmektedir (Tablo5.1.).

Demir konsantrasyonu; Başgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmasında demir değerlerini ıhlamurda 228 mg/kg, ısırganda 810 mg/kg ve kuşburnu da 267,2 mg/kg olarak belirlemiştir. Bedir'in (2010) bitkiler üzerindeki yapmış olduğu çalışmasında kekikte 311-1041ppm, nanede 581-4077 ppm aralığında bulmuştur. Özrenk ve arkadaşları (2011) kuşburnu üzerine yapmış olduğu bir çalışmasında ise demir miktarını 42,02-106,51 ppm arasında bulmuştur. Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde demir konsantrasyonu 234-975 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Çolak (2014) çalışmasında altın otu, ıhlamur, ısırgan bitkilerinde demir değerlerini sırası ile $186,094 \pm 0,839$ mg/kg, $56,045 \pm 0,286$ mg/kg ve $178,162 \pm 0,763$ mg/kg olarak bulmuştur. Turan (2014) çalışmasında yeşil çayda $168,246 \pm 2,246$ mg/kg ve altın otu bitkilerinde $98,951 \pm 1,335$ mg/kg değerlerini bulmuştur. Türkmen ve ark. (2017) Giresun yöresinden bazı bitkilerde demir içeriğini 38,9- 533 mg/kg aralığında bulmuşlardır. Nakilcioğlu (2019) çalışmasında demir değerlerini kekikte $249,24 \pm 0,32$ µg/g, nanede $619,44 \pm 7,54$ µg/g, ıhlamurda $508,64 \pm 6,05$ µg/g, yeşil çayda $137,94 \pm 0,13$ µg/g, ısırgan otunda $446,73 \pm 2,50$ µg/g değerlerini bulmuştur. Çakmak (2019) çalışmasında yaş çay yapraklarında ortalama Fe içeriğini 57,09 mg/kg olarak belirlemiştir. Kordalı ve ark. (2020) çalışmasında Fe elementini *Malva sylvestris* L. bitkisinde $162,96$ mg kg⁻¹ *Alcea rosea* L. bitkisinde ise $181,99$ mg kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) Şırnak yöresinde kekik bitkisinde yaptığı çalışmasında demir değeri 138,2 mg/kg olarak belirlemiştir. Bizim incelediğimiz doğadan alınan bitki örneklerinde demir konsantrasyonları 13,8-322 mg/kg aralığında olup sırasıyla Altın otu>kekik>ısırgan otu>nane>yaş çay>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir. Aktardan alınan bitki örneklerinin konsantrasyonları 21,9-812 mg/kg aralığında olup sıralama ise nane>ısırgan otu>altın otu>yeşil çay>kekik>ıhlamur>kuşburnu olarak en yüksek nanede en düşük ise kuşburnu da tespit edilmiştir. Çalışmamızda ortalama demir değeri en yüksek aktar örneklerinde bulunmuştur. FAO/WHO (Tablo 5.1.)'nin kabul ettiği değer 30 mg/kg olup, toprak kirliliği kontrol yönetmeliğinde ise 150-300 mg/kg'dır. Çalışmamızda bazı bitkilerin belirtilen değer üzerinde olduğu görülmüştür. Yukarıdaki literatür değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Çinko değerlerine baktığımızda; Basgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmasında çinko değerlerini ıhlamurda mg/kg, ısırganda mg/kg ve kuşburnu mg/kg da olarak belirlemiştir. Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde çinko konsantrasyonu 10-97 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Turan (2014) çalışmasında altın otu ve yeşil çay bitkilerinde sırası ile $13,229 \pm 0,177$ mg/kg ve $11,676 \pm 0,157$ mg/kg bulmuştur. Türkmen ve ark. (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde çinko değerini 10,1-110 mg kg-1 aralığında yine Türkmen ve ark. (2017) Giresun yöresinden bazı bitkilerde çinko konsantrasyonları 14,3- 536 mg kg-1 aralığında belirlemişlerdir. Nakilcioğlu (2019) çalışmasında çinko değerlerini bitkilerde; kekik $71,74 \pm 1,10$ µg/g, nane $88,95 \pm 0,29$ µg/g, ıhlamur $88,15 \pm 0,73$ µg/g, yeşil çay $81,47 \pm 1,32$ µg/g, ısırgan otu $93,69 \pm 1,29$ µg/g olarak bulmuştur. Çakmak (2019) çay ve işleme ürünlerinin hasat dönemlerine ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak besin içeriğindeki değişimler üzerine yapmış olduğu çalışmasında yaş çay yapraklarında Zn elementini ortalama 6,86 mg/kg olarak bulmuştur. Kordalı ve ark. (2020) çalışmasında Zn elementini *Malva sylvestris* L. bitkisinde $63,56$ mg kg-1 *Alcea rosea* L. bitkisinde ise $46,57$ mg kg-1 olarak belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) Şırnak yöresinde kekik bitkisinde Zn değerini $45,42$ mg/kg olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmaya göre doğadan topladığımız kuşburnu, ıhlamur, altın otu, yaş çay, nane, kekik ve ısırgan otu bitki örneklerinde tespit ettiğimiz çinko konsantrasyonları $6,52$ - $74,1$ mg/kg aralığında değişmektedir olup en yüksek ısırgan otunda en düşük ise kuşburnu da tespit edilmiştir. Sıralama ise, ısırgan otu>kekik>nane>yeşil çay>altın otu>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir. Aktardan alınan bitkilerde ise ortalama çinko konsantrasyonları $4,78$ - $32,5$ mg/kg aralığında olarak en yüksek kekik bitkisinde en düşük ise kuşburnu da bulunmuştur. Sıralama ise kekik>altın otu>nane>ısırgan otu>yeşil çay>ıhlamur>kuşburnu şekildedir. Tablo 5.1.'de kabul edilebilir sınır değerlerle kıyasladığımızda Çinko değerleri her iki çalışmada toprak kirliliği kontrol yönetmeliğine göre uygunken, doğadan topladığımız nane, kekik ve ısırgan otunun bitkileri WHO'nun belirlediği limit değerlerinin üzerinde olduğu, aktar örneklerinde ise tüm örneklerin değerlere uygun görülmektedir. Tablo 5.1. 'de bitkilerde bulunması gereken Zn normal 27 - 150 mg/kg olarak verildiğinden değerlerimizde herhangi bir sıkıntı görülmemektedir. Yukarıdaki literatür değerleri ile de benzerlik göstermektedir.

Bakır miktarı; Başgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmasında bakır değerlerini ıhlamurda 9,64 mg/kg, ısırganda 5,60 mg/kg ve kuşburnu da 4,94 mg/kg olarak belirlemiştir. Özrenk ve ark. (2011) çalışmalarında kuşburnu da bakır içeriğini 15,7-27,02 ppm aralığında bulunmuştur. Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabani bitkilerde bakır konsantrasyonu 6,5-18,4 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Çolak (2014) çalışmada ise ıhlamur 5,470±0,055 mg/kg, ısırgan 4,131±0,057 mg/kg, altın otu 17,660±0,140 mg/kg bitkilerinde bakır miktarları belirlenmiştir. Türkmen ve ark. (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde bakır değerini 2,56-85,6 mg kg⁻¹ aralığında yine Türkmen ve ark. (2017) Giresun yöresinden bazı bitkilerde bakır değerini 2,33-28,1 mg/kg aralığında bulmuşlardır. Nakilcioğlu (2019) çalışmasında Cu miktarını bitkilerinde; kekik 6,04±0,05 µg/g, nane 6,44±0,02 µg/g, ıhlamur 4,90±0,04 µg/g, yeşil çay 5,15±0,12 µg/g, ısırgan otu 5,15±0,01 µg/g bulmuştur. Çakmak (2019) çalışmasında yaş çay yapraklarında Cu elementini ortalama 8,96 mg/kg olarak bulmuştur. Kordalı ve ark. (2020) çalışmasında Cu elementini *Malva sylvestris* L. bitkisinde 60,70 mg kg⁻¹ *Alcea rosea* L. bitkisinde ise 32,14 mg kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) Şırnak yöresinde kekik bitkisinde yaptığı çalışmada Cu değerini 13,62 mg/kg olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmamızda toplanan bitki örneklerinde bakır konsantrasyonları 3,54-18,1 mg/kg aralığında olarak en yüksek kekik ve en düşük kuşburnunda tespit edilmiş olup sıralama kekik>ısırgan otu>yeşil çay>nane>altın otu>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir. Aktardan alınan bitki örneklerinde ise ortalama bakır konsantrasyonları 4,01-14,2 mg/kg aralığında olarak bulunmuştur. Sıralama yeşil çay>altın otu>kekik>nane>ısırgan otu>ıhlamur>kuşburnu olarak en yüksek yeşil çayda en düşük ise kuşburnu da tespit edilmiştir. Çalışmamızda tüm bitkilerimiz toprak kontrol yönetmeliğine uygun olup; kuşburnu haricinde diğer bitki örnekleri WHO'nun müsaade ettiği sınır değer üzerinde bulunmuştur. Aktardan ve doğadan alınan bitkiler benzer değerler göstermiştir. Tablo 5.1. 'de bitkilerde bakır normal değeri 5-30 mg/kg olarak verildiğinden sonuçlarımız bu değer aralığında olup yukarıdaki literatür değerleri ile de benzerlik göstermektedir.

Alüminyum değerleri; Başgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmasında Alüminyum değerlerini ıhlamurda 87,0 mg/kg, ısırgan otunda 596 mg/kg ve kuşburnu da 157

mg/kg olarak belirlemiştir. Bedir (2010) çalışmasında Al değerlerini kekikte 325-1074 ppm ve nanede 712-5043 ppm olarak bulmuştur. Leblebici ve ark. (2012) çalışmasında çay örneklerinde Al değerlerini 1324,8-1582,9 mg/kg, kekikte 38,6 mg/kg, ıhlamurda 8,8 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı bitkilerde alüminyum konsantrasyonu 548-161 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Esetlili ve ark. (2014) çalışmalarında kekik, ısırgan otu ve nane bitkilerinde Al değerlerini sırası ile 810 ± 72 mg/kg, 730 ± 41 mg/kg, 345 ± 12 mg/kg olarak tespit etmiştir. Saltan (2015) çalışmasında Al miktarını ısırgan otunda 4413,33-5071,86 mg/kg, biberiye bitkisinde 6548,33-12048,08 mg/kg olarak bulmuştur. Budağ ve Fırat (2015) çalışmalarında *Ranunculus trichophyllus* bitkisinde Al elementini 230,89 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Okut (2019) Van ilinde benzer bitkiler üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada Al miktarını 0,597-32,852 mg/kg arasında bulmuştur. Fidan ve ark. (2020) *O. Acutidens* bitkisinde yapmış olduğu çalışmada Al miktarını $384,93 \pm 0,06$ mg/kg olarak bulmuştur. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmada Al değerini 243,00 mg/kg olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmamızda topladığımız bitki örneklerinde Al konsantrasyonları 46,6-5501 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Sıralama ise yeşil çay>altın otu>kekik>ısırgan otu>ıhlamur>nane>kuşburnu şeklindedir. Aktardan alınan örneklerin bitki örneklerinde ortalama Al konsantrasyonu 16,4-1614 mg/kg aralığında olarak tespit edilmiştir. Sıralama yeşil çay>nane>altın otu>ısırgan otu>kekik>ıhlamur>kuşburnu olarak en yüksek yeşil çayda en düşük ise kuşburnu da bulunmuştur. Sonuçlarımız yukarıdaki literatür değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Krom konsantrasyonları; Basgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmalarında krom değerlerini ıhlamurda 0,34 mg/kg, ısırganda 1,20 mg/kg ve kuşburnu da 0,92 mg/kg olarak belirlemiştir. Bedir (2010) çalışmasında krom değerlerini kekikte 2-5 ppm, nanede 3-14 ppm olarak bulmuştur. Ergün ve ark. (2011) çalışmalarında kekikte $3,198 \pm 0,69$ mg/kg olarak bulmuşlardır. Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde krom konsantrasyonu 0,65-9,08 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Türkmen ve ark. (2016) yılında Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde krom değerini 0,17-2,95 mg kg⁻¹ aralığında yine Türkmen ve ark. (2017) Giresun yöresinden bazı bitkilerde krom değerini 0,14-3,24 mg/kg aralığında

belirlemişlerdir. Fidan ve ark. (2020) O. Acutidens bitkisinde yapmış olduğu çalışmada Cr değerini $16,75 \pm 1,529$ mg/kg olarak bulmuştur. Yaptığımız çalışmamızda toplanan bitki örneklerinde krom miktarları 0,98-2,78 mg/kg olup sırası ile altın otu>yeşil çay>ısırgan otu>nane>kekik>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir. Aktardan alınan örneklerde ortalama krom değerleri 0,37-8,53 mg/kg aralığında olarak en yüksek ısırgan otunda en düşük ise kuşburnu da tespit edilmiştir. Konsantrasyonları sıraladığımızda ısırgan otu>nane>yeşil çay>altın otu>ıhlamur>kekik>kuşburnu şeklindedir. FAO/WHO (2003) bitkilerdeki kabul edilebilir ağır metal sınır değerlerine baktığımızda, aktardan alınan kuşburnu haricinde diğer örnekler yüksek bulunurken toprak kirliliği kontrol Yönetmeliğine göre ise müsaade edilen değerler içerisinde (Tablo 5.1.). Yukarıdaki literatür değerleri ile de benzerlik göstermektedir.

Kobalt değerleri; Budağ ve Fırat (2005) çalışmada *Ranunculus trichophyllus* bitkisinde Co elementini 2,12 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Basgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmada krom değerlerini ıhlamurda 0,14 mg/kg, ısırganda 0,48 mg/kg ve kuşburnu da 0,40 mg/kg olarak belirlemiştir. Şimşek (2010) çalışma sonucunda bitki türüne göre kobalt miktarı 0,010-0,502 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmiştir. Akgünlü (2012) çalışmada sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde konsantrasyonu 0,15-1,63 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Esetlili ve ark. (2014) çalışmalarında Co değerlerini kekik, ısırgan otu ve nanede sırası ile $0,20 \pm 0,02$ mg/kg, $0,17 \pm 0,02$ mg/kg, $0,61 \pm 0,05$ mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Rajan ve ark. (2015) farklı tıbbi bitkiyle yaptıkları çalışma sonucunda Co değerlerini 2,025-0,059 mg/kg konsantrasyonunda bulmuşlardır. Türkmen ve ark. (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde kobalt değerinin 0,10-1,60 mg kg⁻¹ aralığında, yine Türkmen ve ark. (2017) Giresun yöresinden bazı bitkilerde kobalt konsantrasyonunu 0,05-1,80 mg/kg aralığında belirlemişlerdir. Fidan ve ark. (2020) O. Acutidens bitkisinde Co miktarını $0,76 \pm 0,09$ mg/kg olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda topladığımız bitkilerinde Co konsantrasyonları 0,21-1,41 mg/kg aralığında olup büyükten küçüğe sıraladığımızda ise altın otu>kekik>yeşil çay>ısırgan otu>nane>kuşburnu>ıhlamur şeklindedir. Tablo 5.1.'de bitkilerde Co miktarlarının 0,02-1 mg/kg normal olduğunu, 15-50 mg/kg değerlerinde toksik etkiye ulaşacağını bildirmiştir. Aktardan alınan bitki örneklerinde ise ortalama kobalt konsantrasyonları 0,09-0,39 mg/kg aralığında olarak

bulunmuştur. İncelediğimiz 7 farklı bitki örneklerinden kekik ve kuşburnu da kobalt değerleri tespit edilememiş olup diğer bitki örneklerinin sıralaması ise ısırgan otu>nane>ıhlamur>yeşil çay>altın otu şeklinde olup en yüksek ısırgan otu en düşük ise altın otunda bulunmuştur. Sonuçlarımız yukardaki literatür çalışmalarına benzerlik göstermektedir.

Mangan değerlerine baktığımızda; Basgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmasında mangan değerlerini ıhlamurda 71,2 mg/kg, ısırganda 79,8 mg/kg ve kuşburnu da 244 mg/kg olarak belirlemiştir. Özrenk (2011) yılında kuşburnu üzerine yaptığı bir çalışmada mangan içeriği 7,47-140,01 ppm arasında belirlemiştir. Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde mangan konsantrasyonu 35-116 mg/kg aralığında belirlemiştir. Çolak (2014) çalışmasında ıhlamur, altın otu ve ısırganda sırası ile mangan içeriğini $33,809 \pm 0,173$ mg/kg, $17,904 \pm 0,069$ mg/kg ve $12,169 \pm 0,056$ mg/kg bulmuştur. Özkaynak (2014) çalışmasında bitkilerde mangan değerleri sırası ile ıhlamurda $16,907 \pm 4,748$ µg g⁻¹; kekikte, $6,605 \pm 2,148$ µg g⁻¹; nanede $6,665 \pm 2,627$ µg g⁻¹; yeşil çayda $12,151 \pm 2,734$ µg g⁻¹ olarak bulmuştur. Esetlili ve ark. (2014) çalışmasında kekik, ısırgan ve nane bitkisinde mangan değerlerini sırası ile 50 ± 5 mg/kg, 65 ± 6 mg/kg ve 122 ± 3 mg/kg olarak belirlemiştir. Türkmen ve ark. (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türlerinde metal değerleri üzerine yaptıkları çalışmalarında mangan değerini 9,26-106 mg kg⁻¹ aralığında; yine Türkmen ve ark. (2017) Giresun yöresinden bazı bitkilerde mangan değerini 1,81-64,6 mg/kg aralığında belirlemişlerdir. Nakilcioğlu (2019) çalışmasında mangan içeriğini bitkilerde kekik $16,48 \pm 0,28$ µg/g, nane $35,74 \pm 0,57$ µg/g, ıhlamur $37,65 \pm 2,02$ µg/g, yeşil çay $249,32 \pm 1,62$ µg/g, ısırgan otu $18,01 \pm 0,20$ µg/g olarak bulmuştur. Çakmak (2019) yaş çay yapraklarında ortalama Mn değerini 567,5 mg/kg olarak bulmuştur. Fidan ve ark. (2020) O. Acutidens bitkisindeki Mn miktarını $108,18 \pm 20,53$ mg/kg olarak bulmuştur. Kordalı ve ark. (2020) çalışmasında Mn elementini Malva sylvestris L. bitkisinde 54,31 mg kg⁻¹ Alcea rosea L. bitkisinde ise 79,71 mg kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmasında Mangan değerini 19,37 mg/kg olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda topladığımız bitki örneklerinde ortalama mangan değerleri 21,0-3563 mg/kg arasında en düşük ıhlamurda ve en yüksek yaş çayda olmak üzere oldukça geniş aralıkta tespit edilmiş olup sıralama ise Yaş çay>kekik>ısırgan otu>nane>altın otu>kuşburnu>ıhlamur

şeklindedir. Aktardan alınan bitki örneklerinde ise ortalama mangan değerleri 24,8-1370 mg/kg aralığında olarak tespit edilmiştir. Ortalama değerleri sıraladığımızda yeşil çay>kekik>nane>altın otu>ısırgan otu>kuşburnu>ıhlamur şeklinde olup en yüksek yeşil çayda en düşük ise ıhlamurda bulunmuştur. Bitkilerde mangan normal değeri 30-300 mg/kg, toksik etki ise 400-1000 mg/kg aralığında oluşabileceği (Tablo 5.1.) belirtilmiştir. Sonuçlarımız yukarıdaki literatür değerlerine benzer olup sadece toplanan yaş çay ve aktardan alınan yeşil çay normal değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir.

Nikel değerlerine baktığımızda; Basgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmasında nikel değerlerini ıhlamurda 2,46 mg/kg, ısırganda 3,60 mg/kg ve kuşburnu da 2,90 mg/kg olarak belirlemiştir. Budağ ve Fırat (2005) çalışmasında *Ranunculus trichophyllus* bitkisinde Ni elementini 2,70 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Şimşek (2010) çalışmasında ısırgan otunda nikel miktarını 1,12-6,11 mg/kg, Kaldırık'da 0,54-1,36 mg/kg, Melocan'da 2,65-4,74 mg/kg ve Sakarca'da 0,84-3,01 mg/kg arasında belirlenmiştir ve yine Bedir, 2010 yılında çalışmasında nikel değerlerini kekik için 10-6ppm, nane için 7-24 ppm olarak bulmuştur. Esetlili ve ark. (2014) çalışmasında nikel değerlerini kekikte $3,52 \pm 0,31$ mg/kg, ısırgan otunda $1,96 \pm 0,27$ mg/kg, nanede $4,39 \pm 0,65$ mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Çolak (2014) yapmış olduğu araştırmada ıhlamur, altın otu, ısırgan otu bitkilerinde nikel değerlerini sırası ile $0,254 \pm 0,001$ mg/kg, $1,156 \pm 0,004$ mg/kg ve $0,346 \pm 0,002$ mg/kg olarak belirlemiştir. Turan (2014) çalışmasında nikel içeriğini altın otu $2,325 \pm 0,031$ mg/kg, yeşil çay $1,487 \pm 0,020$ mg/kg olarak bulmuştur. Türkmen ve ark. (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde nikel değerini 4,71-6,21 mg kg-1 aralığında, yine Türkmen ve ark. (2017) Giresun yöresinden bazı bitkilerde nikel değerini 0,81-18,9 mg/kg aralığında belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmasında Ni değerini 3,8760 mg/kg olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmamızda topladığımız bitkilerde nikel konsantrasyonları 0,11-6,72 mg/kg arasında en düşük ısırgan otunda en yüksek ise yaş çay örneğinde tespit edilmiş olup sıralama ise yaş çay>altın otu>kekik>kuşburnu>ıhlamur>nane>ısırgan otu şeklindedir. Aktardan alınan bitki örneklerinde ortalama nikel miktarı 0,47-9,86 mg/kg aralığında olup sırası ile ısırgan otu>yeşil çay>nane>kekik>ıhlamur>altın otu>kuşburnu şeklinde en yüksek ısırgan

otunda en düşük ise kuşburnu da bulunmuştur. FAO/WHO (2003) bitkilerdeki kabul edilebilir ağır metal sınır değerlerine baktığımızda, topladığımız bitkilerde değerlerimiz nane, altın otu, kekik, ısırgan otu, kuşburnu, ıhlamur bitkilerinde uygun olup yaş çay bu değerden yüksek olurken, aktardan alınan bitki örneklerinde ise ısırgan otunda yüksek bulunmuştur. Toprak kirliliği kontrol Yönetmeliğine göre ise müsaade edilen değerler içerisinde (Tablo 5.1.). Yukarıdaki literatür değerleri ile de benzerlik göstermektedir.

Lityum değerleri; Budağ ve Fırat (2005) çalışmasında *Ranunculus trichophyllus* bitkisinde Li elementini 1,69 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Pakistanda yapılan araştırmada 24 farklı bitkide lityum değerlerinin 10-78 ppm arasında oldukları tespit edilmiştir (Ata ve ark. 2011). Fidan ve ark. (2020) *O. Acutidens* bitkisinde yaptıkları çalışmada lityum değerini $0,36 \pm 0,03$ mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmada Li değerini 1,69 mg/kg olarak belirlemiştir. Bizim çalışma sonucumuzda toplanılan bitkilerde Li değerleri 0,08-0,27 mg/kg aralığında en düşük ıhlamurda ve en yüksek yaş çay bitkisinde tespit edilmiş olup sıralama ise yaş çay>altın otu>kekik>ısırgan otu>nane>kuşburnu>ıhlamur şeklindedir. Aktardan alınan bitkilerde ise ortalama lityum değerleri 0,11-1,16 mg/kg aralığında bulunmuştur. Sıralama yaptığımızda sırası ile nane>ısırgan otu>yeşil çay>altın otu>ıhlamur>kekik>kuşburnu şeklinde olup en yüksek nanede en düşük ise kuşburnu da bulunmuştur. Sonuçlarımız Tablo 5.1.'de belirtilen değerlere göre normal ve yukarıdaki literatür değerlerine benzer olduğu görülmektedir.

Sodyum konsantrasyonları; Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabani bitkilerde sodyum konsantrasyonu 491-6332 mg/kg aralığında belirlemiştir. Çolak (2014) yılında yaptığı çalışma sonucunda altın otu, ıhlamur ve ısırgan otunda sırası ile sodyum değerlerini $52,654 \pm 0,373$ mg/kg, $25,743 \pm 0,177$ mg/kg, $75,478 \pm 0,544$ mg/kg olarak bulmuştur. Yine Turan (2014) bitkiler üzerine yapmış olduğu çalışmada altın otu ve yeşil çayda sırası ile sodyum değerlerini $134,970 \pm 1,811$ mg/kg, $354,894 \pm 4,787$ mg/kg olarak belirlenmiştir. Saltan (2015) çalışmasında sodyum içeriğini ısırgan otunda 17816.67 ± 713 ile 36666.67 ± 1467 mg/kg olarak tespit etmiştir. Kordalı ve ark. (2020) çalışmasında Na elementini *Malva*

sylvestris L. bitkisinde 1591 mg kg⁻¹, Alcea rosea L. bitkisinde ise 2541 mg kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmada sodyum değerini 225,00 mg/kg olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda topladığımız bitki örneklerinde sodyum değerleri 546-808 mg/kg aralığında olup en düşük ıhlamur en yüksek ise ısırgan otunda tespit edilmiştir. Değerleri büyükten küçüğe sıraladığımızda ise ısırgan otu>nane>yaş çay>altın otu>kekik>kuşburnu şeklindedir. Aktardan alınan bitki örneklerinde ortalama sodyum değerleri 527-851 mg/kg aralığında olup en yüksek nane en düşük ise kuşburnu da bulunmuştur. Değerleri sıraladığımızda sırası ile nane>ısırgan otu>yeşil çay>kekik>altın otu>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir. Sodyumun 19-50 yaş yetişkin insanda günlük yeterli alım miktarı kadın ve erkekte 1,5 g olarak belirtilmiştir (Pekcan ve ark. 2016). Çalışmamız yukarıdaki literatür verilerine benzerlik göstermektedir.

Magnezyum değerleri; Basgel ve Erdemoğlu (2005) çalışmada magnezyum değerlerini ıhlamurda 1797 mg/kg, ısırganda 3778 mg/kg ve kuşburnu da 1909 mg/kg olarak belirlemiştir. Özrenk (2011) kuşburnu üzerine yapmış olduğu çalışmada ortalama magnezyum içeriğini 2134-5504 ppm aralığında belirlemiştir. Akgünlü (2012) çalışmada sebze olarak tüketilen 10 farklı yabani bitkilerde magnezyum konsantrasyonu 2457-8643 mg/kg aralığında belirlemiştir. Çolak (2014) çalışmada bitkilerde magnezyum içeriği ıhlamur 1117,541±5,427 mg/kg, altın otu 636,9623±3,58 mg/kg, ısırgan otu 836,222±3,398 mg/kg olarak bulunmuştur. Turan (2014) bitkiler üzerine yapmış olduğu çalışmada altın otu ve yeşil çayda sırası ile Mg değerlerini 443,503±5,954 mg/kg ve 752,858±10,088 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Saltan (2015) çalışmada ısırgan otunda 5736,67 ile 33333,33 mg/kg olarak magnezyum içeriği belirlemiştir. Taşkın ve ark. (2015) Giresun ilinde çalışmada çay yapraklarında ortalama Mg değerini 1,96 g/kg olarak belirlemiştir. Fidan ve ark. (2020) O. Acutidens bitkisinde ise Mg değerini 1844,41±0,29 mg/kg olarak belirlemiş. Kordalı ve arkadaşları (2020) çalışmada Mg elementini Malva sylvestris L. bitkisinde 2730 mg kg⁻¹ Alcea rosea L. bitkisinde ise 2432 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmada Mg değerini 2649 mg/kg olarak belirlemiştir. Magnezyumun 19-50 yaş yetişkin insanda günlük yeterli alım miktarı kadın için 300 mg erkekte ise 350 mg olarak belirtilmiştir

(Pekcan ve ark. 2016). Yaptığımız çalışma sonucunda toplanılan bitki örneklerinde magnezyum konsantrasyonları 1230-7335 mg/kg aralığında olup en yüksek ısırgan otu en düşük altın otunda bulunmuştur. Sıralama ise Isırgan otu>kekik>nane>ıhlamur>yaş çay>altın otu şeklindedir. Aktardan alınan bitki örneklerinde bitki örneklerinde ortalama magnezyum değerleri 1321-5788 mg/kg aralığında bulunmuştur. Sıraladığımızda sırası ile ısırgan otu>nane>kekik>ıhlamur>yeşil çay>kuşburnu>altın otu olup en yüksek ısırgan otu en düşük ise altın otu şeklindedir. Sonuçlarımız yukarıdaki literatür değerleri ile benzer olduğu görülmektedir.

Bor konsantrasyonları; Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabani bitkilerde bor konsantrasyonu 20,9-55,9 mg/kg aralığında belirlemiştir. Çolak (2014) çalışmasında altın otu, ıhlamur ve ısırgan otunda sırası ile bor değerlerini $11,200 \pm 0,084$ mg/kg, $10,066 \pm 0,072$ mg/kg, $4,728 \pm 0,067$ mg/kg olarak bulmuştur. Turan (2014) çalışmasında bitkilerde bor değerlerini 78,125-0,069 mg/kg aralığında bulmuştur. Fidan ve ark. (2020) O. Acutidens bitkisinde yaptıkları çalışmada bor değerini $21,35 \pm 1,69$ mg/kg olarak belirlemiştir. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmada B değerini 27,91 mg/kg olarak belirlemiştir. Yaptığımız çalışmamızda topladığımız bitkilerinde ortalama bor konsantrasyonları 5,58-49,2 mg/kg arasında olup en düşük kuşburnu ve en yüksek nane bitkisinde bulunmuştur. Sıralama ise nane> altın otu>ısırgan otu>yaş çay>kekik>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir. Aktardan alınan bitki örneklerinde ise ortalama bor miktarı 12,3-38,6 mg/kg aralığında olarak bulunmuştur. Sırası ile ısırgan otu>altın otu>nane>ıhlamur>kekik>kuşburnu>yeşil çay olarak en yüksek ısırgan otunda en düşük yeşil çayda tespit edilmiştir. Tablo 5.1.'de bitkilerde bor normal değeri 10-100 mg/kg olarak verildiğinden sonuçlarımızda herhangi bir sıkıntı görülmemektedir. Yukarıdaki literatür değerleri ile de benzerlik göstermektedir.

Potasyum miktarı, Özrenk ve ark. (2011) kuşburnu meyvesinde ise 45405-11152 ppm olarak tespit etmiştir. Akgünlü (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabani bitkilerde potasyum konsantrasyonu 24578-55791 mg/kg aralığında belirlemiştir. Çolak (2014) çalışmasında altın otu, ıhlamur ve ısırgan otunda sırası ile potasyum değerlerini $5341,755 \pm 37,324$ mg/kg, $5844,79 \pm 40,053$ mg/kg ve

3830,348±34,195 mg/kg olarak belirlemiştir. Turan (2014) çalışmasında potasyum değerlerini altın otu ve yeşil çayda sırası ile 8120,897 mg/kg, 6894,785 mg/kg tespit etmiştir. Saltan (2015) çalışmasında ısırgan otunda 25733,33±1029 mg/kg ve 42255.49±1695mg/kg değerlerini bulmuştur. Taşkın ve ark. (2015) Giresun da çay yaprağı çalışmasında ortalama K değerini 8,09 g/kg olarak bulunmuştur. Fidan ve ark. (2020) O. Acutidens bitkisinde yapmış olduğu çalışmasında potasyum değerini 19809,98±3,10 mg/kg olarak belirlemiştir. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmasında K değerini 2441,01 mg/kg olarak belirlemiştir. Potasyumun 19-50 yaş yetişkin insanda günlük yeterli alım miktarı kadın ve erkekte 4,7 g olarak belirtilmiştir (Pekcan ve ark. 2016). Yaptığımız çalışmada toplanılan bitki örneklerinde potasyum konsantrasyonları 16780-41836 mg/kg arasında olup en düşük altın otunda en yüksek ise ısırgan otunda bulunmuştur. Sıralama ise ısırgan otu>nane>kuşburnu>ıhlamur>yeşil çay>kekik>altın otu şeklindedir. Aktardan alınan bitki örneklerinde ise çalışma yaptığımız bitki örneklerinde ortalama potasyum miktarı 10216-142652 mg/kg aralığında olup en yüksek ısırgan otunda en düşük ise kuşburnu da tespit edilmiştir. Sıraladığımızda ise sırası ile ısırgan otu>kekik>ıhlamur>nane>altın otu>yeşil çay>kuşburnu şeklindedir. Çalışmamız yukarıdaki literatür değerleri ile de benzerlik göstermektedir.

Kalsiyum değerlerine baktığımızda; Çolak (2014) çalışmasında ıhlamur 6265,794±20,607 mg/kg, altın otu 3852,107±16,315 mg/kg, ısırgan 2898,346±18,562 mg/kg, Saltan ve ark. (2015) Eskişehirde halk arasında kullanılan bazı bitkilerde kalsiyum değerlerini ısırgan otunda 9228.33± 36 ve 20299.40± 812 mg/kg olarak bulmuştur. Taşkın ve ark. (2015) çalışmasında Giresun'dan aldığı çay yapraklarında ortalama Ca değerini 5,82 g/kg olarak bulmuş ve toprak örnekleri ile eş zamanlı olarak alınan yaprak örneklerinin tamamında kalsiyumun yeterli ve fazla olduğunu belirtmiştir. Fidan ve Fidan (2021) kekik bitkisinde yaptığı çalışmasında Ca elementini 5578,67 mg/kg olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda aktardan aldığımız bitki örneklerinde ortalama kalsiyum değerleri 5916-35158 mg/kg aralığında en yüksek ısırgan otunda en düşük ise altın otunda bulunmuştur. Sıralama yaptığımızda ise ısırgan otu>nane>kekik>ıhlamur>yeşil çay>kuşburnu>altın otu şeklindedir. Çalışmamız yukardaki çalışmalara benzerdir.

Gümüş değerlerini incelediğimizde; Şimşek (2010) çalışmasında Gümüş değerini bitkilerde; Isırgan' da 0,04-0,12 mg/kg, Sakarca'da 0,03-0,16 mg/kg, Melocan'da 0,06-0,13 mg/kg ve Kaldirik' te 0,01-0,11 mg/kg arasında olarak belirlemiştir yine Budağ ve Fırat (2015) çalışmalarında *Ranunculus trichophyllus* bitkisinde Ag elementini 0,02 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Fidan ve ark. (2020) *O. Acutidens* bitkisinde yapmış olduğu çalışmasında $0,52 \pm 0,03$ mg/kg olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda topladığımız ve aktardan aldığımız bitki materyallerinde Ag değeri incelenmiştir ancak hiçbir bitki örneklerinde Ag değerlerine rastlanmamıştır.



BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tablo 5.1. Bitkilerde kabul edilen metal referans sınır değerleri (mg/kg)

Element	Yeterli/normal (ppm) ^a	Fazla/toksik (ppm) ^a	TKKY ($\mu\text{g g}^{-1}$) ^b pH 5-6 pH >6	FAO/WHO (ppm) ^c
Cd	0,01-0,2	5-30	1-3	0,5
Pb	5-10	30-300	50-300	2
Fe	50-250 ^d	>500 ^d	150-300	30
Zn	27-150	100-400	150-300	50
Cu	5-30	20-100	50-140	5
Cr	0,1-0,5	5-30	100	0,5
Ni	0,1-5	10-100	30-75	5
Mn	30-300	400-1000	-	-
Co	0,02-1	15-50	-	-
Li	3-5	5-50	-	-
B	10-100	50-200	-	-
Ag	0,5	5-10	-	-

a: (Kabata-Pendias ve Mukherjee, 2007) b: Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (Anonim, 2001)

c: (FAO/WHO, 2003) d: (Schulze ve ark. 2005)

Tıbbi ve aromatik bitkiler farklı toprak şartlarında farklı ekolojik koşullarda yetiştirilmekte olup bu yetiştirilme koşullarına bağlı olarak, içeriklerinde önemli farklılıklar oluşmaktadır. Ağır metal birikimi, sebep olduğu sağlık sorunlarının önlenmesi için oldukça önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada doğadan toplanan ve aktarlardan temin edilen bitki örneklerinde bitki besin element ve ağır metal tayini yapılmıştır. Bitki örneklerinin kullanılan kısımlarında Cd, Pb, Fe, Al, Zn, Cu, Cr, Ni, Mn, Co, Li, Na, Mg, B, K, Ca, Mg ve Ag elementleri ICP-OES ile içerikleri belirlenmiştir.

Giresun bölgesinin farklı noktalarından temin edilen bitki örneklerini ve ilin farklı aktarlarından temin edilmiş bitki örneklerinin genel olarak irdedeğimizde, metal değerleri açısından baktığımızda daha önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalarla benzerlik gösterdiği gibi benzer olmayan yanları da vardır.

Bulduğumuz değerler, bitkiler için WHO ve Toprak yönetmeliğinin kabul ettiği sınır değerlerin içerisinde olduğu gibi bazı bitkilerde sınır değerlerin üzerinde de olduğu görülmüştür. Cd elementi doğadan alınan örneklerde aktar örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bitkilerin yetiştiği yerlerde gübrelemenin fazla yapıldığı ve pestisit ilaçlarının kullanıldığı düşünülmektedir. Sınır değerinin üzerinde tespiti söz konusu canlılar üzerinde dikkat edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bitkileri topladığımız istasyonları incelediğimizde yaş çayın doğadan toplanan bitki örneklerinden metal konsantrasyonunun yüksek olması sahile yakın ve trafiğin yoğun olduğu bölgeden alınmış olmasından kaynaklı düşünülmüştür. Ayrıca aktar örneklerinin topladığımız bitkilerin kurşun değerinin biraz üzerinde olmasının, kurşun değerleri kurşun kirliliğinin birincil kaynağı olarak araçların egzoz dumanı ve bunun sonucu olarak, bitkileri etkilemektedir. Ancak söz konusu belirlenen limitlerin altında olduğundan herhangi bir sorun görülmemektedir. Zn, Co, B doğadan alınan bitki örneklerinde aktardan alınan örneklere göre nispeten daha yüksek bulunduğu görülmüştür. Cu her iki çalışmada diğer bitki türlerine göre benzer sonuçlar elde edilmiş WHO değerlere uygun olduğu görülmüştür. Al elementi aktardan alınmış altın otu, nane, ısırgan otunda doğadan alınmış aynı bitki örneklerine göre nispeten daha yüksek miktarda tespit edilmiş. Cr, Ni, Fe, Li her iki çalışmada da aktardan alınan bitki türlerinde yüksek bulunmuştur. Isırgan otunda belirlenen Cr değerinin belirtilen toksik aralıkta, Ni değerinin ise toksik sınır değerine yakın olduğu dikkati çekmektedir. Bu kirliliğinin motorlu taşıtlar ve çeşitli tarımsal faaliyetlerden kaynaklık olabileceği düşünülmektedir. Mg, K, Ca elementleri insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. İncelediğimiz bu bitkiler bu üç element için insan beslenmesine önemli bir kaynak olabileceği düşünülmektedir.

Yöre halkı tarafından farklı amaç için tüketimi yapılan araştırmamızda kullandığımız bitki örneklerinde ağır metal ve mineral besin elementlerinin farklı değerlerde olmasında, söz konusu bitkilerin yetiştiği toprağın özelliklerinin, toplanılan yer, yağış miktarı, denizden yükseklik, bitkinin genetik özellikleri, kimyasal gübre, ilaçlar ve rüzgâr etkisi gibi pek çok faktörden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Dünya genelinde bitki kirliliği ile ilgili çalışmalar mevcut olsa da, Giresun gibi sanayinin çok olmadığı ve Türkiye' nin farklı yerlerinden temin edilip satışa sunulan bitki satış alanlarını da ilgilendiren çalışmalar belirli aralıklar ile yapılarak ağır metal birikiminin zaman içerisindeki değişimi belirlenmelidir. Ağır metal yoğunluğuna karşı bölge özellikleri, kirleticinin özelliği gibi faktörler düşünülerek uygun önlemler belirlenmelidir. Ayrıca bu bitkilerin içerdiği mineral maddeler ve ağır metallerin insan vücuduna alımında ocakta kaynatılma oranının da önemli olduğunu vurgulamak isteriz.



KAYNAKLAR

- Akbulut S. Bayramoglu M.M. 2013, The Trade and Use of Some Medical and Aromatic Herbs in Turkey. *Ethno Med*, 7(2): 67-77.
- Akçın A. 2019. Bir Ekmeklik Buğday Çeşidinde (*Triticum aestivum* L. cv. Ceyhan 99) Krom Stresine Karşı Fulvik Asitin Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2): 655-665.
- Akgünlü, S. 2012. Kilis ve Gaziantep Yöresinde Tüketilen Bazı Yabani Sebzelerin Mineral İçerikleri ve Mikrobiyolojik Analizleri, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi,
- Akpınar, K. 2005. Dünyada ve Türkiye’de Suyun Kullanımı ve Geleceğimiz İçin Önemi. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Hizmetiçi Eğitimi. Yalova, s: 6- 16.
- Aksoy, A. Yılmaz, R. Akçalı, S. Yarcı, C. Aksoy, A. Öztürk, M. 2006. Use of *Aesculus hippocastanum* L. as a biomonitor of heavy metal pollution., *Pakistan Journal Of Botany*, cilt.5, sa.38, ss.1519-1527.
- Aksoy, A., 1995. Kayseri-Kırşehir Karayolu Kenarında Yetişen Bitkilerde Ağır Metal Kirlenmesi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Programı. Kayseri.
- Aksu, G. 2018. Kadmiyum ile Kirli Alanlarda Bazı Elementlerin Alınımı Üzerine Hümik Asitin Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi ös:209-217.
- Aktaş, S. 2019. Gümüş Endüstrisi Cevher ve Atıklarında Bazı Elementlerin ICP-OES ile Tayini. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Alan, S. 2008. Alüminyum Raporu. Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği.
- Ali S., et al., 2011.The Ecotoxicological and Interactive Effects of Chromium and Aluminum on Growth, Oxidative Damage and Antioxidant Enzymes on Two Barley Genotypes Differing in Al Tolerance, *Environ. Exp. Bot.*, 70, 185-191.
- Alloway B. J, Steinnes, E.1999. Kadmiyumun Topraklara Antropojenik Eklmeleri. İçinde: McLaughlin M.J, Singh B.R (eds) Topraklarda ve Bitkilerde Kadmiyum. Bitki ve Toprak Bilimlerinde Gelişmeler, cilt 85. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4473-5_5
- Anonim, 2015. Hatay İli Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Eylem Planı (2015-2019)
- Anonim,2021. <https://earth.google.com/web/>, Erişim tarihi: 22.06.2021.

- Anonim, 2022. www.perkinelmer.com., Erişim tarihi:15.12.2021.
- Anonima, 2021. <https://www.drt.com.tr/TeknikBilgi.aspx>., Erişim tarihi: 5.12.2021.
- Anonima,2022.
[https://ankara.edu.tr/pluginfile.php/35189/mod_resource/content/0/BB%2012.p
df](https://ankara.edu.tr/pluginfile.php/35189/mod_resource/content/0/BB%2012.pdf)., Erişim tarihi: 13.01.2022.
- Anonimb, 2022. <https://evrimagaci.org/bakir-9884>., Erişim tarihi: 01.12.2021.
- Anonimb, 2022. <https://www.medikalakademi.com.tr/sodyum/>., Erişim tarihi:
15.01.2022.
- Anonimc, 2022. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Lityum>., Erişim tarihi:22.01.2022.
- Anonimc, 2021. <https://www.mta.gov.tr/>., Erişim tarihi: 03.12.2021.
- Anonimd, 2021. <https://evrimagaci.org/aluminyum-9892>., Erişim tarihi: 07.12.2021.
- Anonimd, 2022. [https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=4139&bitkilerde-sodyum-
elementinin-onemi-nelerdir.html](https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=4139&bitkilerde-sodyum-elementinin-onemi-nelerdir.html)/., Erişim tarihi: 22.01.2022.
- Anonime, 2021. <https://tr.wikipedia.org/wiki/gümüş>, Erişim tarihi:10.11.2021.
- Anonimkf, 2021. <https://slideplayer.biz.tr/slide/2346507/>., Erişim tarihi:08.12.2021.
- Anonimg, 2021. <https://www.bilgiustam.com/>., Erişim tarihi:01.12. 2021.
- Anonimh, 2021. <https://tr.wikipedia.org/wiki/potasyum>., Erişim tarihi: 05.09.2021.
- Anonimi, 2021. <https://tr.wikipedia.org/wiki/kalsiyum>., Erişim tarihi:11.11.2021.
- Anonimi, 2021. <https://aubibam.anadolu.edu.tr/>., Erişim tarihi:6.12.2021
- Anşin, R. Okatan, A. Özkan, Z.C. 1994. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin önemli yan ürün veren odunsu ve otsu bitkileri, TUBİTAK, Proje No: TOAG-903, Sonuç Raporu, s. 173, Trabzon.
- Ata S. Farooq, F. Javed, S. 2011. Elemental profile of 24 common medicinal plants of Pakistan and its direct link with traditional uses Journal of Medicinal Plants Research, 5(26): 6164-6168.
- Ayan A. K, Çalışkan, Ö. Çırak, C. 2006. Isırgan otunun (Urtica spp.) Ekonomik Önemi ve Tarımı, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(3):357-363.
- Ayan A. K., Aytaç S., Arslanoğlu Ş.F, Şahin H.A., 2018. Karadeniz Bölgesinde Isırgan Otu (Urtica dioica) Tehdit mi? Şans mı?. Ziraat Bilimlerinde Güncel Akademik Çalışmalar. ISBN 978-9940-540-48-7
- Ayan A. K., Aytaç S., Arslanoğlu Ş.F, Şahin H.A., 2018. Karadeniz Bölgesinde Isırgan Otu (Urtica dioica) Tehdit mi? Şans mı? Ziraat Bilimlerinde Güncel Akademik Çalışmalar. ISBN 978-9940-540-48-7
- Ayan, A. K. Çalışkan, Ö. Çırak, C. 2006. Isırgan Otu (Urtica spp.) Ekonomik Önemi ve Tarımı, OMÜ Ziraat Fakültesi, 21 (3): 357-363.
- Aydemir, G., 2008. Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Yöre Topraklarına Etkilerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara

- Aytaç G, Uzun Barlas, M. Özçelikay, G. 2014. Sosyal Yönüyle Çay “Camellia Sinensis”. Lokman Hekim Journal, 2014;4(1):1-5
- Bakar C., Baba, A. 2009. Metaller ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunu. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı.
- Baker A.J.M, Walker, P.L.1990. Toleranslı Bitkiler Tarafından Metal Alımının Ekofizyolojisi. İçinde: Shaw, AJ, Ed., Heavy Metal Tolerance in Plants: Evolutionary Aspects, CRC Press, Boca Raton, 155-177.
- Barik K. Aydın, A. Aydın, C.A. 2013. Leaching of different liming materials from acid soil and determination of liming period. Journal of Food, Agriculture& Environment, 11(3-4): 863-866.
- Basgel, S. Erdemoğlu, B. 2006. Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey, Toplam Çevre Bilimi 359, 82– 89
- Baş, L. Demet, Ö. 1992. Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller Ekoloji,5. 42-6.
- Başbağ, S. 1993. Halk Hekimliğinde Kullanılan ve Halk Ağzından Derlemeler Sözlüğünde Yer Alan Tıbbi Bitkiler, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Başgel, S. 2005. Çeşitli şifalı bitkilerde eser element ve bazı önemli polifenollerin tayini. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Bayraktar Ö.V, Öztürk, G. Arslan, D. 2017. Türkiye’de Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Üretimi ve Pazarlamasındaki Gelişmelerin Değerlendirilmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (2): 216-229.
- Bayram E, Kırıcı S, Tansı S, Yılmaz G, Arabacı O, Kızıl S ve Telci D. 2010. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, 11-15 Ocak, ANKARA, 437-456.
- Baysal, A. 2002. Beslenme, 9. Baskı, Hatiboğlu Yayınevi, no: 93, Ankara, 107-149.
- Baytop, T. 1984. Türkiye’de Tıbbi Bitkilerle Tedavi (Geçmişte ve Bugün) İstanbul Üniversitesi Yayın. No:3255. Ecz. Üniversitesi Yayın. No:40.
- Baytop, T. 1999, Türkiye’de Tıbbi Bitkilerle Tedavi (Geçmişte ve Bugün). Nobel Tıp Kitapevi. İstanbul.
- Bedir, N. 2012. Açık ve Paket Çaylarda Bulunan Ağır Metallerin ICP-OES ile Analizleri, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya ABD, Yüksek lisans tezi
- Benli, M. Yiğit, N. 2005. Ülkemizde Yaygın Kullanımı Olan Kekik (Thymus vulgaris) Bitkisinin Antimikrobiyal Aktivitesi. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, Cilt: 03 Sayı: 08 Sayfa: 1-8
- Bilgiç Alkaya D. Karaderi, S. Erdoğan, G. Kurt Cücü, A. 2015. İstanbul Aktarlarında Satılan Bitkisel Çaylarda Ağır Metal Tayini, Marmara Pharmaceutical Journal, 19: 136-140.

- Birinci, S. 2008. Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğal Olarak Bulunan Faydalı Bitkiler ve Kullanım Alanlarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Brohi, A. Akgün, A. Rüştü, M. Sabit, K.E. 1994. Bitki Besleme, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Kitaplar Serisi:4.
- Budağ C. Fırat. M. 2005. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi/ Journal of The Institute of Natural & Applied Sciences, 20 (1-2) 1-9.
- Bulut G, Tuzlacı, E. 2013. Turgutlu'da (Manisa-Türkiye) şifalı bitkiler üzerine Etnobotanik bir araştırma,7;149(3):633-47
- Cervantes, C. Garcia, J.C. Devars, S. Corona, F.G. Tavera, H.L., Torres-Guzman, J.C. MorenoSanchez, R. 2001. Interactions of Chromium with Microorganisms and Plants. FEMS Microbiology Reviews, 25, 335–247
- Ceylan, F. Yücel, E. 2015. Düzce ve Çevresinde Gıda Olarak Tüketilen Yabani Bitkilerin Tüketim Biçimleri ve Besin Ögesi Değerleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, AKÜ FEMÜBİD, 15(2015),031001 (1-17).
- Choudhury, S. Panda, S.K. 2005. Toksik Etkiler, Oksidatif Stres ve Moss Taxithelium Nepalense (Schwaegr.) Broth'ta Ultrastrüktürel Değişiklikler. Krom ve Kurşun Fitotoksitesitesi Altında. Su Hava Toprak Kirliliği 167, 73-90
- Chrubasik C.Duke, R.K, Chrubasik, S. 2006. The evidence for clinical efficacy of rosehip and seed: A systematic review. Phytother Res, 20: 1-3.
- Cobbett C.S. 2000. Fitoşelatinler ve ağır metal detoksifikasyonunda silindirleri. Bitki Fizyolojisi, 123, 825-832.
- Colombo M.L, Dalfra, S. Scarpa, B. 2011. İnsan sağlığı için Avrupa bitkiciliğinin kökeni ve geleneği eski bir yaklaşımın köklerinden 136 modern bitkiciliğe. Mediterr J Nutr Metab, 4:173–179.
- Çakır, R. 2001, Magnezyum metalinin Özellikleri, Kimya Okulu.
- Çakmak, M.K. 2019. Çay ve İşleme Ürünlerinin Hasat Dönemlerine ve Yetiştirme Tekniklerine Bağlı Olarak Besin İçeriğindeki Değişimler. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Çelebi H. Gök, G. 2018. Topraklarda otoyol ve trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin değerlendirilmesi. Pamukkale üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi, 24(6), 1169-1178.
- Çınar İ, Çolakoğlu, A. S. 2005. Potential Health Benefits of Rose Hip Products. Acta Horticulturae. 690: 253–257
- Çifçi D. İ, Adiloğlu, S. Terzi, S. Meriç, S. 2019. Nadir Toprak Elementlerinden Olan Seryum ve Lityumun Sucul ve Fitotoksik Etkilerinin Derlenmesi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, 9-22
- 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, Biyoloji ABD, Yüksek Lisans Tezi.

- Dağdeviren, Ş. 2007. Çorlu ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi ve Sonuçlarının Yapay Sinir Ağları ile Değerlendirilmesi, Trakya Üniversitesi. Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Dağhan, H., 2011. Doğal kaynaklarda ağır metal kirliliğinin insan sağlığı üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2): 15-25.
- Das P, Samantaray, S. Rout, G.R, 1997. Bitkilerde kadmiyum toksisitesi üzerine çalışmalar: bir inceleme, 1997; 98(1):29-36.
- Demirtaş A. 2010. Bor'un İnsan Beslenmesi ve Sağlığı Açısından Önem. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (1), 75-80.
- Deveci, T. 2012. Gaziantep'te Atık Sulardan Etkilenen Toprak ve Bitkilerde Eser Element (Cu, Co, Mn ve Zn) ve Fe Konsantrasyonlarının ICP-MS ile Tayini. Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kimya ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Dissanayake C.B. 1991. Sri Lanka'nın yeraltı sularındaki florür sorunu-çevre yönetimi ve sağlık. J. Environ. Studies, 19: 195-203.
- Doğan, G.Sabah, E. Erkal, T. 2005. Borun çevresel etkileri üzerine Türkiye'de yapılan bilimsel araştırmalar, Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi, İzmir, 425-431
- Dündar Y. Aslan, R. 2005. Yaşamı kuşatan ağır metal kurşunun etkileri. The Medical Journal of Kocatepe, 6:1-5.
- Eisenstein R.S, Blemings, K.P. 1998. Demir düzenleyici proteinler, demire duyarlı elementler ve demir homeostazi. J Nutr. 128(12):2295-8.
- Ergün N, Yolcu, H. Özcubukcu, S. 2012. Amanos dağlarında bazı şifalı bitkilerde ağır metal birikimi. BİBAD 5 (1): 21-23
- Ertem, C. Uçkan, Ö. 2011. Wikileaks; Yeni Dünya Düzenine Hoş Geldiniz! İstanbul: Etkileşim Yayınları.
- Esetlili B. Ç, Pekcan, T. Çobanoğlu, Ö. Aydoğdu, E. Turan, S. Anaç, D. 2014. Essential Plant Nutrients and Heavy Metals Concentrations of Some Medicinal and Aromatic Plants. Journal of Agriricicultura Sciences, 1247.
- Fageria N.K. 2009. The Use of Nutrients in Crop Plants. CRC Pres, Taylor & Francis Group. Fageria, N. K., Baligar, V.C. and Wright, R.C., 1990. Iron nutrition of plants: An overview on the chemistry and physiology of its deficiency and toxicity. Pesq. Agropec. Bras. 25:553-570.
- FAO/WHO Codex Alimentarius International Food Standards Codex Stan -179, 2003. Codex Alimentarius commission.
- Faydaloğlu E. Sürücüoğlu, M. 2013. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Antimikrobiyal, Antioksidan Aktiviteleri ve Kullanım Olanakları. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt-Sayı: 6(2): 233-265
- Faydaloğlu E, Sürücüoğlu, M.S. 2011. Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 11 (1): 52 – 67.

- Fidan H. Fidan, M. 2021. Şırnak Yöresinde Alternatif Tedavi Amaçlı Kullanılan *Origanum vulgare* L. subsp. *gracile* (K.Koch) Ietsw. Bitkisinin Element Analizi. Şırnak Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Issn: 2667-7083
- Fidan M. Teğin, İ, Erez, M.E, Pınar, S.M, Eroğlu, H. 2020. Etnobotanik Amaçlı Kullanılan *Origanum acutidens* Bitkisinin Toplam FenolikFlovonoid İçeriği, Fenolik Bileşikleri ve Element Analizi, Academic Platform Journal of Engineering and Science 8-1, 49-55
- Gardiner D.T, Miller, R.W. 2008. Soils in Our Environment. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- Gillilham M. Athman, A. Tyerman, S.D, Conn, S.J. 2011. Mineral besin maddelerinin hücreye özel bölümlenmesi, optimum bitki üretkenliği için temel bir mekanizmadır -TPC Plant Signaling & Behavior için başka bir rol. 6:11 1656 1661; Landes Biyobilim.
- Goyer R.A. Miller, C.R. Zhu, S.Y. Victory, W. 1989. Non-metalllothionein bound cadmium in the pathogenesis of cadmium nephropathy in the rat. Toxicol. Appl. Pharmacol., 101: 232- 244.
- Gül A. Çelik, A.D. 2016. Tıbbi ve Aromatik Bitki Yetiştiriciliği ve Dış Ticareti: Hatay İli Örneği. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 21(2):227- 235
- Günay K.1993. Bitkisel Üretimde Besin Ürün Dengesi. 2. Baskı, Sayfa: 48-49, TCMB Yay. Ankara.
- Gür N. Topdemir, A. Munzuroğlu, Ö. Çobanoğlu, D. 2004. Ağır Metal İyonlarının (Cu, Pb, Hg, Cd) *Clivia* sp. Bitkisi Polenlerinin Çimlenmesi ve Tüp Büyümesi Üzerine Etkileri. Fırat Üniversitesi Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi. 16(2):177-182.
- Habashi F. 1997. Handbook of Extractive Metallurgy, Vol. 2, Selected Works, WILEY-VCH Germany, 2426s.
- Haktanır K. S. Arcak. 1998. Çevre Kirliliği. Ankara Aniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara. Üniv. Yayın No: 1503: Ders Kitabı: 457, Ankara.
- Halsson A.M.B. 1989.Toxicity of Heavy Metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to Vascular Plants,Water, Air, Soil Pollut, 47, 287-319.
- Hayta Ş. Avcil, N. 2019. Bitlis Katı Atık Tesisi Çevresindeki *Hypericum scabrum* L. *Achillea vermicularis* Trin, *Anchusa azurea* Miller var. *azurea* Gard. Dict. Bitkilerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi BEU Journal of Science 8 (4), 1533-1544,
- Kabata-Pendias, A, Mukherjee A.B. 2007. *Trace Elements from Soil to Human*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
- Kabata-Pendias, A. 2001. Trace metals in soils-a current issue in Poland. Acta Universitatis Wratislaviensis. Prace Botaniczne, 79, 13-20.
- Kacar B, İnal A. 2010. Bitki Analizleri. 1. Baskı. Nobel Yayınları No: 1241. Ankara;
- Kacar, B. 2009. Toprak Analizleri. 2. Baskı. Nobel Yayınları No:1387, Ankara.
- Kacar, B. A. V. Katkat, 1998. Bitki Besleme. U.Ü. Güçlendirme Vakfı Yayın No:1-595.

- Kacar, B. Katkat, A.V. 2007. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. 1. Baskı. Nobel Yayınları No: 1119. Ankara.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S.2004. Metallerin çevresel etkileri-III. Metalurji Dergisi, 138:64-71
- Kahvecioğlu Ö, Kartal, G. Güven, A. Timur, S. 2006. Metallerin Çevresel Etkileri-İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Odası, Metalurji Dergisi, 136, 4-10.
- Kahvecioğlu, Ö. Kartal, G. Güven, A. Timur, S. 2007. Metallerin Çevresel Etkileri. https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, Erişim tarihi: 8.12.2021.
- Kalaycı, G. 2017. Altın otu (*Helichrysum arenarium*) tanen ve kumarinin kimyasal kompozisyonu. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya ABD, Yüksek Lisans tezi.
- Kamar, V. 2016. ICP-OES ile Ökse Otunda Ağır Metal Tayini. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kimya ABD. Yüksek Lisans Tezi.
- Kant C. Barik, K. Aydın, A. 2006. Asidik topraklara uygulanan farklı kireçleme materyallerinin bazı toprak özellikleri ile mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin gelişimi ve mineral içeriğine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(2): 161- 167.
- Karaman, M.R. Brohi, A.R. Müftüoğlu, N.M. Öztaş, T. Zengin, M. 2012. Sürdürülebilir Toprak Verimliliği. Koyulhisar Ziraat Odası Kültür Yayınları. No:1 Güncellenmiş 3. Baskı. ISBN 978-605-86684-0-9.
- Karataş M. Güler, E. Dursun, Ş. Özdemir, C. Argun, M.E. 2007. Konya Ana Tahliye Kanalının Çengilli Bölgesi Tarım Topraklarında ve Buğdayda Cu, Cr, Ni ve Pb Derişimlerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Dergisi, Sayı 29, 91- 99.
- Kaya, A. 2010. Tıbbi Bitkiler ve Entobotanik Çalışmalar, Bitkilerde Tedavi Sempozyumu, İstanbul
- Kazaz S, Baydar, H. Erbaş. S. 2009. Rosa damascena Mill'in kimyasal bileşimlerindeki farklılıklar ve Rosa canina L. meyveleri. Çek J. Gıda Bilimi, 27(3): 178-184
- Khan, A.G. Kuek, C. Chaudhry, T.M. Khoo, C.S. Hayes, W.J. 2000. Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. Chemosphere (41):197-207.
- Khandere A.L. Rao, G.S. 2006. Bazı Sebzelerin Sulama Suyundan Florür, Alüminyum ve Molibden Alımı. İnsan Ekolojisi Dergisi, 19, 283-288.
- Kıl R, Paksoy M. 2014. Organik ve inorganik gübrelerin karnabaharda bitki gelişimi ve verime etkisi. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, 2- 4 Eylül, Tekirdağ.
- Kjølholt, J. Stuer-Lauridsen, F. Skibsted Mogensen A. Havelund, S. 2003. The Elements in the Second Rank-Lityum. Miljoministeriet. Kopenhag, Danimarka.
- Koç S. Fakir, H. 2019. Yaz ıhlamuru (*Tilia platyphyllos* Scop.)'nun bazı morfolojik özellikleri ile yaprak ve çiçek uçucu bileşenlerinin belirlenmesi. Bilge International Journal Of Science And Technology Research, 29.

- Koçyiğit M. 2005. Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Botanik ABD, İstanbul.
- Kordalı Ş. Bozhüyük, A.U. Beyzi, E. Güneş, A., Turan, M. 2021. Tıbbi Bitki Olarak Kullanılan *Malva sylvestris* L. ve *Alcea rosea* L. Türlerinin Antioksidant Enzim, Fenolik Madde ve Bitki Besin Element İçerikleri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1):786-794.
- Leblebici S. Bahtiyar S.D, Özyurt, M.S. 2012. Kütahya aktarlarında satılan bazı bitkilerin ağır metal içeriklerinin incelenmesi. DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi;29: 1-6.
- Li L.H. 1981. Elementlerin jeokimyasal döngüleri ve insan pertürbasyonu. *Geochim Cosmochim Acta*, 45: 2073-2084.
- Li X. Liu, P.S. 2001. Hong Kong'da kentsel toprakların ve sokak tozlarının ağır metal kirliliği, *Uygulamalı Jeokimya*, 16: 1361-1368.
- Lourens A.C.U, Reddy. D. Başer, K.H.C, Viljoen, A.M, Van. Vuuren, S.F. 2004. Dört yerli Güney Afrika *Helichrysum* türünün in vitro biyolojik aktivitesi ve uçucu yağ bileşimi, *J Ethnopharmacol*, 95:253–258.
- Marshner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Second Ed. Academic Press Inc. San Diego. CA. 11th April 1995: 889
- Mathekga, A. D. M. Marion-Meyer, J. J. Hornb, M. M. Drewes, S. E. 2000. An Acylated Phloroglucinol with Antimicrobial Properties from *Helichrysum caespitium*. *Phytochemistry*, 53(1), 93-96.
- Mc Bride MB., 1994. *Environmental Chemistry of Soils*. Oxford University Press, Inc. NY, pp. 400.
- Mengel K. Kirkby, E A. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. 5th Edition, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Munzuroğlu O. Geçkil, H. 2002. *Triticum Aestivum* ve *Cucumis Sativus*'ta Metallerin Tohum Çimlenmesi, Kök Uzaması, Koleoptil ve Hipokotil Büyümesine Etkileri. *Çevresel Kirlenme ve Toksikoloji Arşivleri*, 43: 203- 217.
- Munzuroğlu Ö, Gür, N. 2000. Ağır Metallerin Elma (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden)'da Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Gelişimi Üzerine Etkileri. *Fırat Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü*, 24, 2000,677684 TÜBİTAK
- Nable, R. O., G. S. Banuelos and J. G. Paull, 1997. Boron Toxicity. In: *Plant and Soil. Proceedings*. Eds. R. W. Beli and B. Rekasem, pp 198: 181-198
- Nadaska G. Lesny, J. Michalik, I. 2012. Environmental Aspect of Manganese Chemistry, *HEJ: ENV100702-A*, 1-16.
- NG D.K.K, Chan, C.H. Soo, M.T. Lee, R.S.Y. 2007. Low-level chronic mercury exposure in children and adolescents: Meta-analysis. *Pediatrics International*, 49(1), 80-87.

- Okcu M. Tozlu, E. Kumlay, A.M. Pehlivan, M. 2009. Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 17 (B) – 2009 14-26 ISSN:1307-3311
- Okut N. 2019. Van İlinden Seçilmiş Bazı Tıbbi Bitkilerin Ağır Metal İçerikleri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 533-544.
- Oster, J. D. 1982. Gypsum usage in irrigated agriculture. A review. Fert. Res.3:73-89.
- Öktüren Asri F. Sönmez, S. Çıtak, S. 2007. Kadmiyumun Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri Derim 24(1):32-39.
- Önal B.1995. Amalgam toksikolojisi, İzmir Diş Hekimleri Odası Dergisi, 6:28-34
- Özbek, H. 2005. Cinsel ve Jinekolojik Sorunların Tedavisinde Bitkilerin Kullanımı. Van Tıp Dergisi, 12 (2):170-174.
- Özbolat G. Tuli, A. 2016. Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 25(4):502-521
- Özkan A. 2017. Antakya-Cilvegözü Karayolu Etrafındaki Tarım Arazilerinde ve Bitkilerdeki Ağır Metal Kirliliği, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3), 9-18, Eylül 2017
- Özkaynak, S. 2014. Türkiye’de Tüketilen Bazı Baklagil, Kuruyemiş ve Şifalı Bitkilerde Grafit Fırınılı Atomik Absorpsiyon Spektrometri İle Eser Element Tayini. İstanbul Üniveritesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Özmert E, Yurdakök, K. Laleli, Y. 2003. Ankara’da ilkokul çocuklarında kan kurşun düzeyi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 46: 20-23.
- Özomay, M. 2016. Türkiye’de yöresel dokunan bez örneklerinin doğal boyarmaddeler ile gri ilişkiler analiz yöntemi kullanılarak boyama özelliklerinin belirlenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi ABD. Doktora Tezi, İstanbul.
- Özrenk K. Gündoğdu, M. Doğan, A. 2012. Erzincan Yöresi Kuşburnu (*Rosa canina* L.) Meyvelerinin Organik Asit, Şeker ve Mineral Madde İçerikleri, YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI), 22 (1):20-25
- Özyazıcı M.A. Dengiz, O. Aydoğan, M. 2013. Çay Yetiştirilen Tarım Topraklarının Reaksiyon Değişimleri ve Alansal Dağılımları. Toprak su dergisi, 2(1):23-29
- Panda, S.K. Choudhury, S. 2005. Chromium Stress in Plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17, 95–102.
- Parlak S. Gönültaş, O. Hamurcu, H. 2019. Gümüş ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench) doğal popülasyonlarında çiçek yağ verimini etkileyen fizyografik faktörler. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 20(1), 1-6
- Pehlivan, E. Özkan, A.M, Dinç, S. Parlayıcı, S. 2009. Adsorpsiyonu Cu^{2+} ve Pb^{2+} iyonunun dolomit tozu üzerinde. Tehlikeli Maddeler Dergisi, cilt. 167, 1-3, 1044-1049.
- Pekcan, G. Şanlıer, N. Baş, M. 2016. Türkiye Beslenme Rehberi 2015, Ankara

- Phalsson, A.M.B. 1989. Toxicity of heavy metals (Zn,Cu,Cd,Pb) to vascular plants
Water, Air, Soil Pollution,47:287-319.
- Pinto, E. Teresa, C.S.S. Maria, A.S.L. Oswaldo K.O. David, M. Pio, C. 2003. Heavy
metalinduced oxidative stres in algae. J. Phycol. 39, 1008-1018.
- Rai, M. K., Yadav, A. P., Gade, A. K. 2009. Silver nanoparticles as a new generation
of antimicrobials. Biotech Adv 27(1): 76-82.
- Rajan J.P, Singh, K.B. Kumar, S. Mishra, R.K. 2014. Mizoram, Hindistan Yerlileri
Tarafından Deri Hastalıklarını Tedavi Etmek İçin Kullanılan Seçilmiş Tıbbi
Bitkilerdeki Eser Element İçeriği. Asya Pasifik Tropikal Tıp Dergisi. 7:410- 414.
- Roemheld V. Marschner, H. 1991. Functions of Micronutrients in Plants. In:
Micronutrients in Agriculture, Mortvedt, J.J (Ed.). Soil Science Society of
America Inc., Madison, Wisconsin, pp: 297-328
- Saltan F.Z, Canbay, H.S. 2015. Eskişehir’de Halk Arasında Kullanılan Bazı
Bitkilerdeki Ağır Metal ve Besin Elementlerinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel
Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(1), 83-90.
- Sarban M.S, Kocyigit, A. 2005. Romatoid artrit ve osteoartritli hastalarda sinoviyal
sıvı ve plazma selenyum, bakır, çinko ve demir konsantrasyonları. Biol Trace
Elem Res 106, 123–132.
- Sarıca S, Karatas, Ü. Diktas M. 2008. Çay (Camelliasinensis) İçeriği, Metabolizma ve
Sağlık Üzerine Etkileri, Antioksidan Aktivitesi ve Etlik Piliç Karma Yemlerinde
Kullanımı. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(2), 79-85.
- Sawidis, T. Marnasidis, A. Zachariadis, G. Stratis, J. 1995. A study of air pollution with
heavy metals in Thessaloniki city Arch. Environ. Contam. Toxicol. 28,118- 124.
- Saygıdeğer S. 1995. Lycopersicum esculentum L.Bitkisinin Çimlenmesi ve Gelişimi
Üzerine Kurşunun Etkileri, 2. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 11-13 Eylül
1995, Ankara, 588-597
- Schulze E.D, Beck, E. Müller-Hohenstein, K. Lawlor, D. Lawlor, K. Lawlor, G. 2005.
Plant Ecology. SpringerVerlag, Berlin, Heidelberg
- Seven T, Can, B. Darende, B.N. Ocak, S. 2018. Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği.
Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 1(2): 91-103
- Sezgin Y. 2019. Vitamin B12 Yetersizliğine Yaklaşım, Konuralp Tıp Dergisi, 11(3):
482-488
- Sezik, E. 2014. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler ve Kalite, İnönü Üniversitesi Tıbbi ve
Aromatik Bitkilerin Eczacılık ve Ormancılıktaki Önemi Çalıştayı.
- Stanojkovic A, Pivica, R. Josica, D. Dinica, Z. 2015, Heavy Metals Content in Selected
Medicinal Plants Commonly Used as Components for Herbal Formulations. Tarım
Bilimleri Dergisi, 21 (2015) 317-325.
- Street R, Drabek, O. Száková, J. Mládková, L. 2007. Çay Yapraklarında ve Çay
İnfüzyonlarında Alüminyumun Toplam İçeriği ve Türü. Gıda Kimyası, 104, 1662-
1669.

- Stresty T.V.S. Madhava Rao, K.V. 1999. Güvercin Kök Hücresinde Çinko ve Nikel Stresine Karşı Ultrastrüktürel Değişiklikler, Çevresel ve Deneysel Botanik, 41: 3-13.
- Su L, Yin J.J, Charles D, Zhou K, Moore J, Yu LL. 2005. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black peppercorn, nutmeg, rosehip cinnamon and oregano leaf. Food Chemistry, 100 (3): 990– 997.
- Sumner, M. E. 1990. Gypsum as an ameliorant for the subsoil acidity syndrome Project no. 83-01-024R. Florida Inst. of Phospahate Research.
- Sürücüoğlu S. M. 1992. Kardiyo-vasküler Hastalıklarda Mineral ve İz Elementlerin Önemi, Beslenme ve Diyet Dergisi, J. N utr. and. Diet., 21(1): 71-82.
- Şanlı Y. 2002. Veteriner Klinik Toksikolojisi. Mesipes yayıncılık, 2.Baskı, Ankara. 744 751
- Şaylı, B. S., 2000. İnsan Sağlığı ve Bor Mineralleri, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Öğretim Üyesi ve A.Ü.Tıp Fakültesi - Eti Holding Projeleri Yürütücüsü
- Şen N, Kayacı, G. 2016. Altın Otu Bitkisinden (*Helichrysum arenarium*) Tanen ve Kumarinin Kimyasal Kompozisyonu. Fen Fakültesi Fen Dergisi, 42(2):226– 31.
- Şimşek I. Aytekin, F. Yesilada, E. Yıldırım, S. 2004. An ethnobotanical study of the Beypazarı, Ayas, and Gudul district towns of Ankara province (Turkey). Economic Botany, 58: 705- 720
- Şimşek, A. 2010. Ordu İli ve Çevresindeki Doğal Vejetasyonda Yetişen Bazı Yenilebilir Yabani Bitki Türlerinin Mineral Madde Kompozisyonun Belirlenmesi, Ordu Üniversitesi, Tarla Bitkileri ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2001.
- Taban., S. Özer, P. Turan, M.A. 2006. Çay tarımı yapılan toprakların potansiyel beslenme problemleri ve çayda gübre kullanımı, gübre verim-kalite ilişkisi. 1. Rize Sempozyumu, 16-17-18 Kasım, Rize, s.86-93.
- Tarımcılar G. Kaynak, G. 1996. Karadeniz Bölgesi *Mentha L.* Türleri ile İlgili Krolojik Bir Çalışma. Ot Sistematik Botanik Dergisi, The herb journal of systematic botany, 3(2)V:3.
- Taşkın M.B, Balcı, M. Soba, M.R. Kaya, E.C. Özer, P. Tanyel, G. Kabaoğlu, A. Turan, M.A. Taban, S. 2015. Doğu Karadeniz Bölgesinde Çay Tarımı Yapılan Toprakların ve Çay Bitkisinin Azot, Fosfor, Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum ve Kükürt Durumları, Toprak Su Dergisi, 4 (2): (30-40)
- Tayfur M. 1991. Kalsiyum, Beslenme ve Diyet Dergisi/J.Nutr. and Diet 20:251- 255.
- Taylor L. 2005. The Healing Power of Rainforest Herbs. New York. ISBN: 0-7570-0144-0 www.raintreenutrition.com/nettles.htm., Erişim tarihi: 5.12.2021.
- Terzi H. Yıldız, M. 2011. Ağır Metaller ve Fitoremediasyon: Fizyolojik ve Molekül Mekanizmalar. Cilt 11, Sayı 1, 1 – 22.
- Tezcan N. 2009. Trakya Bölgesinde Üretimi Yapılan Buğday ve Arpanın Ağır Metal Bulaşanlarının Tespiti. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootehni ABD, Yüksek Lisans Tezi

- Toksoy D, Gümüş, C. Ayyıldız, H. 2003. Türkiye’de Orman Kaynaklarının Durumu ve Tıbbi Bitkilerin Ticareti Üzerine Bir Değerlendirme, Orman ve Ekonomi Dergisi, 2:8.
- Tosun E. 2009. Hastalık Tedavisinde Kullanılan Bazı Meyve ve Sebzelerin Dokularında Eser Element ve Mineral Tayini, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Tozyılmaz V. 2019. Anadolu Florasına Ait Bazı Endemik Türlerin Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antibiyofilm Aktivitelerinin İncelenmesi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, Yüksek lisans tezi.
- Turan Ş. 2014. Ülkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Yapraklarında Ağır Metal ve Mineral Besin Element İçeriklerinin Tayini. Marmara Üniversitesi, Kimya ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Tuttu G. Ursavaş, S. Söyler, R. 2017. Ihlamur Çiçeğinin Türkiye’deki Hasat Miktarları ve Etnobotanik Kullanımı, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 3 (1)60-66
- Tümen İ. 2012. Tıbbi Bitkilerin Ekonomik Değeri, Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi, 22, 36-37
- Türkmen M, Akyurt, İ. Duran, K. Türkmen, A. 2016. Giresun Yöresinden Bazı Yenilebilir Bitkilerde Metal Birikimlerinin Değerlendirilmesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi 6(14): 99-105.
- Türkmen M, Duran, K. Türkmen, A. 2017. Giresun Yöresinden Bazı Bitkilerde Metal Birikiminin Değerlendirilmesi, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(9): 992-995.
- Üstün Ç, Demirci, N. 2013. Çay Bitkisinin (Camellia Sinenensis L.) Tarihsel Gelişimi ve Tıbbi Açından Değerlendirilmesi. Lokman Hekim Journal, 2013;3(3):5-12
- Wang H.F, Tsai, Y.S, Lin, M.L, Ou, A.S. 2006. Comparison of Bioactive Components in GABA Tea and Green Tea Produced in Taiwan, Food Chemistry, 96, 6 653.
- Warrington K. 1923. Borik Asit ve Boraksın Bakla ve diğer bazı bitkiler üzerindeki etkisi. Anne Bot. 37, 401-466.
- Welch R.M, Graham, R.D. 2004. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. J. of Exp. Bot. 55: 353-364.
- Wheeler D.S, Wheeler, W.J. 2004. The Medicinal Chemistry Of Tea, Drug Development Research, 61, 45-65.
- WHO (World Health Organization). 2007. Kirleticilere ve Kalıntılara İlişkin Bitkisel İlaçların Kalitesinin Değerlendirilmesine İlişkin WHO Kılavuzları. İspanyal 1-105.
- Yaldız G, Şekeroğlu, N. 2013. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Bazı Ağır Metallere Tepkisi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6 (1): 80-84.
- Yao L, Liu, X. Jiang, Y. Caffin, N. D’Arcy, B. Singanusong, R. Datta, N. Xu, Y. 2006. Compositional Analysis Of Teas From Australian Supermarkets, Food Chemistry, 94, 115-122.

- Yaylalı-Abanuz, G. 2011. Heavy metal contamination of surface soil around Gebze industrial area, Turkey, *Microchemical Journal*, 99, 82-92.
- Yerli C. Çakmakcı, T. Sahin, U. Tüfenkçi, Ş. 2020. Ağır Metallerin Toprak, Bitki, Su ve İnsan Sağlığına Etkileri". *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. 9 (202): 103-114
- Yıldız N. 2003. Toprak Kirletici Ağır Metaller ve Toprak Bitki İlişkileri. I. Ulusal Çevre Sempozyumu. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Müdürlüğü Erzurum.
- Yıldız N. 2004. Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum.
- Yılmaz F. 2020. Doğal boyamacılık kapsamında altın otu (*Helichrysum arenarium*) ile yün kumaşların boyanması. *Sanat Dergisi*. 35:102-108.
- Yi O, Jovel, E.M. Towers, G.H.N. Wahbe, T.R. Cho, D. 2007. Antioxidant and antimicrobial activities of native *Rosa* sp. from British Columbia, Canada. *Int J Food Sci Nutr*, 58:178-189.
- Yiğit, N. Benli, M. 2005. Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(8), 1-8.
- Zengin K.F, Munzuroğlu, Ö. 2005. Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) Klorofil ve Karotenoid Miktarı Üzerine Bazı Ağır Metallerin (Ni+2, Co+2, Cr+3, Zn+2) Etkileri. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1); 164-172.
- Zincircioğlu N. 2013. Manisa-Akhisar yöresinde bulunan kimi tarım arazilerinin ağır metal içeriklerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 333-339.

ÖZGEÇMİŞ

Çiğdem DİZDAR İlk, orta ve lise eğitimini Giresun da tamamladı. 2011 yılında Anadolu Ticaret Meslek Lisesi'nden mezun oldu. 2012 yılında başladığı Gümüşhane Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü 2016 yılında bitirdi. 2019 yılında Giresun Üniversitesi Kimya Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Özel sektörde Gıda mühendisi olarak çalışmaktadır.