

Giresun'da Bazı Bitki Türlerinin Hasattan Mutfağa Gelene Kadarki Ağır Metal ve Mineral Madde Düzeylerinin Tespiti

Aysun TÜRKMEN^{1*}, Çiğdem DİZDAR²

Öz

Bu çalışmada, Giresun ilinde yetişen 7 farklı bitki türünde (nane, altın otu, yaş çay, kekik, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur) Cd, Pb, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co, Mn, Ni, Ag, Li, Na, Mg, B ve K olmak üzere 16 elementin konsantrasyonları belirlenmiştir. Numuneler Haziran-Ekim 2021 aylarında yetiştirme mevsiminde toplanmıştır. Numuneler kurutulduktan sonra mikrodalgada yakılarak ICP-OES cihazında okumaları yapılmıştır. Farklı bitki türleri ile yapmış olduğumuz çalışmamızda metal değerleri ortalama mg/kg olarak; Cd:0,62±0,02, Pb:0,44±0,08, Fe:153±20,4, Zn:44,5±1,21, Cu:11,1±0,95, Al:926±419, Cr:1,64±0,22, Co:0,48±0,09, Mn:588±272, Ni:2,51±0,50, Li:0,18±0,02, Na:656±20,5, Mg:3503±431,2, B:26,7±3,36, K:22527±2145 olarak bulunmuştur, Ag ise hiçbir bitki örneğinde tespit edilmemiştir. Sonuçlar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi yardımıyla istatistiksel açıdan değerlendirilmiş ve bulunan değerler literatür çalışmaları ve WHO'nun müsaade edilen limit değerleri ile kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Giresun, Bitki, Ağır metal, ICP-OES, Makro-Mikro element

Determination of Heavy Metal and Mineral Substance Levels of Some Plant Species From Harvest to Kitchen in Giresun

Abstract

In this study, the concentrations of 16 elements, including Cd, Pb, Fe, Zn, Cu, Al, Cr, Co, Mn, Ni, Ag, Li, Na, Mg, B, K and K, were determined. 7 different plant species (mint, golden grass, wet tea, thyme, nettle, rosehip and linden) growing in Giresun province. The samples were collected during the growing season in June-October 2020. After the samples were dried, they were burned in the microwave and their readings were made in the ICP-OES device. Average values of different plant species in our study that we have done with the metal mg/kg; Cd:0.62±0.02 Pb:0.44±0.08, Fe:153±20.4, Zn:44.5±1.21, Cu:11.1±0.95, Al:926±419, Cr:1.64±0.22, Co:0.48±0.09, Mn:588±272, Ni:2.51±0.50 Li:0.18±0.02 Na:656±20.5 Mg:3503±431.2, B:26.7±3.36, K:22527±2145, Ag, on the other hand, has not been detected in any plant samples. The results were evaluated statistically using one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test, and the found values were compared with the literature studies and the permissible limit values of WHO.

Keywords: Giresun, Plant, Heavy metal, ICP-OES, Macro-Micro element

¹Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Giresun, Türkiye, aysun.turkmen@giresun.edu.tr

²Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, Giresun, Türkiye, cigdemdizdar_28@hotmail.com

¹<https://orcid.org/0000-0001-7461-4038>

²<https://orcid.org/0000-0001-6147-5163>

1. Giriş

Ağır metallerin neden olduğu çevresel kirlenme dünyada önemli bir sorun haline gelmiştir. Ağır metal tanım olarak yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten daha büyük olan, düşük derişimlerde bile toksik etki gösterebilen metaller olarak ifade edilmektedir. Bu grupta; kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), civa (Hg) ve çinko (Zn) olmak üzere 60' tan fazla metal bulunmaktadır (Özbolet ve Tuli, 2016).

Metaller; hava, su ve besin yoluyla insan vücuduna alınıp, insan vücudunda “vücut metal yükü” oluşmaktadır (Öztürk, 2008). Ağır metalleri diğer toksik elementlerden ayıran bir özelliği insanlar tarafından oluşturulmaz ya da yok edilemez olmalarıdır (Seven ve ark., 2018).

Günümüzde metal kirliliği doğaya çeşitli kaynaklardan yayılmaktadır (Li, 1981; Goyer ve ark., 1989). Başta endüstriyel faaliyetler, egzoz gazları, maden yatakları, volkanik faaliyetler, kentsel atıklar, tarım ilaç ve gübreler metal kirliliğini oluşturan kaynaklardır (Stresty ve Rao, 1999). Ağır metallerden kaynaklı çevresel kirlenme dünya genelinin ciddi bir sorunu haline gelmekte ve sanayinin gelişmesi ile bunu önlemek pek de mümkün olmamaktadır (Yaldız ve Şekeroğlu, 2013).

Bitkiler, insanın var olduğu zamandan günümüze kadar alternatif tıp olarak dünya genelinde bazı hastalıkları önlemek için veya hastalık anında rahatlama hissi verdiği için sıklıkla kullanılmıştır (Baytop, 1999). Başta; tıp, gıda, baharat, koku, kozmetik, ilaç, sanayi gibi çeşitlilik oldukça fazladır (Bayraktar, 2017).

Tıbbi bitkilerin besin element içeriklerinin belirlenmesi üzerinde önemle durulan araştırma alanlarından birisi olup bu bitkilerin yararları ve beraberinde zararları ve günlük alım miktarı da düşünülmelidir. Ayrıca bitkilerin yetiştiği bölge göz önünde bulundurularak topraktan bitkiye geçen ağır metallerin konsantrasyonuna dikkat edilmelidir.

Bitkilerde ağır metal konsantrasyonlarının yüksek değerlerde olması çevresel sorunların yanında aynı zamanda besin zinciri yoluyla havyan ve insan sağlığı üzerinde de önemli etkileri söz konusu olmakta ve maruz kalınan ağır metal vücutta yüksek düzeye ulaştığında, vücut sistemlerinin bozulmasına ve ölüme neden olabilmektedir. (Kamran ve ark., 2013).

Bitkiler açısından bakıldığında ise ağır metale maruz kalan bitkiler, kalite bozuklukları, birim alandan elde edilen verimin azalması, azalan tüketici talebi ve ihracatın olumsuz etkilemesi gibi ekonomik kayıplar oluşmaktadır (Yerli ve ark., 2020).

Sıklıkla tercih edilen tıbbi bitkilerde ağır metal barındırdığı yapılan çalışmalarda görülmektedir. Bu açıdan bitkilerin element içeriklerinin tespiti ile kullanım olanaklarının belirlenmesi konuları önem arz etmektedir. Bu çalışmamızla Giresun'da yetişen ve pek çok farklı amaç için kullandığımız bitki örneklerinin hasattan sonraki ağır metal düzeylerinin ne olduğuna ışık tutulmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma Alanı

Bu çalışmada bitkisel tedavilerde yaygın olarak kullanılan ve kendiliğinden yetişen, farklı yerlerden temin edilmiş 7 çeşit bitki örnekleri Haziran-Ekim 2020 tarihleri arasında mevsiminde basit rastgele örnekleme sistemine göre toplanmıştır. Ihlamur bitkisi haziran ayında toplanmış, nane, ısırgan otu ve altın otu temmuz ayında; kuşburnu meyvesi eylül ayında ve son olarak çay yaprakları ekim ayında toplanmıştır.

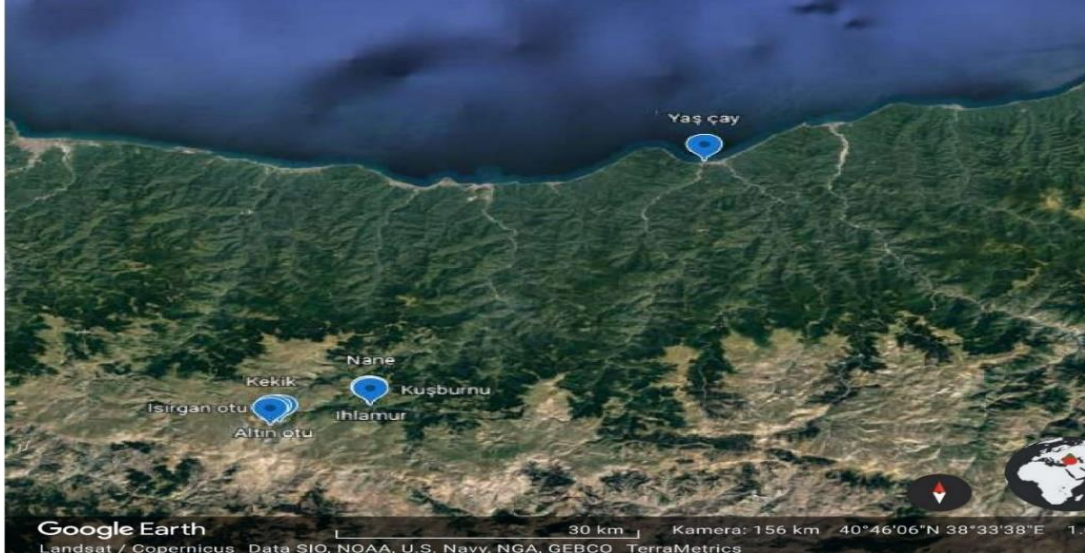
Çalışmamız da bitki örnekleri Giresun iline bağlı Dereli ve Espiye ilçeleri sınırları içerisinde köy, mahalle ve yaylalardan temin edilmiştir. Şekil 1. ve şekil 2.'de bitkilerin alındığı yerler gösterilmiştir. Tablo 1.'de belirttiğimiz bitki örneklerinden 3 yinelemeli olarak toplanılıp laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara gelen numuneler 1 gün 105°C sıcaklıkta çalışan etüv içerisinde bekletilip kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından örnekler porselen havanda dövülmüştür.

Tablo 1. Toplanan bitki örneklerinin isimleri ve kullanılan organları

Alınan bitki	Latince adı	Kullanılan organ
Nane	<i>Mentha piperita L.</i>	Yaprak+ dal
Altın otu	<i>Helichrysum sp.</i>	Çiçek + dal
Yaş çay	<i>Camellia Sinensis L.</i>	Yaprak
Kekik	<i>Thymus serpyllum L.</i>	Çiçek + dal
Isırgan otu	<i>Urtica dioica L.</i>	Yaprak + dal
Kuşburnu	<i>Rosa canina L.</i>	Meyve
Ihlamur	<i>Tilia Cordata</i>	Yaprak + çiçek



Şekil 1. Numunelerin alındığı ilçeler (URL-1)



Şekil 2. Numunelerin alındığı bölgeler (URL-2)

*Yaş çay: Espiye Merkez sahil yolu *Nane: Dereli Kızıltaş Köyü Hacı Mahallesi *İhlamur: Dereli Kızıltaş Köyü Göcü Mahallesi *Kuşburnu: Dereli Kızıltaş Köyü Solaklı Mahallesi *Isırgan otu: Baybahan Yaylası * Kekik: Dereli Baybahan Yaylası * Altın otu: Dereli Bayhan Yaylası

2.2. Kimyasal Analiz

Çiçek, yaprak ve gövde örneklerinden yaklaşık 0,3 gr tartılmıştır. Ardından teflon tüplere koyulmuştur. Üzerlerine 5 mL %68 HNO₃ ve 3 mL %34,5-35,5 H₂O₂ (Sigma Aldrich marka, Canada menşeli) eklenmiştir. Tüplerin kapakları kapatılmıştır. Mikrodalga cihazına (Berghof Speedwave MWS-3+, Eningen, Germany model) koyularak yakma yapılmıştır. Mikrodalga şartları Tablo 2. de gösterilmiştir.

Tablo 2. Mikrodalga şartları tablosu

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

Yakma işleminin bitmesinden sonra tüpler cihaz dışına alınmıştır ve oda sıcaklığına kadar soğuması beklenmiştir. Tamamen sıvı hale gelen numuneler teflon tüplerden 50 mL'lik falkonlara boşaltılmıştır. Numuneler, 0,45 µm filtre ile filtre edilmiştir. Toplam hacim 25 mL olacak şekilde üzerleri ultra saf su ile tamamlanmıştır. Numuneler 50 ml falkon tüplerden, 15 mL'lik tüplere koyulmuştur.

Sonuçlarımız için Optima 7000 DV ICP-OES, Perkin Elmer, USA cihaz kullanılmıştır. ICP multi-element standard solution IV (Merck, Darmstadt, Germany) 1000 mg/L stok çözeltisinden hazırlanan konsantrasyonu bilinen çözeltilerle cihazın doğruluğu teyit edilmiştir. Okumalar üç

tekrarlı şekilde yapılmıştır. Cihaz üç okumanın ortalamasını ve standart sapmalarını hesaplayıp ortalama bir sonuç vermiştir.

Hazırlanan standart çözeltiler ile ağır metal ve mineral element tayin işlemleri için bitki türünün kullanılan organlarında bazı ağır metal bakımından güvenilir olup olmadığı, makro ve mikro besin element bakımından fikir sahibi olmak için Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır.

2.3. 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

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada Giresun yöresinde doğal olarak yetişen bazı bitki çeşitli familyalara ait 7 farklı bitki türü ele alınmış olup çalışma kapsamında bitkilerin kullanılan kısımlarının ağır metal ve mineral madde konsantrasyonları bulunmuştur. Elde edilen bulgular iki bölüm halinde hazırlanmış olup Tablo 3. ve Tablo 4.'te besin element ve ağır metal içeriği (mg/kg) ayrı ayrı ele alınmıştır. Bulduğumuz sonuçlar Tablo 5.'te verilmiş değerler ile kıyaslanmıştır

Tablo 3. Bitki örnekleri analiz sonuçları (mg/kg)

Bitki /metal (mg/kg)	Cd	Pb	Fe	Zn	Cu	Al	Cr	Co	Mn	Ni	Ag	Li	Na	Mg	B	K
Nane	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}
Altın otu	0,73±0,05^c	0,37±0,02 ^a	322±24,7^e	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 ^e	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^a</u>	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	<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>	<u>545±5,72^a</u>	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

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

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

Koyu renkli değerler en yüksek değeri, altı çizili olanlar en düşük değeri göstermektedir.

Tablo 4. Metaller arasındaki Anova sonuçları

Metal/Bitki (mg/kg)	Nane	Altın otu	Yaş çay	Kekik	Isırgan otu	Kuşburnu	Ihlamur
Cd	0,52±0,004 ^a	0,73±0,05 ^a	0,62±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±320	1225±589	1866±639	1473±620	3157±1503	1388±709	1339±635

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

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

Tablo 4. 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 görülmüştür ($p < 0.005$).

Yapılan çalışmalara baktığımızda;

Cd değerlerini incelediğimizde, Turan (2014) yapmış olduğu çalışmasında altın otunda $0,114 \pm 0,002$ mg/kg, yeşil çayda $0,122 \pm 0,002$ mg/kg olarak bulmuştur. Alkaya ve ark., (2015) yaptığı çalışmalarında kekik $0,170$ mg/kg, ıhlamur $0,132$ mg/kg, nane $0,094$ mg/kg, yeşil çay $0,040$ mg/kg bitkilerinde kadmiyum değerleri bulunmuştur. Özden, (2021) Siirt yöresinde turp örneklerinde Cd değerini kabuk + iç kısmında $0,60$ mg/kg olarak belirlemiştir. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Cd değerini $0,1152$ mg/kg olarak belirtmiştir. Bizim çalışmamızda ise; kadmiyum konsantrasyonları $0,52-0,73$ mg/kg arasında bulunmuştur. Cd değerlerini büyükten küçüğe sıraladığımızda, altın otu>kekik>yaş çay>ıhlamur>kuşburnu>ısırgan otu> nane şeklinde olup en yüksek değer altın otunda bulunmuştur.

Pb değerlerine baktığımızda; Başgel ve Erdemoğlu, (2006) çalışmasında kurşun değerlerini ıhlamurda $0,26$ mg/kg, ısırganda $4,80$ mg/kg ve kuşburnu da $0,34$ mg/kg olarak belirlemiştir. Özkaynak, (2014) çalışmasında ıhlamurda $0,792 \pm 0,146$ mg/kg, kekikte $1,322 \pm 0,422$ mg/kg, nanede $0,781 \pm 0,259$ mg/kg, yeşil çayda $3,352 \pm 1,237$ mg/kg bulmuştur. Turan, (2014) yapmış olduğu çalışmasında altın otunda $2,397 \pm 0,031$ mg/kg, yeşil çayda $0,765 \pm 0,010$ mg/kg olarak bulmuştur. Türkmen ve ark., (2016) Giresun'da yetişen yenilebilir bitki türünde metal değerleri üzerine yaptıkları çalışmalarında kurşun değerini $1,97-6,41$ mg/kg aralığında belirlemişlerdir. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde çalışmalarında Pb değerini $2,24$ mg/kg olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda ise incelediğimiz nane, altın otu, yeşil 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 >altın otu> ısırgan otu<kekik şeklinde sıralanmış olup en yüksek değer yaş çay ve en düşük değer kekikte tespit edilmiştir. Tablo 3. Pb değeri istatistik olarak incelediğimizde; bitkiler arasında anlamlı bir fark görülmemektedir ($p > 0.005$).

Fe değerlerine baktığımızda; Başgel ve Erdemoğlu, (2006) çalışmasında demir değerlerini ıhlamurda 228 mg/kg, kuşburnu da $267,2$ mg/kg ve ısırganda 810 mg/kg olarak belirlemiştir. Özrenk ve ark., (2011) kuşburnu üzerine yapmış olduğu bir çalışmasında ise demir miktarını $42,02-106,51$ mg/kg arasında bulmuştur. Nakilcioğlu, (2019) yapmış olduğu çalışmasında demir değerlerini kekikte $249,24 \pm 0,32$ mg/kg, nanede $619,44 \pm 7,54$ mg/kg, ıhlamurda $508,64 \pm 6,05$ mg/kg, yeşil çayda $137,94 \pm 0,13$ mg/kg, ısırgan otunda $446,73 \pm 2,50$ mg/kg değerlerini bulmuştur. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Fe değerini $138,20$

mg/kg olarak bulmuştur. Bizim incelediğimiz bitki örneklerinde demir konsantrasyonları 13,8-322 mg/kg aralığında olup sıralama ise sırasıyla altın otu> kekik> nane <ısırgan otu> yaş çay>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir.

Zn değerlerine baktığımızda; Akgünlü, (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabani bitkilerde çinko konsantrasyonu 10-97 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Türkmen ve ark., (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde metal değerleri üzerine yaptıkları çalışmalarında Zn değerini 10,1-110 mg/kg aralığında belirlemiştir. Nakilcioğlu, (2019) yılındaki çalışmasında çinko değerlerini bitkilerde; kekik 71,74±1,10 mg/kg, nane 88,95±0,29 mg/kg, ıhlamur 88,15±0,73 mg/kg, yeşil çay 81,47±1,32 mg/kg, ısırgan otu 93,69±1,29 mg/kg olarak bulmuştur. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Zn değerini 45,42 mg/kg olarak bulmuştur. Yaptığımız çalışmaya göre incelediğimiz kuşburnu, ıhlamur, altın otu, yaş çay, nane, kekik ve ısırgan otu bitki örneklerinde tespit ettiğimiz çinko konsantrasyonları 6,52-86,2 mg/kg aralığında değişmekte en yüksek ısırgan otunda en düşük ise kuşburnu da tespit edilmiştir. Sıralama ise, nane>ısırgan otu>kekik>yaş çay>altın otu>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir.

Cu değerleri; Özrenk ve ark., (2011) yapmış olduğu çalışmalarında kuşburnu da bakır içeriği 15,7-27,02 mg kg⁻¹ aralığında bulunmuştur. Çolak, (2014) yaptığı bir çalışmada 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 metal değerleri üzerine yaptıkları çalışmalarında bakır değerini 2,56-85,6 mg/kg aralığında belirlemiştir. Nakilcioğlu, (2019) çalışmasında Cu miktarını bitkilerinde; kekik 6,04±0,05 mg/kg, nane 6,44±0,02 mg/kg, ıhlamur 4,90±0,04 mg/kg, yeşil çay 5,15±0,12 mg/kg, ısırgan otu 5,15±0,01 mg/kg bulmuştur. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Cu değerini 13,62 mg/kg olarak bulmuştur. Yaptığımız çalışmamızda ise nane, kekik, altın otu, yaş çay, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerinde bakır konsantrasyonları 3,54-18,1 mg/kg aralığında olarak en yüksek kekik ve en düşük kuşburnunda tespit edilmiş olup sıralama kekik>ısırgan otu> nane> yaş çay>altın otu>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir.

Al değerleri; Bedir, (2010) yapmış olduğu çalışmasında Al değerlerini kekikte 325-1074 mg/kg ve nanede 712-5043 mg/kg 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. Esetlili ve ark., (2014) çalışmasında bazı bitkilerde; 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. Fidan ve ark., (2020) *O. Acutidens* bitkisinde yapmış olduğu çalışmasında Al miktarını 384,93±0,06 mg/kg olarak bulmuştur. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Al değerini 243,50 mg/kg olarak bulmuştur. Yaptığımız çalışmamızda

bitki örneklerinde Al konsantrasyonları 46,6-5501 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Sıralama ise yaş çay>altın otu>kekik>ısırgan otu>ıhlamur>nane>kuşburnu şeklindedir.

Cr değerleri; Basgel ve Erdemoğlu, (2006) çalışmasında krom değerlerini ıhlamurda 0,34 mg/kg, ısırganda 1,20 mg/kg ve kuşburnu da 0,92 mg/kg olarak belirlemiştir. Bedir, 2010 yılındaki çalışmasında krom değerlerini kekikte 2-5 mg/kg, nanede 3-14 mg/kg olarak bulmuştur. Ergün ve ark., (2011) çalışmalarında kekikte $3,198 \pm 0,69$ mg/kg olarak bulmuşlardır. Türkmen ve ark., (2016) Giresun'da yetişen yenilebilir bitki türünde metal değerleri üzerine yaptıkları çalışmalarında krom değerini 0,17-2,95 mg/kg aralığında belirlemiştir. Fidan ve ark., (2020) *O. Acutidens* bitkisinde yapmış olduğu çalışmada Cr değerini $16,75 \pm 1,529$ mg/kg olarak bulmuştur. Yaptığımız çalışmamızda bitki örneklerinde Cr miktarları 0,98-2,50 mg/kg aralığında olup sırası ile altın otu>yaş çay>ısırgan otu>nane>kekik>ıhlamur>kuşburnu şeklindedir.

Co değerlerine baktığımızda; Şimşek, (2010) bitki ile yaptığı çalışma sonucunda bitki türüne göre kobalt miktarı 0,010-0,502 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmiştir. Akgünlü, (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde konsantrasyonu 0,15-1,63 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Esetlili ve ark., (2014) çalışmasında 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. Türkmen ve ark., (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde metal değerleri üzerine yaptıkları çalışmalarında kobalt değerinin 0,10-1,60 mg/kg aralığında belirlemiştir. Fidan ve ark., (2020) *O. Acutidens* bitkisinde yapmış olduğu çalışmalarında Co miktarını $0,76 \pm 0,09$ mg/kg olarak belirlemiştir. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Co değerini 0,0995 mg/kg olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda nane, altın otu, yeşil çay, kekik, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerinde Co konsantrasyonları 0,21-1,41 mg/kg aralığında olup büyükten küçüğe sıraladığımızda ise altın otu>kekik>yaş çay>ısırgan otu>nane>kuşburnu>ıhlamur şeklindedir.

Mn değerlerine baktığımızda, Özrenk, (2011) kuşburnu üzerine yaptığı bir çalışmada mangan içeriği 7,47-140,01 mg/kg arasında belirlemiştir. Çolak, (2014) yapmış olduğu çalışmada 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. Türkmen ve ark., (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde metal değerleri üzerine yaptıkları çalışmalarında mangan değerini 9,26-106 mg/kg aralığında belirlemiştir. Nakilcioğlu, (2019) çalışmasında mangan içeriğini bitkilerde kekik $16,48 \pm 0,28$ mg/kg, nane $35,74 \pm 0,57$ mg/kg, ıhlamur $37,65 \pm 2,02$ mg/kg, yeşil çay $249,32 \pm 1,62$ mg/kg, ısırgan otu $18,01 \pm 0,20$ mg/kg olarak bulmuştur. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Mn değeri 19,37 mg/kg olarak belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda Mn değeri 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.

Ni değerlerine baktığımızda, Basgel ve Erdemoğlu, (2006) çalışmasında nikel değerlerini ıhlamurda 2,46 mg/kg, ısırganda 3,60 mg/kg ve kuşburnu da 2,90 mg/kg olarak belirlemiştir. Akgünlü, (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde mangan konsantrasyonu 1,5-23,7 mg/kg aralığında belirlemiştir. 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. Türkmen ve ark., (2016) Giresun da yetişen yenilebilir bitki türünde metal değerleri üzerine yaptıkları çalışmalarında nikel değerini 4,71-6,21 mg/kg aralığında belirlemiştir. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Ni değerini 3,8760 mg/kg olarak bulmuştur. Yaptığımız çalışmamızda incelediğimiz bitkilerde Ni değeri 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.

Li değerlerine baktığımızda; Budağ ve Fırat (2005) çalışmasında *Ranunculus trichophyllus* bitkisinde Li elementini 1,69 mg/kg olarak belirlemiştir. Pakistan'da yapılan araştırmada 24 farklı bitkide lityum değerlerinin 10-78 mg/kg arasında oldukları tespit edilmiştir (Ata ve ark., 2011). Fidan ve ark., (2020) *O. Acutidens* bitkisinde yaptıkları çalışmada Li değerini $0,36\pm 0,03$ mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Özden, (2021) çalışmasında turp örneğinde kabuk+iç kısmında Li değeri $2,00\pm 0,01$ olarak belirlenmiştir. Bizim çalışma sonucumuzda nane, altın otu, yaş çay, kekik, ısırgan otu, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerinde 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.

Na değerleri; Akgünlü, (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde sodyum konsantrasyonu 491-6332 mg/kg aralığında belirlemiştir. Çolak, (2014) 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 çalışmasında 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) yaptığı bir çalışmasında sodyum içeriğini ısırgan otunda 17816.67 ± 713 ile 36666.67 ± 1467 mg/kg olarak tespit etmiştir. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmalarında Na değerini 225,00 mg/kg olarak bulmuştur. Na 19-50 yaş yetişkin insanda günlük yeterli alım miktarı kadın ve erkekte 1,5 g olarak belirtilmiştir (Pekcan ve ark., 2016). Yaptığımız çalışma sonucunda

sodyum değerleri 545-808 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.

Mg değerlerine baktığımızda, Çolak, (2014) çalışmasında bitkilerde magnezyum içeriği ıhlamur $1117,541\pm 5,427$ mg/kg, altın otu $636,9623\pm 3,58$ mg/kg, ısırgan otu $836,222\pm 3,398$ mg/kg olarak bulunmuştur. Turan, 2014 yılında bitkiler üzerine yapmış olduğu çalışmasında altın otu ve yeşil çayda sırası ile Mg değerlerini $443,503\pm 5,954$ mg/kg ve $752,858\pm 10,088$ mg/kg olarak belirlemişlerdir. Saltan, (2015) çalışmasında ısırgan otunda $5736,67$ ile $33333,33$ mg/kg olarak magnezyum içeriği belirlemiştir. Fidan ve ark., (2020) *O. Acutidens* bitkisinde Mg değerini $1844,41\pm 0,29$ mg/kg olarak belirlemiş yine Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmaları Mg değerini 2649 mg/kg olarak bulmuştur. Mg 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 magnezyum konsantrasyonları $1230-7335$ mg/kg aralığında olup en yüksek ısırgan otu en düşük altın otunda bulunmuştur. Sıralama ise ısırgan otu>kekik>nane>ıhlamur>yaş çay>altın otu şeklindedir.

B değerleri; Akgünlü, (2012) çalışmasında sebze olarak tüketilen 10 farklı yabancı bitkilerde bor konsantrasyonu $20,9-55,9$ mg/kg aralığında belirlemiştir. Çolak, (2014) yaptığı 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 Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare subsp. gracile* örneklerini kullandığı çalışmaları B değerini $27,91$ mg/kg olarak bulmuştur. Yaptığımız çalışmamızda incelediğimiz nane, altın otu, yeşil çay, kekik, ısırgan otu, kuşburnu, ıhlamur 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.

K değerleri, Özrenk ve ark., (2011) kuşburnu meyvesinde ise $45405-11152$ mg/kg olarak tespit etmiştir. Çolak, (2014) yapmış olduğu çalışmasında altın otu, ıhlamur ve ısırgan potasyum değerlerini otunda sırası ile $5341,755\pm 37,324$ mg/kg, $5844,79\pm 40,053$ mg/kg ve $3830,348\pm 34,195$ mg/kg olarak belirlemiştir. Saltan, (2015) çalışmasında ısırgan otunda $25733,33\pm 1029$ mg/kg ve $42255,49\pm 1695$ mg/kg değerlerini bulmuştur. Fidan ve ark., (2020) *O. Acutidens* bitkisinde yapmış olduğu çalışmasında potasyum değerini $19809,98\pm 3,10$ mg/kg belirlemiştir. Fidan ve Fidan, (2021) Şırnak yöresinde *O. vulgare* örneklerinde K değerini $2441,01$ mg/kg olarak bulmuştur. Potasyumun 19-50 yaş yetişkin insanda günlük yeterli alım miktarı kadın ve erkekte $4,7$ g olarak belirtilmiştir (Pekcan ve ark., 2016). Bizim çalışmamızda K değeri $16780-41835$ mg/kg arasında olup en düşük altın otunda en yüksek ise ısırgan otunda bulunmuştur. Tablo 4.' te nane, kuşburnu ve ıhlamur bitkilerini istatistik

olarak incelediğimizde K değerinde diğer elementlere göre istatistik olarak anlamlı fark görülmüştür ($P<0.005$). Sıralama ise ısrırgan otu>nane>kuşburnu>ihlamur>yaş çay>kekik>altın otu şeklindedir.

Ayrıca çalışmamızda tüm bitki numunelerinde Ag metal ölçümü gerçekleştirilmiştir, ancak hiçbir numunelerde tespit edilmemiştir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Tablo 5: Bitkilerde kabul edilen metal referans sınır değerleri

Element	Yeterli veya normal (mg/kg) ^a	Fazla veya toksik (mg/kg) ^a	TKY (mg/kg) ^b pH 5-6 pH >6	FAO/WHO'ya göre (mg/kg) ^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	-	30
Zn	27-150	100-400	150-300	50
Cu	5-30	20-100	50-140	5
Cr	0,1-0,5	5-30	100-100	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 A&Mukherjee A.B, 2007 ^b: (Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 2005)

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

Çalışmamızda doğadan toplanan bitki örneklerinde bitki besin element ve ağır metal tayini yapılmıştır. Bitki örneklerinin kullanılan kısımlarında Cd, Pb, Fe, Al, Zn, Cu, Cr, Ni, Mn, Co, Ag, Li, Na, Mg, B ve K elementleri ICP-OES ile içerikleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak Giresun bölgesinin farklı noktalarından temin edilen bitki örneklerini genel olarak irdelediğimizde, metaller açısından baktığımızda daha önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalarla benzerlik gösterdiği gibi benzer olmayan yanları da vardır. Bulduğumuz değerler, besin elementleri ve ağır metal konsantrasyonu bitkiden bitkiye farklılık göstermiştir. Bitkiler için WHO ve Toprak yönetmeliğinin kabul ettiği sınır değerlerin içerisinde olduğu gibi olmayanlarında olduğu görülmüştür.

İstatistik açısından Cd değeri için bitkiler arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0.005$). Cd ve Cr değeri bütün bitkilerde Ni değeri yaş çayda sınır değerlerin üzerinde ancak toksik seviye aralığında olmadığı görülmüştür. Al ve Mn değeri istatistik olarak incelediğimizde; yaş çayın diğer bitkiler ile arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür($p<0.005$). Fe değeri kuşburnu haricinde diğer bitkilerde, Zn değeri ise nane bitkisinde sınır değerinin üzerinde tespit edilmiştir. Söz konusu kirliliğinin motorlu taşıtlar, çeşitli tarımsal faaliyetlerden kaynaklı olabileceği, bitkilerin yetiştiği yerlerde gübrelemenin fazla ve pestisit ilaçlarının kullanıldığı düşünülmektedir. Sınır değerinin üzerinde tespiti bulunan bitkilerde söz konusu canlılar üzerindeki etkisi açısından dikkat edilmesi

gerektiğini ortaya koymaktadır. Bitkileri topladığımız istasyonlar incelendiğinde, altın otu, kekik ve ısırgan otu bölge olarak yakın yerlerden alınmış olmasına rağmen Cd, Fe, Al, Cr, Ni elementleri en çok altın otunda; Mg, K elementleri ise en fazla ısırgan otunda tespit edilmiştir ve toplam metal değeri ise sırası en fazla ısırgan otu, kekik ve altın otunda şeklinde bulunmuştur. Söz konusu sonuçların bitkiden bitkiye farklılık gösterdiği görülmüştür. Yaş çayın diğer bitki örneklerinden Pb konsantrasyonunun yüksek olması sahile yakın ve trafiğin yoğun olduğu bölgeden alınmış olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Ancak söz konusu belirlenen limitlerin altında olduğundan herhangi bir sorun görülmemektedir.

Mg ve K elementleri insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. İncelediğimiz bu bitkiler bu iki element için insan beslenmesine önemli bir kaynak olabileceği düşünülmektedir.

Sağlık açısından önem arz eden ve şifa bulmak amacıyla içilen bu otların içerdiği mineral maddeler ve ağır metallerin insan vücuduna alımında ocakta kaynatılma oranının da önemli olduğunu vurgulamak isteriz.

Teşekkür

Projemize (FEN-BAP-A-270220-26) desteklerinden dolayı Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyon Başkanlığına teşekkür ederiz.

Yazarların Katkısı

Tüm yazarlar çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

Akgünlü, S., (2012). Kilis ve Gaziantep Yöresinde Tüketilen Bazı Yabani Sebzelerin Mineral İçerikleri ve Mikrobiyolojik Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kilis.

- Ata, S., Farooq, F., Javed, S. (2011). Elemental profile of 24 common medicinal plants of Pakistan and its directlink with traditional uses, *Journal of Medicinal Plants Research* 5(26): 6164-6168.
- Başgel, 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. ve Demet, Ö., (1992). Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. *Ekoloji*, 42-6.
- Bayraktar, Ö.V, Öztürk, G ve 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
- Baytop, T., (1999). Türkiye’de Tıbbi Bitkilerle Tedavi (Geçmişte ve Bugün). Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul.
- Bilgiç Alkaya ve ark., (2015). İstanbul Aktarlarında Satılan Bitkisel Çaylarda Ağır Metal Tayini, *Marmara İlaç Dergisi* 19: 136-140
- C. Yerli, T. Çakmakçı, U. Sahin ve Ş. Tüfenkçi, (2020). Ağır Metallerin Toprak, Bitki, Su ve İnsan Sağlığına Etkileri, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9:103-114
- Çolak, C. (2014). Ülkemizde Geleneksel Tedavilerde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Kök ve Çiçeklerinde Ağır Metal ve Mineral Besin Element Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Marmara üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul
- Esetlili, B.Ç., Pekcan, T., Çobanoğlu, Ö., Aydoğdu, E., Turan. S., Anaç, D., 2014, Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Temel Bitki Besin Maddeleri ve Ağır Metal Konsantrasyonları, *Tarım Bilimleri Dergisi–journal of Agricultural* 20:229 -247
- FAO/WHO Codex Alimentarius International Food Standards Codex Stan -179, 2003. Codex Alimentarius commission.
- 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*, 2(1): 23-28.
- Fidan, M., Teğin, İ., Erez, M.E., Pınar, S.M., Hüseyin Eroğlu, H., Etnobotanik Amaçlı Kullanılan *Origanum acutidens* Bitkisinin Toplam FenolikFlovonoid İçeriği, Fenolik Bileşikleri ve Element Analizi, *Academic Platform Journal of Engineering and Science* 8-1,
- Kabata-Pendias A, Mukherjee AB. (2007)” *Trace Elements from Soil to Human*. Springer-Verlag”, Berlin, Heidelberg.
- Kamran, S., Shafaqat, A., Samra, H., Sana, A., Samar, F., Muhammad, B. S., Hafiz, M. T., 2013, Heavy Metals Contamination and what are the Impacts on Living Organisms, *Greener Journal of Environmental Management and Public Safety*, 2(4), 172–179.
- Leblebici S, Bahtiyar SD, Özyurt MS. 2012, Kütahya aktarlarında satılan bazı bitkilerin ağır metal içeriklerinin İncelenmesi, *DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29: 1-6.
- Li, L.H., (1981). Elementlerin jeokimyasal döngüleri ve insan pertürbasyonu. *Geochim Cosmochim Acta.*,45: 2073-2084.
- Özbolat, G. ve Tuli, A. (2016). Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(4):502-521
- Özden, H. (2021). Siirt Yöresinde Halk Tarafından Şalgam Olarak Tüketilen Turp Bitkisinin Metal İçeriği ve Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi, Yüksek lisans tezi, Siirt Üniversitesi, Kimya ABD. Siirt.
- Özkan, A. (2017). Antakya-Cilvegözü Karayolu Etrafındaki Tarım Arazilerinde ve Bitkilerdeki Ağır Metal Kirliliği, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, Hatay
- 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)* 2012, 22 (1):20-2
- Pekcan, G., Şanlıer, N., Baş, M., (2016). Türkiye Beslenme Rehberi 2015, Ankara
- Saltan, F.Z. ve 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, 2015
- Schulze E-D, Beck E, Müller-Hohenstein K, Lawlor D, Lawlor K, Lawlor G. (2005) *Plant Ecology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Seven T, Can B, Darendel BN, Ocak S. (2018), Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimi Dergisi*, 1(2): 91-103.
- Stresty, T.V.S. ve Madhava Rao, K.V. (1999). Güvercin Kök Hücrelerinde Çinko ve Nikel Stresine Karşı Ultrastrüktürel Değişiklikler, *Çevresel ve Deneysel Botanik*, 41: 3-13.

- Şimşek, A. (2010). "Ordu İli ve Çevresindeki Doğal Vejetasyonda Yetişen Bazı Yenilebilir Yabani Bitki Türlerinin Mineral Madde Kompozisyonunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu
- T.C. 2005. Resmî gazete Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. (Erişim Tarihi: 11.02.2022)
- Turan, Ş. (2014). Ülkemizde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi Bitkilerin Yapraklarında Ağır Metal ve Mineral Besin Element İçeriklerinin Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, İstanbul
- Türkmen, M., Akyurt, İ., Duran, K., Türkmen, A. (2016). Giresun Yöresinden Bazı Yenilenebilir Bitkilerde Metal Birikimlerinin Değerlendirilmesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 6 (14), 99-105.
- URL-1: <https://www.google.com/intl/tr/earth/> (Erişim Tarihi: 22.06.21)
- URL-2: <https://www.google.com/intl/tr/earth/> (Erişim Tarihi: 22.06.21)
- Yaldız, G., Şekeroğlu, N. (2013). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Bazı Ağır Metallere Tepkisi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6 (1): 80-84.
- Zengin, K.F ve 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.