



*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Doğu Anadolu’da Gıda Olarak Tüketilen Bazı Türlerin Multi-element Analizi: Bu Türlerin Element İçeriklerinin Karşılaştırılması

### *Multi-element Analysis of Some Species Consumed as Food in Eastern Anatolia: Comparison of Element Contents of These Species*


Adil UMAZ<sup>1,\*</sup> , Fırat AYDIN<sup>2</sup> , Mehmet FIRAT<sup>3</sup> , Abdulselam ERTAŞ<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 47200, Mardin, Türkiye

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<sup>3</sup>Van Yüzüncüyıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 65080, Van, Türkiye

<sup>4</sup>Dicle Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Analitik Kimya Anabilim Dalı, 21280, Diyarbakır, Türkiye

 <https://doi.org/10.55007/dufed.1205827>

#### MAKALE BİLGİSİ

##### Makale Tarihi

Alınış, 14 Kasım 2022

Revize, 03 Aralık 2022

Kabul, 09 Aralık 2022

Online Yayınlama, 26 Aralık 2022

##### Anahtar Kelimeler

Multi- elementler, Tıbbi ve gıda bitkileri, ICP-MS

#### ARTICLE INFO

##### Article History

Received, 14 November 2022

Revised, 03 December 2022

Accepted, 09 December 2022

Available Online, 26 December 2022

##### Keywords

Multi- elements, Medicinal and food plants, ICP-MS

#### ÖZ

Bu çalışmada, gıda ve tıbbi amaçlar için kullanılan bazı bitki türlerinin (*Arum conophalloides*, *Arum detrunctum*, *Ornithogalum narbonense*, *Muscari comosum* ve *Lippia citrodora*) multi-element içerikleri induktif eşleşmiş plazmalı kütle spektrometresi (ICP-MS) ile tayin edilmiştir. Çalışmada kullanılan türler önce mikrodalga çözünürleştirme işleminde derişik nitrik asit ve hidrojen peroksit ilave edilerek yakma işlemi yapılmıştır. Daha sonra elde edilen çözelti son hacim 100 mL olacak şekilde seyreltilmiş ve ICP-MS ile analiz edilmiştir. Aynı cinsin farklı türlerinin element içerikleri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bu cinslere ait türlerin element içerikleri birbirinden farklı olduğu ve bu farklılık ise bitkinin genetik yapısı, coğrafî konum, iklim ve çevre koşullarına bağlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada metod validasyon çalışması yapılmıştır.

#### ABSTRACT

In this study, the multi-element contents of some plant species (*Arum conophalloides*, *Arum detrunctum*, *Ornithogalum narbonense*, *Muscari comosum* and *Lippia citrodora*) used for food and medicinal purposes were determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The species used in the study have first incinerated by adding concentrated nitric acid and hydrogen peroxide in the microwave solubilization process. Later, the obtained solution was diluted to a final volume of 100 mL and analyzed by ICP-MS. Element contents of different species of the same genus have compared with each other. It has been determined that the element contents of the species belonging to these genera are different from each other and this difference depends on the genetic structure of the plant,

\*Sorumlu Yazar

**E-posta Adresleri:** [adilumaz@artuklu.edu.tr](mailto:adilumaz@artuklu.edu.tr) (Adil UMAZ), [faydin@dicle.edu.tr](mailto:faydin@dicle.edu.tr) (Fırat AYDIN), [kuyucak65@yahoo.com](mailto:kuyucak65@yahoo.com) (Mehmet FIRAT), [abdulselamertas@hotmail.com](mailto:abdulselamertas@hotmail.com) (Abdulselam ERTAŞ)

geographical location, climate and environmental conditions. In addition, method validation studies were carried out in this study.

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde yaklaşık 1.000.000 bitki türü olduğu tahmin edilmektedir. Bu türlerin yaklaşık 500.000'i tanımlanmış olup sistematik olarak adlandırılmıştır. Bu türlerden 20.000'i Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan araştırma sonucunda terapötik amaçlar için kullanıldığı bildirilmiştir. Türkiye florasında yaklaşık 11.000 bitki türü bulunmaktadır ve bu türlerden 3708'i endemiktir [1].

Araceae familyası, 118 cins ve 3800 tür ile temsil edilen ve deniz seviyesinden 3000 m yüksekliğe kadar çok çeşitli ekolojik habitatlara yayılmıştır [2]. Bu ailenin çiçekli bitki cinsi olarak bilinen *Arum* L., Asya, Avrupa, Kuzey Afrika ve Akdeniz bölgesine dağılan 26 türle temsil edilmektedir [2,3]. *Arum conophalloides* Kotschy Ex Schott (*A. conophalloides*), yerel olarak Kardeh olarak bilinen, İran, Irak, Suriye ve Türkiye'nin bazı bölgelerinde güveçte ve pirinç-sebzede pişirilerek yaygın olarak kullanılan mevsimlik (ilkbahar) ve yenilebilir narın bir bitkidir. Tanınmış aromatik ve tıbbi bir bitkidir ve yaprakları geleneksel tıpta ağrı kesici, kan temizleyici, mide ve bağırsak toniği olarak ve hayvan mastitisini tedavi etmek için kullanılmaktadır [3].

Asparagaceae, yaklaşık 2900 tür ve 114 cins ile temsil edilen monokotların Asparagales dizisinde yerleştirilen çiçekli bir bitki ailesidir. Bu ailenin en bilinen üyesi bahçe kuşkonmaz olarak bilinen *Asparagus officinalis*'tir [4].Asparagaceae familyasına ait *Muscari* Miller cinsi, Akdeniz bölgesi ve ılıman Avrupa'dan Orta Asya'ya kadar doğal bir dağılıma sahiptir ve dünya çapında 72 tür (75 takson) ile temsil edilmektedir. Zengin topografik ve ekolojik heterojenliği nedeniyle Anadolu, *Muscari* için önemli bir çeşitlendirme merkezidir. Nitekim dünya çapında kabul gören taksonların yarısından fazlasının anavatanı Anadolu'dur. Türkiye'de yapılan son araştırmalara göre *Muscari* cinsi 29'u Türkiye endemik olmak üzere 44 tür ile temsil edilmektedir [5]. Ekonomik ve farmasötik güce sahip *Muscari* cinsi hakkında çok sayıda floristik çalışma yapılmıştır. *Leopoldia comosa* (Syn.: *M. comosum*) 1.1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) aktivite yönteminde güçlü antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir. *Muscari* cinsinin kimyasal bileşenleri antimutajenik etkilere sahip homoizoflavonoidler, suda çözünür polisakkaritler ve glikozitlerdir [6].*Ornithogalum* L. cinsi, Asparagaceae familyasının ana grubunda yer almaktadır. *Ornithogalum* çok yıllık bir bitkidir ve Asya, Afrika, Madagaskar ve Avrupa'da yaygın olarak yayılış göstermektedir. Ornithogaleae (Caurel) kabilesindeki *Ornithogalum* cinsi Güney Avrupa'ya özgü yaklaşık 200 tür soğanlı bitkiden oluşur. Batı Akdeniz Bölgesi, Türkiye'nin en zengin yerlerinden biridir. Son araştırmalara göre bilinen 54 *Ornithogalum* türlerinden 17'si Türkiye'ye endemiktir. Batı Akdeniz Bölgesi 18 *Ornithogalum* türüne sahiptir ve bunlardan 5

tanisi endemiktir. *Ornithogalum* türleri süs bitkisi veya tıbbi bitki olarak kullanılır ve ayrıca sebze olarak tüketilmektedir. *Ornithogalum* türleri Türkiye'de 0 ila 2600 m arasında ve Akdeniz, Avrupa Sibirya ve İran Turan fitocoğrafik bölgesinde dağılım göstermektedir [7].

Verbena veya vervain ailesi olarak bilinen Verbenaceae familyası yaklaşık 1200 tür ve 35 cinsten oluşur. Verbenaceae bazı hastalıkları tedavi etmek için yüzyıllardır tıbbi bitki olarak kullanılmıştır [8]. Şifalı bitkilerden biri olan limon otu (*Lippia citrodora*) Güney Amerika'da kendiliğinden yetişmekte olup Kuzey Afrika ve Güney Avrupa'da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Eski çağlardan beri limon aromasıyla ilişkilendirilen ferahlatıcı etkisi nedeniyle tercih edilmektedir. Taze yapraklar ağırlıklı olarak balık ve kümes hayvanları yemeklerinde, sebze soslarında, salata soslarında, reçellerde, pudinglerde ve içeceklerde aroma maddesi olarak kullanılırken, kurutulmuş yapraklar daha çok bitki çayları ve şerbetlerde kullanılmaktadır. Genel olarak bu bitkinin yapraklarının sindirim, spazm önleyici, ateş düşürücü, antioksidan, analjezik, iltihap önleyici, yatıştırıcı ve midevi özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir. Ayrıca astım, soğuk algınlığı, ateş, şişkinlik, kolik, ishal ve hazımsızlık tedavisinde infüzyon şeklinde kullanılmıştır. Limon otu üzerine yapılan önceki çalışmalar esas olarak kimyasal karakterizasyonuna odaklanmıştır. Türün iridoidler, flavonoidler, fenolik asitler ve fenilpropanoidler, özellikle de verbascoside gibi çeşitli fenolik bileşiklerin içerdiği bilinmektedir [9].

Bitki örneklerindeki multi-element içeriklerinin belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılır. Bu yöntemlerden en çok kullanılanlar şunlardır; ICP-MS, İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Atomik Emisyon Spektrometresi (ICP-AES), İndüktif Eşleşmiş Plazmalı Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES), Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (FAAS), Grafit Fırınlı Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (GF-AAS), Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS) ve X-ışını Floresans Spektrometresi (XRF)'dir [10].

Bu çalışmada, Doğu Anadolu'da tıbbi ve gıda olarak kullanılan beş türün multi-element içerikleri ICP-MS cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Aynı ailelere ait türlerin element içerikleri kendi içerisinde karşılaştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Bitkisel Materyaller

Beş farklı türe ait örnekler Mehmet FIRAT tarafından toplanmış ve teşhisi yapılmıştır. Bitkilerin güncel isimleri IPNI (International Plant Name Index) kontrol edilerek yazılmıştır. Türlere ait örnekler uygun kurutma yöntemleri ile kurutulmuş ve Mehmet FIRAT kişisel herbayumunda saklanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan türlere ilişkin bilgiler

Türler	Toplanma Yeri	Toplanma Zamanı	Herbaryum No
Araceae familyası			
<i>Arum conophalloides</i> Kotschy ex Schott var. <i>conophalloides</i>	Gaziantep	Mayıs 2015	Mehmet FIRAT32435
<i>Arum detrunctatum</i> C.A. Meyervar. <i>detrunctatum</i>	Van	Mayıs 2015	Mehmet FIRAT32440
Asparagaceae familyası			
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	Van	Mayıs 2015	Mehmet FIRAT 32441
<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	Van	Mayıs 2015	Mehmet FIRAT32442
Verbenaceae familyası			
<i>Lippia citrodora</i> (Paláu) Kunth	Diyarbakır	Mayıs 2015	Mehmet FIRAT32449

## 2.2 Cihaz, Reaktif ve Çözeltiler

Örneklerdeki multi-element içerikleri Agilent 7700s model ICP-MS cihazı kullanılarak belirlendi. Cihazın analitik çalışma koşulları daha önce yaptığımız çalışmadaki koşullar referans alınarak ayarlandı [10,11]. Mikrodalga çözünürleştirme işleminde analitik saflıkta HNO<sub>3</sub> (% 70) ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (% 34.5-36.5) (Sigma Aldrich, Germany) kullanıldı. Ayrıca, tüm çözeltilerin hazırlanmasında ve seyreltme işlemlerinde ultra saf su (18.2 MΩ) kullanılarak yapıldı [12]. Yöntemin doğruluğu ve kesinliği için sertifikalı referans maddesi NIST 1515 Elma Yaprağı (Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü, NIST, Gaithersburg, MD, ABD) kullanılarak değerlendirildi. ICP-MS ölçümlerinde 30'lu mix standart (Ag, Al, As, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, V ve Zn) (VHG Labs PN.: VHG-ZLGC1813, 100 mg/L) kullanılmıştır. Kalibrasyon standart çözeltileri daha önceki çalışmalarımızda olduğu gibi hazırlandı [11]. Tespit sınırı (LOD) ve nicelik sınırı (LOQ) değerleri 3s/m ve 10s/m'den hesaplandı. S, boşluğun standart sapması ve m, kalibrasyon grafiğinin eğimidir. Doğrusal kalibrasyon grafiği, 10-4000 µg/L aralığında oluşturulmuştur. Korelasyon katsayıları (r<sup>2</sup>) 0.9990-0.9999 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kalibrasyon denklemi, LOD ve LOQ değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Yöntemde belirlenen elementlere ait analitik parametreler

Element	Kalibrasyon Aralığı (µg/L)	Kalibrasyon Denklemi	r <sup>2</sup>	LOD (µg/L)	LOQ (µg/L)
Na	500-4000	y = 5142.84 x + 357838	0.9997	48.500	161.680
K	500-4000	y = 2308.80 x + 315707	0.9997	17.030	56.780
Mg	100-4000	y = 2226.27 x + 12319	0.9994	4.240	14.130
Fe	1000-4000	y = 34007.92 x + 701914	0.9990	5.120	17.080
Al	100-4000	y = 1121.76 x + 1922	0.9995	2.730	9.080
Se	100-4000	y = 829.63 x + 75232	0.9991	0.061	0.202
Li	50-4000	y = 189.10 x + 213	0.9997	0.591	1.970
Ba	10-4000	y = 198949.48 x + 11780	0.9998	0.088	0.290
Be	10-4000	y = 22829.54 x + 709	0.9999	0.730	2.430
Cu	10-4000	y = 31809.14 x + 16409	0.9994	0.330	1.100
Co	10-4000	y = 55754.88 x + 1543	0.9997	0.150	0.490
Cd	10-4000	y = 42086.25 x + 885	0.9996	0.400	1.330

<b>Cr</b>	10-4000	$y = 29985.59 x + 4895$	0.9994	0.210	0.690
<b>Mn</b>	10-4000	$y = 18139.19 x + 5333$	0.9995	0.280	0.920
<b>Ni</b>	10-4000	$y = 28319.45 x + 6335$	0.9995	1.080	3.580
<b>Zn</b>	10-4000	$y = 9123.21 x + 7916$	0.9994	0.580	1.920
<b>Pb</b>	10-4000	$y = 126261.36 x + 6134$	0.9996	0.110	0.360
<b>B</b>	10-4000	$y = 5768.54 x + 33073$	0.9994	0.011	0.035
<b>Mo</b>	10-4000	$y = 4155.44x + 196$	0.9998	0.078	0.259
<b>Ti</b>	10-4000	$y = 260.23 x + 36$	0.9994	0.058	0.193

### 2.3 Tür Örneklerinin Analize Hazırlanması

Türlerdeki multi-element analizlerinin yapılması için gölgede kurutulmuş örnekler havanda homojen hale getirilerek öğütüldü. Örnekler 0.1 g tartıldı ve mikrodalga teflon tüplerine konuldu. Teflon tüplerin üzerine 6 mL HNO<sub>3</sub> ve 2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> eklendi ve karıştırıldı. Karışım 10 dk. bekletilerek ön yakma işlemi yapıldı. Örnekler, mikrodalga cihazında başlangıçta 500 W enerjide 15 dk. boyunca 300 °C'ye kadar ısıtıldı. Daha sonra 1500 W enerjide 15 dk. boyunca 300 °C'de tutuldu. Son olarak örnekler 500 W enerjide 10 dk. boyunca 300 °C'den 90 °C'ye kadar kademeli olarak sıcaklık düşürüldü ve mikrodalga kapalı sistemde çözünürleştirme işlemi 40 dk. sürede tamamlandı [11]. Çözünürleştirme işleminden sonra teflon tüplerdeki karışım süzüldü. Elde edilen süzüntü 100 mL bolon joje alınarak son hacim 100 mL olacak şekilde ultra saf su ile seyreltildi. Seyreltilmiş olan örnekler ağzı vida kapaklı analiz tüplerine konularak analize hazır hale getirilmiştir.

### 2.4 Yöntemin Doğrulama Çalışması

Bu çalışmada, NIST 1515 Elma Yaprağı referans maddesi kullanılarak elementlerin % geri kazanım değerleri elde edilmiştir. Geri kazanım değerleri % 91-110 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Yöntemin doğrulama çalışması (n=3)

Element	Bilinen Sertifika Değeri (mg/kg)	Ölçülen Değer (mg/kg)	% Geri Kazanım
Na	24.40±2.10	22.15±0.29	91
Mg	2710±120	2467±4	91
Al	285±6	314±2	110
K	16080±210	14478±91	90
Mn	54.10±1.10	50.85±0.19	94
Fe	82.70±2.60	80.77±0.27	98
Ni	0.936±0.094	0.950±0.010	101
Cu	5.69±0.13	5.86±0.10	103
Zn	12.45±0.43	13.70±0.46	110
Ba	48.80±2.30	48.20±0.30	99
Pb	0.470±0.024	0.490±0.002	104
Mo	0.095±0.011	0.089±0.007	94
B	27.60±2.80	28.20±1.57	102

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 Türlerdeki Multi-Element Sonuçları

*Arum conophalloides* var. *conophalloides* taksonunun multi-element içeriği Na; 2465, K: 26421, Mg; 2645, Fe; 1208, Al; 1989, B; 216, Ti; 54.19, Mo; 1.90, Li; 2.69, Cu; 8.92, Be; 0.18, Cr; 3.38, Mn; 49.91, Ni; 7.87, Co; 0.69, Zn; 66.77, Cd; 2.30, Ba; 11.05 ve Pb; 0.96 mg/kg olarak tespit edildi. Ayrıca, bu türde Se element içeriği tespit edilemedi (Tablo 4).

*Arum detrunctatum* var. *detrunctatum* taksonunun multi-element içeriği Na; 2604, K: 41317, Mg; 5423, Fe; 3674, Al; 4072, B; 175, Ti; 110, Mo; 1.61, Li; 4.03, Cu; 15.05, Be; 0.16, Cr; 34.28, Mn; 126, Ni; 36.55, Co; 2.24, Zn; 54.46, Cd; 1.03, Ba; 17.71 ve Pb; 1.58 mg/kg olarak tespit edildi. Ayrıca, bu türde Se element içeriği tespit edilemedi. Aynı cinsin farklı türlerinin element içerikleri karşılaştırıldığında, *A. detrunctatum* var. *detrunctatum* taksonunun Na, K, Mg, Fe, Al, Ti, Li, Cu, Cr, Mn, Ni, Co, Ba ve Pb içerikleri *A. conophalloides* var. *conophalloides* taksonundan daha yüksek olduğu belirlendi. *A. conophalloides* var. *conophalloides* B, Mo, Be, Zn ve Cd içerikleri *A. detrunctatum* var. *detrunctatum* taksonunun daha yüksek olduğu belirlendi (Tablo 4). Bu farklılık türün genetik özelliklerine, coğrafi olarak yetiştiği yer, iklim koşulları, bitki örtüsü dönemi, hava kirliliği ve çevresel faktörlere bağlı olarak değiştiği söylenebilir.

Literatürde, *A. detrunctatum* var. *detrunctatum* ve *A. conophalloides* var. *conophalloides* taksonları ilgili multi-element analizi bulunmamaktadır. Ancak, *A. dioscoridis* SM. var. *dioscoridis* türünün mineral ve eser elementlerinin belirlenmesi çalışmasında; bu türün element içerik konsantrasyonları ICP-MS cihazıyla saptanmıştır. Element konsantrasyonları Na; 636.0, Mg; 1301.4, Al; 331.1, P; 218.9, K; 4142.0, Ca; 14406.6, Cr; 0.3, Mn; 16.9, Fe; 370.6, Co; 0.7, Ni; 9.1, Cu; 38.9, Zn; 83.2, Cd; 0.004, Sn; 0.68, Ba; 14.2 ve Pb; 0.61 mg/kg olarak tespit edilmiştir [2].

*M. comosum* türünün multi-element içeriği Na; 4185, K: 41559, Mg; 4323, Fe; 1683, Al; 2754, B; 221, Ti; 108, Mo; 1.16, Li; 2.28, Cu; 8.99, Be; 0.05, Cr; 6.96, Mn; 80.95, Ni; 12.86, Co; 1.03, Zn; 48.02, Se; 51.47, Cd; 0.55, Ba; 13.10 ve Pb; 0.90 mg/kg olarak tespit edildi (Tablo 4).

*O. narbonense* türünün multi-element içeriği Na; 4095, K: 49161, Mg; 2993, Fe; 915, Al; 1721, B; 218, Ti; 76.62, Mo; 0.64, Li; 1.61, Cu; 6.38, Be; 0.03, Cr; 4.80, Mn; 47.78, Ni; 8.02, Co; 0.57, Zn; 57.10, Se; 52.58, Cd; 0.38, Ba; 22.14 ve Pb; 0.62 mg/kg olarak tespit edildi (Tablo 4).

*L. citrodora* türünün multi-element içeriği Na; 2515, K: 32529, Mg; 8432, Fe; 219, Al; 256, B; 216, Ti; 17.72, Mo; 8.36, Cu; 33.33, Cr; 1.41, Mn; 108, Ni; 2.85, Co; 0.83, Zn; 45.83, Se; 0.67, Cd; 4.17, Ba; 57.33 ve Pb; 1.26 mg/kg olarak tespit edildi. Ayrıca bu türde Li, Be içeriği tespit edilemedi (Tablo 4).

**Tablo 4.** Türlerin multi-element sonuçları (n=3)

Türler	Elementler									
	Na	K	Mg	Fe	Al	B	Ti	Mo	Li	Cu
A.c.	2465±13	26421±158	2645±29	1208±7	1989±30	216±8	54.19±0.68	1.90±0.09	2.69±0.80	8.92±0.12
	0.18±0.00	3.38±0.01	49.91±0.21	7.87±0.02	0.69±0.01	66.77±0.25	T.E.	2.30±0.02	11.05±0.09	0.96±0.02
A.d.	2604±14	41317±99	5423±36	3674±5	4072±30	175±3	110±2	1.61±0.04	4.03±0.33	15.05±0.08
	0.16±0.00	34.28±2.68	126±1	36.55±2.65	2.24±0.04	54.46±0.25	T.E.	1.03±0.02	17.71±0.22	1.58±0.02
M.c.	4185±31	41559±43	4323±20	1683±5	2754±34	221±3	108±1	1.16±0.03	2.28±0.43	8.99±0.05
	0.05±0.00	6.96±0.00	80.95±0.53	12.86±0.01	1.03±0.02	48.02±0.51	51.47±0.02	0.55±0.01	13.10±0.10	0.90±0.00
O.n.	4095±27	49161±298	2993±31	915±3	1721±18	218±3	76.62±1.96	0.64±0.06	1.61±0.16	6.38±0.04
	0.03±0.00	4.80±0.02	47.78±0.16	8.02±0.03	0.57±0.01	57.10±0.25	52.58±0.44	0.38±0.04	22.14±0.35	0.62±0.01
L.c.	2515±30	32529±190	8432±47	219±1	256±1	216±7	17.72±0.37	8.36±0.17	T.E.	33.33±0.30
	T.E.	1.41±0.00	108±1	2.85±0.02	0.83±0.02	45.83±0.34	0.67±0.15	4.17±0.01	57.33±0.34	1.26±0.02

**A.c.:** *Arum conophalloides* var. *conophalloides* **A.d.:** *Arum detrunctum* var. *detrunctum* **M.c.:** *Muscari comosum* **O.n.:** *Ornithogalum narbonense* **L.c.:** *Lippia citrodora* **T.E.:** Tespit edilemedi.

Ölçülen değer = ortalama konsantrasyon değeri ± standart sapma şeklinde hesaplanmıştır. Sonuçlar mg/kg şeklinde verilmiştir.

Literatürdeki *L. citrodora* türünün ağır metal ve besin maddeleri içeriğinin belirlenmesi çalışmasında; Türkiye'nin 10 farklı lokasyonundan alınan *L. citrodora* bitkisinin ağır metal (Fe, Co, Mn, Zn, Al, Cd) ve bazı besin (Na, K, Ca, Mg) elementlerinin konsantrasyonları ICP-OES cihazıyla saptanmıştır. Ağır metal (Al, Fe, Mn) konsantrasyonları sırasıyla 608.61, 303.45 ve 20.83 µg/gr olarak tespit edilmiştir. Zn, Co ve Cd ağır metallerinin konsantrasyonları bu bitkide saptanmamıştır. Bazı besin (Mg, Ca, K, Na) elementlerinin konsantrasyonları sırasıyla 4737.71, 23950.28, 10485.44 ve 321.0 µg/g olarak tespit edilmiştir [13].

WHO ham bitki materyallerinde izin verilen maksimum konsantrasyon miktarını kadmiyum (Cd) için 0.3 mg/kg ve kurşun (Pb) için ise 10 mg/kg olduğunu belirtmektedir [1]. Çalışmada kullanılan türlerdeki Cd ve Pb metal içerikleri WHO'nun ham bitki materyallerinde izin verilen maksimum konsantrasyon miktarıyla karşılaştırıldığında; bütün türdeki Cd içeriği WHO belirlediği değerden daha yüksek olduğu tespit edildi. Ayrıca, bütün türdeki Pb içeriği WHO belirlediği değerden daha düşük olduğu tespit edildi.

#### **4. SONUÇLAR**

Bitkiler, topraktaki mineral, eser ve toksik elementlerikolayca yapılarına alır. Böylece, bitkilerin aldığı yararlı ve zararlı maddelerden dolayı gıda olarak tüketilmesi ve tıbbi amaçlar için kullanılması insan sağlığı açısından tehlikeli olmaktadır.

Bitkilerin yapısındaki mineral elementler sağlık açısından olumlu etkileri olmasına rağmen toksik elementler insan sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır. Bu yüzden bitkilerdeki toksik ve mineral element içeriklerinin belirlenmesi çok önemli olmaktadır. Bu çalışmada,beşfarklı tür örneğinin multi-element içerikleri belirlenmiştir. Aynı cinsin farklı türlerine ait örneklerin element sonuçları kendi içerisinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca, bu türlerin Cd ve Pb gibi toksik elementlerin içerikleri WHO'nun ham bitki materyallerinde izin verilen maksimum konsantrasyon miktarıyla karşılaştırılmıştır. İncelenen bütün türlerdeki Cd içeriği WHO'nun belirlediği değerden yüksek olduğu belirlenmiştir ve eğer gıda ve tıbbi amaçlar için bu türler kullanılırsa toksik doz ilişkisinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirlenmiştir.Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, gıda ve tıbbi amaçlar için bir bitkinin kullanımı söz konusu olarsa bitkinin mineral ve toksik element içerik değerlerine bakılarak tüketilmesinin daha faydalı olacağı kanaatindeyiz.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMASI**

Bu çalışma başka bir yerde yayınlanmamış ve aynı zamanda başka bir yerde yayınlanmak üzere gönderilmemiştir. Bu çalışmaki yazarlarçikar çatışması bildirmemişlerdir.

#### **ETİK BEYANI**

Bu çalışmada, yazarlar “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamındaki tüm kurallara uyduklarını, ilgili yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” olarak belirtilen başlığı altındaki eylemlerden hiçbirini gerçekleştirmediklerini taahhüt ederler.

#### **YAZAR KATKILARI**

Adil UMAZ:Yazma-orjinal taslak hazırlama, metodoloji, veri toplama, verinin düzenlenmesi, görselleştirme. Fırat AYDIN:İnceleme, kavramsallaştırma,doğrulama ve gözetim. Mehmet FIRAT: Bitkisel materyallerin toplanması, teşhisi ve taksonomik kontrol. Abdulselam ERTAŞ: Analiz araçlarını sağlama, inceleme ve taslağın gözden geçirilmesi.



## KAYNAKLAR

- [1] A. Umaz, F. Aydın, M. Firat, ve A. Ertas, “Bazı geofitlerin induktif eşleşmiş plazmalı kütle spektrometresi (ICP-MS) ile makro ve mikro element analizi,” *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 10, no. 1, pp. 47–58, 2021.
- [2] E. Yabalak, “Radical scavenging activity and chemical composition of methanolic extract from *Arum dioscoridis* Sm. var. *dioscoridis* and determination of its mineral and trace elements,” *Journal of the Turkish Chemical Society, Section A: Chemistry*, vol. 5, no. 1, pp. 205–218, 2018.
- [3] A. Derakhshanfar, J. Moayedi, M. Vahedi, A. Valizadeh, “*Arum conophalloides* aqueous extract induced hepatotoxicity in rat; Histopathological, Biochemical, and mir-122 Assessments,” *Microna*, vol. 9, no. 3, pp. 224-231, 2020.
- [4] Wikipedia. Asparagaceae. (2020). Accessed: Oct. 20, 2022.[Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Asparagaceae&oldid=951588727>
- [5] Y. Kiran, S. M. Pınar, G. Dogan, H. Eroğlu, “A karyomorphological study on the subgenus leopoldia of the genus *Muscari* growing in Turkey,” *Cytologia*, vol. 85, no. 1, pp.79-83, 2020.
- [6] R. Mammadov, P. Ili, O. Dusen, “Phenolic contents and antioxidant properties of *Muscari parviflorum* Desf,” *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, vol. 34, no. 3, pp. 651-655,2012.
- [7] U. O. Karaguzel, C. F. Ozkan, “Soil and plant relations of some *Ornithogalum* (Endemic/non endemic) species,” *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 17, no. 2, pp.3107-3121,2019.
- [8] M. Sabti, K. Sasaki, C. Gadhi, and H. Isoda, “Elucidation of the molecular mechanism underlying *lippia citriodora* (Lim.)-induced relaxation and anti-depression,” *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 20, no. 14, 2019.
- [9] S. Suna, B. Incedayi, C. E. Tamer, G. Ozcan Sinir, Ö. U. Copur, “Lemon Verbena (*Lippia Citriodora* Kunth) beverages: Physicochemical properties, contents of total phenolics and minerals, and bioaccessibility of antioxidants,” *Italian Journal of Food Science*, vol. 31, no. 1, pp.40-53, 2019.
- [10] A. Umaz, F. Aydın, M. Firat, and A. Ertas, “Determination and comparison of element analysis in the species belonging to different families by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS),” *International Journal of Chemistry and Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 38–46, 2022.
- [11] A. Umaz, F. Aydın, O. Ölmez Tokul, M. Firat, M. Öztürk, A. Ertaş, İ. Alev Aydın, “Determination and comparison of metal contents in simulated body fluid medium conditions of the plant species by flame atomic absorption spectrometry (FAAS),” *Journal of Research in Pharmacy*, vol. 25, no. 6, pp. 1281–1294, 2022.
- [12] İ. Yener, “Trace element analysis in some plants species by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES),” *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, vol. 9, no. 3, pp. 1492–1502, 2019.
- [13] B. Köse, M. Uzun, and N. Saltan, “Heavy metal contents of *Melissa* which is sold in herbalists,” *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, vol. 51, no. 3, pp. S217–S220, 2017.

*Copyright © 2022 Umaz, Aydın, Fırat and Ertaş. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).*