



Eskişehir’de Halk Arasında Kullanılan Bazı Bitkilerdeki Ağır Metal ve Besin Elementlerinin Belirlenmesi

Fatma Zerrin SALTAN^{1*}, Hale SEÇİLMİŞ CANBAY²

¹Anadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi ABD, 26470, Eskişehir-TÜRKİYE

²Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 15100, Burdur-TÜRKİYE

(Alınış Tarihi: 04.12.2014, Kabul Tarihi: 05.02.2015)

Anahtar Kelimeler

Ağır metal
Biberiye
Kuzukulağı
Isırgan otu
Ceviz
ICPOES

Özet: Bu çalışmada; halk arasında, taze yapraklarından tıbbi amaçla ve özellikle gıda olarak yararlanılan, kuzukulağı (*Rumex acetosella* L), ısırgan otu (*Urtica dioica* L), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve cevizin (*Juglans regia* L.), Eskişehir pazarlarında satılan ticari örnekleri ile bahçelerde yetiştirilen örnekleri toplanmıştır. Toplanan yaprak örneklerinde, bazı ağır metal içerikleri (Ni, Cd, Pb, Zn ve Cr) ve bitki besin elementleri (Cu, Mn, Fe, Mg, Al, Ca, Na ve K) belirlenmiştir. Hazırlanan yaprak numunelerindeki ağır metal ve bitki besin elementlerinin miktarları, İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometrisi (ICP-OES) yöntemi ile ölçülmüştür. Kadmiyum hiçbir bitkisel materyalde tespit edilememiştir, kurşun, nikel ve krom ise bazı örneklerde tespit edilememiştir. Yapraklardaki ağır metal değerleri; biberiye örneklerinde 0,53-425 mg/kg, kuzukulağı örneklerinde 0,22-46,90 mg/kg, ceviz örneklerinde 0,59-17,49 mg/kg ve ısırgan otu örneklerinde 0,85-15,42 mg/kg olarak belirlenmiştir. Çalışılan tüm materyallerde bitki besin elementlerine ait değerler ise biberiye için 2,47-37834,42 mg/kg, kuzukulağı için 2,58-32601,82 mg/kg, ısırgan otu için 6,30-42255,49 mg/kg ve ceviz için 5,06-22002,77 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; çalışmada kullanılan tıbbi bitkilerin zengin besin elementi içeriğine sahip olmasına karşın bazı ağır metallerin bitkilerde önerilen kritik düzeylerin üzerinde olması dikkati çekmektedir.

Determination of Heavy Metals and Nutrient Elements in Some Plants Medicinal Used in Eskişehir

Keywords

Heavy metal
Rosemary
Sheep sorrel
Nettle
Walnut
ICPOES

Abstract: In this study, the leaves of sheep sorrel (*Rumex acetosella* L), nettle (*Urtica dioica* L), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and walnut (*Juglans regia* L.) that are used as medicinal plant and especially as food were collected from the gardens and their commercial samples were purchased from Eskişehir bazaar.

The concentrations of some heavy metals (Ni, Cd, Pd, Zn, and Cr) and essential plant nutrient elements in the collected leaf samples (Cu, Mn, Fe, Mg, Al, Ca, Na and K) were determined. Inductively Couple Plasma- Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) was applied to the prepared leaf samples. Cadmium was not detected in any plant materials, besides lead, nickel and chromium were not determined in some of the plant materials. Heavy metal contents in all leaves were found in the ranges; 0.53-425 mg/kg for all samples of rosemary, 0.22-46.90 mg/kg for sheep sorrel, 0.59-17.49 mg/kg for walnut samples and 0.85-15.42 mg/kg for nettle samples. The values of plant nutrient elements in all leaf samples were detected as; 2.47-37834.42 mg/kg for rosemary, 2.58-28633.33 mg/kg for sheep sorrel, 6.30-42255.49 mg/kg for nettle and 5.06-16585.00 mg/kg for walnut. According to the results obtained, it showed that whereas medicinal herbs are rich in the investigated plant nutrient elements; some of the heavy metals are found to be at concentrations above the recommended critical levels.

1. Giriş

Ekim alanlarının şehre yakın olması, çarpık kentleşme, evsel ve endüstriyel atıklar, baca dumanından ya da motorlu taşıtların egzozlarından çevreye yayılan ağır metaller ekosistemdeki tüm canlıları olumsuz etkilemektedir. Buna bağlı olarak ağır metal birikimi örneğin bitkilerdeki fizyolojik ve genetik yapıyı değiştirmektedir. Besin zinciri yoluyla yüksek dozda alınanağır metaller insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir (Öktüren ve Sönmez, 2007; Okcu vd., 2009). Örneğin; kurşunun fazlası kemiklerde birikerek, böbrek, beyin ve sinir sisteminin işlevinde tahribata neden olmakta, vücutta kadmiyum birikimi ise akciğer ve prostat kanserine kadar giden ciddi sorunları doğurmaktadır (Kahvecioğlu vd., 2006).

Çalışmamızda yararlanılan tıbbi bitkilerden biri olan ısırgan otu (*Urtica dioica* L., Urticaceae fam.) Eskişehir'de taze yapraklarından hazırlanan yemeği tüketilmekle birlikte Aydın'da kansızlığa karşı ya da kan şekerini düşürücü olarak tercih edilmektedir. Farklı illerde ise, genç taze yaprakların balla karıştırılarak ülser tedavisinde, yapraklardan hazırlanan infüzyonun idrar söktürücü olarak ve dekoksasyonun ise eklem romatizmasında kullanımı literatürde bildirilmektedir (Tuzlacı, 2006; Saltan ve Ozaydın, 2013).

Kuzukulağının yaprakları (*Rumex acetosella* L., Polygonaceae fam.) pişirmek, salatalarda tüketilmek yada yapraklarından hazırlanan lapası, çıbanları tedavi etmek üzere Eskişehir'deki halk pazarlarında da sebze olarak satılmaktadır (Baytop, 1999; Tuzlacı 2006). Biberiye adıyla bilinen *Rosmarinus officinalis* L. (*Lamiaceae* fam.)'in yaprakları ise, Eskişehir'de karaciğer hastalıklarında ve hazımsızlıkta kullanılmakla birlikte dahilen tonik ve safra arttırıcı olarak ve haricen iltihapların tedavisinde kullanımı literatürde verilmektedir (Başer vd., 1986; Saltan ve Ozaydın, 2013; Kuruüzüm Uz, 2011.) Eskişehir'de kalp hastalıklarında ve kolesterolü düşürmek için ceviz (*Juglans regia* L., Juglandaceae fam.) tüketilmekte iken bazı illerde yapraklarından hazırlanan infüzyonu bademcik iltihabında veya dekoksasyonu ise dahilen mayasıl tedavisinde kullanılmaktadır (Tuzlacı, E, 2006).

Bu çalışmanın amacı, yukarıda belirtilen bitkilerin bahçelerde yetiştirilen ve pazarda satılan örneklerinde bitkilerin ağır metal (Ni, Cd, Pb, Zn, Cr) ve besin elementi (Cu, Mn, Fe, Mg, Al, Ca, Na ve K) içeriklerinin İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometrisi (ICP-OES) ile belirlenmesi, sonuçların karşılaştırılması ve elde edilen değerlerin WHO/FAO, Türk Gıda Kodeksinde ya da çeşitli literatürlerde verilen bitki ya da insanda kabul edilebilen limitler arasında yer alıp almadığını tespit etmektir.

2. Materyal ve Metot

Bitki Örnekleri: Bu çalışmada kullanılan taze bitkisel materyaller, Haziran 2013'te Eskişehir'in merkezinde yer alan evlerin bahçelerinde bu bitkileri yetiştirip tüketen kişilerden ya da semt pazarlarından kapalı poşetlerde satılan örneklerden sağlanmıştır. Bahçede yetiştirilen ya da semt pazarlarından sağlanan örneklerin tür teşhisi, Türkiye Florası'ndan ve Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi'ndeki herbaryum örneklerinden (ESSE:4467, ESSE:13446, ESSE:12320, ESSE:3990) yararlanılarak yapılmıştır (Davis, 1967; Davis, 1982).

Kimyasallar, Reaktifler ve Standartlar: Çalışmada kullanılan nitrik asit (% 65) ve hidroklorik asit (% 37) Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Analizi yapılan elementler (Ni, Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Mn, Fe, Mg, Al, Ca, Na ve K) ise VHG firmasından alınmıştır. Kullanılan su ise, Sartorius Arium Ultrapure sisteminden elde edilmiştir.

3. Sistem Analizi

Kullanılan Cihaz ve Çalışma Şartları: Numunelerde, ağır metal ve bitki besin elementi analizleri, Perkin Elmer Otima-8000 cihazında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yer alan elementler için seçilen dalga boyları, Tablo 1'de yer almaktadır.

Numune Hazırlık: Çalışmada, Milestone Start D cihazında bitki numuneleri yakılmıştır. Mikro dalga kaplarına, homojenize edilmiş numuneden 0,5 g alınmış, üzerine 9 mL 10 M HNO₃ ve 3 mL 10 M HCl eklenmiştir (EPA 3051A, 1998). Yakma işlemine ait iki aşamalı sıcaklık programı şu şekildedir. İlk aşamada, 15 dakikada mikrodalga cihazının sıcaklığı 110°C'ye çıkmıştır. İkinci aşamada, 110°C'lik sıcaklıkta 15 dakika beklenmiştir. Cihaz soğuduktan sonra örnekler alınmış ve ICPOES cihazında okuma yapılmıştır. Homojenize edilmiş numunelerden üç paralel çalışılmıştır.

Validasyon: Her bir element için derişime karşı cihazdan elde edilen şiddet değerlerine karşı çizilen kalibrasyon grafiklerinden elde edilen değerler kullanılarak kantitatif analiz gerçekleştirilmiştir.

Geri kazanma deneyleri, çalışılan elementlerin bilinen farklı miktarlarının bitkilere işlem görmeden önce katılıp, örnek hazırlama işleminin aynı şekilde uygulanmasıyla yapılmıştır. Üç farklı derişim çalışılmıştır.

4. Araştırma Bulguları

Çalışmamızda; halk arasında sıklıkla kullanılan dört adet tıbbi bitkinin (biberiye, ceviz, ısırgan otu ve kuzukulağı) taze yapraklarından hazırlanan numunelerde ICP-OES yöntemi ile beş adet ağır metal (Ni, Cd, Pb, Zn, Cr) ve sekiz adet bitki besin

elementinin (Cu, Mn, Fe, Mg, Al, Ca, Na ve K) miktarları mg/kg cinsinden belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen kalibrasyona ait korelasyon katsayısı (R²), dedeksiyon limiti (LOD), kantitasyon limiti (LOQ) ve geri kazanım (R, %) değerleri, Tablo 1’de yer almaktadır. Çalışmada, hem bahçelerde yetiştirilen

hem de ticari olarak pazarlarda açıkta satılan taze yaprak örnekleri Haziran 2013’de toplanmıştır. Tablo 2 ve Tablo 3’te numunelerde belirlenen ağır metal ve bitki besin elementlerine ait değerler ve bu değerlere ait standart sapmalar sırasıyla verilmektedir.

Tablo 1. Çalışmada yer alan ağır metal ve bitki besin elementleri için seçilen dalga boyları, korelasyon katsayısı (R²), dedeksiyon limiti (LOD), kantitasyon limiti (LOQ) ve geri kazanım (R, %) değerleri

| Bitkisel Element | Dalga Boyu (nm) | R ² | LOD (mg/kg) | LOQ (mg/kg) | R, % |
|------------------|-----------------|----------------|-------------|-------------|------|
| Ni | 231.6 | 0.999 | 0.0003 | 0.001 | 98 |
| Cd | 226.5 | 0.999 | 0.0003 | 0.001 | 98 |
| Pb | 220.3 | 0.999 | 0.0030 | 0.009 | 95 |
| Zn | 213.8 | 0.999 | 0.0006 | 0.002 | 98 |
| Cr | 205.5 | 0.999 | 0.0006 | 0.002 | 98 |
| Cu | 324.7 | 0.999 | 0.0009 | 0.003 | 97 |
| Mn | 257.6 | 0.999 | 0.0003 | 0.001 | 98 |
| Fe | 259.9 | 0.999 | 0.0006 | 0.002 | 99 |
| Mg | 279.0 | 0.999 | 0.0018 | 0.006 | 100 |
| Al | 308.2 | 0.999 | 0.0003 | 0.001 | 99 |
| Ca | 315.8 | 0.999 | 0.0015 | 0.005 | 100 |
| Na | 588.9 | 0.999 | 0.0242 | 0.08 | 100 |
| K | 766.4 | 0.999 | 0.0848 | 0.28 | 100 |

Tablo 2. Çalışılan biberiye, ceviz, ısırgan otu, ve kuzukulağı yapraklarında belirlenen ağır metal derişimleri (mg/kg) ve standart sapma değerleri

| Bitkisel materyal | Ni (mg/kg) | Cd (mg/kg) | Pb (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Cr (mg/kg) |
|---------------------|--------------------|------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Kuzukulağı (ev) | * | * | * | 32.81 (± 1.04) | 0.22 (± 0.01) |
| Kuzukulağı (pazar) | 46.90 (± 1.88) | * | 0.57 (± 0.02) | 8.42 (± 0.30) | 24.10 (± 0.96) |
| Biberiye (ev) | 49.39 (± 1.49) | * | 0.75 (± 0.02) | 17.48 (± 0.50) | 425.00 (± 17.00) |
| Biberiye (pazar) | 220.83 (± 8.83) | * | 0.53 (± 0.02) | 11.33 (± 0.34) | 37.91 (± 2.50) |
| Isırgan otu (ev) | 0.85 (± 0.04) | * | 1.15 (± 0.05) | 11.55 (± 0.45) | 5.33 (± 0.20) |
| Isırgan otu (pazar) | * | * | 1.05 (± 0.04) | 15.42 (± 0.60) | 5.77 (± 0.23) |
| Ceviz (ev) | * | * | 0.59 (± 0.03) | 12.20 (± 0.65) | 0.62 (± 0.03) |
| Ceviz (pazar) | * | * | 0.72 (± 0.04) | 17.49 (± 0.89) | * |

*Miktarı tespit edilememiştir.

Tablo 3. Çalışılan biberiye, ceviz, ısırgan otu, ve kuzukulağı yapraklarında belirlenen bitki besin elementi derişimleri (mg/kg) ve standart sapma değerleri

| Bitkisel materyal | Cu (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Al (mg/kg) | Ca (mg/kg) | Na (mg/kg) | K (mg/kg) |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Kuzukulağı (ev) | 5.54 (± 0.28) | 6.23 (± 0.30) | 19.63 (± 0.98) | 26033. (± 301) | 2176.67 (± 109) | 21891.7 (± 096) | 23066.7 (± 1153) | 28633.3 (± 1433) |

| | | | | | | | | |
|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Kuzukulağı (pazar) | 3.38 (± 0.14) | 2.58 (± 0.10) | 44.46 (± 1.79) | 7706.60 (± 308) | 257.51 (± 0.45) | 3374.85 (± 135) | 32601.82 (± 1304) | 26631.08 (± 1065) |
| Biberiye (ev) | 4.58 (± 14) | 2.47 (± 0.10) | 70.52 (± 2.12) | 6548.33 (± 196) | 267.33 (± 8.02) | 4855.83 (± 146) | 2906.67 (± 5.00) | 32233.33 (± 968) |
| Biberiye (pazar) | 7.50 (± 0.25) | 3.66 (± 0.10) | 46.68 (± 1.40) | 12048.08 (± 362) | 273.77 (± 8.25) | 20806.22 (± 624) | 17227.04 (± 517) | 37834.42 (± 1130) |
| Isırgan otu (ev) | 6.92 (± 0.28) | 11.23 (± 0.95) | 216.25 (± 7.04) | 5736.67 (± 229) | 4413.33 (± 177) | 9228.33 (± 369) | 17816.67 (± 713) | 25733.33 (± 1029) |
| Isırgan otu (pazar) | 6.30 (± 0.25) | 15.15 (± 0.61) | 149.50 (± 5.90) | 33333.33 (± 1333) | 5071.86 (± 203) | 20299.40 (± 812) | 36666.67 (± 1467) | 42255.49 (± 1695) |
| Ceviz (ev) | 47.73 (± 2.40) | 10.46 (± 0.50) | 26.85 (± 1.30) | 9203.33 (± 460) | 204.58 (± 0.25) | 11583.3 (± 580) | 20450.00 (± 1023) | 16585.00 (± 830) |
| Ceviz (pazar) | 5.06 (± 0.25) | 27.37 (± 1.37) | 12.86 (± 0.60) | 12826.39 (± 462) | 127.89 (± 6.40) | 9506.22 (± 476) | 22002.77 (± 1104) | 16393.44 (± 820) |

5. Tartışma ve Sonuç

Elde edilen ICP-OES sonuçlarına göre; (Tablo 2), tüm ticari örnekler içerisinde; analizi yapılan ağır metaller arasında Nikel (Ni) ve Krom (Cr) en yüksek oranda bulunmaktadır ve Eskişehir’de bahçede pazardan alınan biberiyede (*Rosmarinus officinalis* L.) en fazla miktarda Nikel (220,83 mg/kg) belirlenmiştir. Yine bahçede yetiştirilen biberiyede (*Rosmarinus officinalis* L.) nikel miktarını yüksek oranda içeren ikinci örnektir (49,39 mg/kg). Üçüncü sırada ise pazardan satın alınan kuzukulağı (*Rumex acetosella* L.) gelmektedir. Isırgan (*Urtica dioica* L.) ve ceviz (*Juglans regia* L.) yapraklarına ait ticari örneklerde ve bahçede yetiştirilen kuzukulağı (*Rumex acetosella* L.) numunesinde nikel tespit edilememiştir. En düşük nikel miktarı ise 0,85 mg/kg olarak bahçede yetiştirilen ısırgan otunda bulunmuştur. 2006 yılında yapılan bir çalışmada; kuzukulağı yapraklarındaki nikel miktarı $9,6 \pm 0,2$ µg/g olarak ve biberiye yapraklarındaki nikel miktarı $4,8 \pm 0,1$ µg/g olarak belirlenmekte iken, bunun dışında yapılan analizlerde biberiyede belirlenen nikel miktarı 0,65- 4,8 mg/kg aralığında tespit edilmiştir (Divrikli vd., 2006; Cala vd., 2005; El-Rjoob vd., 2008). Literatürde belirtilen diğer bir çalışmada ise, biberiye ve ısırgan yaprak örneğindeki nikel miktarı sırasıyla $1,81 \pm 0,10$ ve $1,96 \pm 0,27$ mg/kg olarak tespit edilmiştir (Esetlili vd., 2014). Ayrıca nikelin bitkilerde kabul edilen doz aralığı olarak 1,0-10,0 ppm ve 0,18-5 ppm olduğuna yönelik veriler literatürde yer alan kayıtlar arasındadır (Tanak 2006; Kartal 2010). Dolayısıyla bizim çalışmamızda; bahçede yetiştirilen ısırgan otu dışındaki tüm örneklerde nikel değerlerinin literatürde verilen değerlerden yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Nikel, bitkiler için esansiyel element olmakla birlikte yüksek konsantrasyonlarda alımı bitkide klorofil sentezine ve yağ metabolizmasına zarar vermekte iken, kişide kanserojen etki göstermekte, deride alerjik reaksiyon yanında solunum sistemine zarar verebilmektedir (Okçu vd., 2009; Öktüren ve Sönmez, 2007).

Tablo 2’de görüldüğü gibi, kadmiyum (Cd) ise hiçbir ticari, pazarda satılan ya da bahçede yetiştirilen yaprak örneğinde tespit edilmemiştir. Vücut için

toksik olan bu ağır metalin örneklerimizde bulunmaması önemlidir.

Çalışmamızda kullanılan numunelerden, sadece kuzukulağının bahçede yetiştirilen örneğinde kurşun (Pb) belirlenmemiş olup biberiye ait ticari örnekte en az miktarda (0,53 mg/kg) kurşun belirlenmiştir. Diğer ticari numunelerdeki kurşun miktarları ise; kuzukulağında 0,57 mg/kg, ceviz yaprağında 0,72 mg/kg ve ısırgan otunda 1,05 mg/kg olarak sıralanmaktadır. Aynı bitkilerin bahçede yetiştirilen örneklerinde kurşun miktarı ceviz yaprağı için 0,59 mg/kg ve biberiye için 0,75 mg/kg olarak belirlenmiş olup ısırgan otunda en yüksek miktarda (1,15 mg/kg) bulunmuştur. WHO monograflarında bitkilerin içinde bulunmasına izin verilen kurşun miktarı 10 mg/kg olarak verilmekte olup çalışmamızdaki tüm numuneler bu değer çok altında kurşun içermektedir (WHO, 1999; WHO, 2007). 2011 yılında yayınlanan bir çalışmada ise, Gıda Standartları Komisyonu (Codex Alimentarius Commission, CAC) tarafından yapraklı sebzeler için önerilen kurşun miktarı ise maksimum 0,3 mg/kg olarak verilmektedir (ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCCF/cccf5/cf05_I_F.pdf). Çalışmada ölçülen tüm değerler, bu sınırın üzerindedir.

Çinko (Zn) değerleri karşılaştırılacak olunursa; ticari kuzukulağı örneğinde en az miktarda (8,42 mg/kg) belirlenmiştir. Diğer ticari numunelerdeki çinko değerleri ise 11,33-17,49 mg/kg arasında yer almaktadır. Bahçede yetiştirilen örnekler içerisinde çinko miktarı en düşük olan numune ısırgan otuna ait olup (11,55 mg/kg), ceviz yaprağında 12,20 mg/kg ve biberiyede 17,48 mg/kg olarak tespit edilmiştir ve en yüksek çinko miktarı (32,81 mg/kg) kuzukulağı yaprağında bulunmuştur. Literatürde ise biberiye için 35,4 mg/kg’a kadar ve ısırgan otu için 31 mg/kg’a kadar varan çinko değerleri yer almaktadır (Esetlili vd., 2014; El-Rjoob vd., 2008). Bitkiler tarafından alınan çinko konsantrasyonunun 3,6-5,5 ppm olduğu bilimsel bir kaynakta bildirilmektedir (Öktüren ve Sönmez, 2007). Türk Gıda Kodeksinde ve WHO/FAO raporlarında ise bazı sebze ve gıdalarda izin verilen maksimum çinko değerleri sırasıyla 5-50 mg/kg ve 20 mg/kg olarak kaydedilmektedir (Deveci, 2012).

Yüksek dozdaki çinko miktarı bitkideki klorofil sentezini etkilemekte iken insanda alınması önerilen günlük çinko miktarı 15 mg olarak belirlenmiştir (Öktüren ve Sönmez, 2007; National Research Council, 1989). Dolayısıyla, bahçede yetiştirilen ceviz ve ısırgan örnekleri ile ticari kuzukulağı ve biberiye örneklerinin insanda çinko kaynağı olarak günlük tüketiminin uygun olabileceği düşünülebilir.

Tüm ağır metal içeren numunelerde tespit edilen Krom (Cr) değerleri ele alındığında; ticari ceviz yaprağında krom tespit edilmemiştir. Diğer ticari örneklerde ise krom miktarı sırasıyla; ısırgan otunda 5,77 mg/kg, kuzukulağında 24,10 mg/kg ve biberiyede 37,91 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bahçede yetiştirilen örnekler içerisinde ise; kuzukulağı yaprağında en az miktarda (0,22 mg/kg), ceviz yaprağında (0,62 mg/kg), ısırgan otunda (5,33 mg/kg) ve biberiyede en yüksek miktarda (99,42 mg/kg) krom olduğu ortaya çıkarılmıştır. 100 mg/kg krom varlığı bitkinin çimlenmesini ve kök gelişimini engellemekte olup insanda krom alımı günlük 0,20 mg olarak önerilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nun son yıllarda yayınladığı bir kaynakta ise, bitkide önerilen krom miktarı limiti 2 ppm olarak verilmektedir (WHO; 2007). Çalışılan kuzukulağı ve biberiye örneklerinde bulunan değerler bitkiler için önerilen bu limiti aşmaktadır. Çeşitli kaynaklarda Atomik Absorbsiyon Spektrometrisi ile belirlenen biberiye için krom miktarı 6,0 µg/kg'dan 6,0 mg/kg 'a kadar değişkenlik göstermekte iken, kuzukulağı yapraklarında aynı ağır metalin miktarı 4,6 µg/kg olarak belirtilmiştir (Huremovic vd., 2014; Divrikli vd., 2006).

Tablo 3'de gösterildiği gibi, hazırlanan bitkisel materyallerimizde yine ICP-OES yöntemi ile belirlenen bitki besin elementlerine (Cu, Mn, Fe, Mg, Al, Ca, Na ve K) ait sonuçlar verilmiştir. Bu tabloya göre; bakır (Cu) miktarı pazardan satın alınan kuzukulağı ticari örneğinde 3,38 mg/kg olarak en az oranda bulunmuştur. Bununla birlikte, ceviz yaprağına ait ticari örnekte düşük miktarda (5,06 mg/kg) yer almakta iken aynı bitkinin evde yetiştirilen örneğinde ise en yüksek miktarda (47,73 mg/kg olarak) belirlenmiştir. Ayrıca bazı bilimsel kaynaklarda bitkide kabul edilebilen bakır miktarı ise 2-30 ppm arasında değişmektedir (Tanak, 2006; Kartal, 2010). Türk Gıda Kodeksi ve WHO/FAO ise bazı sebze ve gıdalarda izin verilen bakır miktarını maksimum 10 mg/kg olarak belirlenmiştir (Deveci, 2012). Literatürde belirtilen bazı çalışmalarda AAS ve ICP-AES yöntemleriyle biberiye yapraklarında belirlenen bakır miktarlarında 6,66 µg/g'dan 3,1 mg/kg'a kadar değişen değerler göze çarpmaktadır (Özcan, 2004; Chizzola vd., 2003). Dolayısıyla bitkideki karbohidrat ve lipid metabolizmasında önemli yer tutan bakırın fazlası bitkide toksik olup fizyolojik olayların bozulmasına neden olmaktadır (Alaoui-Sosse, 2004). Bizim örneklerimizde bahçede yetiştirilen ceviz yaprağındaki yüksek miktarda bakırın varlığının

bitkiye zarar verebileceği düşünülmektedir. İnsanda önerilen günlük bakır tüketim miktarı ise 1,5-3 mg olup bizim örneklerimizde bulunan değerler literatürde belirtilen sınırı aştığında kişide toksik etki oluşturacağından dikkatli kullanımı gerekmektedir (Korfali vd., 2013; Deveci, 2012).

Çalışmamızda yararlanılan bitkisel materyaller içerisinde yer alan mangan (Mn); en az miktarda bahçede yetiştirilen biberiye yaprağında 2,47 mg/kg ve en yüksek miktarda ise ticari ceviz yaprağında 27,37 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bahçede yetiştirilen diğer yaprak örneklerindeki mangan değerleri ise 6,23-11,23 mg/kg arasında değişmektedir. Ticari örneklerde ise aynı bitki besin elementine ait değerler kuzukulağı, biberiye ve ısırgan yapraklarında sırasıyla 2,58, 3,66 ve 15,15 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bazı kaynaklarda yer alan mangan miktarlarına örnek olarak biberiye için 49 mg/kg ve ısırgan otu için 5-65 mg/kg verilebilir (Esetlili vd., 2014; Sembratowicz vd., 2009). Bitkilerde kabul edilebilir mangan miktarının 20 ppm'e kadar çıkmakta olduğu literatürde bildirilmektedir (Tanak, 2006). Mangan bitkide fotosentezde ve insan vücudunda bazı enzimlerin yapısında kofaktör olarak rol oynamakta ve fazlası kişide Parkinson gibi önemli hastalıklara neden olmaktadır (Erdoğan vd., 2005; Meraler, 2010). Dolayısıyla bizim örneklerimizin bitkiye zarar vermeyecek boyutta mangan içerdiği düşünülebilir.

Çalışılan sekiz yaprak numunesi üzerindedir (Fe) miktarları karşılaştırıldığında; bahçede yetiştirilen örnekler arasında en düşük miktarda (19,63 mg/kg) kuzukulağında bulunmakta iken en yüksek miktarda (216,25 mg/kg) ısırgan otunda belirlenmiştir. Bahçede yetiştirilen diğer örneklerdeki demir miktarı ise, 26,85 mg/kg ve 70,52 mg/kg olarak yer almaktadır. Ticari örneklerde ise ceviz en düşük miktarda (12,86 mg/kg) demir içermekte iken 149,5 mg/kg'a kadar varan değerlerde demir miktarları kaydedilmiştir. Çeşitli bilimsel çalışmalarda ICP-AES, AAS gibi farklı yöntemlerle demir miktarları, biberiye yaprağında 338- 12200 mg/kg, kuzukulağı yaprağında 688,2 mg/kg ve ısırgan otunda 102 mg/kg ve 237 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Chizzola vd., 2003; Divrikli vd., 2006; Esetlili vd., 2014, El-Rjoob vd., 2008; Huremovic vd., 2014; Imelouane vd., 2011; Ştef vd., 2010). Türk Gıda Kodeksinde gıdada izin verilen demir miktarı 52 mg/kg olarak verilmekte iken bu sınır WHO/FAO raporlarında 200mg/kg'a kadar varmaktadır. Eksikliğinde kişide anemiye, burun kanaması vs. hastalıklara neden olan demir için toksik seviyenin ise, insanlarda 200 mg/kg ve bitkilerde 10-200 mg/kg olduğu aynı kaynakta belirtilmektedir (Deveci, 2012; Khan vd., 2008). Elde edilen kaynaklardaki demir değerlerine göre, bahçede yetiştirilen ısırgan otundaki demir miktarının (216,25 mg/kg) hem bitkide hem de insanda izin verilen limiti aştığı dikkati çekmektedir.

Magnezyum (Mg) miktarları açısından numuneler incelendiğinde; 5736,67 mg/kg ile bahçede yetiştirilen ısırgan otu en düşük miktarda bu bitki besin elementini içermekte iken, bahçede yetiştirilen diğer örneklerde bu miktar biberiye yaprağında 6548,33 mg/kg olup kuzukulağı örneğinde 26033,33 mg/kg'a kadar yükselmektedir. Ticari örnekler içerisinde magnezyum miktarı en düşük olan örnek ise 7706,60 mg/kg olarak kuzukulağında bulunmakta olup diğer bitkisel materyallerde bu değer 12048,08 ile 3333,33 mg/kg arasında yer almaktadır. Bitkilerde yer alan klorofilin temel yapısında bulunan magnezyum birçok enzimin aktivasyonu için gerekli bir besin elementidir. İnsanda ise magnezyum eksikliği kemik erimesini, sinir sistemi ve kalp hastalıklarını tetiklemektedir ve bu nedenle yetişkinlerde günlük tüketilmesi istenen miktar 300-420 mg'a kadar varmaktadır (Meraler, 2010; Vormann, 2003).

Çalışılan bitkisel materyallerde yer alan alüminyum (Al) miktarları; bahçede yetiştirilen örneklerde en düşük ceviz yaprağında (204,58 mg/kg) bulunmakta olup ısırgan otu yaprağında 4413,33 mg/kg'a kadar çıkmaktadır. Ticari örneklerde ise alüminyum miktarları ceviz yaprağında en düşük olmak üzere 127,89-5071,86 mg/kg arasında yer almaktadır. Kişinin günlük alüminyum ihtiyacı ise 1,53-160 mg olarak belirtilmektedir (Esetlili vd., 2014). Literatürde alüminyum değerleri biberiye için 486-44361 mg/kg arasında ve ısırgan otu yaprağında 730 mg/kg olarak bulunmuştur (Esetlili vd., 2014; Imelouane vd., 2011; Özcan 2004). İnsanda alüminyum fazlalığı nörotoksik etki yaparak Alzheimer hastalığına neden olmakta iken bitkide kök gelişimine engel olmaktadır (Bakar ve Baba, 2009; Imelouane vd., 2011). Bu nedenle yüksek miktarda alüminyum içeren yaprakların dikkatli tüketilmesi önerilebilir.

Kalsiyum (Ca) miktarları karşılaştırıldığında, yaprak numunelerinin içinde en düşük oranda (4855,83 mg/kg) bahçede yetiştirilen biberiyede bulunmakta iken en yüksek oranda kuzukulağında (21891,67 mg/kg) belirlenmiştir. Ticari örnekleri karşılaştıracak olursak, aksine tüm örnekler içerisinde kuzukulağı yaprağında en az miktarda (3374,85 mg/kg) kalsiyum tespit edilmiştir. Literatürdeki kalsiyum miktarları biberiye için 372527 mg/kg olarak verilmiştir (Imelouane vd., 2011). Kalsiyum insanda kemik ve diş sağlığı açısından son derece önemli bir besin kaynağı olmakla birlikte bitkilerde büyüme metabolizmasında rol oynamaktadır (Meraler, 2010; Imelouane vd., 2011). Günlük kalsiyum alımının ise kişide 1000 mg olması gerektiği vurgulanmaktadır (Samur, 2008).

Son olarak numunelerimizdeki sodyum (Na) ve potasyum (K) miktarlarını gözden geçirecek olursak; bahçede yetiştirilen biberiye dışındaki (2906,67 mg/kg) tüm örneklerde sodyum açısından yüksek olduğu 17816,67-36666,67 mg/kg ve aynı şekilde tüm örneklerdeki potasyum değerlerinin de yüksek olduğu (16393,44 mg/kg-42255,49 mg/kg) dikkati

çekmektedir. Bu durum, çalışılan bitkisel materyallerde iyon dengesinin bozulduğunun ve bitkilerin suyu yeterince kullanmadığının göstergesidir (Yağmur vd., 2006). Sodyum insanda eksikliğinde unutkanlık ve tansiyon düşüklüğü gibi olumsuz etkiler yaratmaktadır (Meraler, 2010). Kişide günlük sodyum ihtiyacının 5-15 g olması ile birlikte aşırı tüketiminin hipertansiyonu tetiklediği bilinmektedir (Kılıç vd., 2002). Potasyum ise, bitkide osmotik basıncı düzenlemekte ve nişasta sentezinde rol oynamaktadır (Meraler, 2010). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), kişinin kalp hastalıklarına karşı korunması ve kan basıncını düzenlemek açısından günlük potasyum ihtiyacının en az 3510 mg olması gerektiğini vurgulamıştır (WHO, 2012). Dolayısıyla, yüksek oranda sodyum ve potasyum içeren bitkisel materyallerin sınırlı ve dikkatli kullanımı gerekmektedir.

Sonuç olarak; bahçede yetiştirilen ya da pazardan alınan bitkilerin toprağının uygun fiziksel, kimyasal ya da mikrobiyolojik koşulları sağlayıp sağlamadığının dikkat edilmemesi, bu bitkilerin bulunduğu olumsuz fiziksel koşullar (bahçelerin ya da tarlaların yol kenarlarına yakın olması, ağır metalce zengin atık sularla yapılan yanlış sulama işlemleri gibi), örneklerin farklı yada yüksek ağır metal yada mineral element içeriklerine sahip olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, insan sağlığı açısından, kapalı ambalajlarda satılan, üzerinde etiketi bulunan ve gerekli sağlık kuruluşlarından onay almış ve hatta sadece eczanelerde satılan bitkisel ürünlerin bilinçli tüketimi zorunlu olmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışmamızda ICP-OES analizlerimizin yapılmasını sağlayan Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Alaoui-Sosse, B., Genet, P., Vinit-Dunand, F., Toussaint, M.-L., Epron, D., Badot, P.-M., 2004. Effect of Copper on Growth in Cucumber Plants (*Cucumis sativus*) and its Relationships with Carbohydrate Accumulation and Changes in Ion Contents. *Plant Science*, 166: 1213-1218.

Bakar, C., Baba, A. 2009. Metaller ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunları. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim-1 Kasım. Ürgüp, Nevşehir, 162-185.

Başer, K.H.C., Honda, G., Miki, W. 1986. Herb Drugs and Herbalists in Turkey. *Studia Culturae Islamicae*, 27, Tokyo. 298s.

- Baytop, T.1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitapları, İstanbul. 1-480.
- Cala, V., Cases, M. A., ve Walter, I. 2005. Biomass Production and Heavy Metal Content of *Rosmarinus officinalis* Cultivar Grown on Organic Waste-amended Soil. Journal of Arid Environments, 62: 401-412.
- Chizzola, R., Michitsch, H., Franz, C., 2003. Monitoring of Metallic Micronutrients and Heavy Metals in Herbs, Spices, and Medicinal Plants from Austria. European Food Research and Technology, 216: 407-411.
- Davis, P. H. 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press, Edinburgh, 581s.
- Davis, P. H. 1982. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press, Edinburgh, 945s.
- 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. Yüksek Lisans Tezi, 61s, Gaziantep.
- Divrikli, U., Horzum, N., Soylak, M., ve Elci, L. 2006. Trace Heavy Metal Contents of Some Spices and Herbal Plants from Western Anatolia, Turkey. International Journal of Food Science and Technology, 41: 712-716.
- El-Rjoob, A.-W. O., Massadeh, A. M., Omari, M. N. 2008. Evaluation of Pb, Cu, Zn, Cd, Ni, and Fe Levels in *Rosmarinus officinalis labiatae* (Rosemary) Medicinal Plant and Soils in Selected Zones in Jordan. Environmental Monitoring and Assessment, 140: 61-68.
- Erdoğan, Ö., Tosyalı, C., Erbilir, F. 2005. Kahramanmaraş’ta Yetişen Bazı Sebzelerde Demir, Bakır, Mangan, Kadmiyum ve Nikel Düzeyleri. KSU. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2): 27-29.
- 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 Agricultural Sciences, 20: 239-247.
- Huremovic, J., Badema, B., Muhic-Sarac, T., Selovic, A., Memic, M., 2014. Sadržaj Teskih Metala u Zacinskom Bilju s Trzista u Sarajevu, Bosna i Hercegovina. Kem. Ind. 63 (3-4): 77-81.
- Imelouane, B., Tahri, M., Elbatrioui, M., Aouinti, F., Elbachiri, A. 2011. Mineral Contents of Some Medicinal and Aromatic Plants Growing in Eastern Morocco. Journal of Materials and Environmental Science, 2 (2): 104-111.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2006. Metallerin Çevresel Etkileri-I. www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf (Erişim Tarihi: 31.10.2014).
- Kartal, E., 2010. İstanbul Avrupa Yakası D-100 Karayolu Çevresindeki Bazı Bitkilerde Ağır Metal Birikimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Khan, S. A., Khan, L., Hussain, I., Marwat, K. B., ve Akhtar, N. 2008. Profile of Heavy Metals in Selected Medicinal Plants. Pakistan Journal of Weed Science Research, 14 (1-2): 101-110.
- Kılıç, S., Karagözlü, C., Uysal, H., Akbulut, N. 2002. İzmir Piyasasında Satılan Bazı Peynir Çeşitlerinin Kalsiyum, Fosfor, Sodyum ve Potasyum Düzeyleri Üzerine Bir Değerlendirme. Gıda, 27 (3): 229-234.
- Korfalı, S. I., Hawi, T. ve Mroueh, M., 2013. Evaluation of Heavy Metals Content in Dietary Supplements in Lebanon. Chemistry Central Journal, 7 (10): 1-13.
- Kuruüzüm Uz, A., 2011. *Rosmarinus officinalis* (Biberiye, Kuşdili). FFD Monografı. Tedavide Kullanılan Bitkiler. MN Medikal & Nobel Tıp Kitabevi, 1-754.
- Meraler, S. A., 2010. Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) in Bitki Kısımlarında Mineral Bileşiminin Belirlenmesi. Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 56s, Kilis.
- National Research Council, 1989. Food, Nutrition Board, National Academy of Sciences Recommended Dietary Allowances, 10th Edition, National Academy Press, Washington DC.
- Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A. M., Pehlivan, M., 2009. Ağır Metallerin Bitkiler Üzerine Etkileri. Alınları, 17 (B): 14-26.
- Öktüren Asri, F., Sönmez, S. 2006. Ağır Metal Toksikitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri. Derim 23 (2): 36-45.
- Özcan, M., 2004. Mineral Contents of Some Plants Used as Condiments in Turkey, Food Chemistry, 84 (3): 437-440.
- Saltan, F. Z., Ozaydın, O., 2013. Ethnobotany of Eskişehir and its Environs. Pakistan Journal of Botany, 45 (S1): 207-214.
- Sembratowicz, I., Rusinek, E., Ognik, K., Truchlinski, J. 2009. Concentrations of Trace Elements and Heavy Metals at Selected Medicinal Plants Harvested in Two Vegetations Periods. Herba Polonica, 55 (1): 22-28.
- Ştef, D. S., Gergen, I., Traşca, T. I., Harmanescu, M., Ştef, L., Druga, M., Biron, R., Hegheduş-Mindru, G. 2010.

Screening of 33 Medicinal Plants for the Microelements Content. *Animal Science and Biotechnologies*, 43 (1):127-131.

Tanak, A. G., 2006. Samsun Çevresinde Yetişen Bazı Yeşil Bitkilerdeki Ağır Metallerin Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Kimya Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Tuzlacı, E. 2006. Şifa Niyetine. Türkiye'nin Bitkisel Halk İlaçları. Alfa Yayınları, İstanbul, 1-449.

US Environmental Protection Agency Method 3051A. 1998. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils.

Vormann, J. 2003. Magnesium: Nutrition and Metabolism. *Molecular Aspects of Medicine*, 24: 27-37.

Yağmur, M., Kaydan, D., Okut, N. 2006. Potasyum Uygulamasının Tuz Stresindeki Arpanın Fotosentetik Pigment İçeriği, Ozmotik Potansiyel, K⁺/Na⁺ Oranı ile Bitki Büyümesindeki Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 12 (2): 188-194.

Working Document for Information and Use in Discussions Related to Contaminants and Toxins in GSCTFF. (prepared by Japan and Netherlands). Codex Alimentarius Commission. ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/CCCF/cccf5/cf05_INF.pdf (Erişim Tarihi: 11.11.2014)

World Health Organization, 1999. WHO Monographs on Selected Medicinal Plants, Vol. I, Geneva, Switzerland. 1-295.

World Health Organization, 2007. WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues. Spain. 1-105.

World Health Organization, 2012. Effect of Increased Potassium Intake on Cardiovascular Disease, Coronary Heart Disease and Stroke. Geneva, World Health Organization. www.who.int/elena/titles/potassium_cvd_adults/en/