



AROMATİK BİTKİ VE YAĞLARININ MİNERAL ELEMENT MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Serpil KILIÇ*

Akdeniz Üniversitesi, Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırmalar Merkezi, Antalya, Türkiye

Geliş / *Received*: 21.02.2018; Kabul / *Accepted*: 13.06.2018; Online baskı / *Published online*: 05.07.2018

Kılıç, S. (2018). Aromatik bitkiler ve yağlarının mineral içeriklerinin belirlenmesi. *GIDA* (2018) 43 (4): 617-623 doi: 10.15237/gida.GD18028

Kılıç, S. (2018). Determination of mineral element contents of aromatic plants and oils. GIDA (2018) 43 (4): 617-623 doi: 10.15237/gida.GD18028

ÖZ

Ülkemiz zengin bitki çeşidiyle çok sayıda tıbbi aromatik bitkiyi bünyesinde barındırmaktadır. Bu bitkilerin de tedavide kullanımları insanlık tarihiyle birlikte başlamıştır. Son zamanlarda ise bu bitkilerin kullanımlarının yanı sıra soğuk sıkma yöntemiyle elde edilen yağları da tercih edilmektedir. Buna bağlı olarak yapılan bu çalışmada; Burdur ilinde yetiştirilen tıbbi aromatik bitkilerin (adaçayı, çörek otu, kekik, keten tohumu ve susam) ve bunlardan elde edilen yağlarının insan sağlığı açısından mineral element (Cu, Cr, Fe, Mn, Se ve Zn) miktarları İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) cihazı ile tayin edilmiştir. Bulunan sonuçlara göre tıbbi bitkilerin mineral element miktarı, elde edilen yağlarına göre daha zengin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Aromatik bitkiler ve yağları, Mineral element tayini, ICP-MS

COMPARISON OF MINERAL ELEMENT AMOUNTS OF AROMATIC PLANT AND THEIR OILS

ABSTRACT

Our country has a rich variety of plant species and contains a large number of medical aromatic plants. The use of these plants in therapy has also begun with the history of mankind. In recent times, besides the use of these plants, oils obtained by cold squeezing method are also preferred. In this study, Amounts of mineral elements (Cu, Cr, Fe, Mn, Se and Zn) in terms of human health of medical aromatic plants (sage, black cumin, thyme, flaxseed and sesame) grown in Burdur province and the oils obtained from them were determined by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) According to the results, it has been determined that the amount of mineral elements in medical plants is richer than the oils obtained.

Keywords: Aromatic plants and oils, mineral element determination, ICP-MS

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ serpilkilic@akdeniz.edu.tr,

☎ (+90) 242 227 4400-2585

☎ (+90) 242 227 2058

GİRİŞ

Bitkiler tarih boyunca Uzak Doğu ülkelerinde şifa amaçlı hastalıklardan korunmak amacıyla kullanılmıştır (Polat ve Satıl, 2012). Son yıllarda ise tıbbi aromatik bitkiler genetik çeşitliliğin korunması açısından son derece önem kazanmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkiler, hastalıkları önlemek, sağlığı sürdürmek veya hastalıkları iyileştirmek için ilaç olarak kullanılan bitkiler şeklinde tanımlanmaktadır. Türkiye florası yaklaşık 3500'ü endemik olan 10000 dolayında bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Ülkemizde kültürü yaygın olarak yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler arasında adaçayı, çörek otu, kekik, keten tohumu ve susam sayılabilir.

Ticarete konu olan tıbbi ve aromatik bitkiler tarımsal üretim veya doğadan toplama yoluyla elde edilmektedir. Tarımsal üretimi yapılan bitkiler ülkeden ülkeye göre değişmekle birlikte genel olarak lavanta (*Lavandula spp.*), nane (*Mentha spp.*), haşhaş (*Papaver somniferum*), kekik (*Origanum spp.*) kimyon (*Carum carvi*), rezene (*Foeniculum vulgare*), papatya (*Matricaria recutita*), maydanoz (*Petroselinum crispum*), sinemaki (*Cassia angustifolia*), sarı kantaron, (*Hypericum perforatum*), gibi bitkiler uzun yıllardan beri üretilmekte ve satışa sunulmaktadır. Doğadan toplanan bitkiler ve bunların toplama miktarı ile ilgili sağlıklı bir veri bulunmamaktadır. Çin'de ticarete konu olan tıbbi ve aromatik bitkilerin % 60'ının doğadan toplandığı ifade edilmektedir. Bu oran ülkelere göre değişmekle birlikte % 80'lere kadar çıkmaktadır (Lange, 2000). Ülkemizde tıbbi bitkilerin sayısı 500 civarında olup, neredeyse tamamı doğal olarak yetişmektedir. Bunlardan çok az bir kısmı kültüre alınmıştır. Ülkemizde kültürü yaygın olarak yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler arasında çay, gül, anason, nane, kimyon, kırmızı biber, rezene, defne yaprağı, keçiboynuzu, haşhaş, kekik vb. sayılabilir. 2000'li yıllarda, genetik çeşitliliğin korunması ve uçucu yağlarının standardizasyonuna yönelik çalışmalar son derece önem kazanmıştır. Bu amaçla öncelikli olarak gelişmiş ülkeler, bitkisel ilaçlarla ilgili etkin kanun ve yönetmelikleri yeniden gözden geçirmeye başlamıştır (Baser vd., 1986). Türkiye'de bitki ürünlerinin hazırlanması ve pazarlanması ile ilgili değerlendirmeler Sağlık Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı düzenlemeleri ile yapılmaktadır. Bu açıdan

Türkiye'de yaygın olarak kullanılan sözlü standardizasyonun sağlanması için kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerin mineral bileşimleri için bir veri tabanı oluşturmak önemlidir.

Türkiye'de bitki ürünlerinin hazırlanması ve pazarlanması ile ilgili değerlendirmeler Sağlık Bakanlığı ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı düzenlemeleri ile gerçekleştirilmektedir. Sanayiciler, bu ürünlere ait yağ talebinin çok fazla olduğunu ve hammadde talebi için yerel üretimi artırmanın gerekliliğini vurgulamaktadırlar (Bayram vd., 2010). Bunlardan biri olan Kekik (*Origanum spp.*) halk arasında baharat, soğuk algınlığı tedavisi gibi farklı amaçlar için kullanılmaktadır (Büyükgebiz, 2006). Kekik bitkisinin yağı ise genellikle organ krampları, kas erimesi, romatizma, burkulmalar, adale ezilmeleri, boğmaca, zatürre ve alkol bağımlılığına karşı tedavi edici olarak kullanılmaktadır (Azıracak, 2007). Adaçayı (*Salvia officinalis*) baharat, aromaterapi ve gıda sanayinde doğal koruyucu amaçlarla kullanımı mevcuttur. Adaçayı aynı zamanda kuvvetli bir antibakteriyel olmakla birlikte tıbbi amaçlı kullanımları da oldukça fazladır. Terlemeyi önleyici ve östrojen hormonunu salgılayıcı etkisi sayesinde menapoz dönemi sıkıntılarının atlatılmasında da etkili olduğu bildirilmektedir (Baytop, 1999). Modern tıbbın yoğun ilgi gösterdiği çörek otu (*Nigella sativa* L.), yara iyileştirici özelliklerinin yanı sıra mideyle ilgili hastalıklar, bazı kanser türleri (karaciğer, meme, bağırsak), şeker, alerjik hastalıklar, böbrek ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (Al-Ghamdi, 2001; 2003). Susam (*Sesamum indicum* L.), kalp ve iltihaplı eklem romatizması gibi hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu gibi ayrıca ω -6 kanamaları azaltmada, ω -3 ise antitrombotik, antiritmik ve damar genişletici özelliğe sahip olduğu bilinmektedir (Çelik ve Demirel, 2004). Keten tohumu (*Linum usitatissimum*), ise yüksek tansiyon, kalp rahatsızlığı şeker hastalığı ve dikkat eksikliği tedavisinde kullanıldığı bildirilmektedir (Xing, 2014).

Literatürlerde bildirildiği gibi tıbbi ve aromatik bitkilerdeki mineral analizinin avantajlarını veya dezavantajlarını değerlendirmek için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Kalny vd. (2007) GF-

AAS (grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometresi), Başgel ve Erdemoğlu (2006), ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrometresi), Milani vd (2015), ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) gibi cihazları kullanarak tespit etmişlerdir. ICP-MS cihazı, gıda analizlerinde basit, hızlı bir yöntem ve daha yaygın halde kullanıldığı için tercih edilmiştir.

Çalışma için alınan bitki örnekleri, Burdur ilinin yerleşim bölgelerine aittir. Çalışmamızda tıbbi amaçlı tüketilen veya geleneksel hastalık tedavisinde kullanılan 5 farklı bitkilerin ve soğuk sıkma yöntemiyle elde edilen yağlarının Cu, Cr, Fe, Mn, Se and Zn miktarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Böyle bir karşılaştırma çalışmasına daha önce rastlanılmamıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Kullanılan Kimyasallar

Örneklerin hazırlanmasında Suprapur Grade %65 (m/m) HNO₃ (Merck, Germany) ve %30 H₂O₂ (m/m) (Merck, Germany) kimyasallar kullanıldı. Kullanılan Millipore Elix 10 UV, Milli-Q Syntesis marka saf su sistemi tercih edilmiştir. Kullanılan argon gazı ise sertifikalı % 99.996 saflıktadır.

Standart olarak 10 mg/kg VHG Multi element CRM kullanılmıştır. NIST 1640A kodlu Sertifikalı Referans Maddesi ile ön hazırlık metodunun ve cihazın performansı takip edilmiştir.

Örnek Hazırlama

Araştırmada materyal olarak Burdur ilinin yerleşim bölgelerinde yetiştirilen adaçayı, çörek otu, kekik, keten tohumu ve susam bitkileri ve bu bitkilerden soğuk sıkma yöntemiyle elde edilmiş yağları kullanılmıştır. Analizlerde homojen hale getirilmiş olan katı örneklerden yaklaşık 0.2 g tartılarak mikrodalga ünitesinin (Berghof Speedwave® Four Microwave System, Eningen, Almanya) teflon kapları içine konulmuş ve üzerine 6 mL HNO₃, 1 mL H₂O₂ ve 2 mL H₂O eklenmiştir. Mikrodalga ünitesinin sıcaklık koşulları, oda sıcaklığından 170°C'ye 5 dakika ve ardından 190°C'ye 15 dakika artış şeklinde programlanarak numunelerin tamamen çözünür hale getirilmesi sağlanmıştır. Yakma işlemi sonucunda örnekler oda sıcaklığına soğutularak hacimleri 25 mL'ye ultra saf su kullanılarak tamamlanmıştır (Kılıç vd., 2015). Hazırlanan numuneler Çizelge 1'de çalışma şartları verilen Perkin Elmer ELAN DRC e model ICP-MS cihazında analiz edilmiştir.

Çizelge 1. ICP-MS çalışma şartları
Table 1. ICP-MS operating conditions

Spektrometre <i>Spectrometer</i>	Elan DRC-e (Perkin Elmer SCIEX, Norwalk, CT, USA)
Örnek Girişi <i>Sample Introduction</i>	Scott sprej odası <i>Scott Spray Chamber</i>
RF Gücü <i>Power</i>	1000
Skimmer Cone <i>Skimmer Cone</i>	Nikel <i>Nickel</i>
Sampler Cone <i>Sampler Cone</i>	Nikel <i>Nickel</i>
Gaz akış oranı (L dak ⁻¹) <i>Gas flow rates (L min⁻¹)</i>	Nebulizer gaz akışı <i>Nebulizer gas flow</i> : 0.81, Auxillary gaz akışı <i>Auxillary gas flow</i> : 1.20, Plazma gaz akışı <i>Plasma gas flow</i> : 19
Tarama modu <i>Scannig mode</i>	Pik sekmesi <i>Peak hopping</i>
Analitik kütleler (amu) <i>Analytical masses</i>	Standart mod <i>Standard mode</i> ⁶³ Cu, ⁵² Cr, ⁵⁷ Fe, ⁵⁵ Mn, ⁸² Se, ⁶⁶ Zn
Tarama sayısı <i>Number of sweeps</i>	20
Okuma sayısı <i>Number of readings</i>	1
Tekrar sayısı <i>Number of replicates</i>	3
Oto örnekleme <i>Auto sampler</i>	CETAX ASX-520
Bekleme süresi <i>Dwell time per AMU (ms)</i>	50
Örnek akışı <i>Sample flush</i>	Zaman Time (50), Hız Speed (+/- rpm)-48
Internal standart <i>Internal standard</i>	Tb

Metot Validasyonu

Metot validasyonu için sertifikalı referans madde olarak NIST 1640A kullanılmıştır. Uygulanan yöntemin amaca uygunluğu kapsamında elementel analizleri için yöntemin doğrusal aralıkları, kalibrasyon denklemleri, kalibrasyon katsayıları, tespit sınırları, tayin sınırları, tekrarlanabilirlik değerleri ve geri kazanım değerleri hesaplanırken; ana bileşen analizleri için ise adaçayı, çörek otu, kekik, keten tohumu ve susam bitkileri ve bu bitkilerden soğuk sıkma yöntemiyle elde edilen yağları örnekleri ile yapılan analizler sonucu elde edilen sonuçların tekrarlanabilirlik değerleri hesaplanmıştır. Yöntem doğrulama çalışmalarında kullanılan parametreler ve hesaplama teknikleri aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır:

Doğrusal aralık

Bu çalışma için 10 mg kg⁻¹ VHG Multi element CRM standardından 6 farklı (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 µg L⁻¹) konsantrasyon noktasında ve üç tekrarlı olmak üzere cihazlara enjekte edilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilerek kalibrasyon grafikleri oluşturulmuştur.

Kalibrasyon denklemi

Doğrusal aralık çalışmasına elde edilen verilerin lineer regresyon analizi ile oluşturulan denklemini ifade etmektedir.

Kalibrasyon katsayısı

Kalibrasyon denkleminin R² değerini ifade etmektedir. Korelasyon katsayısı 0.9931-0.9980 aralığında değişim göstermiştir.

Tespit ve tayin sınırı

Kalibrasyon doğrusunda kullanılan en düşük konsantrasyondaki analiz çözeltisinin ve analitik parametreye ait sertifikalı referans standart madde standart örneğin ilgili analitik teknik kullanılarak en az 6 kez analizi gerçekleştirilmiş ve cihazın ürettiği sinyale karşılık gelen konsantrasyon değerinin standart sapma değerinin 3 katı tespit sınırı (LOD) ve 10 katı ise ölçüm sınırı (LOQ) olarak ifade edilmiştir (Traverniers vd., 2004). ICP-MS cihazında analiz çalışmalarının doğruluğu ve güvenilirliği açısından NIST 1640A kodlu referans madde kullanılarak LOD, geri kazanım çalışmaları yapılmıştır. LOD değerleri 0.14-1.88 µg/L aralığında; LOQ değerleri ise 0.46-6.26 µg/L aralığında tespit edilmiştir.

Tekrarlanabilirlik

Geri kazanım çalışmasından elde edilen sonuçların bağıl standart sapma değeri (%RSD) tekrarlanabilirlik değeri olarak ifade edilmiştir. %RSD değerleri 0.2-1.6 aralığında değişim göstermektedir.

Geri kazanım

Bu kapsamda analitleri içeren standart çözelti geri kazanım çalışma örneklerine eklenerek en az 6 paralel örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler ilgili cihaza üç kez verilmiş ve elde edilen sonuçlardan geri kazanım değerleri belirlenmiştir. Geri kazanım çalışması ise 92.5±0.5-100.0±1.6 aralığında bulunmuştur. Bu metodun analitik sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışılan elementlerin metot validasyon sonuçları

Table 2. Method validation results of working elements

Elementler Elements	R ²	Kalibrasyon denklemi Calibration equation	Lineer aralık Linear range (µg.L ⁻¹)	LOD (µg.L ⁻¹)	LOQ (µg.L ⁻¹)	Geri Kazanım Recovery (1640A)	%RSD
Cu	0.9965	y= 6288.8x – 2329.4	2-100	1.03	3.42	98.2±0.3	0.4
Cr	0.9946	y=9430.4x + 32302	2-100	0.14	0.46	92.5±0.5	0.5
Fe	0.9931	y=319.25x + 1363.1	2-100	1.88	6.26	100.1±0.6	0.6
Mn	0.9950	y=13534x + 36080	2-100	1.01	3.37	97.3±0.7	0.7
Se	0.9978	y = 148.9x + 314.74	2-100	0.47	1.55	100.0±1.6	1.6
Zn	0.9980	y = 1545.1x + 6584.6	2-100	0.60	1.99	97.0±0.2	0.2

SONUÇ VE TARTIŞMA

İncelenen 5 farklı bitki türünden ve bu bitkilerin soğuk sıkma ile elde edilmiş yağlarının (Cu, Cr, Fe,

Mn, Se ve Zn) konsantrasyonları Çizelge 3'de sunulmuştur.

Çizelge 3. Aromatik bitkilerin ve soğuk sıkma ile elde edilen yağlarının mineral içeriği (mg/kg)
 Table 3. Mineral content of aromatic plants and oils obtained by cold pressing (mg/kg)

Numuneler Samples	Cu	Cr	Fe	Mn	Se	Zn
Susam <i>Sesame</i>	4.5±0.5	2.0 ±0.2	38.1±3.4	7.5±0.6	0.01±0.001	15.0±1.2
Susam yağı <i>Sesame oil</i>	<LOQ	1.4±0.1	4.6±0.5	0.13±0.01	<LOQ	1.0±0.1
Çörek otu <i>Black cumin</i>	3.8±0.3	1.7±0.2	28.6±2.0	12.0±1.0	<LOQ	13.6±1.2
Çörek otu yağı <i>Black cumin oil</i>	<LOQ	1.4±0.1	2.3±0.3	0.02±0.001	<LOQ	<LOQ
Kekik <i>Thyme</i>	15.6±1.1	3.1±0.3	71.2±4.1	47.1±3.2	<LOQ	24.4±2.1
Kekik yağı <i>Thyme oil</i>	<LOQ	4.0±0.4	8.4±0.7	0.07±0.005	<LOQ	<LOQ
Adaçayı <i>Sage</i>	6.5±0.5	4.7±0.4	67.3±3.0	30.0±2.1	0.11±0.01	23.2±2.1
Adaçayı yağı <i>Sage oil</i>	<LOQ	2.7±0.3	1.7±0.1	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Keten tohumu <i>Flaxseed</i>	4.1±0.3	1.7±0.1	19.4±2.0	12.0±1.2	0.14±0.01	13.1±1.2
Keten tohumu yağı <i>Flaxseed oil</i>	<LOQ	1.2±0.1	2.7±0.2	0.03±0.003	<LOQ	<LOQ

Bu esansiyel primer besin maddeleri, tüm canlıların gelişimi için önemlidir. Çalışmamızda çıkan sonuçlara göre demir (Fe) en az adaçayı yağında 1.7 mg/kg iken en çok ise kekikte 71.2 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Esetlili vd (2014) tarafından yapılan susam, kekik ve çörek otundaki çalışmada Fe (83-221 mg/kg) değerlerinin daha yüksek bulunduğu görülmektedir. Mevcut konsantrasyonların bitkiler için farklılık gösterdiği bilinmektedir. Mengel ve Kirkby (2004) bitkilerin bakır (Cu) konsantrasyonunun genel olarak 16-20 mg/kg arasında değiştiğini rapor etmiş, Bowen (1966) da tarım ürünlerinin 4-15 mg/kg aralığında tespit etmiştir. Bizim çalışmamız da ise Cu miktarı bitki yağlarında tespit edilemezken bitki özlerinde ise 3.8-15.6 mg/kg aralığında bulunmuştur. Bakır; bitkiler, hayvanlar ve insanlar için vazgeçilmez bir elementtir ancak aşırı miktarda alımı sağlık sorunlarına neden olabildiği bildirilmektedir. Mangan (Mn) değerleri ise bitki yağlarında (<LOQ-0.13 mg/kg iken 7.5-47.1 mg/kg sonuçları ile en yüksek bitki özlerinde tespit edilmiştir. Allaway (1968), tarım ürünlerinin 15-200 mg/kg çinko (Zn) içerdiğini belirtmiştir. Pytlakowska vd (2012), tarafından yapılan çalışmada ise adaçayıdaki Zn içeriği 6.22- µg/g olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda Zn, bitki

yağlarında <LOQ iken, bitki özlerinde 13.1-24.4 mg/kg aralığında bulunmuştur. Krom (Cr), en düşük keten tohumu yağında 1.2 mg/kg, en yüksek ise 4.7 mg/kg adaçayıda tespit edilmiştir. Esetlili vd (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, susam, kekik ve çörek otunun Cr içeriği, 0.10-1.36 mg/kg aralığında belirlenmiştir. Ayrıca esansiyel ikincil bitki besin maddelerinin/eser elementlerinin (Zn, Fe, Mn, Cu, Cr) alımının, vücut ağırlığının % 0.01'ini aşmaması önerilmektedir. Başka bir çalışmada, diğer ağır metaller hariç tüm canlılar için sadece eser miktarda Ni, Al, Cr ve Co gerektiği bulunmuştur (Imelouane vd., 2011). Cu ve Zn için kritik limit değerleri ise WHO (2004) raporlarında verilmemiştir. Selenyum (Se) ise sadece susam, adaçayı ve keten tohumda sırasıyla 0.01, 0.11 ve 0.14 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Vücut için sağlığı için önemli olan tıbbi aromatik bitkilerin mineral miktarlarının analiz edilmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Mevcut araştırmada, insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinen bitkilerin mineral bakımdan da zengin olduğu tespit edilmiştir. Bitkilerde tespit edilen Cu, Cr, Fe, Mn, Se, Zn miktarlarının, bu bitkilerin soğuk sıkma ile elde edilen ve satışı

sunulan yağlarına göre daha fazla olduğu görülmüştür. İlk defa aromatik tıbbi bitkilerin ve bunlara ait soğuk sıkma ile elde edilen yağlarının mineral element açısından karşılaştırma çalışması yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre bakılan değerli elementlerin soğuk sıkma esnasında posada kaldığı düşünülmüştür. Bu nedenle bitkilerin elde edilen yağlarının yerine belirli miktarlarda olmak koşuluyla tohum veya bitki olarak tüketilmesinin az da olsa daha faydalı olacağı düşüncesini akla getirmektedir.

KAYNAKLAR

- Al-Ghamdi, M.S. (2001). The anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activity of *Nigella Sativa*. *J Ethnopharmacol*, 76 (1), 45-48.
- Al-Ghamdi, M.S. (2003). Protective effect of *Nigella Sativa* seeds against carbon tetrachloride-induced liver damage. *Am J Chin Med*, 31(5), 721-728.
- Allaway, W.H. (1968). Agronomic controls over the environment cycling of trace elements. *Advances in Agronomy*, 49, 55–118.
- Azırak, S. (2007). Thymol ve Carvacrol'un in vivo genotoksik etkilerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, Türkiye, 142s.
- Baser, K, H, C., Honda, G., Miki, W. (1986). *Herb drugs and herbalists in Turkey*. Institute for the Study of Languages and Cultures of Asia and Africa, Tokyo, 27p.
- Başgel, S., Erdemoğlu. S.B. (2006). Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. *Sci Tot Env*, 359, 82–89.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye'de bitkiler ile tedavi (Geçmişte ve Bugün)*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye, 520s.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, D. (2010). Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak, Ankara, Türkiye, 437–456.
- Bowen, H.J.M. (1966). *Trace elements in biochemistry*. Academic press, London and New York, pp 241.
- Büyükgebiz, T. (2006). Sütçüler (Isparta) Yöresi'nin odun dışı orman ürünleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, Türkiye, 76s.
- Çelik, S., Demirel, M. (2004). İnsan ve hayvan sağlığı bakımından ω yağ asitleri ve konjuge linoleik asidin önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1, 25-35.
- 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. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*, 20, 239-247.
- Imelouane, B., Tahri, M., Elbastrioui, M., Aouinti, F., Elbachiri. A. (2011). Mineral contents of some medicinal and aromatic plants growing in Eastern Morocco. *Journal of Material Environmental Science*, 2(2), 104-111.
- Kalny, P., Fijalek, Z., Daszczuk, A., Ostapczuk, P. (2007). Determination of selected microelements in polish herbs and their infusions. *Science of The Total Environment*, 381, 99–104.
- Kılıç, S., Yenisoy-Karakaş, S., Kılıç, M. (2015). Metal contamination in fruit juices in Turkey: Method validation and uncertainty budget. *Food Anal Methods*, 8, 2487–2495. Doi:10.1007/s12161-015-0136-4.
- Lange, D. (2000). *The role of Europe and Germany within the worldwide trade in medicinal and aromatic plants, in medicinal utilization of wild species: Challenges for man and nature in the new millennium*. Honnef, S. and Melisch, R. (eds). WWF Germany/Traffic Europe Germany, Hannover, Germany. 48-49p.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. (2004). *Principles of plant nutrition*. 5th Edition, Springer Verlag, Doordrecht, The Netherlands, pp 849.
- Milani, R.F., Morgano, M.A., Saron, E.S., Silva, F.F., Cadore, S. (2015). Evaluation of direct analysis for trace elements in tea and herbal beverages by ICP-MS. *J Braz Chem Soc*, 26(6), 1211-1217.
- Polat, R., Satıl, F. (2012). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf

(Balıkesir-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 139: 626-641.

Pytlakowska, K., Kita, A., Janoska, P., Polowniak, M., Kozik, V. (2012). Multi-element analysis of mineral and trace elements in medicinal herbs and their infusions. *Food Chemistry*, 135, 494-501.

Traverniers, I., De Loose, M., Van Bockstaele, E. (2004). Trends in quality in the analytical laboratory: II. Analytical method validation and quality assurance. *Trends Anal Chem*, 23, 535-552.

Xing, L., Zhao, F.M., Cao, Y.F., Wang, M., Mei, S., Li, S.P., Cai, Z.Y. (2014). Principal component analysis of mineral elements and fatty acids composition in flaxseed from ten different regions, *Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi*, 34(9), 2538-2543.

WHO (2004). Monographs on Selected Medicinal Plants. World Health Organisation. Vol. 2.