

Helichrysi Flos Drogu Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar

Pelin TAŞTAN*^{ID}

Ege Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozik Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, Türkiye

Geliş / Received: 02/08/2018, Kabul / Accepted: 19/11/2018

Öz

Ölmez çiçek ismi ile bilinen *Helichrysi Flos* drogu üzerinde Avrupa Farmakopesi yöntemleri esas alınarak kalite kontrol çalışmaları gerçekleştirilmiş ve drogun kurutmada kayıp miktarı ile sülfat külü miktarı, hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktarı ve bütün kül miktarı tayin edilmiştir. Elde edilen verilerin farmakope doğrultusunda kabul edilebilir aralıklarda oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca bu drogdan infüzyon yoluyla hazırlanan bitkisel çay preparatları da kullanılarak ağır metal tayini analizleri gerçekleştirilmiştir. Toz drog ve su ekstrahlarının içerdiği ağır metaller incelenerek karşılaştırma yapılmıştır. Buna göre bitkisel verimliliği ve kaliteyi arttıran birçok metalin toz drogdan ekstrete yüksek oranda geçtiği saptanmıştır. Toksik ağır metallerin drogdaki oranının eser miktarda olması, bu çayların güvenli bir şekilde tüketilmesi için önemlidir. Bu da, yapmış olduğumuz çalışma sonucunda elde ettiğimiz anlamlı bir veri olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, İnfüzyon, Farmakope, *Helichrysi Flos*.

Pharmacognosic Researches on *Helichrysi Flos*

Abstract

Quality control studies were carried out on *Helichrysi Flos* which is known with the names of ölmez çiçek, according to European Pharmacopoeia methods. And the amounts of sulphate ash, hydrochloric acid undissolved ash and total amount of ash were determined. It has been determined that the obtained data are in acceptable ranges in Pharmacopoeia. In addition, heavy metal determination analyzes were carried out using herbal teas prepared by infusion of the drug. Heavy metals contained in dried plant powder and water extracts were examined and compared. According to this, it was determined that many metals which increase the plant productivity and quality are higher in powdered plants. The amount of toxic heavy metals in the herbal teas is also important for consumption of these teas safely. This is a meaningful data we have obtained in the work we have done.

Keywords: Heavy metal, Infusion, Pharmacopoeia, *Helichrysi Flos*.

1. Giriş

Gün geçtikçe hava, toprak ve suda birikme oranı artmakta olan ağır metaller, ekosistem için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Ağır metallerin topraktaki varlığı, toprağın verimliliğini olumsuz yönde etkilemekte olup, ayrıca hayvan ve insan sağlığı üzerinde de besin zinciri yoluyla olumsuz etkilere sahiptir. Bitkilerde bulunan ağır metaller, bitkilerin fizyolojik aktivitelerini etkilemekte ve verimliliklerini azaltmaktadır. Bu da kaliteli ürün miktarının azalmasına yol açmaktadır. Bitkilerin ağır metal toksisitesine karşı toleransları birçok etkene bağlı olarak değişmektedir. Bunlardan bazıları bitki türü,

içerdiği elementlerin türü, maruz kaldığı stres süresi gibidir. Bu yüzden ağır metallerin türü ve bitkiler içerisinde bulunma kompozisyonu, bitkilerin gelişimi ve verimliliği açısından oldukça önemlidir. Hızla artan dünya nüfusu sebebiyle birim alandan elde edilen kaliteli bitkisel ürün miktarının artırılması hedefi doğrultusunda, bitkisel ürün üretiminde kalite standartlarının yakalanması ve sağlığı olumsuz etkileyecek uygulamalardan kaçınılması gerekmektedir (Gür vd., 2004). Bu sebeple, bitki ve dolayısıyla insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyen ağır metallerin, bitkisel ürünlerdeki bileşimi ve

bulunuşlarının incelenmesi önemli bir husustur.Özellikle çalışmamızda da bu sebeple Türkiye’de eczanelerde satılan diüretik etkiye sahip *Helichrysi Flos* drogunun çay örneğinin Avrupa Farmakopesi’ne göre kalite kontrol çalışmalarının yapılması hedeflenmiştir.

Resim 1’de görülmekte olan *Helichrysi Flos* (*Helichrysum arenarium* (L.)

Moench) drogunun, fitoterapide özellikle diüretik özellikleri nedeniyle yaygın olarak Avrupa’da ve Türkiye’de kullanılan tıbbi çaylar ve geleneksel bitkisel ürünlerin içinde yer aldığı bilinmektedir. Değışmeyen bir gerçektir ki tıbbi çaylar içindeki drogların kalite kontrolleri ve ağır metal içerikleri de, piyasada eczanede satılan ürünler için oldukça önemli bir bulgudur.



Resim 1. *Helichrysum arenarium* (L.) Moench) doğadaki görünüşü

Ağır metallerin yayılmasını sağlayan etkenler arasında motorlu taşıt egzozları, volkanik faaliyetler, tarımda kullanılmakta olan ilaçlar, şehir atıkları ve endüstriyel faaliyetler sayılabilmektedir. Bu ağır metallere bazıları bitki gelişimi için gerekli iken, bazılarının da bulunuşu bahsettiğimiz olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Stresty vd., 1999). Çinko, bakır, nikel, mangan, molibden ve kobalt bitkiler için gerekli elementler arasındadır. Bitki gelişimi

üzerinde toksik etkisi olan elementler arasında ise vanadyum, arsenik, alüminyum, kurşun, civa, selenyum ve kadmiyum sayılabilmektedir. Toksik etkili ağır metaller etkilerini bitkilerde stoma hareketleri, transpirasyon, fotosentez, birçok enzim aktivitesi, hormonal denge gibi birçok fizyolojik aktivitenin oluşmasını engelleyerek gösterebilmektedir (Kennedy vd., 1987; Haktanır vd., 1998).

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel Materyal

Bitkisel çay örneği olarak sadece eczanelerde satılan örnek bir *Helichrysi Flos* (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) drogu satın alınmış ve bu örnek üzerinde 3 paralel olacak şekilde planlanarak çalışmalar sürdürülmüştür.

Çay numuneleri içindeki *Helichrysi Flos* drogu, değirmen kullanılarak toz edilmiştir. Bu toz drogdan infüzyon yöntemi ile bitkisel çayları elde edilmiştir. Yapılmış olan çalışmalarda, toz drog ve bu drogdan hazırlanmış olan su ekstraları kullanılmıştır. Toz edilmiş drogdan infüzyon yöntemi ile bitkisel çayın eldesi için; 20 g toz drog üzerine 200 ml kaynar distile su ilave edilmiştir. Ağzı kapatıldıktan sonra 20 dakika beklendikten sonra, droglu muamele olan çözücü süzölmüştür. Su alçak basınç altında kuruluğa kadar uçurulmuştur.

2.2. Kalite Kontrol Tayinleri

Bitkisel drog üzerinde kalite kontrol amaçlı kül ve kurutmada kayıp miktar tayinleri yöntemleri uygulanmıştır. Bunun için Avrupa Farmakopesi yöntemleri esas alınmış ve kurutmada kayıp miktarı ve sülfat külü miktar tayini, hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktar tayini ve bütün kül miktar tayini olmak üzere üç ayrı kül miktarının tayini gerçekleştirilmiş ve drogun kalite ve saflıkları hakkında bilgi sahibi olunmuştur.

2.2.1. Kurutmada Kayıp Miktar Tayini

Sabit vezne getirilmiş ve darası alınmış cam kroze içerisine konmuş olan birer gram ağırlığındaki *Helichrysi Flos* drog örnekleri, 100-105°C sıcaklığındaki etüvde tutulmuştur. 1 saat sonrasında etüvden çıkarılan cam kroze, desikatör içerisinde soğuması için yaklaşık 15-20 dakika kadar bekletilmiş ve soğuduktan sonra tartımı yapılmıştır. İki tartım arasındaki fark, 0.5 mg'dan fazla olmayana kadar bu işlemlere aynı sıra ile

devam edilmiş ve sonuçta drogların kurutmada kayıp miktarları hesaplanmıştır.

2.2.2. Kül Miktar Tayinleri

Avrupa Farmakopesi esas alınarak uygulanmış olan kül miktar tayini yöntemleri sülfat külü miktar tayini, hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktar tayini ve bütün kül miktar tayini yöntemi şeklindedir. Sülfat külü miktar tayini yöntemi ile materyalde bulunan oksit ve karbonatlar, sülfürik asitin ilavesi ile uçucu olmayan sülfatları haline dönüştükleri için, sonuç olarak sabit değerler elde edilmektedir. Porselen kroze $600 \pm 25^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki Heraeus marka yakma fırınında sabit vezne getirilmiştir. Bu kroze içerisine 1 g *Helichrysi Flos* toz drog eklenmiş ve üzerine damla damla, 2 ml kadar % 10'luk sülfürik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Su banyosunda kurutulduktan sonra tablalı ısıtıcıda, duman çıkışı sona erene kadar yakılmıştır. Daha sonra porselen kroze, $600 \pm 25^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki yakma fırınında 1 saat yakılmıştır ve süre sonunda çıkarılarak desikatör içerisinde soğutulmuştur. Soğuyan krozenin tartımı yapılmıştır. Sonrasında yine drog üzerine 2 ml % 10'luk sülfürik asit çözeltisi damla damla eklenmiştir. Arkasından kurutma ve yakma işlemleri aynı sıra ile tekrarlanmıştır. Yine çıkarılan kroze desikatörde soğutulduktan sonra yapılan tartım sonrasında, drog üzerine %15.8'lik amonyum karbonat çözeltisi eklenmiştir. Tekrar kurutma ve yakma işlemleri uygulanmıştır. Sırası ile bu yakma, soğutma ve tartım işlemlerine drog külü içeren kroze, sabit vezne gelinceye kadar devam edilmiştir. Bu şekilde, drogun sahip olduğu yüzde sülfat külü miktarı hesaplanmıştır. Hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktar tayini ile toprakta en çok bulunan elementlerden olan silisyum vb. nin varlığı test edilmektedir. Özellikle bitkisel materyalin yol kenarından toplanmış olması, taşıt gazları gibi kirlilikleri içermesi durumunda bu kirliliklerin tayini,

hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktarının tayini ile mümkün olur. Porselen kroze $600 \pm 25^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki Heraeus marka yakma fırınında sabit vezne getirilmiştir. Bu kroze içerisine, tam tartılmış 1 g *Helichrysi Flos* drogu eklenmiştir. $100-105^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki etüvde 1 saat süre ile bekletildikten sonra yakma fırınında 1 saat süre ile yakılmıştır. Sonrasında desikatörde soğuması sağlanarak tartımı yapılmıştır. Bu işlemlere son iki tartım arasındaki fark 0.5 mg'dan fazla olmayıncaya kadar devam edilmiştir. Sonrasında droglar üzerine 15 ml distile su ve 10 ml hidroklorik asit eklenerek, krozenin üstü saat camı ile kapatılmıştır. Tablalı ısıtıcıda 10 dakika süre ile ısıtılmıştır. Soğuduktan sonra kül bırakmayan süzgeç kağıdından (589¹ Black Ribbon) süzülerek süzüntü nötr olana dek, süzgeç kağıdı sıcak distile su ile yıkanmıştır. Süzgeç kağıdı üzerindeki bakiye ile beraber tekrar porselen kroze içerisine konarak tartılmıştır. Sırası ile yakma, soğutma ve tartım işlemlerine, son iki tartım arasındaki fark 0.5 mg'dan fazla olmayıncaya kadar devam edilmiştir. Bu yöntem ile drogun içerdiği yüzde hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktarı tayini hesaplanmıştır. Bütün kül miktarı tayini yöntemi ile yakılma ile beraber organik maddelerin içerisinde bulunan karbon, karbondioksit haline geçer ve geriye ise inorganik maddeler kalır. Eğer materyal içerisinde kum, taş vb. inorganik kirlilikler var ise inorganik madde miktarı yüksek olacağı için materyalin bütün kül miktarı, yüksek bir değer olarak karşımıza çıkar. Farmakopelerde belirtilen kabul edilebilir

limitler içerisinde yer almayan materyaller ise, kalitesiz olarak kabul edilir. Porselen kroze $600 \pm 25^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki yakma fırınında sabit vezne getirilmiştir. Bu kroze içerisine 1 g miktarındaki *Helichrysi Flos* drogu eklenmiştir. $100-105^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki etüvde 1 saat süre ile bekletildikten sonra, $600 \pm 25^\circ\text{C}$ sıcaklığındaki Heraeus marka yakma fırınında 1 saat süre ile yakılmıştır. Sonrasında desikatörde soğuması sağlanarak, tartımı yapılmıştır. Bu işlemlere son iki tartım arasındaki fark 0.5 mg'dan fazla olmayıncaya kadar devam edilmiştir. Drogun içerdiği yüzde bütün kül miktarına, bu şekilde ulaşılmıştır.

2.3. Ağır Metal Analizi

Hazırlanmış olan drog su ekstraktlarının ağır metal analizlerini gerçekleştirmek için XRF analizi yöntemi uygulanmıştır. Bunun için SPECTRO X cihazına sırası ile ölçümleri yapılacak örnekler yerleştirilmiş ve her ölçüm seansında bir örnek kullanılmıştır. Helyum gazı tüpünden cihaza gaz akışı sağlanmıştır. 28 mm inceliğinde toz halindeki örneklerin dilüsyon faktörü 1 olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Kalite Kontrol Tayini Yöntemleri

3.1.1. Kurutmada Kayıp Miktar Tayini

Helichrysi Flos drogu üzerinde uygulanmış olan kurutmada kayıp miktar tayini analizi sonucunda elde edilmiş olan bulgular, Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. *Helichrysi Flos* drogunu kurutmada kayıp miktar tayini sonuçları

<i>Helichrysi Flos</i> Drogu Miktarı (g)	Kurutmada Kayıp Miktarı (%)
1.54	29.576
1.11	28.573
1.55	30.014

3.1.2. Kül Miktar Tayinleri

1 g *Helichrysi Flos* droğu üzerinde 3 paralel olarak uygulanmış olan sülfat külü miktar tayini, hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktar tayini ve bütün kül miktar tayini çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan bulgular, özetlenmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. *Helichrysi Flos* droğu kül miktar tayini sonuçları

Sülfat külü miktarı (%)	Hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktarı (%)	Bütün kül miktarı (%)
27.415	3.450	25.664
27.354	3.810	25.882
26.859	3.741	25.209

3.2. Ağır Metal Analizi

Bitkisel droğlardan hazırlanmış olan ekstrelerdeki ağır metal kompozisyonlarının analizi sonucunda elde edilen bulgular, Tablo 3te verilmektedir.

Tablo 3. *Helichrysi Flos* toz droğu ve ekstrelerinin ağır metal analizi sonuçları

Element	<i>Helichrysi Flos</i> Toz Droğu %	<i>Helichrysi Flos</i> Su Ekstresi %
Sodyum (Na)	12.60	15.97
Magnezyum (Mg)	3.490	3.604
Alüminyum (Al)	2.308	1.234
Fosfor (P)	1.266	1.208
Sülfür (S)	0.4576	0.6135
Potasyum (K)	27.21	37.63
Kalsiyum (Ca)	19.05	9.477
Demir (Fe)	3.570	0.1418
Kobalt (Co)	<0.00030	0.0042
Nikel (Ni)	<0.00020	0.00181
Bakır (Cu)	0.464	0.2673
Arsenik (As)	<0.00010	<0.00010
Selenyum (Se)	0.00176	0.01032
Molibden (Mo)	0.0313	0.0112
Mangan (Mn)	0.254	0.071
Vanadyum (V)	<0.00051	<0.00051
Silikon (Si)	<0.00051	<0.00051
Klor (Cl)	2.928	6.422
Titanyum (Ti)	<0.00051	<0.00051
Krom (Cr)	<0.00051	<0.00051
Çinko (Zn)	0.1257	0.0416
Germanyum(Ge)	<0.00010	<0.00010
Kadmiyum (Cd)	<0.00051	<0.00051
Kurşun (Pb)	<0.00020	<0.00020
Bizmut (Bi)	0.0282	<0.00020
Lantan (La)	<0.0010	<0.0010

Baryum (Ba)	0.109	<0.00081
Krom (Cr)	<0.00051	<0.00051
Brom (Br)	0.0537	0.0567
Stronsiyum (Sr)	0.0539	0.0235
Niyobyum (Nb)	0.0078	0.00228
Antimon (Sb)	<0.00061	<0.00061
Civa (Hg)	<0.00020	<0.00020
Total	74.01	76.84

4. Sonuç ve Tartışma

Elde edilmiş veriler doğrultusunda, drogun kalite kontrol tayinleri gerçekleştirilmiş ve Tablo 1’de gösterilen sonuçların farmakope değerlerine göre kabul edilebilir aralıklarda olduğu tespit edilmiştir. Yapılmış olan 3 paralel teste göre elde edilmiş ortalama kurutmada kayıp miktarı, *Helichrysi Flos* droğu için 29.388 ± 0.738 olarak tespit edilmiştir. Yine 3 paralel olarak sürdürülmüş kül miktar tayini çalışmaları sonucunda elde edilen, Tablo 2’de görülen incelendiğinde; *Helichrysi Flos* droğu için sülfat külü miktarı 27.209 ± 0.304 , hidroklorik asitte çözünmeyen kül miktarı 3.667 ± 0.191 ve bütün kül miktarı 25.585 ± 0.343 olarak bulunmuştur. Drogtan infüzyon yöntemi ile hazırlanmış olan bitkisel çay preparatlarında ve toz drogdan gerçekleştirilmiş olan ağır metal analizi tayinleri sonucunda elde edilen veriler de Tablo 3’te gösterildiği üzere incelenmiştir. Buna göre her iki droğ için de toz drogtan çaya geçen ağır metal miktarları değerlendirilmiştir. Bitki gelişimi ve verimliliği için gerekli olan metallere olan sodyum, potasyum, magnezyum, kobalt, bakır, mangan, çinko ve nikel gibi metallere varlığı, toz drogtan daha yüksek miktarda ekstralarında saptanmıştır. Bu da, bu drogdan hazırlanmış olan bitkisel çayların, bitkilerin etkilerini göstermesinde daha olumlu etkisi olduğunu göstermiştir. Toz drogdan ve su ekstralarında en yüksek miktarda gözlenmiş olan potasyum, bitkilerde genel olarak protein sentezi, fotosentez, enzim faaliyetleri ve etkili su kullanımı gibi birçok fizyolojik

aktivite için gereklidir. Ayrıca beslenme ve vücuttaki sıvı ve elektrolit dengesinin sürdürülmesi açısından da oldukça büyük önem taşımaktadır (Martin vd., 1985). Hormon salınımı, sinyal aktarımı, immun yanıt iletimi düzenlemesi gibi birçok faaliyette olumlu etkisi de bulunan potasyumun analizimiz sonucu varlığının tespit edilmiş olması bu yüzden önemlidir (Ekinci vd., 2004; Curran, 1998). Yine hem toz drogdan hem de su ekstralarında yüksek oranda bulunmuş olan sodyum ve kalsiyumun da birçok hayati hücresel aktivitede rol oynadığı bilinmektedir (Yağ vd., 2013). Majör elementlerden olmasa da insan vücudundaki asit-baz dengesini düzenlediği bilinen klor ve magnezyumun da, toz drogdan daha yüksek miktarda ekstralarında gözlemlendiği görülmektedir. Düşük miktarlarda varlığı tespit edilmiş olan çinko ve bakır metalleri de hem toz drogdan, hem de ekstralarında gözlenmiştir. İnsan ve hayvanlarda olduğu gibi bitkilerde de çok çeşitli metabolik işlevlere sahip olan çinko ve bakır, protein ve karbonhidrat sentezi, enzim aktivasyonu, fotosentez gibi faaliyetler üzerinde gösterdiği etki ile elde edilen ürünün kalite ve verimini etkilemektedir (Rout vd., 2003; Kacar vd., 2006). Birçok endüstri alanında da kullanılan çinko, atık sular ve asit yağmurları aracılığıyla toprağa ulaşmaktadır (Vaillant vd., 2005) etkilerini inceleyen bir çalışmada, konsantrasyonunun artması ile beraber bitki büyümesini azalttığı tespit edilmiştir (Zengin vd., 2005). Benzer şekilde yüksek miktardaki bakırın da, bitki

gelişimi için gerekli olan kalsiyumun köklerden yapraklara taşınmasını azalttığı tespit edilmiştir (Sosse vd., 2004). Tıbbi çay olarak kullanılan örnek numunelerinin insan sağlığı açısından da tüketirken ağır metallerin toksik özelliklerinin bilinmesi üzerine, vücutta birikmemesi için düşük miktarda çaylarda olması gerekmektedir. Özellikle kurşun, civa ve kadmiyum çay numunelerinde düşük oranda saptanması, bu çayların güvenli kullanılması açısından da önemli bir sonuçtur. Sonuç olarak yukarıda anlatıldığı üzere bitki kalitesini ve verimliliği

üzerinde pozitif etkileri bulunan birçok ağır metalin toz droglardan su ekstraktlarına yüksek oranda geçtikleri saptanmıştır. Bu da, çalışmamız ile elde ettiğimiz olumlu bir veri olarak karşımıza çıkmıştır.

5. Kaynaklar

Avrupa Farmakopesi Adaptasyonu Türk Farmakopesi. (2004), 117-265.

Curran, M.E. (1998) Potassium targets, ion channels and human disease: phenotypes to drug. *Cur Opin Biotechnol.* 9; 565-572.

Ekinci, N., Ekinci, R., Polat, R., Budak, G. (2004) Analysis of trace elements in medicinal plants with energy dispersive X-ray fluorescence. *J. Radional Nucl. Chem.* 260; 127-131.

Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö., Çobanoğlu, D. (2004) Ağır metal iyonlarının (Cu⁺⁺, Pb⁺⁺, Hg⁺⁺, Cd⁺⁺) *Clivia* sp. bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.

Haktanır, K., Arcaç, S. (1998) Çevre kirliliği. Ankara Üni. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, Ankara Üni. Yayın no:1503, Ders Kitabı:457, Ankara.

Kacar, B., Katkat, V. (2006) Bitki besleme, Nobel Yayın no:849,.

Kennedy, C.D., Gonsalves, F.A.N. (1987) The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots. *J. Exp. Bot.*, 38; 800-817.

Martin, D.W., Mayers, P:A., Rodwell, V.W., Granner, D.K. (1985) Harper's Review of Biochemistry, Lange Medical Publications, California, 651-660.

Rout, G.R., Das, P. (2003) Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc. *Agronomie*, 23; 3-11.

Sosse, B.A., Genet, p., Dunand-Vinit, F., Toussaint, L.M., 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.

Stresty, T.V.S, Madhava Rao, K.V. (1999) Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea. *Environ Exp Bot*, 41:3-13.

Vaillant, N., Monnet, F., Hitmi, A., Sallanon, H., Coudret, A. (2005) Comparative study of responses in four *Datura* species to a zinc stress. *Chemosphere*, 59; 1005-1013.

Yagi, S., Rahman, A.E., Elhassan, G., Abdelhafeez, M.A. (2013) Elemental analysis of ten Sudanese medicinal plants using X-ray fluorescence. *J. of Applied and Industrial Sciences*. 1(1); 49-53.

Zengin, K.F., Munzuroğlu, Ö. (2005) Fasulye fidelerinin klorofil ve karotenoid miktarı üzerine bazı ağır metallerin etkileri. *Fırat Üni. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 17(1); 164-172.