



Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Bazı Ağır Metallere Tepkisi

Gülsüm YALDIZ^{1*}

Nazım ŞEKEROĞLU²

¹Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 52100, Ordu

²Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen –Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 79000 Kilis

*Sorumlu Yazar:

E-posta: gul_yaldiz@yahoo.com

Geliş Tarihi: 05 Mayıs 2012

Kabul Tarihi: 06 Temmuz 2012

Özet

Topraklara karışan ve buralarda birikme yapan ağır metaller, toprak verimliliği ve mikrobiyal aktiviteyi, biyolojik çeşitliliği, çevre faktörlerini ve en alt kademeden en üst basamağa kadar tüm canlıları etkilemektedir. Ağır metallerin yol açtığı çevresel kirlenme dünya genelinde ciddi bir sorun olmakla birlikte, günümüz sanayi toplumlarında bu kirlenmeyi önlemek pek fazla mümkün olamamaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler, diğer gıda ürünlerine nazaran az miktarlarda tüketilmekle birlikte, yüksek oranda ağır metal içermeleri durumunda, sürekli kullanımlarda sağlık üzerine olumsuz etki gösterebilmektedir. Bu durum bitkinin türüne, maruz kaldığı stres faktörüne, strese maruz kalma süresine ve strese maruz kalan doku veya organın yapısına göre büyük değişiklikler göstermektedir. Bitkilerin bu kirlenmeye karşı hangi tepkiler verdiğini ve hangi adaptif mekanizmalar geliştirdiğini belirlemek oldukça önemlidir. Bu bağlamda, ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkilerin mineral kompozisyonu üzerine yapılan çalışmaların yoğunlaştırılarak, ağır metaller ve diğer yararlı mineraller açısından değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Yapılan bu literatür çalışması sonucunda çeşitli tıbbi ve aromatik bitkilerin (nane, lavanta, kekik, kantaron, kenevir, portakal nergisi, gül hatmi, labada, it üzümü vs) ağır metal ve çeşitli kirlilik etmenlerine aynı şartlarda yetiştirilen diğer bazı kültür bitkilerine kıyasla çok daha dayanıklı oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çevre kirliliği, Toksik kimyasallar, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler.

GİRİŞ

Ağır metaller, ekolojik dengeyi bozan, canlı büyüme ve gelişmesini önemli oranda etkileyen, çevreyi kirlüten temel kaynaklardan biridir. Bakır (Cu), çinko (Zn), demir (Fe), manganez (Mn), molibden (Mo), nikel (Ni), kobalt (Co) gibi bazı ağır metaller bitki ve hayvanların gelişmesi için gerekli mikro besin elementleridir. Arsenik (As), civa (Hg), Cd ve Pb gibi bazı ağır metaller ise bitki ve hayvan gelişimi için gerekli olmayan elementlerdir [1]. Mikro besin elementi olsun ya da olmasın ağır metallerin, atmosferde, suda ve topraktaki konsantrasyonunun belli bir seviyenin üzerine çıkması, tüm canlılar için ciddi problemlere neden olmaktadır [2]. Birçok kirlenmede olduğu gibi ağır metal kirlenmesinde de öncelikle etkilenen grup bitkilerdir. Bitkiler toprak çözeltisinde iyon halinde bulunan ağır metalleri genellikle kökleri ile alırlar. Ancak bazı araştırmalarda az da olsa atmosferde bulunan ağır metallerin yapraklar aracılığı ile alınabildiği de gösterilmiştir [3,4]. Ağır metaller küresel kirlilik faktörleri olarak insan ve tüm canlı yaşamında tehlike ve risk oluşturmaktadır. Maruz kalınan doz, genetik, kişinin bağışıklık direnci ve genel sağlık hali, yaş, beslenme düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak insanlarda başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır. Bitki kuru ağırlığında kritik ağır metal konsantrasyonları manganda 300-500 ppm [5], nikelde 1 mg

[6], bakırda 20-100 ppm [7], çinkoda 100 ppm [8], kurşunda 10 ppm [9] kadmiyum'da 0.3 ppm [10] olduğu belirtilmektedir. Bitkilerin topraktan ağır metal alımlarını etkileyen başlıca faktörler pH, sıcaklık, toprağın katyon değişim kapasitesi, topraktaki diğer metallerin oranı, kimyasal seçicilik, bitkinin yaşı ve türü gibi faktörlerdir. Ağır metallerle kirlenmiş topraklarda yetişen bitkiler her tür çevre kirliliği ve trafikten uzak kontrollü yerlerde yetişen bitkilere göre topraktan 3.3 kat daha fazla Cd, 4.3 kat fazla Pb ve 2.3 kat daha fazla Zn almaktadırlar [11]. Nitekim bir çok araştırmacı tarafından kirlenme kaynağından uzaklaştıkça da bitkilerde ağır metal içeriğinin azaldığı belirtilmiştir [12-15]. İnel ve ark., 1977 [16], yoldan 10 m uzakta Pb'da % 32, Zn'de % 46, Cd'da % 15'lik bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada yoldan 30 m uzaklığa kadar Pb seviyesinin çok yüksek olduğunu ve 30 m uzaklıktan sonra Pb seviyesinin azalmakla birlikte, yüzlerce kilometre uzaklarda bile izlerine rastlandığını belirtmişlerdir [17]. Tıbbi ve aromatik bitkilerin ağır metallerle tepkilerini belirlemek için Bulgaristan'ta yapılan çalışmada kirliliğe maruz kalmış alanlar ile kirlilikten 400 m uzakta alanlarda nane ve lavanta yetiştirmişler ve kirlilik kaynağından 400 m uzaklıkta nane taze yaprak veriminde ortalama % 9-16 azalma olduğunu, lavantada ise taze herba verimi ile uçucu yağ içeriğinde herhangi bir azalma olmadığını bildirmişlerdir. Bu nedenle nanenin ağır metallerle

maruz kalmış alanlarda başarılı bir şekilde yetiştirilebileceğini bildirmişlerdir [18]. Güney Hindistan'ın Aravavi ve Karnataka bölgelerinde kültürü yapılan *Stevia* kuru yapraklarını asidik ve bazik karakterli (pH: 6.10 ve pH: 8.20) topraklarda toplamışlar ve asit karakterli topraklardan aldıkları örneklerde daha fazla ağır metal bulunduğunu belirtmişlerdir [19]. Benzer başka bir çalışmada ise kırsal ve şehrsel alanlardan toplanan farklı tıbbi bitkilerde Zn, Cd, Pb, Ni, Mo gibi ağır metallerin birikme oranları tespit edilmiştir. *Taraxacum officinale* (karahindiba), *Mentha* (nane), *Urtica dioica* (ısırgan otu), *Populus nigra* (kara selvi) gibi tıbbi bitkilerin kırsal ve şehrsel alanlardan toplanan örneklerinde ortaya çıkan ağır metal miktarının şehrsel alanlarda daha fazla olduğu belirlenmiştir [20]. Bu çalışmada literatür çalışmalarından yola çıkılarak, bazı ağır metallerle tıbbi ve aromatik bitkilerin tepkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Böylelikle fotosentezde bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım olanakları belirlenmiş olacaktır.

BULGULAR

Kadmiyum (Cd) Birikimi: Hına ve ark., 2011 [21] Karacî'nin güney, batı, doğu bölgeleri halk pazarlarından tedarik ettikleri yedi farklı tıbbi bitkide ağır metal çalışmışlar ve çalışma sonunda en yüksek Cd içeriğini güneyden tedarik ettikleri *Onosma bracteatum* (4.91 µg/g) ile *Foeniculum vulgare* Mill. (4.89 µg/g) bitkilerinde saptamışlardır. *Cuminum cyminum* L. ve *Coriandrum sativum* L. bitkilerinin Cd içermediklerini, *Glycyrrhiza glabra* L.'nin ise az miktarda 1.63 µg/g Cd içerdiğini bildirmişlerdir. Caldas, 2004 [22] tarafından Brazilya'da yapılan çalışmada, *Ginkgo biloba*, *Maytenus ilicifolia*, *Rhamnus purshiana*, *Solanum melongena*, *Aesculus hippocastanum*, *Pffafia glomerata*, *Hydrocotyle asiatica*, *Paullinia cupana*, *Cynara scolymus* ve *Chlorella pyrenoidosa* tıbbi bitkilerinde en yüksek Cd miktarı 0.74 µg/g olarak saptamıştır. Dwivedi ve Dey, 2002 [23] halk tarafından yaygın olarak kullanılan 28 tıbbi bitki materyalini aynı bölgeden toplamışlar ve bu bitkilerde Cd içeriğinin 0.002-0.056 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hatay'da yapılan bir çalışmada Amanoslar'da yetişen *Salvia viridis*, *Salvia verticillata* L. subsp. *Amasiaca*, *Salvia sericeo-tomentosa*, *Salvia tomentosa*, *Sideritis pumila*, *Sideritis syriaca*, *Sideritis libanotica*, *Arbutus andrachne*, *Calutea cilicia*, *Chamaecystis casius*, *Hypericum hircinum* L., *Hypericum lanugosum* var. *Scabrellum*, *Hypericum confetum* subsp. *stenobotrus*, *Hypericum amblysepalum*, *Hypericum perforatum*, *Myrtus communis*, *Tymus cilicicus*, *Tymus eigii*, *Laurus nobilis*, *Helichrysum sanguineum*, *Glycyrrhiza glabra*, *Pyracantha coccinea*, *Ononis viscosa*, *Alcea striata* subsp. *rufescens*, *Phlomis viscosa*, *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas*, *Urtica urens*, *Olea europea*, *Capparis spinosa*, *Thymbra spicata* bitki materyallerinde Cd içeriği belirlenmiş ve *Hypericum amblysepalum*'da Cd miktarı (2.0286 ppm) en yüksek seviyede bulunurken, bunu *Urtica urens* (1.878 ppm), *Hypericum lanugosum* var. *Scabrellum* (1.5924 ppm) bitkilerinin takip ettiğini bildirmişlerdir [24]. *Calendula officinalis*, *Althaea rosea* ve *Solanum nigrum* L. bitkileri yüksek miktarda Cd içeren topraklarda yetiştirilmiş ve bitkilerin normal büyüme ve gelişmelerinde herhangi bir sorun olmadığı saptanmıştır. Bu nedenle bu bitkilerin ağır metali yüksek bir şekilde biriktirdikleri için fitoremediasyon için kullanılabilirliğini bildirmişlerdir [25]. Metal kirliliğinden uzak bir bölgede *Dryopteris filix-mas* (egrelti otu), *Convallaria malalis* (liken) ve *Vaccinium myrtillus* (yabanmersini) gibi çeşitli bitki türlerinde Cd'nin bitkideki değerleri tespit edilmiş ve en düşük değer likenlerde bulunurken, en yüksek değer *Convallaria malalis* bitkisinde

saptanmıştır. Bitkilerde kadmiyumun daha çok kök bölgesinde biriktiğini bildirmişlerdir [26]. Bir başka çalışmada *Silene vulgaris* (nakil) bitkisinin kadmiyuma duyarlı ve kadmiyumu tolere edebilen iki farklı ekotipinde yapılan çalışmada duyarlı olan bitki türünün yapraklarındaki kadmiyum oranı daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca kadmiyum birikiminin her iki ekotipte de alt epidermis bölgesinde olduğu tespit edilmiştir [27]).

Kurşun (Pb) Birikimi: Bingöl, 1992 [28] *Aesculus hippocastanum* L.'nin yaprak, dal ve kabuklarındaki pb konsantrasyonunu incelemiş, en fazla birikimin yapraklarda olduğunu tespit etmiştir. Aynı araştırmacı bitkinin yola bakan tarafındaki kabuk örneklerinin, yolun ters tarafındaki kabuk örneklerine göre daha fazla pb biriktirdiğini tespit etmiştir. Dwivedi ve Dey, 2002 [23] aktardan tedarik ettikleri halk tarafından yaygın olarak kullanılan 28 şifalı bitkide ağır metal çalışmışlar ve bu bitkilerde Pb konsantrasyonunun 2.624-32.757 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bitkilerdeki Pb konsantrasyonunun gövde kabuğu veya köklerine göre yapraklarda daha yüksek olduğunu ve en düşük pb konsantrasyonunun ise tohumlarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Hatay'da yapılan bir çalışmada Amanoslar'da yetişen 30 farklı tıbbi bitki materyallerinde kurşun birikimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, en yüksek kurşun *Laurus nobilis* (0.717 ppm)'te tespit edilmiştir [24]. Hına ve ark., 2011 [21] Karacî'nin güney, batı, doğu bölgeleri halk pazarlarından tedarik ettikleri yedi farklı tıbbi bitkide ağır metal çalışmışlar ve en yüksek Pb içeriğini doğudan tedarik ettikleri *Onosma bracteatum* (30.46 µg/g), en düşük pb içeriğini ise batıdan tedarik ettikleri *Foeniculum vulgare* Mill. (3.26 µg/g) bitkilerinde saptamışlardır. İnceledikleri bitkilerde kurşun miktarlarını *Glycyrrhiza glabra* 9.72-26.11 µg/g, *Onosma bracteatum* 4.83-30.46 µg/g, *Viola odorata* 9.59-21.11 µg/g, *Foeniculum vulgare* Mill. 3.26-29.05 µg/g, *Cuminum cyminum* L. 0-28.92 µg/g, *Coriandrum sativum* L. 17.85-24.32 µg/g ve *Zingibar officinalis* 13.13-22.63 µg/g olarak tespit etmişlerdir. Madany ve ark., 1990 [14] Bahreyn'de yaptıkları bir çalışmada yoldan 5 m uzaktaki *Nerium oleander* yapraklarında 210 mg/kg kurşun buldukları halde yoldan 50 m uzakta aynı bitkide 52 mg/kg kurşun bulmuşlardır. Özgürücü ve Türkan, 1985 [29] İzmir Salihli yolunda yoldan 0, 10, 20, 50, 100 m uzaklıktan aldıkları tütün bitkisinde sırasıyla 38, 36, 25, 21, 13 ppm kurşun bulmuşlardır. Kabata-Pendias ve Dudka, 1991 [5] *Taraxacum officinale* yapraklarında 3.53 ppm pb buldukları halde, köklerinde 0.97 ppm pb bulmuşlardır. Karademir ve ark., 1998 [30], Ankara'nın bazı kavşaklardaki göbeklerde yetiştirilen Gramineae türleri (çim bitkileri) (*Lolium* sp, *Festuca* sp.) ve kendiliğinden yetişen *Taraxacum* sp. (karahindibağ) bitkilerinde 6 ay boyunca Pb birikimini incelemişler, tüylü ve büyük yüzeyle olan *Taraxacum* yapraklarındaki kurşun miktarlarının, Graminiae'lerin ince yapraklarına göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Buna karşılık, Gramineae'lerin, saçak köklerinde *Taraxacum*'un kazık köklerine göre daha fazla kurşun miktarı saptamışlardır. Bitkilerde kurşun birikimi mevsimsel varyasyonlara bağlı olarak ta değiştiğini ve en fazla Pb birikiminin Sonbahar-Kış mevsimlerinde bulunduğu rapor edilmiştir [12,28].

Demir (Fe) Birikimi: Pakistan Peshawar'da yapılan çalışmada, doğal ortamdan topladıkları tıbbi bitkilerde Fe oranını *Artemisia vulgaris* L.,'te 81.39 ppm, *Asparagus adscendens* Roxb'te , 85.27 ppm, *Cyamopsis tetragonoloba* L.,'te 87.14 ppm, *Galium aparine* L.,'te 180.91 ppm, *Mucuna pruriens* L.,'te 33.91 ppm, *Stevia rebaudiana*'te

201.38 ppm ve *Withania somnifera* L.,'te 206.69 ppm olarak tespit etmişlerdir [31]. Hına ve ark., 2011 [21] Karaçi'nin güney, batı, doğu bölgeleri halk pazarlarından tedarik ettikleri yedi farklı tıbbi bitkide en yüksek demir içeriğini *Glycyrrhiza glabra* (doğu bölgesinde) 'te 1652.89 µg/g, en düşük demir içeriğini ise *Zingibar officinalis* (batı bölgesinde) 'te 65.68 µg/g olarak tespit etmişlerdir.

Çinko (Zn) Birikimi: Wang ve ark., 2003 [32] tarafından Çin'de ağır metallere maruz kalmış yerlerden toplanan *Polygonum hydropiper* ve *Rumex acetosa* L. bitki materyalleri ile yapılan çalışmada *Polygonum hydropiper* kök ve dallarında 1061 mg/kg, *Rumex acetosa* L. kök ve dallarında ise 900 mg/kg Zn bulmuşlardır. Valtcho ve Philip, 2003 [33] tarafından kontrollü koşullarda kumlu-tınlı topraklarda farklı kompost uygulamaları ile yetiştirdikleri *Ocimum basilicum* L. ve *Beta vulgaris* L. bitki materyallerinde yapılan çalışmada en yüksek çinko içeriği 767 mg /kg olarak bulunmuştur. Magia ve ark., 2005 [34] Mali'de halk tarafından yaygın kullanılan yedi farklı tıbbi bitki ile yaptıkları çalışmada en yüksek çinko içeriğini *Spilanthes oleracea*'da 62.8 µg/g ve *Bombax costatum*'da 67.1 µg/g bulmuşlardır. Boric Şaciragic, 2011 [35] Bosna'nın farklı bölgelerinden topladığı *Plantago lanceolata* bitki materyalinin toprak üstü kısmı ve köklerinde Zn içeriğini belirlemiş ve toprak üstü kısmının 27.05- 60.35 mg/kg Zn içerdiğini, kökünün ise 42.08 -138.52 mg/kg Zn içerdiğini belirtmiştir. Khan ve ark., 2008 [36] tarafından yapılan çalışmada bitkilerin yapraklarında Zn içeriğini *Artemisia vulgaris*'te 38.14 ppm, *Stevia. rebaudiana*'te 47.18 ppm, *Galium aparine*'te 45.00 ppm, *Mucuna pruriens*'te 32.48 ppm, *Withania somnifera*'te 43.01 ppm, *Asparagus*olarak tespit etmişlerdir. Hına ve ark., 2011 [21] Karaçi'nin güney, batı, doğu bölgeleri halk pazarlarından tedarik ettikleri yedi farklı tıbbi bitkide ağır metal çalışmışlar ve en yüksek Zn içeriğini güneyden topladıkları *Glycyrrhiza glabra*'da 418.64µg/g, en düşük Zn içeriğini batıdan topladıkları *Zingibar officinalis*'te 105.53µg/g tespit etmişlerdir. *Thlaspi* ve *Alyssum* cinslerine ait bazı türler ile yaptıkları çalışmada özellikle *Thlaspi caerulescens* bitkisinin çinko biriktirebilen bir metal biriktirici olduğunu ve herhangi bir bitki 100 ppm çinko biriktirebilirken, *Thlaspi caerulescens*'nin 30000 ppm çinkoyu hiç zarar görmeden biriktirebildiğini belirtmişlerdir [37].

Manganez (Mn) Birikimi: Arab ve Donia, 2000 [38] Mısırdaki ihracat değeri olan ve kültürü yapılan 20 farklı tıbbi ve aromatik bitki ile yaptıkları çalışmada farklı yetiştirme dönemlerinde topladıkları bitki materyallerinde en yüksek Mn miktarını 343 µg/g olarak bulmuşlardır. Khan ve ark., 2008 [36] yaptıkları çalışmada bitkilerde Mn oranının *Artemisia vulgaris* L.,'te 52.94 ppm, *Asparagus adscendens* Roxb,'te 9.70 ppm, *Cyamopsis tetragonoloba* L.,'te 1.39 ppm, *Galium aparine* L., 'te 43.16 ppm, *Mucuna pruriens* L., 'te 14.70 ppm, *Stevia rebaudiana* 'te 32.87 ppm, *Withania somnifera* L.,'te 23.77 ppm olduğunu ve inceledikleri tüm bitkilerde manganez içeriğinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Krom (Cr) Birikimi: Hına ve ark., 2011 [21] , Karaçi'nin güney, batı, doğu bölgeleri halk pazarlarından tedarik ettikleri yedi farklı tıbbi bitkide ağır metal çalışmışlar ve en yüksek Cr içeriğini *Viola odorata* (186.75 µg/g) ile *Foeniculum vulgare* Mill (1.61 µg/g) bitkilerinde saptamışlardır. *Cuminum cyminum* L., *Coriandrum sativum* L. ve *Zingibar officinalis* bitkilerinin ise Cr içermediğini belirtmişlerdir. Khan ve ark., 2008, [36], yaptıkları çalışmada Pakistan Peshawar'da doğal

ortamdan topladıkları bitkilerdeki Cr içeriğini *Artemisia vulgaris* L.,'te 4.65 ppm, *Asparagus adscendens* Roxb'te 1.13 ppm, *Cyamopsis tetragonoloba* L.,'te 0.40 ppm, *Galium aparine* L.,'te 5.89 ppm, *Mucuna pruriens* L., 'te 0.27 ppm, *Stevia rebaudiana*'te 1.45 ppm ve *Withania somnifera* L.,'te 1.13 ppm olarak bulmuşlardır.

Nikel (Ni) Birikimi: Khan ve ark., 2008 [36] yaptıkları çalışmada bitkilerde Ni oranını *A. vulgaris* L.,'da 4.35 ppm, *G. aparine* L.,'da 4.16 ppm, *Mucuna pruriens* L.,'da 3.18 ppm, *Cyamopsis tetragonoloba* L.,'da 2.79 ppm, *Withania somnifera* L.,'da 2.64 ppm, *Stevia rebaudiana* L.,'da 2.36 ppm and *Asparagus adscendens* Roxbs L.,'da 0.94 ppm olarak tespit etmişlerdir. Hına ve ark., 2011 [21] Karaçi'nin güney, batı, doğu bölgeleri halk pazarlarından tedarik ettikleri yedi farklı tıbbi bitkide ağır metal çalışmışlar ve en yüksek nikel içeriğini 76.97 µg/g ile *Onosma bracteatum* (doğu bölgesinde) bitkisinde, en düşük nikel konsantrasyonunu ise 0.48 µg/g ile yine doğu bölgesinde *Cuminum cyminum* L. bitkisinde bulmuşlardır.

SONUÇ

Bitkilerden ağır metallerin insanlar tarafından fazla miktarda alınması durumunda, hipertansiyona santral sinir sistemi hastalıklarına, karaciğer, kalp, böbrek ve beyin hastalıklarına, deri döküntüleri, bağırsak ülseri ve kanser gibi çeşitli hastalıklara neden olabilmektedirler. Bu nedenle son zamanlarda bitkilerdeki ağır metal çalışmaları, metallerin bitkiler için yararlılığı, mekanizması ve özellikle toleransı üzerine yoğunlaşmıştır. Bitkisel yaşamda önemli sorunlara neden olan ağır metaller içeren tarım alanlarında başarılı bir şekilde üretim yapabilmek, verimli ve kaliteli ürün elde edebilmek için ağır metallerin bu etkilerinden kaçınılabilecek bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Ancak bu uygulamalar çoğunlukla tek başına yeterli olmayabilir. Tarım topraklarının kirlenmesinin önüne geçmek için kombine tedbirler ihtiyaç vardır. Böyle sorunlu olan veya olabilecek alanlarda uygulanabilecek kombine yöntemlerden birisi, toleranslı bitki tür ve çeşitlerinin kullanımıdır. Her ne kadar metal biriktirme özelliği olan özel türler bulunsun da bu uygulama daha çok tarım alanı kazanmaya ve fitoremediasyon (ağır metallere kirli toprakların bitkilerle temizlenmesi) amaçlıdır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar incelendiğinde; *Vaccinium myrtillus* *Aesculus hippocastanum* L., *Silene vulgaris*, *Calendula officinalis*, *Thlaspi caerulescens*, *Althaea rosea*, *Solanum nigrum* L., *Hypericum amblysepalum*, *Urtica urens*, *Taraxacum officinale*, *Mentha* sp., *Onosma bracteatum*, *Plantago lanceolata* gibi şifalı bitkilerin toksik ağır metalleri bünyelerinde yüksek miktarda biriktirebildiklerini ve aynı şartlarda yetiştirilen diğer bitkilerden daha başarılı bir şekilde fitoremediasyona katılabilecekleri saptanmıştır [35,37,39]. Ayrıca son zamanlarda yapılan çalışmalarda tıbbi ve aromatik bitkilerin biriktirdikleri ağır metallerin sekonder metabolitlerinin miktarını ve içeriğini olumsuz yönde etkilemediği bildirildiğinden fitoremediasyon sonucunda hasat edilen bitkilerin değerlendirilmesi açısından önemli olacaktır [40]. Ağır metallere dayanıklı bitki türlerinin belirlenmesi, dayanıklılık mekanizmalarının aydınlatılması, ağır metal biriktiren bitkiler kullanarak doğanın temizlenmesi ve ağır metallerin geri kazanımı yönündeki araştırmalar; özellikle insanların neden olduğu, henüz tehlikeli boyutlara ulaşmamış ağır metal kirlenmesinin, ileride tüm canlılar için büyük bir sorun haline gelmesini önlemede önemli rol oynayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Niess DH.,1999. Microbial heavy-metal resistance. *Applied Microbiol. Biotech.* 51:730-750.
- [2] Benavides, M. P.; Gallego S. M.; Tomaro M. L., 2005. Toxic Metals In Plants Cadmium Toxicity In Plants Toxicidade De Cádmi Em Plantas Braz. *J. Plant Physiol.* vol.17 no.1 Londrina Jan./Mar. 2005
- [3] Harrison, R.M., Laxen, D.P.H., 1980. Lead Pollution Causes And Control, Chapman And Hall Ltd, (1980), London.
- [4] Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Pres International, San Diego, CA, USA
- [5] Kabata-Pendias A., Dudka, S., 1991. Trace Metal Contents Of Taraxacum Officinale (Dandelion) As A Convenient Environmental Indicator. *Environ. Geochem. And Health.* 13(2):108-113
- [6] McGrath, S.P., Smith, S., 1990. Chromium And Nickel In Heavy Metals In Soils. In B.J. Alloway (Ed.), Blackie, Glasgow, Pp.125.
- [7] Kabata-Pendias, A., Pendias, H. 1991. Trace Elements In Soils And Plants. 2nd Edn. CRC Press, Boca Ratón, FL.
- [8] Jones, C. H. P., Clement, C. R., Happer, M. J. 1973. Lead Uptake From Solition By Perennial Ryegrass And Its Transport From Roots To Shoots. *Plant Soil*, 38, 403-414.
- [9] Neil, P.O. 1993. Minor Element and Environmental Problems. *Envir. Chem.* 2nd ed.Organizaton.
- [10] Evaluation Of Certain Food Additives And Contaminants. WHO Technical Report Series 776, Geneva: World Health.
- [11] Stancheva, M., Rangel-Buitrago, N., Anfuso, G., Palazov, A., Stanchev, H. and Correa, I., 2011. Expanding level of coastal armouring: case studies from different countries. *Journal of Coastal Research*, SI 64 (Proceedings of the 11th International Coastal Symposium), Szczecin, Poland, ISSN 0749-0208.
- [12] Türkan, İ., Gemici, Y., Seçmen, Ö., Öztürk, M.A., 1984. İzmir'in Bazı Kirlili Alanlarındaki Vegetasyon Üzerinde Araştırmalar. Tübitak Ulusal Çevre Sempozyumu Tebliğ Metinleri., s: 290-300. Ankara
- [13] Foner, H.A., 1987. Traffic Lead Pollution Of Some Edible Crops In Israel. *The Science Of The Total Environment.* 59:309-315 Hina B, Rizwani, GH., Naseem, S., 2011. Determination Of Toxic Metals In Some Herbal Drugs Through Atomic Absorption Spectroscopy. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 24(3): 353-358.
- [14] Madany, I.M., Mahmood, G.A., Akhter, S., 1990. Assesment Of Lead In Roadside Vegetation in Bahrain., *Environ. International.* 16:123-126
- [15] Sovljanski, R., Obradovic, S., Kisgeci, J., Lazie, S., Macko, V. 1989. Heavy Metals Contents and Quality of Hop Cones Treated by Pesticides During The Vegetation. *Acta Hort.* 249, 81-88.
- [16] İnel, Y., Sebüktekin, H., Kurt, H., 1977. Otoyol Boyunca Kurşun, Çinko Ve Kadmiyum Birikimi. Tübitak VI. Bilim Kongresi Çevre Araştırmaları. 51-57, Ankara
- [17] Lagerwerf, J.V., 1971. Uptake of Cambiyum, Lead and Zinc by Radish From Soil and A ir. *Soil Scie.*, 111:129-133.
- [18] Zheljzkov, V.D., Nielsen, N. E. 1993. Studies On The Effect Of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Mn, Zn And Fe) Upon The Growth, Productivity And Quality Of Lavander (*Lavandula Vera* D. C.) Production. A Paper Presented At The 24th International Symposium On Essential Oils, July 20-23, Berlin. *J. Essential Oil Res.*
- [19] Dang R., Das, K., Hegde, L., 2000. Assessment Of Heavy Metals In Dried Stevia Leaves By Atomic Absorption Spectrophotometer Grown Under Various Soil Conditions. *Medicinal And Aromatic Plants In Generating Of New Values In 21st Century*” Volume 18 .
- [20] Baranowska, I.; Srogi, K.; Wlochowicz, A.; Szczepanik, K.: “Determination of Heavy Metal Contents in Samples of Medicinal Herbs”, *Polish J. Of Environ. Studies*, 11 (2002) 467-471.
- [21] Hina B., Rizwani G. H., Shareef, H., and Ahmed, M., 2012. Atomic absorption spectroscopic analysis of some Pakistani herbal medicinal products used in respiratory tract infections. *Pak. J. Pharm. Sci.*, Vol.25, No.1, January 2012, pp.247-253 247
- [22] Caldas E.D., Machado L.L., 2004. Cadmium, Mercury and Lead in Medicinal herbs in Brazil. *Food and Chemical Toxicology* 42 : 599-603.
- [23] Dwivedi SK, Dey S. 2002. Medicinal Herbs: A Potential Source Of Toxic Metal Exposure For Man And Animals In India. *Arch Environ Health.* 57 : 229-31.
- [24] Anonim 2012. <http://www.nobel.web.tr/default.asp?isle m=dergi&islemx=ozet&d=2948> Nuray Ergün Hikmet Yolcu Sema Karanlık Elif Dikkayaamanoslar'da (Hatay) Yetişen Bazı Bitki Türlerinde Ağır Metal Birikimi Ve Mineral İçerik Üzerine Bir Çalışma
- [25] Liu, Jn., Zhou, QX., Sun, T., Ma, LQ., Wang, S., 2008. Growth responses of three ornamental plants to Cd and Cd-Pb stress and their metal accumulation characteristics *Journal of Hazardous Materials* 151 (2008) 261-267
- [26] Kozanecka.T.; Chojnicki, J.; Kwasowski, W., 2002. Content of Heavy Metals in Plsnt from Pollution-Free Regions”, *Polish J. of Environ. Studies*, 11 ; 395-399.
- [27] Chardonnens, A. N., 1998. Bookum, W.M.; Kujiper, L.D.J.; Verkleij, J.A.C.; Emst, W.H.O.: “Disribution of Cadmium in Leaves of Cadmium Tolerant and Sensitive Ecotypes of *Silene vulgaris*”, *Phsiologia Plantarum*, 104 (1998) 75.
- [28] Bingöl, M.Ü., 1992. Ankara Cadde ağaçlarından *Aesculus hippocastanum* L.'da Kurşun (Pb) Bıkrımı. Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 62 s. Ankara
- [29] Özgörücü, B., Türkan, İ., 1985. İzmir ili çevre yolları kenarında yetişen tütün (*Nicotiana tabacum* L.)'lerde kurşun kirlenmesinin araştırılması., Milli Tütün Komitesi. Bilimsel Araştırma Alt Komitesi 5. Toplantısı'nda sunulan bildiriler. S:67-75, İstanbul.
- [30] Karademir, M., Toker, C., 1998. Ankara'nın Bazı Kavşaklarında Yetişen Çim Bitkilerinde Egzoz Gazlarından Gelen Kurşun Birikimi Ekoloji yayın dergisi Ocak-Şubat-Mart 1998 Sayı: 26
- [31] Khan IA, Allgood J, Kutbay, H.G., Kılınç, M., 1991. Heavy Metal Pollution In Plants Growing Along Motor Roads. “Urban Ecology”., Ege University Pres. P:62-65, İzmir-Türkiye
- [32] Wang QR, Cui YS, Liu XM, Dong YT, Christie P, 2003. Soil Contamination And Plant Uptake Of Heavy Metals At Polluted Sites In China. *J. Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ.* 38 : 823-38.
- [33] Valtcho D, Zheljzkov And Philip R. Warman, 2003. Source-Separated Municipal Solid Waste Compost Application To Swiss Chard And Basil. *Heavy Metals In The Environment. Technical Report.*
- [34] Maiga A, Diallo D, Bye R, Paulsen BS. 2005. Determination of Some Toxic and Essential Metal Ions in

Medicinal and Edible Plants From Mali. J.Agric Food Chem. 53 : 2316-21.

[35] Boric Šaćiragić, S.,2011. Medicinal Plant Of *Plantago Lanceolata* L. As A Bioindicator Of Soil Contamination By Heavy Metals (Pb, Cd and Zn). Medicinal And Aromatic Plants In Generating Of New Values In 21st Century” Volume 18 International Conference "Medicinal And Aromatic Plants In Generating Of New Values In 21st Century" Sarajevo, 9-12 November, 2011

[36] Khan SA, Khan L, Hussain I, Marwat KB and Akhtar N 2008. Profile of heavy metals in selected medicinal plants. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 14(1-2): 101-110.

[37] Brown, E.J., Beal, P.A., Keith, C.T., Chen, J., Shin, T.B., and Schreiber, S.L. (1995). *Nature* 377, 441–446.

[38] Arab, A.A.K., Donia, M.A., 2000. Heavy Metals in Egyptian Spices and Medicinal Plants and the Effect of Processing on Their Levels. *J. Agric. Food Chem.* 48 : 2300-2304.

[39] Krämer, U. 2005. Phytoremediation: Novel Approaches to Cleaning Up Polluted Soils Current Opinions in *Biotechnology*, 16 : 133-141.

[40] Zheljaskov, V.D., Nielsen, N. E. 1996. Effect Of Heavy Metals On Peppermint And Corrmint. *Plant And Soil.* 178 : 59-66,1996.