

## LABADA (*Rumexpatientia*L.) BİTKİSİNİN KURŞUN KİRLİLİĞİNİN GİDERİMİNDE KULLANIM KAPASİTESİNİN ARAŞTIRILMASI\*

Sevinç ADILOĞLU<sup>1</sup>, Aydın ADILOĞLU<sup>1</sup>, FundaERYILMAZ AÇIKGÖZ<sup>2</sup>, Tuba YENİARAS<sup>1</sup>, Yusuf SOLMAZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ, Türkiye  
<sup>2</sup> Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

E-posta: [sadiloglu@hotmail.com](mailto:sadiloglu@hotmail.com)

### ÖZET

Bu araştırmada kurşun ile kirlenmiş tarım arazilerinin fitoremediasyon yönteminde kurşun kirliliğinin giderimi için labada bitkisi yetiştirilerek ıslahı araştırılmıştır. Bu amaçla Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında saksı denemesi yapılmıştır. Kirletici olarak saksılara 100 ppm Pb olacak şekilde  $Pb(NO_3)_2$  uygulanmıştır. Bu kirleticilerin labada bitkisi tarafından alınmasını artırmak için saksılara çiçeklenme başlangıcında 0, 5, 10, 15 mmol/kg dozlarında EDTA uygulanmıştır. Bitkiler 2 aylık gelişim periyodu sonunda hasat edilmiştir. Saksı denemesinden elde edilen bulgulara göre, EDTA'nın artan dozları labada bitkisinin kök ve gövde aksamının Pb içeriklerini artırmıştır. Söz konusu bu artışlar istatistiksel olarak değerlendirmeye tabi tutulup kök bölgesinde % 1 düzeyinde önemli bulunmasına karşın bitki gövdesinde önemsiz bulunmuştur. Bu çalışma ile kurşun ağır metali ile kirlenmiş tarım arazilerinin fitoremediasyon yöntemi ile ıslah edilip edilmeyeceği ortaya konulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Fitoremediasyon, Kurşun, Kirlilik, Labada (*Rumexpatientia*L.)

### AN INVESTIGATION OF DOCKPLANT (*Rumexpatientia*L.) USING CAPACITY IN REMOVAL OF LEAD POLLUTION

### ABSTRACT

The aim of this research was to remediate the heavy metal (Pb) pollution in agriculture areas with dock (*Rumexpatientia*L.) plant in a pot experiment, greenhouse conditions. For this purpose, a pot experiment was done Namık Kemal University, lead (100 mg/kg Pb) as  $Pb(NO_3)_2$  forms were applied each pots. Then EDTA chelate was applied each pots four doses (0, 5, 10 and 15 mmol/kg) in blossom time to plants. The plants were harvested after two months planting. According to the pot experiment results, Pb contents of root and shoot of plants increased with increasing EDTA application to the plants. These increases were found significant statistically at the level of 1 %. According to the this experiment results, some heavy metal pollution (Pb) can be remediated with phytoremediation method in Tekirdağ province soils.

**Key words:** Phytoremediation, Lead, Pollution, Dock (*Rumexpatientia*L.)

### 1. Giriş

Toprak, tarımcılar için bitki tohumlarının çimlendiği, çimlenen bitkinin beslenmesi için gerekli besin elementlerini, su ve havayı kapsayan ve içinde makro ve mikro canlıları bulunduran ve birbirlerinden farklı katmanlardan kurulu canlı, dinamik ve üç boyutlu bir ortamdır. Diğer yandan tarım alanı olarak kullanılan topraklar birçok nedenden dolayı dünyada ki karaların çok az miktarını oluştururlar. Bu nedenler arasında özellikle kirlilik, erozyon, çöl, çoraklık, kentleşme, endüstriyel yapılar, yollar, havaalanları gibi amaç dışı arazi kullanımları sayılabilir. Bunun sonucunda da kirlilik ve bulaşma ile kullanılamayacak hale getirilen tarım arazileridir.

\*Bu araştırma NKUBAP.00.24.AR.14.03 nolu proje ile desteklenmiştir.

Birim alandan en yüksek tarım ürünü almak amacıyla kullanılan kimyasal gübreler, pestisidler, toprak düzenleyiciler vb kullanılması yanı sıra atık çamurların tarım arazilerinde kullanılması, kirletilen suların arıtılma yapılmadan kullanılması, rüzgar yolu ile birçok kirletici ile tarım arazileri kirletilmektedir. Bu sebeple birinci sınıf tarım arazilerinin sınırları giderek azalmaktadır.

Toprak kirliliği incelenirken toprakların alan olarak arttırılamayacağı ve yerine başka bir varlığın konulmasının mümkün olamayacağı hiçbir zaman unutulmamalı ve unutturulmamalıdır. Diğer yandan kirlilik etmeninin bulaştığı bir toprağın pratik olarak temizlenmesi mümkün değildir. Kirletilen tarım arazilerinin doğal ortamın diğer parametrelerine oranla kirlilik gideriminin çok daha zor olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

Fitoremediasyon; "phyto" ve "remediation" kelimelerinin bir araya gelmesi ile oluşmuştur (Vanlı, 2007). Diğer bir ifade ile bitki ve ışlah kelimelerinden meydana gelmiştir. 1991 yılında da terminolojide yerini almıştır. Türkçe de "Yeşil ışlah" olarak yer alan fitoremediasyon tarım alanlarının farklı bitkiler kullanılarak kirlenen alanların temizlenmesinde kullanılan doğal bir yöntemdir.

Fitoremediasyon yöntemi, hem ekonomik hem de ekolojik bir yöntem olması, uygulama esnasında özel bir araç kullanımına ihtiyaç duyulmadan ve bu yöntemin kullanıldığı alanlarda tarım yapılabilmesi veya farklı bir amaca yönelik kullanılabilmesi önemli avantajlarındandır. Sistemin etkinliğinde kök derinlikleri ve iklim koşulları önemli rol oynamaktadır. Kirleticilerin bitkiler tarafından temizlenebilmesi için öncelikle arazinin bitkinin yetişebilmesi için gerekli şartlara sahip olması gerekmektedir. Bitki besin elementleri ve elementlerin bitkiler tarafından alınabileceği ortamın pH düzeylerinin genel olarak 5,8-6,5 arasında olması gerekmektedir (Vanlı, 2007).

Bitkisel ışlah, metalleri ve radyoaktif elementleri alınabilir kimyasal formlara dönüştürerek bitki tarafından alınmasını sağlar. Halk sağlığı ve evre sağlığı için kirleticinin en zararsız halidir. Farklı yöntemlerle karşılaştırıldığında, maliyet düşüklüğü bu yöntemin üstün yönlerindedir. Genellikle yeşil ışlahtan tarım alanlarında ve farklı amaçlar doğrultusunda yetiştirilecek bitki türleri için daha verimli bir toprak ortamı oluşturulmaktadır (Köseoğlu, 2007).

Bu yöntemin doğal ve ucuz bir yöntem olmasının yanında, kirlilik düzeyi düşük arazilerde kısa zamanda sonuç alınırken, kirlilik düzeyi yüksek olan arazilerde ise uzun sürede sonuç vermektedir. Bu özelliği ile yöntemin en olumsuz yönünü oluşturmaktadır. (EPA, 2000; Yıldız, 2008). Metal hiperakmlatrler olarak ifade edilen ve doğada kendiliğinden yetişen bitkiler, kültüre alınan bitkilerle karşılaştırıldığında 10 ile 500 kez daha yüksek seviyede kirlilik etmenini bünyesinde biriktirebilmektedir (Ow, 1996).

Araştırmada bahsi geçen kurşun özellikle kurşun işleyen ak, matbaa ve çinko-kurşun fabrikalarından çevreye yayılan bir element olup maruz kalındığında zehirlenmeye neden olarak merkezi sinir sistemini bozmakta ve besinlerin emilimini azaltmaktadır. İçme suyunda kurşunun sınır değerı Dünya Sağlık rgt (WHO) tarafından 0,05 mg/L olarak belirlenmiştir. Kurşun, günümüzde ak, petrol-boya sanayi, pil, seramik, porselen, kauçuk sanayi, benzin katkı maddesi, oyuncak yapımı, matbaacılık, cam ve insektisit sanayi ile boru ve kapların parlatılması alanlarında kullanılmaktadır (Beliles, 1975; Klassen ve ark., 1986; Karatepe, 2006).

Çalışmada kullanılacak labada bitkisi Gncan (1979)'a göre bahçelerde, yamaçlarda, tarlalarda, sulama kanalı, gl kenarlarında, yol kenarlarında ve çayırlarda yetişen ve 60-120 cm boyunda bir gövdeye sahiptir. Gövdenin alt yaprakları geniş ve büyük olup, orta yapraklar geniş ve uçları ktleşmiş ve hafif kıvrıkcıdır. Kök kazık formunda olup 30 cm' den daha fazla derine gitmektedir. Labada bir vejetasyon döneminde iki defa tohum bağlamaktadır. Birincisi Mayıs-Haziran ikincisi de Ekim ayına denk gelmektedir. Toprak istekleri açısında kiree fakir alanları tercih etmektedir.

Yapılması planlanan bu araştırma ile birlikte bölge topraklarında özellikle sanayi kökenli olarak her geçen gün artan tarım topraklarındaki ağır metal kirliliğinin giderilmesi için fitoremediasyon yönteminin kullanılabilirliği incelenecektir. Söz konusu bu yöntem kirlenmiş tarım topraklarının ışlahında yeni, çevreci ve ucuz olması bakımından önemlidir.

## 2. Yöntem ve Gereçler

Deneme Mayıs - Ağustos 2014 tarihleri arasında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarlarında "şansa Bağlı Tam Bloklar" deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Denemede;  $(Pb(NO_3)_2 \times 4 \text{ şelat dozu (EDTA) (0, 5, 10, 15 mmol/kg) \times 3 \text{ tekerrür} + 3 \text{ kontrol yer almıştır. Bu araştırmada; bitki materyali olarak labada (RumexpatientiaL.) bitkisi kullanılmıştır. Bitki tohumlarının direkt olarak saksılara ekimi yapılmıştır. imlenmeden sonra her saksı da üç adet bitki kalacak şekilde seyreletme yapılmıştır.$

Ekim yapılmadan önce bitkiler için gerekli olan N, P ve K ihtiyaçları toprakta bulunan elverişli miktarları dikkate alınarak azot kaynağı olarak amonyum nitrat, fosfor kaynağı olarak ise triplesüperfosfat gübresi ve potasyum kaynağı olarak ise gerektiğinde potasyum sülfat gübreleri saksılara ekimle birlikte toprağa uygulanmıştır.

Uygulanan kirleticinin toprakta doğal koşullarda kirlilik unsuru yaratması ve kirleticilerin toprak tarafından absorpsiyonu için 30 gün süreyle bekletildikten sonra kirletici uygulanan saksılardan toprak örneği alınarak ekstrakte edilebilir Pb analizleri yapılmıştır. İnkübasyon süresini takiben saksılara labada tohumlarının ekimi yapılmıştır. Daha sonra bitkilere ağır metal alımını etkinleştirmek için yukarıda açıklanan dozlarda EDTA uygulamaları yapılmıştır. Araştırmadakimetalin toprakta çözünürlüğünü artırmak amacıyla EDTA (Etilen DiaminTetraasetik Asit) kullanılmıştır. Fitoremediasyon yönteminde kullanılan şelatlar, metallerin toprak içerisindeki hareketlerini arttırmak ve bitki bünyesi tarafından alınmasını kolaylaştırmak amacıyla uygulanan kompleks yapıcı bileşiklerdir (Nowack ve ark. 2001). Şelatlar üç bileşenden oluşur. Bunlar şelat tarafından kapsanan metal, şelat maddesi (EDTA, DTPA, EDDHA, amino-asit, humik asit, fulvik asit) ve ek iyondur ( $Na^+$  ya da  $NH_4^+$ ). Şelatlar kapsadıkları metali bitkininkullanımına sunarlar fakat kendileri genellikle bitkiye girmezler (Hovsepyan ve Greipsson, 2005).

Labada bitkisinin (*RumexpatientiaL.*) tohumları 60 günlük gelişim döneminden sonra hasat edilecek ve gerekli analizler için NABİLTEM laboratuvarına gerekli analizlerin yapılması için gönderilmiştir. NABİLTEM laboratuvarına gönderilen bitkiler, mikrodalga ile ekstrakte edilerek daha sonra ICP-OES (Inductively Couple Plasma Spectrophotometer) cihazı ile gerekli elementel analizler yapılmıştır (Sağlam, 2012).

Toprakta gerekli analizlerin yapılması için, 2 mm'lik elekten elenerek analiz aşamasına geçilmiştir. Toprak örneğinin pH'sı (Jackson, 1967),  $CaCO_3$  içeriği ve elektriksel iletkenlik (EC) 1/2 5 toprak/su karışımında (Sağlam, 2012), organik madde modifiye Walkey-Black metoduna göre (Kacar, 1995) belirlenmiştir. Ekstrakte edilebilir fosfor (Olsen, 1982), değişebilir K analizi (Kacar, 1995) ve alınabilir Fe, Zn, Cu ve Mn analizleri DTPA metoduna göre (Lindsay ve Norwell, 1978) yapılmıştır. Denemeye ait toprak örneklerindetekstür analizi (Bouyoucos, 1955), % kum, kil ve silt fraksiyonları hidrometre yöntemi ile analiz edilmiştir.

## 2.1. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde, varyans analizleri (MSTAT 3.00/EM) istatistik paket programında yapılmış ortalamalar arasındaki farklılıklar % 1 ve % 5 önemlilik seviyesinde LSD testine göre belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987)..

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Deneme Toprağı Örneğinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Araştırma toprağında yapılan analizlerden elde edilen kimi fiziksel ve kimyasal özelliklere ait değerler Çizelge 1'de sunulmuştur.

**Çizelge 1.** Yetiştirme ortamının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

pH	7.95
ECx 10 <sup>6</sup>	0.011
Tekstür Sınıfı	Kil
Org. Mad. (%)	0.14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	12.50
K <sub>2</sub> O (ppm)	497.03
Kireç, %	6.03
Fe (ppm)	6.402
Zn (ppm)	1.524
Cu (ppm)	1.510
Mn (ppm)	15.396

Çizelge 1' de görüldüğü üzere deneme toprağı; killi tekstürde, organik madde miktarı çok az ve hafif alkalipHözelliğindedir. Herhangi bir tuzluluk sorunu bulunmayan deneme toprağının kireç içeriği ortakireçli olarak bulunmuştur. Özellikle deneme konusu olan ağır metallerin (Pb) eser düzeylerde olduğu belirlenmiştir.

### 3.2. Kurşun (Pb) ile Kirletilen Saksılarda Yetiştirilen Labada Bitkisine EDTA Uygulamalarının Bitkinin Kök ve Gövde Aksamaları Tarafından Alınan Pb Elementi Konsantrasyonu Üzerine Etkisi

Araştırmada saksılara uygulanan her biri 100 mg/kg Pb kirleticilerinin ilgili saksıda yetiştirilen labada bitkisinin söz konusu bu ağır metallerin alımını artırması için kullanılan artan miktarlardaki EDTA dozları uygulamalarının bitkinin kök ve gövde aksamlarındaki ağır metal içerikleri üzerine olan etkileri Çizelge 2'de açıklanmıştır.

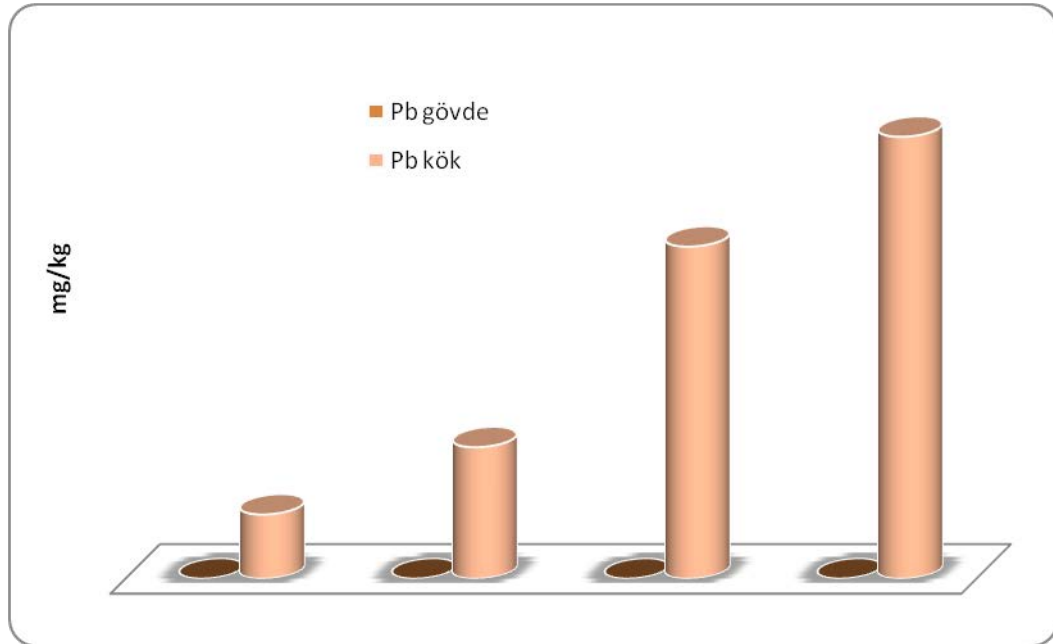
**Çizelge 2.** Labada bitkisine uygulanan EDTA şelatının bitkinin yaprak ve gövde aksamlarına ait ağır metal (Pb) içeriklerinin ortalama değerleri (mg/kg) ve önemlilik grupları \*

EDTA Dozları	Kurşun (Pb)	
	Yaprak	Kök
0 mmol/kg	0.080	31.977d
5 mmol/kg	0.223	65.487c
10 mmol/kg	0.213	165.407b
15 mmol/kg	0.457	220.130a
LSD <sub>(P≤0.05)</sub>	-	2.092

\*: değerler üç tekerrür ortalamasıdır ve her bir ağır metal bitkinin kök ve gövde aksamında ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Bitkiler tarafından elementlerin alınabilirliği üzerinde toprakta bulunan besin elementlerinin gerek fizikokimyasal durumu ve gerekse bitki metabolizması ile bitki kök ilişkilerini içine alan birçok faktörler etkindir. Genel olarak bitkinin besin elementi alım sistemleri, toprağın bu elementi bulundurma kapasitesine ve toprak çözeltisindeki çözünürlüğüne bağlı olarak değişir. Elementler, toprakta hareketlenmelerini takiben bitkinin kök hücreleri tarafından tutulur. Önce hücre duvarına bağlanan elementler, daha sonra taşıyıcı sistemler ve hücre içi bağlanma bölgeleri ile düzenlenerek plazma membrandan geçerek hücreye ulaşması sağlanır. İyonlarının alımı ise kanal proteinleri ve/veya taşıyıcı proteinler tarafından sağlanır (Clemens ve ark., 2002; Karaman ve ark., 2012).

Çizelge 2. incelendiğinde kurşun ağır metali ile kirletilen saksılarda, artan dozlarda uygulanan EDTA şelatının ağır metallerin çözünürlüğünü artırması sonucunda Labada bitkisinin (*RumexpatientiaL.*) topraküstü aksam ve kök bölgesinde en düşük kurşun içeriği birinci doz (0 mmol/kg EDTA) da topraküstü aksamda 0.080mg/kg ve kök aksamında 31.977mg/kg olduğu görülmüştür. Diğer yandan en yüksek kurşun içeriği ise dördüncü doz (15 mmol/kg EDTA) uygulanan saksılarda topraküstü aksamda 0.457mg/kg iken bitki kök aksamında 220.130mg/kg olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Kurşun ağır metali Çizelge 2.'den görüldüğü üzere, kurşun ağır metali ile kirletilen saksılarda şelat verilen ve verilmeyen saksılarda özellikle Labada bitkisinin (*RumexpatientiaL.*) topraküstü aksamında istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bitki kök bölgesinde ise artan dozlarda verilen şelatın toprak çözeltisindeki aktif hale getirdiği kurşun ağır metalinin dozların artması ile birlikte artan oranda bitki kök bölgesinde biriktiği belirlenmiştir. Bitki kök aksamı önemlilik grupları incelendiğinde her bir dozun farklı grup içerisinde yer aldığı görülmektedir. Bu duruma sebep olarak, EDTA uygulamalarının söz konusu ağır metalin topraktaki çözünürlüğünü artırmış olması gösterilebilir.



Şekil 1. EDTA dozlarının Labada bitkisindeki Kurşun içerikleri üzerine etkisi

Luo ve ark (2006) tarafından yapılan bir çalışmada kirletici olarak Cu, Zn, Pb ve Cd ağır metalleri kullanılmış ve mısır bitkisi ile bir deneme kurulmuştur. Araştırmacılar yaptıkları denemenin sonunda, EDTA uygulamalarının mısır bitkisinin topraktan Pb alımını ve Pb' nun köklerden gövdeye doğru geçişini artırdığını bulmuşlardır. Bu araştırmanın bulguları Luo ve ark (2006)' nin sonuçları ile paralellik taşımaktadır.

### 3.3. Araştırma Sonuçlarına göre Pb Ağır metallerine ait Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçlarına göre, Çizelge 3 incelendiğinde, EDTA dozlarının Labada bitkisinin (*RumexpatientiaL.*) topraküstü aksamda toprakta bulunan kurşun ağır metallerin çözünürlüğü ve bitki tarafından alınabilirliği üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz, kökteki ise Pb ağır metalinin çözünürlüğü ve bitkiler tarafından alınabilirliği üzerine etkisinin ise istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.** Deneme sonuçlarına göre Kurşun (Pb) elementi ile kirletilmiş saksılardaki labada bitkisinin kök ve gövde aksamalarına ait varyans analiz sonuçları.

VK	SD	Labada gövde			Labada kök		
		K.Top.	K.Ort.	F Değeri	K. Top.	K. Ort.	F Değeri
Genel	11	0.77	0.070		68425.90	6220.53	
EDTA dozları	3	0.220	0.073	1.066ns	68416.02	22805.34	18479.33**
Hata	8	0.55	0.06		9.87	1.23	

\*\* :  $P \leq 0.01$  düzeyinde çok önemli, \* :  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli, ns: önemsiz VK: Varyasyon kaynağı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, KT: Kareler toplamı.

#### 4. Sonuç

Tarım topraklarında ağır metal kirliliği, son yıllarda bu konuda çalışan bilim insanlarının dikkatinin üzerinde yoğunlaştığı son derece önemli bir çevre sorunudur. Tarım topraklarında her geçen gün artan ağır metal kirliliği sorunu, çok büyük ölçekteki tarım alanlarını tarımsal açıdan verimsizleştirdiği gibi yaban hayatı ve insan yaşamı üzerinde de önemli derecede tehlikeli ve zararlı olabilmektedir. Günümüzde insanlar bu sorunun üzerine acil olarak ve etkin bir biçimde gidilmesi gerektiğinin farkına varmışlardır. Ancak, klasik ve geleneksel fiziksel ve kimyasal yöntemler ile bu sorunun çözümü çok büyük parasal kaynakları gerektirmekte olup, özellikle ülkemizde üretim yapan önemli sanayi kuruluşları ağır ekonomik şartlar nedeniyle bu sorunun çözümünü sürekli olarak ertelemektedirler.

Fitoremediasyon yöntemi ile ağır metaller ile kirlenmiş tarım topraklarının iyileştirilmesi yöntemi özellikle son yıllarda dünyada bu konuda ileri gitmiş ülkeler tarafından başarı ile kullanılmaktadır.

Sonuç olarak Trakya Bölgesi tarım topraklarında kirliliğe sebep olan ve özellikle sanayi kökenli insan aktivitelerine bağlı olarak topraklara bulaşan Cr, Cd ve Pb gibi bazı ağır metallerin topraktan klasik fizikokimyasal yöntemlerin kullanılması ile birlikte temizlenmesi pahalı ve kullanımı oldukça sınırlı tekniklerdir. Bu nedenle toprakta hareket yeteneği düşük olan bazı ağır metallerin (Cr, Cd ve Pb) topraktaki hareket yeteneklerini EDTA gibi bazı şelatörler yarımı ile artırarak doğal yollardan topraktan uzaklaştırılmasını sağlayan, uygulaması kolay ve maliyeti düşük olan ancak ağır metallerin topraktaki konsantrasyon ve çeşidine bağlı olarak değişen farklı hiperakümülatör bitkiler (örneğin labada bitkisi) yardımıyla uzaklaştırılması Trakya Bölgesi tarım topraklarında her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır.

#### Kaynaklar

- Beliles R.P., 1975. Metals in Toxicology, *The Basic Science of Poisons*, L. J. Casarett and J. Dull (Eds.), MacmillanPubl. Co, Inc., New York .
- Bouyoucos G. J., 1955. A Recalibration of thehydrometermethodformakingmechanicalanalysis of the soils. *Agronomy Journal*, 4(9): 434.
- Clemens S., Palmgren M.G. and Kraemer U., 2002.A Long way ahead:understanding and engineering plant metal accumulation. *Trends in Plant Science* 7: 309–315.
- Düzgüneş O., Kesici T., Kavuncu O. ve Gürbüz F., 1987. Araştırma ve deneme metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yay.: 1021. Ders Kitabı. 295s
- EPA (Environmental ProtectionAgency),2000. Introductiontophytoremediation, EPA/600/R-99/107, National risk managementresearchlaboratoryoffice of research and development U.S. Environmental ProtectionAgencyCincinnati, Ohio 45268, USA.
- Günçan A., 1979. Küt yapraklı labadanın biyolojisi ve fındık bahçelerinde mücadele imkanları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 558, Ziraat Fakültesi Yayınları No 251, Araştırma Serisi 166, Atatürk Üniversitesi Basım Evi, Erzurum.
- Hovsepian A. and Greipsson S,2005. EDTA enhancedphytoremediation of lead-contaminated soil by corn,*Journal of PlantNutrition*, 28 (11): 2037-2048.
- Jackson M.C., 1967. Soilchemicalanalysis. PrenticeHall of IndiaPrivate'Limited, New Delhi.
- Kacar B., 1995. Bitki ve Toprağın kimyasal analizleri: III. Toprak analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Eğit.,Araşt. ve Gel. Vakfı Yay. No: 3, Ankara

- Karaman M.R., Adiloğlu A., Brohi R., Güneş A., İnal A., Kaplan M., Katkat V., Korkmaz A., Okur N., Ortaş İ., Saltalı K., Taban S., Turan M., Tüfenkçi Ş., Eraslan F. ve Zengin M., 2012. Bitki besleme. ISBN 978-605-87103-2-0 Dumat Ofset, Matbacılık San. Tic. Ltd. Şti., Ankara.
- Karatepe A., 2006. Chromosorb-150 reçinesi ve mebran filtre kullanılarak bazı eser elementlerin zenginleştirilmesi ve türlemesi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Kayseri.
- Klassen C.D., Amdur M.O. and Doull J., 1986. Toxicology. 3<sup>th</sup> Ed. Macmillian Publishing Company, New York, USA.
- Köseoğlu C., 2007. Atık çamurun iyileştirilebilmesi için phytoremediation'ın kullanım olanaklarının araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Lindsay W.L. and Norvell W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
- Luo C, Shen Z, Lou L, Lix L., 2006. EDDS and EDTA-enhanced phytoextraction of metals from artificially contaminated soil and residual effects of chelant compounds. Environmental Pollution., 144: 862-871.
- Nowack B, Kari F.G. and Krüger H.G., 2001. The mobilization of metals from iron oxides and sediments by metal-EDTA complexes. Water, Air and Soil Pollution 125: 243-257.
- Olsen S.R. and Sommers L.E., 1982. Phosphorus. pp, 403-427. Methods of soil analysis. Part II. Chemical and microbiological properties. In: (Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney eds.). 2nd Ed., ASA SSSA Publisher, Agronomy. No: 9 Madison, Wisconsin, USA.
- Ow D.W., 1996. Heavy metal tolerance genes: prospective tools for bioremediation resources, Conservation Recycling, 18: 135-149.
- Sağlam M.T., 2012. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi, Yayın No: 2, Tekirdağ.
- Vanlı Ö., 2007. Pb, Cd, B elementlerinin topraklardan şelat destekli fitoremediasyon yöntemiyle giderilmesi. İTÜ, Fen Bil. Enst. Çevre Müh. ABD, Yüksek Lisans Tezi
- Yıldız S., 2008. Nişasta sanayi atıksularının bitkisel iyileştirilme (fitoremediasyon) kapasitesine mikorizal simbiyozun etkilerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.