

## Karayolu Kenarlarındaki Tarım Arazilerindeki Topraklarda Ekstrakte Edilebilir Kobalt (Co) İçerikleri

Sevinç ADILOĞLU, M.Turgut SAĞLAM

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ.  
e-posta: sadiloglu@hotmail.com

Geliş Tarihi: 11.11.2014; Kabul Tarihi: 19.08.2015

### Özet

Son yıllarda kirlilik dünyada ve ülkemizde önemli bir sorundur. Ekosistem içerisinde yer alan toprak kirliliğinde ilk sıralarda ağır metal kirliliği yer almaktadır. Bu çalışmada Tekirdağ ili otoban kenarlarındaki tarım alanlarındaki kobalt kirliliği araştırılmıştır. Bu amaçla il sınırları içerisindeki karayolu kenarlarındaki tarım topraklarından yolun her iki yanından 25 adet olmak üzere 50 toprak örneği alınmış ve ekstrakte edilebilir kobalt içerikleri saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre toprakların kobalt içerikleri 0,008-0,587 mg kg<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Söz konusu bu bulgular kirlilik sınır değerleri ile karşılaştırıldığında araştırma alanlarında kobalt kirliliği görülmüştür. Bu kirlilik kobalt için % 52 olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgulara göre araştırma topraklarında kobalt kirliliğinin giderilmesi için fitoremediasyon yöntemi ile toprakların ıslah edilmesi önerilmiştir.

### Anahtar kelimeler

Tarım arazileri, Kirlilik, Ekstrakte edilebilir Kobalt, Karayolu, Tekirdağ

## The Extractable (Co) Contents of the Near Motorway Soils in Agricultural Lands

### Abstract

Environment pollution is a big problem for our country and all over the world, nowadays. Heavy metal pollution is very important in environmental pollution. It was investigated cobalt pollution of near the motorway agricultural lands in this research. For this purpose, 25 different agricultural areas for each edge of motorway and total 50 soil samples were taken from research areas in Tekirdağ. Then extractable cobalt contents of soil samples were determined. According to the results, cobalt, contents of soil samples were determined between 0,008 to 0,587 mg kg<sup>-1</sup>. These result were compared with critical values of this heavy metal. Cobalt pollution was obtained in research soils. Cobalt pollution ratio was 52 % in the soils of research area. According to the research, results it should be recommended phytoremediation method should be recommended for the remove of cobalt pollution in this research soils.

### Keywords

Agricultural land, pollution, extractable cobalt, motorway, Tekirdağ.

### 1. Giriş

Toprak, insan, bitki ve hayvanların üzerinde yaşamlarını sürdürdükleri tek doğal ortamdır. Diğer yandan yeryüzünün sadece dörtte biri kara ile kaplı olup bu alanların da çöl, dağlık, çoraklık vb. birçok doğal oluşumlar nedeni ile çok az bir miktarda

tarımsal üretim yapılmaktadır. Topraklar bir taraftan endüstriyel yapılar, kentleşme ve altyapı, yollar, yaşamsal ihtiyaçları gideren alanlar olarak kullanıma açılırken diğer taraftan kirlilik gibi çok ciddi bir çevre sorununa maruz kalmaktadır. Önemli bir kirlilik kaynağı olan ağır metallerin

neden olduğu toprak kirliliği tüm dünyanın dikkatle üzerinde durduğu bir konudur. Son yıllarda tarımsal üretim yapılan topraklarda ağır metal kirliliğiyle ilgili yapılan çalışmalar, çevremizdeki etkileri, kirlenmiş alanların araştırılması ve analizi, iyileştirme metotlarının geliştirilmesi, sağlık açısından değerlendirilmesi ve risk değerlendirmesi üzerine ağırlıklı olarak durulmuştur.

Toprak kirliliği yönüyle ağır metalleri değerlendirdiğimizde en önemli kirletici kaynaklar arasında olduğu görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın hazırladığı 129 öncelikli çevre kirleticiler arasında ağır metal kirliliği yer almaktadır (Vanlı ve Yazgan 2006).

Kobalt kültür bitkileri için alınması zorunlu olan elementlerden değildir. Çoğunlukla tarım topraklarında bulunmaması istenmektedir. Tarım alanlarında aşırı miktarlarda bulunan kobalt elementi kültür bitkilerine toksik etki yapmaktadır. Bu nedenle toprakların çözeltiliye geçebilen kobalt içeriklerinin miktarı bitkiler için son derece önemlidir. Bu konuda yapılan araştırmalarda toprak çözeltilisinde bulunabilecek ve izin verilebilecek kobalt miktarının  $0,09 \text{ mg kg}^{-1}$  olduğu ve bu miktarın üzerindeki kobaltın bitkiler için zararlı olduğu kabul edilmiştir (Carrigan ve Erwin 1951).

Kobalt miktarı insan vücudunda yaklaşık  $1,1 \text{ mg kg}^{-1}$  olup çoğunlukla kaslarda, kemiklerde ve dokularda bulunmaktadır. Ayrıca vitamin B12'nin yapısında % 4 oranında Co bulunmakta olup hemoglobinin sentezinde görev yapmaktadır. Kobalt elementinin fazlalığında akciğer ve kalpte hasar ve işlev bozukluğu, kan şekeri, kolesterol ve yağ düzeylerinde artış, kanser, düşük ve kısırliklar gibi hastalıklar görülebilmektedir (Dissanayake 1991, Akpınar 2005).

Canlılar üzerinde eser elementlerin etkisi dikkate alındığında, toprak ve su örneklerinde bulunan eser elementlerin analizi büyük bir önem taşımaktadır. Metallerin çoğu bütün aerobik ve genellikle anaerobik organizmalar için esansiyel maddelerdir. Bununla birlikte Cr, Pb, Co, Cd ve Ni gibi birçok ağır metalin yüksek miktarlarının insan sağlığını ciddi derecede etkilediği kanıtlanmıştır. İnsan vücudu ağır metalleri işleyememekte ve kolaylıkla dışarı atamamaktadır. Sonuçta bu ağır metaller insan vücudunun çeşitli organlarında

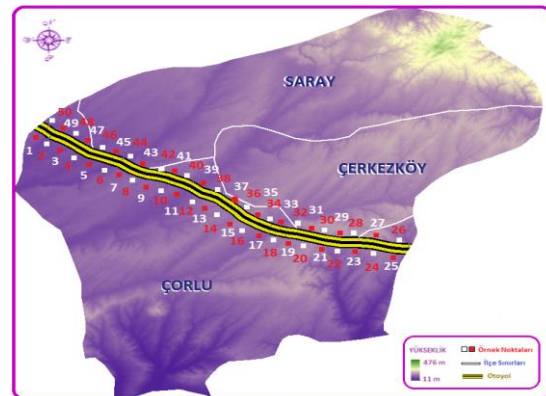
birikmektedir. Yüksek miktarlarda birikim de insan vücudunda ciddi zararlara neden olabilmektedir. Çevrede kirletici etkileri en fazla gözlenen bazı ağır metaller, Cd, Ni, Hg, Cr, Ag, Co, Sn, Cur, Zn ve Pb'dur (Forster ve Wase 1997).

Akut kobalta maruz kalan kişilerle Troid ve guatr hastalıkları ilişkilendirilmiştir. Kobalt tuzlarının ya da saf kobaltın yutulması sonucunda gasatointestinal distres olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Bu ağır metalin deriye ve mukozalara direkt teması ile iritan etki, alerjik dermatik ve gözlerde hasara neden olmaktadır. İnhalasyon ve ağızdan alınması ile akciğer, karaciğer fibrosiz ve sindirim yolu sorunları meydana gelmektedir (Dökmeci ve Dökmeci 2009).

Yapılan bu araştırmada, Tekirdağ İlinde TEM Otoyolunun kenarlarında yer alan ve yoğun toprak işlemeli tarımın yapıldığı tarım topraklarında kobalt ağır metal kirliliğinin boyutlarının araştırılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Araştırmaya konu olan toprak örnekleri Tekirdağ ilinin Çorlu, Çerkezköy ve Saray ilçelerinin otopan kenarlarındaki 13 farklı köye ait buğday, ayçiçeği, kanola ve arpa yetiştirilen tarım alanlarından, 50 farklı örnekleme noktasından Jackson (1967)'nin belirttiği şekilde ve 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Daha sonra laboratuvara getirilen toprak örneklerinde gerekli toprak analizleri yapılmıştır. Araştırma alanlarından alınan toprak örnekleri batıdan doğuya doğru Kırklareli il sınırından İstanbul il sınırına kadar olan Tekirdağ ili sınırları içerisinde doğrusal bir numara yöntemi ile simetrik olarak alınmıştır (Şekil 1).



**Şekil 1** Toprak örneklerinin coğrafi konumu

Karayolu kenarındaki tarım arazilerden alınan toprak örneklerinin pH değerleri 1: 2,5 toprak: su oranında pH metre ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kireç içerikleri kalsimetrik, organik madde miktarları Smith-Weldon yöntemi ile NaHCO<sub>3</sub> yöntemi ile çözeltiye alınan toprak fosforu ICP-OES ile mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Sağlam 2012). U.S. Soil Survey Staff (1951)'in belirttiği şekilde toprak örneklerinin tuz kapsamı EC- metre ile ölçülmüştür. Araştırma topraklarının tekstürel açıdan değerlendirilmesi Bouyoucos tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir (Tuncay 1994). Araştırmaya konu olan toprakların ekstrakte edilebilir kobalt ağır metal içerikleri Lindsay ve Norvell (1978) tarafından önerilen bir tampon çözelti (DTPA yöntemi) ile topraklardan kimyasal çözeltiye geçen miktarlar ICP-OES cihazı ile mg kg<sup>-1</sup> olarak tayin edilmiştir. Toprak örneklerinin pH değerleri, kireç ve organik madde miktarları ve kil içerikleriyle çözünebilir kobalt, miktarları arasında korelasyon ve regresyon ilişkileri Yıldız ve Bircan (1991)'e göre belirlenmiştir.

Araştırmada çözünebilir kobalt metale ait sınır değeri (Carrigan ve Erwin 1951) değerlendirilmiştir.

**3. Bulgular**

Araştırmada kullanılan 50 adet toprak örneğinin pH, organik madde içerikleri, kireç, fosfor, potasyum ve tuz içeriklerinin minimum ve maksimum değerleri Çizelge1'de verilmiştir. Araştırma alanından alınan toprakların kil, silt ve kum miktarları belirlenmiştir. Elde edilen değerler C sınıfından CL sınıfına kadar değiştiği tesbit edilmiştir. Toprakların tekstür sınıflarının yarısından fazlasının (% 56) SCL sınıfına girdiği görülmektedir.

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının kimyasal analiz içerikleri

Araştırma alanı toprakları	Min.	Max
pH	5,60	7,20
Organik Mad.%	0,53	3,01
Kireç,%	0,00	2,80
Fosfor,mg kg <sup>-1</sup>	8,87	36,17

Potasyum,	102	392
Tuz,%	0,008	0,150

Kobalt kirliliğinin düzeyinin belirlenmesi için yapılan kobalt analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Söz konusu çizelgeye göre toprakların çözeltiye geçebilen kobalt miktarlarının en düşük 0,008 mg kg<sup>-1</sup> değerinde ve en yüksek 0,587 mg kg<sup>-1</sup> değerinde olduğu görülmektedir. Araştırma topraklarının kobalt kirlilik düzeyinin ise % 52 olduğu saptanmıştır (Şekil 2). Toprak örneklerine belirlenen kobalt miktarlarının noktasal hareketliliği aşağıdaki Şekil 3' den de açıkça görülmektedir.

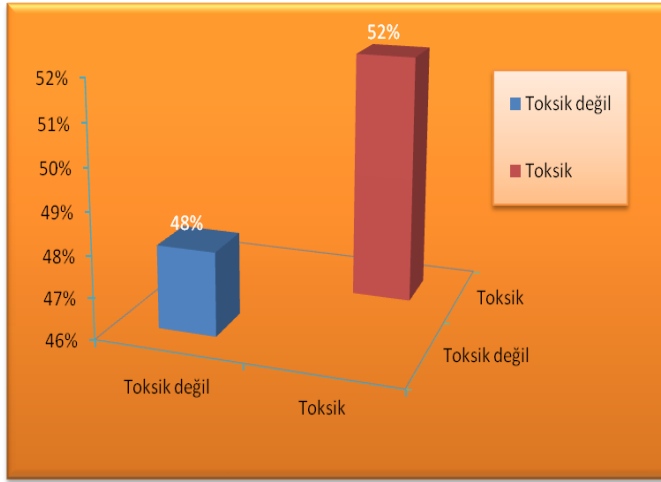
Çizelge 2. Toprak örneklerinin kobalt içerikleri, mg kg<sup>-1</sup>

No	Kobalt(Co)	No	Kobalt(Co)
1	0,250	26	0,084
2	0,397	27	0,076
3	0,100	28	0,043
4	0,149	29	0,015
5	0,122	30	0,074
6	0,008	31	0,053
7	0,076	32	0,052
8	0,043	33	0,060
9	0,039	34	0,080
10	0,146	35	0,060
11	0,044	36	0,088
12	0,040	37	0,064
13	0,383	38	0,113
14	0,084	39	0,065
15	0,188	40	0,055
16	0,567	41	0,039
17	0,126	42	0,118
18	0,090	43	0,102
19	0,587	44	0,156
20	0,049	45	0,084
21	0,171	46	0,073
22	0,095	47	0,120
23	0,114	48	0,154
24	0,094	49	0,116
25	0,040	50	0,045
Min.	0,008		
Max	0,587		

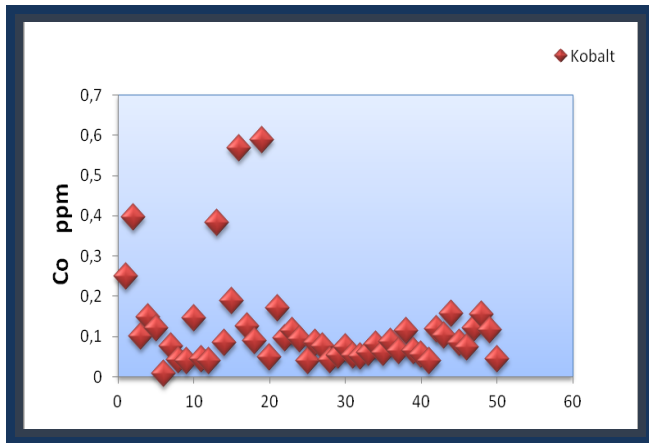
Yol kenarlarındaki topraklarda araç trafiğinden kaynaklanan kobalt kirliliğinin araştırıldığı birçok araştırmada ortaya konulmuştur

(Özkul 2008, Yan ve ark. 2013). Araştırmacılar yol kenarlarındaki kobalt kirliliğinin genellikle araçların trafiğinin yoğunluğunun sebep olduğunu açıklamışlardır.

Yan ve ark. (2013) tarafından, karayolu kenarındaki toprakların kobalt içerikleri üzerine araç trafiğinin etkilerinin boyutları incelenmiş ve elde edilen bulgulara göre karayolundan uzaklaştıkça toprakların kobalt içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, toprakların kobalt içerikleri ve kirliliği üzerinde özellikle büyük tonajlı araçların önemli ölçüde etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.



Şekil 2. Araştırma alanında belirlenen kobalt ağır metalinin durumu



Şekil 3. Toprakta bulunan Co ağır metalinin noktasal hareketliliği

Trakya Bölgesi toprakları üzerinde yapılan kobalt kirliliğinin araştırıldığı çalışmada incelenen bölge topraklarının % 32,14'ünde kobalt kirliliği saptanmıştır (Sarı 2009). Araştırmacı bu konuda

gerekli önlemlerin mutlaka alınması gerektiğine işaret etmiştir.

Tekirdağ yöresi tarım arazilerinde kobalt ağır metal kirliliğinin fitoremediasyon yöntemi ile önlenmesi için yapılan bir çalışmada kanola bitkisi ile düzenlenen bir saksı denemesinde kanolanın topraktan önemli miktarlarda kobalt kaldırdığı ve kobalt ile kirlenmiş tarım arazilerinde fitoremediasyon yönteminin kobalt kirliliğinin önlenmesi için uygulanabileceği ortaya konulmuştur (Karakas 2013).

### 3.1. Toprakların özellikleri ile Kobalt Kapsamları Arasında Belirlenen Korelasyon Katsayıları ve Regresyon Eşitlikleri

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin % kil kapsamları ile kobalt, miktarları arasında korelasyon katsayıları (r) belirlenmiş ve önemlilik testleri yapılmıştır. Buna göre kobalt miktarı ile kil kapsamı arasında r: 0,55 olup % 5 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Toprak örneklerinin kireç kapsamları ile çalışmada incelenen ağır metal (Co,) arasında belirlenen korelasyon katsayıları şu şekildedir: kobalt için r: -0,16; olarak ve % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprakların pH değerleri ile söz konusu ağır metal kobalt için r:0,25; şeklinde bulunmuştur. Toprakların pH değerleri ile Co arasında belirlenen bu korelasyon katsayısı % 5 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. Organik madde miktarları arasında da önemli korelasyon katsayıları bulunmuştur. Bulunan bu korelasyon katsayısı kobalt için -0,24; olarak belirlenmiş olup, bunlardan için belirlenen korelasyon katsayısı hariç diğerleri % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bazı ağır metallerin çözünürlüğü ve hareketliliği asit pH koşullarında artmaktadır. Bununla birlikte yüksek pH değerine sahip olan alkalin topraklarda ise söz konusu bu ağır metallerin çözünürlüğü ve hareketliliği azalmaktadır. Bu durumun sebebi ise oksitler ve organik maddenin fonksiyonel gruplarının ağır metaller ile oluşturdukları ağır metal kompleksleridir. Nitekim kobalt da böyle ağır metallerden birisidir (Yoo and James 2002).

Toprağın pH değeri düşüp toprak asitleştikçe bitkiler tarafından bazı ağır metallerin absorpsiyonu

artmaktadır (Mc Bride 1994, Aydemir 2008).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Trakya Bölgesi tarım ile sanayinin birlikte gelişmeye çalıştığı ilginç bir bölgedir. Bir taraftan ülkemizin en verimli tarım toprakları ve ülke ortalamasının üzerinde tarımsal verim değerleri, diğer taraftan her geçen gün artan önemli sanayi tesisleri yine bu topraklar üzerinde kurulmaktadır. Elde edilen bulgulara göre toprakların söz konusu ağır metal Co içerikleri 0,008-0,587; mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. Söz konusu bu bulgular kritik kirlilik sınır değerleri ile karşılaştırıldığında araştırma alanlarına kobalt kirliliğinin önemli boyutlarda olduğu saptanmıştır. Kobalt kirliliğinin % 52 gibi yüksek değerlerde olduğu ortaya konulmuştur. Araştırmadan elde edilen bu bulgular gerçekte sürpriz sayılmamalıdır. Çünkü araştırma alanlarında bir taraftan yoğun bir tarımsal uygulamalar yapılırken diğer yandan hemen bitişik arazilerde sanayi tesislerinin varlığı ayrıca otobandaki yoğun yüksek tonajlı araç trafiği böyle bir sonucu ortaya çıkarmıştır. Tarım topraklarına ağır metal ilavesi sadece araç trafiği veya endüstriyel faaliyete bağlanmamalıdır. Çünkü son zamanlarda tarım alanlarından elde edilen ürünün miktar ve kalitesini artırmak amacıyla kullanılan kimyasal gübreler, pestisitler, toprak düzenleyicileri, atık çamur uygulamaları, kirli suların sulamada kullanılması, çeşitli hormonların kullanılması vs. gibi çeşitli tarımsal uygulamalar ile tarım topraklarına önemli miktarlarda ağır metal bulaşması meydana gelmektedir.

Yukarıda açıklanan tarımsal uygulamaların yanında endüstri işletmelerinin üretmiş oldukları ağır metal yüklü ürünler ve söz konusu bu sanayi ürünlerinin ağır tonajlı araçlarla üretim bölgesinden daha uzak başka bölgelere ve ülkelere karayolu ile nakliyesi doğrudan ve dolaylı olarak yol kenarlarındaki tarım topraklarını kirliletmektedir. Tekirdağ ili tarım topraklarında kirliliğe sebep olan ve özellikle araç trafiği ve sanayi kökenli insan aktivitelerine bağlı olarak topraklara bulaşan Co, gibi ağır metallerin topraktan klasik fizikokimyasal

yöntemlerin kullanılması ile birlikte temizlenmesi pahalı ve kullanımı oldukça sınırlı tekniklerdir.

Bu konuda alınabilecek önlem ve uygulamaların başında ise Fitoremediasyon yöntemi ile söz konusu bu toprakların kobalt kirliliğinin azaltılması veya daha da artmasının önlenmesi olacaktır. Çünkü söz konusu bu yöntem diğer ıslah yöntemlerine göre daha ekonomik ve pratik olarak dünyanın birçok bölgesinde uygulanmaktadır.

Fitoremediasyon yöntemi olarak tanımlanan toprakta hareket yeteneği düşük olan bazı ağır metallerin (Pb, Co, Cr, Cd, Ni, vb.) topraktaki hareket yeteneklerini artırarak doğal yollardan topraktan uzaklaştırılmasını sağlayan pratik ve ekonomik olan ancak, ağır metallerin topraktaki konsantrasyon ve çeşidine bağlı olarak değişen farklı hiperakümülatör bitkiler (örneğin kanola bitkisi) yardımıyla uzaklaştırılması Tekirdağ ili tarım topraklarının ağır metallerden temizlenmesi için uygulamaya konulmalıdır.

#### Açıklama

Bu araştırma doktora tezinden üretilmiştir.

#### Kaynaklar

- Aydemir, G., 2008. Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Yöre Topraklarına Etkilerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Akpınar, K., 2005. Dünyada ve Türkiye’de Suyun Kullanımı ve Geleceğimiz İçin Önemi. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Hizmetiçi Eğitimi. Yalova, s: 6- 16.
- Carrigan, RA., Erwin, TC., 1951. Cobalt Determination in Soils by Spectrographic Analysis Following Chemical Preconcentration. Proc. Soil Science Society of America 15: 145- 149.
- Dissanayake, CB., 1991. The Fluoride Problem in the Groundwater of Sri Lanka –Environmental Management and Health. Int. J. Environ. Studies, 19: 195-203.

- Dökmeci, İ., Dökmeci, AH., 2009. Toksikoloji Zehirlenmelerde Tanı ve Tedavi. 5. Baskı İstanbul Tıp Kitapevi, İstanbul.
- Forster, CF., Wase, DAJ., 1997. Biosorption of Heavy Metals: an Introduction, Biosorbents for Metal Ions Chapter 1, Taylor and Francis, London.
- Jackson, ML., 1967. Soil Chemical Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing, Inc, USA.
- Karakaş, Ö., 2013. Bazı Ağır Metallerle Kirlenmiş Toprakların Kanola Bitkisi Kullanılarak Bitkisel Aritım (Fitoremediasyon) Tekniđi ile Islahı. NKÜ Fen Bil. Enst. Toprak Bil. ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 61s, Tekirdağ.
- Lindsay, WL., Norvell, WA., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganase and Copper. Soil Sci. Soc.Am.J. 42: 421- 428.
- Mc Bride MB., 1994. Environmental Chemistry of Soils. Oxford University Press, Inc. NY, pp. 400.
- Özkul, C., 2008. İzmit Civarında Endüstrileşmenin Toprak Ağır Metal Derişimine Etkisi, Uygulamalı Yerbilimleri, 2: 1-9.
- Sağlam, MT., 2012. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi, Yayın No: 2, Tekirdağ.
- Sarı, T., 2009. Edirne ili ve Çevresinde Otoban Kenarlarındaki Topraklarda Bazı Ağır metal Kirliliğinin Araştırılması. NKÜ Fen Bil. Enst. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Tuncay, H., 1994. Toprak Fiziđi Uygulama Kılavuzu. E.Ü. Ziraat fak. Teksir No: 29, İzmir.
- U.S. Soil Survey Staff., 1951. Soil Survey Manuel. U.S. Dept. Agr. Handbook 18 U.S. Govt. Printing Office. Washington D.C. USA.
- Vanlı, Ö., Yazgan, M., 2006. Ağır Metallerle Kirlenmiş Toprakların Temizlenmesinde Fitoremediasyon Tekniđi. Türkiye 3. Organik Tarım Sempozyumu, Yalova.
- Yan, X., Gao, D., Zhang, F., Zeng, C., Xiang, W., Zhang, M, 2013. Relationships Between Heavy Metal Concentrations in Roadside Topsoil and Distance to Road Edge Based on Field Observations in the Qinghai-Tibet Plateau, China. Int. J. Environ. Res. Public Health 10: 762- 775.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1991. Araştırma ve Deneme Metodları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 697, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 305, Erzurum.
- Yoo, MS., Jame, BR., 2002. Zinc Extractability as a Function of pH in Organic Waste-Amended Soils. Soil Sci. 167: 246- 259.