

# Tekirdağ'da Çorlu ilinde endüstriyel alanlardaki toprakta ağır metal kirliliğinin çevresel ve insan sağlığı açısından etkileri

Ayşe Handan DÖKMECİ<sup>1,\*</sup>, Suna Özden ÇELİK<sup>2</sup>,  
Gül KAYKIOĞLU<sup>2</sup>, Atakan ÖNGEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Namık Kemal Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, Tekirdağ

<sup>2</sup> Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ

<sup>3</sup> İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Geliş Tarihi (Received Date): 22.06.2017

Kabul Tarihi (Accepted Date): 06.10.2017

## Özet

*Toprak, bitkilerin makro ve mikro elementlerini sağladığı ana karardır. Özellikle tarıma elverişli toprakların yakınında kurulan sanayi tesisleri çevresel ve insan sağlığı açısından büyük tehdit oluşturmaktadır. Tekirdağ'ın Çorlu ilçesinde bulunan sanayi tesislerinin oluşturduğu kirlilik yüzey suyunun da kalitesini etkilemiş ve bunun sonucunda toprak da etkilenmiştir. Toprak kirliliği besin zinciri yoluyla insan sağlığını büyük oranda etkilemektedir. Çalışmamızda 2006- 2007 yılları arasında sanayinin yoğun olduğu Çorlu ilinden 3 aylık periyotlar şeklinde toprak numuneleri toplanmıştır. Sanayi atık sularının deşarj edildiği yüzey sularına yakın 7 noktadan toplanan toprak numunelerinde Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Cd ve Cr miktarları Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (FAAS) ile belirlenmiştir. Tespit edilen ağır metal miktarlarını ulusal ve uluslararası izin verilebilir sınır değerlerle karşılaştırarak değerlendirilmiştir. Özellikle Türkgücü köyü, Çorlu deresi (Sinop Mah.) ve Velimeşe Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesi (OSB) civarından toplanan toprak numunelerinde Zn, Cr, Cd ve Ni içeriği çoğunlukla Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (TKKY) EK-Ia'da belirtilen sınır değerlerin üzerinde tespit edilmiştir. Toprakta tespit edilen ağır metallerin varlığı, tarımsal üretime, yer altı suyu kalitesine ve dolaylı yoldan insan sağlığına olumsuz etkide bulunabilir. Bu yüzden ağır metaller tarafından kirlenmiş toprağın iyileştirilmesi, pestisit kullanımının kontrolü ve en önemlisi ağır metalleri giderebilecek arıtma tesislerinin dizaynını yaparak antropojenik kaynaklı atık suların arıtılarak alıcı ortamlara verilmesini sağlamaktır.*

**Anahtar kelimeler:** Endüstriyel bölge, ağır metal kirliliği, toprak, insan sağlığı, Tekirdağ.

\*Ayşe Hadan DÖKMECİ, hdokmeci@nku.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-4439-4422>

Suna Özden ÇELİK, sunacelik@nku.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0001-9783-9512>

Gül KAYKIOĞLU, gkaykioglu@nku.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0003-3271-211X>

Atakan ÖNGEN, aongen@istanbul.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-9043-7382>

## Environmental and human health effects of heavy metal pollution in the soil in industrial areas in Çorlu province in Tekirdağ

### Abstract

*Soil is the main terrain where plants provide macro and micro elements. Especially industrial facilities established near arable land poses a great threat to environment and human health. The pollution produced by the industrial facilities located in Çorlu district of Tekirdağ affected the quality of the surface water and as a result it was affected in the soil too. Soil pollution is influenced by the human chain of nutrients in large proportions. In our work, soil samples were collected from Çorlu province between 2006 and 2007 in 3-month periods. Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Cd and Cr were determined by Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS) in soil samples collected from the surface near the surface waters where industrial wastewater was discharged. The quantities of detected heavy metals were evaluated by comparing them with national and international permissible limit values. Especially Zn, Cr, Cd and Ni contents in soil sampled from Türkgücü village, Çorlu stream (Sinop neighborhood) and Velimese Çerkezköy OSB have mostly been determined above the limit values stated in TKKY Annex-Ia. The presence of heavy metals detected in the soil can negatively affect agricultural production, groundwater quality and indirect human health. Therefore, the treatment of soil polluted by heavy metals, the control of pesticide usage and the most important is to design the treatment plants which can remove heavy metals, so that the anthropogenic wastewater is treated and supplied to the receiving environments.*

**Keywords:** *Industrial district, heavy metal pollution, soil, human health, Tekirdağ.*

### 1.Giriş

Ülkemizde sanayileşme ve teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte hızlı nüfus artışı, su, hava ve toprak kirlenmesini beraberinde getirmekte, çevre kirliliği insan yaşamını tehdit eden boyutlara ulaşmaktadır. Günümüze gelinceye kadar tarımsal alanlarda uygulanan N-P-K ile sağlanan ürün artışı, topraklardan sömürülen iz element miktarlarını da artırmaktadır. Bu aşırı sömürme sonucu topraklar, artık bitkilerin iz element gereksinimini karşılayamaz duruma gelebilmektedir. Ayrıca özellikle sürekli olarak fosforlu ve kalsiyumlu gübre kullanımı sonucu, topraktaki kimi iz elementlerin yararlılığı azalabilmektedir. Topraklar, metaller bakımından biyolojik dolanımın sadece bir parçasıdır. Aynı zamanda topraklar, bu bileşiklerin büyük miktarlarının son depolama bölgesidir. Kirlenmeye maruz kalmış toprağı, doğal haline getirmek ekonomik ve teknik açıdan zordur. Bunu önlemek için kirlilik potansiyeli olan kaynakların zamanında belirlenmesi ve önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Kontamine bölgelerde genellikle Pb, Cr, As, Zn, Cd, Cu ve Hg gibi toksik metaller bulunur. Bu metaller, besin zincirinde biyoakümülyasyon ve biyomagnifikasyon gibi risklerinden dolayı bitki üretimini azaltırlar, bu yüzden üzerinde önemle durulması gereken çevresel kirleticiler arasındadırlar [1]. Toprağın ağır metaller ile kirlenmesi insanlara ve ekosisteme tehlike oluşturabilir. Kirlenmiş toprak, besin zinciri (toprak bitki-insan veya toprak bitki-hayvan-insan) yoluyla doğrudan yutulması veya teması,

kirlenmiş yeraltı suyunun içilmesi, Fitotoksosite sonucu gıda kalitesinde azalma, tarımsal üretimin arazi kullanılabilirliğini azaltması gibi problemleri beraberinde getirir [2-4]. Toprağa karışan ağır/toksik metaller insanlar için de tehlikeli olabilmektedir. Bugün en çok yaygınlık gösteren hastalıklar için toksik çevresel kirleticiler suçlanmaktadır [5]. Çeşitli endüstriyel faaliyetler sonucunda açığa çıkan atıksular, katı atıklar ve havaya salınan emisyonlar doğrudan ya da dolaylı olarak toprağı etkilemektedir [6,7].

Bu çalışmada Trakyanın endüstriyel açıdan en yoğun olduğu Çorlu ilçesinde endüstriyel atıksuların deşarj noktalarına yakın topraklarında seçilmiş ağır metallerin (Pb, Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Cd ve Cr) konsantrasyonlarının izlenmesi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışmanın ve bölgede yapılmış diğer ağır metal çalışmalarının sonuçları ağır metal kirliliğı kontrolü için yerel yönetimler tarafından kullanılabilir olacaktır.

## 2. Materyal metod

### 2.1. Çalışma alanı

Istranca Dağlarındaki Ergene kaynaklarından doğan Ergene Nehri, uluslararası su niteliğinde olan Meriç Nehrinin bir kolu olup Trakya'nın kuzeydoğusundan ve Ergene deresi adıyla kuzeydoğu ve güneybatı istikametinde akmaktadır. İnanlı Köyü civarında doğudan gelen Çorlu Deresi ile birleşerek Ergene Nehri ismini almaktadır. Ergene Nehrinin en önemli kollarından biri olan Çorlu Deresi; Çerkezköy, Çorlu ve Muratlı İlçeleri sınırları dahilinde ki değişik sektörlere ait sanayi kuruluşlarının evsel ve endüstriyel atık sularını toplamaktadır. Tekirdağ ili sanayinin yoğun olduğu bölgelerden biri olduğundan kirletici unsurlarla iç içedir. Sanayi açısından en yoğun alanlar; Çorlu-Velimeşe, Veliköy-Çerkezköy; Çorlu-Marmaracık-Ulaş; Vakıflar-Misinli-Büyükkarıştıran; Çorlu, Türkgücü köyü; Muratlı-Büyükkarıştıran arasındır [8]. Çorlu'da sanayi açısından yoğun olan kritik noktalara göre numune alma noktaları tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Toprak numunelerinin toplandığı bölge.

## 2.2. Metod

Belirlenen 7 noktadan toplanan toprak numuneleri (Tablo 1) laboratuvarında doğal ortamda kurutulduktan sonra 110°C de 24 saat etüvde sabit tartıma getirilmiştir. Numunelerin analize hazırlanmasında EPA 3051 Metodu kullanılmıştır. Ekstraksiyon için 0.5 g toprak numunesi tartılarak üzerine 6 ml HCl ve 3 ml HNO<sub>3</sub> eklenmiştir. Bu karışım mikrodalga fırında (Milestone MLS 1200), 180 °C de 30 dk bekletilerek ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Mikrodalga fırından alınan çözeltiler saf su ile 50 ml'ye tamamlanarak FAAS (Thermo Electron Corporation S Series) de ağır metal tayini yapılmıştır.

Tablo 1. Toprak numunelerinin toplandığı noktalar

Numune noktaları	Numune toplama alanları
T1	Unilever, Ergene Nehri civarı
T2	Velimeşe, Çorlu Deresi civarı
T3	Sinandede Deresi civarı
T4	Çorlu-Sinandede Birleşimi civarı
T5	Türkgücü köyü
T6	Sinop Mah, Çorlu Deresi civarı
T7	Velimeşe Çerkezköy OSB

## 2.3. Korelasyon analizi

Kirlilik kaynaklarını belirlemek için korelasyon analizi yapılarak [9] veriler Windows SPSS 12.0 programına uyarlanmıştır [10]

## 3. Bulgular

Sanayinin yoğun olduğu Çorlu ilçesinin farklı bölgelerinden belirli periyotlarda toplanan toprak numunelerinde ağır metal içeriklerinde değişken sonuçlar tespit edilmiştir. Referans değerler, tanımlayıcı istatistik ve ölçüm sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Toprak numunelerinin pH değerleri 7.0 ile 7.7 arasında değişmiştir ve tüm noktalarda önemli bir farklılık göstermemiştir. Toplanan periyotlara göre toprak numunelerindeki Pb ve Cu içeriği numunelerin tamamında TKKY EK-Ia'ya göre sınır değerlerin altında tespit edilmiştir. T2 noktasından alınan numunelerde Cr, Zn ve Cd miktarı TKKY EK-Ia'ya göre bazı aylarda sınırların üzerinde tespit edilmiştir. T3 noktasından alınan numunelerde Cr miktarı TKKY EK-Ia'ya göre Temmuz 2006'da sınır değerinin üzerinde tespit edilmiştir. T4 noktasından alınan numunelerde Zn ve Cd miktarı TKKY EK-Ia'ya göre sınır değerinin üzerinde tespit edilmiştir. T5 noktasından alınan numunelerde Cr, Zn ve Ni miktarı TKKY EK-Ia'ya göre sınır değerinin üzerinde tespit edilmiştir. T6 ve T7 noktalarından alınan numunelerde Zn, Ni, Cr ve Cd miktarı TKKY EK-Ia'ya göre sınır değerinin üzerinde tespit edilmiştir.

Tablo 2. Çalışma alanında toprak numunelerinde ağır metal konsantrasyonları (mgkg<sup>-1</sup> dry soil).

Numune noktaları	pH	Ağır metal konsantrasyonları (mgkg <sup>-1</sup> )								
		Pb	Cr	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cd	Co
<b>Tem.06</b>										
T2	7.0	TE.	123.54	151.84	4377,43	755.73	3.38	26.68	0.19	8.44
T3	7.2	TE.	72.06	TE.	3005,78	TE.	TE.	9.79	0.11	3.40
T5	7.0	TE.	191.96	1170.05	8636,36	652.27	13.54	86.88	0.79	7.58
<b>Eki.06</b>										
T3	7.1	TE.	14.99	148.25	45,11	458.37	TE.	23.55	0.18	7.57
T4	7.4	TE.	22.66	868.51	76,45	TE.	6.66	42.60	0.39	7.39
T5	7.3	TE.	664.83	355.62	TE.	181.12	7.03	45.08	0.49	9.59
T6	7.1	TE.	13.82	520.47	3240,55	TE.	TE.	37.14	0.08	7.21
<b>Oca.07</b>										
T1	7.4	7.03	24,66	TE.	4800.61	TE.	2,9	54,35	0,67	9.05
T2	7.2	TE.	21.67	3.37	4413.51	TE.	TE.	42,89	0,5	10.31
T3	7.3	22.72	13.25	44.04	2464.64	TE.	TE.	18,91	0,76	8.11
T4	7.0	15.23	24.5	309.56	3784.86	TE.	TE.	27,55	0,64	7.07
T5	7.2	6.52	32.65	2034.37	7500	TE.	TE.	86,07	1,47	18
T6	7.6	8.99	27.30	982.43	6409.26	TE.	13,23	61,46	0,72	14.43
T7	7.1	TE.	129.55	282.77	5742.57	TE.	TE.	62,99	TE.	3.14
<b>Nis.07</b>										
T1	7.3	TE.	11.33	8.47	TE.	110.06	TE.	0.02	0.05	1.03
T2	7.6	34.49	37.72	42.94	TE.	730.28	TE.	11.54	0.20	11.55
T4	7.2	35.55	37.52	102.54	TE.	457.92	4.07	12.75	0.22	18.36
T5	7.5	24.31	37.71	43.90	TE.	313.38	1.40	40.68	0.17	18.55
T6	7.2	13.26	54.86	99.43	12142	606.12	48,08	53.43	4.34	13.61
<b>Eki.07</b>										
T1	7.7	20.42	89.86	103.55	6214	701.28	7.95	63.42	3.05	1.55
T2	7.1	TE.	TE.	24.50	5834	7428.46	4.61	28.28	5.45	11.70
T3	7.0	20.74	TE.	2.87	5248	521.84	1.20	1.56	2.38	2.29
T4	7.2	33.73	38.13	22.02	1826	525.41	0.68	3.46	3.33	1.17
T5	7.4	TE.	67.37	34.92	208	570.92	13.74	63.63	0.31	1.28
T6	7.1	9.75	67.44	52.23	1446	610.59	15.23	46.91	3.01	11.06
T7	7.2	20.85	TE.	2.78	8741	125.21	3.83	TE.	7.46	TE.
<b>Ortalama</b>	7.2	10.52	69.97	285.05	3846.24	567.26	5.67	36.60	1.42	8.20
<b>Standart sapma</b>		12.29	129.51	480.6	3330.25	1428.70	9.93	25.50	1.92	5.51
[11]		30	73	192			41	43	0,3	
[12]		100	100	300			100	100	5	50
[13]		300		300			140	75	3	
[14]		70	60	150			50	50	1	

TE: Tespit edilemedi

Özellikle Türkgücü köyü, Çorlu deresi (Sinop Mah.) ve Velimeşe Çerkezköy OSB civarından toplanan toprak numunelerinde Zn, Cr, Cd ve Ni içeriği çoğunlukla TKKY EK-Ia'da belirtilen sınır değerlerin üzerinde tespit edilmiştir [15-20]. Bu sonuçlara göre, bölgede tekstil sanayi, deri sanayi, kum-taş-stabilize çakıl ocağı, gıda sanayi, kimya sanayi, inşaat sanayi, otomotiv sanayi, tuğla sanayi, kağıt sanayi, mezbahalar, organize arıtma tesisi gibi endüstriyel faaliyetlerin yoğunluğu düşünülerek kaynak ve kirlilik tespiti odaklı projelere ihtiyaç olduğu aşıkardır.

### 3.1. Ağır metallerin kirlilik kaynakları

Toprak numunelerinde metaller arasında ilişkiyi göstermek için korelasyon analizi yapıldı ve korelasyon matrisi Tablo 3'de gösterildi. Pb ve Ni arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki tespit edildi. Zn ve Ni arasında; Fe ve Cu arasında; Fe ve Cd arasında; Mn ve Cd arasında pozitif yönde güçlü anlamlı bir ilişki tespit edildi. Ağır metaller arasındaki korelasyon, onların kaynaklarını yorumlamak için kullanılabilir [21, 22]. Toprakta ağır metaller arasında yüksek oranda pozitif korelasyon bu ağır metallerin benzer kirlilik kaynaklarına sahip olduğunu akla getirebilir.

Tablo 3. Metallerin konsantrasyonları arasında korelasyon analizi

		Pb	Cr	Zn	Fe	Mn	Cu	Ni	Cd	Co
Pb	Pearson Correlation	1	-,246	-,265	-,146	-,106	-,052	-,411*	,244	,157
	Sig. (2-tailed)		,226	,190	,487	,605	,802	,037	,230	,445
	N	26	26	26	25	26	26	26	26	26
Cr	Pearson Correlation	-,246	1	,101	,252	-,093	,108	,247	-,170	,016
	Sig. (2-tailed)	,226		,624	,225	,650	,600	,224	,406	,940
	N	26	26	26	25	26	26	26	26	26
Zn	Pearson Correlation	-,265	,101	1	,307	-,158	,026	,633**	-,168	,361
	Sig. (2-tailed)	,190	,624		,136	,439	,901	,001	,412	,070
	N	26	26	26	25	26	26	26	26	26
Fe	Pearson Correlation	-,146	,252	,307	1	,118	,512**	,405*	,545**	,017
	Sig. (2-tailed)	,487	,225	,136		,573	,009	,045	,005	,936
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Mn	Pearson Correlation	-,106	-,093	-,158	,118	1	,053	-,069	,457*	,121
	Sig. (2-tailed)	,605	,650	,439	,573		,797	,739	,019	,557
	N	26	26	26	25	26	26	26	26	26
Cu	Pearson Correlation	-,052	,108	,026	,512**	,053	1	,369	,338	,192
	Sig. (2-tailed)	,802	,600	,901	,009	,797		,064	,091	,346
	N	26	26	26	25	26	26	26	26	26
Ni	Pearson Correlation	-,411*	,247	,633**	,405*	-,069	,369	1	-,166	,313
	Sig. (2-tailed)	,037	,224	,001	,045	,739	,064		,417	,120
	N	26	26	26	25	26	26	26	26	26
Cd	Pearson Correlation	,244	-,170	-,168	,545**	,457*	,338	-,166	1	-,177
	Sig. (2-tailed)	,230	,406	,412	,005	,019	,091	,417		,386
	N	26	26	26	25	26	26	26	26	26
Co	Pearson Correlation	,157	,016	,361	,017	,121	,192	,313	-,177	1
	Sig. (2-tailed)	,445	,940	,070	,936	,557	,346	,120	,386	
	N	26	26	26	25	26	26	26	26	26

\*Correlation is significant at the 0.05 level ; \*\*Correlation is significant at the 0.01 level.

#### 4. Tartışma ve sonuç

Yapılan toprak analizleri sonucunda, farklı numune alma zamanlarında birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Seçilmiş bölgelerin toprağındaki farklı ağır metallerin, atıksuların deşarjı ile kontamine olmuş yüzey ve yeraltı suları ile sulamadan kaynaklandığı düşünölmektedir. Bu nedenle atıksu arıtma teknolojileri, insan sağlığı için risk oluşturan ağır metallerin giderimi proseslerini de içermelidir. Topraklar, metaller bakımından biyolojik dolanımın sadece bir parçasıdır. Aynı zamanda topraklar, bu bileşiklerin büyük miktarlarının son depolama bölgesidir [22]. Kirlenmeye maruz kalmış toprağı, doğal haline getirmek ekonomik ve teknik açıdan zordur. Bunu önlemek için kirlilik potansiyeli olan kaynakların zamanında belirlenmesi ve önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir.

#### 5. Teşekkür

Bu çalışma Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir (TÜBAP 720).

#### Kaynaklar

- [1] Rajeswari, R, ve Sailaja, N., Impact of heavy metals on environmental pollution, **Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences**, 3,175, (2014).
- [2] McLaughlin M. J., Zarcinas B. A., Stevens D. P., ve Cook, N., Soil testing for heavy metals, **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 31, 11–14, 1661–1700, (2000).
- [3] McLaughlin, M. J., Hamon, R. E., McLaren, R. G., Speir, T. W., ve Rogers, S. L., Review: a bioavailability-based rationale for controlling metal and metalloid contamination of agricultural land in Australia and New Zealand, **Australian Journal of Soil Research**, 38, 6, 1037–1086, (2000).
- [4] Ling, W, Shen, Q, Gao, Y, Gu, X, and Yang, Z., Use of bentonite to control the release of copper from contaminated soils, **Australian Journal of Soil Research**, 45, 8, 618–623, (2007).
- [5] United States Department of Agriculture, National Resources Conservation Service, Soil Quality Institute, Heavy metal soil contamination, Soil Quality-Urban Technical, Note No 3., 411, 36832, 334-844-4741, X-177, (2000).
- [6] Li F.Y., Fan Zh. P., Xiao P. F., Oh K., Ma X. P., ve Hou W. Contamination, chemical speciation and vertical distribution of heavy metals in soils of an old and large industrial zone in Northeast China. **Environmental Geology**, 57, 1815–1823, (2009).
- [7] Li J. L., He M., Han W., and Gu Y. F., Analysis and assessment on heavy metal sources in the coastal soils developed from alluvial deposits using multivariate statistical methods. **Journal of Hazardous Materials**, 164, 976–981, (2009).
- [8] TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ,Tekirdağ Valiliğı Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Su Kirliliğı. <http://www.csb.gov.tr/iller/tekirdag/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=4341> (22.06.2017).
- [9] Guo P., Xie ZL., Li J., Kang CL., and Liu JH., Relationships between fractionations of Pb, Cd, Cu, Zn and Ni and soil properties in urban soils of Changchun, China, **Chinese Geographical Science**, 15, 179-185, (2005).

- [10] Liao, F., Zhou, S., Zhang, H., Wu, S., and Zhao, Q., Spatial distribution and changes of heavy metals of agricultural lands in typical pregrading coast in Dongtai City, Jiangsu province, China, **Chinese Geographical Science**, 18, 276-283 (2008).
- [11] Pérez C., Martínez M.J., Vidal J., and Navarro C., **Proposed reference values for heavy metals in calcareous fluvisols of the Huerta de Murcia (SE Spain).In: Sustainable use and management of soils in arid and semi arid regions** (Fáz A., Ortiz R., Mermut A.R., eds). Quaderna Editorial, Cartagena, Murcia, Spain, 495-496, 2002.
- [12] Kabata-Pendias A., and Pendias H., **Trace elements in soils and plants**. 3rd edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, 413, (2001).
- [13] CEC, Council Directive of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. Official Journal of the European Communities, L181, 6-12, (1986).
- [14] Soil Pollution Prevention Regulation. Turkish Ministry of Environment and Forestry, Ankara, Turkey, (2005).
- [15] Sabudak, T., Seren, G., Kaykioglu G., and Dincer AR, Determination of trace elements in soil and sunflower (*Helianthus annuus L.*) plant parts, **Fresenius Environmental Bulletin**, 16,10,1274-1278, (2007).
- [16] Fabis W., Schadstoffbelastung von Böden auswirkungen auf Böden-und wasserqualität Allg Forstzeitsehr. Munich: BLV Verlagsgesellschaft, (1987).
- [17] Tembo BD, Scihi-longo K., Cernak J. Distribution of copper, lead, cadmium and zinc concentrations in soil around Kabwe town in Zambia, **Chemosphere**, 63, 497-501, (2006).
- [18] Sezgin N., Özcan HK., Demir G., Nemlioglu, and Bayat C., Determination of heavy metal concentrations in street dusts in İstanbul E-5 highway, **Environmental International**, 29, 979-985, (2003).
- [19] Adiloğlu A., Adiloğlu S., Bellitürk K., Karakaş Ö., Sümer A., Gönülsüz E., and Sari H., Tekirdağ ili kıyı şeridi topraklarında ağır metal kirliliği. **1. Kıyı Bölgelerinde Çevre Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu**, Tekirdağ, 351-365, (2011).
- [20] Anyakora, C., Ehiyaneta, T., and Umukoro, O., Heavy metal levels in soil samples from highly industrialized Lagos environment, **African Journal of Environmental Science and Technology**, 7, 9, 917-924, (2013).
- [21] Hu, B., Zhou, j., Liu, l., Meng, W., ve Wang, Z., Assessment of heavy metal pollution and potential ecological risk in soils of tianjin sewage irrigation region, north china, **Journal of Environmental & Analytical Toxicology**, 7, 1, (2017).
- [22] Mtunzi, F. M., Dikiol, E. D., ve Moja, S. J., Evaluation of heavy metal pollution on soil in Vanderbijlpark, **South Africa, International Journal of Environmental Monitoring and Analysis**, 3, 2, 44-49, (2015).
- [23] Haktanır, K., Çevre Kirliliği, **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu**. 107,82-83(1983).