

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağırmetal Kirliliğinin Belirlenmesi: Şanlıurfa-Viranşehir Karayolu Örneği

Zafer ÖZTEMEL¹, Şefik TÜFENKÇİ^{2*}, Talip ÇAKMAKCI²

¹ Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü, Ceylanpınar, Şanlıurfa

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Van

*e-posta:sefiktufenkci@yyu.edu.tr

Özet: Karayolları kenarındaki topraklarda trafikten kaynaklarının ağır metal birikiminin mesafeye bağlı olarak değişebilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olan Şanlıurfa-Viranşehir karayolunun kuzey ve güney tarafından 6 farklı noktadan ikişer km'lik aralıkla 0 (sıfır), 15, 30 ve 60 metre mesafelerle yüzeyden 0-15 cm toprak derinliğinden 4 tekrarlı toplam 96 toprak örneği alınmış ve gerekli analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiki olarak değerlendirilmiş ve kurşun, nikel, kadmiyum, bakır, krom ve çinko değerleri mesafeye bağlı olarak izin verilebilir miktarlarda bulunmuştur. Ayrıca sonuçlara bağlı olarak karayolundan uzaklaştıkça topraklardaki ağır metal konsantrasyonlarının azaldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak örneklenen topraklardaki kirliliğin trafik kökenli olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, Toprak kirliliği, Çevre kirliliği

Determination of Heavy Metal Pollution Caused by Motor Vehicles: Şanlıurfa-Viranşehir Highway Example

Abstract: The purpose of this study was to determine the distance dependent changeability of heavy metal accumulation in the soil along highways, which is caused by vehicle traffic. Soil samples were taken along North and South side of the highway at 6 separate sites with 2 km distance, from points 0, 15, 30 and 60 meter distance from the highway at each site in Şanlıurfa- Viranşehir. Four samples were taken from 0-15 cm depth at each point, making a total of 96 measurements. Obtained results were evaluated statistically and lead, nickel, cadmium, copper, chrome and zinc values were found inside permissible limits depending on distance. It was also observed that the heavy metal concentration decreases with increasing distance away from the highway. These results suggest that the pollution in the samples was caused by vehicle traffic.

Keywords: Heavy metal, Soil pollution, Environmental pollution

Giriş

Dünya nüfusunun gereksinim duyduğu ihtiyaçları karşılamak için birçok alanda teknolojik yenilikler yapılmaktadır. Yapılan bu yenilikler doğanın temel yapı taşları olan; hava, su ve toprakta kirlilik gibi olumsuz şartların oluşmasına neden olmuştur. Yirminci yüzyılda birçok bilimsel ve teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. İnsan ve çevre üzerine etkileri göz önüne alındığında bu gelişmelerden en önemlisinin sanayileşme olduğunu görmekteyiz. Sanayileşme ile birlikte iş imkânları ve üretim artmış, yaşam standartları yükselmiş, tarım makineleşmiş ve bu sayede de birim alan topraktan daha fazla insan beslenebilir hale gelmiştir (Pak 2011).

Taşıtlarda ana kirlenici sistemlere bakıldığında ilk sırada egzoz sistemi yer almakta, daha sonra yakıt tankı, karbüratör, karter havalandırması izlemektedir (Dülgeroğlu 2008). Motor teknolojisinin gelişmesiyle benzinli motorlarda yenilikler yapılmış lakin sürekli artan motorlu araçlar yüzünden kirlilikte devamlı artış göstermiştir (Demir 2008). Kirliliğin en yoğun yaşandığı yerlerin başında araç sayısı fazlalığı nedeniyle büyük şehirler gelmektedir.

Motorlu taşıtlardaki ağır metal atıklarına bakıldığında, kurşun; aşınmış, yıpranmış lastik tozlarında, gres ve motor yağında, benzin içerisinde bulunduğu görülür. Kadmiyum; aşınmış lastik tozlarında, yakıtlarda, akülerde bulunduğu görülür. Krom; klima ve motor parçalarında görülür. Bakır; rulman aşınmasında, motor parçalarında, fren balata tozlarında görülür. Nikel; dizel yakıtlarında ve benzinde, motor yağlarında, fren balata tozlarında görülmektedir.

Ülkemizde bazı ağır metallerin topraktaki kirlilik sınır değerleri Tablo 1’de, Bazı Avrupa ülkelerinde izin verilebilir ağır metal limitleri de Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Toprak kirlilik parametreleri sınır değerleri (Anonim 2005)

Ağır metaller	pH 5-6	pH >6
	(mg/kg kuru toprak)	(mg/kg kuru toprak)
Bakır (Cu)	50	140
Çinko (Zn)	150	300
Kadmiyum (Cd)	1	3
Krom (Cr)	100	100
Kurşun (Pb)	50	300
Nikel (Ni)	30	75

Tablo 2. Bazı Avrupa ülkelerindeki izin verilebilir ağır metal limitleri (mg/kg) (Öztürk ve Bildik, 2005)

Ülke	Kalite Standardı	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Avusturya	Biyoatık yönetmeliği A sınıfı	1	70	150	60	120	500
Belçika(FL)	Tarım Bakanlığı	1.5	70	90	20	120	300
Danimarka	Tarım Bakanlığı	0.4	-	1000	30	120	4000
Almanya	Biyoatık Yönetmeliği Tip II	1.5	100	100	50	150	400
İrlanda	Taslak	1.5	100	100	50	150	350
Lüksemburg	Çevre Bakanlığı	1.5	100	100	50	150	400
Hollanda	İkinci Sınıf Kompost	1	50	60	20	100	200
İspanya	A sınıfı	2	100	100	60	150	400
İsveç	Kalite Güvence Organizasyonu	1	100	100	50	100	300
İngiltere	TCA kalite Etiketli	1.5	100	200	50	150	400

Toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın yerlerde ağır metal birikimi yüksek miktarda oluşmaktadır. Bunun sebebi olarak da ağır metallerin toprak kil minerallerine bağlanması gösterilmektedir. Toprak derinliği artıkça ağır metal birikimi de azalmaktadır. (Tok 1997). Otoyollardaki araç trafiğinin yoğunluğu ile otoyol kenarlarındaki tarım topraklarını ağır metal kirliliği arasında ilişki görülmektedir. Bu tip tarım arazilerinde özellikle Cd, Pb ve Ni kirliliğini önemli ölçüde arttırdığı bilinmektedir (Hakerler ve ark. 1995).

Şanlıurfa - Viranşehir Karayolu tarihi ipek yolu olmasının yanında Habur Sınır Kapısının geçiş güzergâhı üzerinde bulunması nedeniyle yoğun bir trafik akışı meydana gelmektedir. Bu araştırmanın amacı da; Şanlıurfa - Viranşehir karayolu kenarındaki tarım arazilerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesidir. Buradan hareketle elde edilen bulgulara göre, ağır metal kirliliğinin insan ve çevre üzerine olan olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla yapılacak çalışmalara kaynak oluşturmaktır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Şanlıurfa ili sınırlarında bulunan Şanlıurfa - Viranşehir karayolunda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliğini belirlemek amacıyla, yol kenarından 2 km’ lik aralıklarla yolun her iki yönünden 6 farklı noktadan, ağır metal kirliliğinin yoldan uzaklıkla değişimini belirlemek için yol kenarından itibaren yola dik olarak 0(sıfır), 15 m, 30 m, 60 m mesafelerden 0-15 cm toprak derinliğinden 4 tekrarlı toplamda 96 tane toprak örneği aşağıda gösterilen noktalardan alınmıştır.



Şekil 1. Toprak örneklerinin alındığı noktalar

Şanlıurfa ili Karasal ve Akdeniz iklimi arasında bir geçiş özelliğini gösterir. Koordinatları 35°49'00'' Kuzey, 42°35'00'' Batı sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve soğuk geçer. Bölgenin yıllık yağış ortalaması 420-470 mm arasında değişmektedir. Bitki örtüsü olarak Türkiye geneline göre en zayıf olan il konumundadır. Topraklarında genellikle "Bozkır" görünümü hâkimdir.

Yöntem

Deneme alanından toprak örnekleri 0-15 cm toprak tabakasından bir kürek yardımıyla alınmış ve plastik torbalara etiketlenerek konulmuştur. Daha sonra örnekler laboratuarda oda sıcaklığında kurutulup 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Daha sonra toprak örneklerinde tekstür, pH, kireç, total tuz, organik madde oranları belirlenmiş; kurşun, kadmiyum, nikel, krom, bakır ve çinko analizleri yapılmıştır.

Örneklerin Tekstürü Bouyoucus (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemi ile; Toprak pH'sı Jackson (1962) tarafından bildirilen 1:2:5 toprak su karışımında; Kireç Hızalan ve Ünal (1966) tarafından belirtildiği gibi, Scheibler kalsimetresi ile; Total Tuz Richards (1954) bildirdiği şekilde saturasyon çamurunda; elektriksel iletkenlik elektrikli kondaktivitimetre aleti ile; Organik madde Walkley (1947) modifiye edilmiş Walkey Black yöntemine göre belirlenmiştir. Toplam Pb, Cd, Ni, Cr, Cu ve Zn analizleri Soltanpour ve Workman (1981) ICP-OES cihazında belirlenmiştir. Elde edilen veriler de Tek yönlü varyans analizi ANOVA ve ortalamaları karşılaştırma testi Duncan (SPSS ver. 21) ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Deneme alanının toprak özellikleri

Şanlıurfa- Viranşehir karayolunun kuzey ve güney doğrultulu 2 km' lik aralıklarla 6 farklı noktadan, karayoluna 4 farklı mesafeden (0, 15, 30, 60 m) alınan yüzey toprak (0-15 cm derinlik) örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Tablo 3. Deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin minimum ve maksimum değerleri

Örnek noktası		Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	pH	Kireç (%)	Tuz (%)	OM (%)
Kuzey 1	Minimum	27.25	28.52	28.65	7.86	23.90	0.06	1.00
	Maksimum	38.85	38.57	35.87	8.03	32.30	0.12	2.10
Kuzey 2	Minimum	14.63	20.92	34.87	7.68	24.90	0.07	1.00
	Maksimum	36.42	34.33	57.08	8.28	32.80	0.08	2.10
Kuzey 3	Minimum	17.01	27.32	30.67	7.78	22.30	0.07	2.00
	Maksimum	38.12	33.28	55.54	8.02	30.80	0.10	2.60
Güney 1	Minimum	34.56	20.78	24.91	7.93	21.60	0.05	2.70
	Maksimum	50.45	28.65	40.46	7.99	22.90	0.11	3.60
Güney 2	Minimum	40.27	23.97	28.98	7.96	20.70	0.04	2.10
	Maksimum	48.16	35.03	37.16	8.03	27.80	0.09	2.40
Güney 3	Minimum	17.93	18.04	18.45	7.88	20.30	0.05	2.70
	Maksimum	42.56	40.04	52.08	8.03	29.30	0.09	3.40

Tablo 3'ten de görüldüğü gibi deneme alanı toprak örnekleri orta ve ağır bünyeli toprak sınıfına girmektedir. pH değerleri 7.68-8.28 arasında değişiklik göstermiş olup hafif alkalidir. Kireç içerikleri % 20.30- %32.80 arasında olup çok kireçli, tuz içerikleri %0.05- %0.12 arasında olup tuzsuz sınıfında, %1.00- %3.40 olan organik madde içerikleri de az ve orta sınıfındadır (Aydeniz 1985).

Deneme alanının ağır metal içerikleri

Deneme alanından alınmış olan toprak örneklerinin ortalama bakır (Cu), çinko (Zn), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), krom (Cr) ve nikel (Ni) içerikleri Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Uzaklığa göre ağır metal içeriklerinin ortalaması

Uzaklık (m)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Zn(ppm)
0	2.24	0.40	41.73	28.56	14.29	0.27
15	1.49	0.36	41.54	28.30	14.20	0.31
30	1.12	0.31	33.94	22.74	11.87	0.25
60	0.88	0.27	25.52	16.48	9.98	0.26

Tablo 5. Deneme alanı topraklarının yola uzaklığına göre ortalama bazı ağır metal içerikleri (mg/kg)

Yola uzaklık(m)	n	Kurşun (Pb)	Kadmiyum (Cd)	Nikel (Ni)	Krom (Cr)	Bakır (Cu)	Çinko (Zn)
0	24	2.24±0.141 a	0.40±0.006 a	41.73±1.432 a	28.56±1.894 a	14.29±0.403 a	0.27±0.110 a
15	24	1.49±0.136 b	0.36±0.007 b	41.54±1.071 a	28.30±1.177 a	14.20±0.251 a	0.31±0.024 a
30	24	1.12±0.158 bc	0.31±0.004 c	33.94±3.128 b	22.74±2.184 b	11.87±0.951 b	0.25±0.016 a
60	24	0.88±0.210 c	0.27±0.040 d	25.52±2.087 c	16.48±2.042 c	9.98±0.918 b	0.26±0.049 a

Her sütunda farklı harflerle (a,b,c,d) gösterilen değerler arasındaki farklılık P< 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Tablo 5'e bakıldığında uzaklığa bağlı olarak topraklardaki ağır metal (kurşun, kadmiyum, nikel, krom, bakır) konsantrasyonlarına bakıldığında istatistiksel olarak %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Kurşun konstanrasyonu, yola uzaklık olarak incelendiğinde yola 0 metresinde ağır metal içeriği ortalaması 2.24 mg/kg ile en yüksek seviyededir. Bunu sırasıyla 1.49 mg/kg; 1.12 mg/kg; ve 0.88 mg/kg olarak 15 m, 30 ve 60 m uzaklık mesafeleri izlemiştir. Duncan testine göre 30 m mesafedeki kurşun birikimi 15 m ve 60 m mesafedeki birikim ile aynı grupta yer almış diğeriyle de farklı grupta yer almıştır. Sonuçta yoldan uzaklaştıkça topraktaki kurşun konsantrasyonu azalmakta, yola yaklaştıkça artmaktadır (Tablo 5). Buna benzer olarak farklı yerlerde yapılmış olan çalışmalarda da yola yaklaştıkça kurşun konsantrasyonunun arttığını bildirmişlerdir (Vural ve Şahin 2012; Bilge ve Çimrin 2013).

Kadmiyum konsantrasyonu kurşunda olduğu gibi yola yaklaştıkça artış göstermektedir. Yola sıfır mesafede 0.40 mg/kg; 15 m, 0.36 mg/kg; 30 m, 0.31 mg/kg ve 60 m mesafede en az seviyede 0.27 mg/kg

olarak belirlenmiştir. Duncan testi sonrasında bütün örnekler farklı gruplar oluşturmuştur. Bunun sonucunda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda kadmiyum birikiminin azaldığı kirliliğin trafikten kaynaklı olduğu ortaya çıkmaktadır. Aynı şekilde Haktanır ve ark (1995), yaptıkları çalışmada mesafeye bağlı olarak yoldan uzaklaştıkça ağır metal birikiminin azaldığını belirtmişlerdir.

Deneme alanı topraklarının nikel konsantrasyonları incelendiğinde yola sıfır olan mesafede en yüksek miktarda bulunmuştur. Duncan testine göre yola sıfırdaki örnek 41.73 mg/kg, 15 m uzaklıktaki örnek ise 41.54 mg/kg ile aynı grupta yer almış, 30 m'de 33.94 mg/kg ve 60 m'de 25.52 mg/kg birikim ile diğerlerinden farklı gruplarda yer almıştır. Genel olarak bakıldığında yoldan uzaklaştıkça toprakta nikel birikiminin azaldığı görülmektedir ki bu da yola yakın noktalarda birikimin trafikten kaynaklı olduğunu göstermektedir. Ayrıca Özkutlu ve ark. (2009)'nın Ünye –Gülyalı karayolu güzergâhında yükseltiye bağlı bitki ve toprak örneklerindeki ağır metal kirliliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada deniz seviyesinden başlayarak 400 m yükseltiye kadar fındık yetiştiriciliği yapılan arazilerden bitki toprak örnekleri alınmış ve analizleri yapılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda topraktaki Pb, Cd ve Ni birikiminin trafikten kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Tablo 5'te krom konsantrasyonuna bakıldığında toprakların krom içeriğindeki en yüksek değer olan 28.56 mg/kg'ın yola sıfır mesafede olduğu görülmektedir. Bu değeri 28.30 mg/kg ile 15 m uzaklık izlemektedir. Daha sonra 30 ve 60 m mesafelerdeki örnekler sırasıyla 22.74 mg/kg ve 16.48 mg/kg bulunmuştur. Yola yakın mesafede krom içeriği, yoldan 60 metre uzaklıktaki birikimin yaklaşık olarak 2 katı kadardır. Bu da trafiğin krom birikiminde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca değerlerden de anlaşılacağı gibi yola yakın olan sıfır ve 15 m mesafedeki örnekler Duncan testine göre aynı grupta, diğerleri farklı gruplarda yer almıştır. Bilge ve Çimrin (2013)'in yaptığı çalışmada benzer şekilde yoldan uzaklaştıkça topraklardaki krom içeriğinin azaldığını ortaya koymuşlardır. Bu da çalışmamızı destekler niteliktedir.

Bakır konsantrasyonlarına bakıldığında en yüksek değerler yola sıfır ve 15 m mesafede, en az değerler ise 30 ve 60 m mesafede belirlenmiştir. Duncan testine göre sıfır ile 15 m aynı grupta yer almış, 30 ile 60 m mesafesindeki toprak örnekleri de aynı grupta yer almıştır. İstatistiksel olarak 0-15 m ve 30-60 m olmak üzere 2 grup ortaya çıkmıştır. Tablo 5'ten de anlaşılacağı üzere yola uzaklığın 15 metreden sonrasında birikim azalmaya başlamaktadır. Diğer bir deyişle belli mesafeden sonra trafik kaynaklı bakır birikimi azalış göstermektedir. Benzer şekilde Sezgin ve ark. (2003)'nin yaptığı çalışmada da trafik yoğunluğu olan yerde bakır birikiminde artış olduğu belirtilmiştir.

Tablo 5'te Çinko birikimine bakıldığında İstatistiksel olarak 0, 15, 30 ve 60 m mesafelerde farklılık bulunmamıştır. En yüksek değer 0.31 mg/kg, en düşük değer 0.25 mg/kg bulunmuştur. Duncan testine göre bütün uzaklıklar aynı grup içerisinde yer almıştır. Bunun sonucunda topraktaki çinko birikiminin trafikle alakasının olup olmadığı kesin bilinmemektedir.

Bu sonuçlara göre yola yaklaştıkça topraklardaki bazı ağır metal (kurşun, kadmiyum, nikel, krom ve bakır) konsantrasyonları artış göstermektedir. Diğer bir deyişle Karayolundan uzaklaştıkça toprakların kirlenmesi azalmaktadır.

Sonuç

Şanlıurfa - Viranşehir E-90 Karayolu, tarihi ipek yolu olmasının yanında, Habur Sınır Kapısının geçiş güzergâhı üzerinde bulunması nedeniyle yoğun bir trafik akışı meydana gelmektedir. Bu sebepten dolayı trafik kaynaklı kirliliğin boyutları artmıştır.

Denemede hesaplanan ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında, elde edilen değerlerin hepsinde toprakta kabul edilebilir ağır metal miktarlarının altında bulunmuştur. Duncan testine göre en yüksek değerler yola sıfır ve 15 metre mesafede bulunmuştur. Çalışma sonucunda belirlenen Cu, Ni, Cr, Zn, Cd, ve Pb gibi tüm ağır metallerin içerikleri topraklarda izin verilebilir değerlerine yaklaşmalarına rağmen Zn hariç diğer ağır metallerde mesafeye bağlı olarak karayolundan yaklaştıkça ağır metal içeriklerinin arttığı görülmüştür. Bunun sonucunda da deneme alanındaki topraklarda belirlenen ağır metallerin birikiminin trafik kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu elementler topraklarda şimdilik her ne kadar kirlilik yaratacak düzeylere ulaşacak kadar birikmemiş olsalar da bulunan değerler ağır metal içeriklerinin insan, hayvan ve bitki sağlığını tehdit edebilecek düzeylere ulaşmadan önlem alınması gerektiğini göstermektedir.

Yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından denetimlerin iyi bir şekilde yapılması ve önlemlerin alınması ağır metal kirliliğini önleyebilecek tedbirlerin başında gelmektedir.

Teşekkür

Bu Çalışma "VII International Scientific Agriculture Symposium" da poster olarak sunulacaktır. Makalede "Şanlıurfa – Viranşehir Karayolu Kenarındaki Topraklarda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği" isimli yüksek lisans tezi verileri kullanılmıştır.

Kaynaklar

- Anonim (2005). Resmi Gazete. Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. 31/05/2005 tarihli, 25831sayılı Aydeniz A (1985). Toprak Amenajmanı. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayın No:928. Ders kitabı 263. Ankara.554 s.
- Bilge U, Çimrin K.M. (2013). Viranşehir-Kızıltepe Karayolu Kenarındaki Topraklarda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği. Tarım Bilimleri Dergisi. 19. s:323-329. Ankara
- Bouyoucos G.D. (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. Agronomy J. 43: 434- 438.
- Demir Y. (2008). Trafik Kaynaklı Ağır Metallerin Çam İğnelerindeki Birikimi. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yük. Tek. Ens. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dülgeroğlu A. (2008). Trafik ve Çevre Etkisi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri A.B.D.
- Hakerlerler H, Okur B ve Yağmur B. (1995). Gediz Havzasında Yollara Yakın Arazilerde Motorlu Araç Trafiklerinden Kaynaklanan Ağır Metal Kirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Gediz Havzası Erozyon ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 10-11 Ekim 1995, sf: 138-148.
- Haktanır K, Arcak S, Erpul G. (1995). Yol kenarlarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metallerin birikimi. Tr. J. Of Eeng., and Environ. Sci, 19: 423-431.
- Hızalan E, Ünal E. (1966). Topraklarda Önemli Analizler. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayın no: 278.
- Holmes RS. (1943). Copper and zinc contents of certain United States soils. Soil Sci. 56: 359-370.
- Jackson M.L. (1962). Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Engle Wood Cliff – New Jersey.
- Özkutlu F, Turan M, Korkmaz K, Huano YM. (2009). Assessment of Heavy Metal Accumulation in the Soils and Hazelnut Plant (*Corylus avellana* L.) from Black Sea Coastal Region of Turkey. Asian Journal of Chemistry Vol. 21(6):4371-4388.
- Öztürk M, Bildik B. (2005). Hayvan çiftliklerinde kompost üretimi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Pak O. (2011). Kırklareli Sınırları İçerisindeki Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Richards L.A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook 60. U.S. Dept. of Agriculture.
- Sezgin N, Ozcan H.K., Demir G., Nemlioglu S., Bayat C. (2003). Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 Highway. Environment International, 29: 973-985.
- Soltanpour P.N., Workman S.M. (1981). Use of Inductively-Coupled Plasma Spectroscopy for the Simultaneous Determination of Macro and Micro Nutrients in NH₄HCO₃-DTPA Extracts of Soils. In Barnes R.M. (ed). Developments in Atomic Plasma Analysis, pp. 673-680, USA.
- Tao S. G., Lou C.Z., Yuan X.S., Li W., Ju Z., Wen H.L. (2007). Characteristics of Heavy Metal Pollution in Soil and Dust of Urban Parks in Shanghai. Environmental Science, 53: 250-330.
- Tok HH. (1997). Çevre Kirliliği. Anadolu Matbaacılık, İstanbul.
- Vural A, Şahin E (2012). Gümüşhane şehir merkezinden geçen karayolunda ağır metal kirliliğine ait ilk bulgular. Gümüşhane University Journal of Science and Technology Institute 2(1): 21-35
- Walkey A. (1947). A Critical Examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils: Effect of Variations in Digestion Conditions and Inorganic Soil Constituents. Soil Science, 63: 251-263.