



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Viranşehir-Kızıltepe Karayolu Kenarındaki Topraklarda Motorlu Taşıtlardan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği

Uğur BİLGE^a, Kerim Mesut ÇİMRİN^b

^a İl Gıda ve Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Mardin, TÜRKİYE

^b Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Tarım ve Çevre

Sorumlu Yazar: Kerim Mesut ÇİMRİN, E-posta: mcimrin@hotmail.com, Tel: +90 (326) 2455845/1352

Geliş Tarihi: 14 Ağustos 2013, Düzeltmelerin Gelişi: 14 Eylül 2013, Kabul: 18 Eylül 2013

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Mardin İline bağlı Viranşehir-Kızıltepe karayolu güzergâhındaki topraklarda trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin boyutlarını belirlemek, topraktaki ağır metal miktarının kara yolundan olan mesafe ile değişimini ortaya koyabilmektir. Bu amaçla karayolunun sağ ve sol tarafından 2'şer km'lik 6 farklı noktadan 0, 15, 30 ve 60 m uzaklıklarla 0-15 cm derinlikten dört tekrarlamalı olarak toplam 96 toprak örneği alınmıştır. Sonuç olarak, toprakların ortalama ağır metal içerikleri, kurşun (Pb) 0.64-2.24, kadmiyum (Cd) 0.26-0.40, nikel (Ni) 27-42, krom (Cr) 17-28 ve bakır (Cu) 9.9-14.2 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu için tüm ağır metallerin konsantrasyonları topraklarda izin verilebilir sınır değerlerine yaklaşamamalarına rağmen, mesafeye bağlı olarak karayolundan uzaklaştıkça ağır metal konsantrasyonlarının azaldığı görülmüştür. Bu durum çalışma alanındaki topraklarda gözlenen ağır metal birikiminin trafik kökenli olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, miktar bakımından topraklarda ağır metaller şu sırayı; Ni>Cr>Cu>Pb>Cd izlemiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal; Trafığe bağlı kirlilik; Toprak kirliliği

Heavy Metal Pollution in Soils Adjacent to the Kızıltepe - Viranşehir Road

ARTICLE INFO

Research Article — Agriculture and Environment

Corresponding Author: Kerim Mesut ÇİMRİN, E-mail: mcimrin@hotmail.com, Tel: +90 (326) 2455845/1352

Received: 14 August 2013, Received in Revised Form: 14 September 2013, Accepted: 18 September 2013

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the extent of heavy metal pollution in the soils adjacent to the Viranşehir (Şanlıurfa) – Kızıltepe (Mardin) highway, and determine the dependence of heavy metal pollution on the distance from the highway. Total of ninety-six surface soil samples (0-15 cm) were collected from the left and right-hand sides of the highway at six

different points which were 0, 15, 30 and 60 m apart from the highway in four replicates. The maximum and minimum concentrations of heavy metals in soils were as follows: Pb 0.64-2.24, Cd 0.26-0.40, Ni 27-42, Cr 17-28 and Cu 9.9-14.2 mg kg⁻¹. Results showed that Pb, Cd, Ni, Cr and Cu contents were higher near the highway. It is therefore concluded that the main source of heavy metal pollution in these soils might be due to traffic. Also, the amount of heavy metals in soils were in the following order: Ni> Cr> Cu> Pb> Cd.

Keywords: Heavy metal; Traffic induced pollution; Soil pollution

1. Giriş

Son yıllarda teknolojinin gelişmesine paralel olarak çevre ve toprak kirliliğinde de artışlar görülmektedir. Günümüzde teknolojik gelişmeler ve toplumsal ihtiyaçlara bağlı olarak giderek artan motorlu taşıtlar önemli çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Özellikle büyük şehirlerdeki kişi başına düşen motorlu taşıt sayısı her geçen gün artmaktadır. 2006 yılı itibariyle dünyada 695 073 166 adet otomobil olmak üzere, toplam 953926919 adet motorlu araç bulunurken (OSD 2008), 2012 yılı itibarı ile Ülkemizde 8 648 875 adeti otomobil olmak üzere toplam 14 342 620 adet motorlu araç bulunmaktadır (OSD 2013).

Motorlu taşıtlar hava kirliliğinin önemli bir bölümünden sorumludur. Motorlu taşıtlardan çıkan kirleticiler; karbon monoksit, karbondioksit, hidrokarbonlar, azot oksitler, kükürt oksitler, partikül şeklindeki kurum ve bazı ağır metaller olarak sayılmaktadır (İlkılıç & Behçet 2006). Trafikten kaynaklanan kirletici ağır metallerin başında ise kurşun (Pb), nikel (Ni), civa (Hg), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), krom (Cr) ve bakır (Cu) gelmektedir. Kurşun (Pb) motorlu araçlarda vurutuyu önlemek üzere benzine katılan Tetra Etil Kurşun (TEK)'dan, nikel (Ni) ise daha çok dizel yakıtından ve motor yağlarından kirletici olarak açığa çıkmaktadır. Kadmiyum (Cd) ve çinko (Zn) ise en çok dizel yakıtından olmak üzere, araç lastikleri, yağlar ve diğer araç donanımlarından kaynaklandığı bilinmektedir (Li & Liu 2001). Ülkemizde ve yurt dışında yapılan çalışmalara bakıldığında, trafiğin yoğun olduğu park veya yol kenarlarından alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda; Pb, Cd, ve Cu gibi ağır metallerin birikiminin

topraklarda normal seviyelerinin çok üstünde olduğu ancak, Ni birikiminin ise, Cu ve Pb' ye oranla daha düşük seviyede olduğu ve bu durumun motorlu taşıt yoğunluğuna bağlı olarak arttığı bir çok çalışmada belirtilmiştir (Haktanır et al 1995; Carlosena et al 1997; Li & Liu 2001; Chen et al 2004; Çelik et al 2004). Haktanır et al (1995), Ankara'da Etimesgut-Ankara karayolunda Pb, Cd ve Cu ağır metallerinin kirliliği araştırılmışlardır. Yol boyunca uzanan topraklarda üst 0-5 cm toprak katında yüksek düzeyde Pb zenginleşmesi bulmuşlardır. Ağır metal kirliliğinin yol kenarından olan mesafe ile azaldığı ve 40 m'den sonra 500 m'ye doğru normal değerlere indiği belirtilmiştir. Benzer olarak Sezgin et al (2003), İstanbul'un Topkapı-Avcılar güzergâhı üzerindeki E-5 karayolunun 18 km' lik alanında, 22 farklı noktadan toprak alarak yürüttükleri çalışmada; Pb, Cu ve Zn konsantrasyonlarının normal seviyelerinin çok üzerinde olduğunu belirtilmişlerdir.

Çalışmada, Mardin İlinin Viranşehir-Kızıltepe arası (Eski İpek Yolu) karayolunda her geçen gün artan trafik yoğunluğu ve buna bağlı olarak motorlu taşıtların egzozlarından çıkan ağır metallerin yol kenarındaki tarım topraklarına etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Toprak örnekleri 0-15 cm derinlikten olmak üzere, Mardin ili Kızıltepe- Viranşehir karayolunun 30. km' sinden itibaren yolun her iki kenarından 2 şer km aralıklarla, 6 farklı noktadan, yola dik 0, 15, 30 ve 60 metre uzaklıklardan dört tekrarlamalı olarak toplam 96 adet örnek alınmıştır. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri oda sıcaklığında havada

kurutulup 2 mm' lik elekten geçirilerek kapalı kaplarda muhafaza edilmiştir. Araştırma alanı topraklarında; bünye Bouyoucous hidrometresi ile (Bouyoucous 1951), organik madde modifiye edilmiş Walkley-Black metodu ile (Walkley 1947), kireç volümetrik olarak Allison & Moodie (1965)'e, pH Jackson (1962)'a, tuz saturasyon çamurunda kondaktivimetre ile (Richard 1954)'e, toplam Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu yaş yakmayla Khan & Frankland (1983)'a göre Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde belirlenmiştir. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün çalışma alanı sınırlarındaki ortalama taşıt yoğunluğu verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler 'SAS' istatistik paket programından yararlanılarak varyans analizi yapılmış, etkileri önemli bulunan uygulamalara ait ortalamalar "Duncan çoklu karşılaştırma" testine göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş et al 1987).

Çizelge 1- Viranşehir Kızıltepe 2007 yılı karayolu trafik yoğunluğu ve taşıt sayısı (yıllık ortalama günlük trafik değeri (YOGT) (KGM 2007)

Table 1- Viranşehir Kızıltepe road traffic density and the number of vehicles in 2007(KGM 2007)

Araçlar	Sayısı
Otomobil	5660
Otobüs	589
Kamyon	1470
Tır	191
<i>Toplam</i>	<i>7750</i>

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çalışma alanının toprak özellikleri

Viranşehir-Kızıltepe karayolunun Kuzey ve Güney doğrultularında ikişer kilometrelik aralıklarla altı farklı noktadan, karayoluna dört farklı mesafeden alınan yüzey toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir. Bu tablonun incelenmesinden de görüleceği üzere alınan toprak örnekleri orta ve ağır bünyeli, bulunmuştur. Bu toprakların pH' ları 7.57 ile 8.32 arasında değişerek hafif alkalin reaksiyonlu

olup, kireç içerikleri % 19.00 ile % 32.40 arasında değişerek çok kireçli, tuz içerikleri % 0.04 ile 0.13 arasında değişerek tuzsuz sınıfta, organik madde içerikleri ise % 1.02 ile % 3.70 arasında değişerek az ve orta sınıfına girmektedir (Çizelge 2) (Aydeniz 1985).

3.2. Çalışma alanının ağır metal miktarları

Viranşehir-Kızıltepe arası karayolu kenarlarından her iki yönden alınan toprak örneklerinin, yoldan uzaklığa göre ortalama kurşun(Pb), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), krom (Cr) ve bakır (Cu) içerikleri Çizelge 3' de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere trafik kirliliğinin önemli göstergelerinden olan toprakta kurşun, kadmiyum, nikel, krom ve bakır birikimleri, yola olan uzaklığa göre istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Her iki yönden yola uzaklıklara göre yapılan Duncan testine göre, yola sıfır, 15, 30 ve 60 metre olan örnekleme noktalarının genel ortalama kurşun içerikleri sırasıyla, 2.24, 1.45, 1.06 ve 0.64 mg kg⁻¹ olarak bulunmuş ve sürekli azalarak mesafelere göre tüm genel ortalamalar farklı gruplarda yer almışlardır. Başka bir ifade ile karayolundan mesafeye bağlı olarak uzaklaştıkça toprakların Pb içeriklerinin birikiminin azaldığı, tersine yola yaklaştıkça toprakların Pb içeriklerinin arttığı görülmektedir (Çizelge 3).

Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Pb birikiminin azaldığı bildirilmiştir (Al-Saleh & Taylor 1994; Yaman 1994; Haktanır et al 1995; Karaca 1997; Vural & Şahin 2012). Bu durum çalışma alanındaki topraklarda gözlenen Pb birikiminin trafik kaynaklı olduğu savını güçlendirmektedir.

Karayolundan uzaklaştıkça toprakların kurşun içeriklerine benzer olarak, her iki yönden yola uzaklıklara göre yapılan Duncan testine göre, yola sıfır 15, 30 ve 60 metre olan örnekleme noktalarının genel ortalama kadmiyum içerikleri sırasıyla, 0.40, 0.35, 0.30 ve 0.26 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Toprakların ortalama Cd içerikleri yola en yakın mesafede en yüksek değer bulunurken

Çizelge 2- Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin maksimum ve minimum değerleri

Table 2- The maximum and minimum values of some physical and chemical properties of research area soils

Örnek noktası		Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	pH 1:2.5	Kireç (%)	Tuz (%)	O.M (%)
Kuzey 1	Minimum	25.87	27.89	27.89	7.83	19.00	0.05	1.03
	Maksimum	39.67	39.82	36.23	8.06	32.40	0.13	2.23
Kuzey 2	Minimum	13.79	20.45	33.73	7.57	24.80	0.06	1.02
	Maksimum	37.12	34.87	58.08	8.32	33.70	0.09	2.23
Kuzey 3	Minimum	15.38	26.93	30.38	7.69	21.70	0.05	1.80
	Maksimum	39.30	36.45	55.54	8.13	31.80	0.12	2.70
Güney 4	Minimum	33.67	19.78	23.69	7.84	22.10	0.04	2.60
	Maksimum	51.35	29.45	41.46	8.02	28.80	0.12	3.70
Güney 5	Minimum	39.27	22.92	27.98	7.82	19.00	0.04	1.90
	Maksimum	49.91	37.03	39.12	8.07	28.80	0.11	2.50
Güney 6	Minimum	17.45	17.97	17.89	7.84	19.90	0.05	2.00
	Maksimum	43.76	39.12	53.08	8.03	30.10	0.11	3.50

Çizelge 3- Çalışma alanı topraklarının karayolundan uzaklığa göre ortalama Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu içerikleri (mg kg⁻¹)Table 3- The average Pb, Cd, Ni, Cr and Cu contents of the soils depending on the distance from the road (mg kg⁻¹)

Yola Uzaklık (m)	n	Kurşun (Pb)	Kadmium (Cd)	Nikel (Ni)	Krom (Cr)	Bakır (Cu)
		$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
0	24	2.24±0.07a	0.40±0.006a	42±0.66a	28±0.86a	14.2±0.18a
15	24	1.45±0.08b	0.35±0.005b	41±0.50a	28±0.48a	14.0±0.12a
30	24	1.06±0.08c	0.30±0.004c	34±1.44b	23±0.92b	11.8±0.45b
60	24	0.64±0.07d	0.26±0.004d	27±0.98c	17±0.95c	9.9±0.44
P		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

a, b, c, d aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

yola yaklaştıkça sürekli azalma göstererek tüm genel ortalamalar farklı gruplarda yer almıştır. Bir başka ifade ile karayolundan mesafeye bağlı olarak uzaklaştıkça toprakların Cd içeriklerinin birikiminin azaldığı, tersine yola yaklaştıkça toprakların Cd içeriklerinin arttığı görülmektedir. Haktanır et al (1994) yürüttükleri benzer bir çalışmada, topraklarda Pb, Cu ve Cd birikimlerinin karayoluna olan uzaklığın artışıyla olan değişimlerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda mesafeye bağlı

olarak azalan kurşun miktarının ancak yoldan 500 m uzaklıkta normal değere düştüğü tespit edilmiştir. Kadmium ve bakır kirliliğinde de benzer bir azalma olduğu bildirilmiştir. Konuyla ilgili olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda yoldan uzaklaştıkça topraklarda Cd birikiminin azaldığı bir çok çalışmada rapor edilmiştir (Rodriguez et al 1982; Haktanır et al 1995). Bu durumda, çalışma alanındaki topraklardaki kadmium birikiminin trafik kaynaklı olduğu bulgusunu desteklemektedir.

Bütün yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların ortalama Ni içeriklerine bakıldığında en düşük değerler yola en uzak mesafede, en yüksek değerler yola en yakın mesafedeki örneklerde bulunmuştur. Örnekleme noktalarının hepsinde yoldan uzaklıklara göre yapılan Duncan testine göre yola sıfır olan örnekleme noktalarının genel ortalama nikel içerikleri 42 mg kg^{-1} , yoldan 15 metre uzaklıklardaki örneklerin genel ortalaması 41 mg kg^{-1} ve yoldan 30 ve 60 metre uzaklaştığında toprakların Ni içeriklerinin genel ortalamaları sırasıyla 34 mg kg^{-1} ve 27 mg kg^{-1} olarak sürekli azalma göstererek, yola 0 m ve 15 m mesafelerindeki ortalamalar aynı grubu oluştururken, diğer tüm genel ortalamalar farklı grupları oluşturmuştur. Sonuç olarak, karayolundan mesafeye bağlı olarak uzaklaştıkça toprakların Ni içeriklerinin birikiminin azaldığı, tersine yola yaklaştıkça toprakların Ni içeriklerinin arttığı görülmektedir. Polonya’da farklı bölgelerde trafik kökenli ağır metal kirliliğinin bitki ve topraktaki birikimini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada, şehir merkezine uzak olan bölgelerdeki ağır metal kirliliği trafik ağından oldukça uzakta olan Bela Crkva bölgesinden alınan örneklerle karşılaştırılmış ve şehir merkezine yakın olan bölgelerde alınan örneklerdeki Pb, Ni ve Mn konsantrasyonlarının daha yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir (Knezevic et al 2009). Aynı şekilde farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Ni birikiminin azaldığı bildirilmektedir (Tam et al 1987; Çınar & Dilek 2001).

Çizelge 3’ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere toprakta krom (Cr) birikimi örnekleme noktaları ve yola uzaklığa göre istatistiki olarak % 0.1 düzeyinde farklılık göstermiştir. Yoldan uzaklıklara göre yapılan Duncan testine göre yola sıfır olan örnekleme noktalarının genel ortalama kurşun içerikleri 28 mg kg^{-1} , yoldan 15 metre uzaklıklardaki örneklerin genel ortalaması 28 mg kg^{-1} ve yoldan 30 ve 60 metre uzaklaştığında toprakların Cr içeriklerinin genel ortalamaları sırasıyla 23 mg kg^{-1} ve 17 mg kg^{-1} olarak sürekli azalma göstererek, yola en yakın iki mesafe aynı

grubu oluştururken diğer tüm genel ortalamalar farklı gruplarda yer almıştır. Bir başka ifade ile karayolundan mesafeye bağlı olarak uzaklaştıkça toprakların Cr içeriklerinin birikiminin azaldığı, tersine yola yaklaştıkça toprakların Cr içeriklerinin arttığı görülmektedir. Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Cr birikiminin azaldığı bildirilmiştir (Ward et al 1977).

Bütün yönler ve yoldan uzaklıklara göre toprakların ortalama Cu içeriklerine bakıldığında en düşük değerler yola en uzak mesafede, en yüksek değerler ise yola en yakın mesafede bulunmuştur. Tüm yönlerde de yoldan uzaklıklara göre yapılan Duncan testine göre yola sıfır ve 15 m olan örnekleme noktalarının genel ortalama bakır içerikleri sırasıyla, 14.2 mg kg^{-1} ve 14.0 mg kg^{-1} ve yoldan 30 ve 60 metre uzaklaştığında toprakların Cu içeriklerinin genel ortalamaları sırasıyla 11.8 mg kg^{-1} ve 9.9 mg kg^{-1} olarak sürekli azalma göstererek yola yakın iki mesafe aynı Duncan grubuna girerken diğer uzaklıklardaki örneklerin genel ortalamaları farklı grupları oluşturmuştur. Bir başka ifade ile karayolundan mesafeye bağlı olarak uzaklaştıkça toprakların Cu içeriklerinin birikiminin azaldığı, tersine yola yaklaştıkça toprakların Cu içeriklerinin arttığı görülmektedir. Benzer olarak farklı yerlerde yapılan çalışmalarda da yoldan uzaklaştıkça topraklarda Cu birikiminin azaldığı bildirilmiştir (Sezgin et al 2003; Möller et al 2004).

Çalışmada belirlenen ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında, bu değerlerin tümünde de toprakta kabul edilebilir sınırının altında bulunmuştur. Başka bir ifade ile çalışmada belirlenen Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu gibi tüm ağır metallerin konsantrasyonları topraklarda izin verilebilir sınır değerlerine (Çizelge 4) hali hazırda yaklaşamamalarına rağmen, tüm ağır metallerde mesafeye bağlı olarak karayolundan uzaklaştıkça ağır metal konsantrasyonlarının azaldığı görülmüştür. Bu durum çalışma alanındaki topraklarda gözlenen ağır metallerin birikiminin trafik kaynaklı olduğunu düşündürmektedir.

Çizelge 4- Toprakta müsaade edilen maksimum ağır metal konsantrasyonları (COGM 2010)

Table 4- Maximum permitted concentrations of heavy metals in soil(COGM 2010)

Ağır metal (toplam)	pH:5- 6 Fırın kuru toprak (mg kg ⁻¹)	pH>6 Fırın kuru toprak (mg kg ⁻¹)
Kurşun	50	300
Kadmiyum	1	3
Krom	100	100
Bakır	50	140
Nikel	30	75
Cıva	1	1,5

4. Sonuçlar

Teknolojik gelişmelerin ve sanayileşmenin doğal bir sonucu olarak trafiğe çıkan taşıt sayısının gün geçtikçe artması sonucu trafik kaynaklı kirliliğin boyutlarının da artmasına neden olmaktadır. Dünyada ve ülkemizde gün geçtikçe hızla artan motorlu araç sayısının motorlu taşıtlardan kaynaklı kirliliğin artmasına neden olması kaçınılmazdır. Trafik yoğunluğu ve egzozu bağlı metal kirliliğinde kurşunun yanında, motor yağlarında ve oto lastiklerinde katkı maddesi olarak kullanılan Cd motor alaşımlarının aşınmasından ortaya çıkan Cu ve Ni, taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliğinin ana unsurlarıdır.

Çalışma alanında belirlenen ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında, bu değerlerin tümünün topraklarda kabul edilebilir ağır metal sınır düzeylerinin altında belirlenmiş olması, bugün için çalışma alanında ciddi bir trafik kaynaklı ağır metal kirlenmesinin olmadığını göstermektedir. Fakat çalışmada belirlenen Pb, Cd, Ni, Cr ve Cu gibi tüm ağır metallerin konsantrasyonları bu topraklarda izin verilebilir sınır değerlerine hali hazırda yaklaşamalarına rağmen, Pb, Cd, Cr, Cu ve Ni gibi ağır metal konsantrasyonlarında mesafeye bağlı olarak karayolundan uzaklaştıkça azaldıkları belirlenmiştir. Sonuç olarak, ağır metallerin hepsinde de karayoluna sıfır olan noktalarda en fazla konsantrasyonlar belirlenirken, yoldan uzaklaştıkça tedricen

azalarak, en düşük değerler 60 m uzaklıklardan elde edilmesi, çalışma alanındaki topraklarda gözlenen ağır metallerin birikiminin trafik kaynaklı olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Kaynaklar

- Allison L E & Moodie C D (1965). Carbonate. In C.A. Black et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. Agronomy Monograph. 9. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, p. 1379-1400
- Al-Saleh IA & Taylor A (1994). Lead concentration in the atmosphere and soil of Riyadh, Saudi Arabia. *Science of the Total Environment* **141**: 261-267
- COGM (2010). Çevre ve Orman Genel Müdürlüğü Kayıtları. <http://www2.cevreorman.gov.tr/yasa/y/25831.doc>. (Erişim Tarihi: 06.05.2010)
- Aydeniz A (1985). Toprak Amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 928, Ders Kitabı No: 263, Ankara
- Bouyoucos G D (1951). A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy Journal* **43**: 434- 438
- Carlosena A, Andrade J M, Tomas X, Fernandez E & Prada D (1997). Classification of edible vegetables affected by different traffic intensities using potential curves. *Talanta* **48**: 795-802
- Chen T, Zheng Y, Lei M, Huang Z, Wu H, Chen H, Fan K, Wu X & Tian Q (2004). Assessment of heavy pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China. *Chemosphere* **60**: 542-551
- Çelik A, Kartal A A, Akdoğan A & Kaks Y (2004). Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudoacacia L. *Environment International* **31**: 105-112
- Çınar T, & Dilek A, (2001). Determination of heavy metals in bio – collectors as indicator of environmental pollution. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* **82**: 321-329
- Düzgüneş A, Kesici O T, Kavuncu O & Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın no; 1021, Ankara
- Haktanır K, Arcak S & Erpul G (1995). Yol kenarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metal birikimi. *Engineering and Science* **19**: 423-431
- Haktanır K, Arcak S & Erpul G. (1994). Yol kenarlarındaki topraklarda trafikten kaynaklanan ağır metallerin

- birikimi. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science* **19**: 423-431
- İlkılıç C & Behcet R (2006). Hava kirliliğinin insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkisi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, **5**(1): 66–72
- Jackson M L (1962). Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Engle Wood Cliff - New Jersey
- Karaca A (1997). Erzurum topraklarında motorlu araç emisyonlarından kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Erzurum
- KGM (2007). Karayolları Genel Müdürlüğü. <http://www.kgm.gov.tr/2007> (Erişim tarihi:2007)
- Khan K D & Frankland B (1983). Chemical forms of Cd and Pb in some contaminated soils. *Environmental Pollution* **6**: 15-31
- Knezevic M, Stankovic D, Krstic B, Nikolic M S & Dragica V (2009). Concentrations of heavy metals in soil and leaves of plant species Paulownia elongata S.Y.Hu and Paulownia fortunei Hemsl. *African Journal of Biotechnology* **8** (20): 5422-5429
- Li X & Liu P S (2001). Heavy metal contamination of urban soils and street dusts in Hong Kong. *Applied Geochemistry* **16**: 1361-1368
- Möller A, Müller H W, Abdullah A, Abdelgawad G & Uterman J (2004). Urban soil pollution in Damascus Ghovta. *Geoderma* **12**(4): 63-71
- OSD (2008). 2007 Yılı Otomobil ve Toplam Motorlu Araç Parkı “Dünya ve Türkiye”. <http://www.osd.org.tr/2007dunyavetrukyepark.pdf>, (Erişim tarihi: 06.05.2010)
- OSD (2013). Otomotiv sanayii genel ve istatistik bülteni (General and statistical information bulletin of automotive manufacturers, 2013 I. <http://www.osd.org.tr/cata2013.pdf> (Erişim tarihi: 16.09.2013)
- Richards L A (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Handbook 60. Department of Agriculture, United State
- Rodriguez-Flores M & Rodriguez-Castellon E (1982). Lead and cadmium levels in soil and plants near highways and their correlation with traffic density. *Environmental Pollution* **4**: 281-290
- Sezgin N, Ozcan H K, Demir G, Nemlioğlu S & Bayat C (2003). Determination of heavy metal concentrations in street dusts in İstanbul E-5 Highway. *Environment International* **29**: 973-985
- Tam N F Y, Liu W K, Wong M H, & Wong Y S (1987). Heavy metal pollution in roadside urban parks and gardnes in hong kong. *Science of the Total Environment* **59**: 325-328
- 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
- Walkley A (1947). A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: effect of varations in digestion conditions and inorganic soil constiuents. *Soil Science* **63**: 251-263
- Ward N I, Brooks R R & Roberts E (1977). Heavy metal pollution from automotive emissions and its effects on roadside soils and pasture species in new zeland. *Environmental Science and Technology* **11**(9): 917-920
- Yaman S (1994). Karayolu kenar topraklarında kurşun kirlenmesi (Ceyhan-Adana). *Tr: Journal of Engineering and Environmental Science* **19**: 303-306