



## Doğu Akdeniz Bölgesi Sanayi Alanı Topraklarında Karbon Mineralizasyonu

Hüsniye Aka Sağlık\*, Neslişah Mutlu

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 80000 Osmaniye, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş 29 Mart 2018  
Kabul 28 Nisan 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Karbon  
İz element  
Mikroorganizma  
Mineralizasyon  
Sanayi bölgesi

#### \*Sorumlu Yazar:

E-mail: hasaglikler@osmaniye.edu.tr

### Ö Z

Bu çalışmada; Osmaniye’de demir, çelik ve metal sanayi işletmelerinin üç ayrı bölgesinden mesafeye bağlı olarak örneklenmiş toprakları ile bu işletmelerden uzakta bulunan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi kampüs topraklarının bazı iz element [Cu, Mn, Fe ve Zn (mg/kg)] içerikleri ve karbon mineralizasyonu (28°C, 45 gün) karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Karbon mineralizasyonu için CO<sub>2</sub> respirasyon yöntemi kullanılmıştır. Tüm topraklarda iz element içeriklerinin sınır değerlerden düşük olduğu belirlenmiştir. Sanayi Tesisleri yakınından örneklenmiş 1 nolu toprağın karbon mineralizasyonu [15,0 mg/C (CO<sub>2</sub>)/100 g KT] 4 nolu kampüs toprağından [30,0 mg/C(CO<sub>2</sub>)/100 g KT] anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Benzer durum dört toprağın karbon mineralizasyon oranları arasında da gözlenmiş olup Sanayi Bölgesi’nin üç toprağın da yine kampüs toprağından anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Tüm bu bulgular toprakların karbon mineralizasyonu ve iz elementi içeriklerinin Sanayi Bölgesi’nden uzaklaştıkça değişmediğini; toprakların organik karbon ve azot içerikleri ile pH’larına bağlı olarak değişebileceğini ortaya koymaktadır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(7): 940-944, 2018

### Carbon Mineralization in the Industrial Lands of Eastern Mediterranean Region

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received 29 March 2018  
Accepted 28 April 2018

#### Keywords:

Carbon  
Trace elements  
Microorganism  
Mineralization  
Industrial sites

#### \*Corresponding Author:

E-mail: hasaglikler@osmaniye.edu.tr

### ABSTRACT

In this study; it was determined some trace element contents [Cu, Mn, Fe and Zn (mg/kg)] and carbon mineralization (28° C, 45 days) in three soil sampled depending on the distance from three different plots of Industrial Zone which has a great number of iron and steel and metal industry enterprises and one soil sample from Osmaniye Korkut Ata University campus which is located far from this Industrial Zone. CO<sub>2</sub> respiration method was used in carbon mineralization experiments. It was determined that trace element contents of these four soils was lower than the limit values. Carbon mineralization [15.0 mg/C(CO<sub>2</sub>)/100 g DS] of the soil number 1 sampled nearly the Industrial Zone was significantly lower than campus soil numbered 4 [30.0 mg/C(CO<sub>2</sub>)/100 g DS]. The similarity were also observed among the carbon mineralization rates of four soils and three soils of the Industrial Zone were found significantly lower than the campus soil. All these findings exhibited that the carbon mineralization and trace element contents of the soils did not change with distance of Industrial Zone; the soil may vary depending on the organic carbon and nitrogen contents together with pH.

DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i7.940-944.1935>

## Giriş

Günümüzde metal ve kimya sanayii ve madencilik faaliyetlerindeki artış, yoğun pestisit uygulamaları gibi antropojenik faaliyetlerin topraklarda ağır metal kirliliğine neden olduğu bilinmektedir (Alloway ve Ayres, 1993; Yeniso-y-Karakas ve Tuncel, 2004; Doğrul ve ark., 2007; Kızıldağ, 2017). Toprakta yaşayan organizmaların ise ortamlarına bu şekilde ilave olan ağır metallere gelen olumsuz etkilediği ve toprakta meydana gelen reaksiyonları ile bu kirleticilere cevap verdikleri birçok araştırma ile ortaya konulmuştur (Aka ve Darıcı, 2004; Obbard, 2001; Ahmad ve ark., 2005). Özellikle mikroorganizmalar ve onların karbon ve azot mineralizasyon faaliyetleri aracılığı ile ortamdaki kirleticilerin etkilerini ve düzeyini gözlemlemek, ekosistem değerlendirmelerinde oldukça büyük öneme sahiptir (Sani ve ark., 2003). Nitekim ağır metallerin yüksek konsantrasyonları mikroorganizma potansiyeli ve çeşitliliğini olumsuz etkilemektedir (Aka ve Darıcı, 2004; Friedlova, 2010). Kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), krom (Cr), çinko (Zn), bakır (Cu), Mangan (Mn) ve molibden (Mo) gibi elementlerin yüksek dozlarının toprakta kirliliğe neden olduğu, bunlardan Zn, Cu, Mn ve Mo gibi elementlerin ise düşük dozlarda canlı metabolizması için hayati öneme sahip olduğu dikkati çekmektedir (Aka ve Darıcı, 2004; Lenart ve Wolny-Koladka, 2013; Kızıldağ, 2017). Yirminci yüzyılın ikinci yarısında özellikle endüstriyel gelişime bağlı olarak meydana gelen ve artarak devam eden bu kirlilik etkeni elementlerin yüksek dozları tüm canlılar için bir tehdit unsuru oluşturmaktadır (Peterson, 1993; Zheljazkov ve Nielsen, 1996; Rether, 2002; Pinto ve ark., 2003). Bu elementlerin topraktaki içeriklerini bilmek ve kirlilik mevcut ise çeşitli ıslah çalışmalarına yönelmek çağın önemli yaklaşımlarından biridir (Geiger ve ark., 1993; Wuana ve Okieimen, 2011). Toprakta kirlilik oluşturabilen yaygın ağır metaller Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Hg, Cr ve As olup, yine toprağın doğal bileşiminde var olan organik maddenin bu kirlilik etkenine karşı mücadelede ve toprak dengesinin oluşturulmasında en doğal ve etkili ıslah edici faktör olduğu ifade edilmektedir (Jonasson ve ark., 1996; Luo ve Zhuo, 2006). Toprağın biyolojik, kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde etkili olan organik maddenin toprakta gerçekleşen biyolojik faaliyetlere de anlamlı bir katkısı olduğu bilinmektedir (Tiessen ve ark., 1994). Topraktaki pek çok organik bileşiği ayrıştırmak toprak mikroorganizmalarının en asli ve önemli görevidir (Aka ve Darıcı, 2005). Organik maddenin ayrıştırılmasında görev alan toprak mikroorganizmalarının, özellikle karbonun uzun süreli tutulmasında ve ekosistem verimliliğinde rol oynadığı bilinmektedir (Luo ve Zhuo, 2006).

Bu çalışmada, demir, çelik ve metal sanayi işletmelerinin bulunduğu 3 farklı alandan ve kontrol amaçlı olarak bu işletmelerden uzakta bulunan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi kampüsünden örneklenmiş topraklarda bazı iz elementlerle (Cu, Mn, Fe ve Zn) karbon ve azot içerikleri (%) belirlenmiş, daha sonra kontrollü koşullarda (28°C, 45 gün) karbon mineralizasyonu izlenerek değişen ortam şartlarına göre mikroorganizmaların faaliyetleri değerlendirilmiştir.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Araştırma materyallerini Osmaniye'nin Toprakkale ilçesindeki Organize Sanayi Bölgesi'nde (OSB) bulunan üç farklı alan toprakları ile [demir, çelik ve metal sanayi işletmelerine 2-3 m mesafede (1 nolu örnek), 500 m mesafede (2 nolu örnek) ve 1000 m mesafede (3 nolu örnek)] ve Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi (OKÜ) kampüsünün [sanayi işletmelerine yaklaşık 17 km mesafede (4 nolu örnek)] 0-10 cm derinliğinden örneklenmiş topraklar oluşturmaktadır. Havada kurutulmuş topraklar organik atıklar ve iskeletinden arındırıldıktan sonra, 2 mm'lik eleklerle ayrı ayrı elenmiş ve analizlerde kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir.

### Metot

Toprakların bünye tipi hidrometre yöntemi ile (Bouyucous, 1951), tarla kapasitesiteleri (TK, %) 1/3 atm basınçlı vakum pompası ile (Demiralay, 1993), toprak pH'sı 1:2,5'lük toprak-su karışımında InoLabpH metresi ile (Jackson, 1958), kireç içeriği (%) Scheibler kalsimetre ile (Allison ve Moddie, 1965), toprakların organik C ve N içerikleri (%) sırasıyla Anne ve MikroKjeldahl metodları ile (Duchoufour, 1970), toprakta bitkilerce alınabilir Cu, Zn, Mn ve Fe içerikleri (mg/kg) DTPA ekstraksiyon yöntemine göre Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi ile (AAS) (Lindsay ve Norvell, 1978), topraklarda C mineralizasyonu ise kontrollü koşullarda (28°C, tarla kapasitesinin %80'i, 45 gün) CO<sub>2</sub> respirasyon metodu ile belirlenmiştir (Schaefer, 1967). Elde edilen bulgular SPSS programı ile değerlendirilmiş olup, toprakların ortalamaları arasındaki anlamlı farkı ortaya koymak için Varyans analizi (One Way Anova) ve Tukey HSD testi kullanılmıştır (Kleinbaum ve ark., 1998). Çizelge ve şekillerde 3 tekrarlı ölçümlerin sonucu sunulmuş (ortalama ± standart hata) olup, çoklu karşılaştırmalarda anlam düzeyi P<0,05 kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Mesafeye bağlı olarak örneklenmiş Organize Sanayi Bölgesi'nin (OSB) üç farklı toprağı ile OKÜ kampüs toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. OSB ve OKÜ kampüs toprakları kumlu killi tın (SCL) bünyelidir. OSB'den örneklenmiş üç toprağın da tarla kapasitesi (%) 4 nolu kampüs toprağından yüksek bulunmuştur (P<0,05). Dört toprağın CaCO<sub>3</sub> içerikleri (%) arasında anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir (P>0,05). Topraklardan sadece 4 nolu kampüs toprağının pH değeri, diğerlerinden anlamlı düzeyde düşüktür (P<0,05). Toprakların karbon değerleri (%) farklı olup en yüksek (%2,35) kampüste, en düşük (%0,39) ise 2. alanda gözlenmiştir. Toprakların N içerikleri (%) OSB topraklarında benzer düzeyde iken 4 nolu kampüs toprağında diğerlerinden anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (P<0,05). En yüksek C/N oranı (64.1) 4 nolu kampüs toprağında belirlenmiş olup, diğer üç topraktan anlamlı düzeyde yüksektir (P<0,05, Çizelge 1).

Çizelge 1 Organize Sanayi Bölgesi ve Korkut Ata Üniversitesi kampüs topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (ortalama  $\pm$  standart hata,  $n=3$ ).

Table 1 Some physical and chemical analysis results of Organized Industrial Zone and Korkut Ata University campus soils (mean  $\pm$  standard error,  $n=3$ ).

Örnekler	Organize Sanayi Bölgesi Toprakları			Kampüs Toprakları
	1	2	3	4
Analizler				
Kum (%)	62,0 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	62,5 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	62,9 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	73,5 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>
Silt(%)	34,7 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	34,2 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	33,7 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	23,0 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>
Kil (%)	3,28 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	3,27 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	3,38 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	3,50 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
Bünye tipi	Kumlu Killi Tın (SCL)	Kumlu Killi Tın (SCL)	Kumlu Killi Tın (SCL)	Kumlu Killi Tın (SCL)
TK (%)	33,9 $\pm$ 1,17 <sup>a</sup>	33,0 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	33,2 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	21,5 $\pm$ 0,70 <sup>b</sup>
CaCO <sub>3</sub> (%)	4,90 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	6,17 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>	5,27 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	5,00 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>
pH	8,09 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	8,02 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	8,23 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	7,60 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>
C (%)	0,66 $\pm$ 0,15 <sup>bc</sup>	0,39 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>	0,90 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	2,35 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>
N (%)	0,03 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,03 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,03 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,04 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>
C/N	22,0 $\pm$ 4,77 <sup>a</sup>	14,2 $\pm$ 3,62 <sup>a</sup>	29,8 $\pm$ 1,42 <sup>a</sup>	64,1 $\pm$ 3,25 <sup>b</sup>

a, b, c harfleri topraklar arasındaki istatistiksel anlamlı farklılığı ifade etmektedir (P<0,05).

Çizelge 2 Organize Sanayi Bölgesi ve Korkut Ata Üniversitesi kampüs topraklarının bitki tarafından alınabilir Cu, Mn, Fe ve Zn içerikleri (mg/kg, ortalama  $\pm$  standart hata,  $n=3$ ).

Table 2 Plant-available forms of Cu, Mn, Fe and Zn contents (mg/kg, mean  $\pm$  standard error,  $n=3$ ) of Organized Industrial Zone and Korkut Ata University campus soils.

İz Elementler	Organize Sanayi Bölgesi Toprakları			Kampüs Toprakları
	1	2	3	4
Cu (mg/kg)	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>
Mn (mg/kg)	0,07 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	0,14 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,07 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>	0,21 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Fe (mg/kg)	0,08 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,09 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Zn (mg/kg)	0,04 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,06 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	0,05 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>

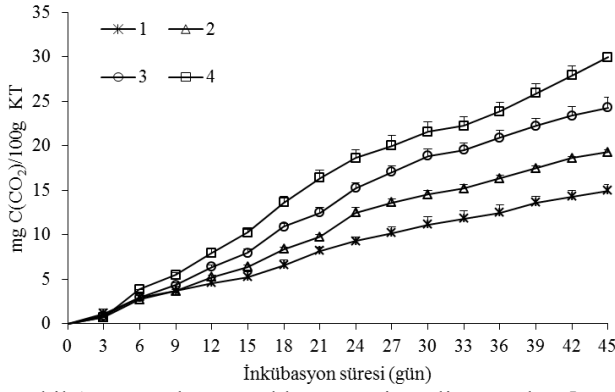
a, b, c harfleri topraklar arasında anlamlı farkı ifade etmektedir (P<0,05).

OSB (1, 2 ve 3 nolu örnekler) toprakları ile OKÜ kampüs topraklarının (4 nolu örnek) bitkilerce alınabilir Cu, Mn, Fe ve Zn içerikleri (mg/kg) ayrı ayrı değerlendirildiğinde; Cu içeriği 3 nolu toprakta 0,02 mg/kg iken, diğerlerinde eşit (0,01 mg/kg) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Toprakların Mn içerikleri 2 ve 4 nolu topraklarda (sırasıyla 0,14 mg/kg ve 0,21 mg/kg) anlamlı düzeyde yüksek olup, bu değerler hem kendi içinde hem de diğer topraklardan (1 ve 3 nolu toprak için 0,07 mg/kg) farklıdır (P<0,05). Toprakların tümünün Fe içerikleri 0,08 mg/kg iken (P>0,05), Zn içeriğinin (mg/kg) 4 nolu toprakta en düşük (0,01 mg/kg) olduğu ve diğer üç örnekten anlamlı düzeyde farklı olduğu gözlenmiştir (Çizelge 2). Kirlenmemiş tarım topraklarının bitkiler için yararlı Fe, Mn ve Zn içerikleri sırasıyla <0,01-0,50 mg/l, 0,01-4,0 mg/l ve 0,001-0,40 mg/l arasında değişmekte olup, Cu içeriği için pH>5 toprak koşullarında bitkilerin bakır alımının yok denecek kadar az olduğu ortaya konmuştur (Kacar, 1995). Araştırılan toprakların Cu, Mn, Fe ve Zn içerikleri (mg/kg) bu sınır değerler içinde yer almakta olup, sanayi işletmelerinden kaynaklanan herhangi bir kirlilik söz konusu değildir.

45 günlük inkübasyon sonunda; demir, çelik ve metal sanayi işletmelerinden mesafeye göre örneklenmiş dört toprağın kumulatif karbon mineralizasyon değerleri [mg C(CO<sub>2</sub>)/100 KT] arasında anlamlı farklılıklar (P<0,05) gözlenmiştir (Şekil 1).

OSB'de aktif çalışan demir, çelik ve metal sanayi işletmelerine en yakın alandan örneklenmiş 1 nolu toprakta mikrobiyal aktivitenin en düşük olduğu ve bu

tesislerden uzaklaştıkça mikroorganizma faaliyetinin anlamlı düzeyde arttığı gözlenmiştir (Şekil 1, P<0,05). Bu durum toprakların organik madde kalitesi, miktarı ve mikroorganizma potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir (Aka ve Darıcı, 2004). Çünkü mevcut toprakların Cu, Mn, Fe ve Zn içeriklerinin (mg/kg) sınır değerler içinde yer aldığı ve mikroorganizma faaliyetini baskılayacak düzeyde olmadığı gözlenmiştir. Sanayi işletmelerinin varlığına rağmen, toprakların bitkiye yararlı iz element içerikleri düşük belirlenmiş olup, sanayi işletmelerinden uzaklaştıkça solunum aktivitelelerindeki artış ise ortam koşullarındaki değişimlere (C ve N içerikleri ile pH gibi) mikroorganizmaların hassasiyetini daha net ortaya koymaktadır. Nitekim 4 numaralı kampüs toprağının C ve N içerikleri (%) diğer üç toprağa göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur (P<0,05, Çizelge 1). Toprakların karbon ve azot içeriğinin mikroorganizmalara etkisi birçok araştırma ile ortaya konulmuştur (Aka ve Darıcı, 2005). Mikroorganizmalarla ağır metaller arasındaki ilişkiler toprak pH'sı, kil miktarı ve tipi ile yakından ilgilidir (Nwuche ve Ugoji, 2008). Topraktaki metal çözünürlüğünün pH'ya bağlı olarak değiştiği ve asidik topraklarda çok düşük metal içeriğinin bile mikrobiyal aktiviteyi düşürdüğü tespit edilmiştir (Martyne ve Skwaryło-Bednarz 2005; Wang ve ark., 2007). Toprakların karbon mineralizasyon oranları, 45 günlük kumulatif C(CO<sub>2</sub>) değerlerinin toprak karbonuna bölünmesi ile belirlenmiş olup, 2 nolu örnekte en düşük, 4 nolu örnekte ise en yüksek bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 1 Araştırılan toprakların C mineralizasyonları [mg C(CO<sub>2</sub>)/100 KT, (ortalama ± standart hata, n =3)  
Figure 1 C mineralization of research soils [mg C(CO<sub>2</sub>)/100 DS, (mean ± standard error, n =3)

1 ve 3 nolu örneklerin karbon mineralizasyon oranları arasında anlamlı fark gözlenmemişken (P>0,05), 2 ve 4 nolu örneklerin hem 1 ve 3 nolu topraklarda, hem de kendi aralarında (P<0,05) anlamlı farklılıklara sahip olduğu saptanmıştır. 4 nolu OKÜ kampüs topraklarının C içeriğinin diğer topraklardan yüksek olması, karbon mineralizasyon oranının da yüksek olmasını açıklamaktadır. Özkul (2003), Solange ve Trufen (2004), Aka ve Darıcı (2004), Karaca (2004), Yıldız (2004), Aka ve Darıcı (2005), Covelo ve ark. (2006) kirlilik kaynağına mesafe, toprakların ağır metal içeriği, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile organik madde içeriğinin mikroorganizma popülasyonu ve aktivitesini etkilediğini belirtmişlerdir.

## Sonuç

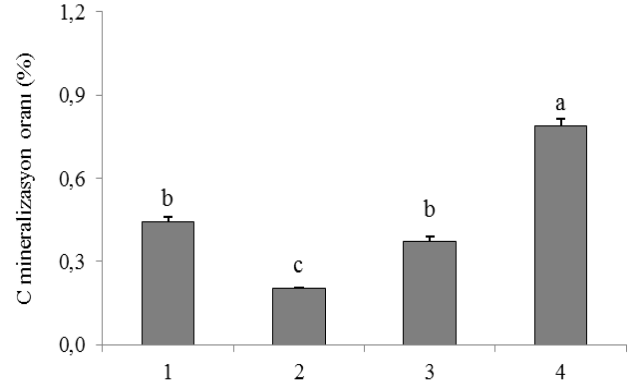
Araştırma topraklarının Fe hariç Cu, Mn ve Zn içerikleri (mg/kg) arasında bazı farklılıklar gözlenirse de tüm toprakların iz element içerikleri sınır değerlerin (Viets ve Lindsay, 1978) en alt düzeyinde bulunmuştur. Demir, çelik ve metal sanayi işletmelerinin içinden ve uzaklaştıkça, alınan toprak örneklerinde mevcut toprakların bitkiye yararlı Cu, Mn, Fe ve Zn içeriklerinin artmadığı ve mikroorganizmaları henüz olumsuz yönde etkilemediği söylenebilir. Toprak mikroorganizmalarının OSB'den uzaklaştıkça aktivitelerinin artması ise özellikle toprakların içerdiği karbon miktarı ve kalitesi ile ilişkilendirilebilir.

## Teşekkür

Bu çalışma Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (OKÜBAP-2015-PT3-004).

## Kaynaklar

- Ahmad I, Hayat S, Ahmad A, Inam A, Samiullah I. 2005. Effect of heavy metal on survival of certain groups of indigenous soil microbial population. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 9: 115-121.
- Aka H, Darıcı C. 2004. Carbon and Nitrogen Mineralization of Lead Treated Soils in the Eastern Mediterranean Region, Turkey. *Soil and Sediment Contamination*, 13: 255-265.



Şekil 2 Araştırılan toprakların C mineralizasyon oranları %, 28°C, 45 gün (ortalama ± standart hata, n =3)  
Figure 2 C mineralization ratio of research soils %, 28°C, 45 gün (mean ± standard error, n =3)

- Aka H, Darıcı C. 2005. Carbon and nitrogen mineralization in carob soils with Kermes oak and Aleppo pine leaf litter. *European Journal of Soil Biology*, 41: 31-38.
- Allison LE, Moddie CD. 1965. Carbonate. In A. G. Norman (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Soil Science Society of America Journal, 18: 1379-1396.
- Alloway BJ, Ayres DC. 1993. *Chemical Principles of Environmental Pollution*. Blackie Academic Professional, London, 147-164.
- Bouyucous GJ. 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Covelo EF, Vega FA, Andrade ML. 2006. Heavy metal adsorpsiyon and desorpsiyon by a Eutric Reegosol and a Distric Regosol. *Geophysical Research*, 8: 45-53.
- Demiralay I. 1993. *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Doğrul A, Akyol N.H, Yolcubal İ, Çobanoğlu G. 2007. Kocaeli ili çevresinde atmosferik ağır metal çökelinin karayosunu ve liken analizi yöntemiyle belirlenmesi, 60. Türkiye Jeoloji Kurultayı, (16-22 Nisan 2007) Bildirileri, Ankara.
- Duchoufour P. 1970. *Précis de pédologie*. Masson et C<sup>le</sup>, Paris.
- Friedlova M. 2010. The influence of heavy metals on soil biological and chemical properties. *Soil and Water Research*, 5(1): 21-27.
- Geiger G, Federer P, Sticher H. 1993. Reclamation of Heavy Metal Contaminated Soils: Field Studies and Germination Experiments. *Journal of Environmental Quality*, 22: 201-207.
- Jackson ML. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. EnglewoodCliffs, NewJersey, USA, 1-498.
- Jonasson S, Michelsen A, Schmidt IK, Nielsen EV, Callaghan TV. 1996. Microbial biomass C, N and P in two arctic soils and responses to addition of NPK fertilizer and sugar: Implications for plant nutrient uptake. *Oecologia*, 106: 507-515.
- Kacar B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri 3 Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, 3: 455-570.
- Karaca A. 2004. Effect of organic wastes on the extractability of cadmium, copper, nickel, and zinc in soil. *Geoderma*, 122: 297-303.
- Kızıldağ N. 2017. Doğu Akdeniz Bölgesindeki Krom Maden Alanı Topraklarında Azot Mineralizasyonu. *Toprak Su Dergisi*, 6(1): 52-57.
- Kleinbaum DG, Kupper LL, Muller KE, Nizam A. 1998. *Applied regression analysis and other multivariable methods (3rd ed.)*. Pacific Grove, Duxbury Press.

- Lenart A, Wolny-Kołodka K. 2013. The effect of heavy metal concentration and soil pH on the abundance of selected microbial groups within arcelorMittal poland steelworks in Cracow. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 90(1): 85-90.
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, 42: 421-428.
- Luo Y, Zhuo X. 2006. Soil respiration and Environment, Academic Press Publications, Oklohama.
- Martyn W, Skwaryło-Bednarz B. 2005. Biological properties of light soils in the area of Roztocze National Park. Acta Agrophysica, 5: 695-704.
- Nwuche CO, Ugoji EO. 2008. Effects of heavy metal pollution on the soil microbial activity. International Journal of Environmental Science and Technology, 5: 409-414
- Obbard JP. 2001. Ecotoxicological assessment of heavy metals in sewage sludge amended soils. Applied Geochemistry, 16: 1405-1411.
- Özkul C. 2003. İzmit Cıvanı (Kocaeli), Endüstrileşmenin Toprak Ağır Metal Derişimine Etkisi. sf. 66, Kocaeli.
- Peterson PJ. 1993. Plant Adaptation to Environmental Stress: Metal Pollution Tolerance, Fowden, L., Mansfield, T., Stoddart, J., Chapman & Hall, p:171-188.
- Pinto E, Sigaud-Kutner TCS, Leitaõ MAS, Okamoto OK, Morse D, Colepicolo P. 2003. Heavy metal-induced oxidative stress in algae. J. Phycol., 39: 1008-1018.
- Rether A. 2002. Entwicklung und Charakterisierung Wasserlöslicher Benzoylthioharnstoff-funktionalisierter Polymere zur Selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwassern und Prozesslösungen. Doktora Tezi. Münih Teknik Üniversitesi.
- Sani RK, Peyton BM, Jadhya M. 2003. Toxicity of lead in aqueous medium to *Desulfovibrio desulfuricans* G20. Environmental Toxicology, 22 (2): 252-260.
- Schaefer R. 1967. Caracteres et evolution des activites microbiennes dans une chaine de sols hidromorphes mesotrophiques de la plaine d'Alsace. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol, 4: 567-592.
- Solange CMV, Trufen SFB. 2004. Effects of air and soil pollution on the root system of the *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae): arbuscular mycorrhizal associations and morphology in Atlantic Forest Area. Revista Brasileira de Botanica, 27: 2-5.
- Tiessen H, Cuevas E, Chacon P. 1994. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. Nature, 371: 783-785.
- Wang J, Lu Y, Shen G. 2007. Combined effects of cadmium and butachlor on soil enzyme activities and microbial community structure. Environmental Geology, 51: 1221-1228.
- Wuana RA, Okieimen EF. 2011. Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. International Scholarly Research Network ISRN Ecology, 40: 26-47.
- Viets F, Lindsay G. 1978. Testin Soil For Zinc, Copper, Manganese and Ğron. Soil Testing and Plants Analysis (Editor: L.M. Wals and J.D. Beaton). Soil Sci. Soc. of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- Yenisoy-Karakas S, Tuncel SG. 2004. Geographic patterns of elemental deposition in the Aegean region of Turkey indicated by the lichen, *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. Total Environ., 329 (1-3): 43-60.
- Yıldız N. 2004. Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları, Erzurum.
- Zheljazkov VD, Nielsen NE. 1996. Studies on the Effect of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Mn, Zn and Fe) upon the Growth, Productivity and Quality of Lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) Production. Journal of Essential Oil Research, 8: 259-274.