

Çöp Kompostunun Mısır Bitkisinin Kurşun, Kobalt ve Kadmiyum İçeriği ve Kütlesine Etkisi

Mahmut TEPECİK*

Ali Rıza ONGUN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir, Türkiye

*Sorumlu Yazar: mahmut.tepecik@ege.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 22.04.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 28.07.2016

Tesadüf parselleri deneme desenine göre beş tekrarlamalı olarak laboratuvar koşullarında saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışmada farklı dozlardaki çöp kompostunun mısır bitkisine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada çöp kompostu 0, 0.5, 1.0 ve 1.5 t da⁻¹ (Ç0, Ç1, Ç2, Ç3) olacak şekilde uygulanmıştır. Toprak altı aksamın (kök) kuru ağırlığı 2.830-4.110 g/saksı ve toprak üstü aksamın (gövde+yaprak) kuru ağırlığı ise 4.123-7.270 g/saksı arasında değişim göstermiştir. En yüksek kuru ağırlık değeri kök ve toprak üstü aksamında Ç1 (0.5 t da⁻¹) uygulamasında 4.110 ve 7.270 g/saksı olarak elde edilmiştir. Kök uzunluğu 20.90-23.56 cm ve gövde uzunluğu ise 35.37-40.69 cm olarak belirlenmiştir. Uygulamalara göre en yüksek kök ve gövde uzunluğu değerleri Ç2 (1.0 t da⁻¹) uygulamasında elde edilmiştir. Mısır bitkisinin kökünde kurşun konsantrasyonu 1.540- 13.367 mg kg⁻¹ ve toprak üstü aksamında ise 1.150-22.200 mg kg⁻¹ belirlenmiştir. Kobalt kök aksamında 0.733-6.643 mg kg⁻¹ ve toprak üstü aksamında ise 1.097-5.033 mg kg⁻¹ saptanmıştır. Kök ve toprak üstü aksamındaki Cd konsantrasyonu 0.863-9.467 mg kg⁻¹ ve 1.203-13.333 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Hem kök ve hem de toprak üstü kısmında kurşun, kobalt ve kadmiyum konsantrasyonu Ç3 uygulamasında en yüksek değerleri almıştır. Genel olarak, kök kuru ağırlığı ve kök üstü kuru ağırlıklarında Ç1 uygulaması ön plana çıkmış, kök uzunluğu ve toprak üstü uzunluğunda ise Ç2 uygulaması daha etkin olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mısır, çöp kompostu, ağır metal

Effects of Urban Waste Compost Application on Lead, Cobalt and Cadmium Content and Biomass of Maize Plant

A pot experiment was conducted under the laboratory conditions according to randomized plot experimental design with five replications by applying different doses of urban waste compost (garbage) into pots grown corn plant (*Mays lacasta*). Dry weight of roots changed between 2.830 and 4.110 g while dry weights of above ground part of plant was changing between 4.123 and 7.270 g. The highest dry weight of under and aboveground parts were achieved by Ç1 application (0.5 t ha⁻¹) as 4.110 and 7.270 g, respectively. Under Ç1 application, root length changed between 20.90 and 23.56 g while above ground length was changing between 35.37 and 40.69 g. The highest root and above ground lengths were achieved by Ç2 application when compared to other applications (1.0 t ha⁻¹). Lead concentrations of root and aboveground part of corn plant were calculated as 1.540-13.367 g and 1.150-22.200 g respectively while cobalt concentrations of root and aboveground part of plant were 0.733-6.643 g and 1.097-5.033 g respectively. Cadmium concentrations of root and aboveground part of plant were determined as 0.863-9.467 and 1.203-13.333 respectively. The highest lead, cobalt and cadmium concentrations of both root and aboveground part of plant were achieved by Ç3 application (1.5 t ha⁻¹). In general, the root and aboveground dry weight values were affected mostly by Ç1 application while the length values of the root and aboveground part were affected by Ç2 application.

Key Words: *Zea mays* L., Municipal solid waste, Heavy metal

Giriş

Atık, evsel, ticari ve endüstriyel faaliyetler sonucunda oluşan ve tüketicisi tarafından artık işe yaramadığı düşünülen ancak çevre ve insan sağlığı yanında diğer faydaları nedeniyle düzenli biçimde uzaklaştırılması gereken maddeler olarak tanımlanmaktadır (Clayton ve Huie, 1973; Zengin ve ark., 2010). Katı atıklar, kaynaklarına göre evsel atıklar, endüstriyel atıklar, ticari ve kurumsal atıklar, belediye işlevleri ile ilgili atıklar, özel atıklar ve tarımsal atıklar olarak sınıflandırılmaktadır

(Palabıyık ve Altunbaş, 2004). Türkiye İstatistik Kurumu Belediye Atık İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre, 2012 yılı yaz mevsiminde 14.6 milyon ton, kış mevsiminde 11.2 milyon ton olmak üzere toplam 25.8 milyon ton, kişi başı günlük ortalama atık miktarı, yaz mevsimi için 1.14 kg, kış mevsimi için 1.09 kg, yıllık ortalama ise 1.12 kg olarak belirtilmektedir (Anonim, 2014). Katı atıkların yok edilmesi yöntemleri arasında düzensiz depolama, düzenli-sihhi depolama, kompostlama, geri kazanım ve yakmadır. Yakma kompostlamaya göre daha maliyetli olduğundan

ve aynı zamanda hava kirliliği ve ayrıca çıkan kül sorunu yüzünden tercih edilmemektedir (Palabiyik, 2001). Alternatif bertaraf yöntemlerinden olan depolama ve yakmanın pahalı, çevreye zararlı olması ve potansiyel faydalarından yararlanılmaması nedeniyle bu atıkların kompostlaştırılarak tarımda kullanılması güncel bir konu olarak bilimsel araştırmalarda yer almıştır (Macar, 1992; Doğan, 2000; Garcia-Gil et al., 2000; Sönmez ve ark., 2002; Şeker ve Gümüş-Ersoy, 2005; Zengin ve ark., 2010; Demirtaş ve ark., 2013).

Söz konusu organik atıkların kompostlaştırılarak kullanılması tercih edilen kullanım şeklidir (Kaplan ve ark., 2001; Togun et al., 2004). Bitkisel, kentsel ve hayvansal atıklar doğrudan veya kompostlaştırma sonrası toprağa organik madde ilavesi olarak kullanılabilir (Pascual et al., 1997; Madejón, et al., 2001; Kütük ve ark., 2003; Bhattachayya et al., 2003). Kentsel katı atıkların, bitki besin maddesi kaynağı olmasının yanı sıra içerdiği yüksek organik madde ile toprağa fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine katkı sağladığı belirtilmektedir (Topçuoğlu ve ark., 2001; Zengin ve ark., 2010).

Tarımda kullanılabilme potansiyeli olabilecek çeşitli atıkların bitki kalitesine ve toprağı nasıl etkileyebileceği konusunda vejetasyon çalışmalarına mutlak gereksinim duyulmaktadır. Bu bağlamda söz konusu çalışma saksı koşullarında çöp kompostunun mısır bitkisinin toprak altı (kök) ve toprak üstü (gövde+yaprak) aksamalarının ağırlığı, uzunluğu ve bu bitki kısımlarındaki kurşun (Pb), kobalt (Co) ve kadmiyum (Cd) gibi ağır metal içeriğinin değişimini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serası ve laboratuvarlarında saksı koşullarında yürütülen denemeye ait toprağın özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Toprak örneklerinde pH 1/2.5 toprak / su karışımında Jackson (1958)’a, kireç Hızalan ve Ünal (1966)’a

göre Scheibler kalsimetresiyle belirlenmiştir. Eriyebilir total tuz Soil Survey Staff (1957)’a, göre, kum, kil ve mil fraksiyonları Bouyoucos (1951)’a göre Hidrometre yöntemine göre belirlenmiş, tekstür sınıfları ise “Soil Survey Manual” (Anonymous 1951)’e göre saptanmıştır. Organik madde Jackson (1958) bildirildiği şekilde modifiye Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir. Ağır metaller (Co, Cd ve Pb) kral suyu (3HNO₃+1HCl) ile ekstrakte edilerek atomik absorpsiyon spektrofotometrede saptanmıştır (Kick et al, 1980).

Deneme toprağı hafif alkalın, tuz sorunu olmayan, organik madde içeriğı fakir ve kum bünyeli karakterdedir.

Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre beş tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemede her saksıya 7 kg toprak ve 100 g perlit konulmuştur. Tüm saksılara sabit doz olarak 1.30 g N (AN-33), 0.72 g P2O5 (TSP-45) ve 0.84 g K2O (PS-50) verilmiştir. Denemede kuru ağırlık esas alınarak dört çöp kompostu dozu belirlenmiştir. Bunlar ise; Ç0 (kontrol), Ç1 (0.5 t da-1), Ç2 (1.0 t da-1) ve Ç3 (1.5 t da-1)’dür. İzmir Büyükşehir Belediyesi Uzundere Çöp Kompost Fabrikasından temin edilen ve denemede kullanılan çöp kompostunun kimi özellikleri Çizelge’2 de verilmiştir.

Çizelge 1. Saksı deneme toprağının bazı özellikleri

Table 1. Some properties of the potting soil sample

Parametreler	Sonuçlar	Yorumlar
pH	7.59	Hafif alkalın
E.C. (mS cm ⁻¹)	0.20	Tuzsuz
Org. Madde (%)	0.15	Çok az
CaCO ₃ (%)	1.12	Kireççe fakir
Kum (%)	90.32	-
Mil (%)	8.00	-
Kil (%)	1.68	-
Bünye sınıfı	Kum	-
Tarla kapasitesi (%)	8.01	-
Solma noktası (%)	3.98	-
Toplam Co (mg kg ⁻¹)	0.68	-
Toplam Cd (mg kg ⁻¹)	0,85	-
Toplam Pb (mg kg ⁻¹)	1.67	-

Çizelge 2. Çöp kompostunun bazı özellikleri

Table 2. Some properties of municipal waste

pH	Nem (%)	E.C. (mS cm ⁻¹)	Org. Mad.(%)	CaCO ₃ (%)	Toplam Co (mg kg ⁻¹)	Toplam Cd (mg kg ⁻¹)	Toplam Pb (mg kg ⁻¹)
7.73	15.21	3.12	10.25	14.32	3.27	3.64	14.73

Deneme başlangıcında her saksıya silajlık Lacasta çeşidi 4 adet mısır tohumu ekilmiştir. Tohum ekilen saksılara tarla kapasitesinin %60'ı kadar şebeke suyu verilmiştir. Çimlenmeden sonra saksılar, her hafta tartılarak eksilen miktar kadar su verilmiştir. Tohum çıkışları bittikten sonra her saksıda 2 adet mısır bitkisi kalacak şekilde seyreltme yapılmış ve 35 günlük bir yetiştirme süreci sonunda hasat edilmiştir.

Hasat edilen bitkiler kök ve toprak üstü aksam olmak üzere iki kısma ayrılmıştır. Bitki aksamları yıkanıp temizlendikten sonra kök ve gövde uzunlukları cetvel ile ölçülerek belirlenmiş, 65-70°C'ye ayarlı etüvde kurutulmuş ve öğütüldükten sonra analize hazır hale getirilmiştir.

Analiz ve değerlendirme yöntemleri

Bitki örnekleri HNO₃:HClO₄ (4:1) karışımıyla yaş yakıldıktan sonra elde edilen ekstraktta Cd, Co ve

Pb atomik absorpsiyon spektrometresi ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

İstatistikî analiz olarak sonuçlar TARİST paket programı ile değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farkı irdelemek için Asgari Önemli Fark (LSD) çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Açıkgöz ve ark., 1994).

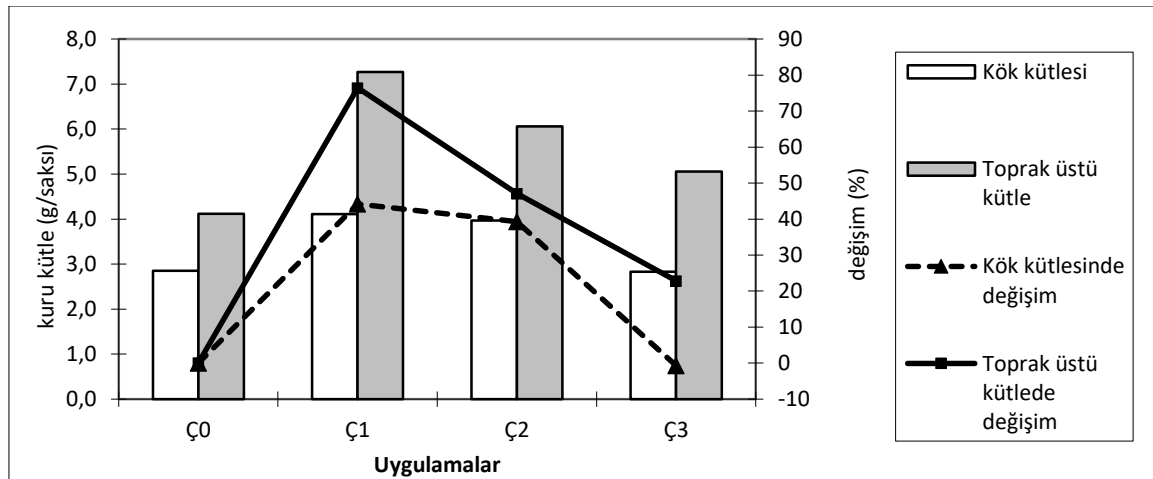
Bulgular ve Tartışma

Kök ve Toprak Üstü Aksam Kuru Kütlesi

Çalışmada artan dozdaki çöp kompostu uygulamaları mısır bitkisinin kök ve toprak üstü aksamının kuru kütlesi üzerine farklı etki yapmıştır. Kontrolde göre hem kök hem de toprak üstü aksamının kütlelerinde somut değişimler görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 3. Çöp kompostunun kuru kütle üzerine etkisi
Table 3. Effect of municipal waste on the dry weight

Uygulama	Kök (g/saksı)		Toprak üstü (g/saksı)	
Ç0	2.853±0.61	b	4.123±0.32	c
Ç1	4.110±0.21	a	7.270±0.84	a
Ç2	3.973±0.46	a	6.067±0.19	ab
Ç3	2.830±0.61	b	5.060±0.57	bc
	<i>P</i> ≤0.05		<i>P</i> ≤0.01	



Şekil 1. Uygulamaların kuru kütle üzerine etkisi

Figure 1. Effect of the applications on the dry mass

Kök ve toprak üstü aksamında en yüksek kuru kütle Ç1 uygulama dozunda 4.110 ± 0.21 ve 7.270 ± 0.84 g/saksı olarak elde edilmiştir. Yüksek metal konsantrasyonuna maruz kalmış bitkilerde, normal bitkilerin köklerine göre oldukça kısa kaldığı ve saçak kök sayısında azalma meydana geldiği, yan köklerde azalma ya da artma görüldüğü, ağır metal alınımı devam ettikçe gövde uzamasının da etkilendiği, kök ve gövdenin taze ve kuru ağırlıklarında azalmanın meydana geldiği ve bitki büyümesinin yavaşladığı rapor edilmektedir (Barcelo ve Poschenrieder, 1990; Punz ve Sieghardt, 1993; Peralta et al., 2001; Stolt et al., 2003; Köleli ve ark., 2004; Sharma et al., 2004; Chaoui ve Ferjabni, 2005).

Toprak üstü aksamın kuru kütlesi Ç1 dozunda kontrole göre %76 artmış ve sonra artışlarda azalma başlamıştır (Şekil 1). Kök kütlesi Ç1 dozunda kontrole göre %44'lük bir artış göstermiş, Ç2 dozunda bu artış azalma eğilimi göstermiş ve Ç3 dozunda ise kütle kontrole göre %0.70 azalmıştır. Benzer sonuçlar Lewis et al. (1989); Şeker ve Gümüş-Ersoy (2005) tarafından da rapor edilmiştir. Çöp kompostu uygulamasının mısır

bitkisinin ilk gelişim döneminde kök ve toprak üstü taze ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

Kök ve gövde uzunluğu

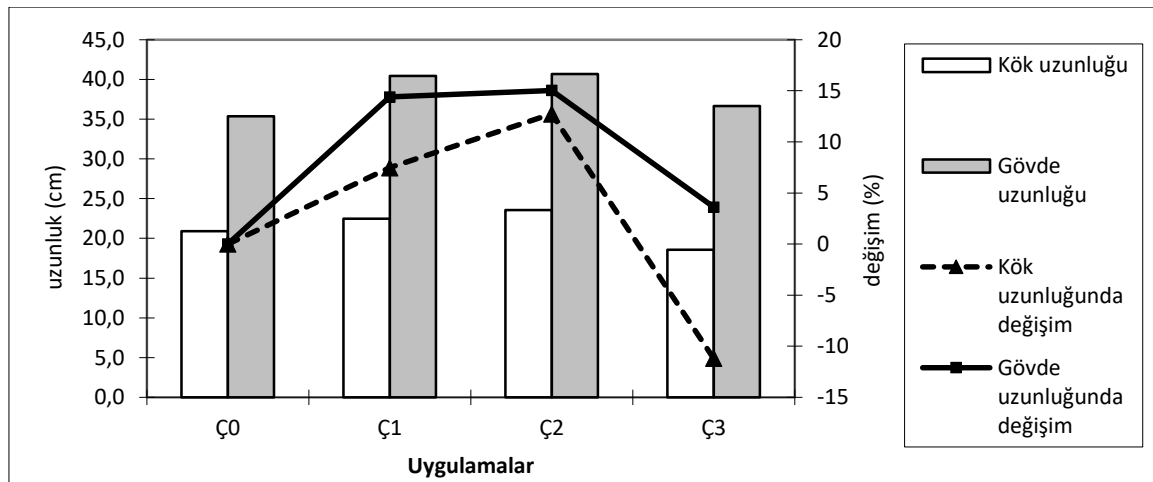
Ç2 uygulaması ile kök ve gövdede 23.56 ve 40.69 cm ile en yüksek değerleri almıştır (Çizelge 4). Ç3 uygulama dozunda ise kök ve gövde uzunluğunda bir düşüş olduğu görülmektedir.

Bitki türüne göre değişmekle birlikte belirli konsantrasyondan sonra yapılan birçok araştırmada Cd ve Pb toksisitesinin bitkilerde; tohum çimlenmesinde inhibisyon, kök-gövde uzamalarında ve ağırlıklarında azalma (Kıran ve Şahin, 2005; Peng et al., 2005) gibi olumsuzluklara neden olduğu bildirilmiştir. Uygulama dozlarının artışına bağlı olarak kök ve gövde uzunluğu önce artmış sonra azalmıştır (Şekil 3). Doğan ve Çolak (2009)'ın belirttiği gibi, ağır metal artışıyla beraber kök ve gövde uzunluklarında azalma meydana gelmiştir. Büyümenin azalması Eun et al. (2000)'un belirttiği gibi hücre bölünmesinin engellenmesinden kaynaklanabileceği söylenebilir.

Çizelge 4. Çöp kompostu uygulamalarının kök ve gövde uzunluğuna etkisi

Table 4. Effect of the applications on the stem and root length

Uygulama	Kök uzunluğu (cm)		Gövde uzunluğu (cm)	
Ç0	20,90	b	35,37	b
Ç1	22,46	ab	40,46	a
Ç2	23,56	a	40,69	a
Ç3	18,56	bc	36,65	ab
	$P \leq 0.05$		$P \leq 0.01$	



Şekil 2. Uygulamaların kök ve gövde uzunluğuna etkisi

Figure 2. Effect of the applications on the root and stem length

Çizelge 5. Uygulamaların kurşun konsantrasyonuna etkisi

Table 5. Effect of the applications on the lead concentration

Uygulama	Kök (mg kg ⁻¹)		Toprak üstü (mg kg ⁻¹)	
Ç0	1.540±0.13	c	1.150±0.19	d
Ç1	7.217±0.43	b	7.310±0.44	c
Ç2	9.167±0.98	b	11.123±1.10	b
Ç3	13.367±3.13	a	22.200±1.46	a
	<i>P</i> ≤0.01		<i>P</i> ≤0.01	

Çalışmada Ç1 ve Ç2 uygulamaları kök gelişmesini teşvik etmiş, Ç3 uygulaması ise azaltmıştır. Lewis et al. (1989); Şeker ve Gümüş-Ersoy (2005) benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Ayhan (2006) farklı konsantrasyonda uygulanan Cd ve Pb stresinin konsantrasyon artışına bağlı olarak denemedeki tüm mısır çeşitlerinde kök ve gövde uzunluğunu önemli derecede azalttığını belirtmektedir. Yapılan birçok çalışmada değişik doz ve miktarlarda uygulanan arıtma çamurunun bitkilerde yaş ve kuru ağırlık değerlerini artırdığını, ancak belirli dozlardan sonra olumsuz etkilerinin de ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Çimrin ve ark., 2000; Demir ve Çimrin, 2011). Toprak üstü aksamı olarak mısır boyu artan doz ile azalmıştır.

Kök ve toprak üstü aksamın kurşun içeriği

Uygulamaların kök ve toprak üstü aksamında Pb konsantrasyonu çöp kompostu uygulamalarına göre istatistiki olarak *P*≤0.01 düzeyinde farklılık göstermiştir. Mısır bitkisi kökünde Pb içeriği en düşük 1,540 mg kg⁻¹ ile kontrol (Ç0), en yüksek 13.367 mg kg⁻¹ ile Ç3 uygulamasında belirlenmiştir. Toprak üstü aksamında ise kontrol uygulamasında 1.150 mg kg⁻¹ ve Ç3 uygulamasında ise 22.200 mg kg⁻¹ Pb konsantrasyonu hesaplanmıştır. Diğer uygulamalara göre en yüksek değişim Ç3

uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 5). Yoğun kirliliğe sahip alanlarda bitki örtüsü gelişimi genellikle gövdelerde 50 mg kg⁻¹'den az Pb'a sahip olduğu rapor edilmektedir (Cunningham et al., 1995). Ç2 ve Ç3 uygulamalarında Kabata-Pendias (2000)'in belirttiği 5-10 mg kg⁻¹ normal Pb konsantrasyon aralığının üstünde olduğu izlenmektedir.

Kök ve toprak üstü aksamın kobalt içeriği

Farklı dozdaki çöp kompostu uygulamalarının bitkinin Co kapsamına etkisi istatistiki olarak önemli (*P*≤0.01) çıkmıştır. Kökte en düşük Co konsantrasyonu (0.733±0.07 mg kg⁻¹) Ç0 uygulaması ile, en yüksek ise (6.643±1.09 mg kg⁻¹) Ç3 uygulaması ile elde edilmiştir. Toprak üstü aksamında ise köke benzerlik göstermiş ve Co konsantrasyonu 1.097±0.01 ve 5.033±0.61 mg kg⁻¹ aralığında belirlenmiştir (Çizelge 6). Kaya (2010) bitki Co içeriklerinin elmada 0-2.05 mg kg⁻¹, cevizde 0-3.49 mg kg⁻¹, üzümde ise 0-3.94 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmada mısır bitkisinin toprak üstü aksamında Co içeriğinin Kabata-Pendias ve Mukherejee (2007)'in belirttiği 0.02-1.0 mg kg⁻¹ değerinin üstünde olduğu, fakat Ç1 uygulamasında tolere edilebilir değer olan 5 mg kg⁻¹'in altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 6. Uygulamaların kobalt konsantrasyonuna etkisi

Table 6. Effect of the applications on the cobalt concentration

Uygulama	Kök (mg kg ⁻¹)		Toprak üstü (mg kg ⁻¹)	
Ç0	0.733±0.07	c	1.097±0.01	c
Ç1	3.550±0.28	b	2.733±0.15	b
Ç2	5.683±0.88	a	4.820±0.11	a
Ç3	6.643±1.09	a	5.033±0.61	a
	<i>P</i> ≤0.01		<i>P</i> ≤0.01	

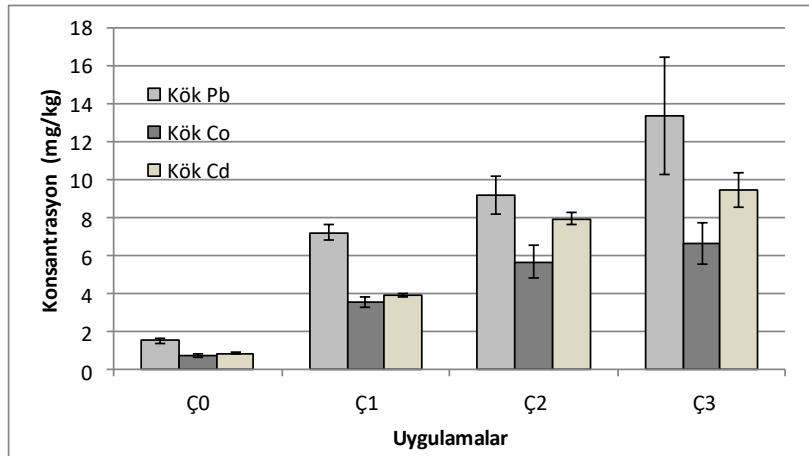
Kök ve toprak üstü aksamın kadmiyum içeriği

Çöp kompostu uygulamalarının bitki aksamlarının Cd kapsamlarına etkisi önemli çıkmıştır. Kökte en düşük Cd konsantrasyonu ($0.863 \pm 0.05 \text{ mg kg}^{-1}$) kontrol, en yüksek Cd konsantrasyonu ($9.467 \pm 0.91 \text{ mg kg}^{-1}$) ise Ç3 uygulaması ile elde edilmiştir. Toprak üstü aksamda ise Cd konsantrasyonu 1.203 ± 0.17 ile $13.333 \pm 1.25 \text{ mg kg}^{-1}$ değerleri

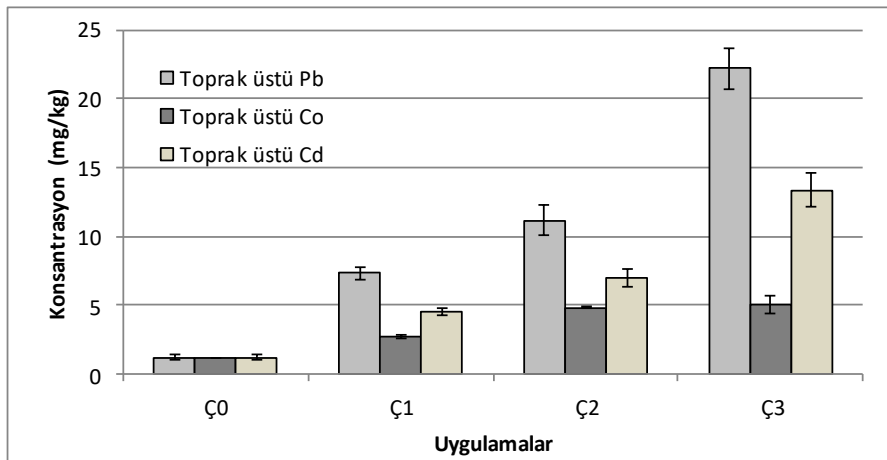
arasında belirlenmiştir (Çizelge 7). Yapılan birçok araştırmaya göre en yüksek Cd birikimi köklerde gerçekleşmektedir (Demirezen ve Aksoy, 2004; Ekşi, 2007). Çöp atığı uygulama dozlarına bağlı olarak kök üstü aksamında Cd miktarı artış göstermiştir (Şekil 3 ve Şekil 4). Çalışmada Ç2 ve Ç3 uygulamalarında Sauerbeck (1982)'in bitkiler için belirttiği $5-10 \text{ mg kg}^{-1}$ Cd sınır değerini aştığı görülmektedir.

Çizelge 7. Uygulamaların kadmiyum konsantrasyonuna etkisi
Table 7. Effect of the applications on the cadmium concentration

Uygulama	Kök (mg kg^{-1})		Toprak üstü (mg kg^{-1})	
Ç0	0.863 ± 0.05	c	1.203 ± 0.17	d
Ç1	3.933 ± 0.06	b	4.500 ± 0.27	c
Ç2	7.933 ± 0.32	a	6.917 ± 0.65	b
Ç3	9.467 ± 0.91	a	13.333 ± 1.25	a
	$P \leq 0.01$		$P \leq 0.01$	



Şekil 3. Uygulamaların kök ağır metal konsantrasyonlarına etkisi
Figure 3. Effect of the applications on the heavy metal concentrations of root



Şekil 4. Uygulamaların toprak üstü ağır metal konsantrasyonlarına etkisi
Figure 4. Effect of the applications on the heavy metal concentrations of stem

Sonuçlar

Kök ve toprak üstü aksamalarında en çok kütle artışı Ç1 dozunda, bitki aksam uzunluklarında ise Ç2 dozunda meydana gelmiştir. Çöp kompostu uygulama dozu ile birlikte kök ve toprak üstü aksamalarında kurşun, kobalt ve kadmiyum konsantrasyonlarında artış görülmüştür. Ç2 ve Ç3 uygulamalarında genelde kadmiyum, kobalt ve kurşun içeriğinin kök ve gövde örneklerinde kritik değerlerin üstünde olduğu söylenebilir. Çöp kompostu uygulama dozunun artışı ile bitkide kimi ağır metallerin artabileceği, görülmüştür. Bu nedenle çöp kompostu uygulamalarında sağlık ve çevre kirliliği açısından yüksek dozlardan (1.0 ve 1.5 ton/da) kaçınılmalıdır. Ayrıca toprakta olası ağır metal birikimini önlemek için çöp kompostu uygulamalarından önce toprağın ağır metal içeriği belirlenmelidir.

Kaynaklar

- Açıkğöz, N. Akbaş, M.E. Özcan, K.ve Moghoddam, A.F. 1994. Tarımsal araştırmaların değerlendirilmesi için P. C Paketi TARİST. Tarla Bitkileri Kongresi 25-29 Nisan, İzmir.
- Anonymous. 1951. Soil Sorvey Stuff. Soil Sorvey Manual. Agric. Res. Administration. USDA Handbook. 18:340-377.
- Anonim, 2014. Belediye Atık İstatistikleri 2012. Türkiye İstatistik Kurumu, Haber Bülteni, sayı: 16170, 20. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 20 Şubat 2014)
- Ayhan, B, 2006. Mısır (Zea mays L.)'in bazı çeşitlerinde ağır metal (Cd ve Pb) stresinin etkilerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Barcelo, J., Poschenrieder, C, 1990. Plant water relation as affected by heavy metal stres. A Review. *Journal Plant Nutrition* 13, 1-37.
- Bhattacharyya, P. Chakrabarti, K. and Chakraborty, A. 2003. Residual effects of municipal solid waste compost on microbial biomass and activities in mustard growing soil. *Archives of Agronomy and Soil Science* 49, 585-592.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of Hydrometer for Marking Mechanical Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 43; 434-438.
- Chaoui, A. and Ferjani, E. 2005. Effects of cadmium and copper on antioxidant capacities, lignification and auxin degradation in leaves of pea (*Pisum sativum* L.) seedling. *C. R Biologies* 328 (1), 23-31.
- Clayton, K.C. and Huie, J.M. 1973. Solid Wastes Management the Regional Approach. Ballinger Publisher Company, Cambridge.
- Çimrin, K. M., Bozkurt, M.A. ve Erdal, İ. 2000. Kentsel arıtma çamurunun tarımda fosfor kaynağı olarak kullanılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 10 (1):85-90.

- Cunningham, S.D., Berti, W.R. and Huang, J.W. 1995. Phytoremediation of Contaminated Soils. – *Trends Biotechnology*, 13; 393-397.
- Demir, E. ve Çimrin, K. M. 2011. Arıtma çamuru ve humik asit uygulamalarının mısırın gelişimi, besin elementi ve ağır metal içeriği ile bazı toprak özelliklerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 17; 204-216.
- Demirezen, D. ve Aksoy, A. 2004. Accumulation of heavy metals in *Typha angustifolia* (L.) and *Potamogeton pectinatus* (L.) living in Sultan Marsh (Kayseri Turkey). *Chemosphere* 56, 685–696.
- Demirtaş, E.I. Asri, F.Ö. ve Arı, N. 2013. Örtüaltı domates yetistirciliğinde kentsel katı atık kompostu kullanımının bakiye etkilerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 8 (2):23-35.
- Doğan, M. ve Çolak, U. 2009. *Triticum aestivum* L.cv Tosunbey'e uygulanan kurşunun bazı fizyolojik özelliklere etkisi. *Ekoloji*, 19 (73) 98-104.
- Doğan, K. 2000. Antakya şehir çöplerinden elde edilen kompostun toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile domateste verime etkisi. Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Eun, S.O. Youn, H.S. and Lee, Y. 2000. Lead disturbs microtubule organization in the root meristem of zea mays. *Physiologia Plantarum*. 110, 357-365.
- Garcia-Gil J.C. Plaza, C. Soler-Rovira, P. and Polo, A. 2000. Long term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil and Biology and Biochemistry*, 32: 1907-1913.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 278.
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis.1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias H. 2000. Trace Elements in Soils and Plants. CRC. Press, London (1992), New York 215-349.
- Kabata-Pendias, A. and Mukherjee, A.B., 2007. Trace Elements from Soil to Human, ISBN: 3540327134, Springer, New York-USA
- Kacar, B.ve İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892 s.
- Kaplan, M., Sönmez, S. ve Alagöz, Z. 2001. Agricultural activity induced environmental pollution in the Antalya region and solution. International Symposium Municipal and Industrial Wastes and Their Treatment in 2000's. 370-375.
- Kaya, B.B., 2010. Erciyes Strato Volkanından Püsküren Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Topraklarda Yetiştirilen Meyvelerin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Kıran, Y.ve Şahin, A. 2005. The effects of the lead on the seed germination, root growth and root tip cell

- mitotic divisions of lens culinaris medik. *Gazi University Journal of Science*. 18/1. 17-25.
- Kick, H. Bürger, H. Jommer, K. 1980. Gesamtgehalte an Pb, Zn, Sn, As, Cd, Hg, Cu, Ni, Cr und Co in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Boden Nordhein-Westfalen Landwirt Schaffliche Forschung 33 (1) 12-22.
- Köleli, N. Eker, S. ve Cakmak, İ. 2004. Effect of zinc fertilization on cadmium toxicity in durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil. *Environmental Pollution*, 131(3) 453-459.
- Kütük, C. Çaycı, G. Baran, A. Başkan, O. ve Hartmann, R. 2003. Effects of beer factory sludge on soil properties and growth of sugar beet (*Beta vulgaris saccharifera* L.). *Bioresources Technology*, 90, 75-80.
- Lewis, O.A.M. Leide, E.O. and Lips, S.H. 1989. Effect of nitrogen source on growth response to salinity stress in maize and wheat. *New Phytologist*, 111, 155-160.
- Macar, M. 1992. Mersin ili çöplerinin işlenmesi ile elde edilen kompostun buğday ve soya verimlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Madejon, E. Lopez, R. Murillo, J.M. and Cabera, F. 2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture, Ecosystem and Environment* 84(1), 55-65.
- Palabıyık, H. 2001. Belediyelerde kentsel katı atık yönetimi: İzmir Büyükşehir Belediyesi Örneği, Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Palabıyık, H. D. ve Altunbaş, D. 2004. Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi, *Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politik ve Yönetimsel Perspektifler*, C. Marin, U. Yıldırım (Ed.), 103-124, Beta, İstanbul.
- Pascual, J.A. Ayuso, M. Hernández, T. and García, C.A., 1997. Phytotoxicity and fertilizer value of different organic materials. *Agrochemical*, 41, 50-62.
- Peng, H. Tian, S. and Yang, X. 2005. Changes of root morphology and Pb uptake by two species of *Elsholtzia* under Pb toxicity. *Journal of Zhejiang University Science*, 6B(6), 546-552.
- Peralta, J.R. Gardea-Torresday, J.L. Tieman, K.L. Gomez, E. Arteagas, S. Rascan, E. and Parsons, J.G. 2001. Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 66 (6) 727-734.
- Punz, W.F. and Sieghardt, H. 1993. The response of roots of herbaceous plant species to heavy metals. *Environmental and Experimental Botany*, 33 (1), 85-98.
- Sauerbeck, D. 1982. Welche schwemetallgehalte in pflanzen dürfen nicht überschritten werden um wachstumsbeeinträchtigungen zu vermeiden. *Landwirtschaftl. forsch. Sonderheft* 39; 105-129.
- Sharma, S.S. Kaul, S. Metwally, A. Goyal, K.C. Finkemeier, I. and Dietz, K.J. 2004. Cadmium toxicity to barley (*Hordeum vulgare*) as affected by varying Fe nutritional status. *Plant Science*, 166, 1287-1295.
- Soil Survey Staff. 1957. Soil Survey Manual. Agricultural Research Administration. U. S. Dept. Agriculture, Handbook, No:18.
- Sönmez, İ. Sönmez, S. ve Kaplan, M. 2002. Çöp kompostunun bitki besim maddesi içerikleri ve bazı organik gübrelerle karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(29):31-38.
- Stolt, J.P. Sneller, F.E.C. Bryngelsson, T. Lundborg, T. and Schat, H. 2003. Phytochelatin and cadmium accumulation in wheat. *Environmental and Experimental Botany*, 49, 21-28.
- Şeker, C. ve Gümüş Ersoy, İ. 2005. Mısır bitkisinin ilk gelişiminde kompostlaştırılmış tuzlu çöp gübresinin etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (37):118-124.
- Togun, A.O. Akanbi, W.B. Adediran, J.A.. 2004. Growth, nutrient uptake and yield of tomato in response to different plant residue composts. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 2(1):310-316.
- Topçuoğlu, B. Önal, M.K. ve Arı, N. 2001. Toprağa kentsel katı atık kompostu ve kentsel atık su arıtma çamuru uygulamalarının sera domatesinde kuru madde miktarı ve bazı bitki besin içerikleri üzerine etkisi. GAP II. Tarım Kongresi Cilt 1, 24-26 Ekim Şanlıurfa, 99-106.
- Zengin, M. Gökmen, F. ve Gezgin, S. 2010. Meyve Bahçelerinde Organik Çöp Kompostu Kullanımı. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimler Dergisi*. 24(3): 109-117.