



Derleme

www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs
Selçuk Üniversitesi
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
24 (3): (2010) 109-117
ISSN:1309-0550



MEYVE BAHÇELERİNDE ORGANİK ÇÖP KOMPOSTU KULLANIMI

Mehmet ZENGİN^{1,2}, Fatma GÖKMEN¹, Sait GEZGİN¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya/Türkiye
(Geliş Tarihi: 09.09.2009, Kabul Tarihi: 25.01.2010)

ÖZET

Ülkemizde meyve bahçeleri topraklarının büyük bir kısmı bazik reaksiyonlu, yüksek kil ve kireç ile düşük organik madde içerikli olduklarından topraklarda strüktür bozukluğu ve özellikle mikro besin elementlerinin noksanlığı yaygın olarak görülmektedir. Bu durum meyve ağaçlarının gelişme, verim ve kalitesini olumsuz olarak etkilemektedir. Meyve bahçelerindeki bu sorunların çözümünde organik madde ve besin elementi kaynağı olarak kompostlardan yararlanılmalıdır. Bu derleme makalede ilgili güncel bilgiler tartışılmıştır.

Bu bağlamda İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemerburgaz Kompost Tesisi'nde üretilen kompostun Karaman ilinde elma bahçeleri topraklarının bazı kimyasal özellikleri, ağır metal içeriği, ağaçların gelişimi ve besin elementi ile ağır metal alınma etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2006-2008 yılları arasında üç yıl süre ile yürütülen çakılı denemelerde artan dozlarda (0, 10 ve 30 kg/ağaç) uygulanan kompost üç bahçede de toprağın 0-30 cm ve 30-60 cm'lik katlarında kontrole göre EC, organik madde, P, S, Fe, Zn, Cu ve Mn içeriklerini önemli düzeylerde artırmıştır. Bu artışlar toprağın 0-30 cm derinliğinde 30-60 cm'ye göre daha fazla olmuştur. Kompost uygulaması ile söz konusu besin elementlerinin elma ağaçları yapraklarındaki kapsamaları da önemli düzeylerde artmış olup ağaçlarda görülen Fe ve Zn noksanlıkları giderilmiştir. Kompost kullanımı ile toprak ve yaprakta Ni, Cd ve Pb miktarları önemli düzeylerde artmış olmakla birlikte ilgili yönelimlerde izin verilen düzeylere çıkmamıştır. Kompost uygulaması ile meyve verimi, ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve çapı, meyvede P, S, Fe, Zn, Cu ve Mn artarken, Cd, Cr, Ni ve Co kapsamaları azalmıştır. Gıda Kodekslerinde taze meyveler için verilen sınır değerlerine göre üç bahçede de üç yıl üst üste kompost uygulanan ağaçların meyvelerindeki ağır metal kapsamalarının izin verilebilir miktarların yaklaşık %1-3'ü kadar olduğu belirlenmiştir. Yöre çiftçileri tarafından uygulanan kimyasal gübrelerin yarı dozu ile birlikte verilen 30 kg kompost/ağaç dozu en fazla meyve verimini sağlamıştır. Böylece meyve ağaçlarına kompost uygulaması ile kimyasal gübre kullanımı %50 civarında azaltılabilir.

Anahtar Kelimeler: Kompost, bahçe toprağı, meyve, verim, kalite, ağır metaller.

CITY ORGANIC WASTE COMPOST USE IN ORCHARDS

ABSTRACT

Structure problem and especially deficiency of micro nutrients are commonly seen in soils of fruit orchards of our country, due to soils have alkaline reaction, high level of clay, lime and low organic matter contents. This situation negatively affects growing, yield and quality of fruit trees. Composts as resource of organic matter and nutrients can be used in the solution of these problems in fruit orchards. Relevant current information was discussed in this collecting paper.

In this context, compost obtained from Kemerburgaz Compost Factory of İstanbul Big City Municipality was used in the doses of 0, 10 and 30 kg tree⁻¹ to determine effects on some chemical properties, heavy metal content, growing of the trees and uptake of nutrient and heavy metal in fixed experiments of three apple orchards in Karaman Province in 2006-2008 years. In every three orchards, compost significantly increased EC, organic matter, P, S, Fe, Zn, Cu and Mn contents of 0-30 cm and 30-60 cm layers in the soils. These increasing were more in the 0-30 cm layer of the soil than that of 30-60 cm layer. Compost application also significantly increased the nutrient contents of the apple leaf and Fe and Zn deficiency symptoms which were seen on the trees were removed by the compost use. Nickel, Cd and Pb amounts of the soil and leaf were considerably increased by compost, but these values did not reached to levels which allowed in the regulations. While the compost increase the fruit yield, mean fruit weight, mean fruit diameter, P, S, Fe, Zn, Cu and Mn contents of fruit, Cd, Cr, Ni and Pb contents of fruit decreased. It was determined that heavy metal contents in fruit of trees applied compost successively in tree years in every three orchards were as about 1-3% as amounts given permission for fresh fruits in food codex. The highest fruit yield was got by the dose of 30 kg compost tree⁻¹ together with half dose of chemical fertilizers used by district farmers. So, chemical fertilizer use can be decreased about 50% by the compost application to fruit trees.

Key Words: Compost, garden soil, fruit, yield, quality, heavy metals.

GİRİŞ

Meyve ağaçları genellikle pH'sı 6.5-7.5, tuzsuz, organik maddece zengin, derin, geçirgen, düşük kireçli ve tınlı, killi tınlı tekstüre sahip topraklarda daha iyi gelişmektedir. Oysaki Orta Anadolu Bölgesi (Türkoğlu ve ark., 1974), Tokat ve Amasya illeri (Ateşalp ve Işık, 1978), Antalya'nın Korkuteli ve Elmalı ilçeleri

(Sönmez ve Kaplan, 2000), Van yöresi (Bozkurt ve ark., 2000) ve Karaman ili (Zengin ve ark., 2008a ve 2008b) elma bahçelerinde, Isparta'nın Uluborlu ve Senirkent ilçeleri kiraz bahçelerinde (Köseoğlu, 1995), Bursa yöresi şeftali bahçelerinde (Katkat ve ark., 1994), Akdeniz Havzası ülkelerindeki turuncgil bahçelerinde (Canali et al., 2002) yapılan araştırma sonuçlarına göre genellikle topraklar hafif alkalin ve alkalin,

²Sorumlu Yazar: mzengin@selcuk.edu.tr

yüksek ve çok yüksek kireçli, organik maddece fakir veya çok fakir, strüktürleri istenen düzeyde olmadığı için geçirgenlik sorunu olan killi tın, siltli killi ve killi bünyeye sahiptir. Bunun yanında ülkemiz meyve bahçelerinde toprakların genel özelliklerine bağlı olarak başta Fe ve Zn olmak üzere mikro besin elementi noksanlıkları çok yaygın olarak görülmektedir. Ayrıca gerek bilinçsiz kimyasal gübreleme ve gerekse toprak özelliklerine bağlı olarak meyvelerin N, P, K, Ca, Mg ve S alımlarında da sorunlar bulunmaktadır. Ülkemiz meyve bahçeleri topraklarının sahip olduğu bu özellikleri nedeniyle meyvelerin gelişme, verim ve kalitesinde sorunlar mevcuttur. Nitekim Orta Anadolu Bölgesi elma bahçelerinde 35 yıl önce yürütülen bir araştırmada (Türkoğlu ve ark., 1974) sadece Fe noksanlığına bağlı klorozun elma ağaçlarında %35'e varan ürün kaybına sebep olduğu, şiddet ve devamlılığa bağlı olarak ağaçların tamamen kuruduğu belirtilmiş olmasına rağmen toprakların başta organik madde ve reaksiyonlarında iyileştirme yapılamadığı için sorun halen devam etmektedir. Ülkemiz meyve bahçelerindeki bu sorunların çözümünde şehir organik katı atık-

larından elde edilen kompostlardan yararlanılabilir. Çünkü şehir organik katı atıklarından üretilen çöp kompostu çöpün özelliklerine bağlı olarak Tablo 1'de verildiği gibi çok önemli düzeylerde organik madde ile makro ve mikro bitki besin elementleri içermektedir. Organik karakterli şehir katı atıkları araziye gömme, ya da yakma şeklinde bertaraf etme yerine kompost üretilerek tarım alanlarında organik madde ve besin elementleri kaynağı olarak kullanılabilir (Stratton et al., 1995). Şehir katı atıklarından elde edilen kompostun tarım topraklarına uygulanmasıyla toprağın agregasyonu, su-hava dengesi ve sıcaklığı gibi fiziksel özellikleri (Movahedi Naeini ve Cook, 2000), toprağın tamponlama kapasitesi, elverişli besin elementi miktarı gibi kimyasal özellikleri (Zinati et al., 2004) ve mikrobiyal popülasyon ve aktivitesini olumlu yönde etkileyerek bitkilerde gelişme, verim ve kaliteyi (Montemurro et al., 2005) artmıştır.

Bu derleme çalışmada meyve bahçelerinde kompost kullanımı ve kompostun toprak, bitki ve meyvelerdeki çeşitli etkileri irdelenmiştir.

Tablo 1. İBB-İSTAÇ Tesislerinde Temmuz-Ekim 2006 Dönemlerinde Üretilen Kompost Materyalinin Bazı Kimyasal Analiz Sonuçları

Parametreler	Kompost üretim zamanı		Parametreler	Kompost üretim zamanı	
	Tem. 2006	Ağus. 2006		Tem. 2006	Ağus. 2006
pH (1:5)	7.8 ± 0.1	7.7 ± 0.1	Zn (mg kg ⁻¹)	405 ± 80	569 ± 28
EC (mS/cm)	7.7 ± 0.3	8.3 ± 0.1	Mn (mg kg ⁻¹)	450 ± 167	330 ± 5
Org. madde (%)	43 ± 3	51 ± 2	Cu (mg kg ⁻¹)	342 ± 128	286 ± 31
C (%)	23 ± 2	26 ± 2	B (mg kg ⁻¹)	64 ± 13	53 ± 2
C/N (%)	16 ± 1	16 ± 1	Suda çöz. Cl (%)	0.51 ± 0.03	0.62 ± 0.01
N (%)	1.44 ± 0.08	1.64 ± 0.04	Al (%)	1.14 ± 0.36	0.93 ± 0.03
P (%)	0.22 ± 0.05	0.29 ± 0.01	Pb (mg kg ⁻¹)	93 ± 28	117 ± 16
K (%)	0.93 ± 0.24	1.18 ± 0.05	Ni (mg kg ⁻¹)	48 ± 11	83 ± 17
Ca (%)	6.95 ± 0.39	4.37 ± 0.21	Cd (mg kg ⁻¹)	0.90 ± 0.16	1.08 ± 0.21
Mg (%)	0.40 ± 0.10	0.39 ± 0.02	Cr (mg kg ⁻¹)	116 ± 22	102 ± 33
S (%)	0.61 ± 0.14	0.67 ± 0.02	Co (mg kg ⁻¹)	8.37 ± 1.47	6.92 ± 0.53
Na (%)	0.44 ± 0.10	0.50 ± 0.03	Hg (mg kg ⁻¹)	0.89 ± 0.31	0.91 ± 0.19
Fe (%)	1.78 ± 0.50	1.21 ± 0.09			

KOMPOSTUN TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Kompostun Toprağın Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Meyve bahçelerinde kompost uygulanmasıyla toprağın organik karbon miktarının artması sonucu agregasyon ve suya dayanıklı agregat miktarı ve toplam boşluk hacmi artar. Bunların sonucunda toprağın havalanma ve yarıyışlı su kapasitesi, infiltrasyon hızı ve sıcaklığı yükselir ve hacim ağırlığı ve erozyonla kaybı azalır (He et al., 1995, Glover et al., 2000; Andrews et al., 2001, Soumare et al., 2003).

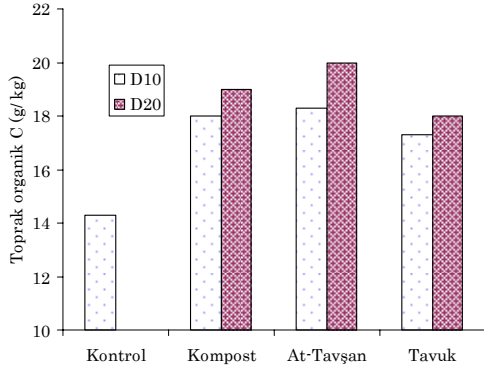
Yapılan bir araştırmada 20 yaşın üzerinde ağaçlar bulunan bir meyve bahçesine küçük bir kasabanın evsel katı atıklarından üretilen kompost, at ve tavşan gübresi ve tavuk gübresinden üretilen vermikompostlar 9 ay arayla 2 defa 1 ve 2 ton/da seviyelerinde uygulanmıştır (Ferrerias et al., 2006). Organik materyallerin 2. uygulamasından 5 ay sonra

bahçe toprağının organik karbon içeriğinde kontrole göre %70 ile 2.3 kat arasında değişen oranlarda artış meydana gelmiştir (Şekil 1). Toprağın organik karbon içeriğine organik materyallerin 2 ton/da düzeyinin etkisi 1 ton/da seviyesine göre daha fazla olmuştur. Ayrıca toprak organik karbon miktarına etki bakımından organik materyaller çoktan aza doğru at-tavşan gübresi > kompost > tavuk gübresi şeklinde sıralanmıştır (Şekil 1). Organik materyallerin uygulanmasıyla toprağın etanole dayanıklı agregat yüzdesinde de kontrole göre %20-110 arasında değişen oranlarda artışlar belirlenmiştir (Şekil 2). Organik materyallerin 2 ton/da seviyeleri agregat stabilitesini daha fazla artırmış olup etki bakımından kompost > at-tavşan > tavuk şeklinde sıralanmışlardır (Şekil 2). Organik materyallerin agregat stabilitesini arttırıcı etkisinin toprağa organik karbon kazandırmalarından kaynaklandığı belirtilmiş olup toprağın organik C miktarı ile agregat stabilitesi arasında önemli bir ilişki ($Y =$

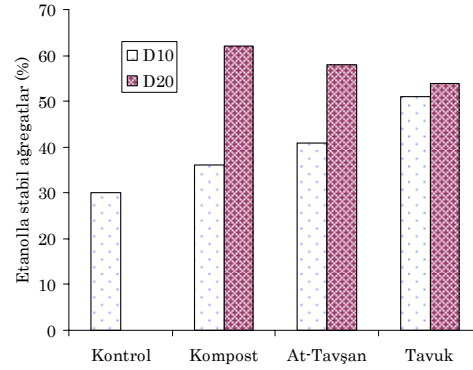
4.8883 X -41.741, $R^2 = 0.62$) bulunmuştur (Ferrerias et al., 2006).

Kuzey Lincolnshir'da toprağın üst 15 cm'lik kısmına kuru ağırlıkça 7 ton/da dozunda atık çamur (öğütülmüş kek), şehir katı atık kompostu ve yeşil atık kompostu (Tablo 2) karıştırılmıştır. Uygulamalar üst

toprağın hacim ağırlığını azaltmış, bitkiye yararlı su kapasitesi ve su infiltrasyonunu artırmıştır. Toprağın su tutma kapasitesi ve faydalı su miktarı en fazla yeşil atık kompostu ve daha sonra şehir katı atık kompost uygulamalarında olmuştur (Chambers et al., 2000).



Şekil 1. Farklı organik materyallerin toprağın organik karbon içeriğine etkisi



Şekil 2. Farklı organik materyallerin toprağın etanolde stabil agregat oranına etkisi

Tablo 2. Organik Materyallerin Toprağın Su Tutma ve Yarayırlı Su Kapasitesine (% Hacimce) Etkisi (Chambers et al., 2000)

Tansiyon (bar)	Kil	Atık çamur	Kompost	Yeşil atık kompostu
0.05	34.1	38.3	45.3	41.6
1	30.7	34.3	43.2	35.9
5	26.2	28.4	31.9	27.3
15	23.9	26.5	31.9	27.3
Faydalı su	10.2	11.8	13.4	14.3

Kompostun Toprağın Kimyasal Özelliklerine Etkisi

Kompost organik veya inorganik kirleticiler içeriyorsa çevre açısından zararlı olmaktadır. Ayrıca ağır metal içerikleri kompostun tarımda kullanımını sınırlandıran önemli bir faktördür. Kompost kullanımı; ağır metal düzeyleri, toprak tipi, bitki çeşidi ve kendi kalitesine bağlıdır (Paris ve Lucianer, 1986).

Elma bahçeleri topraklarının bazı kimyasal özellikleri, ağır metal içeriği, ağaçların gelişimi ve besin elementi ve ağır metal alınımına İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemerburgaz Kompost Tesisinde üretilen kompostun etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2006-2008 yılları arasında üç yıl süre ile Karaman ilinde 15 yaşından daha büyük Starking ve Golden elmaları ile kurulmuş üç farklı bahçede denemeler yürütülmüştür (Çakmak ve ark., 2009). Denemelerde 3 kompost dozu ($K_0 = 0$, $K_1 = 10$, $K_2 = 30$ kg/ağaç) ve 3 kimyasal gübre dozu ($G_0 = \text{kontrol} = 0$ g N + 0 g P_2O_5 + 0 g K_2O /ağaç, $G_1 = 275$ g N + 182.5 g P_2O_5 + 275 g K_2O /ağaç, $G_2 = 550$ g N + 365 g P_2O_5 + 550 g K_2O /ağaç) uygulanmıştır. Her yıl kompost ve kimyasal gübrelerle fosforun tamamı ve azot ile potasyumun bir kısmı Kasım ayında ve azot ile potasyumun kalan kısımları ise Nisan ayında ağaçların taç izdüşümüne verilmiştir. Çakılı denemelerdeki ağaçlardan her yıl Temmuz ayında yaprak, ağaç taç iz düşümlerinden ise toprak ve Eylül ayı sonu veya Ekim ayı başında da meyve

örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin analiz sonuçları değerlendirildiğinde, her bir yılda olduğu gibi özellikle üçüncü yıl sonuçlarında kompost uygulaması ile üç bahçede de bilhassa 0-30 cm'lik üst toprak katında kontrole (K_0) göre EC, organik madde, P, S, Fe, Zn, Cu, Mn, Ni, Cd ve Pb içerikleri artmıştır (Tablo 3, 4 ve 5). Kompost 0-30 cm'lik üst toprak katında EC'yi %8.3-27.3 arasında değişen oranlarda artırmış olup yüksek artışlar 4. bahçede görülmüştür. Ayrıca bütün bahçelerde EC'de meydana gelen artış ağaç başına 30 kg (K_2) kompost uygulamasıyla 10 kg (K_1)'a göre daha fazla olmuştur. Bunun yanında EC'de meydana gelen artış kompostun karıştırıldığı derinlik olan üst katmanda (%27.3), 30-60 cm'lik alt katmandakinden (%10.6) daha yüksek çıkmıştır. Kompost uygulamasıyla EC'de meydana gelen artışlar benzer bir şekilde kimyasal gübre uygulamasıyla da meydana gelmiştir. Bahçelerde ağaç taç izdüşümlerindeki toprağın organik madde miktarı uygulanan kompost miktarına bağlı olarak %0.0-62.5 arasında değişen oranlarda artmış olup en yüksek artışlar 4. bahçede meydana gelmiştir. Üst katmandaki organik madde artışı (%62.5), 30-60 cm'lik alt katmandakinden (%28.6) daha yüksek bulunmuştur. Kompost 0-30 cm'lik üst toprak katında alınabilir fosfor kapsamını %22.5-103.5 arasında artırmış olup yüksek artışlar 2. bahçede görülmüştür. Öbür yandan üst katmandaki fosfor artışı (%103.5), 30-60 cm'lik alt

katmandakinden (%131.4) daha düşük çıkmıştır. Kompost uygulaması 0-30 cm'lik üst toprak katında alınabilir S içeriğini %5.6-52.4 oranlarında artırmış olup yüksek artışlar 1. bahçede meydana gelmiştir. Üst katmandaki S artışı (%52.4), 30-60 cm'lik alt katmandakinden (%58.1) daha düşük bulunmuştur. Kompost uygulaması 0-30 cm'lik üst toprak katında alınabilir Fe kapsamını %4.3-36.7 arasında artırmış olup yüksek artışlar 2. bahçede görülmüştür. Diğer taraftan üst katmandaki Fe artışı (%36.7), 30-60 cm'lik alt katmandakinden (%46.2) daha düşük çıkmıştır. Kompost uygulaması 0-30 cm'lik üst toprak katında alınabilir Zn içeriğini %29.5-103.0 oranlarında artırmış olup yüksek artışlar 1. bahçede meydana gelmiştir. Üst katmandaki Zn artışı (%103.0), 30-60 cm'lik alt katmandakinden (%101.6) daha yüksek bulunmuştur. Kompost uygulaması deneme ağaçlarında görülen Fe ve Zn noksanlığını gidermiştir. Kompost uygulaması 0-30 cm'lik üst toprak katında alınabilir Cu muhtevasını %0.0-59.0 arasında artırmış olup yüksek artışlar 2. bahçede görülmüştür. Ayrıca üst katmandaki Cu artışı (%59.0), 30-60 cm'lik alt kattakinden (%56.4) daha yüksek çıkmıştır. Kompost kullanımı 0-30 cm'lik üst toprak katında alınabilir Mn içeriğini %9.0-32.0 oranlarında artırmış olup yüksek

artışlar yine 2. bahçede meydana gelmiştir. Üst katmandaki Mn artışı (%32.0), alt katmandakinden (%24.1) daha yüksek bulunmuştur. Kompost uygulaması 0-30 cm'lik üst toprak katında ağır metallere DTPA ile ekstrakte edilebilir Ni içeriğini %0.0 ile 79.0 arasında artırmış olup yüksek artışlar yine 2. bahçede görülmüştür. Ayrıca üst katmandaki Ni artışı (%79.0), 30-60 cm'lik alt katmandakinden (%17.3) daha yüksek çıkmıştır. Kompost kullanımı 0-30 cm'lik üst toprak katında DTPA ile ekstrakte edilebilir Cd içeriğini %2.1-16.3 oranlarında artırmış olup yüksek artışlar yine 2. bahçede meydana gelmiştir. Üst katmandaki Cd artışı (%16.3), 30-60 cm'lik alt katmandakinden (%130.0) daha düşük bulunmuştur. Kompost muamelesi 0-30 cm'lik üst toprak katında DTPA ile ekstrakte edilebilir Pb içeriğini %5.8 ile 20.1 arasında artırmış olup yüksek artışlar yine 2. bahçede görülmüştür. Ayrıca üst katmandaki Pb artışı (%20.1), alt katmandakinden (%32.9) daha düşük çıkmıştır. Kabata-Pendias ve Pendias (1992)'ın bildirdiği pH'sı 7'den yüksek topraklar için maksimum izin verilebilir Ni, Cd ve Pb limitleri sırasıyla 75, 3 ve 300 mg/kg olup, 30 kg kompost/ağaç dozunun üç yıl uygulanmasıyla dahi toprakta söz konusu sınırlar aşılanmamıştır.

Tablo 3. Birinci Bahçede Üç Yıl Artan Miktarlarda Kompost Uygulamalarının Toprağın EC, Organik Madde, Alınabilir Makro ve Mikro Besin Elementler ile Ağır Metal Kapsamlarına Etkisi

Kompost Uyg.*	EC (μ S/cm)		Org. madde (%)		P (mg/kg)		S (mg/kg)	
	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
K₀	265	262	2.80	1.65	98	76	17.0	12.6
K₁	287	267	2.80	1.82	120	91	21.0	15.4
K₂	295	277	2.85	1.87	141	133	25.9	17.9
	Fe (mg/kg)		Zn (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Mn (mg/kg)	
K₀	5.00	3.40	2.00	1.22	5.00	3.49	11.00	7.79
K₁	6.00	3.65	4.00	1.47	5.00	3.99	12.00	8.61
K₂	6.04	4.50	4.06	1.87	6.19	4.51	12.72	9.15
	Ni (mg/kg)		Cd (μ g/kg)		Pb (μ g/kg)			
K₀	1.00	1.30	32	22	535	364		
K₁	1.00	1.32	33	23	566	402		
K₂	1.56	1.37	37	22	576	422		

$K_0 = 0$, $K_1 = 10$, $K_2 = 30$ kg kompost/ağaç

Tablo 4. İkinci Bahçede Üç Yıl Artan Miktarlarda Kompost Uygulamalarının Toprağın EC, Organik Madde, Alınabilir Makro ve Mikro Besin Elementler ile Ağır Metal Kapsamlarına Etkisi

Kompost Uyg.	EC (μ S/cm)		Org. madde (%)		P (mg/kg)		S (mg/kg)	
	0-30cm	30-60cm	0-30cm	30-60cm	0-30cm	30-60cm	0-30 cm	30-60 cm
K₀	166	180	2.60	1.16	37.0	31.2	5.00	5.14
K₁	196	187	2.65	1.30	57.8	53.1	5.63	5.48
K₂	206	199	2.94	1.32	75.3	72.2	6.66	6.81
	Fe (mg/kg)		Zn (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Mn (mg/kg)	
K₀	3.00	2.21	2.00	1.22	2.00	1.65	11.00	8.01
K₁	3.13	3.12	2.59	1.90	2.96	2.37	13.49	9.21
K₂	4.10	3.23	3.44	2.46	3.18	2.58	14.52	9.56
	Ni (mg/kg)		Cd (μ g/kg)		Pb (μ g/kg)			
K₀	2.00	1.56	20.00	18.27	329.0	154.3		
K₁	3.09	1.69	21.23	19.75	383.4	192.5		
K₂	3.58	1.83	23.26	22.77	395.1	205.0		

Tablo 5. Üçüncü Bahçede Üç Yıl Artan Miktarlarda Kompost Uygulamalarının Toprağın EC, Organik Madde, Alınabilir Makro ve Mikro Besin Elementler ile Ağır Metal Kapsamlarına Etkisi

Kompost Uyg.	EC ($\mu\text{S/cm}$)		Org. madde (%)		P (mg/kg)		S (mg/kg)	
	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
K ₀	176	183	0.8	0.7	46.9	34.0	8.9	7.4
K ₁	198	186	1.2	0.9	67.3	43.3	9.4	10.1
K ₂	224	199	1.3	0.9	80.7	47.0	10.8	11.7
	Fe (mg/kg)		Zn (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Mn (mg/kg)	
K ₀	4.2	4.1	1.7	1.7	1.4	1.1	6.3	5.8
K ₁	5.2	4.6	2.4	1.9	1.9	1.2	7.1	6.9
K ₂	5.5	4.9	2.8	2.3	2.1	1.4	7.4	7.2
	Ni (mg/kg)		Cd ($\mu\text{g/kg}$)		Pb ($\mu\text{g/kg}$)			
K ₀	2.0	1.3	33.3	20.0	390	222		
K ₁	2.8	1.4	34.1	21.5	419	242		
K ₂	3.4	1.5	36.0	22.6	473	276		

Tablo 6. Kompostun Toprakta Yararışlı Zn, Cu, Mn, Pb ve Ni Kapsamlarına (mg/kg) Etkisi (Jordao et al., 2006)

Ağır metal	Kompost dozu (ton/da)	Uygulamadan sonraki örnekleme günleri			
		0	10	20	30
Zn	0	0.22	0.27	0.31	0.35
	3.5	1.33	1.68	1.96	2.60
	7.0	1.89	2.93	3.29	5.27
Cu	0	0.73	0.92	1.08	1.28
	3.5	1.05	1.46	1.97	2.42
	7.0	1.75	2.05	2.38	2.85
Mn	0	11.05	11.49	15.18	15.83
	3.5	13.85	14.11	15.85	17.01
	7.0	15.40	15.62	16.48	17.41
Pb	0	0.45	0.56	0.63	0.74
	3.5	0.97	1.06	1.70	2.22
	7.0	0.98	1.79	2.58	3.26
Ni	0	0.054	0.055	0.056	0.069
	3.5	0.059	0.078	0.106	0.086
	7.0	0.085	0.122	0.139	0.095

Sonuçlarımıza benzer bir şekilde Jordao et al. (2006)'da Rio de Janeiro'da şehir katı çöplerinden elde edilen kompostun artan dozlarda uygulanmasıyla toprakta pH, Zn, Cu, Mn, Pb ve Ni'in önemli düzeylerde arttığını belirlemişlerdir. Kompost ilavesi ile analizler için toprak örnekleme zamanı arasında geçen süre arttıkça yararışlı Zn, Cu, Mn ve Pb miktarları artarken, toprak pH'sı düşmüştür (Tablo 6). Analiz edilen ağır metal kapsamları Zn > Pb > Ni > Cu > Mn sırasında bulunmuştur. Genellikle büyük şehirlerden elde edilen kompostun metal içerikleri küçük şehirlerden elde edilenlerinkinden daha fazla çıkmıştır.

Denemeye alınan elma ağaçlarının yapraklarında belirlenen bitki besin elementleri kompost uygulaması ile kontrole göre önemli düzeylerde artmış ve bu artışlar 30 kg kompost/ağaç dozunda daha yüksek olmuştur (Tablo 7). Nitekim yaprakların besin elementi kapsamları ile aynı elementlerin topraktaki miktarları arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Aynı zamanda kompost uygulaması yaprakların Ni içeriğini %0.8 (bahçe 1) ile %27 (bahçe 4) ve Cr içeriğini ise %9.5 (bahçe 4) ile %62 (bahçe 4) arasında değişen oranlarda artırmıştır. Kabata-Pendias ve Pendias (1992), yaprakta izin verilebilir maksimum

Ni ve Cr sınırlarını sırasıyla 5 ve 14 mg/kg olarak bildirmiş olup elma yapraklarında söz konusu ağır metallerin maksimum limitleri aşılmamıştır. Ancak Ni kapsamları (2-4 mg/kg) sınıra yakın bulunmuştur. Özellikle kimyasal gübre ve kompostun yüksek dozlarının birlikte uygulandığı ağaçların yapraklarında Ni kapsamı daha yüksek çıkmıştır. İtalya'da sığır gübresi, atık çamur ve kavak kabuğundan elde edilen kompost ve şehir katı atık kompostu olmak üzere üç farklı organik toprak düzenleyici 14 elma bahçesinde 0, 8 ve 16 ton/da dozlarında uygulanmıştır (Pinamonti et al., 1997). Atık çamur ve kavak kabuğundan elde edilen kompost sığır gübresinden daha fazla Zn, Cu ve Pb içermektedir. Şehir katı atık kompostu ise çalışılan tüm metaller bakımından diğer materyallerinkine göre daha zengindir. Atık çamur ve kavak kabuğundan elde edilen kompost toprak ve yaprakta herhangi bir ağır metalde önemli artışlara yol açmamıştır. Dolayısıyla bu kompost kısa-orta vadeli olarak güvenli bir şekilde ahır gübresine alternatif olarak tarımda kullanılabilir. Diğer taraftan, bu araştırmada da bizim sonuçlara benzer şekilde şehir katı atık kompostu toprakta hem toplam, hem de EDTA ile ekstrakte edilebilir Zn, Cu, Ni, Pb, Cd ve Cr miktarlarını, ayrıca yaprak ve mey-

vede ise Pb ve Cd kapsamlarını artırmıştır. Bu artışlar elma ağaçlarında toksisiteye neden olacak düzeylerde olmamıştır. Ayrıca benzer şekilde yürütülen araştırmalarda, kompost uygulamaları ile toprak ve bitkide Cr, Pb, Ni, Cd, Hg ve B içeriğinin çok az önemsiz oranda değiştiği (Barbarick et al., 1998; Selivanovskaya et al., 2001; Snyman et al., 1998), ancak Zn ve Cu içeriğinin arttığı saptanmıştır (Barbarick et al., 1998;

Nyamangara ve Mzezewa, 1999). Kompostun besin elementi içeriğine bağlı olmakla birlikte uzun süreli kompost uygulamalarının toprak ve bitkide ağır metal birikimine sebep olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Sloan et al. (1997) 15 yıl kompost uygulaması sonucunda sırasıyla toprakta ağır metal birikimlerinin $Cd > Zn > Ni > Cu > Cr > Pb$ şeklinde olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 7. Üç Farklı Bahçede Üç Yıl Artan Miktarlarda Kompost Uygulamalarının Elma Yaprağının Toplam Makro (%) ve Mikro Besin Elementler (mg/kg) ile Ağır Metal Kapsamlarına (mg/kg) Etkisi

	Kompost	P	S	Fe	Zn	Cu	Mn	Ni	Cr
Bahçe 1	K ₀	0.117	0.31	117.2	33.2	4.9	45.1	2.47	0.29
	K ₁	0.130	0.33	123.7	34.8	5.4	51.7	2.49	0.36
	K ₂	0.135	0.36	127.3	36.8	6.2	53.1	2.60	0.45
Bahçe 2	K ₀	0.138	0.34	92.3	12.6	6.3	34.4	3.54	0.17
	K ₁	0.163	0.36	94.7	13.2	6.7	37.0	3.60	0.21
	K ₂	0.169	0.37	96.8	14.2	7.2	39.1	3.97	0.23
Bahçe 3	K ₀	0.130	0.33	104.3	19.8	6.0	40.6	2.41	0.21
	K ₁	0.153	0.35	119.3	24.3	6.4	52.1	2.44	0.23
	K ₂	0.160	0.35	125.6	24.7	6.8	46.5	3.06	0.34

Kompost uygulaması ile meyve verimi (bahçe 2 hariç), ortalama meyve ağırlığı, ortalama meyve çapı, meyvede P, S, Fe, Zn, Cu ve Mn artarken, Cd, Cr, Ni ve Co kapsamları azalmıştır (Tablo 8). Yöre çiftçileri tarafından uygulanan kimyasal gübrelerin yarı dozu ile birlikte verilen 30 kg kompost/ağaç dozu en fazla meyve verimine neden olmuştur. Ağaç başına 30 kg kompost ile birlikte uygulanması gereken kimyasal gübrenin de tamamının verilmesi durumunda hem

toprak tuzluluğunun fazla arttığı, hemde ağaç gelişiminin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Bu nedenlerle meyve ağaçlarına kompost uygulamasıyla kimyasal gübre uygulaması %50 civarında azaltılabilir. Kompost uygulaması bahçelerde elma verimini %0.0 (bahçe 2) ile 51.6 (bahçe 4) arasında değişen oranlarda artırmıştır. Bahçe 4'deki bu yüksek artış toprak ve yapraktaki yüksek P, Fe ve Zn artışlarından kaynaklanabilir.

Tablo 8. Üç Farklı Elma Bahçesinde Üç Yıl Süre ile Artan Miktarlarda Kompost Uygulamalarının Meyvenin Bazı Besin Elementleri ile Ağır Metal Kapsamlarına (mg/kg) Etkisi

	Kompost	P	Fe	Zn	Cu	Mn	Cd	Cr	Ni	Co
Bahçe 1	K ₀	402	4.57	1.24	1.23	2.41	10.24	0.05	0.12	18.32
	K ₁	428	3.71	1.81	1.17	2.40	7.53	0.04	0.72	11.32
	K ₂	474	5.24	1.82	1.17	2.52	14.41	0.02	0.01	13.26
Bahçe 2	K ₀	475	2.82	1.42	2.31	1.42	14.69	0.05	0.00	20.32
	K ₁	394	2.73	2.23	2.14	1.83	11.59	0.07	0.00	13.63
	K ₂	389	3.67	1.71	2.52	1.47	8.87	0.06	0.00	9.38
Bahçe 3	K ₀	978	3.98	1.11	2.83	2.39	16.4	0.15	0.00	28.6
	K ₁	1222	4.83	3.98	5.14	2.61	12.6	0.06	0.04	6.5
	K ₂	945	3.43	2.52	3.86	1.85	8.7	0.07	0.00	4.1

Üç yıl süreyle 10 ve 30 kg/ağaç kompost uygulanan elma ağaçlarından her yıl alınan meyve örneklerinin insan sağlığı için zararlı ağır metal kapsamlarında kontrole göre herhangi bir artış tespit edilmemiştir. Ayrıca meyve örneklerinde belirlenen ağır metal miktarları insan sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyde değildir. Çünkü T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın 17 Mayıs 2008 tarih ve 26879 Sayılı T.C. Resmi Gazete'de yayımladığı Türk Gıda Kodeksi'nde meyvelerde yaş ağırlık esasına göre en yüksek 100 µg/kg Pb ve 50 µg/kg Cd bulunabileceği belirtilmiştir. Bu sınır değerlerine göre üç bahçede de kompost uygulamasıyla elde edilen meyve örneklerinin ağır metal kapsam-

ları müsaade edilebilir miktarların yaklaşık %1-3'ü kadardır. Nitekim Pinamonti et al. (1999)'nın, bir bağa 6 yıl boyunca iki farklı kompost (atık çamuru ve ağaç kabuğu) uygulayarak yaptıkları bir çalışmada meyvede Cd ve Pb miktarının az da olsa arttığı, ancak yönetmeliklerde müsaade edilebilir düzeylerde olduğu saptanmıştır. Portakal bahçesi toprağına 7 yıl süre ile kanalizasyon çamuru, şehir katı atık kompostu ve koyun gübresini uygulayan Canet et al. (1997), kanalizasyon çamuru ve şehir katı atık kompostunun toprağın üst 0-20 cm derinliğinde doygunluk çözeltisindeki ağır metallerin, özellikle de Ni miktarının önemli düzeyde arttığını kaydetmişlerdir. Meyve ve yaprak-

larda ise önemli bir ağır metal (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn) artışı olmamış, ancak yapraklarda sadece Pb artışı meydana gelmiştir. Toprak, yaprak ve meyvenin ağır metal içerikleri genellikle kanalizasyon çamuru ve şehir katı atık kompostu uygulamalarında kontrol ve koyun gübresi uygulamalarına göre daha yüksek olmuştur. Bitkinin metal kapsamı ile toprağın metal kapsamı ve toprağın kimyasal özellikleri arasında çok önemli korelasyonlar bulunmuştur.

Kanada'da ilk yıl 3750 kg/da, ikinci yıl ise 1875 kg/da dozunda şehir katı atık kompostunu kumlu tın tekstür ve 6.0 pH'lı toprağa sahip Sparkle çeşidi çilek bahçesine uygulayan Shunmugam ve Warman (2004), kompostun çilek verimi ve toprakta Na ile Ca'ü artırdığını tespit etmişlerdir.

Kompostun Toprağın Biyolojik Özelliklerine Etkisi

Toprak kaynaklı hastalıkların önlenmesinde kompostun etkili olduğuna dair çeşitli literatürler vardır (Windels, 1997; Hoitink ve Boehm, 1999). Ağaç altlarındaki yabancı otların kontrolünde herbisit yerine çeşitli malçlar kullanılabilir. Organik malçların yabancı otları kontrol ettiği, ağaçları ve solucanları geliştirdiği (Hartley ve Rahman, 1994; Arthur ve Wang, 1999; Lu et al., 1999; Smith et al., 2000) ve toprak solunumu ile mikrobiyal aktiviteyi olumlu yönde etkilediği (Hartley et al., 1996; Bouzaiane et al., 2007) rapor edilmiştir.

Kompost uygulamalarının elma bahçelerinde yabancı ot, fungus ve böcek yönetimine etkilerini araştıran Brown ve Tworokski (2004), uygulamadan bir yıl sonra kompostun yabancı ot kontrolünde pozitif bir etki gösterdiğini, fakat karaleke hastalığı kontrolünde etkili olmadığını belirlemişlerdir. Uygulamadan iki yıl sonra kompost toprakta artropoda ve predatör böceklerini artırmış, otlara asalak olan böcekleri ise azaltmıştır. Kompost parsellerinde afidler ve yaprak yiyiciler azalmıştır. Araştırmacılar kompostun bir malç gibi uygulanmasıyla bahçe ekosistemlerinde pestisid kullanımının azaltabileceğini bildirmişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Şehirlerin organik katı atıklarından üretilen kompost önemli düzeylerde organik madde, besin elementleri ve ağır metaller içermektedirler. Toprağa uygulandığında agregasyon üzerine olumlu etkileri nedeniyle toprağın su tutma kapasitesini, bitkilerin su alımını ve havalanmayı artırmaktadır. Kompost toprakta bütün bitki besin elementlerinin miktarının ve bitkilerce alımının artmasını, özellikle meyve ağaçlarında yaygın olarak görülen mikro besin elementi noksanlıklarının giderilmesini sağlamaktadır. Kompostun toprağın mikrobiyal aktivitesinin artması, meyve ağaçlarında görülen bazı hastalıkların ve yabancı ot kontrolünde önemli katkılar sağladığı belirlenmiştir. Bu nedenlere bağlı olarak kompost uygulamasıyla meyve ağaçlarının gelişme, meyve verimi ve kalitesi üzerine olumlu etkiler yaptığı, kimyasal gübre uygulamasının önemli düzeylerde azaltılabileceği belirlenmiştir. Bunun yanında meyve

bahçelerinde kompost kullanımı ile toprak, ağaç yaprakları ve meyvede bazı ağır metallerin miktarlarında önemli düzeylerde artışların olduğu bulunmuştur. Ancak bu artışların toprak özellikleri yanında kompostun ağır metal içeriği, uygulama miktarı ve süresine bağlı olarak değiştiği ortaya konmuştur.

Şehirlerin organik katı atıklarının en iyi değerlendirilebileceği yer kompost yapılarak tarım topraklarıdır. Kompostun toprak ve bitkide ağır metal birikimine neden olmadan uzun yıllar devamlı bir şekilde tarımda kullanılabilmesi için çok düşük düzeylerde ağır metal içeren kompost üretiminin yolları araştırılmalıdır. Ayrıca kompostun toprak ve bitkide ağır metal birikimine etkileri değişik iklim, toprak ve bitki koşullarında uzun yıllar devam eden çakılı denemelerle belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Andrews, P.K., Glover, J.D. and Reganold, J.P., 2001. Horticultural performance, soil quality, and orchard profitability of integrated, organic, and conventional apple production systems. In: Proceedings of the Integrated Fruit Production. IOBC/WPRS Bull. 24 (5), 393-400.
- Arthur, M.A. and Wang, Y., 1999. Soil nutrients and microbial biomass following weed-control treatments in a Christmas tree plantation. Soil Sci. Soc. Am. J. 63, pp. 629-637.
- Ateşalp, M. ve Işık, H., 1978. Türkiye'nin Bazı Elma Üretim Merkezlerinde Elma Ağaçlarına Uygulanacak Ticaret Gübrelere Çeşit ve Miktarlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Gen. Yay. No: 71, Ankara.
- Barbarick, K.A., Ippolito J.A. and Westfall, D.G., 1998. Extractable Trace Elements in Soil Profile after Years of Biosolids Application. J. Environ. Qual., 27: 801-805.
- Bouzaiane, O., Cherif, H., Saidi, N. and Hassen, A., 2007. Effects of Municipal solid waste compost application on the microbial biomass of cultivated and non-cultivated soil in a semi-arid zone. Waste Manage Res., 25: 334-342.
- Bozkurt, M.A., Çimrin, K.M. ve Karaca, S., 2000. Aynı Koşullarda Yetiştirilen Üç Farklı Elma Çeşidinde Beslenme Durumlarının Değerlendirilmesi. A.Ü. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Derg., 6(4): 101-105, Ankara.
- Brown, M.W. and Tworokski, T., 2004. Pest management benefits of compost mulch in apple orchards. USDA, Agricultural Research Service, Appalachian Fruit Research Station, 2217 Wiltshire Road, Kearneysville, WV 25430, USA.
- Canali, S., Trinchera, A., Di Bartolomeo, E., Nisini, L., Benedetti, A. and Intrigliolo, F., 2002. Soil Fertility Comparison Among Organic and Conventional Managed Citrus Orchard in Sicily. Transaction of the 17. World Congress of Soil

- M. Zengin ve ark. / Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 24 (3): (2010) 109-117*
 Sci., Bangkok, Thailand, 14-21 August. Paper No: 1197.
- Canet, R., Pomares, E. and Tarazona, E., 1997. Chemical extractability and availability of heavy metals after seven years application of organic wastes to a citrus soil. *Soil Use and Management*, 13: 117-121.
- Chambers, B., Royle, S., Hadden, S. and Maslen, S., 2000. The Use of Biosolids and Other Organic Substances in the Creation of Soil-Forming Materials. CIWEM/AquaEnviro Conference, 20-22 November 2000, Wakefield, West Yorkshire.
- Ferreras, L., Gome, E., Toresani, S., Firpo, I. and Rotondo, R., 2006. Effect of Organic Amendments On Some Physical, Chemical and Biological Properties in A Horticultural Soil. *Bioresource Technology*, 97: 635-640.
- Glover, J.D., Reganold, J.P. and Andrews, P.K., 2000. Systematic Methods for Rating Soil Quality of Conventional, Organic, and Integrated Apple Orchards in Washington State. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 80: 29-45.
- Hartley, M.J. and Rahman, A., 1994. Use of Mulches and Herbicides in An Apple Orchards. *Proc. 47th Plant Prot. Conf.*, 320-334.
- Hartley, M.J., Reid, J.B., Rahman, A. and Springett, J.A., 1996. Effect of Organic Mulches and a Residual Effect of Herbicide on Soil Bioactivity in an Apple Orchard. *N.Z.J. Crop and Hort. Sci.*, 24: 183-190.
- He, X., Traina, S.J. and Logan, T.J., 1995. Chemical Properties of Municipal Solid Waste Composts. *J. Environ. Qual.*, 21: 318-329.
- Hoitink, A.J. and Boehm, M.J., 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. *Annual Rev. Phytopathol.* 37, pp. 427-446.
- Jordao, C.P., Nascentes, C.C., Cecon, P.R., Fontes, R.L.F. and Pereira, J.L., 2006. Heavy Metal Availability in Soil Amended with Composted Urban Solid Wastes. *Environ. Monitoring and Asses.*, 112: 309-326.
- Kabata-Pendias, A. and Pendias, H., 1992. Trace Elements in Soil and Plant. 2nd Ed. Crec. Pres. Boca Raton, Fla.
- Katkat, A.V., Özgümüş, A., Başar, H. ve Altınel, B., 1994. Bursa Yöresindeki Şeftali Ağaçlarının Demir, Çinko, Bakır ve Mangan İle Beslenme Durumları. *Tr. J. of Agricultural and Forestry*, 18(6): 447-456.
- Köseoğlu, A.T., 1995. Uluborlu ve Senirkent (Isparta) Yörelerinde Yetiştirilen Kirazların Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. 2. Mikro Besin Elementleri. *Türk Tarım ve Ormanlık Derg.*, 19: 349-353.
- Lu, Y.C., Watkins, B. and Teasdale, J., 1999. Economic analysis of sustainable agricultural cropping systems for mid-Atlantic states. *J. Sustain. Agric.* 15, pp. 77-93.
- Montemurro, F., Convertini, G., Ferri, D. and Maiorana, M., 2005. MSW Compost Application on Tomato Crops in Mediterranean Conditions: Effects on Agronomic Performance and Nitrogen Utilization. *Compost Sci., Util.*, 13: 234-242.
- Movahedi Naeini, S.A.R. and Cook, H.F., 2000. Influence of Municipal Waste Compost Amendment on Soil Water and Evaporation. *Coomun. Soil Sci. and Plant Anal.*, 31: 3147-3161.
- Nyamangara, J. and Mzezewa, J., 1999. The Effect of Long-Term Sewage Sludge Application on Zn, Cu, Ni and Pb Levels in a Clay Loam Soil under Pasture Grass in Zimbabwe. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 73: 199-204.
- Paris, P. and Lucianer, L., 1986. Tra Cratterische del Suolo e İoni Metallici Cento Equilibri Mutevoli. *Genio Rurale*, 11: 21-8.
- Pinamonti, F., Stringari, G., Gasperi, F. and Zorzi, G., 1997. The Use of Compost: Its Effects On Heavy Metal in Soil and Plants. *Resources, Conservation and Recycling*, 21: 129-143. Elsevier.
- Pinamonti, F., Nicolini, G., Dalpiaz, A., Stringari, G. and Zorzi, G., 1999. Compost use in viticulture: effects on heavy metal levels in soil and plants. *Commun. Soil Sci. Plan.* 30 (9-10), 1531-1549.
- Selivanovskaya, S.Y., Latypova, V.Z., Kiyamova S.N. and Alimova, F.K., 2001. Use of Microbial Parameters to Access Treatment Methods of Municipal Sewage Sludge Applied to Grey Forest Soils of Tatarstan. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 86: 145-153.
- Shanmugam, G.S. and Warman, P.R., 2004. Soil and plant response to organic amendments to three strawberry cultivars. In: Martin-Neto, L., Milori, D., daSilva, W. (Eds.), *Proceedings of the International Humic Substances Society*. Embrapa (Pub.), Sao Pedro, pp. 230-232.
- Sloan, J.J., Dowdy R.H., Dolan, M.S. and Linden D.R., 1997. Long-Term Effects of Biosolids Applications on Heavy Metal Bioavailability in Agricultural Soils. *J. Environ. Qual.* 26: 966-974.
- Smith, M.W., Carroll, B.L. and Cheary, B.S., 2000. Mulch improves pecan tree growth during orchard establishment. *Hort Science* 35, pp. 192-195.
- Soumare, M., Tack, F.M.G. and Verloo, M.G., 2003. Characterization of Malian and Belgian Solid Waste Composts with Respect to Fertility and Suitability for Land Application. *Waste Manag.*, 23: 517-522.
- Sönmez, S. ve Kaplan, M., 2000. Korkuteli ve Elmalı Yöreleri Elma Bahçelerinin Beslenme Durumları-

- M. Zengin ve ark. / Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 24 (3): (2010) 109-117*
nın Belirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fak. Derg., 13(2):159-170, Antalya.
- Snyman, H.G., de Jong J.M. and Aveling, A.S., 1998. The Stabilization of Sewage Sludge Applied to Agricultural Land and The Effects on Maize Seedlings. *Wat. Sci. Tech*, 38: 87-95.
- Stratton, M.L., Baker, A.V. and Rechcihl, J.C., 1995. Compost. In: Rechcihl, J.C. (Ed.), *Soil Amendments and Environmental Quality*. Lewis Publ. Boca Raton, F.P., pp: 249-309.
- Türkoğlu, K., Munsuz, N. ve Erkal, Ü., 1974. Orta Anadolu Bölgesinde Elma Plantasyonlarında Görülen Kloroz Arazının Toprak Tipleri ve Elma Çeşitleri ile İlişkisi ve En Uygun Tedavi Metodu Üzerine Araştırmalar. *Türkiye Bil. ve Tek. Araş. Kur. Yayın No: 222*, Ankara.
- Windels, C.E., 1997. Altering Community Balance: Organic Amendments, Selection Pressures, and Biocontrol. In: Andow, D.A., Ragsdale, D.W., Nyvall, R.F. (Eds.), *Ecological Interactions and Biological Control*. Westview Press, Boulder, CO.
- Zengin, M., Gökmen, F. ve Gezgin, S., 2008a. Toprak-tan ve Yaprak-tan Farklı Demirli Gübre Uygulamalarının Elmada Beslenme ve Kalite Parametrelerine Etkileri. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Bildiri Kitabı, sf: 1095-1107, Konya.
- Zengin, M., Gökmen, F. ve Gezgin, S., 2008b. Toprak-tan ve Yaprak-tan Çinkolu Gübre Uygulamalarının Elma Yapraklarında Makro ve Mikro Besin Elementleri İle Klorofil İçeriklerine Etkileri. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim 2008, Bildiri Kitabı, sf: 1108-1117, Konya.
- Çakmak, İ., Zengin, M., Gökmen, F. and Gezgin, S., 2009. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kemerburgaz Kompost Tesisinde Üretilen Kompostun Bitki Yetiştiriciliğinde ve Çim Sahalarda Gübre Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. TÜBİTAK-KAMAG-105G148 Nolu Projenin Kesin Sonuç Raporu (Yayınlanmamış).
- Zinati, G.M., Li, Y.C. and Bryan, H.H., Mylavarapu, R.S. and Codallo, M., 2004. Distribution and Fractionation of Phosphorus, Cadmium, Nickel and Lead, in Calcareous Soils Amended with Compost. *J. Environ. Sci. Health*, B 39: 223-229.