

Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Kentsel Katı Atık Kompostu Kullanımının Bakiye Etkilerinin Belirlenmesi

E.İşıl DEMİRTAŞ* Filiz ÖKTÜREN Asri Nuri ARI

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Antalya
*Sorumlu yazar: eemrahoglu@mynet.com

Geliş tarihi: 07.03.2013, Yayına kabul tarihi: 14.12.2013

Özet: Gübre olarak da kullanılan kentsel katı atık kompostunun, ağır metal içeriği insan sağlığı açısından tehlikeli olabilmektedir. Bu nedenle 2004-2006 yılları arasında kentsel katı atık kompostunun domates verim, kalite ve bitkinin beslenme durumu üzerine etkilerinin araştırıldığı bir deneme yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre kentsel katı atık kompostu kullanımının domates verim ve kalitesi üzerine olumlu etkilerinin olduğu, ağır metal birikimi açısından meyve ve toprak da sorun teşkil etmediği tespit edilmiştir. Bu çalışmadan sonra kentsel katı atık kullanımının sonraki yıllara etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2008-2011 yılları arasında ikinci bir araştırma yürütülmüştür. Deneme aynı serada tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma süresince parsellerden toprak ve meyve örnekleri alınarak, analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, kentsel katı atık kompostunun bakiye etkisi ürün miktarını ve kalite kriterlerinden meyve suyu EC'sini, titre edilebilir asitliğini ve suda çözünebilir kuru madde miktarını kontrole göre arttırmıştır. Toprak ağır metal içerikleri izin verilebilir sınır değerleri aşmamıştır. Meyve örneklerinin kurşun (Pb) içerikleri sınır değerleri aşmamış olup, kadmiyum ve nikel (Cd ve Ni) içerikleri izin verilebilir sınır değerleri aşmıştır. Fakat kontrol parselindeki meyve örneklerinin de kadmiyum ve nikel (Cd ve Ni) içeriğinin sınır değerleri aşmış olması bu artışta uygulanan materyalin dışında başka faktörlerinde (gübreleme, ilaçlama vs) etkili olabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, domates, kentsel katı atık, organik materyal,

Determination of Residual Effect of Urban Solid Waste Compost on Tomato Grown under Green House Condition

Abstract: Urban solid waste has used to as a fertilizer, but heavy metal concentration might be hazardous for human health. Therefore, a research was conducted to determine the effects of urban solid waste on tomato yield, quality and nutrition status in 2004-2006 years. According to research results, urban solid waste was found positive effects on tomato yield and quality by the way the heavy metal content of the soil and fruit samples were not critical levels. Afterwards, in this second research was conducted so that remain effect of urban solid waste could be determined in 2008-2011 years. The experiment was designed according to the completely randomized block design with 4 replicates in the same greenhouse. During the experiment soil and fruit samples were taken and analyzed. The results of the analysis showed that remain urban solid waste was increased the yield, the pH of fruit juice, the amount of water soluble solids, titretable acidity compared to control group. The soil heavy metal content wasn't excess the acceptable range limits. Fruit samples lead (Pb) content was not excessive the acceptable range limit whereas cadmium and nickel contents were excessive. By the way fruit cadmium and nickel content were excessive the acceptable range limits of control, this situation may be resulted from fertilizer and pesticide applications.

Key words: Heavy metal, organic matter, tomato, urban solid waste.

Giriş

Bitkisel üretimde birim alandan daha fazla ürün alınabilmesi amacıyla yapılan yoğun ve bilinçsiz kimyasal gübreleme tuzluluk, sıkışma, toprak yorgunluğu ve organik madde miktarının azalması gibi olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Organik madde toprağı oluşturan materyalleri bir arada tutan, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştiren ana etmenlerden biridir (Erkoç, 2009).

Organik gübre olarak kullanılan önemli materyal çiftlik gübresidir. Çiftlik gübresinin gerekli miktarda, uygun periyot ve yeterli olgunlukta bulunamaması yetiştiriciyi başka arayışlara yöneltmektedir. Bu durum organik madde kaynağı olarak atık materyallerin tarımsal alanlarda kullanımının önemini açığa çıkarmaktadır (Özgüven ve ark., 1996). Söz konusu organik atıkların kompostlanarak kullanılması ekonomik bir yöntem olup, çevre açısından en tercih edilen kullanım şeklidir. (Togun et al., 2004). Kaplan ve ark., (2001) Antalya bölgesinde örtüaltı domates yetiştiriciliğinin yapıldığı seralarda oluşan bitkisel atık miktarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, yıllık 330625 ton bitkisel atığın meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada bitkisel üretim sonunda oluşan materyallerin meyve, bitki budama atıkları ve tüm bitki organları olduğu; örtüaltı domates ve biber üretimi sonucunda yıllık 175 ton/ha organik atık oluştuğu belirtilmiştir (Cheuck et al., 2002). Bitkisel atıkların yanı sıra kentsel katı atıkların bileşiminde yaklaşık % 40-50 oranında yer alan biyolojik ayrışabilir organik madde mevcuttur. Bu oran organik maddece oldukça fakir olan ülkemiz toprakları açısından göz ardı edilecek bir miktar değildir. Diğer taraftan nüfus artışı ile paralel olarak katı atık miktarının da artması bu atıkların çevreye zarar vermeden yeniden kullanılabilirliğini gündeme getirmektedir. Ayrıca tarımsal üretimde kompostlaştırılmış kentsel katı atıkların kullanımı, toprakların su tutma kapasitelerini artırarak, kimyasal gübrelerin gereğinden fazla kullanımından doğacak çevre kirliliğini ve gübre masrafını nispeten azaltmaktadır. Ancak kentsel katı

atık kompostlarının tarımsal üretimde kullanılabilirliği için mutlaka ağır metal analizlerinin yapılması gerekmektedir. Çünkü ağır metal içerikleri izin verilebilir sınır değerleri aşmamış ise ancak o zaman kullanılabilirler.

Katı atıklar kompostlaştırıldıktan sonra gübre olarak kullanılmalara rağmen, konu ile ilgili bilimsel çalışmalar oldukça sınırlıdır. Oysaki bu tür materyallerin bitkilere verilmesi gereken miktarının ve toprağı uygulandıktan sonra bakiye etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. (Togun et al., 2004). Bu amaçla 2004-2006 yılları arasında GATAB (Güney Antalya Turizmi Geliştirme ve Altyapı İşletme Birliği) tarafından kompostlaştırılan kentsel katı atık kompostunun tarımda kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda GATAB kompostunun toprak verimliliği ve ürün miktarı üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu, toprak ve meyve örneklerinde yapılan analizler sonucu toksik düzeyde ağır metal birikiminin olmadığı belirlenmiştir (Demirtaş ve ark., 2007). Organik materyallerin ayrışmalarının uzun zaman aldığı göz önüne alınarak, ağır metaller açısından bakiye etkilerinin belirlenmesinin yararlı olacağı düşünüülerek, ikinci aşamada bu çalışma yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait cam serada yürütülmüştür. Materyal olarak GATAB tesislerinde üretilen organik kökenli kentsel katı atık kompostu (organik madde miktarı % 70-75) kullanılmıştır. Araştırmaya konu olan GATAB (Güney Antalya Turizmi Geliştirme ve Altyapı İşletme Birliği) Mart 1999'da Antalya-Kemer Kuzdere mevkinde Turizm ve Çevre Bakanlığının desteği ile kurulmuştur. Söz konusu tesislere yörede bulunan 6 belediye bağlıdır. Günlük çöp kapasitesi 150-200 ton iken bunun %12'si tamamen organik atıklardan oluşmaktadır. Organik ve

inorganik atıklar ayrı ayrı toplanarak, inorganik atıklar ayrı bir yerde değerlendirilirken, tamamen organik olarak toplanan atıklar ise kompost haline getirilmektedir.

Kompostlaşma işleminde % 50 organik kentsel atıklar % 50 yöredeki park ve bahçe atıkları kullanılmaktadır. Organik materyal olarak kullanılan kentsel katı atık kompostunun (GATAB) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, GATAB kompostunun tuz ve organik madde miktarının oldukça yüksek olduğu, besin elementlerince zengin, ağır metal içeriklerinin ise toprakta on yıllık ortalama

esas alınarak bir yılda verilmesine müsaade edilecek ağır metal yükü sınır değerlerini (Pb: 1500 g da⁻¹, Cd: 40 g da⁻¹, Ni: 400 g da⁻¹) aşmadığı tespit edilmiştir (Anonim, 2001).

Bitkisel materyal olarak sırtta yetiştirilen tekli hasata (taneli) uygun tek ürün domates yetiştiriciliğinde yaygın olarak üretilen Nunhems firmasına ait Astona F1 çeşidi kullanılmıştır. Kullanılacak fideler ticari firmadan (Antalya Tarım) dikime hazır olarak temin edilmiştir. Denemede yetiştirme ortamı olarak 1000m² cam sera kullanılmıştır. Deneme başlamadan önce alınan sera toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge1.GATAB kompostunun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 1.The results of the physical and chemical analysis of compost GATAB

Parametreler <i>Parameter</i>	Birim <i>Unit</i>	Değer <i>Value</i>
pH	-	5.7
Tuz EC(1:2,5) <i>Electrical Conductivity</i>	µmhos cm ⁻¹	10530
Organik Madde <i>Organic matter</i>	%	28.0
Kül <i>Ash</i>	%	72.0
Nem <i>Moisture</i>	%	78.0
Kuru Madde <i>Dry matter</i>	%	22.0
Karbon (C) <i>Carbon</i>	%	3.9
Karbon/Azot (C/N) <i>Carbon/nitrogen</i>	-	45.3
Toplam azot(N) <i>Total nitrogen</i>	%	11.6
Alınabilir fosfor(P) <i>Available phosphorus</i>	%	1.30
Değişebilir potasyum (K) <i>Exchangeable potassium</i>	%	1.0
Değişebilir kalsiyum (Ca) <i>Exchangeable calcium</i>	%	5.3
Değişebilir magnezyum (Mg) <i>Changeable magnesium</i>	%	0.85
Alınabilir çinko (Zn) <i>Available zinc</i>	mg kg ⁻¹	155
Alınabilir demir (Fe) <i>Available iron</i>	mg kg ⁻¹	146
Alınabilir mangan (Mn) <i>Available manganese</i>	mg kg ⁻¹	134
Toplam kurşun (Pb) <i>Total lead</i>	mg kg ⁻¹	1.5
Toplam kadmium (Cd) <i>Total cadmium</i>	mg kg ⁻¹	0.1
Toplam nikel (Ni) <i>Total nickel</i>	mg kg ⁻¹	2.0

Çizelge 2. Uygulama alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
 Table 2. Some Chemical and Physical Properties of Soil Used in the Research Area

Parametre <i>Parameter</i>	Birim <i>Unit</i>	Başlangıç Değerleri <i>The initial of the trial Value (0-30cm)</i>
pH (1:2,5)	-	7.9
Bünye <i>Texture</i>	-	Tın
CaCO ₃ <i>Lime</i>	%	25.7
Tuz EC (1:2,5) <i>Electrical conductivity</i>	µmhos cm ⁻¹	520
Organik madde <i>Organic Matter</i>	%	1.8
Alınabilir fosfor(P) <i>Available phosphorus</i>	mg kg ⁻¹	160
Değişebilir potasyum (K) <i>Exchangeable potassium</i>	mg kg ⁻¹	320
Değişebilir kalsiyum (Ca) <i>Exchangeable calcium</i>	mg kg ⁻¹	3625
Değişebilir magnezyum (Mg) <i>Exchangeable magnesium</i>	mg kg ⁻¹	470
Toplam kurşun (Pb) <i>Total lead</i>	mg kg ⁻¹	0.16
Toplam kadmiyum (Cd) <i>Total cadmium</i>	mg kg ⁻¹	0.06
Toplam nikel (Ni) <i>Total nickel</i>	mg kg ⁻¹	0.3

Çizelge 2'den görüldüğü üzere denemede kullanılan toprak tın bünyeli (% 48 kum, % 20 kil, % 32 silt), alkali reaksiyonlu (Kellog, 1952), hafif tuzlu (Soil Survey Staff 1951), aşırı kireçli (Evliya, 1964) ve organik maddece humuşça fakirdir (Thun et al., 1955). Bitki besin maddeleri bakımından incelendiğinde alınabilir fosforca (Olsen and Sommers 1982) ve değişebilir potasyumca yüksek (Pizer, 1967), kalsiyum ve magnezyumca yeterli sınıfına girmektedir (Loue, 1968). Ayrıca toprağın ağır metal içeriği Schachtschabel et al., (1995) tarafından bildirilen ağır metal sınır değerlerini (Pb: 100 mg kg⁻¹, Cd: 3.0 mg kg⁻¹, Ni: 50-75 mg kg⁻¹) aşmamaktadır

Metot

Araştırma 2004-2006 yılları arasında yürütülen ve sonlandırılan çalışmanın ikinci aşaması şeklinde planlanmıştır. Söz konusu çalışma ile daha önceden farklı dozlarda (0, 2, 4, 6, 8, 10 ton da⁻¹) uygulanan kentsel

katı atık kompostunun sonraki yıllara olan bakiye etkileri tespit edilerek, materyalin çevre ve insan sağlığı açısından gelecek de bir risk teşkil edip etmeyeceğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu süre içerisinde kentsel katı atık kompostunun sonraki yıllara olan etkisinin görülebilmesi için sera boş bırakılmıştır. 2008-2010 yılları arasında aynı seraya tek ürün (Eylül-Mayıs) domates yetiştirme döneminde tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulan denemede, kontrol parseli ve uygulama yapılan parseller aynı serada yer almış, aralarında yeterli mesafe bırakılmıştır.

1- Kontrol (kimyasal gübreleme)
 2-Bakiye etkiyi görmek amacıyla önceden kentsel katı atık kompostu uygulanan parsellere (2,4,6,8,10, ton da⁻¹) uygulama yapmaksızın sadece kimyasal gübre uygulamaları yapılmıştır.

Domates fideleri (Aston), 40x80x120cm çift sıra dikim sistemine göre her parselde 20 bitki olacak şekilde 24 parselde toplam 480

bitki dikilmiştir. Yetiştiricilik dönemi boyunca bitkilere sulama suyuyla birlikte toprak analizi sonucuna göre belirlenen miktarlarda kimyasal gübreler (20 kg N da⁻¹, 22.9 kg P₂O₅ da⁻¹, 36 kg K₂O da⁻¹) verilmiştir. Deneme süresince düzenli olarak kültürel bakım işlemleri gerçekleştirilmiş, hastalık ve zararlılara karşı önerilen ilaç uygulamaları yapılmıştır.

Denemenin başlangıcında ve sonunda, toprak örnekleri Jackson (1967) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak 0-30 cm toprak derinliğinden parselleri temsil edecek şekilde alınmıştır. Analizlere hazır hale getirilen toprak örneklerinde bünye hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1955); pH ve EC 1:2.5 toprak:su karışımında (Jackson, 1967); CaCO₃ Scheibler kalsimetresi ile (Çağlar, 1949); organik madde modifiye Walkey-Black yöntemiyle (Black, 1965); alınabilir fosfor NaHCO₃ ekstraksiyonu ile (Olsen and Sommers, 1982); değişebilir K, Ca ve Mg 1 N Amonyum asetat (pH=7) ekstraksiyonu ile (Kacar, 1995); Toplam ağır metal, 1/ 2.5 toprak/asit olacak şekilde kral suyu (3:1 oranında HCL:HNO₃) ile ekstrakte edilmiş olup Pb, Cd, Ni miktarları (Kick et al., 1980) Inductively Coupled Plasma (ICP-OES) yardımıyla belirlenmiştir.

Denemeye konu olan GATAB kompost örneğinde pH ve EC: 1:5 oranında sulandırma yöntemiyle (Jackson, 1967), kireç (% CaCO₃) kalsimetre yöntemiyle (Çağlar, 1949), organik madde 550 °C'de kuru yakma yöntemi ile (Kacar, 1994), toplam N kjeldahl yöntemiyle (Kacar, 1972), K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe yaş yakma ile (Kacar, 1972), alınabilir P vanado molibdoosforik sarı renk metoduyla (Kacar, 1972), toplam ağır metal içeriği ise (Pb, Cd, Ni) yaş yakma yöntemiyle (Kacar, 1972) belirlenmiştir.

Deneme süresince 8. salkıma kadar verim değerleri alınmıştır. Deneme esnasında 4. ve 6. Salkımda hasat edilen meyvelerde titre edilebilir asitlik (TEA), suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) (Cemeroğlu, 1992), meyve suyu EC ve pH'sı (Cemeroğlu, 1992) gibi meyve kalite kriterlerinin yanı sıra Pb, Cd ve Ni gibi ağır metal içerikleri de yaş yakma yapılan

örneklerde ICP-OES ile belirlenmiştir (Kacar, 1972). Elde edilen tüm analiz sonuçları Jump 5.0.1 istatistik programında değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kentsel katı atık kompostunun verim ve kalite üzerine bakiye etkisi

Deneme süresince her hasatta toplanan meyvelerin ağırlığı kaydedilerek, uygulamaların verim üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Her iki yıl için de alınan verim değerleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde, daha önce uygulama yapılan parsellerin verim değerlerinin kontrol parsellerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. GATAB kompostu uygulamalarının domates verimi üzerine bakiye etkisi

Table 3. Remain effect of urban solid waste compost on tomato yield

Uygulamalar <i>Treatments</i>	2008-2009 (kg bitki ⁻¹) <i>kg plant⁻¹</i>	2009-2010 (kg bitki ⁻¹) <i>kg plant⁻¹</i>
Kontrol (control)	4,97 b	4,40 c
Gatab 2 ton da ⁻¹	5,03 b	4,47 c
Gatab 4 ton da ⁻¹	5,47 a	4,72 b
Gatab 6 ton da ⁻¹	5,50 a	4,65 b
Gatab 8 ton da ⁻¹	5,50 a	4,95 a
Gatab 10 ton da ⁻¹	5,59 a	5,07 a
Önemlilik Düzeyi (level of significance)	**	**

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar p<0.01 düzeyinde önemlidir.

**The values shown with different letters are statistically (p ≤ 0.01). significant

Her iki yılda da kentsel katı atık kompost uygulamalarının bakiye etkisi ile verim kontrole göre artmıştır. Bu durum kentsel katı kompostu uygulamalarının etkisinin sonraki yıllarda da sürdüğünü göstermektedir.

Aydın ve ark. (2001), kompost (2, 4, 6, 8 ton da⁻¹), çiftlik gübresi (8 ton da⁻¹) ve kontrol uygulamalarının domates verimi üzerine etkilerini araştırdıkları

çalışmalarında ortalama verimin kimyasal gübreleme ile % 61, çöp kompostu ile % 39-107, çiftlik gübresi ile % 54 arttığını belirlemiştir.

Kimyasal gübre ve kompostun farklı kombinasyonlarının biber verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada, en düşük kimyasal gübre dozu+kompost uygulamasıyla en yüksek verimin elde edildiği saptanmıştır. Ayrıca materyalin sonraki yıllara olan etkisinin hıyar verimini arttırdığı bildirilmiştir (Nancy et al., 1997).

Domatesin meyve kalitesi hem insan beslenmesi hem de ürünün pazarlanabilirliği açısından oldukça önemlidir. Ürünün kalite kriterleri, bitkinin beslenme durumuna bağlı olarak değişmektedir. Yapılan söz konusu çalışma ile kompost uygulamalarının bakiye etkisinin meyve kalitesinde meydana getirdiği değişimin belirlenmesi için alınan

meyve örneklerinde suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik miktarı, pH ve EC analizleri yapılmıştır. Her iki yıl analiz sonuçlarına göre, uygulamaların bakiye etkisinin domatesin suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik içeriği ve meyve suyu EC'si üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) olduğu, meyve suyu pH'sı üzerine etkilerinin ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. 2. yıl meyve kalite kriterlerinde ilk yıla ait analiz sonuçları ile uyum göstererek, uygulamaların bakiye etkisinin domatesin suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asitliği ve meyve suyu EC'si üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$), meyve suyu pH üzerine etkileri ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. GATAB kompostu uygulamalarının domates meyve kalitesi özellikleri üzerine bakiye etkisi.

Table 4. Remain effect of urban solid waste compost on tomato fruit quality.

Uygulamalar Treatment	2008-2009				2009-2010			
	Suda çözünebilir kuru madde (Brix)	Titre edilebilir asitlik (Titratable acidity) g/100g	pH	EC	Suda çözünebilir kuru madde (Brix)	Titre edilebilir asitlik (Titratable acidity) g/100g	pH	EC
Kontrol (Control)	2,83 b	0,37 c	4,68	5,19 ab	3,17 b	0,04 b	4,50	4,51 d
Gatab 2ton da	2,96 b	0,40 b	4,67	4,89 b	3,22 b	0,04 b	4,50	5,33 b
Gatab 4ton/da	3,16 b	0,40 b	4,65	5,41 ab	3,22 b	0,04 b	4,50	5,39 a
Gatab 6ton/da	3,26 a	0,50 a	4,69	5,72 a	3,42 a	0,05 a	4,40	4,97 c
Gatab 8ton/da	3,26 a	0,50 a	4,68	5,86 a	3,45 a	0,05 a	4,40	4,83 e
Gatab 10ton/da	3,26 a	0,51 a	4,64	5,55 ab	3,50 a	0,05 a	4,50	4,84 e
Önemlilik düzeyi (Level of significance)	**	**	öd	**	**	**	öd	**

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılık $p<0.01$ düzeyinde önemlidir.

**The values shown with different letters are statistically significant ($p \leq 0.01$).

Öd: önemli değil

Öd: non significant

Benzer bir çalışma ile Demirtaş ve ark. (2005), farklı mantar kompostu dozlarının domatesin verim ve kalitesine etkilerini inceledikleri çalışmada uygulamalara göre titre edilebilir asitlik miktarının % 0.23'den %0.35'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Özgüven (1998), çilek yetiştiriciliğinde çay atıklarının kullanımıyla çiftlik gübresine göre, daha yüksek verim, meyve ağırlığı ve

suda çözünebilir kuru madde elde edildiğini belirtmiştir. Örtüaltı hıyar yetiştiriciliğinde organik gübrenin meyve kalitesi üzerine yapmış olduğu etkiyi görmek amacıyla yapılan diğer bir çalışma ile kimyasal gübreye ilaveten organik gübre uygulaması ile verim, titre edilebilir asitlik, meyve suyu ve EC'si artmıştır (Öktüren Asri ve ark. 2011). Ongun (2001), kompost ve ahır

gübreli uygulamalarının domates meyve suyunun titre edilebilir asitliğini ve şekerin bir ölçütü olan toplam ve suda çözünebilir kuru madde miktarını (SÇKM) olumlu etkilediğini bildirmiştir.

Okur ve ark. (1999), domates yetiştiriciliğinde kompost kullanımı ile kompostun serada yetiştirilen domateslerin kalite özelliklerinden suda çözünebilir kuru madde miktarını, titre edilebilir asitliğini ve toplam kuru madde miktarını artırdığı, C vitamini değerlerini ise azalttığını bildirmiştir.

Kentsel katı atık kompostunun toprak ağır metal içeriği üzerine bakiye etkisi

Besin zinciri yolu ile insanlar tarafından alınan ağır metallerin zihinsel, nörolojik fonksiyonları, hormonal faaliyetleri, kan dolaşım sistemini, mide-bağırsak ve bağışıklık sistemini olumsuz yönde etkilediği yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir. Ayrıca, ağır metaller alerjik reaksiyonlara, genlerin değişimine, zararlı bakterilerin yanı sıra faydalı bakterilerin ölümüne ve doku hasarına neden olduğu, kanın asitlik oranını artırarak, osteoporoz'u artırdığı da bilinmektedir.

Son yıllarda kanser gibi ölümcül hastalıkların sayısındaki artış ile ağır metallerin insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri arasındaki ilişkinin varlığı da bu tür araştırmaların önemini daha da artırmaktadır (Demirtaş ve ark, 2008). Daha önce yapılan uygulamaların (2004-2006 yılları arasında) topraktaki ağır metal kirliliği üzerine bakiye etkilerini belirlemek amacıyla alınan toprak örneklerinde ağır metal analizleri yapılmıştır. 2009 ve 2010 yılına ait toprak ağır metal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 5). Söz konusu iki yıllık çalışmanın analiz sonuçları değerlendirildiğinde kontrol parselinin başlangıç toprak kurşun içeriği (Çizelge 2 ve 5) 0.16 mg kg⁻¹ dan 2008-2009 üretim sezonunda 0.39 mg kg⁻¹ a 2009-2010 üretim sezonunda ise 0.40 mg kg⁻¹ a yükselerek, 2.5 kat arttığı görülmüştür (Çizelge 5).

Kontrol parselinin başlangıç toprak kadmiyum içeriği ise 0.06 mg kg⁻¹ dan 2008-2009 üretim sezonunda 0.36 mg kg⁻¹ a 2009-2010 üretim sezonunda ise 0.48 mg kg⁻¹

' a yükselerek 8 kat artmıştır (Çizelge 5). Yine aynı şekilde kontrol parselinin başlangıç toprak nikel içeriği 0.3 mg kg⁻¹ dan 2008-2009 üretim sezonunda 1.40 mg kg⁻¹ a, 2009-2010 üretim sezonunda ise 1.62 mg kg⁻¹ a yükselerek 5.4 kat artmıştır (Çizelge 5).

Kontrol parsellerine kentsel katı atık kompostu uygulanmamasına rağmen gerçekleşen bu ağır metal artışlarının kullanılan kimyasal gübrelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumda kontrol parselinin Pb içeriklerindeki artışın kaynağının fosforlu gübre olabileceği düşünülmektedir. Öyle ki fosforlu gübrelerin 7-225 mg kg⁻¹ arasında değişen Pb içerdiği bilinmektedir (Kabata-Pendidas and Pendias,1992). Benzer bir çalışma ile Özkan (2008), Antalya bölgesi sera alanlarından alınan yaprak, toprak ve meyve örneklerinde ağır metal analizlerini yaparak sonuçlarını değerlendirmiştir. Sonuç olarak, topraklarda Ni, yaprakta Cd, meyvede ise Pb açısından ağır metal riskinin olduğu bunun sebebinin ise serada yoğun olarak kullanılan gübre ve pestisitlerin olabileceğini belirtmiştir.

Daha önceden farklı dozlarda kentsel katı atık kompostunun uygulandığı parsellerdeki toprakların 2008-2009 üretim sezonunda kurşun içerikleri istatistiksel olarak % 1, kadmiyum içerikleri % 5, nikel içerikleri ise % 0,1 düzeyinde önemli bulunurken, 2009-2010 üretim sezonunda kurşun içerikleri istatistiksel olarak % 0,1, kadmiyum içerikleri % 1, nikel içerikleri ise % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Söz konusu uygulamaların yapılmış olduğu parsellerin en yüksek kurşun, kadmiyum ve nikel içerikleri hiçbir uygulamanın yapılmadığı başlangıç toprağı ile kıyaslandığında (Çizelge 2) toprak Pb içeriği 4.8 kat, Cd içeriği 11.8 kat, Ni içeriği ise 6.3 kat arttığı tespit edilmiştir. Söz konusu bu parsellerdeki ağır metal artışları yıllar itibarı ile kontrol parsellerindeki artış ile kıyaslandığında daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebinin kimyasal gübreye ek olarak verilen kentsel katı atık kompostunun ayrışmaya devam ederek, toprak ağır metal içeriğini artırdığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, deneme alanındaki tüm parsellerin (kontrol dahil) toprak ağır metal içeriklerinin artmasında kentsel katı atık kompostuna ilaveten kimyasal gübre kullanımının da etkili olduğu görülmüştür. Söz konusu parsellerin toprak ağır metal içeriklerindeki artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmuş olmasına rağmen, Schachtschabel, (1990)'a göre belirlenen sınır değerleri (Toprak Kurşun (Pb)100 mg kg⁻¹, Kadmiyum(Cd) 3.0 mg kg⁻¹, Nikel(Ni)

50-75 mg kg⁻¹) aşmadığından toprak kirliliği açısından risk teşkil etmediği belirlenmiştir.

Benzer bir çalışma ile Pinomonti et al., (1997) de yaptıkları çalışmada kentsel katı atık kompostunu bitkisel üretimde kullanmışlardır. Altı yıllık bir deneme sonucunda toprakta Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, ve Cr'un konsantrasyonlarının arttığı, meyve ve sebze de ise Pb, Cd'un arttığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 5. GATAB kompostu uygulamalarının toprak ağır metal içeriği üzerine bakiye etkisi.

Table 5. *Remain effect of urban solid waste compost on soil heavy metal content.*

Yıllar (years)	2008-2009			2009-2010		
Ağır metal (Sınır değeri) Heavy metal (limit value)	Kurşun Lead (Pb) 300 mg kg ⁻¹	Kadmiyum Cadmium (Cd) 3 mg kg ⁻¹	Nikel Nickel (Ni) 75 mg kg ⁻¹	Kurşun Lead (Pb) 300mg kg ⁻¹	Kadmiyum Cadmium (Cd) 3 mg kg ⁻¹	Nikel Nickel (Ni) 75 mg kg ⁻¹
Uygulamalar (Treatment)						
Kontrol (control)	0.39 d	0.36 b	1.40 b	0,40 d	0,48 c	1,62 b
Gatab 2 ton da ⁻¹	0.42 cd	0.36 b	1.44 b	0,51 c	0,60 b	1,68 b
Gatab 4 ton da ⁻¹	0.45 bcd	0.36 b	1.44 b	0,56 bc	0,61 b	1,70 b
Gatab 6 ton da ⁻¹	0.50 abc	0.40 b	1.47 b	0,62 b	0,60 b	1,71 b
Gatab 8 ton da ⁻¹	0.54 ab	0.43 ab	1.70 a	0,72 a	0,70 a	1,83 a
Gatab 10 ton da ⁻¹	0.55 a	0.50 a	1.73 a	0,78 a	0,71 a	1,88 a
Önemlilik düzeyi (level of significance)	**	*	***	***	**	**
Başlangıç toprağı	0.16	0.06	0.3			

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılıklar p≤0.05 düzeyinde önemlidir.

*The values shown with different letters are statistically significant (p ≤ 0.05).

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılıklar p≤ 0.01 düzeyinde önemlidir

**The values shown with different letters are statistically significant (p ≤ 0.01).

***Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılıklar p≤ 0.001 düzeyinde önemlidir

***The values shown with different letters are statistically significant (p ≤ 0.001).

Topçuoğlu ve ark. (2002), domates yetiştiriciliğinde iki farklı bölgenin arıtma tesislerinden alınan ve toprağa uygulanan arıtma çamurunun bitki gelişimi ile yapraktaki ve meyvedeki bitki besin maddeleri ve ağır metal içerikleri ile sonraki yetiştirme dönemlerinde birikim etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak arıtma çamuru uygulamalarının, toprağın verimlilik durumunu olumlu yönde etkilediği, fakat toprakta ağır metal birikimi açısından riskli olduğunu belirtmişlerdir. Turunçgil yetiştiriciliği yapılan toprağa yedi yıl süre ile Kentsel katı atık kompostu, arıtma çamuru ve koyun gübresi uygulanmış ve toprakta

başta Ni olmak üzere ağır metal birikimi tespit edilmiştir (Canet et al., 1997).

Kentsel Katı Atık Kompostunun Meyve Ağır Metal İçeriği Üzerine Bakiye Etkisi

Her bir parselden alınan meyve örneklerinde ağır metal analizleri yapılmıştır. 2009 ve 2010 yılına ait meyve ağır metal analiz sonuçları Çizelge 6'da toplu olarak verilmiştir.

Örneklerin 2008-2009 üretim sezonu sonunda yapılan analiz sonuçlarına göre meyve Pb içerikleri 1.06-1.43 mg kg⁻¹ arasında değişim göstererek, istatistiksel

olarak % 1 düzeyinde 2009-2010 üretim sezonu sonunda yapılan analiz sonuçlarına göre ise 2.01-3.99 mg kg⁻¹ arasında değişerek, yine % 0,1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Söz konusu meyve kurşun içerikleri her iki yıl içinde önemli bulunsada Davis and Smith (1980), tarafından kurşun (Pb 0.1-6 mg kg⁻¹) için belirlenen sınır değerleri aşmamıştır. Kontrol parselinde ise 2008-2009 üretim sezonunda 1.06 mg kg⁻¹ olan kurşun içeriği 2009-2010 üretim sezonunda 2.01 mg kg⁻¹ a yükselmiş fakat izin verilebilir sınır değerleri aşmamıştır.

Kentsel katı atık materyallerinin domates ve kabakta gelişim, verim ve mineral

element konsantrasyonuna etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada, uygulama dozlarının kontrole göre verimi artırdığı, meyve ağır metal içeriklerinin ise kabul edilebilir sınırlarda olduğu belirlenmiştir (Ozores et al., 1994).

Foroughi et al.(1980), hıyar ve domates yetiştiriciliğinde kentsel atık kompostu ve arıtma çamuru uygulamalarının toprakta Pb miktarını artırdığını, meyvedeki artışın ise bitki kök ve yaprağına göre daha düşük olduğunu belirlemiştir. Saatçi ve ark., (1988), kentsel katı atık kompostunun Pb içeriklerinin mevsime göre değiştiğini ve 63.5-340 mg kg⁻¹ arasında tespit edildiğini

Çizelge 6. GATAB kompostu uygulamalarının domates meyve ağır metal içeriği üzerine bakiye etkisi

Table 6. Remain effect of urban solid waste compost on tomato fruit heavy metal content.

Sınır değeri (Limit value)	2008-2009			2009-2010		
	Kurşun Lead (Pb) 0,1-6,0 mg kg ⁻¹	Kadmiyum Cadmium (Cd) 0,05-0,4 mg kg ⁻¹	Nikel Nickel (Ni) 0,1-3,0 mg kg ⁻¹	Kurşun Lead (Pb) 0,1-6,0 mg kg ⁻¹	Kadmiyum Cadmium Cd 0,05-0,4 mg kg ⁻¹	Nikel (Nickel) Ni 0,1-3,0 mg kg ⁻¹
Uygulamalar (Treatment)						
Kontrol (control)	1.06 c	1.10	3.00 b	2.01 d	1.43 c	3.15
Gatab 2 ton da ⁻¹	1.07 c	1.08	3.11 b	2.81 c	1.61 b	3.21
Gatab 4 ton da ⁻¹	1.25 b	1.10	3.01 b	3.12 b	1.61 b	3.33
Gatab 6 ton da ⁻¹	1.30ab	1.10	3.2a ab	3.41 b	1.75 a	3.52
Gatab 8 ton da ⁻¹	1.39 ab	1.12	3.59 a	3.84 a	1.69 ab	3.51
Gatab 10 ton da ⁻¹	1.43 a	1.14	3.62 a	3.99 a	1.71 ab	3.69
Önemlilik düzeyi (level of significance)	**	öd	**	***	**	*

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılıklar p≤ 0.05 düzeyinde önemlidir.

*The values shown with different letters are statistically significant (p ≤ 0.05).

**Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılıklar p≤ 0.01 düzeyinde önemlidir

**The values shown with different letters are statistically significant (p ≤ 0.01).

***Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklılıklar p≤ 0.001 düzeyinde önemlidir

***The values shown with different letters are statistically significant (p ≤ 0.001).

Öd: önemli değil

Öd: non significant

bildirmiştir. Atık sular ile sulanmış alanlarda yetişen domates meyvesinde 0.03 mg kg⁻¹ arası Pb saptanmıştır (Trüby and Raba, 1990).

Söz konusu aynı parsellerin meyve örneklerinin 2008-2009 üretim sezonu sonunda yapılan analiz sonuçlarına göre Cd içerikleri 1.08-1.14 mg kg⁻¹ arasında değişim gösterirken, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. 2009-2010 üretim sezonu

sonunda ise meyve Cd içerikleri 1.43-1.75 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiş ve % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca her iki üretim sezonunda da yetiştirilen meyvelerin kadmiyum içerikleri kadmiyum için belirlenen sınır değerleri (Cd 0.05-0.4 mg kg⁻¹) aşarak, insan sağlığı açısından risk teşkil etmiştir (çizelge6). Denemede kontrol parselinde 2008-2009 üretim sezonunda yetişen meyvelerin kadmiyum içeriği ise

1.10 mg kg⁻¹ olarak belirlenirken, 2009-2010 üretim sezonunda bu değer 1.43 mg kg⁻¹ 'a yükselerek kadmiyum (Cd 0.05-0.4 mg kg⁻¹), için belirlenen sınır değerleri aşmıştır (Çizelge 6).

Aynı parsellerin meyve nikel içerikleri ise, 2008-2009 üretim sezonunda 3.0-3.62 mg kg⁻¹ arasında değişerek, istatistiksel olarak % 1 düzeyinde 2009-2010 üretim sezonunda ise 3.15-3.69 mg kg⁻¹ arasında değişerek, % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca meyve nikel içeriklerinin izin verilebilir sınır değerleri de (Ni: 0.1-0.3 mg kg⁻¹) aşmış olduğu yapılan çalışma ile belirlenmiştir. Kontrol parselinde yetişen meyvelerin nikel içerikleri ise 2008-2009 üretim sezonunda 3.0 mg kg⁻¹'a, 2009-2010 üretim sezonunda 3.15 mg kg⁻¹'a yükselerek, meyvede nikel (Ni 0.1-3.0 mg kg⁻¹), için belirlenen sınır değerleri aşmıştır. Bu çalışmada kontrol parselinin meyve ağır metal içeriklerinin de sınır değerleri aşmış olması kontrol parselinin toprak ağır metal içeriklerinde olduğu gibi kirlilik kaynağının yine tek sebebinin kentsel katı atık kompostunun olmadığı, kimyasal gübre ve ilaç kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Çünkü sanayi atıklarından oluşan mikro element gübrelerinin ve pestisitlerin de yüksek oranda Ni içerebildikleri bilinmektedir (Mortvedt, 2005).

Konu ile ilgili bir çalışmada Demirtaş ve ark. (2008), tarımsal üretimde kullanılmakta olan 50 adet fosforlu gübrenin ağır metal konsantrasyonlarını belirledikleri bir çalışmalarında gübrelerden 5'inde Cd'un sınır değerinin üstünde (8 mg kg⁻¹) olduğunu belirlemişlerdir. Yine ülkemizdeki gübre fabrikalarının üretilen gübrelerin ağır metal içeriklerinin araştırılması üzerine yapılan benzer bir çalışmada ise farklı gübre fabrikalarından alınan örneklerde yapılan ağır metal analiz sonuçlarına göre, gübrelerin Cd içerikleri sınır değerlerini aştığı belirlenmiştir (Savru, 2003).

Başka bir benzer çalışmada Elmacı (1995), Güney Marmara sanayilik domates yetiştirilen alanlardan alınan tüm meyve örneklerinin yüksek düzeyde Ni içerdiğini bildirmiştir.

Sonuç

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar, kentsel katı atıkların gübre olarak kullanılabilir nitelikte olduklarını göstermiştir. Ancak, bu tür materyaller stabil değildir, kompostların bileşimi, kullanılan materyal ve katkı maddesine göre değişebileceğinden kullanılacağı toprak ve bitkinin özelliklerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayrıca her kentsel katı atık kompostunun özellikle ağır metal açısından kullanılabilirlikleri yapılacak analizlerle belirlenmelidir.

Gatab kompostunun da tarımsal üretimde değerlendirilmesi yüksek organik madde kapsamı zengin mineral bileşimi nedeniyle toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilemiş, artan dozları oranında verimi artırmıştır. Fakat bu tür materyaller yüksek tuz içerikleri nedeniyle kontrollü ve uygun dozlarda kullanılmalıdır. Ayrıca organik maddece zengin bu materyalin, tarıma kazandırılması hem bitkisel üretim hem de çevre kirliliği açısından son derece önemli bulunmuştur.

Kentsel katı atık kompostu uygulanan topraklarda organik maddenin ayrışması 10-20 yıl kadar sürdüğü yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir. Organik maddenin ayrışması ile beraber toprakta zamanla ağır metal konsantrasyonunda artabilmektedir. Kentsel katı atık kompostu kullanımına ara verilse dahi ayrışma devam edecektir. Söz konusu bu çalışma ile kompost uygulamalarından sonraki yıllarda toprakta ve meyvedeki ağır metal değişimini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında kentsel katı atık kompostu uygulamamıza rağmen herhangi bir ağır metal kirliliği söz konusu değilken, çalışmanın ikinci aşaması olan uygulama yapmadığımız yıllarda meyvenin kadmiyum ve nikel içerikleri sınır değerleri aşmıştır. Bu artışın nedeni kentsel katı atık kompostunun yıllar içinde parçalanmaya devam etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fakat söz konusu kompostu uygulamadığımız kontrol parsellerinde yetişen meyvelerde de kadmiyum ve nikel artışı tespit edilince bu artış da kentsel katı atık kompostunun yanı sıra kullanılan kimyasal gübrelerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik kimyasal gübre üretimi ve kullanımında ağır metal içeriği ile ilgili yasal sınırlamalar çoğu ülkede getirilmesine rağmen ülkemizde henüz böyle bir sınırlama mevcut değildir. Öncelikle üretim aşamasında yasal sınırlamalar getirilerek, ithal edilen ham maddeler ve üretilen kimyasal gübreler için ağır metal sınır değerleri belirlenmelidir.

Kaynaklar

- Anonim 2001. Türkiye Cumhuriyeti resmi Gazete, Toprak kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Başbakanlık mevzuatı geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 10,12,2001,sayı 24609 Ankara
- Aydın, M., O. Şener, T. Sermenli, A. Özkan, S. Aslan, N. Ağca, K. Doğan, M. Tiryakioğlu, K. Mavi ve Ş. Kılıç 2000. "Use of Composted Municipal Solid Wastes to Improve Soil Properties and to Increase Crop Yield", Proceeding of International Symposium on desertification, , Konya-Turkey, 13-17 June 329-332
- Black, C. A., 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.AA. 1372-1376.
- Bouyoucos, G.J.,1951.A.Recalibration of the Hidrometer Metot for Making Mechanical Analysis of Soil. Agronomy Jour. 43:434-438.
- Cheuk, W., Lo, K.V., Branion, R.M.R., Fraser, B. 2003. Benefits of Sustainable Waste Management in the Vegetable Greenhouse Industry. Journal of Environmental Science and Health. Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 38 (6) : 855-863.
- 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
- Çağlar, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. A.Ü.Z.F.Yayınları. No:10
- Demirtaş, E.I., Arı, N., Arpacioğlu, A.E., Özkan, C.F. ve Kaya, H., 2005. Mantar Kompostu Kullanımının Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Bitkinin Potasyum ile Beslenmesi ve Verim Üzerine Etkisi.Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı, Eskişehir. 131-138.
- Demirtaş, E.I., Arı, N., Arpacioğlu, A.,E., Çetinkaya, Ş., Topçuoğlu B. 2007.Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Organik Kökenli Kentsel Katı Atık Kompost Kullanımının Toprak Verimliliği, Bitkinin Beslenme durumu Verim ve Kaliteye Etkisi. TAGEM proje Sonuç Raporu.
- Demirtaş, E.I., Arı, N., Arpacioğlu, A.,E., Özkan,C.F., Asri Öktüren, F. Aslan H 2008. Antalya Bölgesinde Tarımsal Üretimde Kullanılan Fosforlu Gübrelerin Ağır Metal (Cd, Pb, Cr, Co, Ni) İçeriklerinin Belirlenmesi 4. Ulusal Bitki Besleme Ve Gübre Kongresi 8-10 Ekim KONYA
- Elmacı, Ö.L.1995. Güney Marmara Bölgesi Sanayi Domates Alanlarındaki Toprak, Sulama Suyu ve Domates (Lycopersium esculentum) meyvelerinde Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi doktora Tezi Fen Bil. Ens. Bornova/İzmir
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları. Biltav Yayınları, Ankara.
- Davis, R.D., Carlton-Smith, C.H., 1980. Crops as indicators of the significance of contamination of soils by heavy metals. Water Research Centre, Technical Report TR140, WRd Medmenham, Marlow.
- Erkoç, İ., 2009. Sera Domates Yetiştiriciliğinde Kükürt ve Leonardit Uygulamalarının Fosfor Yararlılığına Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim dalı Yüksek Lisans Tezi.Evliya, H (1964) Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayınları, Sayı:10.
- Foroghi, M.F.Venter und K. Teicher, 1980. Wirkung von steigenden Mül – Klörschlam-Compost-Gaben auf den Schwermetallgehalt von tomaten, Gurken und Bohnen imGefaBversuch.

- LandWirsch. Forsch. 37, Sonderheft, 254-266.
- Jackson, M.L., 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall of India Private Limt. New Delhi
- Kellogg, C.E (1952) Our Garden Soils. The Macmillan Company, New York.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki analizleri. Ank. Üniv. Basımevi, Ankara 646
- Kacar, B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III Ank. Üniv. Ziraat fak. Yayınları No:3. Ankara
- Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri, Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3.
- Kabata- Pendias, Pendias H. 1992. Trace Elements in Soil and Plants. 2nd Edition CRC Pres, Boca Raton, Ann Arbor London.
- 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.
- Kick, H., Bürger, H. und Sommer, K., 1980. Gesamtgehalte an Pb, Zn, Sn, As, Cd, Hg, Cu, Ni, Cr und Co in landwirtschaftlich und gartnerisch genutzten. Boden Nordrhein-Westfalens Landwirtsch. *Forschung*, 33(1):12-22.
- Loue, A., 1968. Diagnostic Petiolare de Proseption. Etudes Sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigbe Societe Commerciale des Potasses d'Alsace Services Agroomiques. 31-41.
- Mortvedt, J.J. 2005. Heavy metal in fertilisers: their effect on soil and plant health. IFS. Proceeding 575.
- Nancy E. Roe, Peter J. Stoffella, Donald Graetz 1997. Composts from Various Municipal Solid Waste Feedstocks Affect Vegetable Crops. II. Growth, Yields, and Fruit Quality <http://journal.ashspublications.org/content/122/3/433.short>
- Okur, B., Tüzel, Y., Toksöz, S. and Anaç, D., 1999. Effects Of Compost Material On Yield And Quality Of Glasshouse Tomatoes Grown In Different Textured Soils. Improved Crop Quality by Nutrient Mangement. Kluwer Academic Publishers. Netherland. s:219-222.
- Olsen, S. R., Sommers, E.L (1982) Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate, Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Ongun, A.R., 2001. Serada Organik Domates Yetiştiriciliğinde Kompost Kullanımının Toprağın Fiziksel Ve Bazı Kimyasal Özellikleri ile Verim Ve Kalite Üzerine Olan Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Ü. Fen Bilimleri Ens. Toprak Anabilim Dalı. Bornova, İzmir.
- Ozores-Hampton M., Schaffer, B. Bryan, H.H. Hanlon, E.A. 1994. Nutrient Concentrations, Growth, and Yield of Tomato and Squash in Municipal Solid-waste-amended Soil <http://hortsci.ashspublications.org/content/29/7/785.short> Hort Science 29(7):785-788.
- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E.I., Özkan, C.F. ve ARI, N., 2011. Organik Ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Hıyar Bitkisinin Verim, Kalite Ve Mineral İçeriklerine Etkileri Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2011) 24(2): 139-143
- Özgüven, A., 1998. Çay Atıklarının Çilek Yetiştiriciliğinde Kullanımı, Bahçe(1-2), 47-53, Yalova
- Özkan, C.F., 2008. Antalya Ve Çevresi Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde Toprak Verimliliği, Bitki Besleme, Bazı Kalite Ve Stres Parametreleri Arasındaki İlişkiler. Ege Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Toprak Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi. Bornova.
- Pinamonti F., G. Stringari, F. Gasperi, G. Zarzi 1997. The use of compost: It's effects on heavy metal levels in soil and plants. Resources, Conservation and Recycling 21 (1997) 129-143s.

- Pizer, N.H (1967) Some Advisory Aspect. Soil Survey Staff (1951) Soil Survey Soil Potassium and Magnesium. Tech. Manual. Agricultural Research Bull. No.14:184. Administration, U.S. Dept. Agriculture, Handbook No:18.
- Saatçi, F.,Hakererler, H. Tuncay, H., Okur, İ.B. 1988. İzmir İli ve Civarındaki Bazı Önemli Endüstri Kuruluşlarının Tarım Arazileri ve Sulama Sularında Oluşturdukları Çevre Kirliliği Sorunu Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Rektörlüğü Araştırma Fonu Proje No: 127.
- Savru, H.,2003. Türkiye’de Gübre Fabrikalarınca Üretilen Gübrelerin Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İzmir
- Schachtschabel, P., Blume H. P., Brümmer G., Hartge, K.H. and Schwertmann, U., 1995. Toprak Bilimi (Çevirenler; H. Özbek, Z. Kaya, M. Gök, H. Kaptan) Ç.Ü.Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: 16. Adana. 816
- Togun, A.O., Akanbi, W.B and Adediran, J.A., 2004. Growth, Nutrient Uptake and Yield of Tomato in Response to Different Plant Residue Composts. Food, Agriculture&Environment, Vol.2(1):310-316.
- Topçuoğlu B. 2002. Kentsel Katı Atık Kompostu ve Arıtma Çamurunda Ağır metallerin Bitkiler ve Çevre Üzerine Potansiyel etkileri ve Kirlenici Limitleri Derim Dergisi 38-48
- Thun, R., Hermann, R and Knickman, E (1955) Die Untersuchung Von Boden. Neuman Verlag, Radelbeul und Berlin, 48-48.
- Trüby, P. Und Raba, A. 1990. Schwermetallaufnahme von Gartenpflanzen der Freiburger Rieselfelder. Agribol. Res . 43, 2,139-146.