

Domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompost kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkileri

Elif Işıl DEMİRTAŞ^{1*} Nuri ARI¹ Cevdet Fehmi ÖZKAN¹ Filiz ÖKTÜREN ASRI¹

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Alınış Tarihi: 10 Şubat 2016 Kabul Tarihi: 15 Nisan 2016

Öz

Bu araştırma, hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak artmakta olan organik maddece zengin kentsel katı atıkların çevreye zarar vermeden değerlendirilip, tarıma kazandırılması amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, farklı dozlarda (0-2-4-6-8-10 t da⁻¹) uygulanan Kentsel Katı Atık Kompostunun domates bitkisinin verim kalite ve ağır metal içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme cam sera koşullarında tek ürün domates yetiştirme döneminde tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak iki yıl süre ile yürütülmüştür. Uygulamaların etkilerini görmek amacıyla meyve ve toprak örnekleri alınarak, analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre; kentsel katı atık kompost uygulamaları, uygulama düzeyine bağlı olarak verimi ve kalite kriterlerinden meyve suyu EC'sini, titre edilebilir asitliğini likopeni ve suda çözünebilir kuru madde miktarını kontrole göre arttırmıştır. Ayrıca meyve ve toprak ağır metal içerikleri izin verilebilir sınır değerleri aşmamıştır.

Anahtar kelimeler: Domates, Kentsel katı atık kompostu, Verim, Kalite, Ağır metal

The effects of urban solid waste on yield quality and heavy metal pollution under greenhouse tomato cultivation

Abstract

The amount of municipal solid waste is increasing due to increasing world population. This study was carried out to evaluate the possibilities of using urban solid waste in agriculture without harming the environment. The effects of solid waste compost and their dosages on yield, quality and heavy metal contents of tomato plant were investigated. The experiment under greenhouse conditions was conducted in randomized complete block design with six treatments (0-2-4-6-8-10 t da⁻¹) and four replications for two years. In order to determine effects of applications fruit and soil samples were taken and analyzed. The results of analysis showed that urban solid waste depending on dosages increased the yield, the pH and EC of fruit

* Sorumlu yazar (Corresponding author): eemrahoglu@mynet.com

juice, amount of water soluble solids, titratable acidity and lycopene amount compared to control. Fruit and soil heavy metal content were within the acceptable range limits.

Keywords: Tomato, Solid waste, Yield, Quality, Heavy metal

1.Giriş

Nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme, kentleşme, hızla artan ve farklılaşan tüketim ile ortaya çıkan katı atıklar, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileriyle günümüzün önemli çevre sorunlarından biri olmaktadır. Atıkların uzaklaştırılmasında binlerce yıldır uygulanan başlıca yöntemler kısaca; düzensiz depolama, düzenli-sıhhi depolama, kompostlama, geri kazanım ve yakmadır (Palabıyık, 2009). Fakat söz konusu bu yöntemler içinde en ekonomik ve akılcı olanı kompostlaştırma işlemidir.

Kompostlaştırma işlemi, organik artıkların oksijenin elverişli olduğu kontrollü şartlar altında mikroorganizma ve diğer toprak canlıları tarafından biyolojik olarak parçalanması şeklinde tanımlanan, katı şehir atığı, lağım organik atığının ekolojik ve ekonomik açıdan en iyi muamele metodudur (Güler, 2001). İyi ayrılmış olgun bir kompost sürekli olarak organik madde, karbon, azot, fosfor, potasyum ve çok sayıda iz element kaynağıdır. Erozyonu önler, toprağın fiziksel yapısını düzeltir. Kompostun toprağın fiziksel özellikleri üzerindeki en büyük etkisi toplam gözenek (porozite) ve agregat stabilitesini artırmasıdır. Bitkinin gelişmesini teşvik eder, mineral gübreden daha iyi yararlanmayı sağlar, kullanımı ve uygulaması oldukça kolay ve ekonomiktir. Ayrıca ham maddesinin doğal nitelik taşıması nedeni ile tarımsal alanlarda üretilen ürünlerde yapay tat sorunu da ortadan kalkmaktadır (Erdin, 2011).

Arı vd. (2002), Antalya bölgesinde domates yetiştiriciliği yapılan seraların toprak verimlilik durumlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, sera topraklarının yaklaşık %85'inin organik maddece fakir olduğunu belirlemişlerdir. Toprakların organik madde içeriğini arttırmada en yaygın kullanılan metot çiftlik gübresi uygulamasıdır. Çiftlik gübresi pahalı bir materyal olmasının yanı sıra yeterli olgunlukta, gerekli miktar ve zamanda bulunması da zor olmaktadır. Bu nedenle hem toprakların organik madde içeriğinin arttırılabilmesi hem de atıkların çevre kirliliğine yol açmasının önlenmesi için atıkların kompostlanarak tarımsal üretimde kullanılması gerekmektedir (Güvenç ve Yıldırım, 1999). Ancak kompostlanan

materyallerin uygulama miktarlarının etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu çalışma ile örtü altı domates yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompostu kullanımının verim kalite ve ağır metal kirliliği üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM) Aksu biriminde kuzey-güney yönünde yerleştirilmiş kontrollü bir serada yürütülmüştür. Materyal olarak Güney Antalya Turizmi Geliştirme ve Altyapı İşletme Birliği (GATAB) tesislerinde üretilen organik kökenli kentsel katı atık kompostu (organik madde miktarı %70-75) kullanılmıştır. Kompostlaşma işlemi %50 organik kentsel atıklar %50 yöredeki park ve bahçe atıkları kullanılmaktadır. Organik materyal olarak kullanılan kentsel katı atık (KKA) kompostunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. KKA kompostunun fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Parametreler	Birim	I. yıl	II. yıl
pH	-	8.3	8.1
Tuz EC (1:2.5)	$\mu\text{mhos cm}^{-1}$	18120.0	11455.0
Organik madde	%	69.0	65.4
Kül	%	31.0	34.6
Nem	%	26.3	25.0
Kuru madde	%	73.7	75.0
Karbon (C)	%	40.0	37.9
Karbon/azot (C/N)	-	14.5	12.2
Toplam azot(N)	%	2.75	3.1
Toplam fosfor (P)	%	0.29	0.44
Toplam potasyum (K)	%	0.93	1.24
Toplam kalsiyum (Ca)	%	4.43	4.27
Toplam magnezyum (Mg)	%	0.65	0.68
Toplam çinko (Zn)	mg kg^{-1}	97.0	162.0
Toplam demir (Fe)	mg kg^{-1}	5000.0	6357
Toplam mangan (Mn)	mg kg^{-1}	250.0	130.0
Toplam kurşun (Pb)	mg kg^{-1}	2.0	3.2
Toplam kadmiyum (Cd)	mg kg^{-1}	1.1	2.3
Toplam nikel (Ni)	mg kg^{-1}	20.0	19.0

Analiz sonuçlarına göre, KKA 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). KKA kompostlarının içeriği değişkendir bir dönem sonra içerik tamamen değişebilir, bu sebeple yetiştiricilikte her kullanım öncesi analizler tekrarlanmalıdır. Reinhofer vd. (1997) Avusturya'da çöp kompostunun tarımda kullanılabilme olanaklarının araştırılması amacıyla yüzden fazla kompost örneğinin analizlerini yaparak, istatistiksel olarak değerlendirmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre kompost örneklerinin % 27.8'inde Cr ve Zn, %14.4'ünde Pb, %13.4'ünde Cu ve Hg konsantrasyonlarının uluslararası sınır değerlerinin üstünde olduğu %45'inin ise sınır değerleri aşmadığını belirlemişlerdir.

Bitkisel materyal olarak sırıkta yetiştirilen tekli hasata 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 1000 m² cam sera kullanılmıştır. Deneme başlamadan önce alınan sera toprağına ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'den görüldüğü üzere denemede kullanılan toprak tınlı bünyeli (%48 kum, %20 kil, %32 silt), alkali reaksiyonlu (Kellog, 1952), hafif tuzlu (Soil Survey Staff, 1951), aşırı kireçli (Evliya, 1964) ve organik maddece humusça fakirdir (Thun vd., 1955).

Çizelge 2. Uygulama alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler	Birim	Başlangıç değerleri (0-30cm)
pH (1:2.5)	-	7.9
Bünye	-	Tınlı
CaCO ₃	%	25.7
Tuz EC (1:2.5)	µmhos cm ⁻¹	520
Organik madde	%	1.8
Alınabilir fosfor(P)	mg kg ⁻¹	160
Değişebilir potasyum (K)	mg kg ⁻¹	320
Değişebilir kalsiyum (Ca)	mg kg ⁻¹	3625
Değişebilir magnezyum (Mg)	mg kg ⁻¹	470
Toplam kurşun (Pb)	mg kg ⁻¹	0.16
Toplam kadmiyum (Cd)	mg kg ⁻¹	0.06
Toplam nikel (Ni)	mg kg ⁻¹	0.3

Bitki besin maddeleri bakımından incelendiğinde alınabilir fosforca (Olsen ve Sommers, 1982) ve değişebilir potasyumca yüksek (Pizer, 1967), kalsiyum ve magnezyumca yeterli sınıfına girmektedir (Loue, 1968). Ayrıca toprağın ağır metal içeriği Schachtschabel vd. (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.

2.2. Yöntem

Araştırma, tek ürün (Eylül-Mayıs) domates yetiştirme döneminde tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme iki yıl aynı serada yürütülmüştür. Kontrol parseli (1- Kontrol: kimyasal gübreleme) ve uygulama yapılan parseller (2- KKA kompostu: 2-4-6-8-10 t da⁻¹+kimyasal gübreleme) aynı serada yer almış, aralarında yeterli mesafe bırakılmıştır.

Domates fideleri (Aston), 40 x 80 x 120 cm 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, 12.9 kg P₂O₅ da⁻¹, 36 kg K₂O da⁻¹) verilmiştir. Deneme süresince düzenli olarak kültürel bakım işlemleri geręekleřtirilmiř, hastalık ve zararlılara karşı önerilen ilaç uygulamaları yapılmıştır.

Denemenin başlangıcında ve hasat sonu toprak örnekleri Jackson (1967) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak 0-30 cm toprak derinliğinden 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 vd., 1954); 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 vd., 1980) Inductively Coupled Plasma (ICP-OES) yardımıyla belirlenmiştir.

Denemeye konu olan KKA 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, 1995), toplam N kjeldahl yöntemiyle (Kacar, 1972), K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, Fe yaş yakma ile (Kacar, 1972), alınabilir P vanado molibdo fosforik

sarı renk metoduyla (Kacar, 1972), toplam ağır metal içeriği ise (Pb, Cd, Ni) yaş yakma yöntemiyle (Kacar, 1972) belirlenmiştir.

Hasat döneminde her parselden toplanan meyveler tartılarak uygulamalara ait toplam verim belirlenmiştir. Meyve eni ve boyu 25 adet domates meyvesi kumpas yardımıyla ölçülerek ortalaması 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) likopen 503 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Davies vd., 2003), fenol (Spanos ve Wrolstad, 1990) 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).

Denemeden elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış, sonuçlar LSD testi ile gruplandırılmıştır (Yurtseven, 1984).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. KKA kompostu kullanımının domates verimi üzerine etkisi

Hasat başlangıcından hasat sonuna kadar verim değerleri alınmıştır. Alınan verim değerleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde, farklı dozlar uygulanan parsellerin verimleri kontrole göre artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Ayrıca uygulanan materyalin eklemeli etkisi nedeniyle verim değerleri II. Yıl daha yüksek belirlenmiştir. Araştırma ile benzerlik gösteren diğer bir çalışmada, kentsel katı atık kompostu 0, 4, 8, 12 ve 16 t da⁻¹ dozlarında arpa bitkisine uygulanmış ve sonuç olarak 16 t da⁻¹ kompost dozunun en yüksek verimi sağladığını belirlemiştir (Yüksel, 1992).

Çizelge 3. KKA kompostunun farklı dozlarda örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kullanımının verime ait ortalama değerleri

Uygulamalar	Verim (kg bitki ⁻¹)	
	I. Yıl	II. Yıl
Kontrol	5.932 c	10.513 d
2 t da ⁻¹	7.732 a	11.911 b
4 t da ⁻¹	7.325 ab	12.380 a
6 t da ⁻¹	7.827 a	12.375 a
8 t da ⁻¹	7.291 ab	11.813 c
10 t da ⁻¹	6.145 bc	11.802 c
Önemlilik	**	**

** , 0.01 düzeyinde önemli. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklar P>0.05 düzeyinde önemsizdir.

Kentsel katı atık materyallerinin domates ve kabakta gelişim, verim ve mineral element konsantrasyonuna etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise farklı dozlardaki uygulamalar arasında önemli farklılıklar olduğu ve kontrole göre daha fazla verim alındığı belirlenmiştir (Ozares, 1995). Aydın vd. (2001), iki yıl devam eden çalışmalarında kompost çiftlik gübresi ve kontrol uygulamalarının domates yetiştiriciliğinde verim artışına etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak domateste ortalama verimin kimyasal gübreleme ile %61, çöp kompostu ile %39-107, çiftlik gübresi ile %54 arttığını belirlemişlerdir. Anaç vd. (1999), domates yetiştiriciliğinde tarımsal atık kompostların kullanımının üründe % 20 artırdığını belirtmişlerdir. 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 vd., 2011). Kentsel katı atıklardan elde edilen kompost Karaman İli elma bahçelerinde farklı dozlarda kullanılarak meyvede verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Meyve örneklerinin analiz sonucuna göre, verim de artış görülürken, kalite kriterlerinde önemli bir değişiklik belirlenmemiştir (Şekerci, 2008). Yine benzer bir çalışma ile Awad vd. (1995), kentsel katı atık kompost uygulamalarının elma verimini istatistiki bakımdan önemli miktarlarda artırdığını belirtmişlerdir. Marul ve kereviz yetiştiriciliğinde kentsel katı atık kompostunun farklı dozlarda kullanıldığı diğer bir çalışma da kompostun marulun verimini azalttığını, kereviz de ise ürün verimini arttırdığını bildirmişlerdir (Assche vd., 1982).

3.2. KKA kompostu kullanımının domates meyve kalitesi üzerine etkisi

Söz konusu bu çalışmada da farklı dozlarda uygulama yapılan parsellerden alınan meyve örneklerinde suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik miktarı, pH ve EC analizleri yapılmıştır (Çizelge 4). Analiz sonuçlarına göre tüm parametrelerde artış birinci yıl pH değerleri hariç istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Meyvede kalite kavramı görünüm, tat ve beslenmede önemli olan besin içerikleri yönünden değerlendirilmesinde tanımlanabilir. Ayrıca meyvelerin en ve boy ölçümleri yapılmış, istatistiki olarak bir fark bulunamamıştır (Çizelge 5). Dorai vd. (2001), Domates meyvesinin tuz miktarındaki artışla taze meyvede, SÇKM (suda çözünebilir kuru madde), fruktoz, glikoz, titre edilebilir asitlik, uçucu bileşikler, mineraller, kuru madde, karoten ve vitamin C miktarının arttığını belirtmiştir.

Çizelge 4. KKA kompostunun farklı dozlarda örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kullanımının meyve kalitesi özellikleri üzerine olan etkilerine ait ortalama değerleri

Uygulama	1. Yıl				2. Yıl			
	TEA	SÇKM	EC	pH	TEA	SÇKM	EC	pH
Kontrol	0.190 d	3.22 b	3.15 c	4.5	0.180 d	3.200 c	3.050 e	4.5 a
2 t da ⁻¹	0.197 cd	3.23 b	3.42 b	4.4	0.257 a	3.300 c	3.450 d	4.4 b
4 t da ⁻¹	0.209 bc	3.30 b	3.46 ab	4.3	0.255 a	3.300 c	3.800 c	4.4 b
6 t da ⁻¹	0.220 ab	3.35 b	3.62 ab	4.4	0.255 a	3.800 a	4.725 a	4.4 b
8 t da ⁻¹	0.227 ab	3.40 ab	3.65 a	4.5	0.243 b	3.475 b	4.575 b	4.4 b
10 t da ⁻¹	0.223 a	3.55 a	3.65 a	4.4	0.210 c	3.425 b	4.575 b	4.4 b
Önemlilik	***	*	***	ÖD	**	**	**	**

*, ** ve ***, sırasıyla 0.05, 0.01 ve 0.001 düzeyinde önemli. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklar P>0.05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 5. KKA kompostunun farklı dozlarda örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kullanımının meyve eni ve boyu üzerine olan etkilerine ait ortalama değerleri

Uygulamalar	1. Yıl		2. Yıl	
	En (cm)	Boy (cm)	En (cm)	Boy (cm)
Kontrol	7.55	6.38	7.02	6.23
2 t da ⁻¹	7.65	6.35	6.78	6.23
4 t da ⁻¹	6.65	5.93	7.00	6.00
6 t da ⁻¹	6.70	5.75	6.85	5.99
8 t da ⁻¹	6.37	5.45	6.90	6.22
10 t da ⁻¹	6.95	5.25	6.45	6.11
Önemlilik	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD

ÖD: Önemli değil.

Söz konusu sonuçlar yapılan çalışma ile uyum göstermiş meyve suyu tuz içeriğinin artması ile SÇKM (suda çözünebilir kuru madde) ve TEA (titre edilebilir asitlik) miktarları artmıştır (Çizelge 4). Ongun (2001), kompost ve ahır gübresi uygulamalarının domates meyve suyunun titre edilebilir asitliğini ve şekerin bir ölçütü olan toplam ve suda çözünebilir kuru madde miktarını (SÇKM) olumlu etkilediğini bildirmiştir. Özgüven, (1998) yapmış olduğu çalışma ile araştırma sonuçlarımıza benzerlik gösteren veriler elde etmiştir. Araştırmacı çay atıklarının çilek yetiştiriciliğinde kullanılmasında çay atığının, çiftlik gübresine göre daha yüksek bitki başına verim, meyve ağırlığı ve SÇKM değerleri verdiğini belirtmiştir. Demirtaş vd. (2005), farklı mantar kompostu dozlarının domatesin verim ve kalitesine etkilerini inceledikleri çalışmada Astona domates çeşidini yetiştirmişler ve uygulamalara göre titre edilebilir asitlik miktarının %0.23-0.35 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Okur vd. (1999), kompostun serada yetiştirilen domateslerin kalite özelliklerine etkisini araştırmışlar ve uygulamaların etkisiyle, meyvelerin SÇKM, TEA ve KM miktarlarının arttığı pH ve C vitamini değerlerinin ise azaldığını bildirmişlerdir.

Bitki metabolizmasında önemli roller üslenmiş bir karotenoid pigmenti olan likopen, insan beslenmesinde de özellikle sahip bulunduğu antioksidan etkisi nedeniyle dikkat ve ilgileri üzerinde tutmaktadır. Organik ve geleneksel yöntemlerle yetiştirilen domatesin fitokimyasal içeriklerinin incelendiği araştırmada, uygulamalar arasında meyvede SÇKM, asitlik, renk, likopen, askorbik asit, toplam fenoller ve antioksidan aktivitesi yönünden önemli fark ortaya çıkmamakta, ancak meyve suyu pH'sının organik yetiştiricilikte daha yüksek bulunduğu bildirilmektedir (Lumpkin, 2005).

KKA kompostu uygulamalarının yapıldığı parsellerde yetişen domates meyvelerinin likopen ve fenol analizleri yapılmıştır. Sonuçlar istatistiki anlamda değerlendirildiğinde likopen içeriğindeki değişimin önemli, fenol içeriğindeki değişimin ise önemsiz olduğu tesbit edilmiştir (Çizelge 6). Frusciante vd. (2007) farklı kaynaklardan derledikleri verilere göre domates meyvelerinin likopen içeriğinin çoğunlukla bulgularımızla uyumlu bir şekilde 18.6-146.2 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

3.3. KKA kompostu kullanımının domates meyve ve toprak ağır metal içerikleri üzerine etkisi

Her bir parselden alınan meyve örneklerinde ağır metal analizleri yapılmıştır. 1. yıl meyve örneklerinin ağır metal içerikleri Davis ve Carlton-Smith (1980), tarafından belirlenen sınır değerleri (Pb 6 ppm, Cd<0.4ppm, Ni 3 ppm) aşmamıştır (Çizelge 7).

Çizelge 6. KKA kompostunun farklı dozlarda örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kullanımının meyve likopen ve fenol içerikleri üzerine olan etkilerine ait ortalama değerleri

Uygulamalar	1. Yıl		2. Yıl	
	Toplam fenol (mg kg ⁻¹ GA)	Likopen (mg kg ⁻¹)	Toplam fenol (mg kg ⁻¹ GA)	Likopen (mg kg ⁻¹)
Kontrol	282.25	23.75 d	279.60	30.850 b
2 t da ⁻¹	276.25	24.00 d	281.72	30.625 b
4 t da ⁻¹	272.75	24.75 cd	279.97	30.650 b
6 t da ⁻¹	275.00	26.75 bc	287.95	32.775 b
8 t da ⁻¹	275.25	28.00 ab	283.00	35.850 a
10 t da ⁻¹	281.00	29.75 a	278.12	36.700 a
Önemlilik	ÖD	**	ÖD	**

ÖD ve **, sırasıyla önemli değil ve 0.01 düzeyinde önemli. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında farklar P>0.05 düzeyinde önemsizdir.

Çizelge 7. KKA kompostunun farklı dozlarda örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kullanımının meyve ağır metal içerikleri üzerine etkileri

Uygulamalar	1. Yıl			2. Yıl		
	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Ni (mg kg ⁻¹)
2 t da ⁻¹	0.01	İz	0.24	0.22	0.28	2.9
4 t da ⁻¹	0.05	İz	0.25	0.22	0.28	3.0
6 t da ⁻¹	0.07	İz	0.39	0.22	0.28	3.1
8 t da ⁻¹	0.09	0.03	0.87	0.23	0.29	3.2
10 t da ⁻¹	0.1	0.6	0.93	0.27	0.31	3.1
Kontrol	0.01	İz	0.22	0.19	0.27	2.5

Fakat 2. yıl uygulamaları ile birlikte kontrol parseli dahil olmak üzere tüm parsellerde meyve nikel içeriklerinde artış belirlenmiştir. Meyvelerin Ni içeriklerindeki bu artışın sebebinin kimyasal gübre ve ilaç kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Çünkü sanayi atıklarından oluşan mikro element gübrelerinin ve pestisitlerin de yüksek oranda Ni içerebildikleri bilinmektedir (Mortvedt, 2005). Benzer şekilde Elmacı (1995), Güney Marmara sanayilik domates yetiştirilen alanlardan alınan tüm meyve örneklerinin yüksek düzeyde Ni içerdiğini bildirmiştir. Foroughi vd. (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 belirlemişlerdir. Atık sular ile sulanmış alanlarda yetişen domates meyvesinde 0.03 mg kg⁻¹ Pb saptanmıştır (Trüby ve Raba, 1990). Özkan (2008), Antalya bölgesi sera yaprak, toprak, meyve örneklerinin ağır metal içeriklerini incelemiş, topraklarda Ni yaprakta Cd meyvede ise Pb açısından risk olduğunu bunun sebebinin ise serada yoğun olarak kullanılan gübre ve pestisitlerin olabileceğini belirtmiştir. Ülkemizde Katı Atıkların ve Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliklerinde kompostun uygulanabilirliği açısından izin verilebilir ağır metal sınır değerleri verilmemiştir, ancak kompostun toprağa vereceği ağır metal yükü ile ilgili sınır değerleri belirlenmiş ve kompostun kullanılacağı arazinin ağır metal içerikleri yönünden sınırlamalar getirilmiştir (Anonim, 2001). Yapılan çalışmada uygulamalarının toprağın ağır metal içeriği üzerine etkileri değerlendirmek amacıyla parsellerin hasat sonu toprak örnekleri alınarak analizleri yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre 1. yıl toprak örneklerinin kadmiyum (Cd) içerikleri 0.06-0.09 mg kg⁻¹, kurşun (Pb) 0.2-1.8 mg kg⁻¹ ve nikel (Ni) içeriklerinin 13-30 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. İkinci yıl ise toprak örneklerinin kadmiyum (Cd) içerikleri 0.4-2.0 mg kg⁻¹, kurşun (Pb) 0.03-1.4 mg kg⁻¹ ve nikel (Ni) içeriklerinin 19-44 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. KKA kompostunun farklı dozlarda örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kullanımının toprak ağır metal içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	1. Yıl			2. Yıl		
	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Ni (mg kg ⁻¹)	Cd (mg kg ⁻¹)	Pb (mg kg ⁻¹)	Ni (mg kg ⁻¹)
2 t da ⁻¹	0.07	0.3	24	0.4	0.03	44
4 t da ⁻¹	0.07	0.3	30	1.0	0.16	45
6 t da ⁻¹	0.08	0.4	24	1.4	0.12	39
8 t da ⁻¹	0.08	0.5	21	1.8	0.06	32
10 t da ⁻¹	0.09	1.8	16	2.0	0.06	28
Kontrol	0.06	0.2	13	0.4	0.14	19

Analiz sonuçları Schachtschabel vd. (1995), tarafından belirtilen kritik sınır değerleri ile karşılaştırıldığında örneklerin kurşun, kadmiyum ve nikel içeriklerinin sınır değerleri (Kurşun: 100 mg kg⁻¹, Kadmiyum: 3.0 mg kg⁻¹, Nikel: 50-75 mg kg⁻¹) aşmadığı belirlenmiştir. Benzer bir çalışma ile Pinomonti vd. (1997), 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 sebzede ise Pb, Cd' un arttığını tespit etmişlerdir.

Topçuoğlu vd. (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. Diğer bir çalışma ile turuncgil 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 vd., 1997).

4.Sonuç

KKA kompostu Antalya bölgesinde üreticiler tarafından yararlı etkileri nedeniyle kullanılmaktadır. Bu çalışma ile söz konusu kompostun örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kullanımının verim ve kaliteye olumlu etkileri belirlenmiştir. Fakat bu araştırmada elde edilen sonuçlar sadece bu denemede kullanılan kentsel katı atık kompostu için geçerlidir. Çünkü bu tür organik atıklar homojen olmayıp şartlara göre farklı özelliklere sahip

olabilmektedirler. Öyle ki kentlerdeki katı atıkların oluşumu miktar ve bileşimlerindeki madde gruplarına; tüketicilerin yaşam düzeylerine, ekonomik yapısına ve gelişmişlik durumuna göre değişmektedir. Ayrıca mevsimlere, aylara ve haftanın belli günlerine göre bile değişmektedir. Bu sebeple tarımsal amaçlı kullanımlarda analizleri yapılmadan kesinlikle kullanılmamalıdır. Sonuç olarak kentsel katı atık kompostunun ağır metal içeriği izin verilebilir sınır değerleri aşmadığı takdirde verime etkisi dikkate alındığında 2-4 t da⁻¹ dozunun tarımsal üretimde kullanılabileceği yapılan çalışma ile belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Anaç, D., Okur, B., Tüzel ,Y., & Toksöz, S., (1999). Organik Tarımda Kompost kullanımının Domates Üretimi ve Toprağın Fiziksel Özellikleri Üzerine Olan Etkileri, E.Ü.Z.F. Toprak-Bahçe Bölümü, Bornova- İzmir.
- Anonim, (2001). Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete. Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 10.12.2001, Sayı:24609, Ankara.
- Assche, C.V., & Uyttebroeck, P. (1982). Demand, supply and application possibilities of domestic waste compost in agriculture and horticulture. *Agricultural Wastes*, 4(3):203-212.
- Arı, N., Ateş, T., Özkan, C.F., & Arpacıoğlu, A.E. (2002). Antalya Bölgesinde domates yetiştiriciliği yapılan seraların toprak verimlilik durumlarının incelenmesi. *IV. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 17-20 Eylül 2002, Bursa, s:171-181.
- Aydin, M., Şener, O., Sermenli, T., Özkan, A., Aslan, S., Ağca, N., Doğan, K., Tiryakioğlu, M., Mavi, K., & Kılıç, Ş. (2001). Use of composted municipal solid wastes to improve soil properties and to increase crop yield. *Proceeding of International Symposium on Desertification*, 13-17 June 2001, Konya, p:329-332.
- Awad, F., Kahl, L., Kluge, R., & Abadia, J. (1995). Environmental aspects of sewage sludge and evaluation of super absorbent hydrogel under Egyptian conditions. *Proceedings of the Seventh International Symposium on Iron Nutrition in Soil and Plants*, June 27-July 2 1993, Zaragoza, pp:53-62.
- Black, C. (1965). *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy Inc., Publisher, p: 1372-1376, Madisson, Wisconsin, USA.
- Bouyoucos, G.J. (1951). Recalibration of the hidrometer metot for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43(9):434-438.
- Canet, R., Pomares, E., & 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(3):117-121.
- Çağlar, K.Ö. (1949). *Toprak Bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:10, Ankara.

- 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.
- Davies, A.R., Fish, W.W., & Perkins-Veazie, P. (2003). A rapid spectrophometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. *Postharvest Biology and Technology*, 28(3):425-430.
- Demirtaş, E.I., Arı, N., Arpacioğlu, A.E., Özkan, C.F., & Kaya, H. (2005). Mantar kompostu kullanımının örtüaltı domates yetiştiriciliğinde bitkinin potasyum ile beslenmesi ve verim üzerine etkisi. *Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı*, 3-4 Ekim 2005, Eskişehir, s:131-138.
- Dorai, M., Papadopoulos, A.P., & Gosselin, A. (2001). Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie*, 21(4):367-383.
- Elmacı, Ö.L. (1995). Güney Marmara Bölgesi sanayi domates alanlarındaki toprak, sulama suyu ve domates (*Lycopersium esculentum*) meyvelerinde ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Erdin, E. (2011). Kompost ve kompostlaştırma hakkında özlü bilgiler. <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc25.htm>. Erişim tarihi 20 Haziran 2011.
- Evliya, H. (1964). Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:10, Ankara.
- Foroghi, M.F.V. & Teicher, K. (1980). Wirkung von steigenden Mül-KlörSchlam-Compost-Gaben auf den Schwermetallgehalt von tomaten, Gurken und Bohnen imGefaBversuch. *LandWirsch. Forsch.* 37, Sonderheft, 254-266.
- Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M.R., Pernice, R., & Di Matteo, A., (2007). Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(5):609-617.
- Güler, S. (2001). Kompostlaştırılmış materyallerin tarımda kullanımı. *Türkiye II. Ekolojik Tarım Sempozyumu*, 14-16 Kasım 2001, Antalya, s:353-362.
- Güvenç, İ., & Yıldırım, E. (1999). Sebze yetiştiriciliğinde organik atıkların değerlendirilmesi. *Türkiye I. Ekolojik Tarım Sempozyumu*, 21-23 Haziran 1999, Antalya, s:297-301.
- Jackson, M.L. (1967). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall of India Private Limt. New Delhi.
- Kacar, B. (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Basımevi, 646 s., Ankara.
- Kacar, B. (1995). Bitki ve Toprak Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Ankara.
- Kellog, C.E. (1952). Our Garden Soils. The Macmillan Company, New York.
- Kick, H., Brger, H., & 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.

- Lumpkin, H. (2005). A comparison of lycopene and other phytochemicals in tomatoes grown under conventional and organic management systems. Technical Bulletin No:34, AVRDC-The World Vegetable Center, 48 p.
- Loue, A. (1968). Diagnostic Petiolaire de Prospection. Etudes Sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigne. *Societe Commerciale des Potasses d Alsace Services Agronomiques*, p:31-41.
- Mortvedt, J.J. (2005). Heavy Metal in Fertilisers: Their Effect on Soil and Plant Health. Proceeding International Fertiliser Society No:575, Cambridge.
- Okur, B., Tüzel, Y., Toksöz, S., & Anaç, D. (1999). Improved crop quality by nutrient mangement: Effects of compost material on yield and quality of glasshouse tomatoes grown in different textured soils. pp:219-222. In: D. Anac and P. Martin-PrÉvel (Ed.), Kluwer Academic Publishers, Netherland.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Vatanabe, F.S., & Dean, L.A. (1954) Estimation of Available Phosphoros in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Circ. No:939, USA.
- Olsen, S.R., & Sommers, E.L. (1982). Phosporus soluble in sodium bicarbonate, methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties. pp.404-430. In: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney (Ed.), New York.
- Ongun, A.R. (2001). Serada organik domates yetiştiriciliğinde kompost kullanımının toprakların fiziksel ve bazı kimyasal özellikleriyle verim ve kalite üzerine olan etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Ozores-Hampton, M., Schaffer, B., Bryan, H.H., & Hanlon, E.A. (1995). Nutrient concentrations, growth, and yield of tomato and squash in municipal solid-waste-amended soil. *Hort Science*, 29(7):785-788.
- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E.I., Özkan, C.F., & Arı, N. (2011). Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının hıyar bitkisinin verim, kalite ve mineral içeriklerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2):139-143.
- Özguven, A. (1998). Çay atıklarının çilek yetiştiriciliğinde kullanımı. *Bahçe*, (1-2):47-53.
- Özkan, C.F. (2008). Antalya ve çevresi örtüaltı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği, bitki besleme, bazı kalite ve stres parametreleri arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Palabıyık, H. (2009). Kentsel katı atıklar ve yönetimi. <http://www.turkishweekly.net/turkce/makale.php?id=104>. Erişim tarihi: 10 Şubat 2011.
- Pinamonti F., Stringari, G., Gasperi, F., & Zorzi, G. (1997). The use of compost: It's effects on heavy metal levels in soil and plants. *Resources, Conservation and Recycling*, 21(2):129-143.
- Pizer, N.H. (1967) . Some Advisory Aspect. Soil Potassium and Magnesium. Tech. Bull. No.14:184.
- Reinhofer, M., Steinlechner, E., & Trinkous, P. (1997). Compost Quality-Heavy Metal Contamination in Biowaste composte-A case study. *Proceedings on the VII International Symposium Waste Management*, Zagreb, p: 349-364.

- Schachtschabel, P., Blume H.P., Brümmer, G., Hartge, K.H. & Schwertmann, U. (1995). Toprak Bilimi. (Çevirenler; H. Özbek, Z. Kaya, M. Gök, H. Kaptan) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:73, 816 s., Adana.
- Soil Survey Staff, (1951). Soil Survey Manual. Agricultural Research Administration, U.S. Dept. Agriculture, Handbook No:18, USA.
- Spanos, G.A., Wrolstad, R.E., (1990). Influence of processing and storage on the phenolic composition of thompson seedless grape juice. *Journal of Agriculture & Food Chemistry*, 38(3):817-824.
- Şekerci, Y. (2008). Karaman ilinde elma ağaçlarına uygulanan kentsel katı atık kompostunun toprak ve bitkinin bazı özelliklerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Thun, R., Hermann, R., & Knickman, E. (1955). Die Untersuchung Von Boden. Neuman Verlag, s:48-48, Berlin.
- Topçuoğlu, B. (2002). Kentsel katı atık kompostu ve arıtma çamurunda ağır metallerin bitkiler ve çevre üzerine potansiyel etkileri ve kirleticiler limitleri. *Derim*, 19(2):38-48.
- Trüby, P., & Raba, A. (1990). Schwermetallaufnahme von gartenpflanzen der freiburger rieselfelder. *Agribological Research*, 43(2):139-146.
- Yurtseven, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. TOKB, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, No:623, Ankara.
- Yüksel, O. (1992). Çöp kompostunun, vertisol ve kireçsiz kahverengi toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile verime etkileri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Üniversitesi, Tekirdağ.