



The Effects of Solid and Liquid Vermicompost Application on Yield and Nutrient Uptake of Tomato Plant

Hasan Durukan^{1,a,*}, Ahmet Demirbaş^{1,b}, Uğur Tutar^{2,c}

¹Department of Crop and Animal Production, Vocational School of Sivas, Sivas Cumhuriyet University, 58140 Sivas, Turkey

²Department of Nutrition and Dietetics, Sivas Cumhuriyet University of Health Sciences, 58140 Sivas, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 02/04/2019 Accepted : 19/04/2019</p> <p>Keywords: Vermicompost Tomato Yield Macro element Micro element</p>	<p>The aim of this study was to investigate the effects of solid and liquid vermicompost on yield and nutrient uptake of tomato plant. The study was carried out with three replications according to the experimental pattern of randomized plots in the plastic pots with the capacity of 3 kg under the greenhouse conditions of Plant and Animal Production Department of Cumhuriyet University. In the study, chemical fertilization was applied for comparison with solid and liquid vermicompost. Vermicompost doses were applied as 0%, 10%, 20%, 30% and 40%. In the study, tomato yield and nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), iron (Fe), zinc (Zn), manganese (Mn), copper (Cu) concentrations were determined. The results have shown that 10% solid vermicompost increased dry matter production of tomato plant with 8,92 g pot⁻¹. This application was followed with 7,04 g pot⁻¹ dry matter production in 20% solid vermicompost application. The highest increase in P (0,27% P) and K (9,01%) concentration of tomato plant was determined in 40% solid vermicompost. However, the highest N concentration was determined with chemical fertilization (4,06%). Generally, it was determined that the solid vermicompost higher effect on the yield and nutrient uptake of tomato plant than liquid vermicompost.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(7): 1069-1074, 2019

Katı ve Sıvı Vermikompost Uygulamalarının Domates Bitkisinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 02/04/2019 Kabul : 19/04/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Vermikompost Domates Verim Makro element Mikro element</p>	<p>Bu çalışmanın amacı katı ve sıvı vermicompost uygulamasının domates bitkisinin verimi ve besin elementlerine olan etkilerini belirlemektir. Araştırma 3 kg kapasiteli plastik saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak Cumhuriyet Üniversitesi Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü seralarında yürütülmüştür. Araştırmada katı ve sıvı vermicompost ile karşılaştırma amacıyla kimyasal gübreleme (K.G.) uygulamaları yapılmıştır. Vermikompost dozları %0, %10, %20, %30 ve %40 olarak uygulanmıştır. Araştırmada domates bitkisinin verimi ile azot (N), fosfor (P), potasyum (K), demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu) konsantrasyonları belirlenmiştir. Araştırmada domates bitkisinin kuru madde üretimini en fazla 8,92 g/saksı ile %10 katı vermicompost uygulamasının artırdığı belirlenmiştir. Bu uygulamayı ise 7,04 g/saksı kuru madde üretimi ile %20 katı vermicompost uygulaması takip etmiştir. Domates bitkisinin P (%0,27 P) ve K (%9,01 K) konsantrasyonunu en fazla arttıran uygulama %40 katı vermicompost olarak belirlenmişken, N konsantrasyonunu ise %4,06 N ile kimyasal gübre uygulaması en fazla arttıran uygulama olmuştur. Araştırmada genel olarak, katı vermicompost uygulamasının sıvı vermicompost uygulamasına göre domates bitkisinin verimi ve besin elementleri alımına daha fazla etkide bulunduğu belirlenmiştir.</p>

^a hasandurukan@cumhuriyet.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-2255-7016>

^c ademirbas@cumhuriyet.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0003-2523-7322>

^e ututar@cumhuriyet.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0002-8058-0994>



Giriş

Tarımsal etkinliklerin sürdürülebilirliği için tüm bileşenlerinin ayrıntılı biçimde kalitesinin korunması hatta artırılması gerekmektedir. Toprak tarımsal üretimin temel bileşeni olduğundan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin özel bakım yönetimleriyle en uygun düzeyde tutulması gıda güvenliğinin sağlanmasına katkı sağlayacaktır (Büyük ve ark., 2017). Günümüzde artan bir ilgi gören organik tarım Demir ve ark. (2010)'a göre doğanın dengesini bozmadan, uygun ekolojilerde sentetik kimyasal girdi kullanmadan, kültürel önlemler, biyolojik mücadele ve organik kaynaklı girdiler kullanılarak yapılan tarım şeklidir. Bununla birlikte toprak verimliliği, bünyesinde bulunan canlılarla yakından ilişkilidir. Solucanlar da toprakta bulunan canlı türlerinden biridir. Bunlardan özellikle kırmızı Kaliforniya solucanları, kompost (vermikompost) üretiminde kullanılmaktadır. Özer ve Elibüyük, (2006) bir dekar alanda yaklaşık 115.000 solucan bulunduğunu ve 1,2 ton'dan daha fazla toprağı yeniden işleyebildiğini belirtmiştir.

Olumsuz çevresel etkiler, artan ürünlere yönelik artan tüketici talebi ve yüksek kimyasal girdilere sahip tarım sistemlerinin kabul edilemezliği hakkında kamu bilincinin artırılması, organik ürün üretimi veya entegre yönetim sistemlerine daha fazla önem vermeyi gerektirmektedir (Guarda ve ark., 2004). Dünyanın nüfusu her geçen gün artmakta ve inorganik gübreler bu nüfus artışını desteklemek için önemli bir rol oynamaktadır (Joshi ve ark., 2015). Geleneksel uygulamada, yüksek değerli bitkiler içeren geliştirilmiş ürün yetiştirme sistemleri, besin maddelerinin hızlı bir şekilde yarıyışlı hale gelmesinden dolayı kimyasal gübre kullanımına dayanmaktadır (Murmu ve ark., 2013). Vermikompost, solucanların ve mikroorganizmaların etkileşimi ile organik maddelerin biyodegradasyon ve stabilizasyonudur (Singh ve ark., 2008) ve solucanların kullanılmasını içermektedir (Hernandez ve ark., 2014). Vermikompost mikroorganizmalar ve solucanlar arasındaki etkileşim yoluyla organik maddenin bozulmasıyla üretilen doğal eko gübrenin bir çeşididir (Hu ve ark., 2004). Vermikompostlar veya solucanla işlenmiş organik atıklar, yüksek gözeneklilik, havalandırma, drenaj ve su tutma kapasitesi ile ince bölünmüş turba benzeri malzemelerdir (Edwards ve Burrows, 1988). Vermikompost, nitratlar, fosfatlar ve değiştirilebilir kalsiyum ve çözümlü potasyum gibi bitki tarafından temin edilebilen birçok besleyici içerir (Orozco ve ark., 1996). Vermikompostların önemli bir şekilde bitkilerin büyümesini ve üretkenliğini etkilediğine dair toplanmış bilimsel kanıtlar vardır (Edwards, 1998). Vermikompost çimlenmeyi artırır, besin tutma, su tutma kapasitesi ve havalandırma ile toprak dokusunu ve yapısını geliştirir; bitki gelişimi ve ürün verimini artırır (Shrivastava ve Singh, 2013). Vermikompostlar ayrıca geleneksel kompostların özelliklerine sahiptir (Bachman ve Metzger, 2008).

Domates, dünya çapında en popüler ve yaygın olarak yetiştirilen sebzelerden biridir (Olivares ve ark., 2015). Domates (*Solanum lycopersicum* L.), *Solanaceae* familyasına aittir ve sebzeler arasında en yüksek ticari tüketime sahiptir. B-karoten, likopen, flavonoidler ve askorbik asit gibi önemli besin öğeleri yönünden zengin bir kaynaktır ve bu onu etkili bir antioksidatif ve antikanserojen besin maddesi haline getirir. 100 gramlık domates 0,55 mg B6 vitamini, 1700 IU A vitamini, 0,10

mg Vitamin B1 ve 21 mg C vitamini içerir (Sevgican, 1981). Bu bilgilerden yola çıkılarak araştırmada organik bir kaynak olan vermikompostun domates bitkisinin verimi ile besin elementleri alımına etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak Cumhuriyet Üniversitesi Sivas Meslek Yüksek Okulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü seralarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada her saksıya 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kuru 3 kg toprak konulmuştur. Araştırmada Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü araştırma deneme alanından 0-20 cm derinliğinden alınan topraklar kullanılmış ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan toprak siltli-killi-tın, hafif alkalın (pH 7,25), fazla kireçli (%16,2), tuzsuz (%0,030), yarıyışlı fosfor konsantrasyonu düşük, (3,87 kg P₂O₅/da), potasyum konsantrasyonu yeterlidir (92,8 kg K₂O/da).

Tablo 1 Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1 Some physical and chemical properties of experimental soil

Özellikler	Değerler
Derinlik(cm)	0-30
Bünye	SiCL
pH (1:1 H ₂ O)	7,25
Tuz (%)	0,030
CaCO ₃ (%)	16,2
Organik Madde (%)	1,1
P ₂ O ₅ (kg/da)	3,87
K ₂ O (kg/da)	92,8
Zn (mg/kg)	0,47
Fe (mg/kg)	3,84
Mn (mg/kg)	1,49
Cu (mg/kg)	0,41

Metot

Araştırmada ekim öncesi temel gübreleme olarak her saksıya 200 mg/kg N (CaNO₃.4H₂O formunda), 100 mg/kg P ve 125 mg/kg K (KH₂PO₄ formunda), 2,5 mg/kg Zn (ZnSO₄.7H₂O formunda) ve 2,5 mg/kg Fe (Fe-EDTA formunda) uygulanmıştır. Araştırmada katı ve sıvı vermikompost dozları %0, %10, %20, %30, %40 olarak uygulanmış ve karşılaştırma amacıyla kimyasal gübreleme uygulaması da yapılmıştır. Araştırmada domates çeşidi olarak H2274 kullanılmış ve serada hazırlanan torf ve perlit karışımında (1:1 V/V) ekimi yapılmış, düzenli olarak sulanarak fide haline getirildikten sonra saksılara aktarılmıştır.

Vermikompost Üretimi

Katı vermikompost üretimi: Solucan gübresi olan vermikompost üretimi, beton zeminli, 1m × 2m × 40 cm yüksekliğinde hazırlanan havuzda gerçekleştirilmiştir. Solucanların beslenmeleri için daha önce fermente edilerek hazırlanan %70 nem düzeyinde büyükbaş hayvan dışkısı ve mutfak atıklarından oluşan karışım havuz tabanına 15-20 cm yüksekliğinde serilmiş ve nem düzeyini koruması amacıyla gün içerisinde en az bir kez yağmurlama şeklinde

sulanmıştır (Edwards, 2004). Solucanların yaşam alanı uygun hale getirildikten sonra yaklaşık 2500 adet *Eisenia fetida* türü toprak solucanı bu yatakların üzerine bırakılmıştır. Amonyak ve tuz problemi olmaması için ise karışıma büyükbaş hayvan gübresinin fermente edilmiş olmasına dikkat edilmiş ve günlük olarak hafif sulamalarla nemlendirilmiştir. Solucanların özellikle gün ışığından kaçmaları sebebiyle buldukları yatakların en altında yaşayıp, besinlerini tüketerek üst kısımlara göç ettikleri, bu nedenle periyodik olarak taze besin eklenerek, solucanların açlık ve ışık stresine girmelerinin engellenmesi gerektiği bildirilmiştir (Sinha, 2010). Buna bağlı olarak her 7-10 günde bir 5 cm kalınlığında taze besin eklenmiştir. Yaklaşık 5 aylık bir süre sonunda 40 cm civarına ulaşan vermikompost yığını üzerine, solucanların geçmesi için taze besin eklenmiştir. Birkaç gün sonra yeni eklenen besin maddesi, içindeki solucanlarla birlikte yatak yüzeyinden alınmış ve yeni hazırlanan havuza yerleştirilmiştir. Solucanların biyodegradasyonla kompostlaşmış olan dışkısı havuzdan alınarak açık havada 5 cm kalınlığında serilmek suretiyle nem düzeyi %70'lerden %30 civarına düşürülmüştür (Edwards, 2004). Elde edilen vermikompost, 3 mm'lik elekten geçirilerek çalışmalara ve ekstraksiyona hazır hale getirilmiştir.

Sıvı vermikompost üretimi: Katı solucan gübresi 1/10 oranında distile su içerisinde çözüldükten sonra mevcut mikroorganizmaların çoğalmalarını sağlamak amacıyla 200 ml melas ilave edilmiştir. Hazırlanan düzenekte bir taraftan karıştırma işlemi gerçekleştirilirken diğer taraftan ortama oksijen verilmiştir. Gün içerisinde toplam 12 saat olmak üzere üç hafta boyunca yapılan ekstraksiyon işlemi sonunda karışım filtre edilerek ventil kapaklı plastik şişelere aktarılmış ve sıvı vermikompost elde edilmiştir.

Bitki Analizleri

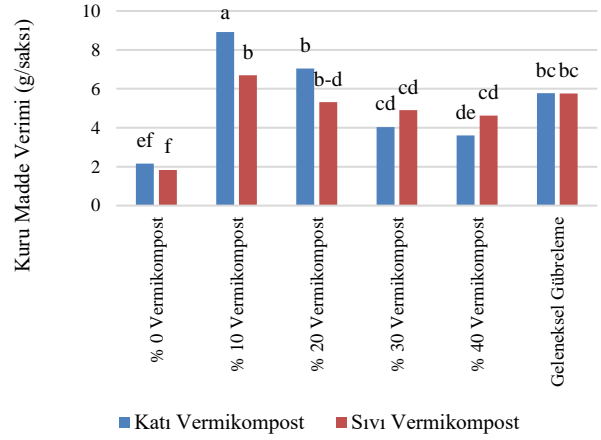
Domates bitkisinden çiçeklenme başlangıcında sürgün ucundan itibaren 3. ya da 4. yapraklar alınmış ve musluk suyu ile yıkandıktan sonra sırasıyla bir kez saf su, 0,1 N HCl çözeltisi, iki kez saf su ile yıkayıp, kaba filtre kâğıdı üzerinde fazla suları alınmıştır. Daha sonra kese kâğıdına ayrı ayrı konulan bitki kısımları hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuruyan bitki örneklerinin kuru ağırlıkları belirlendikten sonra bitki öğütme değirmeninde öğütülmüş ve 0,2 g tartılarak mikrodalga cihazında yaş yakma metoduna göre H₂O₂-HNO₃ asit karışımında yakılıp saf su ile son hacmi 20 ml'ye tamamlanıp mavi bant filtre kâğıdından süzümüştür. Daha sonra bu örneklerde P kolorimetrik olarak spektrofotometrede 882 nm'de (Murphy ve Riley, 1962), K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe ve Cu AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre) cihazı (Shimadzu AA-7000) ile belirlenmiştir (Kacar ve Inal, 2008). N analizi ise Kjeldahl destilasyon yöntemine göre (Bremner, 1965) yapılmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılan çalışmanın verileri ayrı ayrı ANOVA testi ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Araştırma bulguları ve ölçülen bütün değişkenlerin istatistiksel analizleri SPSS 23.0 Windows paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar arasındaki en küçük farklılıklar Tukey testi ile P<0,05 olacak şekilde belirlenmiştir. Korelasyon işlemi ile uygulamalar arasındaki ilişki ayrıca belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada farklı dozlarda katı ve sıvı vermikompost uygulamalarının domates bitkisinin kuru madde üretimine etkileri belirlenmiş ve Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1 Farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının domates bitkisinin yeşil aksam kuru madde üretimine etkileri (g/saksı)

Figure 1 The effects of different vermicompost doses on the shoot dry matter of tomato plants (g pot⁻¹)

Araştırma bulguları domates bitkisinin yeşil aksam kuru madde üretimi bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek kuru madde üretiminin 8,92 g/saksı ile katı vermikompost uygulamasının %10 dozunda belirlenmiştir (Şekil 1). Sıvı vermikompost uygulamasında da en yüksek kuru madde üretimi 6,70 g/saksı ile yine %10 dozunda belirlenmiştir. Araştırmada en düşük kuru madde üretimi ise katı ve sıvı vermikompost uygulamasının kontrol grubunda sırasıyla 2,17 g/saksı ve 1,84 g/saksı olarak belirlenmiştir. Araştırmada hem katı hem de sıvı vermikompost uygulamasında kontrole oranla bütün uygulamaların domates bitkisinin kuru madde üretimini arttırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, her iki kompost uygulamasında da %10 dozundan sonra kuru madde üretiminde azalmalar meydana gelmiştir. Çıtak ve ark. (2011) açık tarla koşullarında farklı dozlarda vermikompost ve ahır gübresi dozlarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve beslenmesi ile toprak verimliliğine etkilerini araştırmışlar ve uygulamaların kontrole oranla bitki gelişimi, verim, mineral madde kapsamı ve toprak verimliliği parametrelerine önemli etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Küçükyumuk ve ark. (2014), vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine yapmış oldukları çalışmada mikoriza ve vermikompost uygulamalarının biber bitkisi yaş, kuru ağırlığı ve besin elementi içerikleri üzerine olumlu etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Maltaş ve ark. (2017), yapmış oldukları çalışmada artan dozlarda vermikompost uygulamasının Kırmızı baş lahanada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) bitkisinin kalite özellikleri, mineral beslenme durumu ve dekara verim değerlerini pozitif yönde etkilediğini tespit etmişlerdir.

Tablo 2 Farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının domates bitkisinin N, P ve K konsantrasyonlarına etkileri (%)
 Table 2 The effects of different vermicompost doses on N, P and K concentrations of tomato plants (%)

Vermikompost Uygulamaları		N		P		K	
Katı Vermikompost	%0	3,29	±0,08 ^{c-e}	0,11	±0,02 ^{fg}	5,73	±0,06 ^{d-f}
	%10	3,78	±0,06 ^{a-c}	0,23	±0,00 ^b	7,57	±1,95 ^{a-d}
	%20	3,81	±0,31 ^{a-c}	0,21	±0,01 ^{bc}	8,66	±0,34 ^{ab}
	%30	3,60	±0,08 ^{a-c}	0,22	±0,00 ^{2b}	8,00	±0,18 ^{a-c}
	%40	3,95	±0,10 ^{ab}	0,27	±0,00 ^a	9,01	±0,71 ^a
	K.G.	4,06	±0,79 ^a	0,13	±0,00 ^{ef}	6,69	±0,44 ^{b-d}
	Ortalama	3,74A		0,20A		7,61A	
Sıvı Vermikompost	%0	3,45	±0,13 ^{b-d}	0,10	±0,00 ^g	4,29	±1,96 ^{ef}
	%10	2,85	±0,06 ^e	0,15	±0,03 ^{de}	3,29	±0,20 ^f
	%20	3,77	±0,00 ^{a-c}	0,13	±0,00 ^{e-g}	6,14	±0,08 ^{c-e}
	%30	2,89	±0,16 ^{de}	0,10	±0,02 ^{fg}	7,58	±0,31 ^{a-d}
	%40	3,50	±0,01 ^{a-c}	0,18	±0,03 ^{cd}	8,73	±1,67 ^{ab}
	K.G.	3,38	±0,33 ^{c-e}	0,11	±0,00 ^{fg}	4,30	±0,47 ^{ef}
	Ortalama	3,30B		0,13B		5,72B	

P<0,05

Tablo 3 Farklı dozlarda vermikompost uygulamalarının domates bitkisinin Fe, Zn, Mn ve Cu konsantrasyonlarına etkileri (mg/kg)
 Table 3 The effects of different vermicompost doses on Fe, Zn, Mn and Cu concentrations of tomato plants (mg kg⁻¹)

Vermikompost Uygulamaları		Fe		Zn		Mn		Cu	
Katı Vermikompost	%0	157,9	±12,16 ^{b-d}	78,6	±2,41 ^{a-d}	85,7	±0,64 ^{bc}	27,7	±0,71 ^{bc}
	%10	196,2	±47,38 ^a	83,7	±2,17 ^{a-c}	58,3	±1,13 ^{de}	26,9	±0,57 ^{bc}
	%20	133,8	±4,53 ^{de}	76,1	±7,76 ^{b-d}	47,5	±0,00 ^{ef}	28,4	±0,35 ^{bc}
	%30	137,0	±0,21 ^{de}	92,3	±5,08 ^{ab}	42,6	±3,04 ^{fg}	29,3	±0,21 ^b
	%40	142,5	±24,75 ^{cd}	86,4	±7,89 ^{a-c}	41,8	±0,28 ^{fg}	32,8	±0,49 ^a
	K.G.	176,8	±10,82 ^{a-c}	93,9	±11,61 ^a	31,7	±3,39 ^g	27,5	±1,91 ^{bc}
	Ortalama	157,3A		85,1A		51,2B		28,7A	
Sıvı Vermikompost	%0	103,4	±2,40 ^{ef}	49,6	±20,53 ^{ef}	102,2	±3,89 ^a	26,2	±0,07 ^c
	%10	186,4	±11,24 ^{ab}	65,7	±0,39 ^{de}	86,0	±1,20 ^{bc}	26,8	±0,07 ^{bc}
	%20	98,2	±12,73 ^f	19,3	±5,19 ^g	71,9	±19,23 ^{cd}	28,5	±3,68 ^{bc}
	%30	104,8	±4,74 ^{ef}	39,5	±1,94 ^f	95,6	±2,05 ^{ab}	27,6	±0,92 ^{bc}
	%40	106,1	±4,03 ^{ef}	73,7	±1,15 ^{cd}	98,9	±14,99 ^{ab}	29,1	±0,35 ^{bc}
	K.G.	157,5	±3,39 ^{b-d}	91,5	±7,71 ^{ab}	33,4	±4,41 ^{fg}	32,4	±1,77 ^a
	Ortalama	126,0B		56,5B		81,3A		28,4A	

P<0,05

N konsantrasyonu yönünden araştırma bulguları incelendiğinde, en yüksek N konsantrasyonu kimyasal gübre uygulamasında %4,06 N ile belirlenmişken, bu uygulamayı ise %3,95 N ile %40 katı vermikompost uygulaması takip etmiştir (Tablo 2). Sıvı vermikompost uygulamasında ise en yüksek N konsantrasyonu %3,77 ile %20 sıvı vermikompost uygulamasında tespit edilmiştir. Domates bitkisi P konsantrasyonu yönünden incelendiğinde hem katı hem de sıvı vermikompost uygulamalarında genel olarak bütün uygulamaların kontrole oranla domates bitkisinin P konsantrasyonunu arttırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte en yüksek P konsantrasyonu %0,27 P ile %40 katı vermikompost uygulamasında saptanmıştır. Sıvı vermikompost uygulamasında ise en yüksek P konsantrasyonu yine %40 vermikompost uygulamasında belirlenmiştir (%0,18 P). K konsantrasyonu yönünden veriler incelendiğinde P konsantrasyonunda olduğu gibi yine %40 katı vermikompost uygulamasında %9,01 K ile en yüksek K konsantrasyonu belirlenmiştir. Sıvı vermikompost uygulamasında da benzer sonuç elde edilmiş ve en yüksek K konsantrasyonu %8,73 K ile %40 sıvı vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Genel ortalamalar

bakımından Tablo 2 değerlendirildiğinde, domates bitkisinin N, P ve K konsantrasyonlarına katı vermikompost uygulamasının sıvı vermikompost uygulamasına göre daha fazla etkide bulunduğu ve sırasıyla %3,74 N, %0,20 P ve %7,61 K konsantrasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Açıkbaş ve Bellitürk (2016), vermikompostun Trakya İlkeren/5BB aşu kombinasyonundaki asma fidanlarının bitki besin elementi içeriklerine etkisi üzerine yapmış oldukları çalışmada artan vermikompost dozlarının bitkinin toplam N, P ve K içeriklerini arttırdığını bildirmiştir. Bununla birlikte Guo ve ark. (2015), mısır bitkisinde yapmış oldukları çalışmada vermikompost uygulamaları ile N konsantrasyonunun azalırken, P ve K konsantrasyonlarının arttığını bildirmişlerdir.

Katı ve sıvı vermikompost uygulamalarının domates bitkisinin mikroelement konsantrasyonlarına etkileri belirlenmiş ve Tablo 3'de verilmiştir. Domates bitkisinin en yüksek Fe konsantrasyonu hem katı vermikompost uygulamasında (196,2 mg/kg Fe) hem de sıvı vermikompost uygulamasında (186,4 mg/kg Fe) %10 vermikompost uygulamasında belirlenmiştir. Bu uygulamaları hem katı hem de sıvı vermikompost uygulamasında kimyasal gübreleme takip etmiştir

(sırasıyla 176,8 mg/kg Fe ve 157,5 mg/kg Fe). Coşkan ve Şenyiğit (2018), sera koşullarında marul bitkisine farklı vermicompost dozları (0 g, 25 g, 50 g) ve farklı sulama düzeyi (%0, %25, %75, %100) uyguladıkları araştırmada, bitki başına 25 g vermicompost uygulamasının istatistiki olarak önemli olmamak üzere demir içeriğini artırdığını (66 mg/bitki), ancak 50 g dozun demir içeriğini önemli derecede ($P<0,05$) azalttığını belirtmişlerdir (50 mg/bitki). Vermikompost gübresinin kıvrık bitkisinin gelişmesi üzerine etkisinin belirlenmesi ve diğer bazı organik kaynaklı gübrelerle karşılaştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada, vermicompost uygulamasının kıvrık bitkisinin Fe içeriğinde olumsuz yönde etki yaparak azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir (Hınıslı, 2014). Araştırmada en yüksek Zn konsantrasyonu hem katı hem de sıvı vermicompost uygulamasında sırasıyla 93,9 mg/kg Zn ve 91,5 mg/kg Zn ile kimyasal gübreleme uygulamasında belirlenmiştir. Katı vermicompost uygulamaları arasında en yüksek Zn konsantrasyonu 92,3 mg/kg Zn ile %30 uygulamasında elde edilirken sıvı vermicompost uygulamasında ise 73,7mg/kg Zn ile %40 uygulamasında tespit edilmiştir. Bu sonuçların aksine Coşkan ve Şenyiğit (2018), ortalama değerler itibarıyla denemede kullanılan en yüksek vermicompost dozu olan 50 g/bitki dozunun marul bitkisinin Zn içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmada domates bitkisinin Mn konsantrasyonu en yüksek sıvı vermicompost uygulamasının kontrol grubunda 102,2 mg/kg Mn ile

belirlenmiştir. Araştırmada hem katı vermicompost hemde sıvı vermicompost uygulamasında Mn konsantrasyonu bütün uygulamalarda kontrole göre azalma göstermiştir. Araştırmamızın sonuçlarına benzer şekilde Eryüksel (2016), farklı oranlarda vermicompost uygulamasının bazı sebzelerin besin elementi içerikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, farklı oranlarda vermicompost uygulamasının Mn ile vermicompost ilişkisinin soğan, sarımsak, maydanoz ve semizotu bitkilerinde ters orantılı olduğunu, vermicompost oranı arttıkça Mn konsantrasyonunun azaldığını bildirmiştir. Cu konsantrasyonu yönünden incelendiğinde ise en yüksek Cu konsantrasyonu 32,8 mg/kg Cu ile %40 katı vermicompost dozunda belirlenmişken, sıvı vermicompost uygulamasında ise 32,4 mg/kg Cu ile istatistiki olarak aynı gruba giren sıvı vermicompost uygulamasının kimyasal gübreleme uygulamasında tespit edilmiştir. Azarmi ve ark. (2008), farklı vermicompost dozlarının domates bitkisinin büyümesi, verimi ve beslenme durumu üzerine yapmış oldukları çalışmada vermicompost dozlarının Zn ve Cu konsantrasyonlarını artırdığını belirtmişlerdir. Mikroelement konsantrasyonları genel ortalamalar bakımından incelendiğinde Fe ve Zn konsantrasyonlarına sırasıyla 157,3 mg/kg Fe ve 85,1 mg/kg Zn ile katı vermicompost uygulamasının, Mn konsantrasyonuna 81,3 mg/kg Mn ile sıvı vermicompost uygulamasının daha fazla etkide bulunduğu, Cu konsantrasyonunda ise aralarında istatistiki olarak fark bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 4 Araştırmada test edilen parametrelere ait korelasyon tablosu

Table 4 Correlation stable for the parameters tested in the experiment

Parametreler	KM	N	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu
Kuru Madde	1	0,097	0,318	0,106	0,470**	0,138	-0,339*	-0,095
N		1	0,471**	0,464**	0,088	0,316	-0,579**	0,198
P			1	0,661**	0,235	0,451**	-0,450**	0,340*
K				1	-0,182	0,208	-0,237	0,241
Fe					1	0,609**	-0,428**	-0,046
Zn						1	-0,614**	0,307
Mn							1	-0,491**
Cu								1

* $P<0,05$, ** $P<0,01$, KM: Kuru Madde

Korelasyon tablosu incelendiğinde, yeşil aksam kuru madde ile Fe arasında pozitif ($P<0,01$), Mn ile negatif ($P<0,05$) ilişki belirlenmiştir. N ile P ve K arasında pozitif ($P<0,01$) ilişki belirlenmişken, N ile Mn arasında negatif ($P<0,01$) ilişki tespit edilmiştir. P ile K ve Zn arasında pozitif ($P<0,01$) ilişki belirlenmişken, P ile Mn arasında negatif ilişki belirlenmiştir ($P<0,01$). Fe ile Zn arasında pozitif ($P<0,01$), Fe ile Mn arasında ise negatif ilişki belirlenmiştir ($P<0,01$). Ayrıca Zn ile Mn arasında ve Mn ile Cu arasında ise negatif ilişki belirlenmiştir ($P<0,01$).

Sonuçlar ve Öneriler

Farklı dozlarda katı ve sıvı vermicompost uygulamalarının (%0, %10, %20, %30, %40) ve kimyasal gübrelemenin domates bitkisinin verimi ile besin elementleri alınma olan etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bu araştırmada, katı ve sıvı vermicompost uygulamalarının domates bitkisinin verimini bütün dozlarda kontrole oranla arttırdığı, ancak bu artışın her iki uygulamada da %10 dozundan sonra azaldığı

belirlenmiştir. Domates bitkisinin kuru madde üretimi, N, P ve K konsantrasyonlarına genel olarak katı vermicompost uygulamasının daha fazla etkide bulunduğu belirlenmiştir. Mikroelement konsantrasyonlarında ise katı vermicompost uygulaması Fe ve Zn, sıvı vermicompost uygulaması ise Mn konsantrasyonlarına daha fazla etkide bulunurken, her iki uygulama da istatistiki olarak Cu konsantrasyonuna etkide bulunmamıştır. Kimyasal gübreleme ile vermicompost uygulamaları karşılaştırıldığında, genel olarak vermicompost uygulamasının daha etkili olduğu, kimyasal gübrelemenin ise bitkinin N konsantrasyonuna daha fazla etkide bulunduğu, Cu konsantrasyonunda ise istatistiki olarak aralarında fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, domates bitkisinin büyüme ve gelişimi üzerine vermicompost uygulamasının daha fazla etkide bulunduğu, ancak vermicompost uygulamasının %10 dozundan sonraki dozlarda etkili olmadığı, bununla birlikte kimyasal gübrelemeye alternatif olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- Açıkbaş B, Bellitürk K. 2016. Vermikompostun Trakya İlkeren/5BB Aşı Kombinasyonundaki Asma Fidanlarının Bitki Besin Elementi İçeriklerine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 13: 131-138.
- Azarmi R, Ziveh PS, Satari M R. 2008. Effect of Vermicompost on Growth, Yield and Nutrition Status of Tomato (*Lycopersicon esculentum*). Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(14):1797-1802.
- Bachman GR, Metzger JD. 2008. Growth of Bedding Plants in Commercial Potting Substrate Amended with Vermicompost. Bioresource Technology 99, 3155-3161.
- Bremner JM. 1965. Total Nitrogen. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. (methodsofsoilab), 1149- 1178.
- Büyük G, Kırpık M, Çelik A, Kuş M, Akça E, Zeydanlı U. 2017. Adıyaman İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Vermikompost Üretim Potansiyeli. Adyütayam, Cilt 5 Sayı 2;31-37.
- Coşkan A, Şenyiğit U. 2018. Farklı Sulama Suyu Düzeyi ve Vermikompost Dozlarının Marul Bitkisinin Mikro Element Alımına Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 348-356.
- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F, Yaşın S. 2011. Vermikompost ve Ahır Gübresi Uygulamalarının Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Bitkisinin Gelişimi ve Toprak Verimliliği Üzerine Etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araşt. Enst., Derim Derg., 28(1): 56-69, Antalya.
- Demir H, Polat E, Sönmez İ. 2010. Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi. Tarım Aktüel (14), 54-60.
- Edwards CA, Burrows I. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media in Neuhauser, C.A. (Ed.), Earthworms in Environmental and Waste Management. SPB Academic Publishing, The Hague, the Netherlands, pp: 211-220.
- Edwards C A. 1998. The use of earthworms in the break down and management of organic wastes. In Earth-wormecology, ed. C. A. Edwards, 327-54. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Edwards CA. 2004. Earthworm Ecology (second edition). CRC Press, Boca Raton, FL, London, New York, Washington. 448 pp.
- Eryüksel S. 2016. Farklı Oranlarda Vermikompost Uygulamasının Bazı Sebzelerin Besin Elementi İçerikleri Üzerine Olan Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Kemal Üniv., Fen Bilimleri Enst., 64 s.
- Guarda G, Padovan S, Delogu G. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. Eur J Agron. 21:181-192.
- Guo L, Wu G, Li C, Liu W, Yu X, Cheng D, Jiang G. 2015. Vermicomposting with maize increases agricultural benefits by 304 %.Agron. Sustain. Dev. 35:1149-1155.
- Hernández DM, Fornes F, Belda RM. 2014. Compost and vermicompost of horticultural waste as substrates for cutting rooting and growth of rosemary. Scientia Horticulturae 178:192-202.
- Hınıslı N. 2014. Vermikompost Gübresinin Kıvrırcık Bitkisinin Gelişmesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi ve Diğer Bazı Organik Kaynaklı Gübrelere Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniv., Fen Bilimleri Enst., 50 s.
- Hu Y, Sun Z, Wang D, Sun Y. 2004. Analysis of antagonistic microorganism in vermicompost. Chin. J. Appl. Environ. Biol. 10 (1), 099-103 (in Chinese with English abstract).
- Joshi R, Singh J, Vig AP. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 14:137-159.
- Kacar B, Inal A. 2008. Plant analysis. Nobel Pres. 1241, 891.
- Küçükyumuk Z, Gültekin M, Erdal İ. 2014. Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelişimi ile Mineral Beslenmesi Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Ziraat Fak. Dergisi. 9(1):51-58.
- Maltaş AŞ, Tavalı İE, Uz İ, Kaplan M. 2017. Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) yetiştiriciliğinde vermicompost uygulaması. Mediterranean Agricultural Sciences. 30(2):155-161.
- Murmu K, Ghosh BC, Swain DK. 2013. Yield and quality of tomato grown under organic and conventional nutrient management. Archives of Agronomy and Soil Science. Vol. 59, No. 10, 1311-1321.
- Murphy J, Riley JP. 1962. A modified single solution for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta. 27,31-36.
- Olivares FL, Aguiar NO, Rosa RCC, Canellas LP. 2015. Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. Sci. Hortic., 183:100-108.
- Orozco SH, Cegarra J, Trujillo LM, Roig A. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils. 22:162-166.
- Özer Z, Elibüyük Ö. 2006. Sonbahar, Bağ-Bahçe Temizliği Niçin Yapılmalıdır? Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tokat İl Tarım Müdürlüğü, Bitki Koruma Şubesi, Tokat. (2).
- Sevgican A. 1981. Sebzelerin Bileşimleri ve İnsan Beslenmesi ve Sağlığındaki Yeri ve Kış Boyunca Taze Olarak Saklanmaları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın no: 419, Bornova, İzmir.
- Shrivastava S, Singh K. 2013. Vermicompost to Save Our Agricultural Land. Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences, 1(4),18-20.
- Singh R, Sharma RR, Kumar S, Gupta RK, Patil RT. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Bioresource Technology 99: 8507-8511.
- Sinhal RJ, Agarwal S, Chauhan K, Chandran V, Soni, BK. 2010. Vermiculture Technology. Technology and Investment. 1,155-172.