



The Effect of Vermicompost Applied to Different Growing Media on the Development of Lettuce and Some Plant Nutrient Contents

Ceyhan Tarakçıoğlu^{1,a,*}, Damla Bender Özenc^{1,b}

¹Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Ordu University, 5200 Ordu, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 19/09/2022 Accepted : 22/09/2022</p> <p>Keywords: Hazelnut husk Peat Vermicompost Nutrient content Growing media</p>	<p>In this study, the effects of hazelnut husk (HH), peat (P) and growing medium consisting hazelnut husk + peat (HH:P) mixture on the growth of lettuce and some nutrient contents were investigated. In the experiment, vermicompost (VC) was added to 3 different media at a rate of 0-10-20-30-40-50% by volume. The research was carried out according to the randomized plot design with 3 replications. According to the research results, the fresh and dry weight of the lettuce plant, the number of leaves and the length of the leaves showed significant increases with vermicompost added to the media compared to the control, and it was determined that 40% vermicompost application to hazelnut husk and hazelnut husk+peat mixture was effective. It was determined that the root fresh and dry weight of the plant increased regularly with vermicompost applications and when the root development was evaluated in general, 50% vermicompost application on hazelnut husk+peat mixture and hazelnut husk were effective. Similarly, vermicompost added to the media regularly increased the total N, P, K, Mn and Zn contents of the lettuce plant. Considering the effect of the medias, the macro element contents of the plant were found to be higher in hazelnut husk and hazelnut husk+peat medium, Mn content in peat and Zn content in the mixture. When the effects on the growth parameters and leaf nutrient contents of the lettuce plant were evaluated, it was concluded that the addition of 40-50% vermicompost to hazelnut husk and hazelnut husk+peat media could be used as a seedling growing medium.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(11): 2204-2212, 2022

Farklı Yetiştirme Ortamına Uygulanan Vermikompostun Marul Bitkisinin Gelişimi ile Bazı Bitki Besin Maddesi İçerikleri Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 19/09/2022 Kabul : 22/09/2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Fındık zurufu Torf Vermikompost Besin elementi Yetiştirme ortamı</p>	<p>Bu çalışmada, fındık zurufu (FZ), torf (TF) ve fındık zurufu+torfun (FZ:TF) 1:1 karışımından oluşan yetiştirme ortamında, marul bitkisinin gelişimi ile bazı besin maddesi içerikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Denemede 3 farklı ortama hacimsel olarak %0-10-20-30-40-50 oranında vermicompost (VK) ilave edilmiştir. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre; marul bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak sayısı ve yaprak boyunun ortamlara ilave edilen vermicompost ile kontrole göre önemli artışlar gösterdiği ve fındık zurufu ve fındık zurufu+torf karışımına %40 vermicompost uygulamasının etkili olduğu belirlenmiştir. Bitkinin kök yaş ve kuru ağırlığının vermicompost uygulamaları ile düzenli bir şekilde arttığı ve kök gelişimi genel değerlendirildiğinde fındık zurufu+torf karışımı ve fındık zurufuna %50 vermicompost uygulamasının etkili olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, ortama eklenen vermicompost, marul bitkisinin toplam N, P, K, Mn ve Zn içeriğini düzenli olarak arttırmıştır. Ortamların etkisi göz önüne alındığında, bitkinin makro element içerikleri fındık zurufu ve fındık zurufu+torf ortamında, Mn içeriği torfta ve Zn içeriği karışımında daha yüksek bulunmuştur. Marul bitkisinin gelişim parametreleri ve yaprak besin maddesi içerikleri üzerine etkileri değerlendirildiğinde, fındık zurufu ve fındık zurufu+torf ortamlarına %40-50 oranında vermicompost ilavesinin fide yetiştirme ortamı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.</p>

^a ctarakcioglu@hotmail.com

^b <http://orcid.org/0000-0003-1846-2097> | damlabender@hotmail.com

^c <http://orcid.org/0000-0002-7839-3153>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Uzun yıllar organik madde kaynakları saksı yetiştiriciliğinde ortam bileşeni olarak kullanılırken, turba üstün fiziksel özellikleri nedeniyle bu uygulamaların yerini almış; daha yakın zamanlarda, organik atıkları çevreye duyarlı bir şekilde geri dönüştürme ihtiyacının, artan turba maliyetinin ve turba bataklıklarının küresel karbon döngüsünde oynadığı önemli rolün anlaşılmasının bir sonucu olarak eğilim yeniden değişti (Raviv, 2011). Bu nedenle, turbaya alternatif yenilenebilir, yüksek kaliteli ve düşük maliyetli substratların değerlendirilmesi gerekliliği gündeme gelmiştir (Feng ve ark., 2020). Gruda ve Braqq (2021), turba kullanımını azaltmak için yerel olarak üretilen farklı materyal bileşenleri ve karışımlarına dayanacak alternatif organik materyallerin yetiştirme ortamı bileşenleri olarak kullanımı ile sağlanacağını ifade etmişlerdir. Bitki büyümesini arttırmak için yetiştirme ortamına veya toprağa ilave edilen, doğal olarak oluşan organik maddelerden elde edilen kompost bazı (vermikompost ve kompost çayları) ve kompost bazlı olmayan (biyostimülantlar, biyokömürler, kompostlanmamış bitki parçaları, kompostlanmamış organik atık maddeler gibi) çeşitli maddelerdir (Stewart-Wade, 2020). Vermikompostlar, gözeneklilik, havalandırma ve drenaj özellikleri ve değerli bitki besinleri içeren stabil, turba benzeri substratlardır (Edwards ve Burrows, 1988). Düzenleyici olarak ortama ilave edildiğinde, ortamın gelişen fizikokimyasal özellikleri, artan besin içerikleri, yavaş salınımlı ve bitki tarafından daha kolay alınabilir dengeli bir besin formları dizisi oluşturması sayesinde tohum çimlenmesini artırabilir, çeliklerin köklenmesi, fide büyümesini ve gelişmesini iyileştirir, çiçeklenmeyi ve meyve vermeyi artırır ve hastalığı bastırır (Atiyeh ve ark., 2000; Arancon ve ark., 2004; Ali ve ark., 2007; Hernandez ve ark., 2010; Bellitürk, 2016; Motamedi ve ark., 2022).

Fındık bitkisi, 734.538 hektar üretim alanı ve 665 bin ton üretim miktarı ile ülkemizin en önemli tarım ürünlerinden biridir ve dünya fındık üretiminde birinci sırada olup İtalya, ABD ve Azerbaycan takip etmektedir (TUİK, 2020). Fındık zurufu, fındık bitkisinin hasadından sonra açığa çıkan bitkisel bir atıktır. Bir kg taze fındıktan yaklaşık 1/5 oranında kuru zuruf arta kalmakta; yani yetiştirme ortamı olarak organik atıklar arasında gelecek vaat eden malmelerden biridir. Ancak bu atıklar günümüzde hala değerlendirilmemekte ve çoğunlukla yol kenarlarında yakılarak önemli çevre sorunlarına da neden olmaktadır. Zuruf, yüksek karbon ve düşük azot miktarına bağlı olarak yüksek C/N oranına (33/1) sahip olup, zor ayrışabilen bir materyaldir. Bu yüzden toprağa karıştırılmadan önce ya kompostlanmalı (Çalışkan ve ark., 1996) ya da doğal koşullar altında bekletilmesi (en az 2 yıl) gerekir (Bender Özenç ve Özenç, 2008). Dede ve ark. (2011), fındık zurufunun yüksek stabilitesi ile saksılı üretimde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir büyük bir potansiyele sahip olduğu, ayrışma derecesine göre özelliklerinin değiştiği, tüm tane büyüklüklerinin pH ve EC değerleri yetiştirme ortamı açısından kabul edilebilir sınırlarda içerisinde olduğu, (Özenç, 2005); zurufun yüksek organik madde, P ve K kapsamı nedeniyle torfa %25'in üzerinde ilave edilmesi yetiştirme ortamlarının fiziko-kimyasal özelliklerini düzenlediği (Özenç, 2008;

Gülser ve ark., 2017), ayrıca bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği (Dede ve ark., 2006; Sezer ve Özenç, 2018; Yılmaz ve Özenç, 2012; Özdemir ve ark., 2017) ortaya konulmuştur. Ayrıca Kızılkaya ve ark. (2015a) doğal koşullarda 24 ay süreyle inkübe ettiği fındık zurufunda 30 farklı bakterinin izole edildiğini, inkübasyon süresi sonunda fındık zurufunun pH, EC ve toplam N içeriklerinin arttığını, C: N oranının 53.4'ten 22.6'ya düştüğünü belirlemiş olup; yine Kızılkaya ve ark. (2015b) fındık zurufundan elde ettiği kompostun toprakların mikrobiyal aktivitesine olumlu etkilerde bulunduğunu belirlemişlerdir. Kızılkaya ve ark. (2021), fındık zurufu, atık çamur ve sıgır gübresinin yaklaşık %20-30 oranında karışımının vermikompost üretiminde ham materyal olarak kullanılabilirliğini, atık çamurdan kaynaklı ağır metallerin vermikompost oluşum süresinde azaldığını ve solucanların ağır metalleri bünyesinde biriktirdiğini tespit etmişlerdir.

Tek yıllık bir serin iklim sebzesi olan marul, yıl boyunca açıkta ve örtü altında yetiştiriciliği yapılan bir sebzedir. Üretim periyodunun kısa, bakım ve kültürel faaliyetlerinin az ve besin içeriğinin zengin olması nedeniyle üretimi artan bir trend göstermektedir (Aybak, 2002). Bu çalışmada, önemli bir organik atık potansiyeli olan fındık zurufu ve torf ile hazırlanan yetiştirme ortamlarına farklı oranlarda ilave edilen vermikompostun marul bitkisinin gelişimi ve beslenmesi üzerine olası etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma fakültemizin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında yürütülmüştür. Denemede Iceberg Castle marul çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada 4mm'lik elekten elenmiş doğal koşullarda bekletilmiş 2 yıllık fındık zurufu (FZ), torf (TF) ve 1:1 oranında fındık zurufu:torf (FZ:TF) karışımı yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Ahır gübresinden üretilmiş olan vermikompost Ordu'da üretim yapan ticari bir firmadan temin edilmiştir. Denemede 700 mL'lik saksılara her ortama %0-10-20-30-40-50 oranında vermikompost (VK) ilave edilmiştir. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülen denemede saksılara 07/03/2019 tarihinde 1 adet marul fidesi dikilmiş ve 33 gün sonra bitkiler toprak yüzeyinden hasat edilmiştir. Yaş ağırlıkları belirlenen bitkilerin bazı ölçümleri yapıldıktan sonra çeşme suyu ve saf su ile yıkanarak hava sirkülasyonlu kurutma dolabında kurutulmuştur. Kurutulan bitki örneklerinde Kacar ve İnal, (2008) tarafından aktarılan metotlarla bitkide toplam N Kjeldahl yöntemine göre, nitrik asit ile kuru yakılan bitki örneklerinde toplam P vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemine göre, bitkide toplam K, Mn ve Zn analizleri Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre'sinde (AAS) analizleri yapılmıştır.

Ortamlarda pH 1:10 toprak su karışımında, organik madde yanma eksilmesi yöntemiyle Kacar (2009), toplam N Kjeldahl yöntemi, nitrik asit ile kuru yakılan ortamlarda P, K, Mn ve Zn analizleri AAS'de Kacar ve Kütük (2010) tarafından aktarılan metotlarla belirlenmiştir. Ortamlara ait bazı kimyasal özellikler ile besin içerikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelgeden de görüleceği üzere, zuruf ve torf materyallerinin pH değerleri kabul edilebilir aralıkta yer

alırken, vermicompost bu değerlerin üzerindedir. Organik madde içeriği torf hariç diğer iki materyalde düşük olup, toplam azot içerikleri birbirine yakındır. Fındık zurufu, P ve K makro elementleri için iyi bir kaynak olmakla birlikte, vermicompostun P içeriği oldukça yüksektir.

Denemeye ait verilerin istatistiksel analizinde Minitab 18 paket programında varyans analizleri yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklar Tukey testi ile ($P < 0,05$) değerlendirilmiştir.

Bulgular

Marul bitkisinin yaprak yaş ve kuru ağırlığı üzerine ortam, vermicompost uygulamaları ve interaksiyonun etkisi istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 1, Çizelge 2). Ortamlar birbiriyle karşılaştırıldığında en yüksek yaş ve kuru ağırlık fındık zurufu ve karışımdan elde edilmiş olup; ortam içerisinde vermicompost oranı arttıkça yaprak yaş ve kuru ağırlığı genellikle düzenli bir şekilde artış göstermiştir (Şekil 1a-b). Fındık zurufunda en yüksek yaş ve kuru ağırlık %40 oranında vermicompost uygulamasında elde edilirken; torfta %50, karışımda ise %50 ve %20 vermicompost uygulama dozlarından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Marul bitkisinin yaprak sayısı ve yaprak boyu üzerine ortam ve vermicompost uygulamalarının etkisi istatistiksel bakımdan %1, ortam x vermicompost interaksiyonu yaprak sayısında %5 ve yaprak boyunda %1 düzeylerinde önemli farklılıklar meydana getirmiştir (Şekil 1, Çizelge

2). Yaprak sayısı ve yaprak boyu, fındık zurufu ve karışımda daha yüksek olurken; vermicompost uygulama oranlarıyla birlikte kontrole göre genellikle düzenli bir artış tespit edilmiştir (Şekil 1c-d). Yaprak sayısı fındık zurufuna %40 vermicompost uygulaması ile en yüksek miktarda olurken; torf ve karışımda %50 uygulama dozunda gerçekleşmiştir. Yaprak boyu ise fındık zurufu ve torfta %40, karışımda %50 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Marul bitkisinin kök yaş ve kuru ağırlığı ile kök uzunluğu üzerine ortam ve vermicompost uygulamaları istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirirken, kök kuru ağırlığı üzerine interaksiyonun etkisi önemsiz, kök uzunluğu üzerine ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 2, Çizelge 3). Fındık zurufu:torf karışımında yetişen bitkilerin kök yaş ağırlığı ve kök uzunluğu diğer ortamlardan daha yüksek değerlere ulaşılırken, kök kuru ağırlığında ise fındık zurufu ve karışımın etkisi benzer olmuştur. Diğer yandan, sadece vermicompost uygulama oranlarının etkisi incelendiğinde ise kontrolün üzerinde düzensiz bir artış tespit edilmiştir (Şekil 2a-b-c).

Kök gelişim parametreleri üzerine ortam x vermicompost uygulamalarının etkileşimi incelendiğinde, bütün ortamlarda artan vermicompost uygulamaları ile bitkinin kök yaş ve kuru ağırlığı düzenli bir şekilde artarken, kök uzunluğu fındık zurufunda %20, torfta %50 ve karışımda %40 vermicompost uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 1. Yetiştirme ortamlarının bazı özellikleri

Table 1. Some characteristics of growing media

Ortam	pH (1:10)	% OM	N, %	P, %	K, %	Mn, ppm	Zn, ppm
Fındık zurufu	5,93	69,84	1,43	0,203	1,23	179,5	23,4
Torf	5,16	90,22	1,43	0,160	0,19	52,5	25,3
Vermikompost	7,05	32,74	1,47	0,680	0,99	305,0	16,5
İdeal değerler*	5,2-6,3	>80	-	6-10	150-249	0,02-3	0,3-3

*İdeal değerler Noguera ve ark. (2003)' göre baz alınmıştır.

Çizelge 2. Farklı ortamlara uygulanan vermicompostun marulun yaprak özellikleri üzerine etkisi

Table 2. The effect of vermicompost applied to different media on leaf properties of lettuce

Ortam	VK (%)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Yaprak Sayısı	Yaprak boyu (cm)
Fındık Zurufu (FZ)	0	45,68 ^{b-d}	5,63 ^{a-d}	13,67 ^{a-c}	11,67 ^{b-c}
	10	46,02 ^{b-d}	5,74 ^{a-c}	14,00 ^{a-c}	12,83 ^{a-d}
	20	49,84 ^{a-c}	5,85 ^{a-c}	13,67 ^{a-c}	13,00 ^{a-c}
	30	52,56 ^{ab}	5,89 ^{ab}	15,00 ^{ab}	13,33 ^{ab}
	40	54,61 ^a	5,92 ^a	15,33 ^a	13,67 ^a
	50	52,44 ^{ab}	5,34 ^{a-d}	15,00 ^{ab}	13,50 ^{ab}
Torf (TF)	0	15,17 ⁱ	2,38 ^h	8,33 ^e	8,67 ^f
	10	23,41 ^h	3,48 ^g	10,67 ^{de}	10,00 ^{ef}
	20	28,80 ^{gh}	4,23 ^{fg}	11,33 ^{cd}	11,00 ^{de}
	30	31,14 ^{fg}	4,35 ^{ef}	12,33 ^{b-d}	11,17 ^{c-e}
	40	37,70 ^{ef}	4,81 ^{d-f}	12,67 ^{a-d}	12,50 ^{a-d}
	50	40,56 ^{de}	4,87 ^{d-f}	13,67 ^{a-c}	12,00 ^{a-d}
FZ+TF (1:1)	0	36,90 ^{ef}	5,04 ^{c-f}	12,67 ^{a-d}	12,17 ^{a-d}
	10	41,07 ^{de}	5,21 ^{a-d}	13,00 ^{a-d}	12,33 ^{a-d}
	20	41,55 ^{de}	5,38 ^{a-d}	13,33 ^{a-d}	12,50 ^{a-d}
	30	41,34 ^{de}	5,06 ^{b-e}	13,67 ^{a-c}	12,00 ^{a-d}
	40	43,79 ^{c-e}	5,18 ^{a-d}	13,67 ^{a-c}	12,67 ^{a-d}
	50	45,89 ^{b-d}	5,20 ^{a-d}	14,67 ^{ab}	13,00 ^{a-c}

Çizelge 3. Farklı ortamlara uygulanan vermikompostun marulun kök özellikleri üzerine etkisi

Table 3. The effect of vermicompost applied to different media on root properties of lettuce.

Ortam	VK (%)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Kök Uzunluğu (cm)
Fındık Zurufu (FZ)	0	11,77 ^{e-g}	0,98	19,33 ^{cd}
	10	12,90 ^{ef}	1,42	21,33 ^{b-d}
	20	12,89 ^{ef}	1,53	23,33 ^{ab}
	30	13,10 ^{d-f}	1,37	21,00 ^{b-d}
	40	13,58 ^{c-f}	1,43	21,33 ^{b-d}
	50	14,43 ^{c-f}	1,79	21,67 ^{b-d}
Torf (TF)	0	5,24 ⁱ	0,64	18,67 ^d
	10	7,96 ^{hi}	1,15	20,00 ^{b-d}
	20	8,93 ^{g-i}	1,16	19,00 ^d
	30	11,08 ^{f-h}	1,19	21,67 ^{b-d}
	40	13,77 ^{c-f}	1,37	21,33 ^{b-d}
	50	15,43 ^{c-e}	1,39	22,33 ^{a-d}
FZ+TF (1:1)	0	14,36 ^{c-f}	1,22	21,67 ^{b-d}
	10	15,48 ^{c-e}	1,31	22,00 ^{a-d}
	20	16,64 ^{b-d}	1,34	22,33 ^{a-d}
	30	17,07 ^{a-c}	1,34	23,00 ^{a-c}
	40	19,56 ^{ab}	1,54	25,67 ^a
	50	20,75 ^a	1,55	23,33 ^{ab}

Çizelge 4. Farklı ortamlara uygulanan vermikompostun marulun besin maddesi içerikleri üzerine etkisi

Table 4. The effect of vermicompost applied to different media on the nutrient content of lettuce.

Ortam	VK (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
Fındık Zurufu (FZ)	0	1,69	0,279	3,42 ^{cd}	57,36 ^f	26,52 ^{efg}
	10	1,74	0,343	3,72 ^{bc}	60,60 ^f	27,76 ^{efg}
	20	1,83	0,348	3,95 ^{ab}	61,80 ^f	32,84 ^{cde}
	30	2,05	0,366	4,08 ^{ab}	63,32 ^{ef}	35,56 ^{cd}
	40	2,08	0,382	4,14 ^{ab}	64,64 ^{def}	35,92 ^{cd}
	50	2,41	0,388	4,24 ^a	66,04 ^{def}	37,88 ^{bc}
Torf (TF)	0	1,07	0,260	1,75 ^h	110,12 ^b	19,60 ^h
	10	1,17	0,314	2,43 ^g	113,12 ^b	24,44 ^{f-h}
	20	1,20	0,317	2,66 ^{fg}	131,44 ^a	31,76 ^{c-e}
	30	1,35	0,329	3,00 ^{d-f}	136,36 ^a	34,72 ^{cd}
	40	1,55	0,336	3,04 ^{d-f}	137,52 ^a	34,84 ^{cd}
	50	1,61	0,346	3,37 ^{c-e}	139,44 ^a	36,72 ^{bc}
FZ+TF (1:1)	0	1,33	0,271	2,87 ^{e-g}	75,36 ^{c-e}	21,76 ^{gh}
	10	1,48	0,324	2,99 ^{d-f}	77,24 ^{cd}	29,92 ^{d-f}
	20	1,52	0,329	3,07 ^{d-f}	80,92 ^c	35,84 ^{cd}
	30	1,55	0,338	3,10 ^{d-f}	81,36 ^c	42,56 ^{ab}
	40	1,88	0,346	3,26 ^{c-e}	84,64 ^c	44,88 ^a
	50	2,02	0,354	3,66 ^{bc}	84,96 ^c	45,84 ^a

Marul bitkisi yapraklarının toplam azot ve fosfor içerikleri üzerine ortam ve vermikompost uygulamaları istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirirken, ortam x vermikompost interaksyon ise önemsiz bulunmuştur (Şekil 3, Çizelge 4). En yüksek toplam azot ve fosfor içeriği fındık zurufu ortamında yetişen bitkilerde bulunurken, bunu karışım ortamı izlemiş ve en düşük ise torf ortamında belirlenmiştir. Yine, vermikompost uygulama oranları arttıkça bitkinin toplam azot ve fosfor içerikleri düzenli bir şekilde artırmıştır (Şekil 3a-b). Her ne kadar interaksyon etkisi önemli olmasa da vermikompost uygulamaları en fazla fındık zurufu ortamında, en az ise torf ortamında etkili olmuştur (Çizelge 4).

Bitkinin potasyum içeriği üzerine ortam, vermikompost ve interaksyonun etkileşimi istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiştir. Ortalama değerlere göre fındık zurufu ortamında yetişen

bitkilerde en yüksek toplam K içerikleri elde edilirken, en düşük K içeriği torf ortamında gerçekleşmiştir. Yine, artan oranlarda vermikompost uygulamaları da bitkinin K içeriğini düzenli olarak artırmıştır (Şekil 3c). Fındık zurufunun ve vermikompostun yüksek K içeriğine bağlı olarak, ortamlara artan oranlarda vermikompost uygulamaları bitkilerin toplam K içeriğinin daha yüksek olmasını sağlamış, %20'nin üzerinde vermikompost uygulaması yeterli bulunmuştur (Çizelge 3).

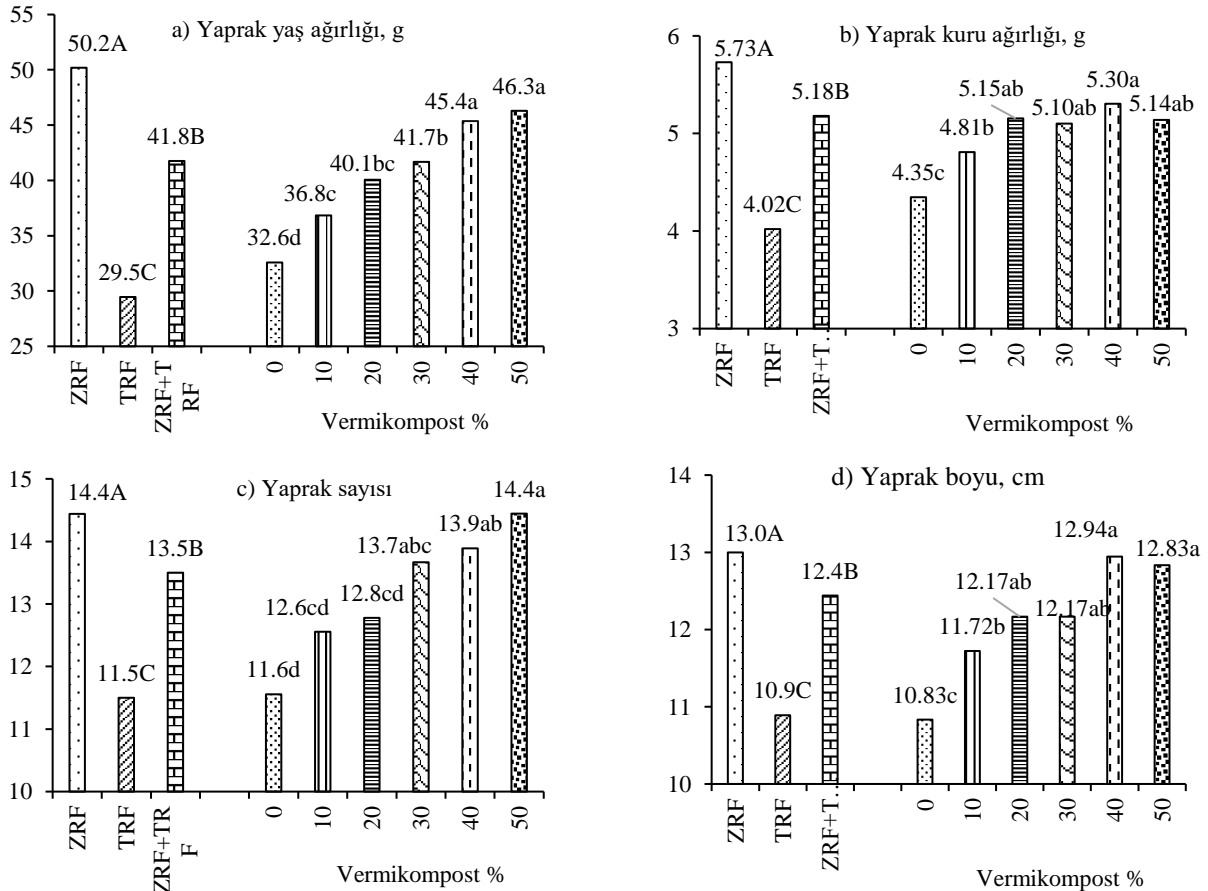
Marul bitkisinin Mn ve Zn içerikleri üzerine ortam, vermikompost ve interaksyonunu etkileşimi istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli farklılıklar meydana getirmiştir. Bitkinin Mn içeriği en yüksek torf ortamında en düşük fındık zurufu ortamında saptanırken; en yüksek Zn içeriği fındık zurufu: torf ortamında, en düşük ise torf ortamında saptanmıştır. Yine, artan oranlarda vermikompost uygulamaları da bitkinin Mn ve Zn içeriklerini düzenli olarak artırmıştır (Şekil 3d-e). Ortam x

vermikompost etkileşimi incelendiğinde, her üç ortamda vermikompost uygulaması bitkinin Mn ve Zn içeriklerini artırmış; Mn içeriği torf ortamına %20, Zn içeriği için %40 uygulamaların yeterli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

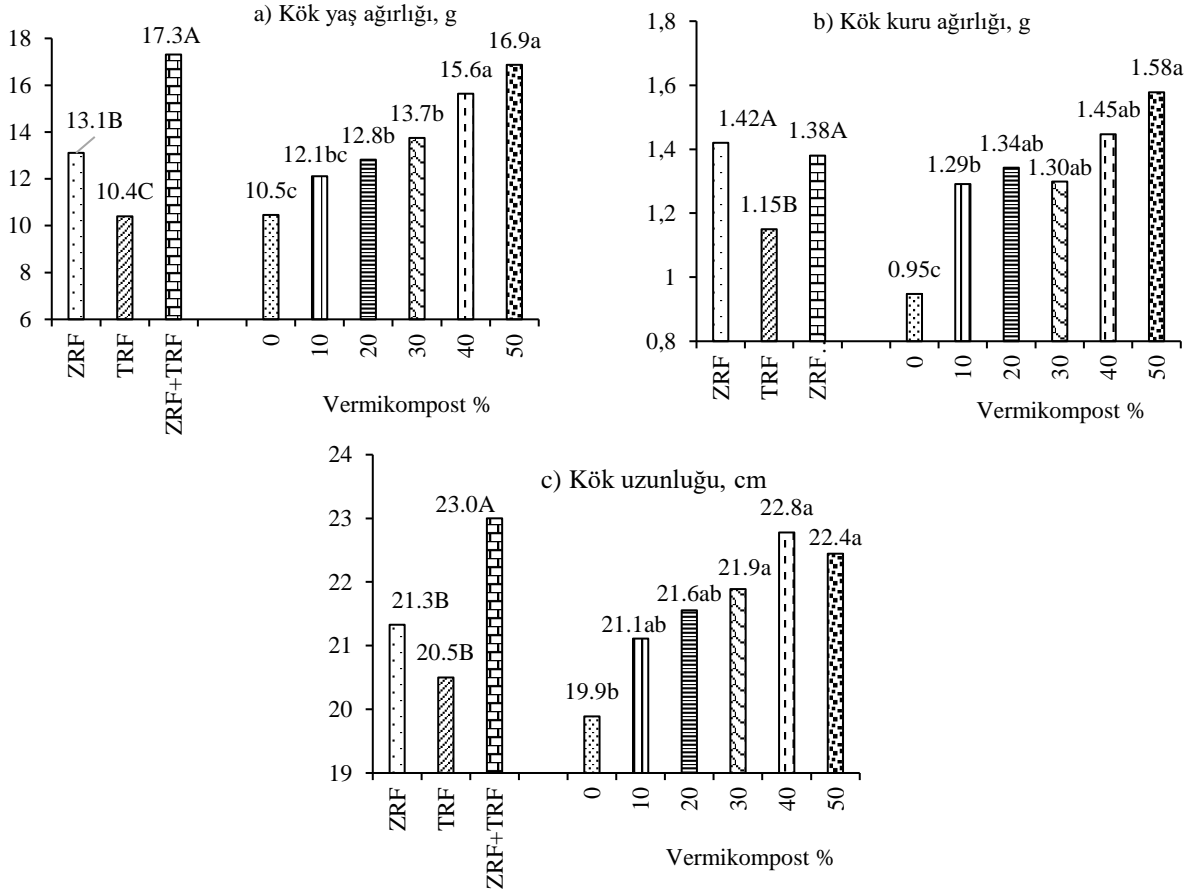
Tartışma

Marul bitkisinin toprak üstü aksamına ait bitkisel özellikleri genel değerlendirildiğinde ortamlar arasında önemli farklar olduğu ve ortamlara ilave edilen vermikompostun bitkinin yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak sayısı ve yaprak boyunun kontrolün üzerinde genellikle düzenli bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. İncelenen özellikler içerisinde fındık zurufunun istatistiki bakımdan önemli etkilerde bulunduğu ve bunu fındık zurufu:torf ortamının takip ettiği belirlenmiş olup; her iki ortama %40 vermikompost uygulamasının etkili olduğu saptanmıştır. Bir materyalin ortam olarak kullanımında kolay temin edilebilir olması yanında ideal substrat özelliklerine sahip olması önemlidir. Dede ve ark. (2011), fındık zurufunun fiziksel, hidro-fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ilgili sonuçlara dayanarak, yetiştirme ortamı için tatmin edici bir materyal olabileceğini açıklamışlardır. Tarla ve sera koşullarında vermikompost uygulamalarının toprak verimliliğini artırmak suretiyle bitki gelişimini ve besin maddesi alımını arttırdığını gösteren araştırmalar mevcuttur. Arancon ve ark. (2008), vermikompostun humik asit benzeri maddeler ve bitki hormonları kapsamı nedeniyle bitki gelişim düzenleyicisi olarak bitkinin

çimlenmesini, gelişimini ve verimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Atmaca (2012) domates ve hıyar fidesi için yetiştirme ortamı olarak vermikompost kullanımının etkileri araştırdığı çalışmada, torf ortamına ilave edilen %40 ve %60 oranındaki vermikompost uygulamasının fidelerin biyoması ve verimi üzerine iyi sonuç verdiğini tespit etmiştir. Vermikompost uygulama dozu ile Çıtak ve ark. (2011) ve Özkan ve ark. (2016) ıspanak, Köksal ve ark. (2017) pazı, Teke ve ark. (2019) domates bitkilerinin morfolojik özellikleri üzerine olumlu etkide bulunduğunu, Erdal ve Ekinci (2017) mısırdı verim ve besin maddesi alımını arttırdığını, Altunlu (2021) marul bitkisinin verimi ile bitkisel parametreleri arttırdığını tespit etmişlerdir. Durak ve ark. (2017), vermikompost uygulama dozu ile birlikte marulun verim, bitki boyu, gövde ve kök çapı ile bitkinin P, K, Mn ve Zn içeriklerini arttırdığını, Truong ve ark. (2017), farklı oranlarda çeltik kavuzu külü ve hindistan cevizi lifinden hazırladığı ortama yine çeltik atıklarından oluşturduğu vermikompostu %0-20-40-60-80-100 oranında karıştırarak yetiştirdiği domates bitkisinin gövde çapı, bitki boyu ve yaprak sayısı, gövde yaş ve kuru ağırlığının en yüksek %60 vermikompost uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir. Benzer olarak, Maltaş ve ark. (2017), vermikompost uygulamalarının kırmızı baş lahananın bitkisel özellikleri ile bitkinin N, P ve K içeriklerinde artış sağladığını açıklamışlardır. Kızılkaya ve ark. (2012), %50 atık çamur+%25 fındık zurufu+%25 sığır gübresinden elde ettiği vermikompostun buğday bitkisinin verimi üzerine pozitif etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 1. Ortam ve vermikompost uygulamalarının marulun yaprak özellikleri üzerine etkisi
Figure 1. Effect of media and vermicompost applications on leaf properties of lettuce

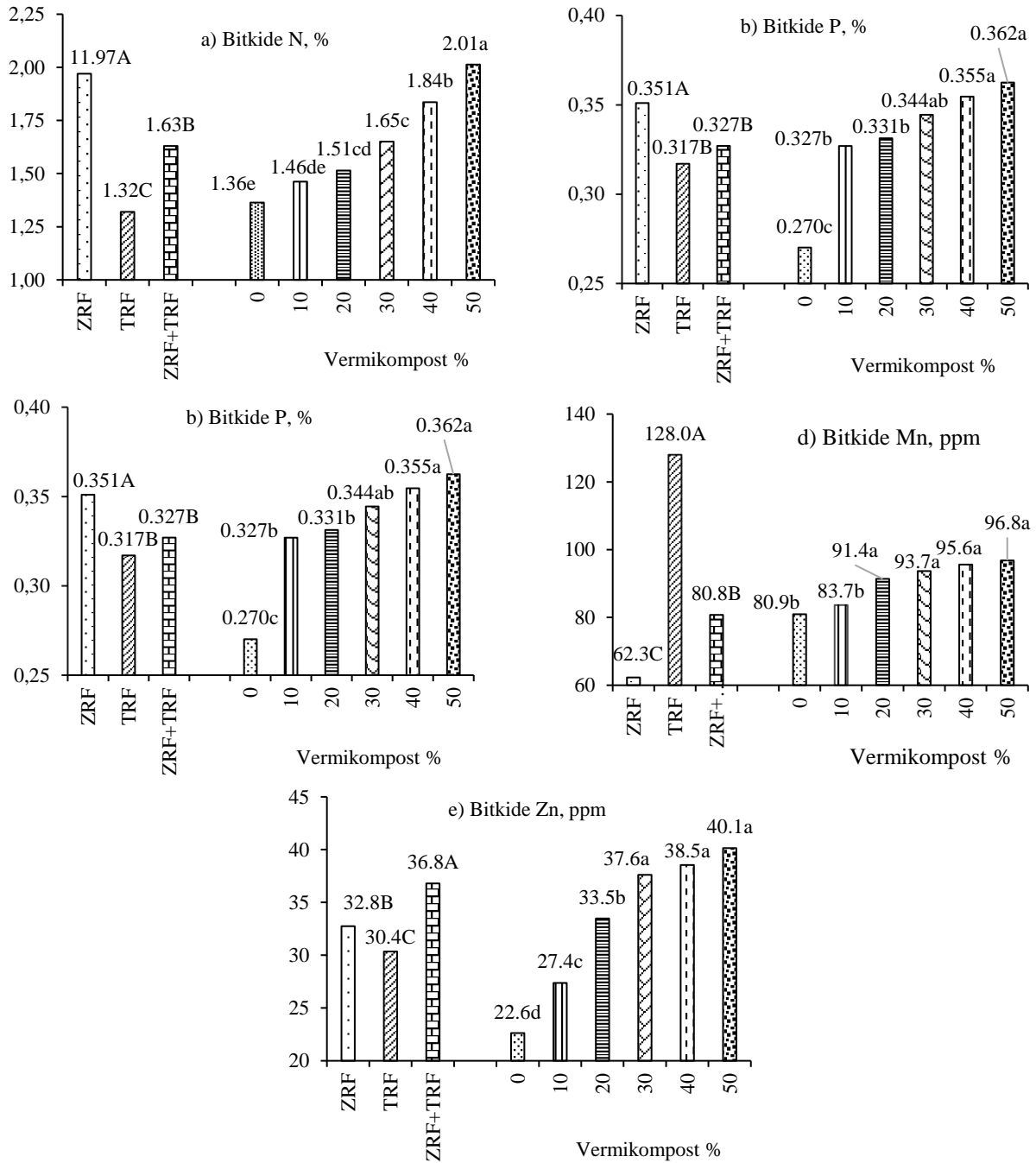


Şekil 2. Ortam ve vermicompost uygulamalarının marulun kök özellikleri üzerine etkisi
Figure 2. Effect of media and vermicompost applications on root properties of lettuce

Marul bitkisinin toprak altı aksamına ait özellikler genel değerlendirildiğinde ortamlara uygulanan vermicompost oranlarının kök gelişimini teşvik ettiği belirlenmiş olup; öncelikle fındık zurufu:torf ve sonrasında fındık zurufu ortamına %40 ve 50 oranında vermicompost uygulamasının genellikle benzer etkide bulunduğu saptanmıştır. Köklerin iyi gelişebilmesi için ortamın hava-su dengesinin uygun olması gerekir. Fındık zurufu, zuruf kompostu ve kısmen ayrılmış zuruf ortamlarının uygun havalanma kapasitesi ve kolay alınabilir su içeriğine sahiptir (Özenç, 2005; Dede ve ark., 2011; Özdemir ve ark., 2017). Bu ortamlara vermicompost ilavesi ile de kök gelişiminin teşvik edilmesi beklenen bir sonuç olmuştur. Canellas ve ark. (2002), sığır gübresi vermicompostunda humik asit tarafından adsorbe edilen oksin gruplarının kök uzamasını ve büyümesini ve plazma membranındaki H-ATPase aktivitesini teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Özenç (2006), fındık zuruf kompostunun domatesin bitki gelişimi ve kalite parametreleri üzerine olumlu etkide bulunduğunu, 0-2mm ve 2-4mm boyutlu kompostun bitki boyu, gövde ve kök kuru ağırlığını etkilediğini, sonuç olarak domates yetiştiriciliğinde toprağa %4-8 oranında karıştırılan kompostun kullanılabileceğini bildirmiştir. Özenç (2008), su stresi koşulları altında %50+50 fındık zuruf kompostu+peat ve %25+50+25 kompost+peat+perlit ortamının fiziksel ve kimyasal özellikler göre ideal ortam olduğunu, bu ortamların transpirasyon oranı, toplam kuru madde ve domatesin fide boyunu arttırdığını; su stresi koşulları altında kök/gövde oranının kuru madde ve bitki boyunun aksine arttırdığını bildirmiştir.

Marul bitkisinin besin maddesi içeriklerinin ortamlara ilave edilen vermicompost uygulama oranları ile birlikte artışı saptanmış olup; bitkinin toplam N, P ve K içerikleri üzerine fındık zurufu ve fındık zurufu:torf ortamları daha etkili olmuştur. Fındık zurufu yüksek K içeriği ile dikkat çekici bir materyaldir (Çizelge 1). Dolayısıyla %20 ve üzerine vermicompost uygulamaları ile bitki K içeriklerinde yeterli bulunmuştur. Dede ve ark. (2011), fındık zurufunun önemli bir P ve K kaynağı olduğunu bildirmişlerdir. Balcı ve ark. (2016), fındık zuruf kompostu ve fındık zurufunun diğer organik atıklara göre çilekte verim üzerine daha yüksek etkili olduğunu, yaprakların N içeriğinin de yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Vermikompostun humik asit (HA) ve mineral besin maddesi farklılığından dolayı bitki gelişimini teşvik ettiği bildirilmiştir (Atiyeh ve ark., 2000). Denemede kullandığımız vermicompost yüksek P içeriğine sahip olması (Çizelge 1), çalışmamızda ortamlara vermicompost ilavesi ile besin içeriklerindeki artışları destekler niteliktedir. Tejada ve Benitez (2015), hayvansal ve bitkisel materyallerden üretilen vermicompostun, pamuk kompostu ve peate göre domatesin bitkisel özellikleri üzerine önemli etkilerde bulunduğunu, sığır gübresinden üretilen vermicompostun bitkinin N, P ve K içeriklerini en yüksek düzeyde arttırdığını ve en düşük etkinin peatte görüldüğünü bildirmişlerdir.

Marul bitkisinin incelenen bazı mikroelement içeriklerinde, bitki Mn içeriği torf ortamında en yüksek; Zn içeriği ise fındık zurufu:torf ortamında daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 3. Ortam ve vermicompost uygulamalarının marulun besin maddesi içerikleri üzerine etkisi
Figure 3. The effect of media and vermicompost applications on the nutrient content of lettuce

Torf ortamına %20, fındık zurufu:torf ortamına ise %40 vermicompost uygulamasında bu elementler en yüksektir. Torf ortamının Mn içeriğinin diğerlerinden düşük olması (Çizelge 1) vermicompostun etkisini daha belirginleştirmiştir. Vo ve Wang (2014), çeltik kavuzu ve hindistan cevizi kabuğundan oluşan karışıma %10-50 oranında çeltik kavuzu vermicompostu uygulamasının kavunun N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Mn içeriklerini etkilediği, karışıma %20 ve 30 oranında katılan vermicompostun kavun gelişimi için uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç

Topraksız ortam yetiştiriciliğine kullanılan ana kaynakların azalmasına bağlı olarak alternatif organik atıkların kullanımı önem kazanmaktadır. Fındık bitkisinin

atığı olan zuruf ortam materyali olma potansiyeline sahiptir. Fındık zurufunun fide ve sebze yetiştiriciliği için ortam olarak değerlendirilmesine yönelik yürütülen bu çalışmada, marul yetiştiriciliğinde etkili bir materyal olduğu ortaya konmuştur. Vermicompost uygulaması yapılmayan fındık zurufu ve fındık zurufu: torf ortamlarında bitkilerin daha iyi geliştiği, ancak sadece ortam olarak torf kullanılacaksa vermicompost uygulamasının yapılması önerilmektedir. Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, marul bitkisinin gövde ve kök gelişimi ile yaprakların besin maddesi içerikleri üzerine fındık zurufu ve fındık zurufu:torf ortamına %40 oranında vermicompost ilavesinin fide yetiştirme ortamı olarak daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca besin elementleri içerisinde P, K, Mn ve Zn bakımından

önemli bir beslenme probleminin olmadığı gözlenmiş olup; özellikle ortamlara düşük düzeyde azotlu gübre ilavesinin katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Ali M, Griffiths AJ, Williams KP, Lones, DL. 2007. Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost. *European Journal of Soil Biology*, 43(5): 316-319. doi:10.1016/j.ejsobi.2007.08.045
- Altunlu H. 2021. Mikrobiyal gübre ve vermikompost uygulamalarının baş salata (*Lactuca sativa* L. var *capitata*) yetiştiriciliğinde bitki gelişimi, verim ve nitrat içeriğine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1):135-140. doi:10.29136/mediterranean.801439
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R, Metzger JD. 2004. Effect of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93(2): 139-144. doi: 10.1016/j.biortech.2003.10.015.
- Arancon NQ, Edwards CA, Babenko A, Cannon J, Galvis P, Metzger JD. 2008. Influence of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. *Applied Soil Ecology*, 39: 91-99. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.11.010>
- Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA, Metzger JD. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, 75(3): 175-180. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00064-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00064-X)
- Atmaca L. 2012. Fide Yetiştirme Ortamı Olarak Vermikompost Kullanımının Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Aybak HÇ. 2002. Salata/Marul Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık. ISBN: 975-8377-20-5.
- Balci G, Demirsoy H, Demirsoy L. 2016. The effects of different organic wastes on mineral element content in organic strawberry cultivation. *Compost Science and Utilization*, 24(3): 174-181. doi: 10.1080/1065657X.2015.1106992
- Bellitürk K. 2016. Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 31(3): 1-5, (Özel Sayı)
- Bender Özenç D, Özenç N. 2008. Sort-term effects of hazelnut husk compost and organic amendment applications on clay loam soil. *Compost Science and Utilization*, 16(3):192-199. doi:10.1080/1065657X.2008.10702377
- Canellas LP, Olivares FL, Okorokova AL, Facanha AR. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma HC-atpase activity in maize roots. *Plant Physiology*, 130(4): 1951-1957. doi:10.1104/pp.007088
- Çalışkan N, Koç N, Kaya A, Şenses T. 1996. Fındık zurufundan kompost elde edilmesi. Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Sonuç Raporu, s. 41, Giresun, Türkiye.
- Çıtak S, Sönmez S, Koçak F, Yaşın S. 2011. Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. l.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1):56-69.
- Dede OH, Koseoglu G, Özdemir S, Çelebi A. 2006. Effects of organic waste substrates on the growth of impatiens. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30(5):375-381.
- Dede OH, Dede G, Özdemir S, Abad M. 2011. Physicochemical characterization of hazelnut husk residues with different decomposition degrees for soilless growing media preparation. *Journal of Plant Nutrition*, 34(13): 1973-1984. <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.610484>
- Durak A, Altuntaş Ö, Kutsal İK, Işık R, Karaat FE. 2017. The Effects of vermicompost on yield and some growth parameters of lettuce. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(12): 1566-1570. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i12.1566-1570.1461>
- Edwards CA, Burrows I, 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media. In: Edwards, CA, Neuhauser E. (editors). *Earthworms in Waste and Environmental Management*. The Hague, The Netherlands, SPB Academic Press, pp.21-32.
- Erdal İ, Ekinci K. 2017. Effects of vermicomposts obtained from rose oil processing wastes, dairy manure, municipal open market wastes and straw on plant growth, mineral nutrition, and nutrient uptake of corn. *Journal of Plant Nutrition*, 40(15): 2200-2208. doi: 10.1080/01904167.2017.1346677
- Feng J, Zhi Y, Zhang D, Chi PC, Chu S, Hayat K, Zhou P. 2020. Rice straw as renewable components of horticultural growing media for purple cabbage. *Science of the Environment*, 747: 141274. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141274.
- Gruda NS, Braqq N. 2021. Advanced in Horticultural Soilless Culture. In: Gruda, NS (editor). *Developments in Alternative Organic Materials for Growing Media in Soilless Culture Systems*. Cambridge, UK. Burleigh Dodds Science Publishing, pp. 25-34. ISBN:9781786762924, doi:10.19103/AS.2020.0076.03
- Gülser C, Minkina T, Sushkova S, Kızılkaya R. 2017. Changes of soil hydraulic properties during the decomposition of organic waste in a coarse textured soil. *Journal of Geochemical Exploration*, 174: 66-69. doi: 10.1016/j.gexplo.2016.05.014
- Hernandez A, Castillo H, Ojeda-Barrios DL, Arras-Vota AMG. 2010. Effect of vermicompost and compost on lettuce production. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4):583-589. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392010000400008>
- Kacar B, İnal A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241.ISBN:978-605-395-036-3.
- Kacar B. 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın No: 1387.ISBN:978-605-395-184-1
- Kacar B, Kütük C. 2010. Gübre Analizleri. Nobel Yayın No: 1497.ISBN:978-605-395-306-7
- Kızılkaya R, Hepsen Turkyay FŞ, Turkmen C, Durmuş M. 2012. Vermicompost effects on wheat yield and nutrient contents in soil and plant. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(1):175-179. doi: 10.1080/03650340.2012.696777
- Kızılkaya R, Sahin N, Tatar D, Veyisolu A, Askın T, Sushkova SN, Minkina TM. 2015a. Isolation and identification of bacterial strains from decomposing hazelnut husk. *Compost Science and Utilization*, 23(3):174-184. doi: 10.1080/1065657X.2015.1014578
- Kızılkaya R, Aşkın T, Tarakcioglu C, Durmuş ÖTK, Durmuş M. 2015b. The Soil Microbial Activities Influenced by Hazelnut Husk Compost Application. In: Shein E (editor). *International Soil Congress On "Soil Science in International Years of Soils 2015"*, Sochi, Russia, 19-23 October 2015, Article Book, pp. 212-216. ISBN:978-5-4465-0807-5 (Print).
- Kızılkaya R, Yertayeva Z, Kaldybayev S, Murzabayev B, Zhapparova A, Nurseitov Z. 2021. Vermicomposting of anaerobically digested sewage sludge with hazelnut husk and cow manure by earthworm *Eisenia foetida*. *Eurasian Journal of Soil Science*, 10(1):38-50. <https://doi.org/10.18393/ejss.807762>
- Köksal SB, Aksu G, Altay H. 2017. Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (2):123-128.
- Maltaş AŞ, Tavalı İE, Uz İ, Kaplan M. 2017. Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2): 155-161.
- Motamedi A, Jafarpour M, Oshaghi M. 2022. Improving the vermicompost quality by using horticultural and agronomic residues. *Journal of Plant Nutrition*, 45(5): 727-738. doi: 10.1080/01904167.2021.1956534

- Noguera P, Abad R, Puchades AM, Noguera V. 2003. Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34(3-4):593-605. <https://doi.org/10.1081/CSS-120017842>
- Özdemir S, Dede OH, Yağub M. 2017. Assessment of long-term nutrient effective waste-derived growth media for ornamental nurseries. *Waste Biomass Valorization*, 8(8):2663-2671. doi: 10.1007/s12649-016-9716-9
- Özenç DB. 2005. Usage of hazelnut husk compost as growing medium. *Acta Horticulturae*, 686:309-319. doi:10.17660/ActaHortic.2005.686.43
- Özenç DB. 2006. Effects of composted hazelnut husk on growth of tomato plants, *Compost Science and Utilization*, 14(4):271-275. doi: 10.1080/1065657X.2006.10702296
- Özenç DB. 2008. Growth and transpiration of tomato seedlings grown in hazelnut husk compost under water-deficit stress, *Compost Science and Utilization*, 16(2): 125-131. doi: 10.1080/1065657X.2008.10702367
- Özkan N, Dağlıoğlu M, Ünser E, Müftüoğlu NM. 2016. Vermikompostun ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) verimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1):1-5.
- Raviv M. 2011. The future of composts as ingredients of growing media. *Acta Horticulturae*, 891: 19-32. doi: 10.17660/ActaHortic.2011.891.1
- Sezer E, Özenç DB. 2018. Su stresi koşulları altında fındık zuruf kompostu uygulamalarının mısır bitkisinin gelişim parametreleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(1):52-60.
- Stewart-Wade SM. 2020. Efficacy of organic amendments used in containerized plant production: Part 1-Compost-based amendments. *Scientia Horticulturae*, 266: 108856. doi: 10.1016/j.scienta.2019.108856
- Tejada M, Benítez C. 2015. Application of vermicomposts and compost on tomato growth in greenhouses, *Compost Science and Utilization*, 23(2): 94-103. doi:10.1080/1065657X.2014.975867
- Teke Ş, Coşkan A, Aktaş H. 2019. Vermikompostun domateste verim ve kalite parametreleri üzerine etkileri. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 1(1): 23-27.
- TÜİK. 2020. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Ens. Ürün Raporu, Fındık 2021. (Ed.Türkey Bars), TEPGE Yayın No: 34. ISBN:978-605-7599-88-9, Ankara.
- Truong HD, Wang CH, Kien TT. 2017. Effects of continuously applied vermicompost on media properties, growth, yield, and fruit quality of two tomato varieties, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(4): 370-382. doi:10.1080/00103624.2016.1261887
- Vo HM, Wang CH. 2014. Physicochemical properties of vermicompost based substrate mixtures and their effects on the nutrient uptake and growth of muskmelon (*Cucumis melo* L.) seedlings, *Biological Agriculture and Horticulture*, 30(3): 153-163. doi: 10.1080/01448765.2014.885851
- Yılmaz S, Özenç DB. 2012. Effects of hazelnut husk compost and tea waste compost on growth of corn plant (*zea mays* L.). 8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management". İzmir, Turkey, May 15-17. pp.620-626. ISBN:978-975-96629-9-8