



The Effect of Mycorrhiza and Organic Fertiliser Applications on the Development of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Seedlings

Hakan Kartal^{1,a,*}, Sezer Şahin^{1,b}

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 60100, Tokat, Türkiye.

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 60100, Tokat, Türkiye.

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 13.10.2024 Accepted : 22.11.2024</p> <p>Keywords: EC Mycorrhiza Pepper Organic fertilizer Vermicompost</p>	<p>This study was conducted in a fully automated heated greenhouse at Tokat Gaziosmanpaşa University in 2021. The aim of this study was to examine the impact of varying doses of mycorrhiza and organic fertiliser applications on the growth of pepper seedlings. Bulut F1 pepper variety was used in the study. The study was conducted according to the randomized experimental design with 3 replications. In the study, different doses of nutrient solution and vermicompost with and without mycorrhizae were applied to peat-perlite mixture for pepper seedling cultivation. Seedlings were removed in one and a half month. In this study, seedling height, hypocotyl length, stem diameter, number of leaves, leaf wet weight, leaf dry weight, root wet weight and root dry weight were analysed. The findings of the study indicate that the combination of vermicompost, mycorrhiza and EC treatments yielded superior outcomes in terms of stem diameter. The application of vermicompost at increasing doses resulted in an increase in seedling height and hypocotyl length. However, the vermicompost treatments themselves had no effect. In general, the EC and EC+mycorrhiza treatments were observed to be more effective than the vermicompost treatments across all treatments.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13(2): 398-405, 2025

Mikoriza ve Organik Gübre Uygulamalarının Biber (*Capsicum annuum* L.) Fidelerinin Gelişimi Üzerindeki Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 13.10.2024 Kabul : 22.11.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Biber EC Mikoriza Organik gübre Vermikompost</p>	<p>Bu çalışma 2021 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi bünyesindeki tam otomasyonlu ısıtmalı bir serada yürütülmüştür. Bu çalışmanın amacı, farklı dozlarda mikoriza ve organik gübre uygulamalarının biber fidelerinin gelişimi üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmada Bulut F1 biber çeşidi kullanılmıştır. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, biber fidesi yetiştiriciliği için torf-perlit karışımına mikorizalı ve mikorizatsız farklı dozlarda besin çözeltisi ve vermicompost uygulanmıştır. Fidler bir buçuk ayda sökülümü yapılmıştır. Bu çalışmada, fide boyu, hipokotil uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Çalışma bugularına göre, gövde çapı üzerinde vermicompost+mikoriza+EC uygulamalarının daha iyi sonuç vermiştir. Vermikompost dozları arttıkça fide boyu ve hipokotil uzunluğunda bir artış olduğu ancak vermicompost uygulamalarının etkisinin olmadığı görülmektedir. Genel olarak tüm uygulamalara bakıldığı zaman vermicompost uygulamalarına göre EC ve EC+mikoriza uygulamalarının etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir.</p>

^a kartalhan09@gmail.com

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-3870-1588>

^b sezer.sahin@gop.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-0520-3945>



Giriş

Biber (*Capsicum annum* L.), *Solanaceae* familyasına ait olup, sıcak iklimlerde tek yıllık, tropikal iklimlerde ise birkaç yıllık kültür sebzesidir. Türkiye topraklarının iklimsel ve coğrafi özellikleri göz önüne alındığında biber gen kaynağı açısından önemli bir konuma sahiptir. Dünya genelinde 36 milyon ton biber üretilmekte olup, bunun %6,5'i ülkemizden karşılanmaktadır. Türkiye, Çin ve Meksika'dan sonra yaklaşık 3,1 milyon ton üretimi ile önemli biber üreticisidir (TÜİK, 2022).

Türkiye, sivri, dolmalık ve kapa biberlerin yanı sıra salamura ve süs biberleri de dahil olmak üzere çok çeşitli biber türlerinin önemli bir üreticisidir. Gıda maddesi olarak kullanılmasına ek olarak, acı bir tat veren kapsaisin antioksidan maddesi nedeniyle biberler boya ve farmasötik ürünlerin üretiminde de kullanılmaktadır. Biber, besin değeri açısından, önemli miktarda protein, karbonhidrat, mineral ve vitamin içeren oldukça önemli bir sebzedir. Ek olarak acı biber, acı ve yakıcı bir tat veren alkaloid kapsaisin içerir. Kapsaisin, antioksidan aktivitenin yanı sıra antitümör ve tümör inhibisyonu süreçlerinde de önemli bir rol oynar (Arın, 2018), kardiyovasküler hastalıklar, kas ağrısı ve romatizma, sinir sistemi bozukluklarına iyi geldiği ve ayrıca, kan akışını teşvik ettiği ve kan basıncını düzenlediği bildirilmiştir (Vural ve ark., 2000; Şalk ve ark., 2008; Özalp, 2010).

Topraksız tarım ve fide yetiştiriciliğinde genellikle ortam olarak yaygın şekilde torf kullanılmaktadır. Ülkemizde torfun yüksek maliyeti göz önüne alındığında, organik gübre ihtiyacının tamamının tek başına torf ile karşılanması mümkün değildir. Torf (*Sphagnum* spp.) günümüzde pahalı, yenilenemeyen, istenmeyen değişken özelliklere sahip ve kullanımı kademeli olarak azaltılması gereken bir kaynak olduğu bildirilmektedir (Ceglie ve ark., 2015; Chrysargyris ve ark., 2017). Türkiye'de tarımsal ürünlerin işlenmesi sonucunda önemli miktarda bitkisel atık/artık ortaya çıkmaktadır (Baran ve ark., 1995). Yüksek organik madde içeriğine, uygun tuz içeriğine ve pH değerlerine, yüksek su tutma ve havalandırma kapasitesine sahip materyaller yetiştirme ortamı olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Yapılan pek çok çalışmada, atık malzemelerin doğrudan toprağa veya ortama ilave edilmesinin organik madde ve bitki besin kaynağı olarak hizmet edebileceğini göstermiştir. Ayrıca, bu materyallerin belirli oranlarda kullanılmasının yetiştirme ortamlarının geliştirilmesi için etkili bir yaklaşım olduğu görülmektedir (Aydeniz & Brohi, 1991; Özenç, 2004; Benito ve ark., 2005).

Toprağın doğal dengesinin iyileştirilmesine katkı sağlayacak materyallerden biri de vermikomposttur (Demir ve ark., 2010). Vermikompost, solucanlarla yapılan biyoteknolojik bir komposttur ve ayrıca organik atıkları geri dönüştüren bir gübre olarak tanımlanır (Bellitürk & Görres, 2012). Lazcano ve Dominguez (2011) vermikompostu, bitki büyümesi ve sağlığı için faydalarını gerekçe göstererek tarımda ve sera yetiştirme ortamlarında kimyasal gübrele umut verici bir alternatif olarak tanımlamıştır. Organik bir gübre olan vermikompostun kullanımı, bitkileri beslemeye ve toprak kalitesini arttırmaya hizmet ettiği için organik yetiştiriciliğin tamamında uygulanabilmektedir. Ayrıca solucan gübresi bitki büyüme hormonları içermesine ilaveten, insan sağlığı için risk oluşturabilecek bakteriyel veya patojenik ajanlar

içermemesidir (Dominguez ve ark., 1997; Yıldız, 2005; Şimşek-Erşahin, 2007; Demir, 2010; Joshi & Vig, 2010).

Mikoriza, belirli bitkilerin kökleriyle simbiyotik bir ilişki geliştiren bir grup mantarı tanımlamak için kullanılır. Bu tür mantarlar parazit olarak değil, bitkilerin destekçileri olarak hareket ederler. Mikorizalar, hifler aracılığıyla, topraktan emilmesi zor olan ve bitki köklerinin ulaşamayacağı besin maddelerinin taşınmasını kolaylaştırır. Ayrıca, vermikompost ve mikorizanın birlikte kullanılması bitkilerin verimini ve besin maddesi alımını artırabileceğini ve bitkisel üretimde faydalı bir uygulama olduğunu göstermiştir (Küçükyumuk, 2014). Bazı araştırmalar Veziküler-arbüsküler mikoriza (VAM), mantarlarının topraktan fosfor alımını teşvik ettiğini rapor etmişlerdir (Demirkaya ve ark. 2016).

Hem mikoriza hem de vermikompostun birlikte kullanıldığı çalışmada, biber bitkilerinin büyümesinde ve besin elementi alımında bir artış gözlemlenmiştir (Küçükyumuk ve ark., 2014). Bir başka vermikompost çalışmasında, mısır bitkisinin veriminde %50'e yakın artış sağladığı (Durukan ve ark., 2020), biochar ve vermikompostun ortamda birlikte kullanılması bitkide rizosfer kök bölgesi ve mikrobiyal biyokütle açısından olumlu etkileri olduğu (Yılmaz ve Kurt, 2020), ayrıca, çilek, biber ve domates bitkilerinde sürgün uzunluğunu, yaprak alanını ve meyve kalitesinde artış olduğu bildirilmiştir (Arancon ve ark., 2003). Yapılan benzer araştırmalarda, vermikompost ve mikoriza uygulamalarının domates, hıyar, lahana ve marul bitkisinde çimlenme, fide gelişimi ve ürün verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir (Öcalan ve Sağlam, 2022). Ancak bu çalışmada, vermikompost ve mikoriza uygulamalarının birlikte ve ayrı kullanımına ek olarak sentetik gübre uygulamaları ile karşılaştırılması çalışmanın özgün yönünü oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, biber fidesi yetiştirme ortamına farklı dozlarda vermikompost, mikoriza ve EC (Tam gübre ve yarım gübre) uygulamalarının fide gelişimi ve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemektir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma 2021 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi'nde ısıtılmı serada kekkila torfu kullanılarak 150'lik fide yetiştirme viyollerinde yapılmış olup torf ve vermikompost özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Her uygulama konusuna bir viyol biber tohumu ekilmiş ve viyollerin kenar sırası kenar tesiri olarak kabul edilmiş, viyoller 3 eşit şekilde bölünüp ve 3 tekerrür olmak üzere her tekerrürde 10 bitki üzerinde ölçüm yapılmış ve bir bitki ortalaması olarak alınmıştır.

Fideler ekimden yaklaşık 40 gün sonra hasat edilmiştir. Fidelerin yaş ağırlıkları, hipokotil uzunlukları, gövde çapları, yaprak sayıları, fidelerin biyomasi ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Fidelerin gübrelenmesi için hazırlanan besin elementi çözeltisinde 100 ppm N, 50 ppm P, 100 ppm K, 100 ppm Ca, 50 ppm Mg ve 50 ppm S içermektedir. Mikro element uygulamaları da yapılmıştır. Çalışmada farklı vermikompost dozların etkisini tam gübre dozu (EC 1) ile yarım gübre (EC2) dozu ile besleme şartlarında da görmek ve gübre dozu ile vermikompost dozları arasında ilişkiye bakılmak istenmiştir.

Çizelge 1. Sphagnum torfu ve vermikompost özellikleri
Table 1. Properties of sphagnum peat and vermicompost

Sphagnum Torfu	
Özellikler	Değerler
Organik madde (%)	95
pH	5,5
EC (dS m ⁻¹)	2,5
Azot (%)	0,014
Fosfor (%)	0,016
Potasyum (%)	0,018
Magnezyum (%)	0,001
Silisyum (mg l ⁻¹)	187
Demir (mg l ⁻¹)	0,9
Mangar (mg l ⁻¹)	1,6
Bor (mg l ⁻¹)	0,3
Çinko (mg l ⁻¹)	0,4
Bakır (mg l ⁻¹)	1,5
Molibden (mg l ⁻¹)	0,5
Vermikompost	
Organik madde (%)	64
pH	7,5
EC (dS m ⁻¹)	2,15
C/N	18,71
Azot (%)	1,25
Fosfor (%)	0,55
Potasyum (%)	1,02

Çizelge 2. EC uygulamalarının haftalara göre dağılımı
Table 2. Distribution of EC applications by week

Uygulamalar	Haftalar				
	1.	2.	3.	4.	5.
EC 1 (dS/m)	-	1,2	1,4	1,6	1,9
EC 0,5 (dS/m)	-	0,92	1,02	1,12	1,22

Fidelere uygulanacak gübre çözeltilisinin hazırlanmasında bitki besin elementlerinin birbirine oranı, Azot (N) 2,5, Fosfor (P) 1,0, Potasyum (K) 2,0, Kalsiyum (Ca) 1,0 ve Magnezyum (Mg) 0,5 alınarak hazırlanmıştır. Çözeltinin içerisine uygun dozlarda Fe, Cu, Zn, Mn ve B ilavesi yapılarak EC gübre dozları hazırlanmıştır. EC 1 ve EC 0,5 besin çözeltilisinin EC miktarı ve haftalara göre verilme dozu Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Biber bitkisinde gerçek yapraklar görülmeye başladıktan sonra EC 1,4 ve 1,8 mmhos/cm ile muamele edilmiştir. Mikoriza uygulaması, bitki kökleriyle simbiyotik etkileşime girebilen Endo Roots Soluble (ERS) ticari mikoriza kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mikoriza BioGlobal firmasından satın alınmış ve 5000 mg/7kg hazırlanmış ve tohum ekiminden dört gün sonra her bir vilyole 50 ml saf su ile mikoriza uygulaması yapılmıştır. Fideler üzerinde uygulamaların etkisini belirlemek için, biber fideleri ortalama 1,5 ay içerisinde toprak üstü aksamından kesilmiş ve gözlemler (fide, hipokotil uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak yaş-kuru ağırlığı ve kök yaş-kuru ağırlığı) yapılmıştır. Çalışmada, fide boyu, yetiştirme ortamının yüzeyinden en uzun yaprağın ucuna kadar ölçülmüştür. Hipokotil uzunluğu,

kök boğazından kotiledon yapraklarına kadar ölçülmüştür. Gövde çapı, fidelerin kök boğazının üstünden dijital bir kumpas ile ölçülmüştür. Yaprak sayısı, hasattan önce yapılmıştır. Fideler hasat edildikten sonra damıtılmış su ile temizlenmiş ve oda sıcaklığında kısa bir süre bekletilmiş ve ağırlıklar hassas terazi kullanılarak belirlenmiştir. Toprak üstü kısımlar ve kökler ayrı ayrı tartılmış ve ağırlık sabit kalana kadar 65°C’de bekletilmiştir. Son olarak, yeşil aksam ve kökler kurumaya bırakılmıştır. Veriler SPSS 20.0 yazılım paketi kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamaları %1-5 düzeyinde karşılaştırmak için Duncan’ın çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada biber fide gelişimine yönelik yetiştirme ortamına yapılan organik gübre uygulamalarının etkileri Çizelge 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10’da sunulmuştur.

Biber bitkisinin fide boyu üzerine, EC, EC+mikoriza ve Mikoriza+vermikompost interaksiyonları arasında %5 düzeyinde önemli bir fark olduğu, EC+vermikompost ve EC+mikoriza+vermikompost uygulamalarında ise fide boyu üzerine farkın önemsiz olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Uygulamalar arasında en yüksek fide boyu %0 vermikompost uygulamasında 7,22 cm iken, en düşük fide boyu ise %20 vermikompost uygulamasında 6,06 cm arasında değişim göstermiştir. Sönmez (2017), domates fidesi yetiştiriciliğinde, torf, atık mantar kompostu ve perlitten oluşan çeşitli karışımlar kullanılarak yapılan çalışmada, fide boyunda en yüksek değer (8,70 cm) ile %30 perlit+%70 atık mantar kompostu içeren karışımdan elde edilmiştir. Momirovic ve ark. (2000) tarafından yürütülen bir çalışmada, torf, kompost, kompost + torf ve torf+zeolit gibi farklı organik ortamların biberde fide gelişimi ve kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, fide boyu 14,62-13,79 cm arasında bulunmuştur. Durukan, (2004) bazı sebze türlerinde (domates-biber) fide yetiştirme ortamı olarak tütün tozu kompostunun saf ve farklı oranlarda kullanılabilirliği üzerine yaptığı çalışma sonucunda, fide boyu domates bitkisinde 22,49-5,73 cm arasında biber bitkisinde 16,40-5,74 cm arasında olduğu görülmüştür. Çelebi (2019) serada farklı yetiştirme ortamlarının kullandığı çalışmada ise fidelerin ortalama uzunluğu 4,5-9,8 cm arasında olduğunu bildirmiştir. Sonuçlar Verdonck (1991), Olympios (1992), Kreen ve ark. (2002) ve Şirin ve ark. (2010) tarafından bildirilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Biber bitkisinin hipokotil boyu üzerine EC+mikoriza uygulamasında %0,01, mikoriza+vermikompost uygulamasında ise %0,05 düzeyinde önemli bir fark olduğu, diğer uygulamalar arasındaki farkların ise önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Mikoriza+vermikompost uygulamasında ortalamalara göre en yüksek hipokotil uzunluğu 4,28 cm ile %0 mikoriza+vermikompost dozunun EC 1 uygulamasında, EC 0,5 dozunda ise 4,17 cm ile %10 mikoriza+vermikompost uygulamasından elde edilmiştir. EC+mikoriza+vermikompost uygulamasında ise %0 ve %10 vermikompost uygulamalarından en iyi sonuç elde edilmiştir.

Çizelge 3. Biber bitkisinde organik gübre uygulamalarının fide boyu (cm) üzerindeki etkileri

Table 3. Effects of organic fertilizer applications on seedling length (cm) in pepper plants

Vermikompost Oranları (%)	EC 0,5				EC 1				
	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	EC+M+V
	-	+	öd	*	-	+	öd	*	öd
0	6,13	6,83	6,48	6,75b	7,37	8,57	7,97	7,70a	7,22
10	6,37	6,43	6,40	7,35a	8,33	6,13	7,23	6,28b	6,82
20	5,73	5,97	5,85	6,63b	7,53	5,00	6,27	5,48c	6,06
(EC+mikoriza) *	6,08b	6,41a			7,74a	6,57b			
(EC) *	6,24 b				7,16 a				

(EC × MKRZ : * EC × VRMKST: öd MKRZ × VRMKST : * EC × MKRZ × VRMKST: öd); öd : Uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu gösterir, * : Uygulamalar arasındaki farkın %5 düzeyinde önemli olduğunu gösterir (P≤0,05).

Çizelge 4. Biber bitkisinde organik gübre uygulamalarının hipokotil boyu (cm) üzerindeki etkileri

Table 4. Effects of organic fertilizer applications on hypocotyl length (cm) in pepper plants

Vermikompost Oranları (%)	EC 0,5				EC 1				
	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	EC+M+V
	-	+	öd	*	-	+	öd	*	öd
0	3,30	3,93	3,62	3,88b	4,47	4,63	4,55	4,28a	4,08
10	3,77	4,07	3,92	4,17a	4,57	3,40	3,98	3,73b	3,95
20	3,43	3,47	3,45	3,80b	4,17	2,67	3,42	3,07b	3,43
(EC+mikoriza) **	3,50b	3,82a			4,40a	3,57b			
(EC) öd	3,67				3,98				

(EC × MKRZ: **EC × VRMKST: öd MKRZ × VRMKST: * EC × MKRZ × VRMKST: öd); öd : Uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu gösterir, * : Uygulamalar arasındaki farkın %5 düzeyinde önemli olduğunu gösterir (P≤0,05); ** : Uygulamalar arasındaki farkın %0.1 düzeyinde önemli olduğunu gösterir (P≤0,01).

Çizelge 5. Biber bitkisinde organik gübre uygulamalarının gövde çapı (mm) üzerindeki etkileri

Table 5. Effects of organic fertilizer applications on stem diameter (mm) in pepper plants

Vermikompost Oranları (%)	EC 0,5				EC 1				
	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	EC+M+V
	-	+	öd	öd	-	+	öd	öd	*
0	2,93	2,83	2,88	2,92	2,90	3,07	2,98	2,95	2,93 a
10	2,83	2,93	2,88	2,97	3,10	2,53	2,82	2,73	2,85 ab
20	2,63	2,57	2,60	2,65	2,67	2,93	2,80	2,75	2,70 b
(EC+mikoriza) öd	2,80	2,78			2,89	2,84			
(EC) öd	2,79				2,87				

(EC × MKRZ : ödEC × VRMKST : öd MKRZ × VRMKST : ödEC × MKRZ × VRMKST : *); öd : Uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu gösterir, * : Uygulamalar arasındaki farkın %0,5 düzeyinde önemli olduğunu gösterir (P≤0,05).

Biber fidelerinin gövde çapı açısından tüm uygulamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuş, ancak EC+mikoriza+vermikompost uygulamasında istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bir fark gözlenmiştir. EC+vermikompost uygulamasında ortalamalara göre en yüksek gövde çapı 2,98 mm (%0 EC+vermikompost dozunun EC 1 uygulamasından), EC 0,5 dozunda ise 2,97 mm (%10 mikoriza+vermikompost uygulamasından) elde edilmiştir. EC+mycorrhiza+vermikompost uygulamasında, %0 vermikompost dozunda 2,93 mm ile en iyi sonucu vermiştir (Çizelge 5).

Aydın ve Demirsoy (2020), vermikompost ve torf ile yaptıkları çalışmada, biber bitkisinde vermikompost uygulamasında 13,44 mm, torf uygulamasından 12,40 mm gövde çapı elde etmişlerdir. Roy ve ark. (2011) biber bitkisinde yaptıkları çalışmada, en yüksek gövde çapı 12,40 mm olarak vermikompost ortamında bulmuşlardır. Bir başka benzer çalışmada, Khan ve ark. (2019) biberde en yüksek gövde çapı 1,69 cm olarak vermikompost uygulanan ortamdaki, en düşük gövde çapının ise 1,33 cm ile kontrol uygulamasından tespit etmişlerdir. Abdel-Razzak ve ark. (2019) kompost ve torf ortamlarını acı biber fidesi yetiştiriciliğinde kullandıkları çalışmada, gövde çapı 1,39-1,91 mm olarak bulmuşlardır. Durukan, (2004) tütün

tozu kompostunun saf ve farklı oranlarda bazı sebze türlerinde (domates-biber) fide yetiştirme ortamı olarak kullanılması üzerine yapılan çalışmada, gövde çapı domates bitkilerinde 0,22 ile 0,52 cm, biber bitkilerinde ise 0,17 ile 0,47 cm arasında bulunmuştur. Farklı sebze türlerinde yapılan çalışmalarda, Sönmez (2017) domates bitkisinde yetiştirme ortamı olarak torf, perlit ve atık mantar kompostunu denediği çalışmada, en yüksek gövde çapı (2,91 cm) atık mantar kompostu ortamından elde etmiştir. Yılmaz ve ark. (2018) farklı organik ortamlarla domates fidesi ile yapılan çalışmada, %50 atık mantar kompostu+%50 torf ortamından en yüksek gövde çapı (3,55 mm), %100 perlit ortamı içeren uygulamada ise en düşük gövde çapı (1,49 mm) elde etmişlerdir.

Biber bitkisinde yaprak sayısı bakımından uygulamalar arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6). Bütün uygulamalara bakıldığında ise yaprak sayısı 5,81-5,41 adet arasında olduğu görülmektedir. Durukan, (2004) tütün tozu kompostunun saf ve farklı oranlarda fide yetiştirme ortamı olarak domates ve biber bitkisinde kullanılabilirliği üzerine yaptığı çalışmada, yaprak sayısı domates bitkisinde 3,33-6,56 adet arasında, biber bitkisinde ise 2,67-8,90 adet arasında olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 6. Biber bitkisinde organik gübre uygulamalarının yaprak sayısı (adet) üzerindeki etkileri

Table 6. Effects of organic fertilizer applications on the number of leaves in pepper plants.

Vermikompost Oranları (%)	EC 0,5				EC 1				
	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	EC+M+V
	-	+	öd	öd	-	+	öd	öd	öd
0	5,77	6,03	5,90	5,80	5,83	5,53	5,68	5,78	5,79
10	6,03	6,03	6,03	6,12	6,20	4,97	5,58	5,50	5,81
20	5,67	5,37	5,52	5,57	5,47	5,13	5,30	5,25	5,41
(EC+mikoriza) öd	5,82	5,81			5,83	5,21			
(EC) öd		5,82				5,52			

(EC × MKRZ : öd EC × VRMKST : öd MKRZ × VRMKST : öd EC × MKRZ × VRMKST : öd); öd : Uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu gösterir.

Çizelge 7. Biber bitkisinde organik gübre uygulamalarının yaprak yaş ağırlığı (g) üzerindeki etkileri

Table 7. Effects of organic fertilizer applications on leaf fresh weight (g) in pepper plants

Vermikompost Oranları (%)	EC 0,5				EC 1				
	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	EC+M+V
	-	+	öd	öd	-	+	öd	öd	öd
0	19,33	20,00	19,67	20,33	21,33	26,67	24,00	23,33	21,83
10	20,00	18,00	19,00	23,67	27,33	20,33	23,83	19,17	21,42
20	16,67	16,67	16,67	19,83	23,00	25,33	24,17	21,00	21,41
(EC+mikoriza) öd	18,67	18,22			23,89	24,11			
(EC) **		18,44 b				24,00 a			

(EC × MKRZ : öd EC × VRMKST : öd MKRZ × VRMKST : öd EC × MKRZ × VRMKST : öd); öd : Uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu gösterir; ** : Uygulamalar arasındaki farkın %0,1 düzeyinde önemli olduğunu gösterir (P≤0,01).

Çizelge 8. Biber bitkisinde organik gübre uygulamalarının yaprak kuru ağırlığı (g) üzerindeki etkileri

Table 8. Effects of organic fertilizer applications on leaf dry weight (g) in pepper plants

Vermikompost Oranları (%)	EC 0,5				EC 1				
	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	EC+M+V
	-	+	öd	öd	-	+	öd	öd	öd
0	2,13	2,10	2,12	2,25	2,37	2,40	2,38	2,25	2,25
10	1,67	2,33	2,00	1,95	2,23	2,20	2,22	2,27	2,11
20	2,23	2,10	2,17	2,38	2,53	2,30	2,42	2,20	2,29
(EC+mikoriza) öd	2,01	2,18			2,38	2,30			
(EC) *		2,09 b				2,34 a			

(EC × MKRZ : öd EC × VRMKST : öd MKRZ × VRMKST : öd EC × MKRZ × VRMKST : öd); öd : Uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu gösterir; * : Uygulamalar arasındaki farkın %0,5 düzeyinde önemli olduğunu gösterir (P≤0,05).

Momirovic ve ark. (2000) tarafından farklı organik ortamların biberde fide büyümesi ve kalitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, yaprak sayısı 6,1 ile 6,7 adet arasında bulunmuştur. Abdel-Razzak ve ark. (2019) kompost ve torf ortamlarının acı biber fidesi yetiştiriciliğinde kullanıldığı çalışmada, yaprak sayısı 5,40-5,90 adet olarak bulunmuştur. John ve Prabha (2013) Biber fide kalitesini belirlemek amacıyla organik(vermikompost) ve inorganik (sentetik gübre) ortamları denediği çalışmada, yaprak sayısı, kök uzunluğu ve sürgün uzunluğu bakımından en iyi sonucu vermikompost uygulamasından elde etmişlerdir.

Markoviç ve ark. (2000) tatlı biberde farklı (torf, kompost + torf, kompost, torf ve zeolit) yetiştirme ortamları üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek yaprak sayısı (6,5 adet) 2:1 torf: zeolit ortamından elde edildiğini bildirmişlerdir. Farklı sebze türleri üzerine yapılan çalışmalarda, Akbaşak ve Koral (2014), çeltik kabuğu ve torf ortamının farklı kombinasyonlarını hıyar fideleri üzerinde denediği çalışmada, çeltik kabuğunun torf ile kombine edildiği uygulamalarda, fideler arasında yaprak sayısının 4,11 ile 5,33 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sönmez (2017) domates bitkisinde yetiştirme ortamı olarak torf, perlit ve atık mantar

kompostunu denediği çalışmada, en fazla yaprak sayısı (5,03 adet) karışımında %70 mantar kompostu bulunduran ortamdan elde edilmiştir. Aktaş ve ark. (2013) Mantar kompostu, volkanik tüf, kokopit, perlit ve talaş bulunan çeşitli yetiştirme ortamlarının patlıcan bitkilerindeki yaprak sayısı üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir.

Biber bitkisinin yaprak yaş ağırlığı üzerine sadece EC uygulamasında %1 düzeyinde önemli bir fark oluşmuş, diğer uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşmamıştır (Çizelge 7). En yüksek yaprak yaş ağırlığı %0 vermikompost uygulamasında (21,83 g), en düşük yaprak yaş ağırlığı ise %20 vermikompost uygulamasında (21,41 g) gözlenmiştir. Markoviç ve ark. (2000) tatlı biberde farklı (torf, kompost + torf, kompost, torf ve zeolit) yetiştirme ortamları üzerine yaptıkları çalışmada en iyi sonuç 21,6 cm fide boyu, 2,5 g fide ağırlığı %16,3 kuru madde ile 2:1 torf: zeolit ortamından elde edilmiştir. Durukan, (2004) tütün tozu kompostunun saf ve farklı oranlarda bazı sebze türlerinde (domates-biber) fide yetiştirme ortamı olarak kullanılması üzerine yapılan çalışmada, yaş ağırlık domates bitkisinde 10,70-0,53 g arasında biber bitkisinde 12,46-0,52 g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 9. Biber bitkisinde organik gübre uygulamalarının kök yaş ağırlığı (g) üzerindeki etkileri

Table 9. Effects of organic fertilizer applications on root fresh weight (g) in pepper plants

Vermikompost Oranları (%)	EC 0,5				EC 1				
	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	EC+M+V
	-	+	öd	öd	-	+	öd	öd	öd
0	11,33	11,67	11,50	11,17	11,00	14,33	12,67	13,00	12,08
10	12,67	13,67	13,17	13,17	13,67	12,33	13,00	13,00	13,08
20	13,33	12,00	12,67	13,67	14,00	16,67	15,33	14,33	14,00
(EC+mikoriza) öd	12,45	12,44			12,89	14,44			
(EC) öd		12,44				13,67			

(EC × MKRZ : ödEC × VRMKST : öd MKRZ × VRMKST : ödEC × MKRZ × VRMKST : öd); öd : Uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu gösterir.

Çizelge 10. Biber bitkisinde organik gübre uygulamalarının kök kuru ağırlığı (g) üzerindeki etkileri

Table 10. Effects of organic fertilizer applications on root dry weight (g) in pepper plants

Vermikompost Oranları (%)	EC 0,5				EC 1				
	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	Mikoriza	Mikoriza	EC+V	M+V	EC+M+V
	-	+	öd	öd	-	+	öd	öd	öd
0	0,98	0,94	0,96	1,00	1,02	1,02	1,02	0,98	0,99
10	0,99	0,93	0,97	0,99	1,00	1,02	1,01	0,97	0,98
20	0,94	0,93	0,94	0,97	1,01	1,01	1,01	0,97	0,97
(EC+mikoriza) öd	0,97	0,94			1,01	1,02			
(EC) **		0,95 b				1,01 a			

(EC × MKRZ : ödEC × VRMKST : öd MKRZ × VRMKST : ödEC × MKRZ × VRMKST : öd); öd : Uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu gösterir; ** : Uygulamalar arasındaki farkın %0.1 düzeyinde önemli olduğunu gösterir (P≤0.01).

Biber bitkisinin yaprak kuru ağırlığı üzerine EC uygulamasında %5 düzeyinde önemli ancak diğer uygulamalar arasında farkın önemsiz olduğu gözlenmiştir (Çizelge 8). En yüksek yaprak kuru ağırlığı (2,29 g) %20 vermikompost uygulamasında, en düşük yaprak kuru ağırlığı (2,11 g) %10 vermikompost uygulamasında görülmüştür. Durukan (2004), saf ve farklı oranlarda tütün tozu kompostunun bazı sebze türlerinde (domates-biber) fide yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği üzerine bir çalışma yürütmüştür. Domates bitkilerinde kuru ağırlık 1,46 ile 0,22 g arasında, biber bitkilerinde ise 1,54 ile 0,13 g arasında olduğunu bildirmiştir. Yılmaz ve ark. (2018) domates fidesi gelişimi üzerine farklı organik ortamların etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada, en yüksek bitki kuru ağırlığı %25 atık mantar kompostu ve %75 torf ortamı içeren uygulamada (0,245 g), en düşük ise %100 perlit ortamından (0,006 g), elde edilmiştir.

Biber bitkisinde, kök yaş ağırlığı üzerine uygulamalar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 9). Ortamlar birbirleri ile karşılaştırıldığında en yüksek kök yaş ağırlık 14,00 g ile % 20 vermikompost uygulamasından en düşük ise 12,08 g ile %0 vermikompost uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 9). Atmaca, (2012) domates ve hıyar bitkileri üzerinde 2011 ve 2012 yıllarında vermikompostun fide yetiştirme ortamı olarak kullanıldığı çalışmada, domates üst aksam yaş ağırlık 2011 yılında ortalama 15 g, 2012 yılında ise 18,97 g arasında olduğu bildirilmiştir. Abdel-Razzak ve ark. (2019) kompost ve torf ortamlarının acı biber fide yetiştiriciliğinde kullanıldığı çalışmada, kök ağırlığı 3,40-6,78 g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Farklı sebze türünde yapılan çalışmada, Akbaşak ve Koral, (2014) çeltik kavuzu ile torf ortamlarının farklı oranlarda kombinasyonlarını hıyar fidesi üzerinde denedikleri çalışmada, kök ağırlığını 23,33-56,78 g arasında bulmuşlardır.

Domates fiderinin kök kuru ağırlığı üzerine sadece EC uygulamasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak

önemli bir fark gözlenmiştir (Çizelge 10). Abdel-Razzak ve ark. (2019) kompost ve torf ortamlarının acı biber fide yetiştiriciliğinde kullanıldığı çalışmada, kök kuru ağırlık 0,43-1,03 g olarak bulunmuştur. Küçükyumuk ve ark. (2014) vermikompost ve mikorizanın biber bitkileri üzerindeki etkileri üzerine yapılan bir çalışmada, her iki (vermikompost-mikoriza) uygulamasında bitkinin yaş, kuru ve besin alımını artırdığı bildirilmiştir.

Sonuç

Birçok araştırma, vermikompost ve mikoriza gibi organik gübrelerin kullanımının topraktan besin alımını artırdığı, bitki büyümesini desteklediği, topraktaki organik ve humik madde oranını artırdığı ve mikrobiyal aktivitenin yükselmesine katkı sağladığını göstermektedir. Günümüz fide üretiminde en yaygın kullanılan torf ve kokopit gibi ortamlar yurt dışından ithal edilmekte, bu da maliyetlerin yükselmesine ve dolayısıyla fide üretim maliyetinin artmasına neden olmaktadır. Fide üretiminde artan maliyeti azaltmanın yollarından biri fide harçlarına belli oranda organik materyaller ortamlara dahil edilerek bir nevi maliyetin azaltılması sağlanabilmektedir.

Bu çalışmanın bulguları, EC, mikoriza ve vermikompost dozlarının uygulamalar üzerindeki etkileri farklılık göstermektedir. Vermikompost+mikoriza+EC uygulamasının gövde çapı üzerinde daha iyi sonuç verdiği ancak diğer uygulamalar üzerinde vermikompost dozlarının herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Vermikompost dozları arttıkça fide boyu ve hipokotil uzunluğunda bir artış olduğu ancak bu artışta EC ve EC+mikoriza uygulamalarının daha fazla etkisinin olduğu görülmektedir. Sonuç olarak fide harcına belirli oranlarda vermikompost ve mikoriza ilavesinin bitki gelişimini artırdığını ve organik kökenli materyallerin karışıma eklenmesi sonucunda sentetik gübrelerin etkisinin arttığını söyleyebiliriz.

Beyanlar**Yazar Katkı Beyanı**

Yazarların makaleye eşit şekilde katkıları bulunmaktadır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Abdel-Razzak, H., Alkoaik, F., Rashwan, M., Fulleros, R., & İbrahim, M. (2019). Tomato waste compost as an alternative substrate to peat moss for the production of vegetable seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 42:3, 287-295, doi: 10.1080/01904167.2018.1554682
- Aktas, H., Daler, S., Ozen, O., Gencer, K., & Bayındır, D. (2013). The effect of some growing substrate media on yield and fruit quality of eggplant (*Solanum melongena* L.) grown and irrigated by drip irrigation system in greenhouse. *Infrastruct. Ecol. Rural Areas*1/III, 5–11.
- Akbaşak, H., & Koral, P.S. (2014). Çeltik kavuzunun hıyar fidesi yetiştirme ortamı olarak kullanım olanaklarının araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2014, 11 (1).
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S., & Welch, C. (2003). Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia* 47: 731-735.
- Arın, L. (2018). Kapsaisin ve tarımda kullanımı. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8:4, 21-27.
- Atmaca, L. (2012). Fide yetiştirme ortamı olarak vermikompost kullanımının etkileri. *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 80 s. Bornova-İzmir.
- Aydın, M., & Demirsoy, M. (2020). Topraksız Biber (*Capsicum annum* L.) Yetiştiriciliğinde Farklı Yetiştirme Ortamlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences* ISSN 1694-7932 | e-ISSN 1694-7932 Volume 10 (Issue 1) (2020) Pages 66-72.
- Aydeniz, A., ve Brohi, A. (1991). Gübreler ve Gübreleme. *Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*:10, Ders Kitabı:3, Tokat.
- Baran, A., Çaycı, G., & İnal, A. (1995). Farklı tarımsal atıkların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2:3, 169-172.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., & De-Antonio, R. (2005). Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresource Technology*, 97:16, 2071-2076.
- Bellitürk, K., & Görres, J.H. (2012). Balancing Vermicomposting Benefits with Conservation of Soil and Ecosystems at Risk of Earthworm Invasions. VIII. In *International Soil Science Congress on Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management*, 302-306, Çeşme, İzmir.
- Ceglie, F.G., Bustamante, M.A., Ben Amara, M., & Tittarelli, F. (2015). The challenge of peat substitution in organic seedling production: Optimization of growing media formulation through mixture design and response surface analysis. *PLoS One* 10:1–14. e0128600. doi: 10.1371/journal.pone.0128600.
- Chrysargyris, A., Stamatakis, A., Prasad, M., & Tzortzakis, N. (2017). Evaluation of municipal solid waste compost and/or fertigation as peat substituent for pepper seedlings production. *Waste and Biomass Valorization*. doi: 10.1007/s12649-017-0124-6.
- Çelebi, M. (2019). Effects of Different Growing Media on The Yield in Tomato, Cucumber and Pepper, and on Seedling in Tomato. *Sera Koşullarında Farklı Yetiştirme Ortamlarının Domates, Hıyar ve Biberde Bitki Gelişimi ve Verimi ile Domateste Fide Kalitesi Üzerine Etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi dergisi (JOTAF)*, 16 (2). doi: 10.33462/jotaf.332857
- Demir, H., Polat, E., & Sönmez, İ. (2010). Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi. *Tarım Aktüel*, 14, 54-60.
- Demirkaya, M., Stumpf, W., & Jezik, K. (2016). Influence of organic fertilizers on physiological quality and rooting of snapdragons (*Antirrhinum majus*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 18(3).
- Dominguez, J., Edwards, C.A., & Subler, S. (1997). A comparison of vermicomposting and composting. *Biocycle*, 38:4, 57-59
- Durukan, A. (2004). Bazı sebze türlerinde fide yetiştirme ortamı olarak tütün tozu kompostunun saf ve değişik oranlarda kullanılabilirliği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. Yüksek lisans tezi* 53 s.
- Durukan, H., Saraç, H., & Demirbaş, A. (2020). Farklı Dozlarda Vermikompost Uygulamasının Mısır Bitkisinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi, Türkiye* 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:45-51.
- Joshi, R., & Vig, A.P. (2010). Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *African Journal of Basic & Applied Sciences*, 2:3-4, 117-123.
- John, B., & Prabha, L. (2013). Effect of vermicompost on the growth and yield of Capsicum annum. *International Journal of Pharma and Biosciences*, 4:3, 1284-1290
- Khan, T.H., Aman, F., Muhammad Noman Khan, D., Shah, S.Q., Said, B., & Irfan, I. (2019). 88. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of chilli (*Capsicum annum* L.) under the agro climatic condition of Peshawar, Pakistan. *Pure and Applied Biology (PAB)*. 8(1): 856-865.
- Küçükyumuk, Z., Gültekin, M., & Erdal, İ. (2014). Vermikompost ve Mikorizanın Biber Bitkisinin Gelişimi ile Mineral Beslenme Üzerine Etkisi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1).
- Kreen, S., Svensson, M., & Rumpunen, K. (2002). Rooting of Clematis microshoots and stem cuttings in different substrates. *Scientia Horticulturae* 96: 351-357.
- Lazcano, C., & Dominguez, J. (2011). The Use of Vermicompost in Sustainable Agriculture: Impact on Plant Growth and Soil Fertility. *Soil Nutrients*, 10: 1– 23.
- Markoviç, V., Djurovka, M., Iln, Z., & Lazic, B. (2000). Effect of seedling quality on yield and characters of plant and fruits of sweet pepper. *Acta Horticulture*, 533, 113-119.
- Momirovic, N., Misovic, M., & Cvetkovic, R. (2000). Effect of different substrates on sweet pepper (*Capsicum annum* L. Macvanka) transplants quality in organic farming production. *Acta Horticulturae*, no, 533, 135-139.
- Olympios, C.M. (1992). Soilless media under protected cultivation. Rockwool, peat, perlite and other substrates. *Acta Horticulturae* 323: 215- 234.
- Öcalan, O.N., & Sağlam, N. (2022). Bazı ticari sebze türlerinin fide gelişimi üzerine farklı vermikompost oranlarının etkileri. *Bahçe*, 51(Özel sayı 1):410-419.
- Özenç, N. (2004). Fındık zurufu ve diğer organik materyallerin fındık tarımı yapılan toprakların özellikleri ve ürün kalitesi üzerine etkileri. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 423, Ankara.
- Özalp, R. (2010). Ülkemizde biber üretimi ve örtüaltı biber yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi*, 24:5, 29-32.
- Roy S., Kumar, N., Singh, D., & Srivastava, A. (2011). Effect of organic growing media and crop geometry on growth and yield of *capsicum* var. California wonder under protected condition in North West Himalayas. *Vegetable Science*. 38(1): 53-57
- Sönmez, İ. (2017). Atık mantar kompostunun domates fidelerinin gelişimi ve besin içerikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1): 59-63.
- Şalk, A., Arın, L., & Devci, M. (2008). Özel Sebze Yetiştiriciliği. *Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü*, 978-994.

- Şimşek-Erşahin, Y. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24:2, 99-107.
- Şirin,U., Ertan, E., & Ertan, B. (2010). Growth substrates and fig nursery tree production. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.67, n.6, p.633-638, November/December 2010.
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 15.09.2024).
- Verdonck, O. (1991). Horticultural Substrates. International Course on Vegetable Production. Wageningen, The Netherlands. p. 95.
- Vural, H., Eşiyok, D. & Duman, İ. (2000). Kültür sebzeleri (Sebze yetiştirme). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Yılmaz, C., Sırça, E., Özer, H., & Pekşen, A. (2018). Agaricus ve Pleurotus Atık Mantar Kompostlarının Domates Fide Üretiminde Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanımı. *Turk J Agric Res* 2018, 5(3): 229-235. doi: 10.19159/tutad.423773.
- Yılmaz, F.I., & Kurt, S. (2020). The effects of biochar and vermicompost applications on some enzyme activities in rhizosphere root zone of corn (*Zea Mays* L.) plant. *Agricultural Sciences*, DOI:10.7546/CRABS.2020.08.17
- Yıldız, M., Gürkan, M.O., Turgut, C., Kaya, Ü., & Ünal, G. (2005). Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları. VI. Teknik Tarım Kongresi, Ankara.