



Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2024, 61 (1):113-124
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1432800>

Esmâ TOPUZ¹

Yüksel TÜZEL^{2*}

Mahmut TEPECİK³

Tunç DURDU²

¹ Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 35100,
Bornova, İzmir, Türkiye

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe
Bitkileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir,
Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak
Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100,
Bornova, İzmir, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

yuksel.tuzel@ege.edu.tr

Anahtar sözcükler: Bitki besin elementi,
gübre, meyve kalitesi, verim, *Capsicum
annum* L.

Keywords: Plant nutrients, fertilizer, fruit
quality, yield, *Capsicum annum* L.

Sera biber yetiştiriciliğinde etkin mikroorganizma ve kompost kullanımı*

Effective microorganisms and compost use in greenhouse pepper cultivation

* Bu makalede Esmâ Topuz'un yüksek lisans tezinden de yararlanılmış ve çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 28490 Numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Received (Alınış): 06.02.2024

Accepted (Kabul Tarihi): 03.04.2024

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada etkin mikroorganizmaların ve kompostun ayrı ve birlikte uygulanmasının ısıtmasız sera koşullarında biber (cv. Pusula F1) yetiştiriciliğinde verim, meyve kalitesi ve yaprak besin elementi içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Araştırmada 5 konu denemeye alınmıştır: (1) Kontrol, (2) Ecorec kompost uygulaması (KMP), (3) Etkin Mikroorganizma (EM) uygulaması (dikimde ve 15 günde bir sürekli) (EM), (4) Dikimde EM uygulaması +kompost (EM+KMP) ve (5) EM uygulaması (15 günde bir sürekli) +kompost (15EM+KMP). Kontrol dahil olmak üzere tüm uygulamalara toprak analiz sonuçlarına göre mineral gübre uygulaması yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Uygulamaların üst aksam ve kök yaş ağırlığına etkileri önemli bulunmuştur. Üst aksam yaş ağırlığı EM uygulamasında en yüksek olmuştur. Kompost uygulamasından en yüksek verim değerleri alınmıştır. Kompost uygulaması ile toplam ve pazarlanabilir verim değerleri sırasıyla %60.4 ve %61.4 artmıştır.

Sonuç: KMP ve EM+KMP uygulamalarının verim ve bitki besin elementi alımına etkileri nedeniyle ön plana çıktığı ve yüksek verim ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından tavsiye edilebilecek uygulamalar olduğu sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to determine the effects of separate and combined application of effective microorganisms and compost on yield, fruit quality and leaf nutrient content in pepper (cv. Pusula F1) cultivation under unheated greenhouse conditions.

Material and Methods: In the research, 5 treatments were included in the experiment: (1) Control, (2) Ecorec compost application (KMP), (3) Effective Microorganism (EM) application (at planting and continuously every 15 days) (EM), (4) EM application + compost at planting (EM+KMP) and (5) EM application (continuously every 15 days) + compost (15EM+KMP). Mineral fertilizer was applied to all treatments, including the control, according to the results of soil analysis.

Results: The effects of the treatments on shoot and root fresh weight were found to be significant. Fresh weight of the shoot was the highest in EM treatment. The highest yield values were obtained from compost treatment. Total and marketable yield values increased by 60.4% and 61.4% with compost treatment, respectively.

Conclusion: It was concluded that KMP and KMP+EM applications stand out due to their effects on yield and nutrient uptake. They can be recommended for the sustainability of high yield and soil fertility.

GİRİŞ

Ülkemizde seracılık, genel olarak iklim avantajından yararlanılarak gerçekleştirildiğinden verim ve kalite kayıpları yaşanmakta, bu kayıpları azaltmak amacıyla üreticiler yoğun olarak gübre, pestisit gibi girdiler kullanmaktadır. Bu uygulamalar zaman içerisinde toprak verimliliğini azaltmakta, hastalık ve zararlılara dayanıklılığı artırmakta, çevre kirliliğine yol açmakta ve insan sağlığını da tehdit etmektedir (Tüzel vd., 2020). Diğer taraftan hızla artan nüfusun gıda gereksiniminin karşılanabilmesi ve iklim değişikliğinin neden olduğu etkilerin azaltılabilmesi için tarımsal üretimin iyi yönetilmesi çok önemli bir konu haline gelmiş ve tarımda sürdürülebilir tekniklerin ve teknolojilerin kullanımı yaygınlık kazanmıştır (Pakdemirli vd., 2021).

Toprak verimliliği açısından en hayati parametre toprak organik maddesidir ve toprakta organik maddenin artırılması C'un tutulması, dengeli ve entegre besin yönetimi için önemlidir. Organik madde miktarının artırılması, kompost, çiftlik gübresi, solucan gübresi, yeşil gübre gibi uygulamalar, malçlama, ürün atıklarının geri dönüşümü, biyolojik inokulasyon gibi farklı teknolojik seçeneklerle yapılabilir (Biswas & Kole, 2017). Organik gübreleme doza bağlı olarak verim ve kalite özelliklerini de iyileştirmektedir (Bozokalfa vd., 2017).

Son yıllarda toprak verimliliğini artırmak, bitki gelişimini teşvik etmek, strese dayanıklılığı artırmak ve biyolojik savaş ajanı olarak da fayda sağlamak amacıyla biyogübre, biyopestisit veya biyostimulant gibi gruplar adı altında biyolojik preparatlar geliştirilmiştir. Bu amaçla bitki gelişimini teşvik eden funguslar ve bakteriler (Pérez-Álvarez et al., 2022), fosfat çözücü bakteriler (Bhardwaj et al., 2022), azot fikse edici bakteriler, mikorizalar (Külahtaş & Çokuysal, 2016), selüloz ayrıştırıcı mikroorganizmalar (Yi et al., 2022), endofit funguslar (Shelke et al., 2022), Trichoderma'lar (Aydın, 2015) ve etkin mikroorganizmalar (Javaid, 2010) gibi pek çok yararlı mikroorganizma kullanılmaktadır.

Etkin Mikroorganizmalar (EM), toprakların mikrobiyal çeşitliliğini artıran, bitki gelişimini, verimliliği ve ürün kalitesini artırmak amacıyla kök bölgesine aşıl原因an faydalı mikroorganizmaların karışık bir kültürüdür. EM'lar doğal ortamlardan izole edilmiş ve faydalı etkileri ile karışık kültürlerdeki uyumlulukları nedeniyle seçilmiş türlerdir (Singh et al., 2011). EM kavramı ve kullanımıyla ilgili araştırmalar 1960'ların sonlarında başlamıştır. Topraklardaki bozulmalar, verimdeki azalmalar, monokültür ile ortaya çıkan yoğun tarımsal kimyasal kullanımının ortaya çıkardığı sorunlara yönelik olarak ortaya çıkan EM'lar 1980'li yıllarda pazarlanabilir bir ürün haline gelmiştir (Higa, 1998).

EM'lar sadece toprak kaynaklı patojenleri baskılamakla kalmaz, organik materyalin parçalanmasını sağlar ve bunun sonucu olarak da besin elementlerini ve önemli organik bileşiklerini bitki için elverişli hale getirir (Singh et al., 2003). Ürün rotasyonu, organik düzenleyicilerin/iyileştiricilerin kullanımı, koruyucu toprak işleme, ürün kalıntısının geri dönüşümü ve zararlıların biyolojik kontrolü gibi en iyi toprak ve ürün yönetimi uygulamaları ile sağlanacak etkiyi önemli ölçüde artırabilir (Javaid, 2010).

EM'in içindeki ana mikroorganizma grupları fotosentetik bakteriler (*Rhodopseudomonas* spp.), laktik asit bakterileri (*Lactobacillus* spp.) ve mayalardır (*Saccharomyces* spp.) (Zuraini et al., 2010). Fotosentetik bakteriler bağımsız, kendi kendine yeten mikroorganizmalardır. Enerjilerini güneşten ve toprak ısısından sağlarlar ve kök sistemlerinden salınan maddeleri, toprak organik fraksiyonunu ve amonyak gibi gazları amino asitler, nükleik asitler ve şekerler gibi hücre yapı malzemelerine dönüştürmek için kullanırlar. EM'daki laktik asit bakterilerinin, EM'daki fotosentetik bakteri ve mayaların ürettiği şeker ve karbonhidratlardan laktik asit ürettiği bilinmektedir. Laktik asit sterilize edici etkiye sahiptir ve topraktaki varlığı nematod popülasyonunun çoğalmasını kontrol eder ve bitki hastalıklarına karşı koruma sağlar. EM'daki laktik asit bakterileri ayrıca topraktaki selüloolitik ve odunsu organik maddelerin parçalanmasında da rol oynar (Ouweland, 1998; Towett, 2016).

EM ilk olarak tarımda pestisitlere bir alternatif olarak ortaya çıkmış, ancak yoğun araştırmalar ve saha çalışmaları, organik atıkları kompostlaştırma, hayvan gübresi kullanımını azaltma ve kirliliği su arıtma gibi çeşitli alanlarda da etkili kullanımlarını ortaya koymuştur (Mohamed et al., 2021). Mikroorganizmaların ilavesi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirir; toprağın organik maddesini, katyon

değişim kapasitesini ve mevcut mineral besin maddelerini artırır ve ayrıca pahalı kimyasal gübrelerin yoğun kullanımını azaltır (Idris & Yusof, 2018).

Organik atıkların değerlendirilmesine olanak sağlayan kompost değerli bir organik materyaldir ve organik gübre ya da toprak iyileştirici olarak kullanılmaktadır (Chang et al., 2006). Kompostlama işleminde EM kullanımı çalışmalarının (Sharma et al., 2014; Fan et al., 2018; Panisson et al., 2021) yanında, kompostun EM'lar ile birlikte kullanılmasının olumlu etkilerinin görülebileceği bildirilmektedir (Hu & Qi, 2015). Bununla birlikte yapılan çalışmalar, organik ve mineral gübre kombinasyonunun iklim değişikliği çerçevesinde geliştirilen akıllı tarımda tekil olarak kullanımlarına göre daha iyi sonuçlar verebileceği konusunda fikir birliği içindedir (Sileshi, 2019; Zerssa et al., 2021). Bu çalışmada da mineral gübreleme ile birlikte etkin mikroorganizmaların ve kompostun ayrı ve birlikte uygulanmasının ısıtmasız sera koşullarında biber yetiştiriciliğinde verime, meyve kalitesine ve yaprak besin elementi içeriğine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 2022-2023 yıllarında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait 12x44 m ölçülerinde polietilen örtü materyali ile örtülmüş, yay çatılı, yan ve çatı havalandırması bulunan araştırma serasında (38°27'17.03"N, 27°14'17.71"E; Bornova-İzmir) gerçekleştirilmiştir.

Denemeye başlamadan önce toprakta bulunan yabancı ot tohumlarını, hastalık etmenlerini ve zararlıları etkisiz hale getirmek için 4 Ağustos 2022 tarihinde 4 hafta süre ile solarizasyon uygulaması yapılmıştır. Bitkisel materyal olarak Pusula 22 F1 (AG Tohum) biber (*Capsicum annum* L.) çeşidi kullanılmıştır ve fideler 'Maki Fide' fide üretim tesisinden temin edilmiştir. Etkin mikroorganizma (EM) olarak bir mikrobiyal kültür karışımı olan Herasim mikrobiyal gübre kullanılmıştır. Bu ürün Herasim Tarım Ürünleri Hayvancılık ve Çevre Bilimleri firmasından (Gebze/Kocaeli) temin edilmiştir. Herasim mikrobiyal gübre, fotosentetik bakteriler (*Rhodopseudomonas palustris*), *Lactobacillus* spp. (*L. lactis*, *L. rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. casei*), mayalar (*Kluyveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*), *Bacillus subtilis*, organik keçiyoynuzu melası, aktif karbon ve kum filtresinden geçmiş su içermektedir ve mikroorganizma sayısı 1×10^7 'dir. Kompost Ecorec Çevre ve Enerji Teknolojileri San. Tic. A.Ş. firmasından temin edilmiştir. Uygulama yapılan kompostun ve toprağın analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Ecorec gübresinin ve sera toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of Ecorec fertilizer and greenhouse soil

Analiz	Birim	Toprak (0-30 cm)	Analiz	Birim	Kompost (Ecorec)
pH		8.03			7.30
Toplam Tuz	(dS/m)	1.52			6.35
Kireç	(%)	1.36	KDK	cmol/kg	133.00
Kum	(%)	62.72	C/N	-	12.36
Mil	(%)	22.00	Solvita testi	-	7.00
Kil	(%)	15.28	CO ₂ Oluşum Oranı	mg CO ₂ -C/g . OM.gün	0.07
Bünye		Kumlu tın	OUR Testi (O ₂ Tüketim Hızı)	mg/g.h. OM	0.02
Organik Madde	(%)	1.28			35.70
Toplam N	(%)	0.07	NH ₃ -N	%	0.30
Alınabilir P	(mg/kg)	57.70	Toplam P	%	1.60
Alınabilir K	(mg/kg)	246.40	Toplam K ₂ O	%	1.80
Alınabilir Ca	(mg/kg)	4561.30	Ca	%	8.90
Alınabilir Mg	(mg/kg)	616.20	Al	%	0.80
Alınabilir Na	(mg/kg)	201.70	Mg	%	1.00
Alınabilir Fe	(mg/kg)	6.63	Fe	%	1.00
Alınabilir Zn	(mg/kg)	3.92	Mn	%	0.02
Alınabilir Cu	(mg/kg)	5.18	Pb	mg/kg %	3.10
Alınabilir Mn	(mg/kg)	14.02	Kararlılık (Dewar Test)	-	Sınıf:V

Araştırmada 5 konu denemeye alınmıştır: (1) Kontrol, (2) Ecorec kompost uygulaması (KMP), (3) EM uygulaması (dikimde ve 15 günde bir sürekli) (EM), (4) Dikimde EM uygulaması +kompost (EM+KMP) ve (5) EM uygulaması (15 günde bir sürekli) +kompost (15EM+KMP). Kontrol dahil olmak üzere tüm uygulamalara toprak analiz sonuçlarına göre 15 gün ara ile fertigasyon şeklinde gübre uygulaması yapılmıştır (Kacar & Katkat, 1999). EM 10 litre suya 100 ml olacak şekilde solüsyon olarak hazırlanmış ve EM uygulanmış tüm parseller için fideler 30 dakika EM solüsyonunda bekletilmiştir. Dikim yerlerine, hazırlanan etkin mikroorganizmadan bitki başına 30 ml dikim öncesi ve 30 ml dikim sonrası uygulama yapılmıştır. 3 ve 5 no'lu uygulamalarda 15 gün aralıkla aynı dozda uygulamalara devam edilmiştir. Kompost dikimden hemen önce ilgili parsellere 200 kg/da olacak şekilde karıştırılmıştır (Memeli, 2023).

Biber fidelerinin dikimi sıra arası ve sıra üzeri mesafeler 60x50 cm (3.33/bitki/m²) olacak şekilde 16 Eylül 2022 tarihinde yapılmıştır. Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 11 bitki yer almıştır. Bakım işlemleri Öztekin (2019)'e göre yapılmış ve üretim 21 Haziran 2023 tarihinde sonlandırılmıştır.

Üretim dönemi sonunda her parselden tesadüfi olarak seçilen 3'er bitkide üst aksam yaş ağırlığı ve 65°C'lik sıcaklıkta sabit ağırlığa kadar kurutulan örneklerde kuru ağırlık belirlenmiştir. Bitki kökleri yıkandıktan sonra yaş ve kuru ağırlıkları ölçülmüş ve kuru madde (KM) içerikleri (%) hesaplanmıştır. İlk hasattan son hasada kadar her tekerrürden toplanan meyveler ayrı ayrı tartılıp sayılarak toplam verim ve toplam meyve sayısı belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı, toplam verim değerinin toplam meyve sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir. Pazarlanamaz olan meyveler ayrıldıktan sonra pazarlanabilir verim değeri ve meyve sayısı bulunmuştur. Üretim döneminde 19 Ocak 2023 tarihinde hasat edilen meyvelerden tesadüfi olarak seçilen 10 meyvenin cetvel yardımıyla boyu, kumpas ile meyve eti kalınlığı ve Minolta CR-300 renk ölçer ile L, a ve b olarak meyve rengi ölçülmüş, a ve b değerlerinden hue ve chroma hesaplanmıştır. Bu meyvelerden blender ile elde edilen süzüklerde Abbe dijital el refraktometresi ile suda çözünebilir kuru madde miktarı ölçülmüş (Karaçalı, 2002), Mettler Toledo SG serisi ile pH ve EC değerleri okunmuş, titre edilebilir asitlik değeri (Karaçalı, 2002) ve okzalik asit ile parçalanarak süzülen örneklerde C vitamini içeriği (Pearson, 1970) belirlenmiştir. Bitkinin büyüme ucundan itibaren 4. ve 5. yapraklarından yaprak örnekleri alınmış, kurutulmuş ve öğütülmüştür. Öğütülen örneklerde makro (N, P, K, Ca, Mg) ve mikro (Fe, Zn, Mn, Cu) besin element içerikleri belirlenmiştir. Toplam azot Bremner (1996)'e göre Kjeldahl yöntemine göre hesaplanmıştır. Diğer besin elementleri örneklerde yaş yakma (HNO₃+HClO₄; 4:1) sonrası P, vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometrik olarak (Lott et al., 1956), K, Ca ve Na alev flame (alev) fotometre ile Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede ölçülmüştür (Kacar & İnal, 2008).

Elde edilen bulgular JMP istatistik programında varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar p≤0,05 önem seviyesinde asgari önemli fark testi (LSD) ile karşılaştırılmıştır. Uygulamaların bitki gelişimi, verim, meyve kalitesi ve yapraktaki besin madde içeriğine etkileri, korelasyon mesafesi benzerlik ölçüsü ve hiyerarşik kümeleme için averaj bağlantı metodu ile <https://biit.cs.ut.ee/clustvis/> online paket programı kullanılarak ısı haritası (heatmap) ile görselleştirilmiştir (Carillo et al., 2019). Veriler, kırmızı değerlerin arttığını ve mavi değerlerin azaldığını gösteren yapay bir renk ölçeği kullanılarak derecelendirilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bitki gelişimi

Bu araştırmada etkin mikroorganizmalar ve kompost sera biber yetiştiriciliğinde ayrı ve birlikte uygulanmış ve biber gelişimi ile ilgili ölçülen parametrelerden toprak üstü aksam ve kök yaş ağırlıklarının uygulamalara göre değişimi istatistik olarak önemli bulunmuştur. Üst aksam yaş ağırlığı EM uygulamasında en yüksek bulunmuş, bunu 15EM+KMP, KMP ve EM+KMP uygulamaları izlemiştir. EM uygulaması kontrol ile karşılaştırıldığında üst aksam yaş ağırlığının %17.9 oranında arttığı belirlenmiştir.

KMP, EM+KMP ve 15EM+KMP uygulamalarında artış sırasıyla %5.08, 5.05 ve 16.58 oranlarında gerçekleşmiştir. Kök yaş ağırlığı ise kompost uygulamasında yüksek bulunmuştur. Uygulamaların toprak üstü aksam ve kök kuru ağırlığı ile kuru madde (biyomas) değerlerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Uygulamaların bitki üst aksam yaş ve kuru ağırlığına etkisi

Table 2. Effect of treatments on fresh and dry weight of plant shoot

Uygulama	Yaş ağırlık (g/bitki)		Kuru ağırlık (g/bitki)		Kuru madde (%)	
	Üst aksam	Kök	Üst aksam	Kök	Üst aksam	Kök
Kontrol	977.33±27.32 b	120.00±0.01 b	198.00±14.00	29.33±1.53	20.29±1.90	22.10±2.08
KMP	1027±102.27 ab	142.33±2.52 a	215.00±19.00	27.33±1.53	20.97±1.16	19.25±1.31
EM	1152.33±54.50 a	115.33±1.53 b	250.33±39.50	29±4.58	21.65±2.41	25.14±3.96
EM+KMP	1026.67±67.10 ab	106.00±3.00 c	200.33±22.50	27±2.00	19.48±1.10	25.45±1.17
15EM+KMP	1139.33±34.50 ab	116.00±1.00 b	234±5.0	28.33±2.52	20.56±1.06	24.41±1.96
LSD _{0.05}	*	**	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
<i>Ortalama</i>	<i>1064.53</i>	<i>119.93</i>	<i>219.53</i>	<i>28.20</i>	<i>20.59</i>	<i>23.26</i>

(1) Kontrol (sadece mineral gübreleme), (2) KMP, Ecorec organik kompost gübre uygulaması, (3) EM uygulaması (dikimde ve 15 günde bir sürekli), (4) EM+KMP, dikimde EM uygulaması +kompost ve (5) 15EM+KMP, EM uygulaması (15 günde bir sürekli) +kompost. **P≤0.01, *P≤0.05 önem düzeyi, ö.d.: önemsiz değer.

Toprağa ilave edilen uygulamaların kullanılması ile bitki gelişim parametrelerinde ortaya çıkan artışların, bu tür uygulamaların doğal toprak düzenleyici/iyileştirici özelliklerinden, toprağın su tutma ve verimlilik artırma gibi temel rollerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bu uygulamalar besin elementlerini şelatlayarak bitki kökleri tarafından alınmaya daha uygun hale getirir, kök büyümesini teşvik eder. Ayrıca sitokinler, gibberellinler ve oksinler gibi büyüme düzenleyicileri için bir kaynak sağlar ve Na'nın toprak parçacıklarının yüzeyinde Ca ve Mg ile yer değiştirmesine neden olur (Mohamed et al., 2021). Siyah mercimekte etkin mikroorganizmalar tarafından meyve atıklarının parçalanması ile elde edilen kompostun vegetatif gelişmeyi artırdığı (Namasivayam & Bharani, 2012), biber fidelerine uygulanan EM ve biyostimulant (FitoMas-E®) uygulamasının bitki boyu, yaprak sayısı, gövde çapı, kök uzunluğu ve üst aksam ve kök yaş ve kuru ağırlıkları gibi morfolojik özellikleri artırdığı (González et al., 2021) bildirilmektedir.

Verim

Uygulamaların toplam ve pazarlanabilir verim, toplam ve pazarlanabilir meyve sayısı ve ortalama meyve ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Uygulamaların verim özelliklerine etkisi

Table 3. Effect of treatments on yield characteristics

Uygulama	Toplam verim (kg/m ²)	Pazarlanabilir verim (kg/m ²)	Toplam meyve sayısı (adet/m ²)	Pazarlanabilir mey. sayısı (adet/m ²)	Ort. meyve ağırl. (g/adet)
Kontrol	3.39±0.15 c	3.34±0.17 c	625.00±54.84 b	616.33±56.80 b	18.54±1.86 c
KMP	5.44±0.55 a	5.39±0.51 a	709.00±5.00 ab	705.50±5.50 ab	24.61±2.28 ab
EM	4.63±0.18 b	4.57±0.17 b	675.67±33.50 ab	666.00±29.46 ab	22.62±0.51 a-c
EM+KMP	5.24±0.22 ab	5.2±0.22 ab	720.00±46.00 ab	716.00±47.00 a	25.38±1.20 a
15EM+KMP	4.51±0.06 b	4.48±0.06 b	755.33±20.13 a	751.67±19.22 a	19.70±0.40 bc
LSD _{0.05}	**	**	*	*	**
<i>Ortalama</i>	<i>4.64</i>	<i>4.60</i>	<i>697.00</i>	<i>691.10</i>	<i>22.17</i>

(1) Kontrol (sadece mineral gübreleme), (2) KMP, Ecorec organik kompost gübre uygulaması, (3) EM uygulaması (dikimde ve 15 günde bir sürekli), (4) EM+KMP, dikimde EM uygulaması +kompost ve (5) 15EM+KMP, EM uygulaması (15 günde bir sürekli) +kompost. **P≤0.01, *P≤0.05 önem düzeyi, ö.d.: önemsiz değer.

En yüksek verim değerleri kompost uygulamasından alınmıştır. Kompost uygulaması ile toplam ve pazarlanabilir verim değerleri sırasıyla %60.4 ve %61.4 artmıştır. Kompost uygulamasından sonra 2. grupta yer alan EM+KMP uygulaması ile %54.6 ve %55.69 oranlarında kontrole göre verim artışı sağlanmıştır. Bu artış değerleri önceki çalışmalarla uyumludur (Kodippili & Nimalan, 2018; Yu et al., 2019). Toplam meyve sayısı 625.00 ile 755.33 adet arasında değişmiştir. 15EM+KMP uygulamasında en fazla meyve sayısı elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkta özellikle ortalama meyve ağırlığının da etkili olduğu dikkat çekmiştir. En yüksek ortalama meyve ağırlığı EM+KMP uygulamasında belirlenmiş, bunu KMP ve EM uygulamaları izlemiştir (Çizelge 3).

Meyve kalitesi

Uygulamaların meyve çapı haricinde meyve kalite özelliklerine etkisi, istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Meyve boyu 19.90 ile 21.13 cm, meyve et kalınlığı 3.15 ile 3.63 mm, SÇKM değerleri %4.07 ile 4.37, TA 1.39 ile 1.68 mval/100 ml, kuru madde içeriği %5.98 ile 6.56 arasında değişmiştir. Meyve çapının özellikle EM, EM+KMP ve 15EM+KMP uygulamalarında yüksek olduğu belirlenmiştir. Meyve suyunun ortalama EC ve pH değerleri sırasıyla 4.13 dS/m ve 6.02 dS/m olmuştur (Çizelge 4). Uygulamaların L, Hue ve Croma değerlerine etkisi de istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 5).

Çizelge 4. Uygulamaların meyve kalite özelliklerine etkisi

Table 4. Effect of treatments on fruit quality characteristics

Uygulama	Boy (cm)	Çap (cm)	Et Kalınlığı (mm)	SÇKM (%)	TA (mval/100 ml)	KM (%)	EC (dS/m)	pH
Kontrol	20.15±0.48	21.79±0.51 b	3.15±0.19	4.20±0.01	1.39±0.07	6.36±0.25	3.79±0.96	6.13±0.06
KMP	20.37±0.66	23.31±0.40 ab	3.32±0.47	4.17±0.21	1.55±0.21	6.15±0.30	4.27±0.19	6.03±0.14
EM	21.13±1.24	24.17±0.54 a	3.63±0.37	4.37±0.15	1.68±0.43	6.01±0.04	3.88±0.41	5.96±0.03
EM+KMP	20.14±0.58	23.89±1.01 a	3.29±0.29	4.20±0.17	1.52±0.27	6.56±0.24	4.39±0.03	5.94±0.04
15EM+KMP	19.90±0.52	24.68±0.41 a	3.22±0.25	4.07±0.06	1.43±0.25	5.98±0.17	4.32±0.21	6.06±0.13
LSD _{0.05}	ö.d.	**	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.	ö.d.
<i>Ortalama</i>	<i>20.35</i>	<i>23.57</i>	<i>3.32</i>	<i>4.20</i>	<i>1.51</i>	<i>6.21</i>	<i>4.13</i>	<i>6.03</i>

(1) Kontrol (sadece mineral gübreleme), (2) KMP, Ecorec organik kompost gübre uygulaması, (3) EM uygulaması (dikimde ve 15 günde bir sürekli), (4) EM+KMP, dikimde EM uygulaması +kompost ve (5) 15EM+KMP, EM uygulaması (15 günde bir sürekli) +kompost. **P≤0.01, *P≤0.05 önem düzeyi, ö.d.: önemsiz değer.

Çizelge 5. Uygulamaların meyve rengine etkisi

Table 5. Effect of treatments on fruit color

Uygulama	L	Hue	Chroma
Kontrol	37.74±1.70	55.07±0.94	25.61±1.00
KMP	37.63±0.17	54.82±0.50	24.32±1.00
EM	37.66±0.32	55.06±1.77	24.23±1.46
EM+KMP	38.39±0.45	54.54±0.25	25.31±0.36
15EM+KMP	37.70±0.65	54.60±0.40	24.61±0.55
LSD _{0.05}	ö.d.	ö.d.	ö.d.
<i>Ortalama</i>	<i>37.82</i>	<i>54.82</i>	<i>24.82</i>

(1) Kontrol (sadece mineral gübreleme), (2) KMP, Ecorec organik kompost gübre uygulaması, (3) EM uygulaması (dikimde ve 15 günde bir sürekli), (4) EM+KMP, dikimde EM uygulaması +kompost ve (5) 15EM+KMP, EM uygulaması (15 günde bir sürekli) +kompost. **P≤0.01, *P≤0.05 önem düzeyi, ö.d.: önemsiz değer.

Yaprak besin elementi içeriği

Makro element içeriği olarak, uygulamaların toplam N, P ve Mg değerlerini istatistiki olarak etkilediği görülmüştür. Toplam N ve P içeriği en düşük olarak kontrol uygulamasından sırasıyla %3.70 ve

0.31 ve en yüksek değer olarak toplam N değeri % 4.44 ile EM+KMP uygulamasında ve P değeri ise 15EM+KMP, EM+KMP ve KMP uygulamalarında sırasıyla %0.46, 0.40 ve 0.45 olarak saptanmıştır. Potasyum ve Ca elementlerinde uygulamaların önemli bir etkisi olmamış ve K elementi değeri %4.19-4.94, Ca ise %4.37-5.46 aralığında saptanmıştır. Mg içeriğinin de 15EM+KMP uygulamasında % 0.55 ile en yüksek değeri ve % 0.39 ile kontrol uygulamasında en küçük değeri aldığı belirlenmiş, diğer uygulamalar ikinci grupta yer almıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Uygulamaların yaprak makro besin elementleri üzerine etkisi

Table 6. Effect of treatments on leaf macronutrients

Uygulama	Toplam N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Kontrol	3.70±0.41 b	0.31±0.02 b	4.19±0.14	4.83±0.65	0.39±0.03 b
KMP	4.30±0.17 ab	0.45±0.03 a	4.94±0.38	4.37±0.17	0.40±0.03 b
EM	4.30±0.17 ab	0.38±0.03 ab	4.54±0.47	4.59±0.41	0.41±0.02 b
EM+KMP	4.44±0.18 a	0.40±0.05 a	4.54±0.18	4.50±0.31	0.45±0.04 b
15EM+KMP	4.16±0.09 ab	0.46±0.03 a	4.66±0.08	5.46±0.19	0.55±0.04 a
LSD _{0.05}	*	**	ö.d.	ö.d.	**
<i>Ortalama</i>	<i>4.18</i>	<i>0.40</i>	<i>4.58</i>	<i>4.71</i>	<i>0.44</i>

(1) Kontrol (sadece mineral gübreleme), (2) KMP, Ecorec organik kompost gübre uygulaması, (3) EM uygulaması (dikimde ve 15 günde bir sürekli), (4) EM+KMP, dikimde EM uygulaması +kompost ve (5) 15EM+KMP, EM uygulaması (15 günde bir sürekli) +kompost. **P≤0.01, *P≤0.05 önem düzeyi, ö.d.: önemsiz değer.

Mikro elementlerden Fe ve Cu'nun değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Fe içeriği bakımından en yüksek değer 15EM+KMP (235.31 mg/kg) ve Kontrol (213.86 mg/kg) uygulamalarından, en düşük değer ise diğer uygulamalardan alınmıştır. Bakır değeri KMP uygulamasında 43.40 mg/kg ile en yüksek değer olarak bulunmuştur (Çizelge 7). Mangan 144.06-172.88 mg/kg ve Zn ise 65.16-77.06 mg/kg değerleri arasında saptanmıştır.

Çizelge 7. Uygulamaların yaprak mikro besin elementleri üzerine etkisi

Table 7. Effect of treatments on leaf micronutrients

Uygulama	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
Kontrol	144.06±3.84	213.86±10.12 a	65.16±2.28	37.21±0.01 bc
KMP	156.15±14.21	163.84±0.85 b	72.96±2.04	43.40±2.91 a
EM	144.41±10.70	150.76±6.45 b	66.71±7.54	34.12±0.59 c
EM+KMP	149.18±13.11	160.87±10.68 b	67.53±5.73	33.11±3.23 c
15EM+KMP	172.88±12.68	235.31±20.60 a	77.06±2.94	41.56±1.59 ab
LSD _{0.05}	ö.d.	**	ö.d.	**
<i>Ortalama</i>	<i>153.34</i>	<i>184.93</i>	<i>69.88</i>	<i>37.88</i>

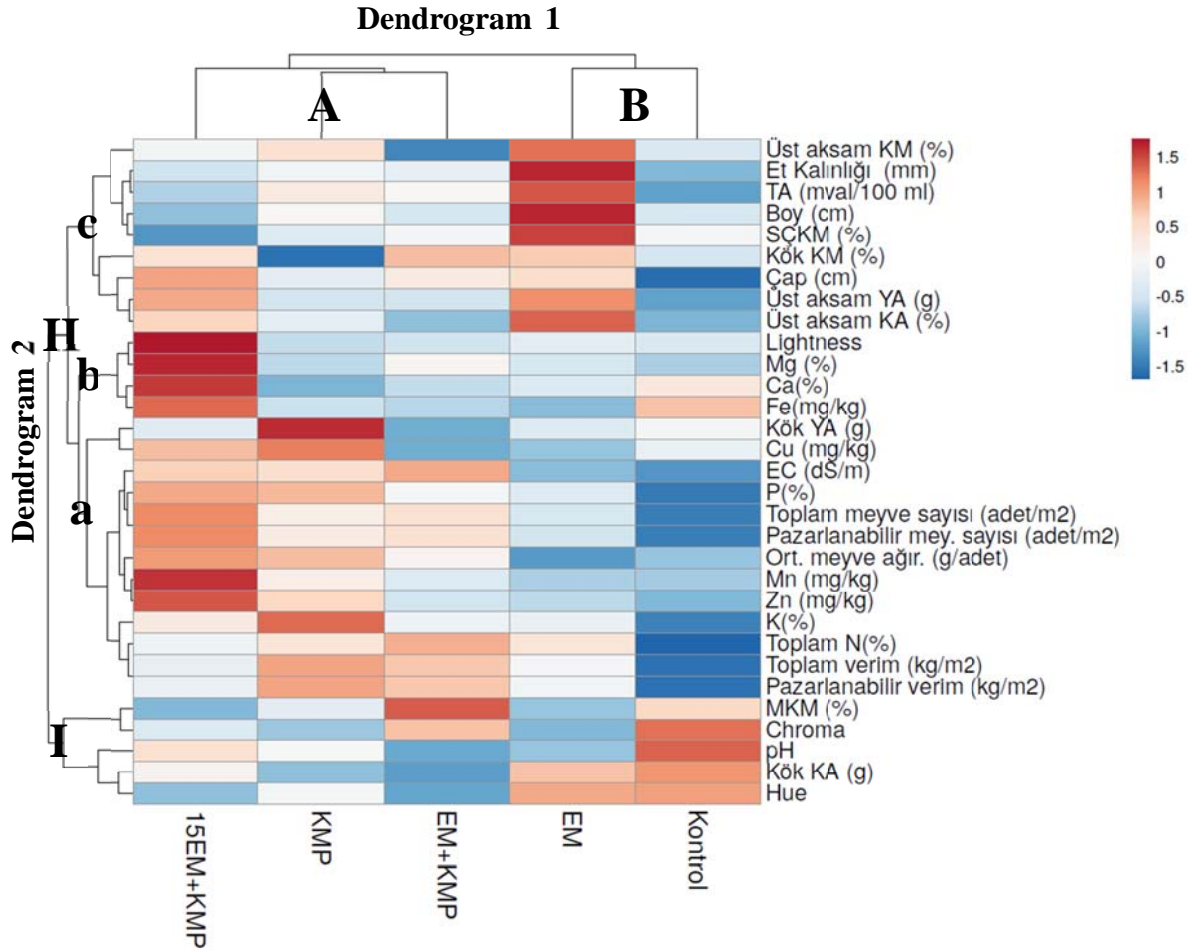
(1) Kontrol (sadece mineral gübreleme), (2) KMP, Ecorec organik kompost gübre uygulaması, (3) EM uygulaması (dikimde ve 15 günde bir sürekli), (4) EM+KMP, dikimde EM uygulaması +kompost ve (5) 15EM+KMP, EM uygulaması (15 günde bir sürekli) +kompost. **P≤0.01, *P≤0.05 önem düzeyi, ö.d.: önemsiz değer.

Biber bitkilerinin yeterli beslendiği koşullarda yapraklarda bulunması gereken bitki besin elementi içerikleri Jones et al. (1991) tarafından gelişme dönemi ortasındaki yapraklardaki optimum element değerleri olarak N (% 3.50-5.00), P (%0.22-0.70), K (%3.50-4.50), Ca (% 1.30-2.80), Mg (% 0.30-1.00), Mn (50-250 mg/kg), Fe (60-300 mg/kg), Zn (20-200 mg/kg) ve Cu (6-25 mg/kg) elementleri değerlerine göre değerlendirildiğinde biberde beslenme düzeyi açısından yeterli düzeyde olduğu görülmüştür. EM+KMP uygulamasında yaprakların özellikle toplam N ve fosfor içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda da kompostun bitki gelişimini teşvik ettiği (Özenç & Hut, 2018), kompost uygulamasının biber de verimi, toprakta toplam N, kullanılabilir P, K, Ca, Mg ve Na içeriğini (Çerçioğlu, 2019) arttırdığı bildirilmektedir. Bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerinin kompost ile

karıştırıldıktan sonra kullanımının biber verimini (Yu et al., 2019), çok özelliikli bakteri konsorsiyumu (*Azospirillum*, *Arthrobacter*, and *Pseudomonas* spp.) ve mikro elementlerce zenginleştirilmiş kompostun Şili biberi ve domateste biyokütleyi, verimi, N ve P içeriğini artırdığı bildirilmektedir (Imran et al., 2022) ve sonuçlarımızla uyum içindedir.

Ölçümü yapılan parametrelerin ısı haritası

Araştırmada denemeye alınan uygulamaların ısıtmasız sera koşullarındaki biber yetiştiriciliğine etkilerinin görsel bir karşılaştırmasını yapmak amacıyla ölçümü yapılan parametrelerde toplu bir veri kümeleme ısı harita analizi yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme konularının biber yetiştiriciliğine etkilerini özetleyen ısı harita analizi.

Figure 1. Figure 1. Heat map analysis summarizing the effects of treatments on pepper cultivation.

Isı haritası analizi 2 dendrogram ortaya çıkarmıştır. Dendrogram 1, deneme konularını, dendrogram 2'de dağılımı etkileyen parametreleri göstermektedir. Dendrogram 1'de iki ana grup oluşmuş, soldaki küme (A) KMP ve KMP ile EM uygulamalarını, sağdaki küme (B) EM ve kontrol uygulamalarını kapsamıştır. Dendrogram 1 altındaki 15EM+KMP konusu L değeri, yaprak Mg, Ca, Mn, Zn Fe, Cu içeriği, toplam ve pazarlanabilir meyve sayısı, KMP kök yaş ağırlığı, K içeriği, toplam ve pazarlanabilir verim, EM+KMP meyve kuru madde içeriği, toplam N, toplam ve pazarlanabilir verim, kök kuru maddesi ve chroma değeri, EM uygulaması bazı meyve kalite (SÇKM, TA, et kalınlığı, Hue) ve bitki gelişim (üst aksam yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı) ve kontrol meyve suyu pH'sı, chroma, hue ve kök yaş ağırlığı parametrelerini etkilediğinden gruplara ayrılmıştır. Dendrogram 2'de deneme konularının etkilerini açık

olarak ortaya koyacak şekilde ölçümü yapılan parametreleri gruplamıştır. Dendrogram 2'nin ilk salkımında (I) kontrolde yüksek değerler veren meyve kuru maddesi, chroma, hue değeri, meyve suyu pH'sı ve kök kuru ağırlığı toplanmışken, diğer salkımlarda (II) verim ve yaprak element içerikleri ikinci salkım altında alt salkımlar oluşturmuştur. Alt salkımlar kendi içerisinde incelendiğinde II-a verim parametreleri ile birlikte bazı besin elementi parametreleri ve Cu içeriği ve kök yaş ağırlığı değerlerini bir araya getirmiştir. II-b salkımında ise Mg, Ca ve Fe değerleri ve L değeri toplanmışken II-c salkımında bitki gelişimi ile ilgili veriler meyve et kalınlığı, boy ve çapı, SÇKM ve TA değerleri gruplanmıştır. Özellikle EM+KMP ve KMP uygulamalarında yaprak makro ve mikro element içeriklerinin yüksek olduğu dikkati çekmektedir (Mohamed et al., 2021; Imran et al., 2022; Memeli, 2023).

Toprak ekosistemi, sinerji içinde birlikte çalışan patojenik ve çok sayıda yararlı mikroorganizma arasındaki ilişkiyi dengelemektedir. Yararlı saprobik mikroflora, toprağın organik materyalini fermente ederek ayrıştırmakta ve bitkiler için besin havuzuna katkı sağlarken, ilave olarak toprağın nem ve besin maddesi tutma kapasitelerine yardımcı olan toprak parçacıklarını da arttırmaktadır (Naik et al., 2020). Organik gübreler ve yararlı mikroorganizmalar toprak kalitesini iyileştirmek, bitki büyümesini teşvik etmek ve bitkileri patojenlerden korumak için kullanılabilir (Kasmaei et al., 2019; Kucuk, 2019).

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde KMP ve EM+KMP uygulamalarının verim ve bitki besin elementi alımına etkileri nedeniyle ön plana çıktığı, yüksek verim ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından tavsiye edilebilecek uygulamalar olduğu sonucuna varılmıştır.

Veri kullanılabilirliği

Veriler makul talep üzerine sağlanabilmektedir.

Yazar Katkıları

Çalışmanın konsepti ve tasarımı: YT; örnek toplama: ET; verilerin analizi ve yorumlanması: ET, YT, MT, TD; istatistiksel analiz: ET, TD; görselleştirme: YT, TD; makalenin yazımı: ET, YT, MT.

Çıkar çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Beyan

Bu araştırma için etik kurula ihtiyaç olmadığını beyan ederiz.

Finansal destek

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından finansal olarak desteklenmiştir (BAP-YLT, Proje No; 28490). Yazarlar finansal destek için teşekkür eder.

Makale Açıklaması

Bu makale Editör Dr. Emrah ZEYBEKOĞLU tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aydın, M.H., 2015. Bitki fungal hastalıklarıyla biyolojik savaşta Trichoderma'lar. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 2: 135-148. <https://doi.org/10.19159/tutad.10042>.
- Bhardwaj, S., R. Kaushal, P. Jhila, A. Rana & B. Dipta, 2022. "Phosphate Solubilizing Microorganisms: Potential Bioinoculants for Sustainable Agriculture." In: Beneficial Microorganisms in Agriculture - Environmental and Microbial Biotechnology. (Eds. R. Prasad & S.H. Zhang), Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0733-3_5
- Biswas, T. & S.C. Kole, 2017. "Soil Organic Matter and Microbial Role in Plant Productivity and Soil Fertility, 219-238". In: Advances in Soil Microbiology: Recent Trends and Future Prospects - Microorganisms for Sustainability, Vol 4 (Eds. T. Adhya, B. Mishra, K. Annapurna, D. Verma & U. Kumar), Springer, Singapore, 238 pp. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7380-9_10

- Bozokalfa, M.K., T. Kaygısız Aşçıoğul, D. Eşiyok & M. Tepecik, 2017. Çiftlik gübresi uygulamalarının lahanada (*Brassica oleraceae* L. var. capitata) kök kereviz (*Apium graveolens* L. var. rapaceum) ve pırasa (*Allium ampeloprasum*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54 (2): 239-247. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.387379>
- Bremner, J.M., 1996. "Nitrogen Total, 1085-1122". In: Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series 5 (Eds. D.L. Sparks), Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 1390 pp.
- Carillo, P., G. Colla, C. El-Nakhel, P. Bonini, L. D'Amelia, E. Dell'Aversana, A. Pannico, M. Giordano, M.I. Sifola & M.C. Kyriacou, 2019. Biostimulant application with a tropical plant extract enhances *Corchorus olitorius* adaptation to sub-optimal nutrient regimens by improving physiological parameters. *Agronomy*, 9: 249. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050249>
- Çerçioğlu, M., 2019. Compost effects on soil nutritional quality and pepper (*Capsicum annuum* L.) yield. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*, 25: 155-162. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.396547>
- Chang, J., J. Tsai, J & K. Wu, 2006. Composting of vegetable waste. *Waste Management & Research: the Journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*. 24: 354-62. <https://doi.org/10.1177/0734242X06065727>
- Fan, Y.V., C.T. Lee, J.J. Klemeš, L.S. Chua, M.R. Sarmidi & C.W. Leow, 2018. Evaluation of effective microorganisms on home scale organic waste composting. *Journal of Environmental Management*, 216: 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.019>
- González, R., J. Ramos, Y. Pérez Hernández, I. Placeres-Espinosa, S. Jardines González & S.L. Jiménez, 2021. Use of effective microorganisms and FitoMas-E® to increase the growth and quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74: 9699-9706. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.90588>
- Higa, T., 1998. *Effective Micro-organisms - For Sustainable Agriculture and Healthy Environment*. Jan van Arkel, Utrecht, 191 pp.
- Hu, C. & Y. Qi, 2013. Effective microorganisms and compost favor nematodes in wheat crops. *Agronomy for Sustainable Development*, 33 (3): 573-579. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0130-9ff>
- Idris, I.H.M. & N.Z Yusof, 2018. Development of low thermal mass cement-sand block utilizing peat soil and effective microorganism. *Case Studies in Construction Materials*, 8: 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2017.11.004>
- Imran, A, F. Sardar, Z. Khaliq, M.S. Nawaz, A. Shehzad, M. Ahmad, S. Yasmin, S. Hakim, B.S. Mirza, F. Mubeen & M.S. Mirza, 2022. Tailored bioactive compost from agri-waste improves the growth and yield of chili pepper and tomato. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 24 (9): 787-764. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.787764>
- Javid, A., 2010. "Beneficial Microorganisms for Sustainable Agriculture, 347-369". In: *Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming. Sustainable Agriculture Reviews*, vol 4. (Ed: E. Lichtfouse), Springer, Dordrecht, 414 pp. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8741-6_12
- Jones, Jr., J.B., B. Wolf & H.A Mills, 1991. *Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro-Macro Inc., Athens, 213 pp.
- Kacar, B. & A. İnal, 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Yayınları No: 1241, Fen Bilimleri: 63, (I. Basım), 892 s, Ankara.
- Kacar, B. & A.V. Katkat, 1999. *Gübreler ve Gübreleme Tekniđi*. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No:144, VİPAŞ Yayın No:20. Bursa, 531 s.
- Karaçalı, İ., 2002. *Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması*. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova/İzmir, 486 s.
- Kasmaei, L.S., J. Yasrebi, M. Zarei, A. Ronaghi, R. Ghasemi, M.J. Saharkhiz, Z. Ahmadabadi & E. Schnug, 2019. Influence of plant growth promoting rhizobacteria, compost, and biochar of azolla on rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) growth and some soil quality indicators in a calcareous soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50 (2): 119-131. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1554669>
- Kodippili, K. & J. Nimalan, 2018. Effect of Homemade Effective microorganisms on the growth and yield of chilli (*Capsicum annuum*) MI-2. *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*. 12: 27. <https://doi.org/10.4038/agrieast.v12i2.57>
- Kucuk, C., 2019. Bitki probiyotik bakteriler: bitkiler üzerindeki rolleri ve uygulamalar. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 2 (1): 1-15. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.492415>

- Külahtaş, B. & B. Çokuysal, 2016. Biyostimulantların sınıflandırılması ve Türkiye'deki durumu. Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 31 (3): 185-200.
- Lott, W.L., J.P. Nery, J.R. Gall & J.C. Medcoff, 1956. Leaf Analysis Techniques in Coffee Research. IBEC Research Institute Publication, 9: 21-24.
- Memeli, I., 2023. Sera Hıyar Yetiştiriciliğinde Kompost ve Yararlı Kök Bakterisi Kullanımının Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi. Bornova, İzmir, 92 s.
- Mohamed, M.H.M., R. Sami, A.A.M. Al-Mushhin, M.M.E. Ali, H.S. El-Desouky, K.A. Ismail, R. Khalil & R.M.Y. Zewail, 2021. Impacts of effective microorganisms, compost Tea, fulvic Acid, yeast extract, and foliar spray with seaweed extract on sweet pepper plants under greenhouse conditions. Plants 10: 1927. <https://doi.org/10.3390/plants10091927>
- Naik, K., S. Mishra, H. Srichandan, P.K. Singh & A. Choudhary, 2020. Microbial formulation and growth of cereals, pulses, oilseeds and vegetable crops. Sustainable Environment Research. 30: 10. <https://doi.org/10.1186/s42834-020-00051-x>
- Namasivayam, S.K.R. & R.S.A. Bharani, 2012. Effect of compost derived from decomposed fruit wastes by effective microorganism (EM) technology on plant growth parameters of *Vigna mungo*. Journal of Bioremediation & Biodegradation, 3: 167. <https://doi.org/10.4172/2155-6199.1000167>
- Ouwehand, A.C., 1998. "Antimicrobial Components from Lactic Acid Bacteria, 139-159". In: Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects (Eds. S. Salminen & A.V. Wright AV), 2nd Ed., Marcel Dekker Inc., New York, USA, 656 pp.
- Özenç, D.B. & D. Hut, 2018. Çay çöpü kompostu ve tuz uygulamalarının biber bitkisinin gelişimine etkileri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 6 (2): 86-94.
- Öztekin, G.B., 2019. Serada Biber Yetiştiriciliği. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 127 s, 978-605-033-131-8.
- Pakdemirli, B., N. Birişik, İ. Aslan, B. Sönmez & M. Gezici, 2021. Türk tarımında dijital teknolojilerin kullanımı ve tarım-gıda zincirinde tarım 4.0. Toprak Su Dergisi 10 (1): 78-87. <https://doi.org/10.21657/topraksu.898774>
- Panisson, R., F. Paiva Muscope, C. Müller, H. Treichel & E.P. Korf, 2021. Increased quality of small-scale organic compost with the addition of efficient microorganisms. Brazilian Journal of Environmental Sciences, 56 (3): 531-540. <https://doi.org/10.5327/Z21769478949>
- Pearson, D., 1970. The Chemical Analysis of Foods. Chemical Publishing Co Inc, New York, USA, 604 pp.
- Pérez-Álvarez, S., E.F. Hector Ardisana, M.A. Magallanes-Tapia, C.M. Escobedo Bonilla, C. Urias Garcia, M. Magana Gonzalez, M.A. Flores-Cordova & S. Guerra-Morales, 2022. "Microorganisms Used as Growth Regulators in Modern Agriculture, 37-84". In: Beneficial Microorganisms in Agriculture. Environmental and Microbial Biotechnology (Eds. R. Prasad & S.H. Zhang), Springer, Singapore, 348 pp. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0733-3_2
- Sharma, A., R. Sharma & A. Arora, 2014. Insights into rapid composting of paddy straw augmented with efficient microorganism consortium. International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture, 3: 54. <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0054-2>
- Shelke, D.B., M.R. Chambhare & H. Sonawane, 2022. "Fungal Endophytes: Potential Benefits of Their Future Use in Plant Stress Tolerance and Agriculture, 177-209". In: Beneficial Microorganisms in Agriculture. Environmental and Microbial Biotechnology (Eds. R. Prasad & S.H. Zhang), Springer, Singapore, 348 pp. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0733-3_7
- Sileshi, G.W., 2019. Nutrient Use Efficiency and crop yield response to the combined application of cattle manure and inorganic fertilizer in Sub-Saharan Africa. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 113: 181-199.
- Singh, D.S., S. Chand, M. Anvar & D.D. Patra, 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by Isabgol (*Plantago ovata*) in sodic soil under greenhouse conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25: 414-419.
- Singh, J.S., V.C. Pandey & D.P. Singh, 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. Agriculture, Ecosystems & Environment 140 (3-4): 339-353. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.01.017>
- Towett, G., 2016. What are effective microorganisms? Permaculture Research Institute, 10pp.

- Tüzel, Y., A. Gül, G.B. Öztekin, S. Engindeniz, F. Boyacı, H. Duyar, E. Cebeci & T. Durdu, 2020. "Türkiye'de Örtüaltı Yetiştiriciliği ve Yeni Gelişmeler, Cilt 2, 725-750". Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 895 s.
- Yi, W., Z. Ziyu, Y. Shujun, L. Hao, A. Noman & S.H. Zhang, 2022. "Cellulose Degradation Microorganisms and Environmental-Friendly Solution to the Agricultural Waste Management, 307-328". In: Beneficial Microorganisms in Agriculture - Environmental and Microbial Biotechnology (Eds. R. Prasad & S.H. Zhang), Springer, Singapore, 348 pp. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0733-3_13
- Yu, Y.Y., S.M. Li, J.P. Qui, J.G. Li, Y.M. Luo & J.H. Guo, 2019. Combination of agricultural waste compost and biofertilizer improves yield and enhances the sustainability of a pepper field. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 182: 560-569. <https://doi.org/10.1002/jpln.201800223>
- Zerssa G.W., D-G. Kim, P. Koal & B. Eichler-Löbermann, 2021. Combination of compost and mineral fertilizers as an option for enhancing maize (*Zea mays* L.) Yields and Mitigating Greenhouse Gas Emissions from a Nitisol in Ethiopia. Agronomy 11 (11): 2097. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112097>
- Zuraini, Z., G. Sanjay & M. Noresah, 2010. "Effective microorganism (EM) technology for water quality restoration and potential for sustainable water resources and management, 155-192". Proceedings of the 5th International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environment's Sake (5th- 8th July 2010, Ontario Canada), 2682 pp.