



Topraksız Tarımda Hıyar Yetiştiriciliğinde Farklı Kompost Materyallerinin Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması

Hakan KARTAL¹, Naif GEBOLOĞLU²

^{1,2}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat

¹<https://orcid.org/0000-0002-3870-1588>, ²<https://orcid.org/0000-0003-2495-7088>

✉: kartalhakan09@gmail.com

ÖZET

Çalışmanın amacı salça ve meyve suyu fabrika atıklarının kompost haline getirilerek topraksız tarımda hıyar yetiştiriciliğinde Hindistan cevizi lifi ve perlit yerine alternatif yetiştirme ortamı olarak kullanılıp kullanılmayacağını belirlemesidir. Bu amaçla domates, elma ve üzüm atıklarından elde edilen kompostun serada topraksız tarım koşullarında hıyarın bitki gelişimi, verim ve kalite özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Denemede kompost materyalleri, Hindistan cevizi lifi ve perlit ile farklı kombinasyonlarda karıştırılarak yetiştirme ortamları hazırlanmıştır. Çalışmada kontrol uygulaması dahil toplam 9 ortam tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak denenmiştir. Ortamlar hacim hesabına göre (1) 2:1– Hindistan cevizi lifi: perlit (kontrol), (2) 2:1– domates kompostu: perlit, (3) 2:1– elma kompostu: perlit, (4) 2:1– üzüm kompostu: perlit, (5) 1:1:1– domates: elma: üzüm kompostu: perlit, (6) 1:1:1– domates kompostu: Hindistan cevizi lifi: perlit, (7) 1:1:1– elma kompostu: Hindistan cevizi lifi: Perlit, (8) 1:1:1– üzüm kompostu: Hindistan cevizi lifi: perlit, (9) 1:1:1– domates-elma-üzüm kompostu: Hindistan cevizi lifi: perlit kombinasyonlarından oluşmuştur. Çalışma sonucunda kompost materyallerinin farklı oranlardaki karışımları hıyarda verim ve kalite açısından kontrol (Hindistan cevizi lifi: perlit) ortamı ile kıyaslandığında, üç uygulama; (1:1:1) domates-elma-üzüm kompostu: Hindistan cevizi lifi: perlit, (2:1) elma kompostu: perlit ve (1:1:1) domates: elma: üzüm kompostu: perlit kombinasyonları verim açısından öne çıktığı ancak kompost ortamlarının kalite parametreleri üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 17.04.2024

Kabul Tarihi : 02.12.2024

Anahtar Kelimeler

Hindistan cevizi lifi

Kalite

Kompost

Topraksız tarım

Verim

Investigation of the Possibilities of Using Different Compost Materials as Growing Media in Cucumber Cultivation in Soilless Culture

ABSTRACT

The aim of the study was to determine whether tomato paste, and fruit juice factory wastes could be used as an alternative growing medium to cocopeat and perlite in the soilless cultivation of cucumber. To this end, the effects of compost made from tomato, apple, and grape wastes on plant growth, yield, and quality characteristics of cucumber under soilless culture conditions in a greenhouse were investigated. In the experiment, growing media were prepared by mixing compost materials with cocopeat, and perlite in different combinations. In the study, a total of 9 media including the control treatment were tested with 3 replicates according to the randomized experimental design. The media were (1) 2:1 cocopeat: perlite (control), (2) 2:1 tomato compost: perlite, (3) 2:1 apple compost: perlite, (4) 2:1 grape compost: perlite, (5) 1:1:1:1 tomato: apple: grape compost: perlite, (6) 1:1:1 tomato compost: cocopeat: perlite, (7) 1:1:1:1 apple compost: cocopeat: perlite, (8) 1:1:1:1-grape compost: cocopeat: perlite, (9) 1:1:1:1 tomato-apple-grape compost: cocopeat: perlite combinations. As a result of the study, when the mixtures of compost materials in different ratios were compared with the control (cocopeat: perlite) medium in terms of yield

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 17.04.2024

Accepted : 02.12.2024

Keywords

Cocopeat

Compost

Hydroponics

Quality

Yield

and quality of cucumber, three treatments; (1:1:1:1) tomato-apple-grape compost: cocopeat: perlite, (2:1) apple compost: perlite, and (1:1:1:1) tomato: apple: grape compost: perlite combinations were found to be prominent in terms of yield but compost media had no effect on quality parameters.

- Atıf İçin :** Kartal, H. & Geboloğlu, N. (2025). Topraksız Tarımda Hıyar Yetiştiriciliğinde Farklı Kompost Materyallerinin Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 28(1), 104-113. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1469754.
- To Cite :** Kartal, H. & Geboloğlu, N. (2025). Investigation of the Possibilities of Using Different Compost Materials as Growing Media in Cucumber Cultivation in Soilless Agriculture. *KSU J. Agric Nat* 28 (1), 104-113. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.1469754.

GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ve artan teknolojik faaliyetler nedeniyle, geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek verim ve daha kaliteli gıdalar üretmek için çözümler geliştirmek önemlidir. Bu bağlamda topraksız tarım sistemleri alternatif çözümler arasında yer bulmuş, kentsel yaşam ortamlarına da uygun tarım modelleri olarak ortaya çıkmaktadır.

Gerekli su ve besin maddelerinin bitki yaşamını kolaylaştıracak miktarlarda kök ortamına verilmesi şeklinde tanımlanan topraksız tarım, ortam (substrat) kültürü veya su kültürü (hidroponik) olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır (Gül, 2008). Kullanım kolaylığı ve daha az teknik bilgi gerektirmesi gibi nedenlerle ortam kültürü su kültürüne göre daha fazla kullanılmaktadır. Ortam kültüründe bitki büyümesini desteklemek için kum, perlit, turba, vermikülit, Hindistan cevizi lifi ve kaya yünü gibi ortamlar kullanılmaktadır ve bu ortamlar, besin kaynağı olmaktan ziyade bitkiler veya bitki kökleri için bir yetiştirme ortamı görevi görür (Raffar, 1990; Anonim, 2022b).

Son yıllarda, dünyada özellikle sürdürülebilir tarım, organik tarım ve çevre dostu tarım uygulamalarına olan ilgi artmıştır. Sürdürülebilir tarımsal faaliyetler sonucu elde edilen ürün için en değerli koşulların başında ise toprak verimliliği gelmektedir (Yalçın & Çimrin, 2019). Bu nedenle, kompost kullanımının önemi daha da artmıştır. Kompost, mikroorganizmalar tarafından stabilize edilen biyokimyasal olarak ayrıştırılabilir organik bir materyaldir. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını düzenler ve ayrıca verim ve kaliteyi önemli ölçüde artırmaktadır (Kartal, 2023). Kompost, tarımsal üretimde toprağa organik madde olarak katkı sağlamanın yanında, aynı zamanda sebze yetiştiriciliğinde, topraksız tarım yöntemlerinde ve fide üretiminde torf yerine kullanılabilir. Kompost üretiminde, hayvansal atıkların yanı sıra sebze ve meyve işleme fabrikalarından elde edilen katı meyve artıkları gibi çeşitli organik atıklarda kullanılmaktadır. Bu nedenle, dünya genelinde farklı meyve ve sebze atıklarını kompost olarak değerlendiren işletmeler bulunmaktadır (Sayara ve ark., 2020).

Türkiye'de torf ve Hindistan cevizi lifi, topraksız tarımda ve fide üretiminde yaygın olarak kullanılmakta ama yüksek maliyeti ve dışa bağımlılığı önemli bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, kaliteli torf yataklarının küresel olarak sınırlı olması, rezervlerin giderek azalması ve özellikle son yıllarda topraksız yetiştiricilikte ortam olarak torfa olan talebin artması nedeniyle, yüksek kaliteli, düşük maliyetli alternatif substratların kullanımına doğru bir yönelim olmuştur. Bundan dolayı, doğal kaynaklardan elde edilen organik atıklar ve geri dönüştürülebilir organik atıklar, kompostta dönüştürüldükten sonra torf için potansiyel ikame olarak önerilmektedir (Baran ve ark., 1995).

Çeşitli organik atıklardan elde edilmiş olan kompostlar, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden çok iyi olduğu düşünülen Sphagnum torfuna alternatif olarak önerilmektedir. Bugüne kadar çok sayıda organik materyal kompost olarak denenmiş ve kullanılmıştır ve ayrıca, taze meyve-sebze işleme fabrikalarından ortaya çıkan posaların kompost yapımında bitkisel atık olarak da kullanıldığı görülmektedir (Sayara ve ark., 2020).

Topraksız tarımın gelişimi, organik yetiştirme ortamlarına olan ilginin de artmasına neden olmuştur. Organik ortamların yetiştiricilikte kullanılması ile birçok avantaj sağlamaktadır. Organik ortamların, kolay temin edilebilmesi, düşük maliyetli olması ve en önemlisi kullanıldıktan sonra geri dönüşümünün kolay ve çevre dostu olması gibi avantajları bulunmaktadır (Raviv, 2013; Atzori ve ark., 2020). Avrupa Birliği ülkelerinde 2013 yılında, topraksız tarım kapsamında toplam 34.6 milyon m³ organik ortam kullanılmıştır. Bu miktarın %75.1 torf, %7.9 kompost ve %17'sini diğer organik ortamlar oluşturur. Ayrıca, kokopit (Hindistan cevizi lifi) gibi lifli ortamların kullanımında da bir artış görülmektedir (Schmilewski, 2017; Massa ve ark., 2020).

Bu çalışmada topraksız tarım koşullarında sebze (hıyar) yetiştiriciliğinde ortam olarak dünya ve Türkiye'de en çok tercih edilen maliyeti yüksek olan torf ve Hindistan cevizi lifi yerine alternatif ortam olarak maliyeti düşük ve ayrıca sürdürülebilir çevre dostu kompostun topraksız yetiştiricilikte ortam olarak kullanılabilirliği amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOD

Bu çalışma 2021 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi içerisinde bulunan ısıtmalı ve tam otomasyonlu serada yürütülmüştür. Çalışmada kompost yapımında kullanılacak atık materyallerin belirlenmesi için 2019 yılında bir ön kompost çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada Tokat'ta meyve suyu üreten Dimes Gıda San. ve Tic. A.Ş. fabrikasından domates, üzüm, elma ve şeftali atıkları temin edilerek Stoffella & Kahn (2001) ile Diacono & Montemurro (2019)'nun yöntemine göre kompostlaştırma yapılmıştır. Çalışma sonunda domates, üzüm ve elma atıklarının kompost yapımına uygun olduğu, şeftali atıklarının ise kompostlaşmaya uygun olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlardan hareketle araştırmada üzüm, elma ve domates atıklarının kullanılmasına karar verilmiştir. Kompost yapımında kullanılacak olan materyaller fabrikadan 2020 yılında temin edilmiş ve kompost domates, elma ve üzüm posaları, taze ahır gübresi, sönmüş toz kireç, buğday samanı, üre gübresi, toprak ve su karışımından oluşturulmuştur.

Kompostlama sürecinde kullanılan malzemeler, hacim ölçümlerine uygun olarak hesaplanmış ve kullanılmıştır. Domates, üzüm ve elma posaları ayrı ayrı 2 m³ olarak ölçülmüş ve üzerine 200 dm³ yanmış ahır (inek) gübresi, 100 dm³ saman (kurutulmuş balya formunda), 5 kg üre ve 5 kg sönmüş toz kireç ilave edilmiştir. Bu malzemeler beton zemin üzerine yığın haline getirilip, materyaller homojen şekilde birbirleri ile karıştırılmıştır. Karıştırma esnasında materyalin nem içeriği %50 oluncaya kadar sulama yapılmıştır. Materyal (kompost) beton zemin üzerinde homojen hale geldikten sonra bir metre yüksekliğe yığılmış ve üzeri şeffaf plastik örtü ile örtülmüştür. Daha sonra kompost yığınının durumuna göre ilk haftalarda iki veya üç daha sonraki haftalarda bir veya iki defa karıştırılmış, nem içeriği %50 olacak şekilde sulanmış ve tekrar üzeri örtülmüştür. Kompostun sıcaklığı 50 cm derinlikte günlük olarak ölçülmüş ve bu işlem, kompostun sıcaklığı kararlı bir dengeye ulaşana kadar 22 haftalık bir süre boyunca sürdürülmüştür. Son olarak kompost %20 nem içeriğine ulaşana kadar kurutulmuş ve depolanmıştır.

Yürütülen çalışmada yetiştirme ortamı olarak Hindistan cevizi lifi (Sera Marketim, Aksu/Antalya) ve perlit (Genper, Sarıyer/İstanbul) kullanılmıştır. Kullanılan perlitin ve Hindistan cevizinin özellikleri Çizelge 1'de; kompostun özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Araştırma, 1 Mayıs 2021 tarihinde başlamış olup 3 Kasım 2021 tarihinde sona ermiştir. Araştırmada, Olay F1 (AG Tohum, Antalya) hıyar çeşidi kullanılmıştır. Hıyar tohumları 150 gözlü viyollere, 10 Mart 2021 tarihinde ekilmiştir. Hıyar tohumları viyollere ekildikten sonra ortalama 4-5 gün karanlık ortamda bekletilerek tohumların şişmesi sağlanmış ve daha sonra viyoller fide sehpalarına dizilerek boom sistemi ile sulama ve gübreleme işlemi yapılmıştır. Sulama ve gübreleme, ilk hafta normal sulama daha sonraki haftalarda gübreli sulama şeklinde yapılmıştır. Denemede yaklaşık 40-45 gün içerisinde dikim büyüklüğüne gelen fideler (3 veya 4 gerçek yapraklı) 1 Mayıs 2021 tarihinde balkon saksılarına (6 ayaklı, yatay, 25 x 75 x 21 cm ebatlarında ve 24 L hacimli) aktarılmıştır. Her bir saksıda 3 bitki yetiştirilmiş ve her tekerrür için 2 saksı kullanılmıştır. Dolayısıyla her parselde 6 bitki yetiştirilmiştir. Gübreleme ve sulama sera içindeki otomasyon sistemi ile damla sulama şeklinde yapılmıştır. Bitkilerin beslenmesinde Hoagland & Arnon (1950) reçetesi kullanılmıştır. Fideler dikildikten yaklaşık 10 gün sonra normal sulama, 10 günden sonra N:P:K:Ca:Mg oranı 2:1:3:1.5:1 olacak şekilde hazırlanmış olan stok tanklardan çiçeklenme başlangıcına kadar 2.0 dS/m elektriksel iletkenlik (EC) ve çiçeklenmenin başlamasından sonra 2.2 dS/m EC şeklinde gübreleme yapılmıştır.

Çizelge 1. Hindistan cevizi lifi içeriği ve Perlitin kimyasal yapısı (Anonim, 2024ab)

Table 1. Content of cocopeat and chemical structure of Perlite (Anonymus, 2024ab)

Hindistan cevizi lifi - Cocopeat		Perlit-Perlite	
İçerik (Contents)	Oran (Rate)	İçerik (Contents)	Oran (Rate)
pH	5.7-6.5	pH	7
EC	2.5-3	Su %	3
Organik madde %	100	Si %	74
C/N	104:1	Al %	14
Azot (N) %	0.51	Na %	3
Fosfor (P) %	0.09	K %	5
Potasyum (K) %	1.87	Mg %	0.5
Kalsiyum (Ca) %	0.30	Ca %	0.5
Magnezyum (Mg) %	0.11	Fe %	1
Sülfür (S) %	0.10		
Demir (Fe) ppm	289		
Bakır (Cu) ppm	17.3		
Mangan (Mn) ppm	18.4		
Çinko (Zn) ppm	17.9		
Bor (B) ppm	18.1		

Çizelge 2. Denemede kullanılan kompostların fiziksel ve kimyasal özellikleri (Anonim, 2022a)

Table 2. Physical and chemical properties of the composts used in the experiment (Anonymus, 2022a)

Kompost özellikleri (Compost properties)	Domates Kompostu Tomato Compost	Elma Kompostu Apple Compost	Üzüm Kompostu Grape Compost
Nem (%)	47.01	71.55	48.77
Organik Madde (%)	55.58	59.11	68.82
pH	8.68	7.84	8.52
C/N oranı	13.8	13.1	14.9
EC (dS/m)	5.84	6.1	2.51
Toplam Azot (N) (%)	3.06	4.09	2.71
Toplam Fosfor (P) (%)	0.68	0.88	0.58
Toplam Potasyum (K) (%)	1.38	2.85	3.26
Toplam Kalsiyum (Ca) (%)	15.8	8.91	6.54
Toplam Magnezyum (Mg) (%)	1.1	1.17	0.72
Toplam Demir (Fe) (%)	0.75	0.29	0.71
Toplam Çinko (Zn) (ppm)	170	200	250
Toplam Mangan (Mn) (ppm)	360	288	204.5
Toplam Bakır (Cu) (ppm)	180	200	210
Bakteri sayısı (kob g)	3.85×10^7	3.60×10^7	4.75×10^6

Çalışmada kompost, torf ve perlitin farklı kombinasyonları 9 farklı yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan farklı yetiştirme ortam kombinasyonları

Table 3. Different growth media combinations used in the study

1. 2:1 oranında Hindistan cevizi lifi: Perlit (Kontrol)
2. 2:1 oranında Domates Kompostu: Perlit (DP)
3. 2:1 oranında Elma Kompostu: Perlit (EP)
4. 2:1 oranında Üzüm Kompostu: Perlit (ÜP)
5. 1:1:1 oranında Domates: Elma: Üzüm Kompostu: Perlit (DEÜP)
6. 1:1:1 oranında Domates Kompostu: Hindistan cevizi lifi: Perlit (DHP)
7. 1:1:1 oranında Elma Kompostu: Hindistan cevizi lifi: Perlit (EHP)
8. 1:1:1 oranında Üzüm Kompostu: Hindistan cevizi lifi: Perlit (ÜHP)
9. 1:1:1 oranında DEÜ Kompostu: Hindistan cevizi lifi: Perlit (DEÜHP)

Sulama aralıkları verilen suyun %20'si drene olacak şekilde haftalık olarak ayarlanmıştır. Dönemlere göre değişmekle birlikte günde 6 sulamaya kadar çıkılmış ve her sulama süresi 2 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Besin çözeltisinin pH değeri 5.8'e ayarlanmıştır. Hıyar bitkilerinin drenaj çıkışlarında düzenli olarak EC ve pH ölçümleri yapılmıştır. Drenaj çözeltisinin EC değeri 3.0 dS/m'yi aştığı durumlarda, bir veya iki kez EC 1.0 dS/m çözeltisi ile sulama yapılmıştır. Benzer şekilde, drenaj çıkışlarında pH değeri 7'yi aştığında, bir veya iki EC 1.0 dS/m ve pH değeri 5.8 olan bir çözelti ile sulama yapılmıştır. Çalışmada, çoklu karışımlarda ve üzüm kompostu olan karışımlarda EC oranları yüksek çıkmamakla birlikte genellikle tekli karışımlarda (DP ve EP), EC oranları yüksek çıkmıştır. Bizde bu durumda haftalık uygulamalarla EC 1.0 dS/m çözeltisi ile sulama yapılarak EC istenen seviyelere düşürülmüştür ve ayrıca verim açısından bu durum uygulamalar arasında bir farklılığa sebep olmamıştır. Buna ek olarak, elma kompostu ve karışımları verim açısından bakıldığı zaman diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç vermiştir.

Araştırma 03 Kasım itibari ile sonlandırılmış, uygulamaların hıyar bitkisi üzerindeki etkisini belirlemek için, birtakım gözlemler yapılmıştır. Bu çalışmada yapılan gözlemler; pazarlanabilir verim (ton/ha): Pazarlanabilir özellikte olmayan meyveler hasat döneminde toplanan meyvelerden ayrılmış ve kalan meyveler tartılmıştır. Toplam verim (ton/ha): Her bir parselden toplanan hıyar meyvelerinin ağırlıkları tartılmıştır. Pazarlanabilir meyve sayısı (adet/bitki): Her hasatta toplanan meyveler parsellere göre sayılmış ve parseldeki bitki sayısına bölünerek hesaplanmıştır. Iskarta meyve sayısı (adet/bitki): Hasat edilmiş meyveler arasından, pazarlanabilir değeri olmayan meyveler sayılmıştır. Pazarlanabilir meyve ağırlığı (g): Pazarlanabilir özellikteki meyvelerin ağırlığı meyve sayısına bölünerek ağırlıkları belirlenmiştir. Meyve suyunda pH tayini: Hıyar meyvesinin suyu çıkarılarak pH metre (Hanna HI-9812-5N, Amerika) ile ölçüm yapılmıştır. Suda çözünabilir kuru madde miktarı

taini (SÇKM) (%): Hasatlar başladıktan sonra 4. ve 5. hasatlarda alınan meyvelerin katı meyve sıkacağı ile suları çıkarılmış ve filtre edildikten sonra zaman geçirilmeden dijital refraktometre ile ölçülmüştür. Titre edilebilir asit tayini (TA) (%): Cemeroğlu, (2010) tarafından önerilen metodolojiye uygun olarak % olarak hesaplanmıştır. Klorofil indeksi (SPAD): Bitkilerin üçüncü ve dördüncü yapraklarında (gelişimini tamamlamış yapraklar) klorofil metre (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile ölçüm yapılmıştır. C vitamini (mg/100g): C vitamini tayininde örneklerden elde edilen meyve suyundan 0.5 mL alınmış, üzerine %0,5'lik oksalik asit eklendikten sonra 5 mL'ye tamamlanmıştır. Ardından askorbik asit test kiti (Katalog no: 116981, Merck, Almanya) iki saniye süre ile çözeltiye daldırılıp, sekiz saniye dışarıda okside olması beklenmiş ve daha sonra onbeş saniyenin sonuna kadar Reflectoquant cihazı (Merck RQ flexplus 10, Türkiye) test adaptörü içerisine yerleştirilerek okuma yapılmıştır. Yaprak ve meyve kuru ağırlıkları (%): Hasat döneminin başlangıcında ve ortasında bitkilerden sağlıklı yapraklar ve meyveler alınmış ve 0.001 g hassasiyete sahip dijital terazide yaprak ve meyvelerin yaş ağırlıkları tartılmıştır. Yaş ağırlıkları alınan örnekler kese kağıtlarına konularak etüve yerleştirilmiş ve 80 °C'de kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra kurumuş yaprak ve meyve örneklerinin yaş ve kuru ağırlıkları hassas terazi (0.01 g) ile belirlenmiştir. Yaprak besin elementi analizi: Bitkiler 150 ve 200 cm yüksekliğe ulaştıklarında büyüme ucunun altındaki 4. ve 5. yapraklar alınarak etüve 65 °C'de kurutulmuştur. Kurutulan bitki örnekleri öğütülmüş ve Kjeldahl yöntemi kullanılarak (Chapman & Pratt, 1961) azot (N) tayini yapılmıştır. Öğütülen örnekler kuru yakma yöntemi ile yakılmış ve hazırlanan süzüklerde P, K, Fe, Cu, Zn ve Mn konsantrasyonları ICP-OES cihazında (Inductively Coupled Plasma) Halvin & Soltanpour (1980) yöntemi ile ölçülmüştür.

Araştırma 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Verilerin analizinde SPSS 20.0 paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılarak, ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan's çoklu karşılaştırma testi %1- %5 düzeyinde kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kompost Uygulamalarının Hıyarda Verim Parametrelerine Etkisi

Kompost ve kompost karışımlarının yetiştirme ortamı olarak tek başına ve karışım halinde kullanılması hıyar veriminde, kontrole göre EP, EHP, DEÜP ve DEÜHP uygulamalarında önemli bir artış oluşturmuş, ancak bu artış diğer uygulamalarda (DP, ÜP, DHP, ÜHP) gözlenmemiştir. Pazarlanabilir verim 163 ton/ha ile 345 ton/ha arasında değişmiş ve en yüksek verim DEÜHP uygulamasında gözlenmiştir. Kontrol uygulamasında 216 ton/ha verim elde edilmiş olup, bu değer çalışmada kullanılan sekiz ortamın dördünde kontrolden daha yüksektir. Kontrol ile karşılaştırıldığında en yüksek verimin elde edildiği DEÜHP ortamında pazarlanabilir verim %62 oranında artmıştır. Toplam verim, pazarlanabilir verim değerleri ile benzerlik göstermiş ve toplam verim kontrole kıyasla %63 oranında artmıştır. Hem pazarlanabilir verim hem de toplam verim açısından uygulamalar arasındaki farklar $p \leq 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kompost uygulamalarının hıyarda pazarlanabilir ve toplam verime etkisi

Table 4. Effect of compost applications on marketable and total yield of cucumber

Ortamlar (Mediums)	Pazarlanabilir Verim (ton/ha) Marketable Yield (ton/ha)	Toplam Verim (ton/ha) Total Yield (ton/ha)
DP	163±39.90 d	173±44.28 d
EP	310± 9.48 ab	319±14.07 ab
ÜP	170±20.54 d	177±23.66 d
DHP	171±29.13 d	182±24.36 d
EHP	282±16.47 b	290±18.28 b
ÜHP	182±14.20 cd	191±14.33 cd
DEÜP	301±16.70 b	312±22.64 ab
DEÜHP	345±16.38 a	351±17.51 a
Kontrol	216± 8.59 c	224±08.84 c
P değeri	0.001	0.001
Önem seviyesi	***	***

*** : $p \leq 0.001$

Çalışmada kullanılan kompost ortamı kontrole kıyasla uygulamaların genelinde daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Bu bulgular literatürde bildirilenlerle uyumlu olduğu görülmektedir. Schroeder & Sell (2007) yılında yaptıkları çalışmada, ahır gübresinden elde edilen kompostu, hıyarda yetiştirme ortamı olarak torf ile karşılaştırmış, elde edilen sonuçlara göre pazarlanabilir verimin kompost ortamında 6.3 ile 7.96 kg/m² arasında, torf ortamında ise 5.2 ile 7.92 kg/m² arasında gerçekleştiğini ve kompost ortamından elde verimin torf ortamına

eşit olduğunu bildirmiştir. Pinamonti ve ark. (1997), hıyar yetiştiriciliğinde topraksız yetiştirme ortamı olarak torf ve kompostu karşılaştıran bir çalışmada, pazarlanabilir verim torfta 5.88 kg/bitki, kompostta ise 7.17 kg/bitki olmuş ve ikisi arasında önemli bir fark bulunmuştur. Basirat ve ark. (2022) palmiye atıklarından elde ettikleri kompostu hıyarda yetiştirme ortamı olarak kullandıkları çalışmada toplam verimin 1.91 kg/bitki olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşılık, kontrol ortamı olarak kullanılan Hindistan cevizi lifinde toplam verim 1.97 kg/bitki olmuştur ve iki ortam arasındaki fark önemsiz olduğu bildirilmiştir. Araştırmalardan elde edilen farklı sonuçlar, kullanılan kompost türleri, yetiştirme koşulları ve diğer değişkenlerden kaynaklanıyor olabilir ve ayrıca, kompostun bileşimi, yetiştirme yöntemi veya yetiştirme ortamlarında bulunan materyalin farklı olması bu sonuçların farklılığını ortaya çıkarabilmektedir.

Araştırmada elde edilen bulgulara göre, tek başına kompost kullanımı veya kompost materyallerinin karışımı, bazı durumlarda pazarlanabilir meyve sayısı ve meyve ağırlığında artışa yol açmıştır. Çalışmada, kompost uygulamalarında pazarlanabilir meyve sayısı 73 adet/bitki ile 129 adet/bitki arasında değişirken, kontrol uygulamasında 84.61 adet/bitki olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, denemede kullanılan 8 farklı kompost ortamından dördünde meyve ağırlığının kontrol grubundan yüksek olduğu gözlemlenmiş istatistiksel olarak $p \leq 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Pazarlanabilir meyve ağırlıklarının da meyve sayısı ile uyumlu olduğu görülmüş, meyve sayısı bakımından kontrol grubuna göre daha yüksek sonuç veren uygulamalarda ortalama meyve ağırlığının da kontrol grubundan yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmada, pazarlanabilir meyve ağırlığı kompost uygulamalarında 66.91 g ile 88.16 g arasında değişim gösterirken, kontrol uygulamasında bu değer 84.19 g olarak belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş olmasına rağmen, kontrol ortamı ile kontrol grubundan daha yüksek ağırlığa sahip olan ortamlar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Kompost uygulamaları arasında ıskarta meyve sayısı açısından küçük farklılıklar olsa da bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 5).

Kompost materyallerinden bir kısmının pazarlanabilir ve toplam verimde artış sağlamasının yanında meyve sayısında da artış sağlaması yenilenebilir, dışa bağımlılığı olmayan ve çevre dostu bir materyalin ithal Hindistan cevizi lifi ortamı yerine kullanılabilirliğini göstermektedir. Bu sonuçlar pek çok açıdan umut vericidir. Yapılan başka bir benzer çalışmada, Hurma atığı ve Hindistan cevizi lifinden elde edilen kompost arasında bir karşılaştırma yapılmış olup, meyve sayısı ve meyve ağırlığı açısından ikisi arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (Basirat ve ark., 2022).

Çizelge 5. Kompost uygulamalarının hıyarda pazarlanabilir meyve sayısı, ıskarta meyve sayısı ve pazarlanabilir meyve ağırlığına etkileri

Table 5. Effects of compost applications on the number of marketable fruits, number of discarded fruits and marketable fruit weight in cucumber

Ortamlar (Mediums)	Pazarlanabilir Meyve Sayısı (adet/bitki) Number of Marketable Fruits (piece/plant)	İskarta Meyve Sayısı (adet/bitki) Number of Discarded Fruits (piece/plant)	Pazarlanabilir Meyve Ağırlığı (g) Marketable Fruit Weight (g)
DP	73±18.75 c	4.17±1.93	74.22±2.38 ab
EP	117± 3.28 ab	3.89±2.28	87.86±0.47 a
ÜP	80± 9.17 c	3.22±0.82	70.24±0.43 bc
DHP	84± 7.54 c	4.56±1.64	66.91±5.58 c
EHP	108± 7.34 b	3.94±1.93	86.34±1.75 a
ÜHP	85± 3.76 c	4.72±0.68	70.30±2.95 bc
DEÜP	116± 9.30 ab	4.44±2.08	85.87±2.23 a
DEÜHP	129± 6.84 a	3.00±0.58	88.16±1.78 a
Kontrol	85± 2.28 c	3.56±0.67	84.19±1.17 a
P değeri	0.001	0.662	0.001
Önem seviyesi	***	n.s	***

*** : $p \leq 0.001$ n.s : önemsiz

Kompost Uygulamalarının Hıyarda Kalite Özelliklerine Etkisi

Araştırmada, hıyar meyvelerinin pH ve TA üzerinde yetiştirme ortamlarının etkisi önemsiz bulunurken, SÇKM üzerine $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Kompost ortamlarında pH değerleri 6.00 (DP) ile 6.53 (EP) arasında değişirken, kontrolde 6.30 olduğu görülmüştür. Hıyar meyvelerinde TA miktarı, kompost uygulamalarında %0.217 (DHP) ile 0.260 (DEÜHP) arasında değişirken, kontrol grubunda %0.224 olarak saptanmıştır. SÇKM uygulamalarında ise bu miktar %2.83 (ÜHP) ile 3.73 (DEÜP) arasında değişirken, kontrolde %3.57 olarak belirlenmiştir. SÇKM içeriğinin en yüksek olduğu ortamlar ile kontrol grubu arasındaki fark önemli

bulunmamıştır (Çizelge 6).

Araştırmada kompostun yetiştirme ortamına ilave edilmesinin, meyve kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı ve yaprak klorofil indeksi (Spad) üzerindeki etkileri incelenmiş ve her üç özellik içinde kompost uygulamaları arasında ve kompost uygulamaları ile kontrol grubu arasında önemli farklılıklar tespit edilememiştir. Kompost uygulamaları arasında meyve kuru ağırlığı %3.87 (DHP) ile %4.82 (DEÜP) arasında değişirken, kontrol grubunda % 4.57 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Yaprak kuru ağırlığı ise kompost uygulamalarında %10.08 (EHP) ile % 12.21 (DEÜP) arasında değişirken, kontrolde %10.63 olarak bulunmuştur. Hıyar yapraklarında klorofil indeksi, kompost uygulamalarına göre 58.53 (ÜHP) ile 75.00 (DP) arasında değişirken, en düşük değer kontrol grubunda 54.28 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Du ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar, üzüm posalarından elde ettikleri kompostla yetiştirdikleri hıyar meyvelerinde bitki boyu ve kuru ağırlığın, kontrol olarak kullandıkları torf + vermikulit ortamına göre daha yüksek olduğunu ve elde edilen bu farkın ise önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 6. Kompost uygulamalarının hıyarda pH, SÇKM, TA ve meyve kuru ağırlığı üzerine etkisi
Table 6. Effect of compost applications on pH, SÇKM, TA and fruit dry weight in cucumber.

Ortamlar (Mediums)	pH	SÇKM (%)	TA (%)	Meyve Kuru Ağırlığı (%) Fruit Dry Weight (%)
DP	6.00±0.10	3.00±0.10 de	0.237±0.046	4.80±0.23
EP	6.53±0.35	3.43±0.12 abc	0.233±0.021	4.41±0.51
ÜP	6.23±0.32	3.40±0.30 abc	0.233±0.035	4.45±0.49
DHP	6.27±0.15	3.10±0.10 cde	0.217±0.029	3.87±0.15
EHP	6.13±0.15	3.23±0.15 bcd	0.230±0.030	4.14±0.46
ÜHP	6.13±0.06	2.83±0.21 e	0.263±0.042	4.44±0.20
DEÜP	6.33±0.35	3.73±0.12 a	0.243±0.021	4.82±1.47
DEÜHP	6.27±0.15	3.23±0.32 bcd	0.260±0.046	4.55±0.10
Kontrol	6.30±0.10	3.57±0.21 ab	0.224±0.017	4.57±0.31
P değeri	0.510	0.009	0.935	0.756
Önem seviyesi	n.s	**	n.s	n.s

** : p<0.01 n.s : önemsiz

Kompost Uygulamalarının Hıyarda Besin Elementi İçeriklerine Etkisi

Bu çalışmada, yapraktaki N içeriği, kompost uygulamalarına bağlı olarak %4.00 (ÜP) ile %4.34 (EHP) arasında değişkenlik gösterirken, kontrol grubunda %4.46 ile en yüksek seviyede tespit edilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak P içeriği %0.54 (EHP) ile %0.63 (DHP) arasında değişkenlik gösterirken, kontrolde %0.50 ile en düşük seviyede bulunmuştur. K birikimi, N birikimiyle benzer sonuçlar elde edilmiş olup, kompost uygulamalarına bağlı olarak K %3.42 (DP) ile %3.56 (ÜP) arasında değişkenlik gösterirken, kontrol grubunda %3.59 ile en yüksek değere ulaşılmıştır. Kompost uygulamaları arasında Ca içeriği %2.13 (DP) ile 2.37 (ÜHP) arasında değişkenlik gösterirken, kontrol uygulamasında %2.26 olarak bulunmuştur (Çizelge 7).

Çizelge 7. Kompost uygulamalarının yaprakta makro besin elementi içeriğine etkisi
Table 7. Effect of compost applications on macronutrient content in leaves

Ortamlar (Mediums)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)
DP	4.11±0.11	0.57±0.04	3.42±0.09	2.13±0.05
EP	4.25±0.11	0.60±0.08	3.46±0.05	2.16±0.06
ÜP	4.00±0.23	0.56±0.09	3.56±0.05	2.17±0.12
DHP	4.19±0.18	0.63±0.03	3.50±0.13	2.23±0.09
EHP	4.34±0.19	0.54±0.03	3.51±0.06	2.34±0.18
ÜHP	4.20±0.06	0.56±0.09	3.50±0.09	2.37±0.07
DEÜP	4.33±0.22	0.57±0.04	3.47±0.06	2.29±0.04
DEÜHP	4.33±0.11	0.60±0.03	3.45±0.22	2.18±0.14
Kontrol	4.46±0.11	0.50±0.02	3.59±0.16	2.26±0.11
P değeri	0.937	0.963	0.952	0.913
Önem seviyesi	n.s	n.s	n.s	n.s

n.s : önemsiz

Çalışmada kompost uygulamalarının makro ve mikro besin element etkilerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hıyar yaprakları analiz sonuçlarına göre kompost ortamlarında Fe içeriği ÜHP-DEÜHP uygulamalarından sırasıyla 94.33-103.33 ppm sonuç elde edilirken, 106.00 ppm ile en yüksek sonuç kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak Zn içeriği en düşük 34.00 ppm DP uygulamasından en yüksek 39.00 ppm EP uygulamasından elde edilirken, kontrol grubunda 37.00 ppm olarak ölçülmüştür; sekiz kompost ortamından dördünde Zn içeriği en yüksek kontrol grubundan elde edilmiştir. Kompost uygulamalarında Cu konsantrasyonu en düşük 16.53 ppm ile DEÜP uygulaması, en yüksek DHP uygulaması 20.07 ppm arasında değişirken, kontrol grubunda 16.70 ppm olarak ölçülmüştür; kullanılan ortamlardan yedisi Cu konsantrasyonu açısından kontrol grubundan daha yüksek değer elde edilmiştir. Hıyar yapraklarında Mn konsantrasyonu kompost uygulamalarında en düşük 95.07 ile DP uygulamasından, en yüksek ise 105.33 ppm ile DHP uygulamasından elde edilmiş, kontrol grubunda 105.30 ppm olarak tespit edilmiştir. Mikro besin elementleri açısından kompost uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Kompost uygulamalarının yaprakta mikro besin elementi içeriğine etkisi
Table 8. Effect of compost applications on micronutrient content in leaves

Ortamlar (Mediums)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)
DP	94.67±10.07	34.00±1.00	19.13±1.99	95.07±07.00
EP	98.00±13.08	39.00±2.65	18.70±2.31	103.63±07.92
ÜP	99.67±13.20	38.00±1.85	18.83±0.50	97.73±10.46
DHP	96.67±10.26	38.67±2.52	20.07±2.31	105.33±07.07
EHP	102.67±08.08	36.67±5.13	18.30±0.60	101.17±10.09
ÜHP	94.33±09.07	37.33±6.66	18.37±0.86	96.73±05.17
DEÜP	97.67±08.50	35.00±4.58	16.53±0.71	101.50±03.22
DEÜHP	103.33±22.30	35.67±3.21	18.50±1.71	104.30±04.62
Kontrol	106.00±09.00	37.00±2.65	16.70±1.50	105.30±06.56
P değeri	0.662	0.714	0.486	0.542
Önem seviyesi	n.s	n.s	n.s	n.s

n.s : önemsiz

Çalışmada yetiştirme ortamının, hıyar yapraklarının makro ve mikro besin içerikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı hem makro hem de mikro besinler açısından ortamlar arasında önemli bir fark oluşmadığı görülmüştür. Ayrıca, kompost materyalleri ile kontrol ortamı arasında da önemli bir fark bulunmamıştır. Hıyar meyvelerinin besin içeriklerinin, özellikle besin alımının daha etkili olduğu ortamlarda, kontrole göre daha yüksek olması dikkat çekicidir. Yapılan çalışmalarda, kompostun hıyar yapraklarının makro ve mikro besin içerikleri üzerindeki etkisini inceleyen araştırmacılar da benzer sonuçlara ulaşmıştır. Schroeder & Sell (2007), hıyar yapraklarının N, P ve K içeriklerinin kompost ortamında sırasıyla %4.77-0.81 ve %5.41, torf ortamında ise %5.60-0.80 ve %4.96 olduğunu bildirmişlerdir. Pinamonti ve ark. (1997) N, P, K ve Ca içeriklerinin torfta %3.71, 0.39, 2.03 ve 5.83, kompostta ise 4.04-0.46-2.71 ve 5.20 olduğunu bildirmiştir. Sonuçlar, kompost ortamının dört besin maddesi açısından torftan daha etkili olduğunu göstermiştir.

Araştırmacılar, hıyar yapraklarında Fe ve Mn miktarının torf için sırasıyla 116 ve 118 ppm, kompost için ise 101 ve 94 ppm olduğunu rapor etmişlerdir. Hurma atıklarından elde edilen kompostun, Hindistan cevizi lifi + perlit karışımıyla karşılaştırıldığını belirten Basirat ve ark. (2022), hıyar yapraklarında N, P, K ve Ca içeriğinin kontrolde sırasıyla %5.16, 0.643, 4.16 ve 1.25 olduğunu, kompost ortamında ise sırasıyla %5.69, 0.727, 4.49 ve 1.89 olduğunu ve dört besin elementinin de kompost ortamında daha yüksek seviyelerde olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, besin elementi birikimi konusundaki bulgularının, Mn dışında deneme sonuçlarıyla benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir.

SONUÇ

Topraksız tarımda, yetiştirme ortamı en önemli girdilerden biridir. Uygun yetiştirme ortamının seçimi ise verim ve kalite üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir. Hem dünyada hem de Türkiye’de topraksız tarımda organik yetiştirme ortamı olarak torf ve Hindistan cevizi lifi kullanılmaktadır. Ancak torf ve Hindistan cevizi lifi dışı bağımlı materyallerdir. Özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde torf yataklarının azalması ve çevresel tahribatın zararlı etkileri sebebiyle torf materyalinin temin edilmesi giderek daha da zorlaşmaktadır. Ayrıca, materyallerin (torf-Hindistan cevizi lifi) taşınmasındaki ek zorluk, topraksız tarımda bu materyallere alternatif materyallerin araştırılması için bir fırsat oluşturmaktadır. Geliştirilecek alternatif ortamların steril olması son derece önemlidir.

Yerel kaynaklardan elde edilen kompostlar bu boşluğu doldurma potansiyeline sahiptir. Kompostun hem toprak uygulaması hem de topraksız bir ortam olarak bitkisel üretimdeki etkisi ve önemi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak son zamanlarda özellikle topraksız tarımda dışa bağımlılığın azalması, tarımsal atıkların tarımda yeniden kullanılması ve konvansiyonel tekniklerin insan ve çevre sağlığı açısından oluşturduğu riskler nedeniyle kompost kullanımının önemi artmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda, domates-elma-üzüm kompostu: Hindistan cevizi lifi: perlit (DEÜHP), domates: elma: üzüm kompostu: perlit (DEÜP) ve elma kompostu: perlit (EP) kombinasyonlarının, topraksız tarımda hıyar yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılabilmesi ve ticari bir ortam olan Hindistan cevizi lifine benzer sonuçlar sergilediği ancak kompost uygulamalarının meyve kalite üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada, ülkemizde dışa bağımlı olunan materyaller yerine yerli materyallerin alternatif olabileceği konusunda ümitvar sonuçlar elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışmada yapılmış olan analizler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüş olup; katkısı olanlara teşekkür ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Araştırmacılar deneme kurulumundan, makalenin yazım aşamasına kadar katkı sağladığını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2022 a). Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Gayret Mahallesi Fatih Sultan Mehmet Bulvarı (İstanbul Yolu) No: 32 P.K:9 Yenimahalle / ANKARA 06172.
- Anonim, (2022 b). Topraksız Tarım. <http://meslek.eba.gov.tr/moduller/Topraksiz%20Tarim.pdf> 2017 (Erişim: 07 Nisan 2022).
- Anonim, (2024 a). <https://www.emineltarim.com/tr/sera-malzemeleri/cocopeat.html>. Altınova Sinan Mah. Araplar Sok. No:52/1 Kepez/Antalya/Türkiye.
- Anonim, (2024 b). <https://www.genper.com.tr/tarim-perliti-teknik-bilgiler>. Kemerburgaz Yolu Cendere Mevkii No:24 Ayazağa / Sarıyer / İSTANBUL.
- Atzori G., Nissim, W. G., & Rodolfi, L. (2020). Algae and Bioguno as promising source of organic fertilizers. *J. Appl. Phycol*, 32, 3971–3981. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02261-7>
- Baran, A., Çaycı, G., & İnal, A. (1995). Some physical and chemical properties of different agricultural wastes. University of Pamukkale. *Journal of Engineering Sciences* 1 2-3: 169-173.
- Basirat, M., Mousavi, S. M., Dehghani, F., & Davoudi, M. H. (2022). Exploratory Research on the Adoption of New Organic Wastes for Production of Greenhouse Cucumber in Soilless Culture. *Waste and Biomass Valorization*, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s12649-022-01995-4>
- Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda Analizleri*. Genişletilmiş 2. Baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34. Bizim Grup Basımevi. Ankara, Türkiye, 657s.
- Chapman, H. D., & Pratt, P. F. (1961). Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Los Angeles, 60-61; 150-159.
- Diacono, M., & Montemurro, F. (2019). Olive pomace compost in organic emmer crop: yield, soil properties, and heavy metals' fate in plant and soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19(1), 63-70. <https://doi.org/10.1007/s42729-019-0010-3>
- Du, N., Shi, L., Du, L., Yuan, Y., Li, B., Sang, T., & Guo, S. (2015). Effect of vinegar residue compost amendments on cucumber growth and Fusarium wilt. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(23), 19133-19141. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4816-9>
- Gül, A. (2008). *Topraksız tarım*, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 144 s.
- Halvin, J. L., & Soltanpour, P. N. (1980). A nitric acid plant tissue digestion method with ICP spectrometry for contaminated soil and plant. *Analytical Chemistry*, 11, 969-980. <https://doi.org/10.1080/00103628009367096>
- Hoagland, D. R., & Arnon, D. L. (1950). The Water Culture Method Growing Plants Without Soil. *Calif. Agric. Exp. Stn. Circ.* 347, 39p. Corpus ID: 82995011.
- Kartal, H. (2023). *Meyve suyu sanayisi atıklarından elde edilen kompostun sebze tarımında kullanım olanaklarının belirlenmesi (Tez no 783845)*. [Doktora tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Massa, D., Magán, J. J., Montesano, F. F., & Tzortzakakis, N. (2020). Minimizing water and nutrient losses from soilless cropping in southern Europe. *Agricultural Water Management*, 241, 106395.

- <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106395>.
- Olympios, C. M. (1993). Soilless media under protected cultivation rockwool, peat, perlite and other substrates. *Acta Horticulturae* 323, 215-234. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.323.20>
- Pinamonti, F., Stringari, G., & Zorzi, G. (1997). Use of compost in soilless cultivation. *Compost science & utilization*, 5(2), 38-46. <https://doi.org/10.1080/1065657X.1997.10701872>
- Raffar, K. A. (1990). Hydroponics in tropica. International Seminar on Hydroponic Culture of High Value Crops in the Tropics in Malaysia, November 25-27, 1990.
- Raviv, M. (2013). Composts in growing media: What's new and what's next? *Acta Horticulturae* 982, 39-52. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.982.3>.
- Sayara, T., Basheer-Salimia, R., Hawamde, F., & Sánchez, A. (2020). Recycling of organic wastes through composting: Process performance and compost application in agriculture. *Agronomy* 10, 1838; <https://doi.org/10.3390/agronomy10111838>
- Schroeder, F. G., & Sell, H. (2007, September). Use of compost made from livestock manure as an organic substrate for cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouse. In *International Symposium on Growing Media* 819, 367-372. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.819.44>
- Schmilewski, G. (2017). Growing media constituents used in the EU in 2013. *Acta Horticulturae* 1168, 85-92. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1168.12>.
- Stoffella, P. J., & Kahn, B. A. (2001). Compost utilization in horticultural cropping systems. *Acta Horticulturae* (1018). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1018.7>
- Yalçın, M., & Çimrin, K. M. (2019). Şanlıurfa-Siverek'te Yaygın Toprak Gruplarının Besin Elementi Durumları ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 1-13. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.22i39650.412922>.