



Hidroponik Fesleğen Yetiştiriciliğinde Vermikompost Uygulamalarının Etkileri

Gölgen Bahar ÖZTEKİN^{1,2,3}, Ali Kemal DEMİRCAN², Tunç DURDU³

^{1,2,3}Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir

¹<https://orcid.org/0000-0001-6023-013x>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4225-014x>, ³<https://orcid.org/0000-0002-9837-7775>

✉: golgen.oztekin@ege.edu.tr

ÖZET

Hidroponik fesleğen (*Ocimum bacilium*) yetiştiriciliğinde solucan gübresi (vermikompost) uygulamasının bitki gelişimi, verim ve bazı kalite parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, vermikompost yapraktan püskürtme, kökten besin solüsyonu ile uygulama ve hem kökten hem yapraktan verilme şeklinde uygulanmıştır. Kontrol uygulamasında sadece besin solüsyonu uygulanmış, yapraklardan sadece su püskürtülmüştür. Tohumlar file saksılarda her saksıya 10 tohum olacak şekilde torf ortamına elle ekilmiş, tohum ekiminden 84 gün sonra bitkiler yaklaşık 25 cm boylandığında tek seferde hasat yapılarak deneme sonlandırılmıştır. Ekim sonrası 45'lik viyollere konan file saksılar, 22±2°C sıcaklık ve %85 nemde çimlendirme odasında 4 gün tutulmuştur. Fideler 2 gerçek yapraklı oldukları zaman hidroponik sisteme (Besleyici Film Tekniği, NFT) yetiştirme kanallarına aktarılmıştır. Kapalı sistem yetiştiricilikte besleme+drenaj tankları her konu için ayrılarak, tanklardaki EC ve pH değerlerinin kontrolü yapılarak yetiştiricilik yapılmıştır. Araştırmada bitki morfolojik gelişim parametreleri, biyokütlesi, bitki ağırlığı ve verim, yaprak renk değerleri, vitamin C ve nitrat içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, vermikompost uygulamasının bitki gelişimi ve verimini arttırdığı; uygulama yeri olarak yapraktan yapılan püskürtme şeklinde uygulamanın diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu nedenle hidroponik fesleğen yetiştiriciliğinde kaliteden ödün vermeden mevcut verimi arttırmak ve erkencilik sağlamak adına sıvı vermikompostun yapraktan uygulaması önerilmektedir.

Bahçe Bitkileri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 25.12.2023

Kabul Tarihi : 12.08.2024

Anahtar Kelimeler

Ocimum bacilium

NFT

Solucan gübresi

Verim

Biyokütle

Effect of Vermicompost Applications on Hydroponic Basil Cultivation

ABSTRACT

In this study, the effects of vermicompost (earthworm compost) application on plant growth, yield, and some quality parameters were investigated in hydroponic basil (*Ocimum bacilium*) cultivation. The vermicompost was applied through foliar spray, nutrient solution (to root), and root and foliar application methods. In the control group, only a nutrient solution was applied, and water was sprayed on the leaves. Seeds were manually planted in peat medium in mesh pots, with 10 seeds per pot. The experiment was finished when the plants reached approximately 25 cm in height, 85 days after seeding, with a single harvest. Mesh pots placed in 45-cell trays after seeding were kept in a germination chamber at a temperature of 22±2°C and 85% humidity for 4 days. When the seedlings had two true leaves, they were transferred to the hydroponic system (Nutrient Film Technique, NFT). In closed-system cultivation, feeding, and drainage tanks were separated for each treatment, and cultivation was carried out by monitoring the EC and pH values in the tanks. Plant morphological development parameters, biomass, plant weight and yield, leaf colour values, vitamin C, and nitrate contents were determined. The results indicated that vermicompost application increased plant growth and yield. Among the application methods, foliar spray yielded better results compared to other applications. Therefore, for hydroponic basil cultivation, it is

Horticulture

Research Article

Article History

Received : 25.12.2023

Accepted : 12.08.2024

Keywords

Ocimum bacilium

NFT

Vermicompost

Yield

Biomass

recommended to apply liquid vermicompost through foliar spray to increase current yield without compromising quality and to ensure early harvesting.

Atf Şekli : Öztekin GB, Demircan AK, Durdu T 2024. Hidroponik fesleğen yetiştiriciliğinde vermicompost uygulamalarının etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg 27* (Ek Sayı-1), 152-162. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoge.vi.1406624>
To Cite: Öztekin GB, Demircan AK, Durdu T 2024. Effect of vermicompost application in hydroponic basil cultivation. *KSU J. Agric Nat 27* (Special Issue-1), 152-162. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoge.vi.1406624>

GİRİŞ

Gerek tadı ve gerekse görselliği nedeni ile sevilen bir bitki olan fesleğen, en çok üretilen ve tüketilen tıbbi ve aromatik bitki gurubunda yer almaktadır. Fesleğen birçok sektör (gıda, ilaç, baharat vb.) tarafından yoğun bir halde yaş/taze kesme (yaygın kullanımı) ya da kurutulmuş şekillerde (konserve yiyeceklerde, bitki çaylarında, parfümeri materyali, baharat, sağlık, aromaterapi, kozmetik ve geleneksel tıp alanında da uçucu yağ) değerlendirilmektedir (Labra et al., 2004; Telci ve ark., 2005; Naghibi et al., 2022). Bunların yanında ek olarak pesto sos olarak ve de peyzaj alanında süs bitkisi olarak evlerde, minik saksılar içerisinde yetiştirilmektedir (Dumanoglu & Mokhtarzadeh, 2021; Karagöz, 2020). Türkiye de saksılarda küçük yapraklı fesleğenlerin görüntü ve hoş kokusu nedeni ile mutfaklarda yerini aldığı, tıbbi ve aromatik bitki olarak da büyük alanlarda iri yapraklı fesleğenlerin yetiştirildiği görülmektedir.

Yetiştirildiği iklime bağlı olarak değişik renklerde olabilen ve 30-80 cm boylana bilen (Darrah, 1988; Ceylan, 1997) fesleğen, *Ocimum* cinsinde Ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyasına ait olup, tek ve çok yıllık yetiştirilebilen bir bitkidir (Ekren ve ark., 2009). Geniş bir varyasyonu bulunan bitki, pek çok alt tür ve varyetelere ayrılmaktadır (Çamlıca & Yıldız, 2017). Fesleğenin *Ocimum bacilium* L. türü ekonomik öneme sahip ve tek yıllık kültürü yapılan türdür ve bu türün tatlı, mor renkli (reyhan), küçük veya büyük yapraklı, limon veya anason kokulu alt türleri mevcuttur (Telci ve ark., 2005).

Besin değeri ve içerdiği vitaminler açısından zengin bir aromatik bitki (Anonymous, 2020) olan fesleğenin sağlık açısından da faydalı olduğu bilinmektedir (Anonymous, 2022). Dünyada yılda ortalama 90-95 ton civarında üretiminin yapıldığı tahmin edilmektedir

Türkiye’de fesleğen çeşitleri yayılım göstermemesine rağmen genel olarak Batı ve Güney Anadolu’da (Ceylan, 1997; Ekren ve ark., 2009), temel olarak çeşnilik, baharat ve süs bitkileri olarak yetiştirilmektedir. Türkiye’de fesleğen yetiştiriciliği yapılan tarım arazilerinin az miktarda olduğu bilinmektedir. Ekonomik getirisi yüksek bir ürün olan fesleğen, her geçen gün üreticilerin dikkatini daha da çekmektedir.

Topraksız tarımda su kültüründe ticari olarak en çok yetiştirilen ürünler yeşillikler olarak da bilinen yaprakları yenilen sebzeler olup, ilk sırayı marul almaktadır. Fesleğen maruldan sonra topraksız

tarımda su kültüründe en çok üretilen üründür ve Besleyici Film Tekniği (NFT) ile Derin Akan Su Kültürü Tekniği (DFT) bu amaçla en fazla kullanılan sistemlerdir. Ticari olarak topraksız tarımda fesleğen yetiştiriciliğinin topraksız tarımın ticarileşmesi kadar eski olduğu, 1970’li yıllara dayandığı düşünülmektedir. Fesleğenin topraksız tarımda yetiştiriciliği konvensiyonel üretime göre daha temiz, daha kısa sürede ve yüksek verimli ürün alınabilmesine neden olmaktadır (Walters & Currey, 2015). Bunlara ilaveten, yıl içerisinde daha fazla üretim yapılmasına imkân sağlamaktadır. Yeşilliklerin su kültüründe yetiştirilme kolaylığı nedeni ile de araştırmanın topraksız tarım sistemlerinden su kültüründe yapılması düşünülmüştür.

Vermikompost, diğer bir ifade ile solucan gübresi, topraklardaki solucanların beslenmek için vücutlarından geçirdikleri ve dışarı attıkları besin değeri yüksek materyaldir ve tarımda çevre dostu ve sürdürülebilir özellikleri nedeni ile gübre olarak oldukça fazla kullanılmaktadır. Vermikompost yapımında en çok Kaliforniya Solucanı, *Humbricus rubellis* ve *Eisenia foetida*, *Dendrobena veneta* türlerindeki solucanlar kullanılmaktadır (Singh, 1997; Karaçal & Tüfenkçi, 2010). Küçük ve orta ölçekli tarım işletmelerinde de uygulanabilirliği olan vermicompost ile tarımsal üretim sürecinde oluşan artık ve/veya atık sınıfındaki materyaller ticari değeri yüksek bir ürüne dönüştürülmektedir (Şimşek-Erşahin, 2007).

İnce dokulu, torf benzeri gözenekli bir yapısı olan vermicompost, yüksek havalanma, drenaj, su tutma kapasitesine ve mikrobiyal aktiviteye sahiptir. Vermikompostun bitki tarafından ihtiyaç duyulan bitki besin maddelerini elverişli bir şekilde temin ettiği ve bu besin maddelerinin bitki tarafından alınımını artırdığı (Masciandaro et al., 1997; Çitak ve ark., 2011), bitki verimini olumlu etkilediği (Sahni et al., 2008; Mısırlıoğlu, 2011), bitki kök gelişimine katkı sağladığı (Sahni et al., 2008; Mısırlıoğlu, 2011), tuzluluğun bitki üzerindeki toksik etkisini azalttığı (Demir & Kıran, 2020), hastalık ve zararlıları baskıladığı (Arancon et al., 2005; Şimşek-Erşahin, 2007), topraktaki mikroorganizma popülasyonunu artırdığı (Arancon et al., 2006), toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirdiği (Singh et al., 2008; Parthasarathi et al., 2008; Zaller, 2007a,b; Warman & Anglopez, 2010) önceki çalışmalar ile ortaya konmuştur.

Vermikompost katı ve sıvı halde piyasada ticari olarak bulunmakta ve tarımsal üretimde çokça kullanılmaktadır. Yürütülen bu çalışmada son günlerin yüksek trendi tıbbi ve aromatik tek yıllık bir bitki olan fesleğenin (*Ocimum bacilium*) hidroponik yetiştiriciliğinde verim ve kaliteye etkilerinin belirlenmesi, en uygun uygulama yerinin saptanması amaçlanmıştır.

MATERIAL ve METOD

Çalışma Ege Üniversitesi (EÜ) kampüsü içerisinde (Bornova/İzmir) yer alan EÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Örtüaltı Sebze Yetiştirme Bilim Dalı'na ait eğitim ve araştırma seralarında yürütülmüştür. 16.56 x 50 m ölçülerinde ve plastik (PE) örtü materyali ile örtülmüş bitünel seranın, yan ve çatı havalandırmaları böcek neti ile kaplıdır. Isıtmasız seranın yaklaşık 10 m²lik bir bölümünde yetiştiricilik yapılmıştır.

Bitkisel materyal olarak iri yapraklı fesleğen türünün Yeşil (standart) çeşidi (Mitofarm Tohumculuk, Gaziantep) kullanılmıştır. Tohumlar 25 g hacimli file saksılarda ithal torf ortamına, her bir saksıya 10 adet tohum gelecek şekilde 31.10.2022 tarihinde elle ekilmiştir. Saksılar, kendileri için özel hazırlanmış 45'lik viyollere yerleştirilmiştir. Viyollerde ortamların nem kaybını önlemek için viyoller streç film ile kaplanılmış ve tohumların çimlenmesi için çimlendirme odasına (karanlık, gece/gündüz 22±2°C, %85 nem) konularak ve burada 4 gün tutulmuştur. Süre sonunda streç filmleri açılarak fide yetiştirmek için özelleşmiş fide adaptasyon serasına alınan viyoller, 1-2 gerçek yaprağı çıkana kadar burada tutulmuş (yaklaşık 15 gün); fidelere, ortamların nem durumuna göre seradaki su rampası (boom) sistemi ile yaprak üstünden sadece su verilerek sulama yapılmıştır. 1-2 adet gerçek yapraklarını oluşturan fidelere, saksılarıyla beraber serada hidroponik sistemine aktarılmıştır.

Bitkiler serada "besleyici film tekniği (NFT: Nutrition Film Technique)"nde, kapalı besleme sistemi ile yetiştirilmiştir. NFT sistemi %4 eğimle yerleştirilmiş 350 cm uzunluğunda, 10 cm genişliğinde ve 4 cm yüksekliğindeki 16 adet PVC yetiştirme kanallarından oluşmuştur. Her bir kanal, üzerinde 10 cm aralıklar ile açılmış 32 adet deliğe sahiptir. Her 4 kanal (128 saksı fide⁻¹) bir uygulamayı oluşturmuştur. File saksılardaki fidelere, saksısıyla beraber bu deliklere yerleştirilmiştir. Saksıların kanallara yerleştirilmesinden itibaren besin solüsyonu uygulamasına başlanmıştır. Her 4 kanal/uygulama için NFT kanalları altında 1 besleme tankı yer almış ve her bir uygulama kendi tankından beslenmiştir. Sistem kapalı sistem olduğu için, kanallardan drene olan besin çözeltisi kendi tankına toplanmış ve tank içindeki dalgıç pompa ile (35 W, H-max 1.5 m, saatte

2000 L su basma kapasiteli) kanal başlarına tekrar basılmıştır. Besin solüsyonu NFT kanallarından ince bir film şeridi halinde 24 saat boyunca kesintisiz olarak döndürmüştür.

Besin solüsyonu olarak Alberici et al. (2007)'nin yeşilliklerin hidroponik üretimi için önerdiği, gerekli makro ve mikro besin elementlerini içeren besin reçetesi modifiye edilerek [N:160, P:80, K:180, Ca:140, Mg:34, S:86, Fe:2.2, Mn:0.50, Zn:0.05, B:0.50, Cu:0.02, Mo:0.01 ppm] kullanılmıştır (pH: 5.5-6.5, EC: 1.8-2.0 dS m⁻¹). Besin reçetesi üzerinden hidroponik sisteme uygun suda eriyebilir gübreler ile gübrelerin karışa birlilik durumuna göre makro ve mikro elementler için stok solüsyonlar hazırlanmış, bu stok solüsyonlar ile her bir uygulamanın kendisine ait 50 L hacimli besleme tankları, haftada 2 defa eksilen kısmın tamamlanması şeklinde doldurulmuştur. Eksilen kısım yükseklik olarak ölçülüp, hacim hesabı üzerinden litreye çevrilerek ve bu litre su için stok solüsyonlar ilave edilip, elektriksel iletkenlik (EC) ve hidrojen potansiyeli (pH) kontrolü taşınabilir EC ve pH metre ile yapılmıştır. Üretim dönemi sonuna yaklaşıldığında besleme tanklarının yeni besin solüsyonu ile doldurulması yapılmamış; mevcut besin solüsyonunun sıfır atık mantığı ile bitene kadar kullanılması sağlanmıştır.

Deneme konusunu oluşturan vermikompost olarak piyasada ticari olarak bulunabilen Ekosolfarm: %100 organik sıvı solucan gübresi (Ekosol Tarım, Manisa) kullanılmıştır. Katı formda (toz-granül) %100 solucan gübresinin sıvılaştırma sürecinden geçirilerek üretilen, konsantre, yoğun kıvamda ve sıvı formda olan solucan gübresi için garanti edilen içerik şöyle belirtilmiştir: organik madde %35, toplam azot %1.2, organik azot %1, C/N 14, toplam humik+fulvik asit %20, pH:6.5-8.5, EC_{max} 5 dS m⁻¹ (ECOSEL, 2023).

Vermikompost bitkilere (1) kökten: besin solüsyonuna karıştırma, (2) yapraktan: yapraklara püskürtme, (3) kökten ve yapraktan birlikte olacak şekilde uygulanmıştır. Vermikompost uygulaması yapılmayan bitkiler (4) kontrol grubunu oluşturmuştur. Yapraktan püskürtme yapıldığı zaman kontrol bitkilerine sadece su spreyleneceği yapılmıştır. Vermikompost uygulama dozu firma beyanına göre 3 mL Ekosolfarm L⁻¹ olmuştur. Her 4 NFT kanalı (128 saksı) bir deneme konusunu oluşturmuştur.

Araştırma süresi boyunca sera içinde sıcaklık ve nem değerleri HOBİ cihazıyla otomatik olarak kayıt altına alınmıştır. Bitkiler tohum ekiminden 84 gün sonra 23.01.2023 tarihinde hasat olgunluğuna gelmiş her konudan 40 saksı alınarak laboratuara getirilmiştir. Örnek bitkiler saksı üzerinden kesilerek kök ve vejetatif aksam olarak ayrılmışlardır. Şerit metre yardımı ile boğum arası (cm), bitki boyu (cm), dijital kumpas yardımı ile gövde kalınlığı (mm) ölçülmüştür. Bir bitkideki yaprak sayıları (adet) sayılmıştır. Aynı örneklerde yaprak rengi renk ölçerle (Konica Minolta

CR-400 Chroma Meter, Japonya) ölçülmüş L^* , a^* , b^* üzerinden ölçülmüş, a^*/b^* , hue (h°) ve kroma (C) değerleri hesaplanmıştır (Mcguire, 1992). Daha sonra örneklerin vejetatif aksam ve kök yaş ağırlıkları (g bitki $^{-1}$) hassas terazi ile tartılıp 65 °C etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları (g bitki $^{-1}$) alınmış; elde edilen veriler yaş ve kuru ağırlık (g) ve kuru madde (%) olarak verilmiştir. Bitkilerin nitrat içeriği ($mg\ kg^{-1}$) Cataldo et al. (1975)'e göre, vitamin C içeriği ($mg\ 100\ g^{-1}$) Pearson (1970)'e göre spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. Alınan yaş ağırlık ve saksıdaki bitki sayısı üzerinden verim değeri hesaplanmıştır. Besin solüsyonu örneklerinin EC ve pH ölçümleri EC metre (Mettler Toledo, MC-126) ve pH metre (Mettler Toledo, Seven Easy) yardımı ile ölçülmüştür.

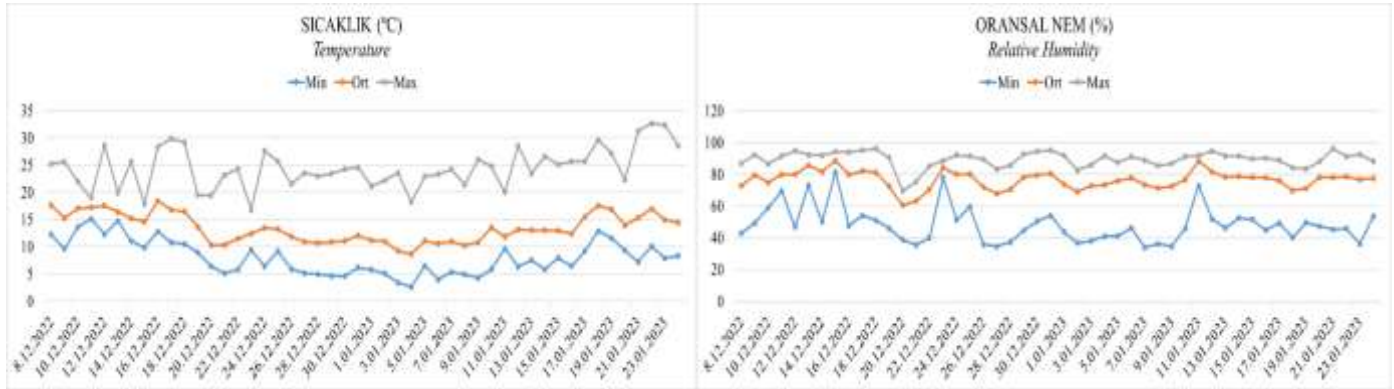
Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre kurulmuş ve tek faktörlü olarak (uygulama yeri)

değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere bilgisayarda JMP (sürüm 5.0.1) istatistiksel analiz paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için %5 önem düzeyinde Tukey testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Sera İçi İklim Verileri

Üretim dönemi boyunca sera içinde ölçülen minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık ve oransal nem değerlerinin değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Maksimum sıcaklıklar 16.8-32.7 °C (ortalama 24.5°C), minimum sıcaklıklar 2.6-15.2 °C (ortalama 7.9°C), ortalama sıcaklıklar 8.7-18.4°C (ortalama 13.4°C) arasında değişmiştir. Oransal nem değerleri minimum %33.8-81.6 (ortalama %48.2), maksimum %69.6-96.2 (ortalama %89.5) ve ortalama %60.5-88.6 (ortalama %76.5) arasında değişmiştir.



Şekil 1. Üretim dönemi boyunca sera içinde ölçülen sıcaklık ve nem değerleri değişimi

Figure 1. Variation of temperature and relative humidity values measured in the greenhouse during the production period

Bitki Gelişimi

Uygulamaların boğum arası uzunluğu, bitki boyu ve gövde çapı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Boğum arası 5.50 ± 0.25 cm (yapraktan) ile 3.07 ± 0.08 cm (kontrol), bitki boyu 29.62 ± 0.44 cm (yapraktan) ile 16.24 ± 0.86 cm (kontrol), gövde çapı 3.24 ± 0.08 mm (yapraktan) ile 1.99 ± 0.09 mm (kontrol), yaprak sayısı 10.32 ± 0.17 adet (yapraktan) ile 9.20 ± 0.29 adet (kontrol) arasında değişim göstermiştir. Vermikompost uygulamalarının boğum arasını dolayısıyla bitki boyunu ve gövde çapını arttırdığı gözlemlenmiştir. Bitki yaprak sayısı uygulamalardan etkilenmemiştir. Uygulama yeri olarak yapraktan yapılan vermikompost uygulamasının diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç verdiği, kontrole göre boğum arasını %66.4, bitki boyunu %82.4, gövde çapını %62.12 ve yaprak sayısını %12.2 oranında arttırdığı saptanmıştır.

Vermikompost uygulamalarının vejetatif aksam ve kök, yaş ve kuru ağırlığı ile kuru madde içeriği üzerine etkileri önemli bulunmuştur (Tablo 2). Vermikompost uygulaması hidroponik fesleğen yetiştiriciliğinde yeşil

aksam ve kök biyokütlesini (yaş ve kuru ağırlığını) arttırmıştır. Bitkinin yeşil aksam yaş ağırlığı $5.10\pm 0.34 - 1.36\pm 0.19$ g bitki $^{-1}$ arasında, kök yaş ağırlığı $6.56\pm 0.22 - 19.91\pm 0.70$ g bitki $^{-1}$ arasında değişmiştir. En yüksek biyokütle yapraktan vermikompost uygulaması ile elde edilmiştir. Benzer şekilde vejetatif aksam kuru ağırlığı da en fazla yapraktan vermikompost uygulamasından elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığında en yüksek değer kök+yaprak uygulamasından elde edilirken, kökten ve yapraktan uygulama ile aynı istatistiksel sınıfta kök kuru ağırlıklarına sahip olmuştur. Yeşil aksam ve kök kuru madde içeriği ise tersi durumda en fazla kontrol uygulamasından elde edilmiştir, vermikompost uygulamaları kuru madde içeriğini azaltmıştır (Çizelge 2).

Verim Değerleri

Bir fide saksıdaki bitkilerin ağırlığı, ortalama bitki ağırlığı ve toplam verim uygulamalardan istatistiksel olarak etkilenmiştir. Vermikompost uygulaması verim değerlerini arttırmakla beraber, en yüksek verim

değerleri yapraktan yapılan uygulamadan elde edilmiştir. Yapraktan uygulamayı aynı istatistiksel grupta yer alan kökten ve kökten+yapraktan uygulaması izlemiştir. Kontrol uygulamasına göre

yapraktan yapılan vermikompost uygulaması saksıda bitki ağırlığını %277.9, ortalama bitki ağırlığını %328.4, toplam verimi %297.3 oranında arttırmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 1. Uygulamaların bitki morfolojik gelişim parametrelerine etkileri

Table 1. Effects of treatments on plant morphological development parameters

Uygulamalar (Applications)	Boğum arası (cm) Internode (cm)	Bitki boyu(cm) Plant height (cm)	Gövde çapı (mm) Stem diameter (mm)	Yaprak sayısı (adet) Leaf number (pcs)
Kontrol (Control)	3.07±0.08 ^c	16.24±0.86 ^b	1.99±0.09 ^c	9.20±0.29
Kökten (Root)	5.11±0.27 ^{ab}	27.34±0.63 ^a	2.90±0.06 ^{ab}	9.67±0.30
Yapraktan (Leaf)	5.50±0.25 ^a	29.62±0.44 ^a	3.24±0.08 ^a	10.32±0.17
Kökten+Yapraktan (Root+Leaf)	4.31±0.14 ^b	26.56±0.05 ^a	2.53±0.10 ^b	9.32±0.38
<i>P</i>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0819

Çizelge 2. Uygulamaların bitki biyokütlesi üzerine etkileri

Table 2. Effects of treatments on plant biomass

Uygulamalar (Applications)	Vejetatif / Yeşil Aksam (Gövde+Yaprak) Vegetative / Green Parts (Stem+Leaf)			Kök (Root)		
	YA (g bitki ⁻¹)	KA (g bitki ⁻¹)	KM (%)	YA (g bitki ⁻¹)	KA (g bitki ⁻¹)	KM (%)
	<i>FW</i> (g plant ⁻¹)	<i>DW</i> (g plant ⁻¹)	<i>DM</i> (%)	<i>FW</i> (g plant ⁻¹)	<i>DW</i> (g plant ⁻¹)	<i>DM</i> (%)
Kontrol (Control)	1.36±0.19 ^c	0.132±0.02 ^c	9.71±0.58 ^a	6.56±0.22 ^b	1.282±0.04 ^b	19.56±0.08 ^a
Kökten (Root)	3.45±0.20 ^b	0.214±0.01 ^b	6.23±0.14 ^b	13.47±0.49 ^{ab}	1.822±0.17 ^{ab}	13.64±0.36 ^b
Yapraktan (Leaf)	5.10±0.34 ^a	0.364±0.01 ^a	7.19±0.20 ^b	19.91±0.70 ^a	1.793±0.07 ^{ab}	10.79±0.27 ^b
Kökten+Yapraktan (Root+Leaf)	2.77±0.11 ^b	0.211±0.01 ^b	7.61±0.26 ^b	14.71±0.83 ^{ab}	2.157±0.10 ^a	14.92±0.54 ^b
<i>P</i>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0209	0.0064	0.0093

YA: yaş ağırlık, KA: kuru ağırlık, KM: kuru madde (FW: fresh weight, DW: dry weight, DM: dry matter)

Çizelge 3. Uygulamaların verim değerlerine etkileri

Table 3. Effects of applications on yield values

Uygulamalar (Applications)	Saksıda Bitki Ağırlığı* (g saksı ⁻¹) Plant Weight in Pots (g pot ⁻¹)	Ort. Bitki Ağırlığı (g bitki ⁻¹) Avg. Plant Weight (g plant ⁻¹)	Toplam Verim (kg m ⁻²) Total Yield (kg m ⁻²)
Kontrol (Control)	12.27±1.40 ^c	1.27±0.12 ^c	1.10±0.15 ^d
Kökten (Root)	30.22±0.85 ^b	3.68±0.27 ^b	3.17±0.04 ^b
Yapraktan (Leaf)	46.38±1.04 ^a	5.44±0.37 ^a	4.37±0.16 ^a
Kökten+Yapraktan (Root+Leaf)	26.43±0.80 ^b	3.05±0.08 ^b	2.62±0.10 ^c
<i>P</i>	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Her bir file saksıdaki ortalama bitki ağırlığı (saksıda bitki sayısı 7-10 bitki saksı⁻¹ arasında değişmiştir)

Kalite Değerleri

Yeşil renk değerini belirleyen a renk değeri hariç, uygulamaların renk parametreleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 4). En parlak renkli yapraklar yüksek L değeri ile kökten yapılan uygulamadan alınmış, yapraktan yapılan uygulamalar fesleğen yapraklarının parlaklığını azaltmıştır. a* renk değeri uygulamalardan etkilenmemiş, yaprak yeşil renk değerleri birbirine yakın bulunmuştur. a* ve hue değerleri birlikte incelendiğinde yaprakların hafif sarımtırak bir yeşil renge sahip olduğu görülmüştür. a*/b* renk oransal

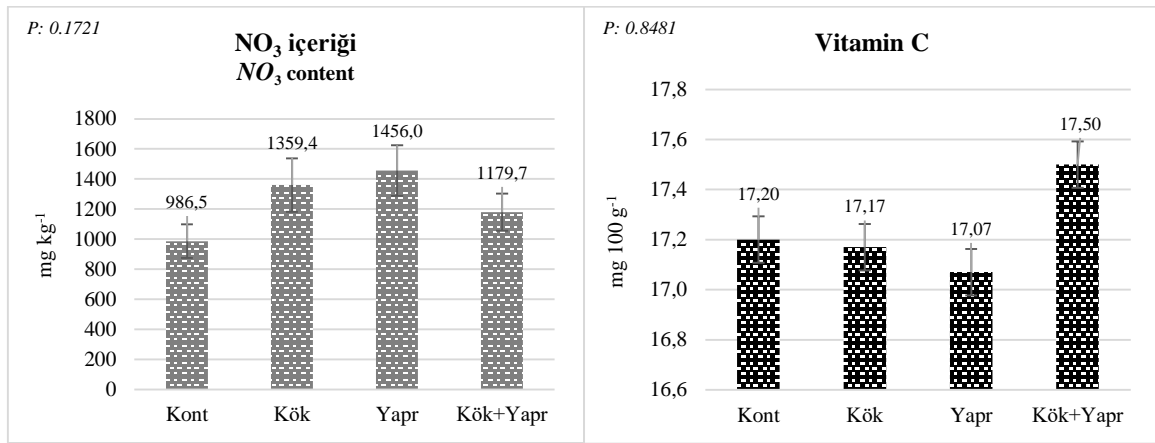
değeri ve kroma değeri kökten yapılan uygulamada yüksek bulunmuş, bu uygulamadaki bitkiler en doygun yeşil renkli yapraklara sahip olmuşlardır.

Vermikompostun farklı uygulama yerlerinin fesleğen yapraklarının nitrat ve vitamin c içeriği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Nitrat içeriği 986.5±112.20 (kontrol) ile 1456.0±167.61 (yapraktan) mg kg⁻¹ arasında değişmiş; Vitamin C içeriği ise 17.07±0.35 (yapraktan) ile 17.50±0.34 (kökten+yapraktan) mg 100 g⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Şekil 2)

Çizelge 4. Uygulamaların renk değerlerine etkileri
Table 4. Effects of applications on color values

Uygulamalar (Applications)	L	a*	b*	a*/b*	h°	C°
Kontrol (Control)	51.15±0.70 ^b	-17.61±0.19	33.97±1.22 ^b	-0.52±0.01 ^{bc}	117.45±0.59 ^{ab}	38.26±0.37 ^b
Kökten (Root)	57.97±0.43 ^a	-16.98±0.34	38.77±0.96 ^a	-0.44±0.01 ^a	113.69±0.85 ^c	42.34±0.81 ^a
Yapraktan (Leaf)	50.35±0.70 ^b	-18.08±0.22	33.77±0.49 ^b	-0.54±0.01 ^c	118.18±0.60 ^a	38.31±0.35 ^b
Kökten+Yapraktan (Root+Leaf)	53.65±1.07 ^b	-17.54±0.56	37.95±0.54 ^a	-0.46±0.02 ^{ab}	114.82±0.93 ^{bc}	41.82±0.38 ^a
<i>P</i>	<i>0.0009</i>	<i>0.2579</i>	<i>0.0019</i>	<i>0.0037</i>	<i>0.0039</i>	<i>0.0028</i>

L, siyah:0'dan beyaz:100'a olacak şekilde rengin parlaklığını; negatif a* yeşili; pozitif b* sarıyı; hue açısı (h°) rengin temel bileşenlerini (0°: kırmızı, 90°: sarı, 180°: yeşil ve 270°: mavi); kroma (C*) rengin doygunluğunu ve canlılığını belirler.



Kont: Kontrol, Kök: Kökten, Yapr: Yapraktan, Kök+Yapr: Kökten+Yapraktan

Şekil 2. Uygulamaların nitrat ve vitamin C değerlerine etkileri
Figure 2. Effects of treatments on nitrate and vitamin C values

Besin solüsyonu EC ve pH Değerleri

Besin solüsyonu EC değeri tüm konular için 1.30-2.25 dS m⁻¹ arasında değişmiş, ortalama EC değeri 1.94 dS m⁻¹ olmuştur. Konulara ait besleme tanklarında yapılan 5 günlük ölçümlerde besin solüsyonu EC değeri kontrol uygulamasında 1.46-2.25 dS m⁻¹, kökten yapılan uygulamada 1.30-2.25 dS m⁻¹, yapraktan yapılan uygulamada 1.49-2.15 dS m⁻¹, kökten+yapraktan yapılan uygulamada 1.49-2.24 dS m⁻¹ arasında değişmiş, ortalama değerler sırası ile 1.96, 1.94, 1.90 ve 1.95 dS m⁻¹ olmuştur (Şekil 3). Besin solüsyonu pH değeri ise 6.12-7.50 arasında değilmiş ve ortalama 6.74 olmuştur. Besleme tanklarının pH değerleri ise kontrol uygulamasında 6.16-7.18, kökten yapılan uygulamada 6.47-7.50, yapraktan yapılan uygulamada 6.12-7.07, kökten+yapraktan yapılan uygulamada 6.37-7.36 arasında değişmiş, ortalama değerler sırası ile 6.57, 6.90, 6.60 ve 6.90 olmuştur (Şekil 3).

TARTIŞMA ve SONUÇ

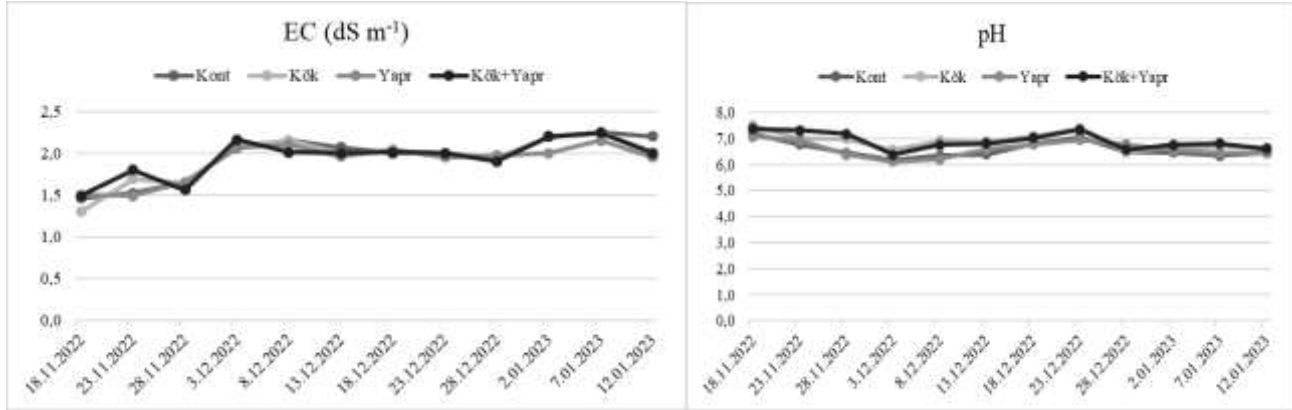
Hidroponik fesleğen yetiştiriciliğinde farklı uygulama yerlerinden verilen sıvı vermikompostun bitki gelişimi, verim ve kaliteye olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, vermikompost uygulamasının özellikle

bitkinin morfolojik gelişimi ve verimini arttırdığı saptanmıştır. Elde edilen bu sonuç, tarla bitkilerinde (Sahni et al., 2008), tahıllarda (Mısırlıoğlu, 2011), baklagillerde (Jeyabal & Kuppuswamy, 2001) ve değişik sebze türlerinde (Atiyeh et al., 2000; Arancon et al., 2006; Gutiérrez-Miceliet al., 2007; Singh et al., 2008; Warman & Anglopez, 2010) yapılan çalışmalar ile de desteklenmiştir. Bununla birlikte vermikompostun fide yetiştirme ortamına eklenerek kullanıldığı çalışmalarda fide kalitesini iyileştirdiği de belirlenmiştir (Zaller, 2007a; Matta et al., 2008; Zhang et al., 2009; Ivenish, 2011).

Araştırmadan elde edilen sonuçlar kökten besleme şeklinde verilen vermikompost uygulamasının da kontrole göre iyi sonuçlar ortaya koyduğunu göstermiştir. Ancak en yüksek sonuçlar yapraktan yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. Vermikompost, içinde bulunan fenolik ve hümik maddeler varlığı ile de bitki gelişimini etkilemektedir. Bitkilerin etkilenme derecesi kullanılan vermikompost miktarı, kaynağı ve bitki tür ve çeşidine bağlı olarak değişmektedir (Ivenish, 2011; Zaller, 2007b). Vermikompostun uygulandığı ortama bitki gelişimi düzenleyici maddeler sağlayarak da bitki gelişimine etkisi olduğu yönünde çalışmalar da

mevcuttur (Atiyeh et al., 2001). Bu maddelerin yapraktan alınım kolaylığı nedeni ile etkileri daha çabuk görülmüş ve yapraktan yapılan uygulamalarda

bitki gelişimi ve buna bağlı olarak verim değerleri yüksek çıkmıştır.



Kont: Kontrol, Kök: Kökten, Yapr: Yapraktan, Kök+Yapr: Kökten+Yapraktan

Şekil 3. Besin solüsyonu EC ve pH değerlerinin üretim dönemi içindeki 5 günlük değişimi

Figure 3. 5-day variation of nutrient solution EC and pH values during the production period

Denemede m²'deki verim kontrol uygulamasında 1.10 kg m⁻² olmuş, vermikompost uygulamalarında 2.62-4.37 kg m⁻² arasında değişmiştir. Topraksız tarımda yapılan önceki çalışmalarda ise verim değerlerinin 3.14 kg m⁻² (Miceli et al., 2003) ile 14.41 kg m⁻² (Ferrarezi & Bailey, 2019) arasında değiştiği belirtilmiştir. Öztekin ve Sayın (2023) NFT sisteminde yetiştirdikleri fesleğenlerin toplam verimini uygulamalara göre değişmekle birlikte 3.03 ile 5.25 kg m⁻² olarak belirlemişlerdir. Bu bağlamda kontrol uygulamasında verim değerlerinin düşük kaldığı, ancak vermikompost uygulamalarında verim değerlerinin önceki çalışmalardan elde edilen verilerle uyumlu olduğu görülmüştür. Burada verim değerlerinin kullanılan çeşide, yetiştirme şekline, yetiştirme dönemindeki sıcaklıklara, birim alandaki (bitki m⁻²) bitki sayısına, hasat edilen bitki uzunluğuna, üretim sürecinde kaç defa hasat yapıldığına ve yetiştirilen coğrafyaya göre değişebileceği unutulmamalıdır (Öztekin & Sayın, 2023). Bu kriterler içerisinde "hasat edilen bitki boyu" verimi önemli ölçüde etkilemektedir. Ticari fesleğen yetiştiren firmalar yurtdışına yaptığı taze fesleğen ticaretinde kullanılan nakliye paketlerine bitkilerin sığması için bitki boyunu ortalama 25 cm olarak tercih etmektedirler. Yürütülen denemede de fide boyları 25 cm civarına (ortalama 24.9 cm) ulaştığında kök bölgesinden 2-4 cm yukarıdan hasat yapılmıştır. Vermikompost uygulaması bitki boyunu uzatmıştır ve gübre uygulamalarında boy 26.5±0.05 ile 29.6±0.44 arasında değişmiştir. Ancak topraklı tarımda yapılan önceki çalışmalarda bitki boyu daha uzun (31.4-61.0 cm) olabilmıştır (Lachowicz et al., 1997; Kaçar ve ark., 2009).

Topraklı tarımda taze/yeşil herba verimi (kg da⁻¹) olarak ifade edilen fesleğen verimini Vömel ve Ceylan (1977) bitkileri 28-33 cm'den hasat ettiklerinde 315-

672 kg da⁻¹ olarak; Verma et al. (1989) 3679 kg da⁻¹; Cabar (2016) ise 2318.1-2874.3 kg da⁻¹ arasında bulmuşlardır. Bu açıdan bakıldığında elde edilen verim değerleri topraklı fesleğen yetiştiriciliğinden ise oldukça yüksek bulunmuştur. Öztekin ve Sayın (2023) bu sonucu topraklı yetiştiricilikte sıra arası ve üzeri mesafelerin, dolayısıyla birim alandaki bitki yoğunluğunun ve bir dikim noktasında bulunan bitki sayısının (çalışmada 10 bitki saksı⁻¹) düşük olmasına bağlamışlardır.

Fesleğenin topraklı tarımda yetiştirme süresini Aslan (2014) 81-99 gün olarak belirtmişlerdir. Araştırmada bitkiler NFT sistemine aktarıldıktan 68 gün sonra hasat edilmiştir ve fesleğenin klasik yetiştiriciliğine göre önemli bir erkencilik elde edilmiştir (Öztekin & Sayın, 2023). Yetiştirildiği dönem baz alındığında da sera içi sıcaklıkların (ortalama max.: 24.5°C, min.: 7.9 °C, ort.: 13.4 °C) fesleğenin optimum yetiştirme sıcaklığından (25-30°C) (Barickman et al., 2021) düşük olduğu, bitkilerin sorunsuz yetiştirildiği ancak iklimsel faktörlere bağlı olarak yavaş gelişim gösterdiği, yine de topraklı tarım etkisi ile topraklı tarıma göre erkencilik sağladığı görülmüştür.

Yaprakları yenilen sebzelerde önemli bir albeni kriteri olan yaprak rengi, yürütülen çalışmada uygulamalardan etkilenmiştir. Moncada et al. (2021) topraklı tarımda fesleğen yapraklarının renk değerlerini L*: 46.6, a*: -20.7, b*: 38.8; h°: 120.1 ve C°: 42.2 olarak; Alibas ve ark. (2021) ise taze fesleğenlerde L*, a*, b*, h° ve C° değerlerini sırası ile 43.55, -7.27, 18.19, 111.79 ve 19.60 olarak; Öztekin ve Sayın (2023) ise L* değeri 44.21 ile 46.42; a* değeri -16.62 ile -17.33, b* değeri 24.39 ile 25.97 arasında; h° değeri 123.59 ile 124.70 arasında; C° değeri ise 29.60 ile 31.18 arasında ölçmüşlerdir. Yürütülen çalışmadan elde edilen renk değerlerinin (Çizelge 4) önceki çalışmalarda belirtilen ölçümler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Vermikompost uygulamalarında kökten uygulamaların gözle görülür bir fark yaratmadan yaprak renklerinde kısmen açıklık yarattığı görülmüştür.

Yaprakları tüketilen sebzelerin içsel kalite özelliklerinde vitamin C ve nitrat miktarı önemli bir kalite kriteridir. Bilindiği gibi yeşillikler iyi bir vitamin C kaynağıdır. Nitekim, taze fesleğen yapraklarında vitamin C içeriği 18 mg 100 g⁻¹ olarak belirtilmiştir (USDA, 2023). Topraksız tarımda yürütülen önceki çalışmalarda fesleğen yapraklarının vitamin C içeriğini Aldiyab (2020) 47.39-64.14 mg 100 g⁻¹ arasında, Daşgan ve ark. (2022) 40.7 ile 55.0 mg 100 g⁻¹ arasında, Öztekin ve Sayın (2023) 20.51 ile 24.43 mg 100 g⁻¹ arasında bulmuştur. Yürütülen bu çalışmada fesleğen bitkilerinde vitamin C içeriği 17.07±0.35 - 17.50±0.34 mg 100 g⁻¹ arasında değişmiş ve daha önceki topraksız tarımdan elde edilen sonuçlardan düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun bitkilerin vitamin C içeriğinin üretim zamanı ve yetiştirme koşullarına göre değişebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Eşiyok ve ark., 2006). Vermikompost uygulaması fesleğen yapraklarının vitamin C içeriğini etkilememiştir.

Beslenmek için tüketilen yapraklarla alınan nitrat, midede nitrite dönüşerek toksik etki yaratmakta, bu durum insan sağlığını tehdit ederek kansere kadar gidebilmektedir. Bu nedenle yaprakların yüksek nitrat içeriği alınan nitrat miktarını arttırdığı için tehlike yaratmaktadır (Kara, 1993; Özdekan & Üren, 2010). Avrupa Birliği Komisyon Tüzüğü taze yeşillikler için maksimum nitrat sınır değerlerini 3500 mg kg⁻¹ olarak belirlemiştir (EUR-LEX, 2017). Hidroponik sistemde yetiştirilen fesleğenlerde ise nitrat miktarını Rouphael et al. (2017) 2584-4102 mg kg⁻¹, Orsini ve Pascale (2006) en düşük 1650 mg kg⁻¹, Aldiyab (2020) 2645-4524 mg kg⁻¹, Moncada et al. (2021) 55 ile 558 mg kg⁻¹, Öztekin ve Sayın (2023) 172.11 ile 322.62 mg kg⁻¹ arasında bulmuştur ve değişiklikler yetiştirme koşulları, yetiştirme zamanı ve özellikle ışık şiddeti farkından kaynaklanmıştır. Yürütülen çalışmada elde edilen nitrat miktarı (986.5±112.20 - 1456.0±167.61 mg kg⁻¹) insan sağlığını tehdit edecek nitrat seviyesinin çok altında ve önceki çalışmalardan elde edilen sınır değerler içinde çıkmıştır. Vermikompost uygulaması fesleğen yapraklarının nitrat içeriğini etkilememiştir (Paul & Metzger, 2005). Ancak kontrole göre vermikompost uygulamaları ile nitrat içeriği istatistiksel anlamda önemsiz olsa da ortalama %35 artış göstermiştir.

Topraksız tarımda özellikle kapalı sistemde yetiştiricilik için besin solüsyonu EC ve pH değerleri oldukça önemlidir. Yeşillikler için EC'nin 1.8-2.0 dS m⁻¹ arasında, pH'nın 5.5-6.5 arasında olması istenir. Böylece bitkilerin besin elementlerinden maksimum düzeyde faydalanmaları sağlanır. Yürütülen bu çalışmada uygulamalara göre değişmekle beraber

ortalama EC değerleri 1.94 dS m⁻¹, pH değerleri 6.74 olmuştur ve önerilen değerlere uyumlu/yakın bulunmuştur. Uygulamalar arasında besin solüsyonu EC ve pH değeri açısından önemli bir farklılık görülmemiştir. Beklenenin aksine, sıvı vermikompostun (EC_{ort} 3.85 dS m⁻¹) besin solüsyonuna katılarak uygulanması (kökten yapılan uygulamalar) solüsyonun EC ve pH değerlerinde önemli bir değişiklik yaratmamıştır. Bu durumun uygulama dozunun (1/300 oranında seyreltme) ve ortam sıcaklığının yüksek olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca üretici firma, ticari preparat içinde bulunan zengin faydalı mikroorganizma varlığının, su ile birleştiğinde aktif hale geldiğini ve EC ve pH değerlerini düşürebildiklerini beyan etmiştir (Ekosel, sözlü görüşme). Araştırma süresince vermikompost uygulaması ile bitkilerde herhangi bir tuz zararı görülmemiştir. Yürütülen çalışmada elde edilen besin solüsyonu EC_{max} değeri 2.25 dS m⁻¹ olarak belirlenmiştir. Her ne kadar fesleğen tuza hassas bitki olarak kategorize edilse de yetiştirme koşulu ve çeşide göre değişmekle birlikte 3.75 dS m⁻¹'ye kadar sulama suyu elektriksel iletkenliğine toleranslı olabildiği de literatürde belirtilmiştir (de Sousa et al., 2021).

Elde edilen tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde, vermikompost uygulamasının bitki gelişimi ve verimini arttırdığı; uygulama yeri olarak yapraktan yapılan püskürtme şeklinde uygulamanın diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu nedenle hidroponik fesleğen yetiştiriciliğinde kaliteden ödün vermeden mevcut verimi arttırmak ve erkencilik sağlamak adına sıvı vermikompostun yapraktan uygulaması önerilmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Alberici, A., Quattrini, E., Penati, M., Martinetti, L., Marino Gallina, P., Ferrante, A. and Schiavi, M. (2007). Effect of the reduction of nutrient solution concentration on leafy vegetable quality grown in floating system. *Acta Horticulturae* 801, 1167-1176. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.801.142>
- Aldiyab, A. (2020). *Su Kültürü Fesleğen Yetiştiriciliğinde Mikoriza Mikroalg ve Bakteri ile Mineral Gübrelerin Azaltılması (Tez no 637599)*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilimi Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Alibas, İ., Yılmaz, A., Asik, B.B., Erdogan, H. (2021). Influence of drying methods on the nutrients, protein content and vitamin profile of basil leaves. *Journal of Food Composition and Analysis* 96, 103758. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103758>
- Anonymous, (2020). Dünya Gıda-<http://www.dunyagida.com.tr/koseyazisi/fesle%C7B7en-reyhan-ocimum-basilicum/1096>. (Erişim Tarihi:14.01.2023)
- Anonymous, (2022). *Fesleğenin faydaları nelerdir?* <https://www.yasemin.com/saglik/haber/2891886-feslegenin-faydaları-nelerdir-feslegen-nerelerde-kullanilir-feslegen-cayi-nasil-yapilir> (Erişim Tarihi: 15.12.2022).
- Arancon, N.Q., Galvis, P.A., Edwards, C.A. (2005). Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. *Bioresource Technology* 96, 1137-1142. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.10.004>
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P. (2006). Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology* 97, 831-840.
- Aslan, D.F. (2014). *Farklı Reyhan (Ocimum basilicum L.) Genotiplerinde Ontogenetik ve Morfogenetik Varyabilitenin Belirlenmesi (Tez no 372564)*. [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilimi Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., Metzger, J.D. (2000). Influence of earthworm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75, 175-180. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00064-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00064-X)
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S., Metzger, J.D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78, 11-20. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00172-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00172-3)
- Barickman, T. C., Olorunwa, O. J., Sehgal, A., Walne, C. H., Reddy, K. R., Gao, W. (2021). Yield, physiological performance, and phytochemistry of basil (*Ocimum basilicum*) under temperature stress and elevated CO₂ Concentrations. *Plants* 10(6), 1072/1-16. <https://doi.org/10.3390/plants10061072>
- Cabar, B.S. (2016). *Farklı fesleğen (Ocimum basilicum L.) hatlarının Trakya koşullarında verim ve kalite ile ilgili bazı özelliklerinin belirlenmesi (Tez no 457208)*. [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilimi Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Cataldo, D.A., Maroon, M., Schrader, L.E., Youngs, V.L. (1975). Rapid colourimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil and Plant Analysis* 6(1), 71-80. <https://doi.org/10.1080/00103627509366547>
- Ceylan, A. (1997). *Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ İçerenler)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:481 Bornova/İzmir.
- Çamlıca, M. & Yıldız, G. (2017). Effect of salt stress on seed germination, shoot and root length in basil (*Ocimum basilicum*). *International Journal of Secondary Metabolite* 4(3, Special Issue 1), 69-76. <https://doi.org/10.21448/ijsm.356250>
- Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., Yaşın, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea var. L.*) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi* 28(1), 56-69.
- Darrah, H.H. (1988). *The Cultivated Basil*. Buckeye Printing, Independence, MO. 40 p.
- Dasgan, H.Y., Ceylan E., Dere, S. (2022). Mikorizanın su kültürü fesleğen yetiştiriciliğinde mineral gübreleri azaltma üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi* 11(1), 47-56. <http://doi.org/10.29278/azd.972661>
- Demir, Z. & Kiran, S. (2020). Effect of vermicompost on macro and micronutrients of lettuce (*Lactuca sativa var. Crispa*) under salt stress conditions. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 23(1), 33-43. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.579695>
- de Sousa, L.V., da Silva, T.I., Lopes, M.F.Q., Leal, M.P.S., Basilio, A.G.S., Melo-Filho, J.S., Leal, Y.H., Dias, T.J. (2021). Salinity stress and plant growth regulator in basil: Effects on plant and soil. *DYNA* 88(217), 75-83. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n217.87633>
- Dumanoğlu, Z. & Mokhtarzadeh, S. (2021). Farklı fesleğen (*Ocimum basilicum L.*) populasyonlarına ait tohumların bazı karakteristik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Akademik Ziraat Dergisi* 10(1), 97-104. <https://doi.org/10.29278/azd.799932>
- ECOSEL, (2023). *Farm Sıvı Solucan Gübresi, Garanti Edilen İçerik Bilgisi*. <https://ekosol.net/ekosolfarm-sivi-solucan-gubresi> (Erişim tarihi: 13.12.2023).
- Erken, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., Bayram, E.(2009). Farklı dikim sıklıklarının fesleğen bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 46(3), 165-173.
- Eşiyok D., Ongun A. R., Bozokalfa M. K., Tepecik M., Okur B. Kaygısız T. (2006). Organik roka yetiştiriciliği. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, Kahramanmaraş, 85- 89.
- EUR-LEX, (2017). *Commission Regulation (EU) No 1258/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for nitrates in foodstuff*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011R1258&from=EN> (Erişim tarihi: 15.08.2017)
- Ferrarezi, R.S.& Bailey, D.S. (2019). Basil performance evaluation in aquaponics.

- HortTechnology* 29(1), 85-93. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03797-17>
- Gutiérrez-Miceli, F.A., Santiago-Borraz, J., Molina, J.A.M., Nafate, C.C., Abud-Archila, M., Llaven, M.A.O., Rinco'n-Rosales, R., Dendooven, L. (2007). Vermicompost is a soil supplement to improve the growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Bioresource Technology* 98, 2781-2786. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.02.032>
- Ievins, G. (2011). Vermicompost treatment differentially affects seed germination, seedling growth and physiological status of vegetable crop species. *Plant Growth Regulation* 65, 169-181. <http://dx.doi.org/10.1007/s10725-011-9586-x>
- Jeyabal, A. & Kuppaswamy, G. (2001). Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. *European Journal of Agronomy* 15, 153-170. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00100-3](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00100-3)
- Kaçar, O., Göksu, E., Azkan, N. (2009). Bursa ekolojik koşullarında farklı reyhan (*Ocimum basilicum* L.) çeşit ve popülasyonlarının tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I, Hatay, 81- 85 s.
- Kara, E. (1993). Sebzelerde Nitrat Akümüasyonu. *Ekoloji* 7, 10-13.
- Karaçal, İ. & Tüfenkçi, Ş. (2010). Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre-çevre ilişkisi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Karagöz, D. (2020). *Pamuk-Fesleğen Birlikte Ekim Yönteminin Pamuk Zararlıları ve Doğal Düşmanlarının Popülasyon Değişimleri Üzerine Etkisi (Tez no 609560)*. [Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilimi Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Labra, M., Miele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M., Sala, F. (2004). Morphological characterization essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilica* Cultivars. *Plant Science* 167, 725-731. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.04.026>
- Lachowicz K.J., Jones G.P., Briggs D.R., Bienvenu F.E., Palmer M.V., Mishra V., Hunter M.M. (1997). Characteristics of plant extracts from five varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in Australia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(7), 2660- 2665. <https://doi.org/10.1021/jf960791h>
- Masciandro, G., Ceccanti, B., Garcia, C. (1997). Soil agro-ecological management: Fertirrigation and vermicompost treatments. *Bioresource Technology* 59, 199-206. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(96\)00142-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(96)00142-3)
- Matta, F.B., Hidalgo P.R., Harkess, R.L., Montgomery E.J. (2008). Studies on earthworm castings as substrate for flowering pot plant production. *Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station Bulletin* 1169, 1-21.
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27(12), 1254-1255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.125>
- Mısırlıoğlu, M. (2011). *Toprak Solucanları: Biyolojileri, Ekolojileri ve Türkiye Türleri*. Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No:1636, Ankara, 94 s.
- Miceli, A., Moncada, A., Vetrano, F., D'Anna, F. (2003). First results on yield and quality response of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in a floating system. In International Symposium on Managing Greenhouse Crops in Saline Environment 609, 377-381. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.609.57>
- Moncada, A., Miceli, A., Vetrano, F. (2021). Use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and organic fertilization for soilless cultivation of basil. *Scientia Horticulturae* 275. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109733>
- Naghbi, F., Mosaddegh, M., Motamed, S.M., Ghorbani, A. (2022). Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 4(2), 63-79. <https://doi.org/10.22037/ijpr.2010.619>
- Orsini, F. & De Pascale, S. (2006). Daily variation in leaf nitrate content of two cultivars of hydroponically grown basil. *Acta Horticulturae* 747, 203-210. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.747.23>
- Özdeştan, Ö. & Üren, A. (2010). Gıdalarda nitrat ve nitrit. *Akademik Gıda* 8(6), 35-43.
- Öztekin, G.B. & Sayın, H. (2023). Hidroponik fesleğen yetiştiriciliğinde mikrobiyal gübre uygulamasının etkileri. 6. Uluslararası Gıda, Tarım & Veteriner Bilimleri Kongresi, 22-23 Eylül 2023, Gence/Azerbaycan, Bildiri Kitabı, 710-723.
- Parthasarathi, K., Balamurugan, M., Ranganathan, L.S. (2008). Influence of vermicompost on the physico-chemical and biological properties in different types of soil along with yield and quality of the pulse crop blackgram. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering* 5(1), 51-58.
- Paul, L.C. & Metzger, J.D. (2005). Impact of vermicompost on vegetable transplant quality. *Hort Science* 40(7), 2020-2023. <http://dx.doi.org/10.21273/HORTSCI.40.7.2020>
- Pearson, D. (1970). *Chemical Analysis of Foods*. 7th Edition, Churchill Livingstone, London.
- Rouphael, Y., Giordano, M., Pannico, A., Di Stasio, E., Raimondi, G., El-Nakhel, C., De Pascale, S. (2017). Nutritional quality of hydroponically grown basil in response to salinity and growing season. In International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant, 1227: 693-

- 698.<http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1227.88>
- Sahni, S., Sarma, B.K., Singh, D.P., Singh, H.B., Singh, K.P. (2008). Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. *Crop Protection* 27, 369-376. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.07.001>
- Singh, J. (1997). Habitat preferences of selected indian earthworm species and their efficiency in reduction of organic materials. *Soil Biology and Biochemistry* 29(314), 585-588. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(96\)00183-6](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(96)00183-6)
- Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, R.K., Patil, R.T. (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Bioresource Technology* 99, 8507-8511. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.03.034>
- Şimşek-Erşahin, Y. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2), 99-107.
- Telci, İ., Bayram, E., Yılmaz, G., Avcı, A.B. (2005). Türkiye’de kültürü yapılan yerel fesleğen (*Ocimum spp*) genotiplerinin morfolojik, agronomik ve teknolojik özelliklerinin karakterizasyonu ve üstün bitkilerin seleksiyonu (Sonuç Raporu), TOGTAĞ-3102 No’lu Proje. Ankara.
- USDA,(2023). *US Department of Agriculture. Data Central Search Results of Basil*. Food <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172232/nutrients> (Erişim Tarihi: 28.05.2023).
- Verma, P.K., Punia M.S., Sharma G.D., Talwar G. (1989). Evaluation of different species of ocimum for their herb and oil yield under haryana conditions. *Indian Perfumer* 33(2), 79- 83.
- Vömel, A. & Ceylan, A. (1977). Ege bölgesinde bazı tıbbi bitkilerin yetiştirme denemeleri. *Doğa Bilim Dergisi* 1, 69- 73.
- Walters, K.J. & Currey, C.J. (2015). Hydroponic greenhouse basil production: Comparing systems and cultivars. *HortTechnology* 25(5), 645-650. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.5.645>
- Warman, P.R.& AngLopez, M.J. (2010). Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. *Bioresource Technology* 101, 4479-4483. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.098>
- Zaller, J.G. (2007a). Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae* 112, 191-199. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.023>
- Zaller, J.G. (2007b). Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *European Journal of Soil Biology* 43:332-336. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.08.020>
- Zhang, S., Hu, F., Li, H. (2009). Effects of earthworm mucus and amino acids on cadmium subcellular distribution and chemical forms in tomato seedlings. *Bioresource Technology* 100, 4041-4046. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.03.028>