



Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

Farklı Sulama Suyu Düzeyleri ve Vermikompost Dozlarının Cam Sera Koşullarında Yetiştirilen Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinin Su Tüketimi ve Verimine Etkileri

Ulaş ŞENYİĞİT^{1*}, Muhtasım TOPRAK², Ali ÇOŞKAN³

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Bölümü – Isparta-Türkiye

²T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Sütçüler İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü – Isparta-Türkiye

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu yazar: ulassenyigit@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 20/04/2021

Kabul tarihi: 17/05/2021

Anahtar Kelimeler: Bitki su tüketimi, Fesleğen, Su kullanım randımanı, Verim tepki etmeni, Vermikompost

ÖZET

Bu çalışma, farklı sulama suyu düzeyleri ile farklı dozlarda vermikompost (solucan gübresi) uygulamalarının fesleğen bitkisinin su tüketimi ile verime etkilerini belirlemek amacıyla, 2019 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yer alan cam serada saksılarda yürütülmüştür. Yetiştirme ortamı olarak toprak kullanılmış, tohumlar ekilmeden önce 100 ve 200 kg/da olacak şekilde vermikompost uygulaması yapılmıştır. Vermikompost uygulanmayan saksılar denemeye kontrol uygulaması olarak eklenmiştir. Denemede farklı sulama suyu düzeyi (I_{100} : Tam Sulama, I_{75} , I_{50} , I_{25} : Kısıtlı sulama ve I_0 : Sulama yapılmayan) konuları yer almıştır.

Konulara uygulanan sulama suyu miktarı, en düşük I_0 konularında 24.8 mm ve en yüksek $I_{100}V_0$ konusunda 355 mm olarak gerçekleşmiştir. Konulara ilişkin en yüksek ve en düşük bitki su tüketimi (ET) değerleri sırasıyla, 349 mm ($I_{100}V_0$) ve 34.3 mm (I_0V_2) olarak belirlenmiştir. Yeşil ve kuru herba verimleri ile bitki boyu farklı sulama suyu düzeylerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenirken ($P<0.01$), anılan hiçbir özelliğe aynı sulama düzeyindeki farklı vermikompost dozları arasında önemli düzeyde farklılık bulunmamıştır. Rakamsal olarak en yüksek yeşil herba verimi $I_{100}V_1$ konusundan 1463 kg/da, en düşük ise I_0V_2 konusunda 39.5 kg/da olarak elde edilirken, en yüksek ve en düşük kuru herba verimleri $I_{100}V_1$ ve I_0V_2 konularından sırasıyla 297 ve 27.1 kg/da olarak elde edilmiştir. Çalışmada, en yüksek ve en düşük su kullanım randımanları (WUE) sırasıyla, 447 kg/da-mm ($I_{75}V_0$) ve 115 kg/da-mm (I_0V_2) olarak hesaplanmıştır. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) $I_{75}V_0$ konusunda 432 kg/da-mm, uygulanan sulama suyun bitki su tüketimi karşılama yüzdesi (IRc) ise $I_{100}V_2$ konusunda %103 olarak bulunmuştur. Verim tepki etmeni (ky) 1.18 olarak belirlenmiştir.

The Effects of Different Irrigation Levels and Vermicompost Doses on Evapotranspiration and Yield of Basil (*Ocimum basilicum* L.) under Glasshouse Conditions

ARTICLE INFO

Received: 20/04/2021

Accepted: 17/05/2021

Keywords: Evapotranspiration, Basil, Water use efficiency, Yield response factor, Vermicompost

ABSTRACT

This study was carried out in pots in a glass greenhouse at Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture in 2019 in order to determine the effects of different irrigation levels and vermicompost doses applications on evapotranspiration and yield of basil plant. Soil was used as a growing medium and vermicompost application was done at the rate of 100 and 200 kg da⁻¹ before sowing the seeds. Additional pots which vermicompost were not incorporated were added to the experiment as a control application. Different irrigation water levels (I_{100} : Full Irrigation, I_{75} , I_{50} , I_{25} : limited irrigation and I_0 : without irrigation) were included to the experiment.

The lowest amount of irrigation was in I_0 application as 24.8 mm and the highest was in $I_{100}V_0$ as 355 mm. The highest and the lowest evapotranspiration (ET) values for the treatments were determined as 349 mm ($I_{100}V_0$) and 34.3 mm (I_0V_2), respectively. While green and dry herb yields and plant height values were significantly affected by different irrigation levels ($P<0.01$), no significant difference was observed between the different vermicompost doses at the same irrigation level in any of the determined parameters. The highest green herb yield was obtained from $I_{100}V_1$ treatment as 1463 kg da⁻¹ and the lowest obtained from I_0V_2 as 39.5 kg da⁻¹, whereas the highest and lowest dry herb yields were obtained from $I_{100}V_1$ and I_0V_2 treatments as 297 and 27.1 kg da⁻¹, respectively. In the study, numerically the highest and lowest water use efficiency (WUE) values were calculated as 447 kg da-mm⁻¹ on $I_{75}V_0$ treatment and 115 kg da-mm⁻¹ on the I_0V_2 treatment. The highest irrigation water use efficiency (IWUE) was found to be 432 kg da-mm⁻¹ for $I_{75}V_0$, and the evapotranspiration coverage rate of irrigation water (IRc) was the highest at $I_{100}V_2$ treatment as 103%. The yield response factor (ky) was determined as 1.18.

1. Giriş

Türkiye, tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından, dünyanın zengin ülkelerinden birisidir. Asya ve Avrupa kıtaları üzerinde bulunan coğrafi konumu, geniş bir alanı kaplamakla birlikte, farklı toprak ve iklim özellikleri, zengin bitki çeşitliliği ve tarımdaki yüksek potansiyeli, dünya üzerinde tıbbi ve aromatik bitki ticaretinin önde gelen ülkeleri arasında yer alma potansiyelini doğurmuştur. Türkiye florasında doğal olarak yetişen yaklaşık 11700 kadar bitki taksonundan 3650 tanesinin (floranın %31'i) endemik bitkilerden oluştuğu söylenmektedir (Güner vd., 2012). Türkiye’de endemikler başta olmak üzere, doğal bir şekilde yetişen binlerce bitki türünün tıbbi ve aromatik değeri çok yüksek olup, yaklaşık olarak 500 bitki türünden alternatif veya geleneksel tıp uygulamaları kapsamında yararlanılmaktadır (Kulan, 2013).

Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Labiatae familyasının, Ocimoideae alt familyasından *Ocimum* cinsi, tek yıllık otsu bir tıbbi ve aromatik bitki türü olup birçok çeşide sahiptir (Balyan ve Pushpangadan, 1988). Özellikle Güney Asya, Hindistan ve bazı kaynaklara göre de İran kökenli olduğu belirtilen bu bitki, farklı bölgelerde fesliyen, reyhan, peslan, rahan ve ırıhan olarak da adlandırılmaktadır (Omidbaigi, 2004).

Türkiye İstatistik Kurumu tahminlerine göre 2050 yılında nüfusumuzun 110 milyon olacağı beklenmektedir (TÜİK, 2019). Bu nüfusun ihtiyaç duyduğu gıda ile su gereksinimlerini karşılamak için hem su hem de toprak kaynaklarının akılcı kullanılıp, çok iyi korunması gerekmektedir. Toprak ve su kaynaklarımızı korumayı amaçlayan çalışmalar tüm ulusal kurumlar tarafından sürekli olarak yürütülmekte, ancak yayım çalışmalarında sorunlar bulunmaktadır (Tanrıverdi vd., 2016). Bununla birlikte, tarımda yeni üretim modelleri, birim alandaki verimi artırmaya yönelik organik gübreleme, sulama teknikleri üzerinde araştırmalar yapılmalı ve tarımsal üretimin artırılabilmesi için su ve toprak kaynaklarının en elverişli kullanımını mümkün kılacak biçimde geliştirilmesi gerekmektedir. Sulama, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini ve verimliliğini artıran, tarımsal üretimde karlılığı ve ekonomiyi sağlayan çok yönlü uygulamalardan birisidir (Korukçu, 1992).

Su kaynaklarının azalması ve pahalı olması sonucu kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal sulamanın planlanması

Çizelge 1. Denemede kullanılan toprağın bazı özellikleri
Table 1. Some properties of the soil used in experiment

Bünye	pH (1:2.5)	Tuz	Organik madde	Kireç
		%		
Siltli tın	7.9	0.138	1.51	27

Isparta ili Akdeniz ile İç Anadolu Karasal ikliminin geçiş kuşağında yer almaktadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı bir iklime sahiptir. Karasal Türkiye bağlı olarak yazları gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı fazladır. Deneme dönemine ait uzun yıllık ortalama değerlerine göre sıcaklık değerleri 15.5 ile 23.4 °C, oransal

ve sulama yönteminin önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Kısıtlı su kaynakları ile bitkinin tam su gereksiniminden daha az su uygulanması olarak tanımlanan kısıtlı sulama, sulama suyu kullanımının azaltılması ve su verimliliğini artırma hedefine ulaşmak için önemli potansiyele sahip bir sulama stratejisidir (Feres ve Sariano, 2007). Bunun yanında, bitki veriminde önemli kayıplara neden olmadan, bitkinin suya duyarlılığına göre tüm yetiştirme sezonu boyunca veya farklı gelişim dönemlerinde belirli oranlarda su tasarrufu sağlayan kontrollü kısıtlı sulama, kullanılabilir suyun yetersiz olduğu durumlarda, su kullanımını azaltarak ekonomik geliri arttırdığı bildirilmiştir (Geerts ve Raes, 2009; Ali vd., 2007; Bekele ve Tilahun, 2007).

Vermikompost üretiminde en yaygın olarak kullanılan *Eisenia fetida* solucanları, farklı hayvansal ve bitkisel atıkları sindirim sistemlerinden geçirerek değerli bir kompostu oluşturmaktadır (Açıkbaş ve Bellitürk, 2016; Boran, 2015; Yılmaz ve Kurt, 2018). Vermikompost uygulamaları, bitkisel üretimde kalite ve verim artışı ile birlikte toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine de olumlu katkılar sağlamaktadır (Ateş ve Coşkan, 2016; Yılmaz vd., 2017; Bellitürk, 2018). Özellikle, yüksek su tutma kapasitesi, kation değişim kapasitesi, gözeneklilik oranı ile havalanma ve mikrobiyal aktiviteye sahip olunmasını sağlayan iyi bir toprak düzenleyicisi olan vermikompostun, organik tarım bilincinin artmasıyla son yıllarda kullanımı da artış göstermiştir (Bossuyt vd., 2005; Tejada ve González, 2009).

Bu araştırma, cam sera koşullarında farklı sulama suyu düzeyleri ile vermikompost dozlarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin bitki su tüketimi ile verime etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, 37° 50' 23" N ve 30° 32' 02" E enlem ve boylamlara sahip denizden yüksekliği 1010 m olan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında yer alan cam serada 2019 yılının Mayıs –Temmuz dönemleri arasında yürütülmüştür. Sera taban alanı 400 m², yan duvar yüksekliği ise 4 m'dir. Çalışmada, üst çapı 21 cm, yüksekliği 19 cm ve yüzey alanı 346 cm² olan saksılar kullanılmıştır (Ekren vd., 2012; Asgharipour ve Rafiei, 2011). Saksılarda, yetiştirme ortamı olarak özellikleri Çizelge 1’de verilen toprak kullanılmıştır.

nem değerleri %61.0 ile 43.4, güneşlenme süresi 8.3 ile 1.2 saat, radyasyon ise 6.56 ile 7.28 kWh/m² arasında değişmektedir (MGM, 2019).

Denemede kullanılan saksı topraklarının hacim ağırlığı 1.48 g/cm³, bünye sınıfı siltli-tın, solma noktası 25.1 mm

ve saksı kapasitesi 89.2 mm olarak belirlenmiştir (Demiralay, 1993; Kirkham, 2005). Sulama suyu seranın yanından geçen sulama şebekesindeki hidrantan alınmıştır. Sulama suyunun elektriksel iletkenliği 0.81 ds/m ve kalite sınıfı C₂S₁'dir.

Çalışmada, Fesleğen (*Ocimum basilicum* L) türünün tek yıllık, çalı formunda, otsu, genellikle 30-40 cm arasında boylanan, 25-30 cm taç genişliğine ulaşan, başlangıçta her boğumda iki dala, iri yeşil yapraklara ve beyaz çiçeğe sahip Genovese çeşidi kullanılmıştır.

Deneme öncesi her saksıda kullanılacak 3500 g toprak ile konularına göre vermikompost dozları iyice karıştırıldıktan sonra saksıya konulmuş ve her saksıya 2 adet fide dikilmiştir (Köse, 2017). Denemede 17.5 g MAP (Mono Amonyum Fosfat), 40 g (NH₄)₂SO₄ (Amonyum Sülfat) ve 41 g K₂SO₄ (Potasyum Sülfat) 0.5 litre suda çözülürülerek her saksıya dikim ile birlikte eşit şekilde uygulanmıştır.

Çalışmada, 0 kg/da (V₀), 100 kg/da (V₁) ve 200 kg/da (V₂) olmak üzere farklı vermikompost düzeyleri kullanılmıştır. Bunun yanı sıra, her bir vermikompost dozu için eksilen toprak nemini saksı kapasitesine çıkarmak için verilecek suyun %100'nün uygulandığı (tam sulama, I₁₀₀) konu baz alınarak bu su miktarının %0 (susuz, I₀), %25, %50 ve %75'nin (kısıtlı sulama, I₂₅, I₅₀, I₇₅) uygulanacağı sulama konuları yer almıştır. Deneme, tesadüf parsellerinde faktöriyel düzen deneme desenine göre 45 adet saksıda 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür.

Denemede, sulama konularına başlamadan önce tüm konular 11 Mayıs 2019 tarihinde saksı kapasitesine getirilmiştir. Ardından konulara ilişkin sulama uygulamaları başlamış ve 4 Temmuz 2019 tarihinde sonlandırılmıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesi için saksılar periyodik olarak tartılarak toprak nem düzeyleri gravimetrik yolla izlenmiştir. Sulama suyu haftada iki defa uygulanmıştır. Her bir gübre dozu konusundaki sulama konularına uygulanacak sulama suyu miktarları ağırlık esasına göre belirlenmiştir (Eşitlik 1).

$$I = (SK - MN) \times Sd \quad (1)$$

Eşitlikte, I, sulama suyu (ml), SK, saksı kapasitesi (g), MN, sulama öncesi mevcut nem (g), Sd, sulama düzeyidir (%). Denemede mL olarak ölçülen uygulanacak sulama miktarı, saksı yüzey alanına bölünüp, mm'ye çevrilmiştir.

Deneme konularına ilişkin bitki su tüketimi değerleri, su bütçesi esasına göre eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (James, 1988). Ancak, çalışma sera koşullarında ve saksılarda yürütüldüğünden, eşitlikte yer alan yağış, kapıların yükseliş ve yüzey akış parametreleri göz ardı edilmiş ve eşitlik 3 şeklinde kullanılmıştır.

$$ET = I + P + Cp \pm \Delta SW - Dp - Rf \quad (2)$$

$$ET = I \pm \Delta SW - Dp \quad (3)$$

Eşitlikte, ET, bitki su tüketimi (mm), I, uygulanan sulama suyu miktarı (mm), P, yağış (mm), Cp, kapılar yükseliş ile kök bölgesine giren su (mm), ΔSW , saksılardaki nem

içeriği değişimi (mm), Dp, derine sızma (mm), Rf ise yüzey akıştır (mm).

Hasatlar, Telci (2005)'ye göre 10-15 cm yükseklikten, I₁₀₀ konularında yer alan bitkilerin çiçeklenmeye başladığı dönemlerde 21 Haziran ve 8 Temmuz 2019 tarihlerinde olmak üzere 2 defa yapılmıştır. Elde edilen yeşil herba verimleri oda sıcaklığında, gölgede sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak kuru herba verimleri tespit edilmiştir (Modhaddam, 2010). Deneme saksılarındaki bitkilerin boyları, cetvel ile toprak yüzeyinden bitkinin en uç noktasına kadar hasattan önce ölçülerek tespit edilmiş ve saksıda yer alan iki bitkinin ortalaması alınmıştır.

Deneme konularına ilişkin elde edilen yaş herba verimleri ile uygulanan sulama suyu ve hesaplanan gerçek bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler grafiksel olarak incelenmiş ve regresyon analizleri yapıp korelasyon katsayıları belirlenmiştir.

Konulara ilişkin su kullanım randımanları (WUE), sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) ve uygulanan sulama suyunun bitki su tüketimini karşılama yüzdeleri (IRc) eşitlik 4-6 yardımıyla hesaplanmıştır (Howell vd., 1990). Bunun yanı sıra, oransal bitki su tüketimi azalışına karşın oransal verim azalışını gösteren verim tepki etmeninin (ky) belirlenmesinde eşitlik 7 kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$WUE = (Y / ET) \times 100 \quad (4)$$

$$IWUE = ((Y - Y_0) / I) \times 100 \quad (5)$$

$$IRc = (I / ET) \times 100 \quad (6)$$

$$(1 - Y / Y_m) = ky (1 - ET / ET_m) \quad (7)$$

Eşitliklerde, Y, sulu koşullarda alınan verim (kg/da), Y₀, susuz koşullarda alınan verim (kg/da), Y_m, tam sulama konusundan elde edilen en yüksek verim (kg/da), ET_m: Herhangi bir su kısıtının uygulanmadığı koşulda gerçekleşen bitki su tüketimidir (mm).

Deneme konularının fesleğen bitkisinin verim ve bitki boyu özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Minitab® 19 istatistik programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve konular arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla Tukey Testi uygulanmıştır (P<0.01).

3. Bulgular ve Tartışma

Sulama suyu miktarı, en yüksek I₁₀₀V₀ konusuna 355 mm, en düşük ise I₀ konularına 24.8 mm (can suyu) olarak uygulanmıştır. (Çizelge 2). V₁ ve V₂ konularında uygulanan sulama suyu miktarları genel olarak vermikompost uygulanmayan V₀ konularına göre daha düşük olurken, tam sulama konularında sırasıyla yaklaşık %1.65 ve %4.33 oranlarında daha az gerçekleşmiştir. Deneme sera koşullarında yürütüldüğü için sulama suyu ile bitki su tüketimi değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. En yüksek bitki su tüketimi, I₁₀₀V₀ konusunda 349 mm ve en düşük bitki su tüketimi ise hiç sulama suyu verilmeyen I₀V₂ konusunda 34.3 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Çalışmada, konulara uygulanan sulama suyu miktarı artıkça benzer şekilde bitki su tüketim değerleri de artış

göstermiştir. Bunun yanı sıra, su uygulanmayan konular dışında V_0 konularından elde edilen ET değerlerinin, V_1 ve V_2 konularına göre toplamda sırasıyla %1.24 ve %4.37 daha fazla olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla, vermikompost dozları sulama suyu ihtiyacını kısmen de olsa azaltarak su tüketimini düşürmüştür. Uygulanan sulama suyu miktarının, Ekren vd. (2012)'e göre daha az olduğu belirlenirken, ET değerleri, Borivoj vd. (2017) tarafından elde edilen ET değerleri ile benzer bulunmuştur. Denemede uygulanan sulama suyu miktarının değinilen çalışmaya göre daha az olması, vejetasyon süresinin daha kısa olmasına, bölgenin iklim özelliklerine ve sera koşullarında çalışılmış olmasına bağlıdır.

Konulara ilişkin elde edilen yeşil herba verim değerlerine göre, sulama suyu düzeyi konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar belirlenirken ($P<0.01$), aynı sulama düzeyindeki solucan gübre dozu konuları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 2). Çalışmada rakamsal olarak en yüksek yeşil herba verimi $I_{100}V_1$ konusundan 1463 kg/da, en düşük yeşil herba verimi ise I_0V_2 konusunda 39.5 kg/da olarak elde edilmiştir. Fesleğen veriminin artan sulama suyu miktarı ile birlikte arttığı, sulamanın verime etkisinin oldukça önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen verim değerleri bir kısım diğer çalışmalara göre düşük çıkarken (Nacar, 1997; Moghaddam, 2010; Kulan, 2013; Cabar, 2016; Ekren vd., 2012; Yaldız vd., 2017; Kaçar vd. 2009) tarafından elde edilen değerlerden daha yüksek, Aslan (2014) bulguları ile benzer bulunmuştur. Kuru herba verim değerleri yeşil herba verim değerleri ile benzerlik göstermiştir. Rakamsal olarak en yüksek kuru herba verimi $I_{100}V_1$ konusundan 297 kg/da, en düşük kuru herba verimi ise I_0V_2 konusundan 27.1 kg/da olarak elde edilmiştir. Elde edilen kuru herba

verim değerleri, yapılmış önceki çalışmalardan Palada vd. (1995) ile Arabacı ve Bayram (2004) bulgularına göre düşük ve Günay ve Telci (2017) bulguları ile benzer bulunmuştur. Çalışmada elde edilen fesleğen yeşil herba ve kuru herba verimi değerlerinin diğer bazı çalışmalar ile farklılığı, çalışmanın serada yürütülmüş olması, kullanılan çeşit, bölgenin iklim özellikleri, kontrollü sulama ve gübreleme uygulamaları ile açıklanabilir.

Çalışmada en yüksek WUE değeri 447 kg/da-mm ile $I_{75}V_0$ konusunda, en düşük WUE değeri ise 115 kg/da-mm ile I_0V_2 konusunda hesaplanmıştır (Çizelge 2). Elde edilen en yüksek su kullanım randımanı değerleri, V_1 vermikompost düzeyi dışında I_{75} sulama suyu düzeyi konularda gözlenmiştir. En yüksek IWUE değeri ise $I_{75}V_0$ konusunda 432 kg/da-mm olarak elde edilirken, onu sırasıyla 423 ve 408 değerleri ile $I_{75}V_2$ ve $I_{100}V_1$ konuları takip etmiştir (Çizelge 2). Çalışmada elde edilen sulama suyu kullanım randımanı değerleri, aynı sulama düzeyi konularında artan vermikompost dozları ile artış göstermiştir. Sulama suyunun bitki su tüketimini karşılama oranı (IRC) en yüksek %102,8 ile $I_{100}V_2$ konusunda, en düşük ise %71.8 ile I_0V_0 konusunda elde edilirken, IRC değerleri, tüm konularda uygulanan sulama suyu miktarı ile artış göstermiştir. Çalışmada elde edilen WUE ve IWUE değerleri, Borivoj vd. (2017) ve Ekren vd. (2012) tarafından belirlenmiş değerlerden daha yüksek bulunmuştur. WUE ve IWUE değerlerinin değinilen çalışmalarda arasındaki farklılığın, diğer denemelerin tarla koşullarında olması ve kullanılan farklı bitki çeşidi, iklimsel farklılıklar ve kültürel uygulamalar nedeniyle elde edilen verim ile bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarından kaynaklanmaktadır.

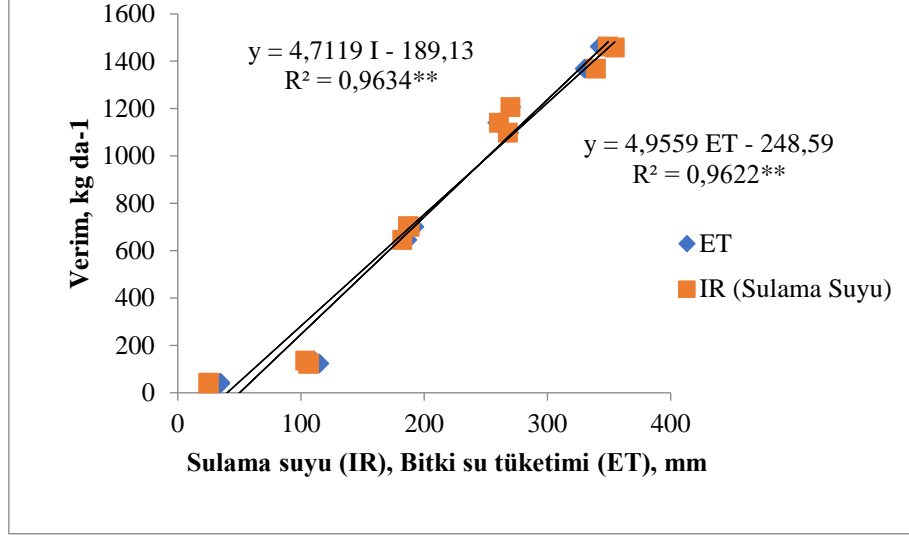
Çizelge 2. Konulara ilişkin sulama suyu miktarı (I), bitki su tüketimi (ET), yeşil ve kuru herba verimi, su kullanım randımanı (WUE), sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) ve sulama suyunun bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (IRC)

Table 2. Irrigation water amount (I), evapotranspiration (ET), green and dry herb yield, water use efficiency (WUE), irrigation water use efficiency (IWUE) and evapotranspiration coverage rate of irrigation water (IRC)

Konular	I (mm)	ET (mm)	Yeşil Herba Verimi (kg/da)	Kuru Herba Verimi (kg/da)	WUE (kg/da-mm)	IWUE (kg/da-mm)	IRC (%)
I_0V_0	24.8	34.5	42.6 D	32.8 E	124	0.0	71.8
$I_{25}V_0$	106	115	125 D	57.8 D	109	77.3	92.8
$I_{50}V_0$	188	192	702 C	136 C	366	351	98.0
$I_{75}V_0$	270	270	1207 B	220 B	447	432	99.8
$I_{100}V_0$	355	349	1458 A	288 A	417	399	102
I_0V_1	24.8	34.3	42.2 D	32.7 E	123	0.0	72.2
$I_{25}V_1$	106	113	123 D	65.2 D	109	76.6	93.4
$I_{50}V_1$	187	190	704 C	140 C	370	354	98.1
$I_{75}V_1$	268	269	1099 B	214 B	409	395	99.6
$I_{100}V_1$	349	342	1463 A	297 A	427	408	102
I_0V_2	24.8	34.3	39.5 D	27.0 E	115	0.0	72.3
$I_{25}V_2$	103	110	136 D	57.9 D	123	93.1	93.8
$I_{50}V_2$	182	186	646 C	131 C	347	333	97.7
$I_{75}V_2$	261	259	1141 B	225 B	440	423	101
$I_{100}V_2$	339	330	1369 A	291 A	415	392	103

Sulama suyu-verim, bitki su tüketimi-verim grafiklerinden de görüldüğü üzere, R^2 değerleri sırasıyla 0.9634 ve 0.9622 olarak elde edilmiştir ($P < 0.01$). Artan sulama suyu miktarı ve bitki su tüketimi değerleri ile yeşil herba veriminde doğrusal bir artış olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 1). Bu durum, uygulanan sulama suyu miktarı ve bitki su tüketiminin verimde önemli değişime neden olduğunu göstermektedir. Çalışmada, sera koşullarında fesleğenden susuz şartlarda ekonomik verim alınmadığı görülmüştür. Ayrıca, I_{100} ve I_{25} sulama suyu düzeyleri kıyaslandığında

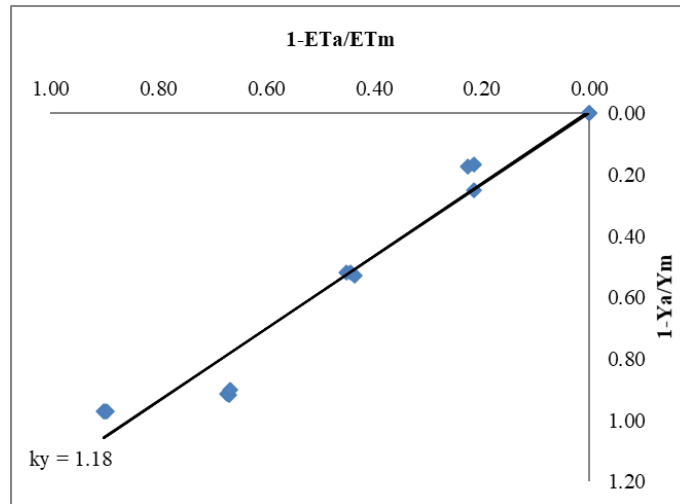
%75'lik su kısıntının, verimi 11 kattan daha fazla azalttığı dolayısıyla, sulama suyu miktarı ve bitki su tüketiminin artmasıyla verimin de oldukça fazla artış gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu bulgudan hareketle, fesleğen yetiştiriciliğinde daha düşük su kısıtı denemelerinin yürütülmesi, bu çalışma sonuçları elde edilinceye kadar da üretici koşullarında %75 kısıt uygulamasına ulaşmayacak kadar kısıt yapılması veya kısıt yapılmaması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 1. Sulama suyu ve bitki su tüketimi ile yeşil herba verimi arasındaki ilişkiler
Figure 1. Relationships between green herb yield and irrigation water amount with evapotranspiration

Oransal bitki su tüketimine karşılık oransal yeşil herba verim azalışını gösteren verim tepki etmeni (k_y) değeri 1.18 olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Elde edilen verim tepki etmeni değerinin 1'den büyük olması, bitkinin birim su azalmasına karşı hassas olduğunu göstermektedir. Sera koşullarında fesleğen yetiştiriciliğinde eksik sulama yeşil herba verimde ciddi azalışlara neden olacakken, yapılacak uygun sulama suyu düzeyi ile verimde önemli artışlar

sağlanabilecektir. Çalışmada hesaplanan k_y değeri, Borivoj vd., (2017) tarafından belirlenmiş olan k_y (0.22) değerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın, denemede diğer çalışmaya göre daha fazla farklı sulama suyu düzeylerinin çalışılmış olması, elde verim ve bitki su tüketimi miktarının daha yüksek olması ve çalışmanın doğal yağışlardan yararlanılmayan sera koşullarında yürütülmesi ile açıklanabilir.



Şekil 2. Sulama konularına ilişkin verim tepki etmeni
Figure 2. Yield response factor related to the treatments

Çalışmada rakamsal olarak en yüksek bitki boyu, $I_{100}V_2$ konusundan 27.5 cm, en düşük bitki boyu ise I_0V_2 konusundan 10.7 cm olarak elde edilmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bitki boyu verilerine göre sulama düzeyleri konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.01$). Aynı sulama düzeyindeki solucan gübre dozu konuları arasında elde edilen bitki boyu değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Genel olarak, bitki boyunun

solucan gübre dozu ve sulama suyu düzeyinin artmasıyla arttığı gözlenmiştir. I_{100} sulama düzeyinde elde edilen bitki boyu en üst sınıfta yer alırken onu sırasıyla I_{75} , I_{50} , I_{25} ve I_0 takip etmiştir. Elde edilen bitki boyu değerleri, Karık vd. (2014), Karaca vd. (2017) ve Köse (2017)'nin bulguları ile benzerlik gösterirken, önceki bazı çalışmalara göre daha düşük bulunmuştur (Telci, 2005; Sifola ve Barbieri, 2006; Omer vd., 2008; Aslan, 2014; Sönmez vd., 2019).

Çizelge 3. Deneme konularına ilişkin bitki boyu değerleri (cm)
Table 3. Plant height values for the treatments (cm)

Konular	I_0	I_{25}	I_{50}	I_{75}	I_{100}	Ortalama
V_0	12.0 ±0.76	13.7 ±0.33	17.8 ±0.73	24.8 ±0.67	26.2 ±1.36	18.9 ±1.56
V_1	11.7 ±0.83	14.5 ±0.29	18.8 ±1.30	22.7 ±1.48	26.5 ±1.76	18.8 ±1.51
V_2	10.7 ±0.17	14.0 ±0.29	17.3 ±0.17	22.8 ±1.74	27.5 ±0.76	18.5 ±1.65
Ortalama	11.4 ±0.39 E	14.1 ±0.19 D	18.0 ±0.49 C	23.4 ±0.77 B	26.7 ±0.71 A	

4. Sonuç

Sonuç olarak, sera koşullarındaki fesleğen yetiştiriciliğinde birim alandan daha yüksek verim elde etmek için sulamanın kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmıştır. Sulama ve işçilik maliyetleri göz önüne alınarak, suyun yeterli olduğu koşullarda birim alandan en yüksek verimin alındığı tam sulama konusunun (I_{100}) tercih edilmesi yerinde bir yaklaşımdır. Suyun kısıtlı veya pahalı olduğu bölgelerde ise hem su kullanım randımanının hem de sulama suyu kullanım randımanının en yüksek bulunduğu I_{75} su kısıtı konusu ile tam sulama konusu arasındaki bir kısıt uygulamasının yararlı olabileceği düşünülmektedir. Çalışma sonuçlarına dayanarak, bitkinin su tüketim miktarını azaltması, verimi artırması ve çevreyle dost bir gübre olması nedenleriyle V_1 düzeyinde vermikompost uygulamasının önerilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. V_2 düzeyindeki vermikompost uygulaması verimi azaltmış, daha önce de bildirilen benzer durum (Coşkan ve Yılmaz, 2015) göz önüne alınarak yüksek dozda vermikompost uygulamasından kaçınılması gerektiği belirlenmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

5. Kaynaklar

Açıkbaş, B. & Bellitürk, K. (2016). Vermikompostun Trakya İlkeren/5BBAŞı Kombinasyonundaki Asma Fidanlarının Bitki Besin Elementi İçeriklerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(4), 131-138.

Ali, M. H., Hoque, M. R., Hassan, A. A. & Khair A. (2007). Effects of deficit irrigation on yield, water productivity, and economic returns of wheat. *Agricultural water management*, 92(3), 151-161.

Arabacı, O. & Bayram, E. (2004). The Effect Of Nitrogen Fertilization and Different Plant Densities on Some Agronomic and Technologic Characteristic Of *Ocimum basilicum* L. *Journal of Argonomy*, 3(4), 255-262. <https://doi.org/10.3923/ja.2004.255.262>

Asgharipour, M. & Rafiei, M. (2011). Effect of Different Organic Amendments and Drought on the Growth and Yield of Basil in the Greenhouse. *Advances in Environmental Biology*, 5(6), 1233-1239.

Aslan, D. F. (2014) *Farklı Reyhan (Ocimum basilicum L.) Genotiplerinde Ontogenetik ve Morfogenetik Varyabilitenin Belirlenmesi*. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 106 s.

Ateş, N. & Coşkan, A. (2016). Toprak Solucanı, Organik ve Mineral Gübrelili Koşullarda Mısır Bitkisi Performansını Artırdı. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 39-49.

Balyan, S. S. & Pushpangadan, P. (1988). A study on the Taxonomical Status and Geographic Distribution of the Genus *Ocimum*. *The Pafai Journal*, 10(2), 13-19.

Bekele, S. & Tilahun, K. (2007). Regulated deficit irrigation scheduling of onion in a semiarid region of Ethiopia. *Agricultural Water Management*, 89(1-2), 148-52.

Bellitürk, K. (2018). Vermikomposting in Turkey: Challenges and Opportunities in Future. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(4), 32-41.

Boran, D. (2015). *Farklı Isıl Teknikleri Uygulanmış Solucan Gübresinin Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 84 s.

Borivoj, P., Dušan A., Livija, M. & Ksenija, M. (2017). Effect of Drip Irrigation on Yield, Evapotranspiration and Water Use Efficiency of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 54(3), 124-129. <https://doi.org/10.5937/ratpov54-14808>

Bossuyt, H., Six, J., & Hendrix, P. F. (2005). Protection of soil carbon by microaggregates within earthworm casts. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(2), 251-258.

Cabar, B. S. (2016). *Farklı Fesleğen (Ocimum basilicum L.) Hatlarının Trakya Koşullarında Verim ve Kalite ile İlgili Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi*. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 73 s.

Coşkan, A. & Yılmaz, K. (2015). Effects of vermikompost extract tea on tomato seedling production. *Soil Science in International Year of Soils 2015, Ekim 19-23*, 80-83.

Demiralay, İ. (1993). *Toprak Fiziksel Analizleri*. Erzurum, Atatürk Üniversitesi Yayınları.

Doorenbos, J. & Kassam, A. H. (1979). *Yield Response to Water*. Rome, FAO Irrigation and Drainage.

Ekren, S., Sönmez, Ç., Özçakal, E., Kurttaş, Y. S. K., Bayram, E. & Gürgülü, H. (2012). The Effect of Different Irrigation Water Levels on Yield and Quality Characteristics of Purple Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agricultural Water Management*, 109, 155-161. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.03.004>

Fereres, E. & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147-159.

Geerts, S. & Raes, D. (2009). Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96, 1275-1284.

- Günay, E. & Telci, İ. (2017). Isparta Ekolojik Koşullarında Bazı Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) Genotiplerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2), 100-109.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T., (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H., & Solomon, K.H. (1990). *Management of Farm Irrigation Systems*. ASAE, St. Joseph, MI, (pp.311-312).
- James, L.G. (1988). *Principles of Farm Irrigation System Design*. John Wiley and Sons.
- Kaçar, O., Göksu, E. & Azkan, N. (2009). Agronomic Properties and Essential Oil Composition of Basil Varieties of Landraces (*Ocimum basilicum* L.) in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 21(4), 3151-3160.
- Karaca, M., Kara, Ş. M. & Özcan, M. M. (2017). Bazı Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Popülasyonlarının Herba Verimi ve Uçucu Yağ Oranının Belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 160-169.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Çınar, O. & Birol, B. (2014). Menemen Ekolojik Koşullarında Bazı Ticari ve Yerel Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Çeşitlerinin Morfolojik, Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 10 – 20.
- Kirkham, M. B. (2005). *Principles of soil and plant water relations*. Elsevier Academic Press.
- Korukçu, A. (1992). *Sulamadaki Gelişmelerin Türkiye'ye Etkisi*. Ankara, Toprak Su Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Köse, İ. (2017). *Bitki Sıklığının Fesleğende (Ocimum Basilicum L.) Herba Verimi ve Uçucu Yağ İçeriği Üzerine Etkisi*. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 44 s.
- Kulan, E. G. (2013). *Eskişehir Koşullarında Yetiştirilen Reyhan (Ocimum basilicum) Bitkisinin Bazı Bitkisel Özelliklerin ve Diurnal Varyabilitesinin Belirlenmesi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, 99 s.
- MGM (2019). *İllere Ait Mevsim Normalleri (1991-2018)*. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Moghaddam, A. M. D. (2010). *Fesleğen (Ocimum basilicum L.)' de Farklı Bitki Sıklığı ve Azot Dozlarının Verim, Verim Ögeleri, Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenler Üzerine Etkileri*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 153 s.
- Nacar, Ş. (1997). *Farklı Yörelere Sağlanan Fesleğen (Ocimum basilicum L.) Bitkilerinde Değişik Dikim Sıklıklarının Verim ve Kaliteye Etkisi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 159 s.
- Omer, E. A., Said-Al Ahl, H. A. H. & Hendawy, S. F. (2008). Production, Chemical Composition and Volatileoil of Different Basil Species/Varieties Cultivated Under Egyptian Soil Salinity Conditions. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4(4), 293-300.
- Omidbaigi, R. (2004). *Production and Prossesing of Medicinal Plants*. Tehran, Tarbiat Modarres University Press.
- Palada, M. C., Crossman, S. M. A. & Kowalski, J. A. (1995). Water Use of Basil as Influenced by Drip Irrigation Levels and Mulching. *Caribbean Food Crops Society*, 31, 143-149. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.257064>
- Sifola, M. I. & Barbieri, G. (2006). Growth, Yield and Essential Oil Content of Three Cultivars of Basil Grown Under Different Levels of Nitrogen in The Field. *Scientia Horticulturae*, 108, 408-413. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.002>
- Sönmez, Ç., Soysal, A. Ö. Ş., Yıldırım, A., Berberoğlu, F. & Bayram, E. (2019). Farklı Biçim Zamanlarının Yeşil ve Mor Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Tiplerinde Bazı Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 29(1), 39-49. <https://doi.org/10.18615/anadolu.568803>
- Tanrıverdi, Ç., Değirmenci, H., Gönen, E. & Boyacı, S. (2016). A Comparison of the Gravimetric and TDR Methods in Terms of Determining the Soil Water Content of the Corn Plant. *Scientific Papers Series A Agronomy*, 59, 153-158.
- Tejada, M. & González, J. L. (2009). Application of Two Vermicomposts on A Rice Crop: Effects on Soil Biological Properties and Rice Quality and Yield. *Agronomy Journal*, 101, 336-344. <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0211>
- Telci, İ. (2005). Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) Genotiplerinde Uygun Biçim Yüksekliklerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 77-83.
- TÜİK (2019). Senaryolara göre nüfus, 2018-2080. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Yaldız, G., Çamlıca M., Eratalar, S. A. & Kulak, M. (2017). Farklı Dozda Kibele Gübre Uygulamasının Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) Verimine Etkisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 363-370. <https://doi.org/10.21597/jist.2017127449>
- Yılmaz, E., Ozen, N. & Ozen, M. (2017). Determination of Changes in Yield and Quality of Tomato Seedlings (*Solanum lycopersicon* cv. Sedef F1) in Different Soilless Growing Media. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2), 163-168.
- Yılmaz, F. I. & Kurt, S. (2018). Biyokömür ve Vermikompost Uygulamalarının Toprağın Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2), 143-150.