

Tekirdağ Koşullarında Farklı Sulama Seviyelerinin Kapya Biberin (*Capsicum Annum* Cv. Kapija) Verim ve Verim Bileşenleri Üzerine Etkileri

Effects of Different Irrigation Levels on Yield and Yield Components of Capia Pepper (*Capsicum Annum* Cv. Kapija) in Tekirdag Conditions

Gökmen AZDER¹, Erhan GÖÇMEN^{2*}, Ahmet İSTANBULLUOĞLU²


Özet


Tekirdağ koşullarında farklı damla sulama uygulamaları altında kapya biberinin su kullanımına, verim ve gelişme parametrelerine etkilerinin incelendiği çalışma, 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada, 3 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %50, %75, %100 ve %125'inin uygulandığı dört farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 33 kez sulama uygulaması ile birlikte 351.9 ile 857.1 mm arasında, denemenin ikinci yılında ise 34 kez sulama uygulaması ile birlikte 308.5 ile 748.8 mm sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deneme konularında bitki büyüme mevsimi boyunca ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2016 yılında 457 ile 935.5 mm, 2017 yılında ise 469 ile 889 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. Elde edilen verim değerleri incelendiğinde sulama suyu miktarı arttıkça verim değerlerinin yükseldiği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, özellikle I₁ ve I₂ konusu verim değerleri açısından (38.42 t ha⁻¹ ve 34.95 t ha⁻¹ sırasıyla) öne çıkmıştır. Meyve eni açısından herhangi bir farklılık izlenmezken değerler 4.89 cm ile 4.38 cm arasında değişmiştir. Meyve boyu verilerine göre yıllar arasında farklılık belirlenmiş ve 2017 yılı en yüksek istatistik gruba girmiştir. Meyve boyu değerlerinin varyans analizine göre sulama konuları arasında herhangi bir fark çıkmamış ve ölçüm sonuçlarının 13.40 cm ile 14.46 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri incelendiğinde hem yıllar arasında hem de sulama konuları arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş ve I₄ konusunun öne çıktığı görülmüştür. IWUE değerleri sulama konularına göre 4.84 (I₁), 5.47 (I₂), 5.27 (I₃), 6.19 (I₄) kg m⁻³ olarak elde edilmiştir. Denemede Su kullanım randımanı (WUE) değerleri incelendiğinde değerlerin 4.16 ile 4.56 kg m⁻³ arasında değiştiği ve istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kapya Biber, Sulama, Bitki Su Tüketimi, Sulama Suyu Kullanım randımanı (IWUE), Su kullanım randımanı (WUE),

Abstract

This study was conducted in 2016 and 2017, where the effects of different irrigation levels on the water use characteristics and yield parameters of capia pepper were investigated in Tekirdag conditions. The study was carried out by applying four different irrigation levels calculated from the evaporation value (50%, 75%, 100%, and 125%) measured from the Class A evaporation pan in the 3-day irrigation period. In the first year of the

¹Gökmen Azder, DSİ 226. Şube Müdürlüğü, Giresun, Türkiye. E-mail: gokmenazder@dsi.gov.tr  OrcID: 0000-0002-9789-5183

^{2*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Erhan Göçmen, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: egoemen@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-6199-7842

²Ahmet İstanbulluoğlu, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail:

aistanbulluoğlu@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-8080-0152

Atıf/Citation: Azder G, Göçmen E, İstanbulluoğlu A. Tekirdağ Koşullarında Farklı Sulama Seviyelerinin Kapya Biberin (*Capsicum Annum* Cv. Kapija) Verim ve Verim Bileşenleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (3), 422-431.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2020

research, all treatments were between 351.9 and 857.1 mm and irrigation water was applied 33 times. In the second year of the experiment, irrigation was applied 34 times and the amount of irrigation water applied was between 308.5 and 748.8 mm. As a result of the research, the evapotranspiration amount measured during the plant growing season in treatments were measured between 457 and 935.5 mm in 2016 and between 469 and 889 mm in 2017. When the yield values obtained were examined, the yield values increased with the increase in the amount of irrigation water. In particular, I₁ and I₂ have come to the forefront as a result of statistical analysis performed at yield values (38.42 t ha⁻¹ and 34.95 t ha⁻¹ respectively). While no difference was observed in terms of fruit width, the values ranged between 4,89 cm and 4,38 cm. According to the fruit length data, differences were determined between the years and 2017 was included in the highest statistics group. According to variance analysis of fruit length values, there was no difference between irrigation treatments and the measurement results were determined to vary between 13.40 cm and 14.46 cm. When the irrigation water use efficiency (IWUE) values were examined, significant differences were detected both between the years and between irrigation treatments and it was seen that the I₄ treatment came to the fore. IWUE values were obtained as 4.84 (I₁), 5.47 (I₂), 5.27 (I₃), 6.19 (I₄) kg m⁻³, according to irrigation treatments. When the water use efficiency (WUE) values were examined in the experiment, it was determined that the values ranged between 4.16 and 4.56 kg m⁻³ and were not statistically significant.

Keywords: Cacia pepper, Irrigation, Evapotranspiration, Irrigation water use efficiency (IWUE), Water use efficiency (WUE)

1. Giriş

Dünyada biber üretimi 2017 yılında toplamda 2 milyon hektar alanda 36.1 milyon ton olup, Türkiye 2.6 milyon ton ile 3. sırada yer almaktadır. İlk sırada 17.8 milyon ton ile Çin ve onu takip eden 3.3 milyon ton ile Meksika bulunmaktadır (FAO 2017). Türkiye İstatistik Kurumunun 2017 yılı rakamlarına göre, ülkemizde toplam biber üretimi 95 bin hektar alanda 2.6 milyon ton olup, bunun 1.1 milyon tonu kapyta biberdir (Anonim, 2017).

Kapyta biberi [*Capsicum annum* L. Var. *conoides* (Mill.) Irish], uzun konik şekle sahip ve kırmızı rengini aldığımda tüketilen bir biber tipi olup “salçalık” ya da “yağlık” biber olarak da adlandırılmaktadır (Karaağaç ve Balkaya, 2010). Kapyta tipi biberler taze olarak tüketilebildiği gibi, salça yapımında, hazır gıdalarda, dondurulmuş ürünlerde, sos yapımında, konserve yapımında, közleme olarak, toz ve pul biber gibi baharat yapımında, çiğ köfte ve lahmacun hammaddesi olarak kullanılmaktadır (Hekimoğlu ve Altındağ, 2012).

Kapyta biberin sulanmasında öncelikle yörenin iklim, toprak, topografya ve bitki özelliklerine uygun mevcut suyun etkin olarak kullanılacağı, verimi negatif yönde etkilemeyecek bir sulama yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Bu yöntemler içerisinde, uniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze ve meyve ağaçlarının sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır.

Biberin su kullanımı üzerine dünyada ve ülkemizde pek çok araştırma yapılmıştır. Dağdelen (2001) sanayi biberinde farklı su düzeyi ve farklı sulama aralığının meyve verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, her iki yılda da elde edilen sonuçlara göre sulama aralığı ve su düzeylerinin meyve verimini etkilediğini belirtmiştir. Şen (2015) sanayi biberinin farklı sulama düzeyleri ve farklı sulama aralıklarının bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda sulama aralığının biber verimine etki etmediği, ancak sulama düzeylerinin verimi etkilediği, en yüksek verimin 3 gün sulama aralığında buharlaşmanın %125’i oranında sulama suyu uygulanan konudan elde edildiği (54.24 t ha⁻¹), en düşük verimin ise yine 3 gün sulama aralığında %25 oranında sulama suyu uygulanan konudan elde edildiğini (30.09 t ha⁻¹) saptamıştır. Sezen ve ark. (2016) salçalık biber bitkisinde yürüttükleri çalışmada; damla sulama yöntemi altında farklı sulama düzeylerinin verime etkisini incelemiştir. Verim yıllara göre sırasıyla en çok ve en az olarak 44.17-47.79 t ha⁻¹ ve 34.92-35.97 t ha⁻¹ olarak belirlenmiş ve en yüksek verimi tam sulama konusunda elde edilmiştir. Antony ve Singandhupe (2004) yaptıkları çalışmada, farklı sulama yöntem ve programların biber bitkisinde (*Capsicum annum* L. var. California Wonder) biyofiziksel özellikler, morfolojik özellikler, verim ve su kullanım randımanı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmaya göre, damla sulama yöntemi kullanılarak yetiştirilen biberin yüzey sulama yöntemine göre daha fazla boylandı, kol ve meyve oluşumunun hızlı gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, damla sulama sisteminin biber bitkisi sulamasında kullanımının verim ve verim parametreleri, fizyolojik ve morfolojik özellikler, kök uzunluğu ve kök kalitesi, meyve çiçek sayısı üzerine son derece olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada sebzeçilik için uygun olan ve bölge bitki desenine iyi bir alternatif bitki olabilecek kapyta biberinin Tekirdağ ili koşullarında verim ve su kullanım özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Arazisinde 2016-2017 yıllarında yürütülmüştür. Ekonomik değeri yüksek olan bu bitkinin bölge koşullarında yapılmış ilk sulama çalışması olması önemlidir.

2. Materyal ve Metot

Deneme Tekirdağ il merkezine 2.5 km uzaklıkta olan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Çalışma alanının denizden yüksekliği ortalama 14 m olmakla birlikte 40° 59’ kuzey enlemi, 27° 29’ doğu boylamı arasında yer almaktadır. Çalışma alanı yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Uzun yıllar meteorolojik veri ortalamalarına göre yıllık ortalama sıcaklık 14 °C’ dir. Aylık bazda sıcaklık ortalamaları değerlendirildiğinde Ocak ayı 4.7 °C ile en soğuk, Temmuz ve Ağustos ayları 23.8 °C ile en sıcak aylardır. Yıllık toplam yağış miktarı ortalama 582.9 mm olup, bunun büyük çoğunluğu Ekim ile Nisan ayları arasında düşmektedir. Yıllık bağıl nem ortalaması %76.9’ ve rüzgâr hızı ortalaması değeri 2.9 m s⁻¹’ dir. Sulama mevsimine ait meteorolojik değerler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme yılları sulama mevsiminde ölçülmüş meteorolojik değerler*Table 1. Meteorological values measured in the irrigation season*

Yıllar	Aylar	Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Rüzgar hızı* (m s ⁻¹)	Güneşlenme süresi (h)	Yağış (mm)	Toplam buharlaşma (mm)**
2016	Mayıs	17.20	73.40	2.70	6.60	27.40	24.40 (12 gün)
	Haziran	22.80	69.50	2.90	9.30	35.40	156.10
	Temmuz	24.60	61.60	3.50	9.70	0.00	229.40
	Ağustos	25.10	61.00	3.70	9.30	0.60	220.30
	Eylül	23.30	63.80	3.30	7.20	6.00	41.40 (10 gün)
2017	Mayıs	21.80	76.48	2.64	6.97	16.72	21.30 (9 gün)
	Haziran	21.97	77.81	2.30	8.44	36.80	136.60
	Temmuz	24.05	69.96	3.19	9.33	52.20	179.40
	Ağustos	25.00	66.70	3.60	9.00	14.60	196.30
	Eylül	21.58	71.06	2.67	7.18	11.20	53.40 (12 gün)
Uzun yıllar	Mayıs	16.80	76.00	2.30	7.40	36.50	114.80
	Haziran	21.30	72.00	2.40	9.60	38.30	142.10
	Temmuz	23.80	68.80	2.80	9.50	23.70	179.80
	Ağustos	23.80	69.40	3.00	9.00	13.10	170.90
	Eylül	20.00	73.40	2.80	7.20	33.40	114.90

* : 2 m yükseklikteki değerlerdir.

** : A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam değerlerdir. (Mayıs ve Eylül aylarında sadece ölçüm günlerini kapsamaktadır.)

Deneme alanında toprakların fiziksel özelliklerini belirlemek için açılan profilden alınan örneklerden bünye sınıfı, tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri belirlenmiş ve Tablo 2’de verilmiştir. Deneme alanı toprak bünye sınıfı killi tın ve kullanılabilir su tutma kapasitesi 77.62 mm/60 cm olarak saptanmıştır. Atmaca ve Erdem (2016) aynı alanda yaptıkları çalışmada deneme alanı topraklarının killi-tınlı, ph değeri nötr (7.37), tuzsuz, kireçli ve az miktarda organik madde içerdiğini bildirmişlerdir.

Tablo 2. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri*Table 2. Physical properties of soil in the experimental area*

Profil derinliği (cm)	Bünye sınıfı	TK		SN		Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
		%	mm	%	mm		
0-30	Killi-tın	26.01	116.26	17.91	80.06	1.49	36.20
30-60	Killi-tın	28.45	134.85	19.71	93.43	1.58	41.42
0-60			251.11		173.49		77.62

Deneme alanı topraklarında yapılan çift silindirli infiltrometre testleri neticesinde toprağın infiltrasyon hızı 12 mm h⁻¹ olarak belirlenmiştir. Sulama suyunun kalite sınıfını belirlemek için yapılan ölçümde suyun kalitesi T₂S₁ olarak elde edilmiştir. Deneme toprakları bünye sınıfı ve su alma hızına göre damlatıcı debisi 4 L h⁻¹, damlatıcı aralığı ise 0.45 m olarak hesaplanmıştır.

Araştırmada kullanılan kapyra biberi [*Capsicum annuum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish], uzun konik şekilli olup ve kırmızı rengini aldığı anda tüketilen bir çeşittir. Salçalık veya yağlık biber olarak da isimlendirilmektedir (Karaağaç ve Balkaya, 2010).

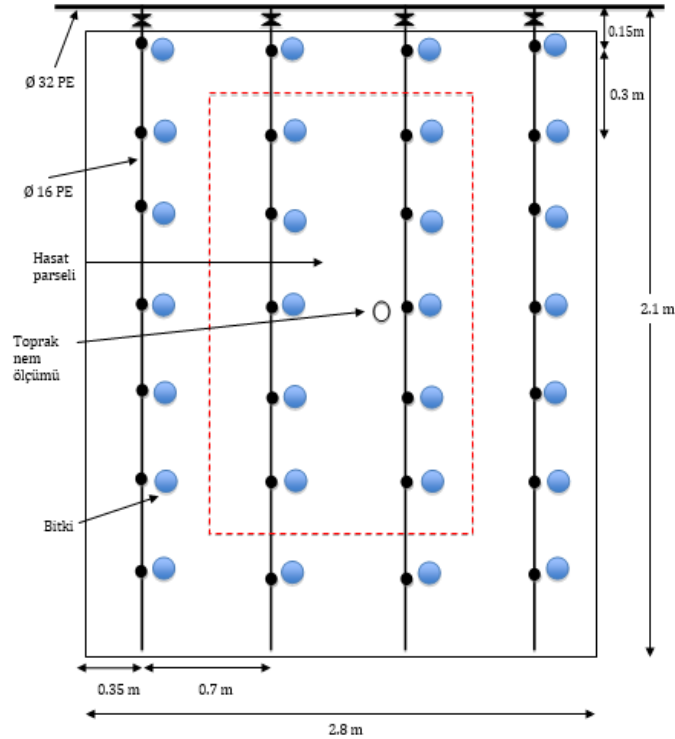
Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve konular rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever, 1984). Sulama aralığı yöre koşulları ve çiftçi uygulamaları dikkate alınarak 3 gün olarak

belirlenmiştir. Sulama suyu miktarlarının tespitinde A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşmasının farklı miktarları esas alınmıştır.

Deneme konuları;

- I₁: 3 günlük toplam buharlaşma miktarı \times 1.25,
- I₂: 3 günlük toplam buharlaşma miktarı \times 1.00,
- I₃: 3 günlük toplam buharlaşma miktarı \times 0.75,
- I₄: 3 günlük toplam buharlaşma miktarı \times 0.50, şeklinde oluşturulmuştur.

Deneme alanı 14.4 \times 12.4 m boyutlarında olup toplam 178.56 m²'dir. Alanda 3 blok ve her birinde 4 adet olmak üzere toplam 12 adet parsel bulunmaktadır. Bir parsel ise 2.8 \times 2.1 m boyutlarındadır ve toplam 5.88 m² alan kaplamaktadır. Bir deneme parselinde 4 adet bitki sırası bulunmakta ve bitkilerin sıra aralığı 0,7 m sıra üzeri ise 0.3 m'dir (Şekil 1). Tüm parsellerde kenarlardan bir bitki sırası kenar etkisi göz önünde bulundurularak ve hasat parseli dışında tutularak hasat parseli 1.4 \times 1.4 m boyutlarında olmak üzere toplamda 1.96 m² 'olmuştur. Bir parselde 28 ve hasat parselinde ise 10 adet bitki mevcuttur. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, sulamalarda sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında ve bloklar arasında 2 m boşluk bırakılmıştır. Araştırma alanında dikim yapılmadan önce toprak hazırlığı gerçekleştirilmiştir. Toprak verimlilik analizleri dikkate alınarak, her iki yıl dikimden önce tüm deneme parsellerine aynı olacak şekilde azotlu ve potasyumlu gübre atılmıştır. Biber fideleri 2016 yılında 19 Mayıs, 2017 yılında ise 23 Mayıs tarihinde deneme parsellerine sıra arası 0.7 m ve sıra üzeri 0.3 m aralıklarla dikilmiştir. Dikimle beraber sulama uygulamaları başlamış ve dikim sırasında her bir parselde her iki yılda 15 mm olacak şekilde can suyu verilmiştir.



Şekil 1. Deneme parselinde lateral boru ve damlatıcıların konumlandırılması

Figure 1. Lateral pipes and drippers placed on the experimental plot

Biriktirme havuzundan bir pompa yardımı ile alınan sulama suyu, hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve disk elek filtrelerden oluşan kontrol biriminde temizlendikten sonra 6 atm işletme basınçlı, 50 mm dış çaplı sert PE borular ile araştırma alanına iletilmiştir. Ayrıca, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek amacıyla belli noktalara manometreler takılmıştır. Deneme parsellerinde manifold boru hatları 32 mm dış çaplı sert PE borulardan oluşturulmuştur. Parsellerde lateral boru hatları her bitki sırasına bir adet olacak şekilde 16 mm dış çaplı yumuşak PE borular yerleştirilmiştir. Damlatıcı debisi toprağın su alma hızı göz önüne alınarak Yıldırım (2008)'de verilen

esaslara göre 4 L h⁻¹ olarak seçilmiştir. Damlatıcı aralığı da toprağın infiltrasyon hızı ve damlatıcı debisine göre 45 cm olarak hesaplanmıştır ve ıslatılan alan yüzdesi %64 olarak belirlenmiştir. Damlatıcılar, lateral boru hattı üzerine 0.45 cm aralıklarla on-line olarak takılmıştır. Şekil 1’de bir deneme parselinin detayı gösterilmiştir.

Deneme konularına göre uygulanan net sulama suyu miktarları, açık su yüzeyi buharlaşma miktarından faydalanılarak hesaplanmıştır. Deneme parsellerinde uygulanacak sulama suyu miktarı 3 günlük birikimli buharlaşma miktarı kullanılarak aşağıdaki Eşitlik (1) ile hesaplanmıştır (Kanber ve ark., 2004).

$$I = K_{pc} \times E_p \times P \quad (\text{Eş. 1})$$

Eşitlikte; I: Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm), K_{pc}: buharlaşma kabına bağlı katsayı, E_p: birikimli buharlaşma miktarı, (mm), P: damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre belirlenen ıslatılan alan yüzdesi (%), dir.

Bitki su tüketimi, 60 cm toprak derinliği esas alınarak aşağıda verilen Eşitlik (2) ile (su bütçesi eşitliği) belirlenmiştir (Walker ve Skogerboe, 1987). Bu amaçla, sulama uygulaması öncesi her bir deneme konusunda 60 cm toprak derinliğinde her 30 cm’lik toprak derinliğinde kuru ağırlık yüzdesine göre toprak nemi değerleri belirlenmiştir.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (\text{Eş. 2})$$

Eşitlikte; ET: bitki su tüketimi (mm), I: dönem boyunca verilen sulama suyu miktarı (mm), P: dönem boyunca meydana gelen yağış (mm), C_p: kılcal yükselişe kök bölgesine giren su miktarı (mm), D_p: derine sızma kayıpları (mm), R_f: deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm), ΔS: kök bölgesi nem değişimleri (mm) ifade etmektedir.

Çalışmanın yapıldığı yerde taban suyu olmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı göz önüne alınarak C_p değeri göz ardı edilmiş ve basınçlı sulama sisteminden yararlandığından dolayı yüzey akış miktarları da göz önüne alınmamıştır (Kanber, 1997).

Denemede sulama işlemleri ilk yıl 10 Eylül 2016’da, ikinci yıl 11 Eylül 2017’de sonlandırılmıştır. Hasat işlemleri ilk yıl 13 Eylül 2016, ikinci yıl 14 Eylül 2017 tamamlanmıştır. Sezon boyunca hasat parselinde yapılan hasatlardan toplam verim değerleri elde edilmiştir. Ayrıca her parselden alınan örneklerden 10 adedinde meyve eni ve boyu ölçümleri yapılmıştır. Deneme konularından elde edilen biber gelişim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkların belirlenmesinde varyans analizi, sınıflandırılmasında ise LSD testi kullanılmıştır. Sonuçlar Yurtsever (1984)’de gösterilen esaslara göre değerlendirilmiştir.

Araştırmada konulara uygulanan sulama suyu, elde edilen bitki su tüketimi ve toplam hasat verimleri kullanılarak, sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı sonuçları aşağıdaki Eşitlik (3 ve 4)’ten faydalanılarak belirlenmiştir (Zhang ve ark., 1999).

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (\text{Eş. 3})$$

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (\text{Eş. 4})$$

Eşitliklerde; IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg/m³), WUE: Su kullanım randımanı (kg/m³), Y: Sulama suyu uygulanan deneme konularından elde edilen hasat verimi (t ha⁻¹), I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm) ve ET: Ölçülen bitki su tüketimi (mm)’dir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Denemede ilk yıl toplam buharlaşma miktarı 688.7 mm olarak ölçülmüştür. 2016 yılında 33 sulama yapılmış, sulama uygulamaları konulara göre I₁ konusunda 857.1 mm I₂ konusunda 688.7 mm, I₃ konusunda 520.3 mm ve I₄ konusunda 351.9 mm olmuştur. İkinci yıl toplam buharlaşma miktarı 602 mm olarak ölçülmüştür, 2017 yılında 34 sulama yapılmış, sulama uygulamaları konulara göre I₁ konusunda 748.8 mm, I₂ konusunda 602 mm, I₃ konusunda 455.3 mm ve I₄ konusunda 308.5 mm olmuştur. Deneme mevsimi süresince yağış miktarları enstitü

alanında bulunan meteoroloji istasyonundan takip edilmiş ve 2016 yılında düşen toplam yağış 47.2 mm olurken, 2017 yılında düşen toplam yağış 103.6 mm olmuştur.

Tablo 3'te verilen toplam mevsimlik su tüketimleri I₁, I₂, I₃ ve I₄ konusu için sırasıyla 2016 yılında 935.5 mm, 785.3 mm, 616.2 mm ve 457 mm olurken, 2017 yılında 889 mm, 750.3 mm, 616.2 mm ve 469 mm olarak ölçülmüştür. Demirel ve ark., (2012) Çanakkale'de yürüttükleri araştırmada toplam bitki su tüketimini ilk yıl 855-333 mm, ikinci yıl 736-311 mm olarak ölçmüşlerdir.

Tablo 3. Deneme konularına göre ölçülen bitki su tüketimi miktarları

Table 3. Evapotranspiration amounts measured from treatments

Deneme yılı	Deneme konusu	Topraktaki nem değişimi (mm)	Yağış (mm)	Uygulanan toplam sulama suyu miktarı (mm)	Ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi (mm)
2016	I ₁	31.2	47.2	857.1	935.5
	I ₂	49.4		688.7	785.3
	I ₃	48.7		520.3	616.2
	I ₄	57.9		351.9	457.0
2017	I ₁	36.6	103.6	748.8	889.0
	I ₂	44.7		602.0	750.3
	I ₃	57.3		455.3	616.2
	I ₄	56.9		308.5	469.0

Denemede iki yıla ait verim ve verim parametrelerine ilişkin sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde sulama suyu artışına paralel olarak verimin de arttığı görülmektedir. Çalışmada ilk yıl 19.91 t ha⁻¹ ile 33.91 t ha⁻¹ arasında, ikinci yıl 20.74 t ha⁻¹ ile 42.92 t ha⁻¹ arasında pazarlanabilir biber verimi elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucuna göre yapılan sulama uygulamalarının toplam pazarlanabilir verime etkisi önemli bulunmuştur. Bunun sonucunda yapılan LSD testi sonucunda iki sulama konusunun I₁ ve I₂ konusunun aynı ve üst grupta yer aldığı görülürken, diğer iki sulama konusu olan I₃ ve I₄ konusu da aynı gruba girmiş ve alt grubu oluşturmuştur. Sulama düzeyleri arttıkça veriminde arttığı görülmektedir. Sezen ve ark., (2006) Tarsus'ta yaptıkları araştırmada, birinci yıl 21.62-33.14 t ha⁻¹, ikinci yılda ise 21.01- 35.29 t ha⁻¹, Dağdelen ve ark., (2004) Aydın koşullarında yaptıkları çalışmada verim değerlerini birinci yıl 20.25-30.06 t ha⁻¹, ikinci yıl 23.49-32.55 t ha⁻¹ olarak elde etmişlerdir. Araştırmada bu çalışmalar ile yakın verim değerleri elde edilmiştir.

Tablo 4. Deneme konularına ilişkin verim ve bazı verim öğeleri

Table 4. Yield and some yield parameters measured from treatment

Sulama Konuları	Verim (t ha ⁻¹)			Meyve eni (cm)			Meyve boyu (cm)		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2016	2017		2016	2017		2016	2017	
I ₁	33.91	42.92	38.42 a	4.94	4.37	4.66	14.12	14.08	14.10
I ₂	32.19	37.71	34.95 a	4.53	5.24	4.89	13.62	15.30	14.46
I ₃	26.78	24.56	25.67 b	3.99	4.71	4.38	11.63	15.17	13.40
I ₄	19.91	20.74	20.33 b	4.36	4.87	4.62	11.79	16.78	14.28
Ortalama	28.20	31.48		4.46	4.82		12.79 b	15.34 a	
	Yıl: ns.			Yıl: ns.			Yıl:20.127**.		
LSD	Sulama konusu:7.448**.			Sulama konusu: ns			Sulama konusu: ns		
	Yıl×Sulama konusu: ns			Yıl×Sulama konusu: ns			Yıl×Sulama konusu: ns		

** : %1 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

Meyve eni değerlerine çizelgeden bakıldığında ilk yıl 3.99 cm ile 4.94 cm aralığında, ikinci yıl 4.37 cm ile 5.24 cm aralığında değiştiği görülmektedir. Yapılan istatistik analizinde herhangi bir faktör önemli çıkmamıştır. Meyve

boyu değerleri incelendiğinde ilk yıl 11.63 cm ile 14.12 cm aralığında, ikinci yıl ise 14.08 cm ile 16.78 cm aralığında gerçekleşmiştir. Yapılan istatistik değerlendirmede yıllar arasında %1 düzeyinde farklılık olurken, 2017 üst grubu oluşturmuş, 2016 yılı ise alt grubu oluşturmuştur.

Tablo 5. Deneme konularına göre hesaplanan sulama suyu ve su kullanım randımanları

Table 5. Irrigation water use efficiency and water use efficient values calculated for treatments

Sulama Konuları	IWUE (kg m ⁻³)			WUE (kg/m ⁻³)		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2016	2017		2016	2017	
I ₁	3.95	5.73	4.84 b	3.62	4.82	4.22
I ₂	4.67	6.26	5.47 ab	4.09	5.02	4.56
I ₃	5.14	5.39	5.27 ab	4.34	3.98	4.16
I ₄	5.65	6.72	6.19 a	4.35	4.42	4.38
Ortalama	4.85 b	6.03 a		4.10	4.56	
	Yıl: 0.909**.			Yıl: ns.		
LSD	Sulama konusu: 0.926*.			Sulama konusu: ns		
	Yıl×Sulama konusu: ns			Yıl×Sulama konusu: ns		

*:%5 düzeyinde önemli, **:%1 düzeyinde önemli, ns:önemsiz

Denemede elde edilen verim değerlerinin uygulanan sulama suyu miktarları miktarlarına oranlanması ile elde edilen sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değerleri ile elde edilen verim değerlerinin bitki su tüketimine oranlanması ile elde edilen su kullanım randımanı değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgeden görüleceği üzere IWUE değerleri ilk yıl 3.95 ile 5.65 kg m⁻³ aralığında olmuş, ikinci yıl 5.39 ile 6.72 kg m⁻³ aralığında değişmiştir. Yapılan varyans analizine göre hem konular arasında hem de yıllar arasında önemli farklar elde edilmiştir. Yapılan LSD testi sonucuna göre yıllar arasında %1 düzeyinde önemlilik bulunmuş ve 2017 yılı üst grubu oluştururken, 2016 da alt grubu oluşturmuştur. Sulama konuları arasında da %5 düzeyinde farklılık tespit edilmiştir. Yapılan LSD testinin sonucuna göre 3 grup oluşmuş ve en üst grubu I₄ konusu almıştır. I₂ ve I₃ konusu orta grupta yer alırken, I₁ ise alt grubu oluşturmuştur. Çizelgeden su kullanım randımanı (WUE) değerlerine bakıldığında sulama konularına göre 4.16 ile 4.56 kg m⁻³ aralığında değiştiği görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizler sonucu sulama düzeylerinin ve farklı yılların su kullanım randımanı üzerine etkisi bulunmamıştır.

4. Sonuçlar

Tekirdağ koşullarında damla sulama altında A sınıfı kaptan okunan buharlaşma değerlerinin 4 farklı miktarının (%50, %75, %100, %125) uygulanmasının kopya biberine olan etkilerinin araştırıldığı bu çalışma 2016 ile 2017 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre, araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 33 kez sulama uygulaması ile 351.9 ile 857.1 mm arasında sulama suyu uygulanırken, ikinci yılda ise 34 kez sulama uygulaması ile 308.5 ile 748.8 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularından ölçülen mevsimlik kopya biberi bitki su tüketimi değerleri 2016 yılında 457 ile 935.5 mm, 2017 yılında ise 469 ile 889 mm arasında değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

Çalışmada kopya biberinde farklı sulama düzeylerinin etkilerinin verime, meyve eni ve meyve boyuna etkileri değerlendirilmiştir. Denemenin ilk yılında 19.91 t ha⁻¹ ile 33.91 t ha⁻¹ pazarlanabilir biber verimi elde edilirken, ikinci yılında 20.74 t ha⁻¹ ile 42.92 t ha⁻¹ verim alınmıştır. Yapılan istatistik analizi sonucunda sulama uygulamalarının toplam pazarlanabilir verime etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. İki yıllık ortalamalara göre I₁ (38.42 t ha⁻¹) ve I₂ (34.95 t ha⁻¹) konularının öne çıktığı görülmüştür. I₁ konusu en çok verim alınan konu olduğundan bölge koşullarında sulama düzeyi olarak alınabilir. Ancak daha az su kullanımından dolayı I₂ konusu da önerilebilir. Meyve eni değerleri değerlendirildiğinde ilk yıl 3.99 cm ile 4.94 cm arasında, ikinci yıl 4.37 cm ile 5.24 cm arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan varyans analizinde sulama düzeylerinin ve yılların meyve eni üzerine etkisi önemsizdir. Meyve boyu değerlerine bakıldığında 2016 yılında 11.63 cm ile 14.12 cm aralığında,

2017 yılında ise 14.08 cm ile 16.78 cm aralığında değişmiştir. Yapılan istatistik analizde yıllar arasında %1 düzeyinde farklılık olurken, 2017 üst grupta yer almış, 2016 yılı ise alt grubu oluşturmuştur. Bu farklılığın ikinci yıldıki yağış değerlerinin yüksek olmasıyla açıklanabilir.

Çalışmada elde edilen verim değerleri ile uygulanan sulama suyu miktarları ve bitki su tüketimi değerleri ilişkilendirilerek IWUE ve WUE değerleri elde edilmiştir. IWUE değerleri incelendiğinde 2016 yılında 3.95 ile 5.65 kg m⁻³ arasında, ikinci yıl 5.39 ile 6.72 kg m⁻³ arasında gerçekleşmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirmede sulama konularında %5 düzeyinde önemli olmuş, I₄ konusu en üst grupta yer alarak öne çıkmıştır. IWUE yıllar açısından da %1 düzeyinde önemli çıkmıştır. 2017 yılı üst grupta yer alıp öne çıkarken bu durumun verim değerlerinin yüksek olmasıyla açıklanabilir. Hesaplanan WUE değerleri incelendiğinde sulama düzeylerinin ve farklı yılların su kullanım randımanı üzerine etkisi önemsizdir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde su kaynağının yeterli olduğu koşullarda 3 günlük toplam buharlaşma miktarının tamamının uygulandığı I₂ konusu, su kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda ise 3 günlük toplam buharlaşma miktarının yarısının uygulandığı I₄ konusu önerilebilir.

Kaynaklar

- Anonim (2017). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu www.biruni.tuik.gov.tr/ bitkiselapp/bitkisel.zul, (Erişim tarihi 10.04.2019)
- Antony, E., Singandhupe RB. (2004). Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (*Capsicum annuum* L.). Agric. Wat. Manage. 65: 121-132.
- Atmaca, B., Erdem, DB. 2016. Tekirdağ Merkez ilçesindeki bazı akarsu yataklarındaki toprakların özellikleri. Toprak Su Dergisi 5 (1): 1-7.
- Dağdelen, N. (2001). Büyüm Menderes havzası koşullarında sanayi biberinde farklı sulama aralığı ve sulama düzeyinin verim ve kalite üzerine etkileri. Ege Üniversitesi (Doktora Tezi), İzmir.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Gürbüz, T., 2004. Effects of water stress at different growth stages on processing pepper (*Capsicum annuum*) yield, water use and quality characteristics. Pak. J. Biol. Sci. 7 (12), 2167–2172.
- Demirel, K., Genç, L., Saçan, M. (2012). Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Düzeylerinin Salçalık Biberde (*Capsicum Annum* Cv. Kapija) Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2):7-15
- FAO (2017). FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Erişim tarihi: 10.04.2019)
- Hekimoğlu, B., Altındeğer, M. 2010. Samsun ili kapyra biber üretim işleme ve pazar durumu. Samsun il Tarım Müdürlüğü. [http://samsun.tarim.gov.tr\(erişim: 08.03.2016\)](http://samsun.tarim.gov.tr(erişim: 08.03.2016))
- Karaağaç, O., Balkaya, A. 2010. Bafra Kırmızı Biber Populasyonlarının [*Capsicum annuum* L. var. conoides (Mill.) Irish] Tanımlanması ve Mevcut Varyasyonun Değerlendirilmesi, *Anadolu J. Agric. Sci.*, 25 (1): 10-20.
- Kanber, R. (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Genel Yayın No. 174. Ders Kitapları Yayın No. 52. 530s. Adana.
- Kanber, R., Steduto, P., Aydın, Y., Ünlü, M., Özmen, S., Çetinkökü, Ö., Özekici, B., Diker, K., Sezen, MS. (2004). Damla sulama sistemiyle fertigasyon uygulamalarının antepfıstığında gelişme, verim ve periyodisiteye etkisinin incelenmesi. Tübitak. TARP 1825.
- Sezen, S.M., A. Yazar., S. Eker., (2006). Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. Agricultural Water Management 81:115-131.
- Sezen, SM., Yazar, A., Tekin, S., Şengül, H. (2016). Salçalık Biber Bitkisinde Damla Yöntemiyle Uygulanan Farklı Sulama Düzeylerinin Verim Üzerine Etkileri ve Ekonomik Analizi. Araştırma Makalesi, KSÜ Doğa Bil. Derg., 19(3): 310-318, 2016
- Şen, E. (2015). Sanayi biberinde (*Capsicum annuum* L.) damla sulama uygulamalarının bazı verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56. Ankara.
- Yıldırım, O. (2008). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yayınları: 1565, Ankara.
- Walker, WR., Skogerboe, GV. (1987). Surface Irrigation. Theory and Practice. Prentice- Hall. Englewood Cliffs. 375pp. New Jersey.
- Zhang, Y., Kendy, E., Qiang, Y., Changming, L., Yanjun, S., Hongyong, S. (1999). Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China plain. Agric Water Manage 64: 107-122.