



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Farklı Renkli Su Yastıklarının Sera Koşullarında Biberin (*Capsicum annum* L.) Verimi ve Su Kullanma Etkinliği Üzerine Etkileri

Mustafa DEMİRKAYA^a, Sinan GERÇEK^b

^a Erciyes Üniversitesi, Saftıye Çukırkıoğlu Meslek Yüksek Okulu, Bahçe Tarımı Programı, 38039, Kayseri, TÜRKİYE

^b Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi — Bitkisel Üretim https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001253

Sorumlu Yazar: Mustafa DEMİRKAYA, E-posta: mustafad@erciyes.edu.tr, Tel: +90 (352) 207 66 66

Geliş Tarihi: 08 Nisan 2013, Düzeltmelerin Gelişi: 02 Temmuz 2013, Kabul: 23 Eylül 2013

ÖZET

Bu çalışmada renkli su yastıklarının, yaz döneminde serada yetiştirilen uzun şekilli Yalova Çarliston ve Demre Sivri çeşitlerinin verimi ve sulama suyu kullanımı üzerine etkileri araştırılmış ve damlama sulama yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada, hektara ve bitki başına verim, bitki başına ve metrekaresindeki meyve adedi ve dönemlik su tüketimi değerleri incelenmiştir. Her iki çeşit için su yastıkları, değerlendirilen parametreler açısından damlama sulamaya göre istatistiksel olarak daha yüksek, ancak dönemlik su tüketimi açısından ise daha düşük değer vermiştir. Demre Sivri çeşidinde hektara verim değerleri beyaz, mavi ve siyah su yastıklarında sırası ile 73.7, 74.0 ve 71.4 ton, damlama sulamada ise 52.5 ton olarak bulunmuştur. Yalova Çarliston çeşidinde bu değerler sırasıyla 56.0, 57.0 ve 60.0 t ha⁻¹ iken, damlama sulamada 44.7 t ha⁻¹ olarak olmuştur. Mevsimlik bitki su tüketimleri su yastıkları ve damlama sulama yöntemlerinde sırasıyla 461 ve 584 mm olmuştur. Bu sonuçlar, serada biber yetiştiriciliğinde su yastıkları ile sulama yönteminin verim ve su kullanım etkinliği açısından damlama sulamaya göre daha başarılı olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Renkli su yastığı; Damlama sulama; Biber; Verim; Sera

Effects of Colored Water Pillows on Yield and Water Use Efficiency of Pepper (*Capsicum annum* L.) in Greenhouse Conditions

ARTICLE INFO

Research Article — Crop Production

Corresponding Author: Mustafa DEMİRKAYA, E-mail: mustafad@erciyes.edu.tr, Tel: +90 (352) 207 66 66

Received: 08 April 2013, Received in Revised Form: 02 July 2013, Accepted: 23 September 2013

ABSTRACT

In this study, the effects of colored water pillows on yield and water use efficiency in Yalova Çarliston and Demre Sivri long-type green pepper cultivars grown in greenhouse during summer were investigated, and compared to the drip irrigation method. Yield per hectare and per plant; number of fruits per plant and per square meter, and seasonal water consumption were determined. In both cultivars, the water pillows gave statistically higher values for the

parameters investigated than the drip irrigation except for water consumption. Yield of Demre Sivri irrigated by white, blue and black water pillows were 73.7, 74.0 and 71.4 t ha⁻¹, respectively while it was 52.6 t ha⁻¹ for drip irrigation. Similarly, yield of Yalova Çarliston was 56.0, 57.0 and 60.0 t ha⁻¹ for white, blue and black water pillows respectively, while it was 44.7 t ha⁻¹ for drip irrigation. The seasonal crop water consumption for the water pillows and drip irrigation were 461 and 584 mm in average, respectively. The results showed that irrigation with water pillows was more effective in terms of yield and water use efficiency than drip irrigation for pepper growing in greenhouse.

Keywords: Colored water pillow; Drip irrigation; Pepper; Yield; Greenhouse

1. Giriş

Tarımsal üretimde, ürün artışı sağlamak için daha verimli çeşitlerin geliştirilmesi ile sulama ve bitki besleme gibi klasik işlemler yanında, üretimin dış çevreye bağlı olmadığı örtü altı yetiştiriciliği de önem kazanmıştır. Biber, ülkemizde olduğu gibi bütün dünyada yaygın olarak ve çok fazla tüketilen bir sebze türüdür. Biber *Solanaceae* familyasında ve *Capsicum* cinsi içinde yer almaktadır. En çok tüketimi yapılan tür *Capsicum annum* L.'dir. Dünya biber üretimi 2009 yılı itibarıyla 28 milyon ton olup, en büyük üretici ülke 14.5 milyon ton ile Çin'dir. Ülkemiz ise 1.8 milyon ton'luk üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır (FAO 2011). Ülkemizde yaygın şekilde sofralık olarak sivri, çarliston biberleri, dolmalık ve kurutmalık olarak yerel biberler, turşuluk biberler ve süs biberleri üretilmektedir.

Biber bitkisinin tarımı çoğunlukla açık alanlarda yapılmakla birlikte mevsim dışı ürünlerin pazar değerinin daha yüksek olması nedeni ile örtü altında da yetiştirilmektedir. Bu üretim şeklinde bitkinin su ihtiyacı tamamen yapay olarak karşılandığı için sulamalarda ideal ve yaygın olarak damlama sulama yöntemi kullanılmaktadır (Doorenbos & Kassam 1979; Yıldırım 1993). Malçlar; renklerine göre gelen radyasyonun büyük kısmını ya absorbe ederek (siyah ve koyu renkler) toprağa aktarmakta ve toprak sıcaklığını arttırmakta veya yansıtarak toprak sıcaklığını azaltmaktadır. Bir kısım radyasyonu ise bitki kanopisine yansıtarak bir mikro klima oluşturmaktadır. Böylece fotosentezin asıl girdilerden birisi olan ışığın yani güneş enerjisinin miktarını arttırmakta veya azaltmakta, böylece bitki gelişimi üzerine etki etmektedir. Malçların bir başka

etkisi ise topraktan buharlaşmayı önleyerek toprak su içeriğini muhafaza etmesidir (Açıkgöz 1998; Kacar et al 2010).

Birçok araştırmacı damlama sulama ile birlikte malç uygulamasının, verim ve kalite üzerine olan olumlu etkisini ortaya koymuştur (Wells & Loy 1985; Aiyelaagbe et al 1986; Bhella 1988; Teasdale & Abdul-Baki 1995; Wittwer & Castilla 1995; Brault & Stewart 2002; Sharma et al 2004; Ramakrishna et al 2006). Siyah plastik malçların yanında renkli plastik malçların bitki üzerine olan olumlu etkileri de bulunmaktadır (Decoteau et al 1989; Lamont 1993; Diaz-Perez & Batal 2002). İlk olarak ülkemizde geliştirilen su yastıkları, damlama sulama ve malç uygulamasının birlikte yapıldığı yeni bir sulama yöntemidir (Gerçek 2006). Yöntem üzerindeki ilk araştırmalar soya (Gerçek et al 2009a), biber (Gerçek et al 2009b) ve mısır (Gerçek & Okant 2010) bitkileri üzerinde yapılmıştır. Bu yöntem ile suyun daha etkin kullanıldığı, yabancı ot gelişiminin önlendiği, verim ve kalitenin arttığı bildirilmektedir (Bükün et al 2005). Benzer şekilde, su yastığı sulama yöntemi ile yetiştirilen domateslerin damlama sulama yöntemi ile yetiştirilen domateslere göre hem son ürün özellikleri hem de maliyet açısından salça ve ketçap yapımına daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Gerçek et al 2012).

Bu çalışmada beyaz, mavi ve siyah renklerdeki su yastıklarının 2012 yılı Mayıs-Ekim döneminde örtü altında (serada) ana ürün olarak yetiştirilen Demre Sivri ve Yalova Çarliston biber çeşitlerinin verim ve su kullanımı üzerine etkileri incelenmiş ve damlama sulama yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1- Sera içi aylık ortalama sıcaklık ve nem değerleri

Table 1- Average monthly temperature and humidity values in the greenhouse

Aylar	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Sıcaklık, °C	23.9	24.9	26.4	27.3	25.5	23.3
Nispi nem, %	52.1	50.3	48.3	37.6	32.5	37.6

Çizelge 2- Sera toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2- Some physical and chemical characteristics of the greenhouse soil

Toprak derinliği (cm)	Bünye	TK* (%)	SN* (%)	HA* (g cm ⁻³)	Kireç (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	OM* (%)	Yarayışlı K ₂ O (kg da ⁻¹)	Yarayışlı P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)
0-30	Kumlu tın	28.61	17.66	1.59	17.44	7.46	0.62	4.47	53.5	38.0
30-60	Kumlu tın	21.45	12.63	1.48	5.55	7.55	0.53	2.45	92.4	38.0

* TK, Tarla kapasitesi; SN, Solma noktası; HA, Hacim ağırlığı; OM, Organik madde

2. Materyal ve Yöntem**2.1. Çalışma alanı**

Araştırma, Erciyes Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksek Okulu Araştırma ve Uygulama Merkezinde, 8 x 20 m ebatlarında, Doğu-Batı ekseninde yerleştirilmiş, venlo tipi anti-don polikarbon serada, 2012 yılında yürütülmüştür. Sera, coğrafik olarak 38° 42' 33" K, 35° 32' 34" D konumunda olup, 1109 m yüksekliğindedir. Bölgede kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak karasal nitelikli Orta Anadolu iklimi hakimdir. En sıcak günler Temmuz ve Ağustos aylarında olup, bazen 38 °C'ye kadar yükselmektedir. Bu aylarda ortalama sıcaklık yaklaşık olarak 23 °C'dir. Sera içi ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi ortalama sıcaklık 23.3-27.3 °C, nispi nem ise %32.5-52.1 arasında değişmiştir. Seranın toprağı dolgu topraktır ve traktör vs kullanılmadığı için alt katmanları sıkışmamıştır. Toprağın 0-30 ve 30-60 cm'lik katmanlardan alınan bozulmuş toprak örneklerine göre sera toprağı kumlu tınlı bünyeli olup, pH'sı 7.46-7.55 arasında değişmektedir (Çizelge 2). 2012 yılı Mart ayında seraya dekara 3 ton olmak üzere çiftlik gübresi verilmiştir. Toprak analizlerinde bitki besin

elementleri ile ilgili bir eksiklik bulunmadığı için herhangi bir ilave kimyasal gübreleme yapılmamıştır.

2.2. Bitkisel materyal

Çalışmada kullanılan Demre Sivri çeşidi, genellikle tarla ve sera yetiştiriciliğine uygun, daha çok taze olarak tüketilen, meyveleri kalın, etli ve sivri şekilli, parlak yeşil renkli, sap tarafı liftsiz, az çekirdekli, uzunluğu 17-22 cm, taze iken ilk dökümde tatlı, sonradan acılaşabilen, yüksek verimli ve güçlü kök yapısına sahip bir sivri biber çeşididir. Yalova Çarliston çeşidi ise meyve sap kısmı hafif enli, alta doğru incelen, uç kısmı sivri, uzunluğu 17-18 cm ve tatlı meyveli olan, sofralık ve turşuluk olarak tüketilen bir çeşittir. Çalışmada tüplü, eşit büyüklükte ve 7-8 gerçek yapraklı fideler kullanılmıştır. Fideler 100 x 50 x 50 cm dikim aralığında çift sıra dikimle, her parselde 32 adet olacak şekilde 30.04.2012 tarihinde seradaki yerlerine dikilmiş ve can suyu verilmiştir.

2.3. Sulama uygulamaları

Dikimle birlikte bitkilere verilen sulama suyu miktarları ölçülmüştür. Sulama uygulamalarına 29.05.2012 tarihinde başlanmıştır. Denemede beyaz su yastığı (BSY), mavi su yastığı (MSY) ve siyah su yastığı (SSY) olmak üzere üç farklı renkteki su

yastıkları kullanılmıştır. Su yastıklarının yarı çevresi 60 cm, et kalınlığı 0.3 mm olup, toprakla temas eden alt kısmın orta noktasında 50 cm aralıklarla 1 mm çapında delikler bulunmaktadır. Su yastıkları sıra aralarına bir dolu bir boş olarak yerleştirilmiştir. Boş olan sıralara yine aynı renkte olmak üzere malç serilmiş, böylece su yastıkları konusundaki toprak yüzey alanlarının tamamına yakını örtülmüştür. Damlama sulama (DS) uygulamasında debisi 4 L h⁻¹ olan damlatıcılar kullanılmıştır. Bu sistemde gerekli olan basınç şebekeden sağlanmış ve sulama suyu filtreden geçirilmiştir. Damlama sulama parsellerinde malç kullanılmamış, sadece damlama lateralleri su yastıkları konularında olduğu gibi bir dolu-bir boş olarak sıra aralarına yerleştirilmiştir (Yıldırım 2008). Her iki sulama uygulamasında da sulama suyu su saatlerinden geçirilmiş ve ölçülü bir şekilde verilmiştir. Sera yüzeyi, su yastıkları sulamalarında eş bir su dağılımı sağlamak için tesviye edilmiştir. Toprak nem içerikleri gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Etkili kök derinliği 60 cm olarak alınmıştır (Yıldırım 1993). Sulama suyu kalitesi C₂S₁, olup biber sulaması için uygun niteliktedir.

Sulamalar, topraktaki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketilince yapılmıştır. İslatılan alan yüzdesi (P) %33 olarak hesaplanmıştır. Damlama sulamada verilecek su miktarının hesaplanması için aşağıdaki eşitlik 1 (Yıldırım 2008), su yastıklarında ise eşitlik 2 kullanılmıştır. Sulama suyu miktarları hassas su sayacıdan geçirilerek ölçülmüş ve uygulanmıştır.

$$d = \frac{(TK - MN) \times R_y \times \gamma_t \times P \times D}{100} \quad (1)$$

$$d = \frac{(TK - MN) \times R_y \times \gamma_t \times D}{100} \quad (2)$$

Eşitliklerde; *d*, her bir sulamada verilecek net sulama suyu miktarını (mm); *TK*, tarla kapasitesini (%); *MN*, mevcut nemi (%); *R_y*, kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen kısmını (%); *P*, ıslatılan alan yüzdesini (%); *γ_t*, toprağın hacim ağırlığını (g cm⁻³); *D*, ıslatılacak toprak derinliğini (mm) ifade etmektedir.

Bitki su tüketimi Eşitlik 3'e göre, her bir sulama uygulamasına ait sulama suyu su kullanım randımanı (IWUE) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri ise Eşitlik 4 ve 5'e göre bulunmuştur.

$$ET = I + P + D_p + R_{off} + \Delta S \quad (3)$$

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (4)$$

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (5)$$

Eşitliklerde; *ET*, bitki su tüketimini; *I*, sulama suyu miktarını; *P*, yağış; *D_p*, derine sızmayı; *R_{off}*, yüzey akışı; *ΔS*, ekim ve hasat dönemi sonunda toprak profilindeki su miktarını (bütün değerler mm); *Y*, pazarlanabilir ürün miktarını (kg) ifade etmektedir

Çalışma sera koşullarında gerçekleştirildiği için yağış, derine sızma ve yüzey akış değerleri ihmal edilmiştir. Buna göre, Eşitlik 3 tekrar düzenlenerek Eşitlik 6 elde edilmiştir.

$$ET = I + \Delta S \quad (6)$$

Bitki ve meyve örnekleri ortadaki iki sıradan seçilen bitkilerden alınmıştır. Her hasatta meyve ağırlığı ve meyve sayısı tespit edilmiştir. Bitki başına verim (g bitki⁻¹) ve bitki başına meyve adedi (adet bitki⁻¹) verileri alınmış, toplam verim (t ha⁻¹) ve metrekareye düşen meyve adedi (adet m⁻²) hesaplanmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrerrürlü olarak yürütülmüştür. Verilerin analizi "SPSS13.0 for Windows" istatistik programı ile yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar α=0.05 önemlilik seviyesinde LSD (Least Significant Differences) testine göre belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Demre Sivri ve Yalova Charleston çeşitleri, ilk hasat 29.06.2012 ve son hasat 01.11.2012 tarihlerinde olmak üzere toplam 24 defa hasat edilmiştir. Demre Sivri ve Yalova Charleston çeşitlerinde, damlama sulama ve su yastıkları uygulamalarının toplam verim (t ha⁻¹), bitki başına verim (g bitki⁻¹), bitki başına meyve adedi (adet bitki⁻¹) ve metrekareye

düşen meyve adedi (adet m⁻²) sayısına etkileri önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 3).

Su yastıkları, Demre Sivri çeşidinde hektara verimi damlama sulama yöntemine göre önemli seviyede arttırmıştır ($P<0.05$). Bununla birlikte renkli su yastığı uygulamaları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. Mavi ve beyaz su yastıkları birbirine yakın düzeyde verim (sırasıyla 74.0 t ha⁻¹ ve 73.7 t ha⁻¹) sağlarken siyah su yastıkları 71.4 t ha⁻¹ verim sağlamıştır. En düşük verim ise damlama sulama uygulamasından (52.5 t ha⁻¹) elde edilmiştir. Benzer şekilde, Yalova Çarliston çeşidinde de renkli su yastıkları, damlama sulama yöntemine göre hektara verimi önemli düzeyde ($P<0.05$) arttırmıştır (Çizelge 3). En yüksek verim 60.0 t ha⁻¹ ile siyah su yastığı (SSY) uygulamasından elde edilmiş, bunu sırası ile mavi (57. t ha⁻¹) ve beyaz su yastıkları (56.0 t ha⁻¹) uygulamaları izlemiştir. Renkli su yastıkları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. En az verim ise yine damlama sulama uygulamasından (44.7 t ha⁻¹) elde edilmiştir.

Demre Sivri ve Yalova Çarliston çeşitlerinde renkli su yastıkları, damlama sulama yöntemine göre bitki başına verimi (g bitki⁻¹), bitki başına meyve adedi (adet bitki⁻¹) ve metrekaredeki meyve sayısını (adet m⁻²) istatistiki önemde ($P<0.05$) arttırmıştır

(Çizelge 3). Ancak her iki çeşitte de incelenen bu parametreler açısından renkli su yastıkları uygulamaları arasındaki farklılıklar önemsiz ($P<0.05$) bulunmuştur. Demre Sivri çeşidinde bitki başına ortalama verim beyaz, mavi ve siyah su yastığı uygulamalarında sırasıyla 2836.08, 2846.32 ve 2749.43 g, damlama sulama yönteminde ise 2022.69 g olarak tespit edilmiştir. Yalova Çarliston çeşidinde ise sırasıyla bitki başına ortalama 2331.54, 2481.0 ve 2629.57 g ve damlama sulama yönteminde ise 1469.07 g olarak bulunmuştur. Bitki başına meyve adedi Demre Sivri çeşidinde beyaz, mavi ve siyah su yastığı uygulamalarında sırasıyla ortalama 134.75, 136.87 ve 135.87 adet ve damlama sulama uygulamasında 91.50 adet olurken Yalova Çarliston çeşidinde sırasıyla ortalama 112.0, 117.12 ve 123.62 adet ve damlama sulama yönteminde ise 76.37 adet bulunmuştur. Metrekareye düşen meyve adedi Demre Sivri çeşidinde beyaz, mavi ve siyah su yastığı uygulamalarında sırası ile ortalama 350.35, 355.27 ve 353.27 adet, damlama sulama yönteminde ise 230.10 adet olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde Yalova Çarliston çeşidinde sırasıyla ortalama 291.20, 304.52 ve 321.42 adet ve damlama sulama uygulamasında 198.57 adet m⁻² hesaplanmıştır.

Çizelge 3- Farklı sulama uygulamalarının biber çeşitlerinde verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkileri

Table 3- Effects of different irrigation treatments on yield and water use efficiency of pepper cultivars

Çeşit	Sulama uygulamaları*	Verim (t ha ⁻¹)	Verim (g bitki ⁻¹)	Meyve adedi (adet bitki ⁻¹)	Meyve adedi (adet m ⁻²)	WUE* (kg ha mm ⁻¹)	IWUE* (kg ha mm ⁻¹)
Demre Sivri	DS	52.5 b**	2022.69 b	91.50 b	230.10 b	85.78 b	89.89 b
	BSY	73.7 a	2836.08 a	134.75 a	350.35 a	147.10 a	159.86 a
	MSY	74.0 a	2846.32 a	136.87 a	355.27 a	147.70 a	160.52 a
	SSY	71.4 a	2749.43 a	135.87 a	353.27 a	142.51 a	154.88 a
	Ortalama	67.9	2613.63	124.75	322.25	130.77	141.29
Yalova Çarliston	DS	44.7 b	1469.07 b	76.37 b	198.57 b	73.04 b	76.54 b
	BSY	56.0 a	2331.54 a	112.00 a	291.20 a	111.77 a	121.47 a
	MSY	57.0 a	2481.00 a	117.12 a	304.52 a	113.77 a	123.64 a
	SSY	60.0 a	2629.57 a	123.62 a	321.42 a	119.76 a	130.15 a
	Ortalama	54.42	2227.79	107.28	278.93	104.58	112.95

*, DS: Damlama sulama; BSY: Beyaz su yastığı; MSY: Mavi su yastığı; SSY: Siyah su yastığı; IWUE: Sulama suyu su kullanım randımanı; WUE: Su kullanım randımanı; **, Sütunlarda aynı harf ile gösterilen iki ortalama arasındaki fark önemli değildir ($P<0.05$).

Farklı renklerdeki su yastıklarının damlama sulamaya göre verim üzerine olan olumlu etkilerinin su yastıklarının malç özelliği taşımasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü malçlar yabancı ot gelişimini ve su tüketimini engellemektedir. Derek et al (1985), buğday, mısır, çeltik, pamuk ve soya gibi belli başlı ürünlerde yabancı otların neden olduğu ürün kaybının yaklaşık 1/3 oranında olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan su yastıklarının toprak yüzeyini hemen hemen tamamen örtmesi sonucu topraktan buharlaşma yolu ile olabilecek su kayıpları da azaltılmıştır. Böylece su yastıkları ile sulama uygulamalarında dönemlik su tüketimi damlama sulama uygulamasına göre 123 mm daha az bulunmuştur. Su yastıklarının malç etkileri bitki gelişimi ve verimi üzerine olumlu etkide bulunmuştur ve bu nedenle verim açısından en yüksek değerler her iki çeşitte de su yastıkları ile sulanan bitkilerden elde edilmiştir. Demre Sivri çeşidi için beyaz, mavi ve siyah su yastıkları, damlama sulamaya göre sırasıyla hektara 21.2, 21.5 ve 18.9 ton daha fazla verim sağlanmıştır. Benzer şekilde, Yalova Çarliston çeşidi için bu verim değerleri sırasıyla 11.3, 12.3 ve 15.3 ton olmuştur (Çizelge 3.). Öte yandan su yastıklarındaki renk farklılığı verim açısından bir üstünlük oluşturmamıştır.

Demre Sivri ve Yalova Çarliston çeşitlerinde su yastıkları su kullanım etkinliğini (WUE) ve sulama suyu kullanım etkinliğini (IWUE) damlama sulamaya göre istatistiki olarak arttırmıştır ($P < 0.05$). Her ne kadar her iki çeşitte de incelenen bu parametreler açısından su yastıklarının renkleri arasında farklılık görülse de istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P < 0.05$). Sonuçlar, farklı renklerdeki su yastıklarının bitki su tüketiminin azalmasına neden olurken su kullanım etkinliğini arttırdığını göstermiştir. Demre Sivri çeşidinde WUE açısından mavi, beyaz ve siyah su yastığı uygulamaları birbirine yakın sonuçlar vermiş olup sırasıyla 147.70, 147.10 ve 142.51 kg ha mm^{-1} olarak, damlama sulamada ise 85.78 kg ha mm^{-1} olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.). Yalova Çarliston çeşidinde de benzer sonuçlar alınmış, en yüksek WUE değeri (119.76 kg ha mm^{-1}) siyah su

yastığından elde edilmiş, bunu sırasıyla mavi ve beyaz su yastıkları (113.77 ve 111.77 kg ha mm^{-1}) izlemiş, ve damlama sulama ise 73.04 kg ha mm^{-1} olarak hesaplanmıştır. IWUE için de benzer sonuçlar bulunmuş olup Demre Sivri çeşidinde mavi, beyaz ve siyah su yastıklarında sırasıyla 160.52, 159.86 ve 154.88, damlama sulama yönteminde ise 89.89 kg ha mm^{-1} olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Yalova Çarliston çeşidinde en yüksek IWUE değeri siyah su yastığı uygulamasından (130.15 kg ha mm^{-1}) elde edilmiş, bunu sırasıyla mavi ve beyaz (123.64 ve 121.47 kg ha mm^{-1}) su yastıkları takip etmiş ve damlama sulama yönteminde ise 76.54 kg ha mm^{-1} olarak bulunmuştur. Araştırmacılar çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgulara paralel sonuçlar elde etmiştir. Gerçek et al (2009a), soya fasulyesinde su kullanım etkinliğini su yastıkları için ortalama 2.70 kg ha mm^{-1} ve karık sulama için ortalama 1.63 kg ha mm^{-1} değerini vermektedir. Biberde su kullanım etkinliği su yastıkları için ortalama 33.75 kg ha mm^{-1} ve karık sulama için 18.20 kg ha mm^{-1} olarak bulunmuştur (Gerçek et al 2009b). Çömlekçioğlu et al (2008) da su kullanım etkinliğini açıkta yetiştirilen, su yastığı ve karık ile sulanan acı biberde sırasıyla 57.47 ve 25.80 kg ha mm^{-1} olarak bulmuştur. Yine biberde, WUE değeri damlama ve karık sulama uygulamalarında sırasıyla 17.7 ve 10.4 kg ha mm^{-1} olarak tespit edilmiştir (Antony & Singandhupe 2004). Domates üzerinde yapılan bir çalışmada, damlama sulama + malç uygulamasından 57.9 ton ha⁻¹ ürün alınırken karık sulamadan ancak 29.4 ton ha⁻¹ elde edilebilmiş, WUE değerleri ise sırasıyla 123 ve 42 kg ha mm^{-1} olarak bulunmuştur (Singh et al 2009). Yerfıstığında malç kullanıldığında elde edilen verimin malç kullanılmamasına göre %94.5 daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Ramakrishna et al 2006). Sera koşullarında yetiştirilen acı biberde, damlama sulama + malç uygulamasında verim ve WUE değerleri sırasıyla 40.1 ton ha⁻¹ ve 261.0 kg ha mm^{-1} , malçsız uygulamada ise 24.3 ton ha⁻¹ ve 131.5 kg ha mm^{-1} olarak bildirilmiştir (Liang et al 2011). Raina et al (1999), ise domatestede damlama sulama, damlama + malç ve yüzey sulama uygulamalarının su kullanım etkinliklerini sırasıyla 29.0, 40.0 ve 17.5 kg ha mm^{-1} olarak belirtmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular su yastığı uygulamasının yabancı ot gelişimini engellediğini, biber bitkilerinin su stresine girmediğini ve bunun bitkilerin gelişimine olumlu etkide bulunduğunu göstermektedir. Damlama sulama uygulamasında yabancı ot mücadelesi elle çapalama şeklinde yapılmıştır. Bu işlem esnasında biber bitkilerinin toprağın üst kesimlerindeki yoğun kılcal köklerinin zarar görmesi dolayısıyla bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesi ve verimin azalması mümkündür. Damlama sulama yönteminde malç kullanılmadığı için suyun kullanım etkinliği ve verim değerleri su yastığı uygulamalarına göre daha az ancak yabancı ot gelişimi ve yoğunluğu ise daha fazla olmuştur. Malçların bitki kök gelişimine olan etkisini araştıran Goyal et al (1988), kök dağılımının malç kullanılan ve kullanılmayan sulama uygulamalarında istatistikî olarak farklı olduğunu göstermiştir. Su yastıklarının bir diğer etkisi toprak yüzeyinden olan buharlaşmayı azaltmasıdır. Böylece, su yastıkları uygulamalarında kullanılan su miktarı biber bitkilerinin köklerinde kesilme olmaması, yabancı ot gelişmemesi nedeniyle su rekabetine girmemesi ve topraktan buharlaşmanın azalması nedeniyle damlama sulamaya göre yaklaşık olarak %19 daha az olmuştur. Toplam bitki su tüketimi su yastıklarında ve damlama sulamada sırasıyla 461 ve 584 mm olarak gerçekleşmiştir. Shrivastava et al (1994) damlama sulama + malç uygulamasının, malç kullanılmamasına göre %44 daha az su tükettiğini ortaya koymuştur. Bogle et al (1989) ise domateste damlama sulama + malç uygulamasındaki su tüketiminin yüzey sulamasına göre %55 oranında daha az olduğunu tespit etmiştir. Bulgularımız yukarıda verilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

4. Sonuçlar

Demre Sivri ve Yalova Çarliston biber çeşitlerinde renkli su yastıkları, damlama sulamaya göre biber verimini, bitki başına meyve adedini ve metrekareye düşen meyve sayısını önemli derecede arttırmış, ayrıca kullanılan sulama suyu miktarını azaltmıştır. Bu parametreler açısından su yastıklarının renkleri arasında istatistikî seviyede önemli farklılık görülmemesi her üç renkteki su yastığının da biber

yetiştiriciliği için kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak özellikle ayrık vb. gibi yabancı ot sorunu çok olan veya organik tarım yapılan alanlarda siyah renkli su yastıklarının kullanılması önerilebilir. Farklı renklerdeki su yastıklarının diğer sebze türlerinde de kullanılabilirliğinin araştırılması, ayrıca özellikle GAP bölgesinde olduğu gibi sulu tarıma açılan yeni alanlarda tuzluluk sorunların ortaya çıkmasının önlenmesi açısından bu yöntemin etkinliğinin belirlenmesi yerinde olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince FBA–10–2972 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Açıköz E (1998). Tarımsal Ekoloji. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 8, Bursa
- Aiyelaagbe I O O & Fawusi O A (1986). Growth and yield response of pepper to mulching. *Biotronics* **15**: 25-29
- Antony E & Singandhupe R B (2004). Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (*Capsicum annum* L). *Agricultural Water Management* **65**(2): 121–132
- Bhella H S (1988). Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **113**(4): 543-546
- Bogle C R, Hartz T K & Nunez C (1989). Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **114**(1): 40–43
- Brault D & Stewart K A (2002). Growth, development, and yield of head lettuce cultivated on paper and polyethylene Mulch. *HortScience* **37**(1): 92-97
- Bükün B, Gerçek S, Boydak E & Dikilitaş M (2005). A novel irrigation system (water pillow, WP) with mulching effect for the control of weeds in soybean plants of arid and semi-arid regions. *Pakistan Journal of Biological Sciences* **8**(5): 730-733
- Çömlekçioğlu N, Gerçek S & Dikilitaş M (2008). Responses of Pepper (*Capsicum annum* L.) to Different Irrigation Frequencies and Water Amount:

- Growth, Yield and Fruit Characteristics. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **12**(4): 51-56
- Decoteau D R, Kasperbauer M J & Hunt P G (1989). Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **114**(2): 216-219
- Derek E A, Skroch W A, Konsler T R, Shoemaker P B & Soresen K A (1985). Net economic values of eight soil management practices used in stake tomato production. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **110**(6): 812-816
- Diaz-Perez, J C & Batal D (2002). Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. *Journal of the American Society for Horticulture Science* **127**(1): 127-136
- Doorenbos J & Kassam A H (1979). Yield Response to Water. Irrigation and Drainage paper No. 33, FAO, Rome, Italy, p. 193
- FAO (2011). FAO web page, <http://faostat.fao.org/site/> (Erişim tarihi: 10.09.2011)
- Gerçek S (2006). Water pillow: a new irrigation method. *Journal of Applied Sciences* **6**(2): 315-317
- Gerçek S, Boydak E, Okant M & Dikilitaş M (2009a). Water pillow irrigation compared to furrow irrigation for soybean production in a semi-arid area. *Agricultural Water Management* **96**(1): 87-92
- Gerçek S, Çömlekçioğlu N & Dikilitaş M (2009b). Effectiveness of water pillow irrigation method on yield and water use efficiency on hot pepper (*Capsicum annum* L.). *Scientia Horticulturae* **120**(3): 325-329
- Gerçek S & Okant M (2010). Evaluation of CERES-maize simulation model results with measured data using water pillow. *African Journal of Agricultural Research* **5**(8): 606-613
- Gerçek S, Cankurt H & Can A (2012). Su yastığı sulama yöntemi ile sulanan domateslerin bazı fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesi ve damla sulama yöntemi ile karşılaştırılması. *International Food, Agriculture and Gastronomy Congress*, 15-19 February, Antalya s. 193-194
- Goyal M R, Crespo M R & Rivera L E (1988). Root distribution of nitrogen fertigated sweet peppers under drip irrigation. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* **72**(1): 51-55
- Kacar B, Katkat V & Öztürk Ş (2010). Bitki fizyolojisi. Nobel Yayınları 4. Baskı. 570s, Ankara
- Lamont W J (1993). Plastic mulch for the production of vegetable crops. *HortTechnology* **3**(1): 35-39
- Liang Y L, Wu X, Zhu J J, Zhou M J & Peng Q (2011). Response of hot pepper (*Capsicum annum* L.) to mulching practices under planted greenhouse condition. *Agricultural Water Management* **99**(1): 111-120
- Raina J N, Thakur B C & Verma M L (1999). Effect of drip irrigation and polyethylene mulch on yield, quality and water-use efficiency of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* **69**(6): 430-433
- Ramakrishna A, Tam H M, Wani S P & Long T D (2006). Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research* **95**(2-3): 115-125
- Sharma P K, Sharma H G & Singh P N (2004). Drip irrigation and poly-mulches effect on growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annum* var. *Grossum* L.). *Agricultural Reviews* **25**(4): 304-308
- Shirvastava P K, Parikh M M, Sawani N G & Raman S (1994). Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. *Agricultural Water Management* **25**(2): 179-184
- Singh R, Kumar S, Nangare D D & Meena M S (2009). Drip irrigation and black polyethylene mulch influence on growth, yield and water-use efficiency of tomato. *African Journal of Agricultural Research* **4**(12): 1427-1430
- Teasdale J R & Abdul-Baki A A (1995). Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulches. *The Journal of the American Society for Horticultural Science* **120**(5): 848-853
- Wells O S & Loy J B (1985). Intensive vegetable production with row covers. *HortScience* **20**(5): 822-826
- Wittwer S & Castilla N (1995). Protected cultivation of horticultural crops worldwide. *HortTechnology* **5**(1): 6-23
- Yıldırım O (1993). Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1281, Ders Kitabı: 367, Ankara
- Yıldırım O (2008). Sulama Sistemlerinin tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1565, Ders Kitabı: 518, Ankara