

Salçalık Biber Bitkisinde Damla Yöntemiyle Uygulanan Farklı Sulama Düzeylerinin Verim Üzerine Etkileri ve Ekonomik Analizi

Semih Metin SEZEN¹, Attila YAZAR¹, Servet TEKİN², Haydar ŞENGÜL³

¹ÇÜ, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana

²KSÜ, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

³ÇÜ, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Adana

Geliş (Received) : 30.03.2016

Kabul (Accepted): 13.05.2016

ÖZET: Araştırma, 2010 ve 2011 yıllarında Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Topçu İstasyonunda Karaisali salçalık biber bitkisinde yürütülmüştür. Deneme konuları, damla sulama parsellerinde 60 cm toprak derinliğinde kullanılabilir nemin % 25'i kullanıldığında tam sulama konusu (DTS) tarla kapasitesine getirilmiştir. Diğer konular ise tam sulama konusunun %75'i (DKS-75) ve 50'sinin uygulanması şeklinde oluşturularak farklı sulama düzeyleri (DKS-50) ile farklı kısmi kök kuruluğu (PRD) uygulamaları (sabit PRD (DS-PRD), alternatif PRD (DA-PRD)) olmuştur. En yüksek verim tam sulama konusundan (DTS) alınırken, anılan konuyu DKS-75 izlemiştir. DS-PRD ve DKS-50 konuları ise en düşük verim grubunda yer almıştır. DS-PRD ve DKS-50 konuları DA-PRD konusu ile aynı sulama suyu miktarını almasına karşın, her iki deneme yılında da DA-PRD konusundan daha düşük biber verimleri elde edilmiştir. En düşük WUE değerleri DTS konusunda (5.5 ve 5.8 kg m⁻³) belirlenirken, en yüksek WUE değerleri ise her iki deneme yılında da DA-PRD konusunda (7.7 ve 7.5 kg m⁻³) hesaplanmıştır. En yüksek su kullanma randımanı genel olarak su stresi belirlenen konularda elde edilirken, sulama düzeyi arttıkça WUE azalmıştır. Çalışma sonucunda damla sulama koşullarında 60 cm derinliğindeki kök bölgesindeki kullanılabilir suyun %25'i tüketildiğinde tarla kapasitesine dek sulanan DTS konusu önerilmektedir. Kısımlı sulama koşullarında ise DKS-75 sulama programları önerilebilir. Meyve ağırlığı, hacmi, boyu, eni, et kalınlığı, et sertliği gibi parametreler tam sulama konusunda (DTS) daha yüksek değerlerle sonuçlanırken, meyve sayısı su stresi çeken konularda daha fazla olmuştur. Net gelirler sulama konularına göre 2010 yılında 5128-7869\$ ha⁻¹, 2011 yılında ise 4933-8871\$ ha⁻¹ arasında değişmiştir. Ekonomik anlamda ise birim alandan en yüksek net gelir tam sulama konusundan (DTS) elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kırmızı biber, su kullanım randımanı, ekonomik analiz, sulama programı

Effects of Various Irrigation Levels Applied with Drip Method on Processing Pepper Yield and Economical Analysis

ABSTRACT: This research was carried out in 2010-2011 growing seasons at Topçu Station of the Soil Water Resources Tarsus Research Institute, using Karaisali processing pepper. The experimental treatments; Drip treatments consist of full irrigation (DTS), deficit irrigation DI-75, DI-50 and DA-PRD. Irrigation was applied when 25% of the available water in the 60 cm soil depth was used and replenished to field capacity in full irrigation treatment. Highest yield in drip system was obtained from the DTS treatment followed by DKS-75. DKS-50 and DS-PRD resulted in lowest yield. Although, DS-PRD and DKS-50 received the same amount of water the resulted in lower yield than DA-PRD in both years. In the drip system, the lowest WUE was obtained from the DTS treatment (5.5 and 5.8 kg m⁻³) while the highest WUE was found in DA-PRD treatment (7.7 and 7.5 kg m⁻³) in both years. In general, the highest WUE value as attained under water stress conditions, WUE decreased with increasing the water quantity. The results revealed that in drip irrigation DTS treatment which was irrigated when 25% of available water in the 60 cm soil depth was used and brought to field capacity, was recommended. Under water scarcity conditions, DKS-75 treatment can be recommended. Fruit weight, fruit size (width and length), fruit flesh thickness and fruit firmness were higher in DTS treatment. Fruit number per unit area was higher in water stress treatments. Net profit ranged between 5128 to 7869\$ ha⁻¹ in 2010 and 4933 to 8871\$ ha⁻¹ in 2011 according to the irrigation treatments. Net profit was the highest under full irrigation treatment (DTS) under drip irrigation system.

Key Words: Red pepper, water use efficiency, economical analysis, irrigation scheduling

GİRİŞ

Akdeniz bölgesinde kırmızı biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliği oldukça önemlidir (Ferrara ve ark., 2011). Bölgede su stresi bitkide verim kaybına neden olan en önemli faktördür. Kırmızı biber bitkisinin özellikle su stresine duyarlı kritik gelişme dönemlerinde (vegetatif, çiçeklenme ve meyve bağlama) yetersiz

sulama suyu uygulanması önemli verim kayıplarına neden olacaktır (Xie ve ark., 1999; Sezen ve ark., 2006). Bu nedenle biber yetiştiriciliğinde tüm gelişme dönemi boyunca su stresine maruz bırakılmaması daha yüksek verim için kaçınılmaz olmaktadır (Kang ve ark., 2001; Dorji ve ark., 2005).

Damla sulama ile sağlanan su tasarrufunu daha da arttırabilmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri kısıntılı damla sulama diğeri ise kısmi kök kuruluğu (Partial Root-Zone Drying), sulama işletme biçimidir. Kısmi kök kuruluğu (PRD) yaklaşımı yeni bir teknolojidir ve bu yöndeki çalışmalar kısıtlı olup daha çok meyve ağaçları ve bağların sulanmasında uygulanmaktadır. Ancak, son yıllarda sıra bitkilerinde de uygulanmıştır (Kang ve ark., 2002; Kang ve Zhang, 2004; Kırdı ve ark., 2005). PRD tekniğinde bitkinin kök bölgesi ikiye ayrılmakta ve köklerin bir bölümüne ardışık olarak değiştirilmek kaydıyla su verilmeyerek stres oluşturulmakta ve bunun sonucunda köklerden vejetatif aksama bazı hormonal sinyaller iletilerek vejetatif gelişmenin yavaşlatılması amaçlanmaktadır.

PRD'nin başarısı kök bölgesinde eş zamanlı ıslak ve kuru bölgeler oluşturmasıdır. Kök bölgesinin yalnızca bir kısmının sulanması ve bir sonraki sulama zamanına kadar nemin korunmasındadır (Wakrim ve ark., 2005). Son yıllarda geliştirilen PRD tekniği ile birim alana uygulanan sulama suyu miktarındaki azalmaya karşın verim ve kalitenin önemli ölçüde etkilenmediği belirtilmektedir. PRD sulama tekniği, bitkinin optimum su gereksiniminin karşılanmadığı durumlarda bitkiye, damla yöntemi ile kısıntılı su uygulanması yerine, bitki sırasının her iki tarafına yerleştirilen iki lateralden birinin bir sulamada, diğersinin izleyen sulamada çalıştırılması şeklinde uygulanan kısıntılı sulama uygulamasıdır.

Yürütülen çalışmada, "kısmi kök kuruluğu" İngilizce "partial rootzone drying (PRD)" olarak bilinen yeni bir sulama stratejisinin açıkta salça için kırmızı biber üretiminde geleneksel damla sulama sistemleriyle karşılaştırılması hedeflenmektedir. PRD sistemi ile bitkiler yetiştirilirken, kökler ikiye ayrılmakta ve köklerin her bir yarısı ardışık olarak azaltılmış su ile sulanmaktadır. Bitkilerin ardışık sulanmasıyla, su miktarının %30, %50 seviyelerinde kısıtlandığı açık arazi ve serada topraklı ve topraksız yetiştiricilik denemelerinde elde edilen sonuçlar oldukça ilgi çekici ve su eksikliği problemi olan bölgeler ve ülkeler için ümit vericidir (Daşgan ve ark., 2009). PRD uygulanan bitkiler belli bir düzeyde su eksikliği (kuraklık) stresine girerek özel bir takım adaptasyon mekanizmaları geliştirmektedirler. PRD ile kısıtlı verilen su, bitki tarafından generatif gelişme lehine kullanılarak vejetatif gelişme kısmen sınırlandırabilmektedir. Bu durum, bitki türlerine göre değişmekle birlikte verimde ve kalitede kısmen azalma veya hiç azalma olmamaktadır.

Ülkemizde yıllık biber üretimi 29855 ha alanda 748422 ton olup, bu miktarın Akdeniz'de %13.4'lük kısmı 4614 ha alanda yapılmaktadır (TUIK, 2013). Yörede salçalık biber yetiştiriciliğinde genellikle yüzey

sulama yöntemleri uygulanmaktadır. Önceki yıllarda tava sulama yöntemi yoğun bir şekilde kullanılmış, çiftçilerin aşırı su kullanımı ile büyük oranda su kayıpları, daha düşük su kullanım randımanları ile sonuçlanmış ve drenaj ve tuzluluk problemleri yaratmıştır. Damla sulama sistemi ile su ve gübre direk olarak bitki kök bölgesine uygulanmakta, gerek verim gerekse su tasarrufu ve artan su kullanım randımanı ile önemli kazanımlar sağlanmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı Doğu Akdeniz Bölgesinde yüksek yoğunlukla üretimi yapılan salçalık kırmızı biber bitkisinde damla sulama yöntemiyle uygulanan farklı sulama düzeylerinin salçalık kırmızı biber verim ve kalitesine etkilerini belirleyerek en uygun sulama programını oluşturmaktır. Yürütülen projenin diğer amaçları; Doğu Akdeniz bölgesinde farklı sulama düzeylerinde en uygun sulama zamanının belirlenmesi ve damla yöntemiyle sulanan salçalık biberin ekonomik analizini yapmak ve net geliri belirlemektir.

MATERYAL ve METOT

Deneme yeri, iklim ve toprak sınıfı

Araştırma Tarsus'a bağlı Yenice bucağının kuzeyinde Toros dağları ile Çukurova arasında kalan eşik alanları temsil eden, 80-100 m yükseltideki (37°01'N ve 35°01'E) TAGEM Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Topçu Araştırma İstasyonu arazilerinde orta ağır bünyeli topraklar üzerinde kurulmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü bölgede tipik Akdeniz iklimi görülür. Yörenin uzun yıllık yağış ortalaması 616 mm'dir. Toplam yağışın %54'ü kış aylarında düşmektedir. Yağışın büyük bir bölümü yağmur şeklindedir. Salçalık biber bitkisinin biber yetiştirme mevsimi süresince 2010 yılında 165 mm, 2011 yılında 172 mm yağış miktarı düşerken, bu değerler uzun yıllık toplam yağış miktarının % 26.8 ve % 27.9'una karşılık gelmektedir (Çizelge 1). Yıllık buharlaşma 1487 mm, yıllık ortalama sıcaklık 17.8°C ve yıllık oransal nem ise % 70.6'dır.

Deneme alanı topraklarının profil boyunca killi-tınlı olduğu ve 60 cm profil derinliğindeki kullanılabilir su miktarı 120 mm'dir. Tarla kapasitesi ve solma noktası su içerikleri 60 cm'de derinlik olarak 284 ve 164 mm olarak belirlenmiştir. Ortalama hacim ağırlığı değerleri 1.37-1.45 g/cm³ arasındadır.

Araştırmada Seyhan kanal suyu kullanılırken, sulama suyu T2A1 sınıfında olup, pH değerleri 7.98-8.18, elektriksel iletkenlik değerleri ise deneme yıllarında sırasıyla 0.63 ve 0.39 dS m⁻¹ olarak değişmiştir.

Çizelge 1. Topçu işletmesi 2010, 2011 deneme yılına ve uzun yıllara ait kimi iklim verileri

Yıl	İklim Parametreleri	Aylar								
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
2010	Ort. Sıcak. (°C)	14.5	18.5	21.1	24.4	27.2	29.1	26.9	21.4	18.1
	Max.Sıcak. (°C)	21.0	24.3	26.9	29.9	32.1	35.1	33.3	28.6	37.2
	Min. Sıcak. (°C)	8.8	11.4	15.7	19.2	22.7	23.1	21.3	15.6	10.5
	Yağış (mm)	19.0	36.5	71.1	4.2	-	4.9	15.1	33.5	0.2
	Buharlaşma (mm)	83.4	118.2	152.9	175.5	202.0	222.0	184.8	113.6	78.9
	Oransal Nem (%)	65.5	74.0	74.2	75.2	76.6	72.2	67.5	64.7	49.0
2011	Ort. Sıcak. (°C)	13.5	16.3	20.3	24.1	27.2	28.0	25.9	20.0	12.1
	Max.Sıcak. (°C)	19.8	22.0	26.2	28.6	31.0	33.4	32.1	27.6	18.7
	Min. Sıcak. (°C)	7.9	11.2	15.0	17.8	19.3	21.7	18.7	11.1	6.4
	Yağış (mm)	77.3	89.1	70.6	24.9	-	-	8.0	19.4	27.0
	Buharlaşma (mm)	77.5	85.8	121.6	135.3	164.0	182.5	147.5	102.6	64.5
	Oransal Nem (%)	70.2	69.1	70.4	75.2	77.1	70.8	66.8	52.0	60.2
Uzun Yıllık	Ort. Sıcak. (°C)	13.5	17.5	22.0	26.0	28.5	29.0	26.3	22.0	15.2
	Max.Sıcak. (°C)	26.2	31.9	35.7	37.3	37.6	39.2	38.2	36.0	28.7
	Min. Sıcak. (°C)	2.8	6.2	11.3	16.2	20.5	21.0	16.1	11.3	4.5
	Yağış (mm)	55.4	55.1	45.7	18.0	12.3	12.3	17.8	37.1	87.9
	Buharlaşma (mm)	90.2	118.0	167.9	222.1	240.1	229.9	181.7	130.2	72.2
	Oransal Nem (%)	66.5	67.7	67.1	68.2	73.2	72.4	66.3	62.2	65.3

Deneme Deseni ve Araştırma Konuları

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Parsel boyutları 7 bitki sırası genişliğinde (4.9 m) ve 10 m uzunluğundadır. Denemede bitki sıra aralığı 70 cm, sıra üzeri 25 cm olacak şekilde planlanmıştır.

Çalışmada deneme konuları: DTS; damla sisteminde tam sulama, 60 cm kök derinliğindeki kullanılabilir nemin %25'i tüketildiğinde eksik nem tarla kapasitesine tamamlanmıştır. DKS-75; tam sulamanın (DTS) %75'i uygulandığı konu; DKS-50; tam sulamanın (DTS) %50'sinin uygulandığı konu; DA-PRD; alternatif PRD sulama, DKS-50 ile aynı sulama suyunu alırken, alternatif lateraller çalıştırılmaktadır. DSPRD; sabit PRD, mevsim boyunca aynı lateralden (tek lateral) su uygulanırken, DAPRD ile aynı miktar sulama suyunu almaktadır. Denemede damla sulama parsellerinde lateraller DTS, DKS-75 ve DKS-50 parsellerinde her bitki sırasına gelecek şekilde yerleştirilmiştir (lateral aralığı 0.70 m). DA-PRD ve DS-PRD parsellerinde ise her bitki sırasının sağında ve solunda 20 cm uzaklıkta yerleştirilen laterallerden dönüşümlü olarak sulama suyu uygulanmaktadır. Deneme alanı topraklarının ağır bünyeli olması ve ortalama infiltrasyon hızının (6 mm/h) (Sezen ve ark., 2006) olması nedeniyle damlatıcı aralığı 0.20 m, damlatıcı debisi ise 2.3 l/h olan 17 mm çaplı lateraller seçilmiştir.

Tarımsal İşlemler

Fideler deneme yıllarına göre 15 Nisan 2010 ve 19 Nisan 2011 tarihlerinde parsellere dikilmiştir. Dikim öncesi toprak organik maddesi %2'nin altına düşmeyecek şekilde dekara 2-3 ton çiftlik gübresi karıştırılmıştır. Gübreleme programı için toprak analizleri esas alınarak ve 20 kg/da N, 10 kg/da P, 25

kg/da K, 10 kg/da Ca ve 5 kg/da Mg bitkilerin yeterli beslenmesi için toprakta bulunması sağlanmaktadır. Fosforlu gübrenin tamamı ve diğer besin elementlerinin 1/6'sı taban gübresi olarak toprak hazırlığı sırasında verilmiştir. Dikimden 3 hafta sonra başlamak üzere her 3 haftada bir olmak üzere kalan N, K, Ca ve Mg toplam miktarın 1/6 'sı olacak şekilde bölünerek verilmiştir. Ayrıca Fe, Mn, Zn, Cu, B ve Mo içeren komple bir mikro element yaprak veya fertigasyon gübresi (MnSO₄, ZnSO₄·7H₂O, CuSO₄, FeEDTA, H₃BO₃, ve (NH₄)₈Mo₇O₂₄·4H₂O), dikimden 3 hafta sonra, meyve büyütme aşamasına (yeşil olum) ve meyve olgunlaştırma (kırmızı renk oluşturma) aşamasında olmak üzere deneme süresince üç kez 0.75 kg/ha dozunda uygulanmıştır (Şalk ve ark., 2008).

Ölçümler ve Gözlemler

Toprak suyu ölçümü: Tüm deneme konularında toprak suyu gözlemleri, ilk katmanda (0-30 cm) gravimetrik yöntemle, 30-90 cm arasında ise 30 cm'lik katmanlarda nötron yöntemiyle her sulamadan bir gün önce yapılmış ve son hasatta tamamlanmıştır. Bitki su tüketimi (ET) su bütçesi eşitliği ile belirlenmiştir. Su kullanma randımanı (WUE); verim değerlerinin bitki su tüketimine oranı; sulama suyu kullanma randımanı (IWUE) ise verim değerlerinin toplam sulama suyuna oranı olarak belirlenmiştir.

Verim ve Meyve Kalitesinin İncelenmesi

Kırmızı olumda hasat edilen meyve verimi: Biber meyveleri olgunlaştığında deneme parsellerinden hasat edilen meyveler tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra birim alana (hektar) ve bitki başına verim değerleri hesaplanmıştır.

Iskarta verim meyve oranı: Hasat aşamasına gelen biber meyvelerinde iskarta verim oranı % olarak belirlenmiştir. Bilindiği gibi iskarta verim kırmızı biber meyvelerinde kaliteyi etkileyen önemli bir parametredir.

Meyve sayısı: Hasat edilen ve tartılan biber meyveleri sayılarak bitki başına meyve sayısı belirlenmiştir. Böylece projede yer alan farklı sulama konularının meyve tutumu üzerine etkisi incelenmiştir.

Meyve ağırlığı: Hasat sırasında tartılan ve sayılan meyve verilerinden her uygulama için “ortalama meyve ağırlığı” belirlenmiştir.

Meyvede toplam kuru madde: Deneme sonunda hasat edilen biber meyvelerinden her parselden tesadüfen seçilen örneklerde “kuru madde oluşturma” oranı belirlenmiştir. Su kısıtlaması esas olan bu projede meyve kalitesini etkileyen önemli bir parametre olduğu düşünülmektedir. Sanayiye yönelik yetiştirilen kırmızı biber çeşitlerinde gerek salça randımanı ve gerekse de pul ya da toz biber randımanının belirlenmesinde çok önemli bir parametre olan “kuru madde üretimi”, biber meyvelerinin taze ve kuru ağırlıkları tartılarak belirlenmiştir. Bu amaçla hasat sırasında her parselden 10 meyve seçilerek herbirinin taze ağırlıkları 0.001 hassasiyette bir terazide tartılmıştır. Aynı meyveler numaralandırılarak 70°C’deki etüvde sabit kuru ağırlığa ulaşmaya kadar 48-72 saat kurutulmuştur. Örnekler 100mg Hg (13.3kPa) basınç altında, sülfürik asit çözeltisinden saniyede 2 kabarcık geçecek şekilde sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve sonuçlar yüzde olarak hesaplanmıştır (g/100g) (Anonim, 1983; AOAC, 1990; Daşgan ve ark., 2009).

Meyve hacmi: Hasat edilen meyvelerden örnekleme yapılarak ve her parselden 10 meyvede hacim belirlenmiştir. Pomoloji laboratuvarında meyvelerin taşıdığı hacim belirlenerek kaydedilmiştir.

Meyve boyu: Hasat edilen meyvelerden örnekleme yapılarak her parselden 10 meyvede pomoloji laboratuvarında; meyvenin sap çukurundan ucuna kadar olan uzaklık cm birimi cinsinden ölçülmüştür (Daşgan ve ark., 2009).

Meyve eni: Hasat edilen kırmızı biber meyvelerinden örnekleme yapılarak her parselden 10 meyve pomoloji laboratuvarına getirilip, koni şeklindeki meyvelerin en geniş kısmı digital bir kumpas yardımıyla ölçülmüş ve mm birimi cinsinden kaydedilmiştir (Daşgan ve ark., 2009).

Meyve eti kalınlığı: Kırmızı olum aşamasında hasat edilen meyvelerden örnekleme yapılarak her parselden seçilen 10 meyvede digital kumpas ile mm birimi cinsinden belirlenmiştir.

Araştırmada 28.0 m²’lik alanda hasat olgunluğuna gelen meyveler toplanmıştır. Salçalık biber bitkisinde ilk deneme yılında toplam 6 kez, ikinci deneme yılında toplam 7 kez hasat yapılmıştır. Her iki deneme yılına ait hasat tarihleri incelendiğinde; ilk hasattan itibaren son hasada dek her bir hasat aralığındaki gün sayısının

giderek arttığı görülmektedir. Bu durumun özellikle hava sıcaklığının son hasatlarda (beşinci, altıncı ve yedinci hasat) döneminde önceki hasat tarihlerine göre daha düşük olması nedeniyle biber bitkisinin yeşil olumdan kırmızı oluma geçerken yeterli hava sıcaklığını bulamaması ve gece-gündüz arasındaki önemli sıcaklık farkından meydana gelmiştir.

Deneme Sonuçlarının Ekonomik Analizi

Üreticilerin önerilen yeni yetiştirme tekniğini benimsemeleri ancak daha fazla ekonomik getiri elde etmeleri durumunda mümkün olabilir. Deneme sonuçlarının ekonomik analizinde genellikle kullanılan yöntemler Fayda/Masraf Analizi ile Kısmi Bütçeleme (Partial Budgeting) yöntemleridir. Kırmızı biberin tek yıllık bir ürün olması, yöntemin sade ve etkili olması nedenleriyle bu araştırmada deneme sonuçlarının ekonomik analizinde “Kısmi Bütçeleme” yönteminden yararlanılmıştır. Yöntem yeni üretim tekniğinin ya da her hangi bir kararın yol açacağı ek faydalarla ek maliyeleri karşılaştırma esasına dayanmaktadır.

Bu araştırmada Çukurova Bölgesinde yetiştirilen kırmızı biberin farklı düzeylerde sulama ile yetiştiriciliğinin verime etkileri araştırıldığından, sulama düzeylerinin yol açtığı verim farklılıklarının parasal değerleri (Brüt Üretim Değeri Artışı), yapılan yetiştiriciliğe göre getirdiği ek maliyetlerle karşılaştırılmıştır. Sulama dışındaki tüm yetiştiricilik koşullarında sabit tutulduğundan ek masraflar yalnızca sulama ile ilgilidir.

İstatistiksel analizler MSTAT program kullanılarak yapılmıştır. Konular arasında farklar ise Duncan testi kontrol edilmiştir (Steel ve Torrie, 1980).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Salçalık biber bitkisinin gelişme dönemleri tarihleri tam sulama konusuna göre Çizelge 2’de verilmiştir. Su kısıntısı uygulanan özellikle DKS-50, DA-PRD ve DS-PRD konuları belirtilen gelişme dönemlerine 10-15 gün önceden ulaşmıştır.

Her iki deneme yılına ait hasat tarihleri incelendiğinde; ilk hasattan itibaren son hasada dek her bir hasat aralığındaki gün sayısının giderek arttığı görülmektedir. Bu durumun özellikle hava sıcaklığının son hasatlarda (beşinci, altıncı ve yedinci hasat) döneminde önceki hasat tarihlerine göre daha düşük olması nedeniyle biber bitkisinin yeşil olumdan kırmızı oluma geçerken yeterli hava sıcaklığını bulamaması ve gece-gündüz arasındaki önemli sıcaklık farkından meydana gelmiştir.

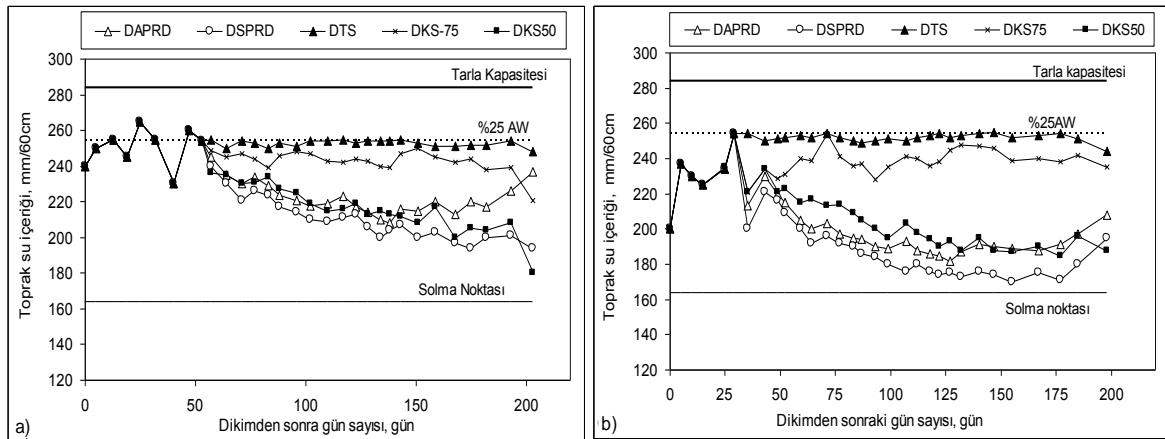
Toprak Su İçeriği

Her iki deneme yılında sulama konularında toprak profilinin 60 cm derinliğinde sulamalardan bir gün önceki toprak su içeriğinin zamana göre değişimi Şekil 1a-b’de verilmiştir.

Çizelge 2. Kırmızı biber bitkisinin kimi gelişme dönemleri ve tarihleri

Gelişme dönemleri	Deneme Yılı			
	2010	DAT*	2011	DAT
Dikim	15 Nisan	0	19 Nisan	0
Vejetasyon	29 Mayıs	44	21 Mayıs	32
İlk çiçeklenme	13 Haziran	59	05 Haziran	47
Meyve bağlama	25 Haziran	71	16 Haziran	58
İlk hasat	02 Ağustos	109	19 Temmuz	91
Son hasat	04 Kasım	203	03 Kasım	198

*DAT; dikimden sonraki gün sayısı



Şekil 1a-b. Sulama konularında toprak su içeriğinin zamansal değişimi (a:2010, b:2011)

Araştırmada genel olarak DTS ve DKS-75 konularında kullanılabilir nem %25-35 düzeyinde seyredirken, DA-PRD konusunda %50, DKS50 ve DS-PRD konularında ise %50'nin altında kalmıştır (Şekil 1a). İkinci yıl toprak su içeriği DTS ve DKS75 konularında kullanılabilir nemin %25-35 düzeyinde seyredirken, DA-PRD, DS-PRD ve DKS-50 konuları kullanılabilir nemin %50 düzeyinin altında kalmıştır (Şekil 1b).

Uygulanan sulama suyu miktarları, bitki su tüketimi, verim, su kullanım randımanı ve sulama suyu kullanım randımanı değerleri

İlk deneme yılında 3 eşit sulama, toplam 22 konulu sulama yapılmış ve uygulanan toplam sulama suyu miktarları 385-715 mm arasında değişmiştir. İkinci deneme yılında 3 eşit sulama, 25 konulu sulama yapılmış ve konulara göre uygulanan toplam sulama suyu miktarları 395-770 mm arasında değişmiştir. Sulama aralığı 2010 yılında 4-9 gün, 2011 yılında ise 4-8 gün arasında değişmiştir.

Deneme yıllarında mevsimlik su tüketimi (ET) değerleri Çizelge 3'tedir. Artan sulama suyu ile mevsimlik ET değerleri artmıştır. En yüksek bitki su tüketimi her iki deneme yılında da DTS konusundan 809 ve 824 mm olarak hesaplanmıştır. En düşük bitki su tüketimi değerleri ise DA-PRD konusunda 515 ve 539 mm olarak belirlenmiştir.

Sulama konularından elde edilen salçalık biber verimleri Çizelge 3'de verilmiştir. Salçalık biber

verimlerinin 2010 deneme yılında 34920-44170 kg ha⁻¹ arasında, 2011 deneme yılında 33760-47790 kg ha⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. 2010 yılında istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde DTS konusu birinci sınıfta yer almıştır. İkinci sınıfta ise DKS-75 konuları yer almıştır. İkinci deneme yılında ise istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde DTS ve DKS-75 konusu birinci sınıfta yer almıştır. İkinci sınıfta ise DA-PRD konusu yer almıştır. DS-PRD ve DKS-50 konuları ise en düşük verim grubunda yer almıştır. DS-PRD ve DKS-50 konuları DA-PRD konusu ile aynı sulama suyu miktarını almasına karşın, ilk deneme yılında olduğu gibi daha düşük biber verimleri elde edilmiştir.

WUE ve IWUE değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Sulama konularında 2010 yılında WUE değerleri 5.5-7.1 kg m⁻³, 2011 yılında ise 5.8-7.5 kg m⁻³ arasında değişmiştir. En düşük WUE değerleri DTS konusunda (5.5 ve 5.8 kg m⁻³) olarak belirlenirken, en yüksek WUE değerleri ise her iki deneme yılında da DA-PRD konusunda (7.7 ve 7.5 kg m⁻³) olarak hesaplanmıştır. Sulama konularında 2010 yılında IWUE değerleri 6.2-9.5 kg m⁻³, 2011 yılında ise 6.2-10.2 kg m⁻³ arasında değişmiştir. En düşük IWUE değerleri DTS konusunda (6.7 ve 6.2 kg m⁻³) olarak belirlenirken, en yüksek IWUE değerleri ise her iki deneme yılında da DA-PRD konusunda (11.1 ve 10.2 kg m⁻³) olarak hesaplanmıştır. Costa ve Gianquinto (2002) İtalya'da WUE değerlerini 10.4-12.3 kg m⁻³ arasında belirlerken, Dağdelen ve ark., (2004) Ege bölgesinde WUE değerlerini 4.1 - 6.7 kg m⁻³, IWUE değerlerini ise 3.3-5.1 kg m⁻³ arasında

belirlemiştir. Demirel ve ark. (2012) Trakya bölgesinde yürütülen çalışmada WUE ve IWUE değerlerini

sırasıyla 2.4 - 7.0 kg m⁻³ ve 0.3 - 9.1 kg m⁻³ olarak belirlemiştir.

Çizelge 3. Konulara ilişkin verim, sulama suyu(I), bitki su tüketimi(ET), WUE ve IWUE değerleri

Deneme yılı	Konular	Sulama suyu (mm)	ET (mm)	Verim (kg ha ⁻¹)	WUE (kg m ⁻³)	IWUE (kg m ⁻³)
2010	DA-PRD	385	515 (d)	36750 (c)	7.1 (a)	9.5 (a)
	DS-PRD	385	558 (c)	34160 (d)	6.1 (b)	8.9 (a)
	DTS	715	809 (a)	44170 (a)	5.5 (b)	6.2 (c)
	DKS-75	561	707 (b)	40830 (b)	5.8 (b)	7.3 (b)
	DKS-50	385	572 (c)	34920 (d)	6.1 (b)	9.1 (a)
2011	DA-PRD	395	539 (d)	40330 (b)	7.5 (a)	10.2 (a)
	DS-PRD	395	572 (c)	33760 (d)	5.9 (b)	8.5 (bc)
	DTS	770	824 (a)	47790 (a)	5.8 (b)	6.2 (d)
	DKS-75	595	752 (b)	47170 (a)	6.3 (b)	7.9 (c)
	DKS-50	395	592 (c)	35970 (c)	6.1 (b)	9.1 (b)

^aDuncan gruplandırması 1% düzeyde; WUE: Su kullanım randımanı, IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı

Meyve Kalite Parametreleri

Deneme yıllarına ilişkin verim ve meyve kalitesi ile aşağıda belirtilen ölçüm ve analizler arazi ve laboratuvar koşullarında yapılmıştır. Bu parametrelere ilişkin detaylı bilgiler izleyen paragraflarda verilmiştir.

En yüksek ıskarta verimler Çizelge 4’de görüleceği gibi 2010 ve 2011 deneme yıllarında DS-PRD konusundan elde edilmiştir. En düşük ıskarta verim ise ilk yıl DKS-75, ikinci yıl ise DA-PRD konusunda belirlenmiştir. Damla sulama parsellerinde genelde konulara göre artan su stresi ıskarta verimin artışına neden olmuştur.

Meyve sayısı bakımından sulama konuları arasında 2010 ve 2011 yıllarında istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde önemli farklılıklar belirlenmiştir Çizelge 4’de görüleceği gibi en yüksek meyve sayısı 2010 yılında DS-PRD, 2011 yılında DA-PRD ve DKS-75 konusunda edilmiştir. Genelde su stresinin olduğu konularda daha yüksek meyve sayısı değerleri belirlenmiştir.

Her iki deneme yılında da meyve ağırlığı bakımından sulama konuları arasında istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde önemli farklar belirlenirken, DTS konusunda en yüksek meyve ağırlığı (65.58 g ve 73.28 g) elde edilmiştir. En düşük meyve ağırlığı ise DS-PRD konusunda (43.00 g ve 55.32 g) belirlenmiştir. Tam sulama konusunda (DTS) her iki deneme yılında da daha yüksek meyve ağırlığı saptanırken, su stresinin olduğu konularda daha düşük meyve ağırlığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Salçalık biberde toplam kuru madde değerleri yıllara göre farklılık göstermiştir. 2010 yılı kuru madde miktarları 1. hasatta 9.23 ile 11.09 g/100g arasında, 6. hasatta bu değerler yükselerek 11.23 ile 13.24 g/100g arasında değişim göstermiştir. Toplam kurumadde içerikleri üzerine hasat dönemlerine göre her konu

kendi arasında değerlendirildiğinde hasat dönemleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). Aynı zamanda konuların hasat ortalamaları (10.44-11.71 g/100) arasındaki farklılıklar da önemli bulunmuştur (p<0.05). İkinci deneme yılında toplam kuru madde içerikleri 1. hasatta 9.63 ile 10.39 g/100 arasında, 5. hasatta 9.03 ile 11.42 g/100 arasında değişim göstermiştir. İkinci deneme yılında konularının hasat ortalamaları (9.27-10.51 g/100g) arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Her iki yıla ait ortalamalar incelendiğinde en düşük değerler DTS ve DKS-75 konularında, en yüksek toplam kuru madde içerikleri ise DA-PRD, DS-PRD ve DKS-50 konularında görülmektedir (Çizelge 4).

En yüksek meyve hacimleri Çizelge 4’de görüleceği gibi her iki deneme yılında da DTS konusundan (103.4 cm³ ve 76.32 cm³) elde edilmiştir. Su stresinin olduğu konularda daha düşük meyve hacimleri saptanmıştır.

Her iki deneme yılında da meyve boyu bakımından sulama konuları arasında istatistiksel olarak %1 hata düzeyinde önemli farklar belirlenirken, DTS konusunda en yüksek meyve boyu (15.06 cm ve 13.88 cm) elde edilmiştir (Çizelge 4).

Tam sulama konusunda (DTS) her iki deneme yılında da daha yüksek meyve enleri belirlenirken (3.77 cm ve 4.04 cm), su stresinin olduğu konularda daha düşük meyve enleri saptanmıştır (Çizelge 4).

En yüksek meyve eti kalınlığı 2010 yılında DTS ve DKS-75 konusunda (4.08 ve 3.97 mm) elde edilmiştir (Çizelge 4). DS-PRD konusunda ise meyve eti kalınlığı bakımından en düşük değer (3.55 mm) ölçülmüştür. 2011 yılı varyans analizi sonucunda; meyve eti kalınlığı bakımından sulama konuları arasında istatistiksel olarak farklılık belirlenmemiştir.

Çizelge 4. Salçalık biberde konulara göre verim ve verim bileşenleri (2010, 2011)

Deneme yılı	Konular	Verim (kg ha ⁻¹)	Iskarta verim (%)	Meyve sayısı (bin ha ⁻¹)	Meyve ağırlığı (g)	SÇKM* (g/100g)	Meyve hacmi (cm ³)	Meyve boyu (cm)	Meyve eni (cm)	Meyve eti kalınlığı (mm)
2010	DA-PRD	36750 c	1.335 bc	652.5 c	56.32 c	11.52 a	85.44 bc	13.55 c	3.515 bc	3.68 ab
	DS-PRD	34160 d	1.628 a	794.6 a	43.00 e	11.71 a	79.88 c	12.68 e	3.467 bc	3.55 b
	DTS	44170 a	1.455 b	673.6 c	65.58 a	10.44 b	103.4 a	15.06 a	3.773 a	4.08 a
	DKS-75	40830 b	1.210 c	707.2 b	57.74 b	10.50 b	96.28 ab	14.76 b	3.642 ab	3.97 a
	DKS-50	34920 d	1.413 b	720.6 b	48.46 d	11.38 a	80.05 c	12.96 d	3.310 c	3.57 b
2011	DA-PRD	40330 b	1.203 c	685.3 a	58.85 d	9.76 a	76.32 b	11.80 c*	3.370 c**	3.22
	DS-PRD	33760 d	2.023 a	606.0 c	55.32 e	10.51 a	81.68 b	12.60 bc	3.602 bc	3.30
	DTS	47790 a	1.297bc	652.2 b	73.28 a	9.27 a	113.3 a	13.88 a	4.040 a	3.35
	DKS-75	47170 a	1.438b	680.6 a	69.32 b	9.49 a	102.8 ab	13.30 ab	3.715 b	3.40
	DKS-50	35970 c	1.227bc	576.4 d	62.49 c	10.24 a	88.68 ab	13.21 ab	3.617 b	3.41

*SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde; *P<0.05 and **P < 0.01

Çizelge 5. Farklı sulama düzeylerinin ekonomik analizi (2010)

Konular	Sulama suyu (mm) (1)	Sulama suyu (m ³ ha ⁻¹) (2)	Sulama süresi (h) (3)	Sulama'da işgücü gideri (\$ h ⁻¹) (4)	Toplam Sulama işgücü gideri (\$) (5) (3x4)
DA-PRD	330	3300	20.1	1.6	32.1
DS-PRD	330	3300	20.1	1.6	32.1
DTS	660	6600	40.2	1.6	64.3
DKS-75	506	5060	30.8	1.6	49.3
DKS-50	330	3300	20.1	1.6	32.1
	Su fiyatı (\$ m ⁻³) (6)	Su ücreti (\$ ha ⁻¹) (7) (2x6)	Kırmızı Biber Üretim Giderleri (\$ ha ⁻¹) (8)	Birim alanda sulama sistem gideri (\$ ha ⁻¹) (9)	Yıllık sulama sistem gideri (\$ ha ⁻¹) (10) (9/6 yıl)
DA-PRD	0.1	330	4370	5020	837
DS-PRD	0.1	330	4370	4375	729
DTS	0.1	660	4370	4375	729
DKS-75	0.1	506	4370	4375	729
DKS-50	0.1	330	4370	4375	729
	Yıllık toplam giderler (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (11) (5+7+8+10)	Verim (kg ha ⁻¹) (12)	Kırmızı biber satış fiyatı (\$/kg) (13)	Birim alanda Brüt Gelir (\$/ ha/yıl) (14) (12x13)	Birim alanda Net Gelir (\$/ha/yıl) (15) (14-11)
DA-PRD	5569	36750	0.31	11393	5824
DS-PRD	5461	34160	0.31	10590	5128
DTS	5823	44170	0.31	13693	7869
DKS-75	5654	40830	0.31	12657	7003
DKS-50	5461	34920	0.31	10825	5364

Not: Fiyatlandırma'da 1\$=1.6TL üzerinden hesaplanmıştır.

Deneme Sonuçlarının Ekonomik Analizi

Üreticilerin önerilen yeni yetiştirme tekniğini benimsemeleri ancak daha fazla ekonomik getiri elde etmeleri durumunda mümkün olabilir. Sulama konularının her iki deneme yılına ait ekonomik analizleri Çizelge 5-6'da ayrıntılı olarak verilmiştir Yatırım, işletim ve üretim giderlerini kapsayan ekonomik analiz sonuçlarına göre sulama konularında net gelirler 2010 yılında 5128-7869\$/ha arasında değişmiştir. En yüksek net gelir DTS konusundan

(7869\$/ha) elde edilirken, bu konuyu 7003\$/ha ile DKS-75 konusu izlemiştir. Azalan sulama suyu ile net gelirden de azalma görülmüştür. PRD konuları karşılaştırıldığında, sabit PRD (DS-PRD) konusunda daha düşük net gelir elde edilmiştir (Çizelge 5).

2011 yılında net gelirler sulama konularına göre 4933-8871\$/ha arasında değişmiştir. En yüksek net gelir DTS ve DKS-75 konularından (8871\$/ha) elde edilirken, bu konuyu 6862\$/ha ile DA-PRD konusu izlemiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı sulama düzeylerinin ekonomik analizi (2011)

Konular	Sulama suyu (mm) (1)	Sulama suyu ($m^3 ha^{-1}$) (2)	Sulama süresi (h) (3)	Sulama'da işgücü gideri ($\$ h^{-1}$) (4)	Toplam Sulama işgücü gideri (\$) (5) (3x4)
DA-PRD	395	3950	24.0	1.6	38.5
DS-PRD	395	3950	24.0	1.6	38.5
DTS	770	7700	46.9	1.6	75.0
DKS-75	595	5950	36.2	1.6	57.9
DKS-50	395	3950	24.0	1.6	38.5
	Su fiyatı ($\$ m^{-3}$) (6)	Su ücreti ($\$ ha^{-1}$) (7) (2x6)	Kırmızı Biber Üretim Giderleri ($\$ ha^{-1}$) (8)	Birim alanda sulama sistem gideri ($\$ ha^{-1}$) (9)	Yıllık sulama sistem gideri ($\$ ha^{-1}$) (10) (9/6 yıl)
DA-PRD	0.1	395	4370	5020	837
DS-PRD	0.1	395	4370	4375	729
DTS	0.1	770	4370	4375	729
DKS-75	0.1	595	4370	4375	729
DKS-50	0.1	395	4370	4375	729
	Yıllık toplam giderler ($\$ ha^{-1} yıl^{-1}$) (11) (5+7+8+10)	Verim ($kg ha^{-1}$) (12)	Kırmızı biber satış fiyatı ($\$/kg$) (13)	Birim alanda Brüt Gelir ($\$/ ha/yıl$) (14) (12x13)	Birim alanda Net Gelir ($\$/ha/yıl$) (15) (14-11)
DA-PRD	5640	40330	0.31	12502	6862
DS-PRD	5533	33760	0.31	10466	4933
DTS	5944	47790	0.31	14815	8871
DKS-75	5752	47170	0.31	14623	8871
DKS-50	5533	35970	0.31	11151	5618

Not: Fiyatlandırma'da 1 $\$$ =1.79TL üzerinden hesaplanmış

SONUÇ ve ÖNERİLER

Salçalık biberde su kullanımının optimize edilmesinin küresel iklim değişikliği nedeniyle kurak ve yarı-kurak bölgelerde sulamaya ayrılan su miktarının giderek azalması göz önüne alındığında önemi daha iyi anlaşılabilir. Çukurova Bölgesinde yüksek yoğunlukla üretimi yapılan salçalık kırmızı biber bitkisinde damla sulama yöntemiyle uygulanan farklı sulama düzeylerinin salçalık kırmızı biber verim ve kalitesine etkilerini belirleyerek en uygun sulama programının iki yıl süreyle araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında şu öneriler yapılabilir.

1. Akdeniz iklim koşullarında damla sulama ile uygulanan sulama programının kırmızı biberde yüksek verim eldesi için önemli olduğunu göstermiştir. En yüksek salçalık biber verimi her iki deneme yılında da DTS konusundan elde edilmiştir.

2. Çalışma sonucunda damla sulama koşullarında 60 cm derinliğindeki kök bölgesindeki kullanılabilir suyun %25'i tüketildiğinde tarla kapasitesine dek sulanan DTS konusu önerilmektedir. Kısıntılı sulama koşullarında ise DKS-75 sulama programları önerilebilir.

3. Damla sulama parsellerinde kök bölgesindeki kullanılabilir suyun %25'inin tüketilmesi yetiştirme

mevsimi süresince 2010 deneme yılında 4-9 gün, 2011 deneme yılında ise 4-8 gün arasında gerçekleşmiştir. Damla sulamada ortalama 6 gün sulama aralığı önerilebilir. Mevsim başı ve sonunda daha geniş sulama aralığı söz konusu iken, özellikle mevsim ortasında daha sık sulama aralığı belirlenmiştir.

4. Mevsimlik su tüketimi değerleri yıllar arasında önemli farklılık göstermemiştir. Mevsimlik su tüketimi değerleri DA-PRD konusunda 515-539 mm; DS-PRD konusunda 558-572 mm; DTS konusunda 809-824 mm, DKS-75 konusunda 707-752 mm ve DKS-50 konusunda ise 572-592 mm arasında değişmiştir. Damla sulama konularında en yüksek bitki su tüketimi her iki deneme yılında da DTS konusundan, en düşük bitki su tüketimi değerleri ise DA-PRD konusundan elde edilmiştir.

5. Damla sulama konularından elde edilen salçalık biber verimleri 2010 deneme yılında 34920-44170 $kg ha^{-1}$ arasında, 2011 deneme yılında 33760-47790 $kg ha^{-1}$ arasında değiştiği görülmektedir. Salçalık biber verimleri DAPRD konusunda 36750-40330 $kg ha^{-1}$; DS-PRD konusunda 34160-33760 $kg ha^{-1}$; DTS konusunda 44170-47790 $kg ha^{-1}$, DKS-75 konusunda 40830-47170 $kg ha^{-1}$ ve DKS-50 konusunda ise 34920-35970 $kg ha^{-1}$ arasında değişmiştir. Damla sulama konularında en

yüksek salçalık biber verimi her iki deneme yılında da DTS konusundan elde edilmiştir.

6. WUE ve IWUE değerlerinin artan sulama suyu ile azaldığı belirlenmiştir. En yüksek WUE ve IWUE değerleri en düşük sulama düzeylerinden alınmıştır. Ancak, WUE'nin en yüksek olduğu konuda en düşük verim değerleri elde edilmiştir. Bu nedenle WUE'nin en yüksek olduğu konuların önerilmesi ancak su kısıntısının çok yüksek olduğu koşullarda ve ürün fiyatının yüksek olduğu durumda önerilebilir. Sulama suyunun azalması daha düşük ET değerleri ile sonuçlanmış ve bu durumda verim ve verim bileşenlerinde azalmalara sebep olmuştur. Kısıntılı sulama konularından (DKS-50) konusu ile aynı sulama suyu uygulanan (DA-PRD50 ve DS-PRD50) konuları daha yüksek WUE ve IWUE değerleri hesaplanmıştır.

7. Sulamaların verimi, meyve ağırlığı, meyve boyutları (hacmi, eni, boyu), et kalınlığı, et sertliği gibi verim bileşenlerini olumlu yönde etkilediği açık bir biçimde ortaya konulmuştur. Bu nedenle Akdeniz Bölgesinde kırmızı biber yetiştiriciliğinde uygulanan yetiştirme alışkanlıklarından üreticilerin vazgeçmeleri sürdürülebilir tarım açısından son derece önemlidir.

8. Akdeniz Bölgesinde kırmızı biber yetiştiriciliğinde damla sulama yönteminin uygulanması durumunda, bölgenin toprak özellikleri dikkate alındığında, her bitki sırasına bir damla lateralinin yerleştirilmesi, her bir sıraya çift lateralin yerleştirildiği PRD konularına göre ekonomik anlamda daha avantajlı olduğundan önerilebilir. Ekonomik anlamda ise birim alandan en yüksek net gelir her iki deneme yılında da her bitki sırasına bir damla lateralinin yerleştirildiği tam sulama konusundan (DTS) elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Tarım ve Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No:65, Özel Yayın No:62-105, Ankara, 796s
- AOAC, 1990. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist 15.Th. Edition. USA.
- Costa, L.D., Gianquinto, G., 2002. Water stress and water table depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in bell pepper: lysimeter studies. Aust. J. Agr. Res. 53, 201–210.
- 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.
- Dasgan, H.Y., Kusvuran, S., Kırdar, C., 2009. Effects of short duration partial rootzone drying on soilless grown tomato crop. J. of Food, Agriculture and Environment 7(1): 83-91.
- Demirel, K., Genç, L., Saçan, M., 2012. Effects of Different Irrigation Levels on Pepper Yield and Quality Parameters in Semi-Arid Conditions. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty 9(2):7-15.
- Dorji, K., Behboudian, M.H., Zegbe, J., Dominguez, A., 2005. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial rootzone drying. Sci. Hort. 104:137-149.
- Ferrara, A., Lovelli, S., Di Tommaso, T., Perniola, M., 2011. Flowering, Growth and Fruit Setting in Greenhouse Bell Pepper under Water Stress. J. of Agron., 10:12-19.
- Kang, S., Zhang, L., Hu, X., Li, Z. Jerie, P., 2001. An improved Water Use Efficiency for Hot Pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. Sci. Hort. 89:257-267.
- Kang, S.Z., Shi, W.J., Cao, H.X., Zhang, J., 2002. Alternate watering in soil vertical profile improved water use efficiency of maize (*Zea mays*). Field Crops Research, 77:31–41.
- Kang, S.Z., Zhang, J., 2004. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. J. Exp. Bot. 55(407):2437–2446.
- Kırdar, C., Topcu, S., Kaman, H., Ulger, A.C., Yazıcı, A., Cetin, M., Derici, M.R., 2005. Grain yield and N-fertilizer recovery of maize under deficit irrigation. Field Crops Res. 93:132–141.
- Sezen, S.M., Yazar, A., Eker, S., 2006. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. Agric. Water Manage., 81(1-2):115-131.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics, second ed. McGraw-Hill, New York.
- Şalk, A., Deveci, M., Arın, L., ve Polat, S., 2008. Biber yetiştiriciliği. Özel Sebzeçilik. 315-329s. Onur Matbaacılık, İstanbul.
- TUIK, 2013. Türkiye Yıllık Tarımsal Üretim Değerleri. <http://www.turkstat.gov.tr>.
- Xie, J., Cardenas, E.S., Sammis, T.W., Wall, M.M., Lindsey, D.L., Murray, L.W., 1999. Effects of irrigation method on chile pepper yield and Phytophthora root rot incidence. Agric. Water Manage., 42:127-142.
- Wakrim, R., Wahbi, S., Tahi, H., Aganchich, B., Serraji, R., 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agriculture Ecosystems and Environment. 106:275-287.