

Gökhan ÇAMOĞLU<sup>1</sup>  
Şerafettin AŞIK<sup>2</sup>  
Levent GENÇ<sup>3</sup>  
Kürşad DEMİREL<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Arş. Gör., Ege Üniversitesi Ziraat  
Fakültesi Tarımsal Yapılar ve  
Sulama Böl. Bornova/İZMİR  
e-mail: gokhan.camoglu@ege.edu.tr

<sup>2</sup> Prof. Dr., Ege Üniversitesi Ziraat  
Fakültesi Tarımsal Yapılar ve  
Sulama Böl. Bornova/İZMİR

<sup>3</sup> Doç. Dr., Ç.O.M.Ü.Ziraat Fakültesi  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl.  
ÇANAKKALE

<sup>4</sup> Arş. Gör., Ç.O.M.Ü.Ziraat Fakültesi  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl.  
ÇANAKKALE

## Damla Sulama ile Sulanan Karpuzda Su Stresinin Bitki Su Tüketimine, Su Kullanım Randımanına, Verime ve Kalite Parametrelerine Etkisi

The effects of water stress on evapotranspiration, water use efficiency, yield and quality parameters in watermelon irrigated by drip irrigation

Alınış (Received): 04.06.2009

Kabul tarihi (Accepted): 30.09.2009

### Anahtar Sözcükler:

Kısıtlı sulama, karpuz, su stresi, su kullanım randımanı

### Key Words:

Deficit irrigation, watermelon, water stress, water use efficiency

### ÖZET

Bu çalışmada, 2007 ve 2008 yıllarında Çanakkale yöresinde damla sulama ile sulanan karpuz bitkisinde (*Citrullus vulgaris*) su stresinin bitki su tüketimine, su kullanım randımanına, verime ve kalite parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla altı farklı sulama konusu (tüketilen suyun %100'ü (kontrol), %80'i, %60'ı, %40'ı, %20'si ve susuz) oluşturulmuştur. Topraktaki eksik nemin tam olarak karşılandığı kontrol konusunda (%100), ortalama mevsimlik bitki su tüketimi 475 mm ve uygulanan ortalama toplam sulama suyu miktarı ise 403 mm olarak bulunmuştur. Verim, denemenin ilk yılında konulara göre 7.04-56.34 t ha<sup>-1</sup>, ikinci yılında ise 13.66-64.82 t ha<sup>-1</sup> arasında gerçekleşmiştir. Konulara göre ortalama su kullanım randımanları, sulama suyu kullanım randımanları ve uygulanan sulama suyunun bitki su tüketimini karşılama yüzdeleri sırasıyla 6.58-12.94 kg m<sup>-3</sup>, 7.92-12.51 kg m<sup>-3</sup> (susuz konusu hariç), % 30-85 arasında olmuştur. Ortalama verim tepki etmeni 1.328 bulunmuştur. Kalite parametrelerinden tek meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu ve meyve eti kalınlığı konulara göre farklılık gösterirken, pH ve suda çözünür kuru madde miktarı herhangi bir farklılık göstermemiştir.

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of water stress on evapotranspiration (ET), water use efficiency, yield and quality parameters of watermelon (*Citrullus vulgaris*) irrigated by drip irrigation in Canakkale region during 2007 and 2008. For this purpose, six different irrigation treatments (100 % (control), 80%, 60%, 40%, 20% and 0% replenishment of soil water depleted) were experimented. Mean seasonal ET values and mean total irrigation water volumes were determined as 475 mm and 403 mm respectively at control treatment, in which the lack moisture of soil was corresponded completely. With regard to treatments, the yield was found between 7.04 t ha<sup>-1</sup> and 56.34 t ha<sup>-1</sup> in the first year and between 13.66 t ha<sup>-1</sup> and 64.82 t ha<sup>-1</sup> in the second year. According to treatments average water use efficiency, average irrigation water use efficiency and average the percentages of irrigation water applied to meet ET were determined between 6.58-12.94 kg m<sup>-3</sup>, 7.92-12.51 kg m<sup>-3</sup> (except S<sub>0</sub> treatment), and 30-85%, respectively. Mean yield response factor was obtained as 1.328. While quality parameters such as fruit weight, fruit diameter, fruit height and flesh thickness were difference statistically with regard to treatments, pH and the amount of water soluble substances were not difference statistically.

## GİRİŞ

Karpuz üretimi dünya tarımında önemli bir yer almaktadır. Dünyada 1.8 milyon ha alandan yaklaşık olarak 29.7 milyon ton, Türkiye’de ise 146 000 ha alandan yaklaşık olarak 3.9 milyon ton karpuz elde edilmektedir (Erdem ve Yüksel., 2003). Kavun ve karpuz üretiminde Çin’den sonra 2. sırada yer alan Türkiye’de yıllar itibariyle ekim alanlarındaki azalmaya karşın kültürel önlemlerle verimde meydana gelen artıştan dolayı üretimde de artış gözlenmektedir (Taşkaya ve Keskin, 2004). Çanakkale ilinde son yıllarda karpuz yetiştiriciliğinde bir artış gözlenmiş ve 2008 yılı itibariyle 1433 ha’lık alanıyla domates (11927 ha) ve salçalık biberden (2542 ha) sonra en çok yetiştirilen sebze olmuştur (Anonim, 2008).

Sulama, son yıllarda küresel ısınmanın da etkisiyle önemini kat kat artırmıştır. Yaz döneminde yetiştirilen bitkilerde sulama yapmadan yetiştirme yapmak nerdeyse imkansız hale gelmiştir. Sulama, kurak ve yarı kurak iklim koşullarında karpuz verimini ve verim parametrelerini etkilemektedir (Doorenbos ve Kassam, 1979). Damla sulama ile karpuz verimi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Erdem ve Yüksel, 2003). Damla sulamada bitkilerin strese girmeden su alabilmeleri için, kullanılabilir su tutma kapasitesinin toprak bünyesi, bitki türü, su-verim ilişkileri ve ekonomik etmenlere bağlı olarak %30’u veya %60’ı tüketildiğinde tekrar sulama yapılır (Kanber, 1999; Kara, 2005). Erdem ve Yüksel (2003), karpuz bitkisinde 5 farklı sulama konusu (%100, %75, %50, %25, susuz) uygulamışlar ve dönemlik verim tepki etmeni (ky) katsayılarını hesaplamışlardır. Orta ve ark. (2003), farklı sulama konularına göre karpuzun bitki su stresi indeksini (CWSI) hesaplamışlardır. Şimşek ve ark. (2004), Harran Ovası’nda yetiştirdikleri karpuzda pan buharlaşma kabına göre dört farklı sulama konusu uygulamışlar ve ky değerini hesaplamışlardır. Proietti ve ark. (2008), farklı pan katsayılarına (1.0, 0.75 ve 0.50) göre sulama yapmışlar ve likopen, vitamin C gibi kalite özelliklerini incelemişlerdir. Kırnak ve Doğan (2009), ikinci ürün olarak yetiştirdikleri karpuz bitkisinde topraktan eksilen suya göre 5 farklı sulama

konusu (%100, %75, %50, %25, susuz) uygulamışlar ve karpuz verimini, bitki su stresi indeksini (CWSI) araştırmışlardır. Kırnak ve ark. (2009), farklı sulama koşullarında bitki verimini ve ky değerini hesaplamışlardır.

Ülkemizde karpuz bitkisi üzerine konuyla ilgili çalışmalar az sayıdadır. Ayrıca, Çanakkale yöresi tarımında karpuz bitkisi önemli bir yer tutmakta ancak konu ile ilgili çalışmalar yeterli değildir. Bu nedenle çalışmada, Çanakkale yöresinde damla sulama yöntemi ile sulanan karpuzda, su stresinin bitki su tüketimine, su kullanım randımanına, verime ve kalite parametrelerine etkisi araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, 2007 ve 2008 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dardanos Araştırma ve Uygulama Çiftliği’nde yürütülmüştür. Denemede Crimson Sweet çeşidi karpuz bitkisi kullanılmış ve sulaması damla sulama yöntemine göre yapılmıştır.

Dikimden önce, araştırma alanını temsil eden bir profil açılarak 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm toprak katmanlarından Soil Survey Staff (1951), Blake (1965) ile Benami ve Diskin (1965)’de verilen ilkelere göre bozulmamış toprak örnekleri alınmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir. Denemenin yapıldığı yıllara ait aylık ortalama iklim verileri de Çizelge 2’de verilmiştir.

Deneme parselleri, her sırada 10 bitki olmak üzere toplam 4 bitki sırasından oluşturulmuştur. Konuların birbirine olan etkisini önlemek için parseller arasında 2 m boşluk bırakılmıştır. Sıra üzeri ve sıra arası 1 x 1 m olacak şekilde dikim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bir parselin kenar sıraları ile orta-daki sıraların ilk ve son bitkileri kenar etkisi için ayrılmış ve bunlar üzerinde herhangi bir işlem yapılmamıştır.

Denemede, mısır bitkisinin sulanması için damla sulama sistemi kullanılmıştır. Su kaynağı olarak keson kuyudan yararlanılmıştır. Kullanılan suyun tuzluluğu 1150 dS/cm’dir. Kaynaktan alınan su, pompa vasıtasıyla kontrol birimi unsurlarından geçtikten sonra deneme alanına ulaşmıştır. Deneme parsel-

lerine suyu denetimli verebilmek amacıyla, her parselin başına küresel vana ve su sayacı yerleştirilmiştir. Sistemde, 75 mm çapında ve 6 atm işletme basınçlı PVC malzemeden yapılmış ana ve yan boru ile 16 mm çaplı ve 4 atm işletme basınçlı PE malzemeden oluşan damla sulama boruları kullanılmıştır. 33 cm aralıklı ve 4 l/h debili hat içi (in-line) damlatıcılara sahip damla sulama boruları her bitki sırasına bir hat gelecek şekilde yerleştirilmiştir. İlk sulama, fidelerin tutması için dikimden hemen sonra 90 cm toprak derinliğindeki mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek şekilde yapılmıştır. Sonraki sulamalar büyüme dönemi sonuna kadar konulara göre uygulanmıştır. Araştırma, bir

tam sulama ve bitkilerde farklı düzeylerde su stresi oluşturacak beş kısıtlı sulama düzeyi olmak üzere toplam altı konudan oluşturulmuş ve üç tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Bu konular aşağıdaki gibi düzenlenmiştir.

$S_{100}$  = 7 günde 90 cm toprak derinliğinde tüketilen suyun tamamı (kontrol)

$S_{80}$  =  $S_{100}$  konusuna uygulanan suyun %80'i

$S_{60}$  =  $S_{100}$  konusuna uygulanan suyun %60'ı

$S_{40}$  =  $S_{100}$  konusuna uygulanan suyun %40'ı

$S_{20}$  =  $S_{100}$  konusuna uygulanan suyun %20'si

$S_0$  = Susuz

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri.

Toprak Derinliği (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi	
			Pv (%)	d (mm)	Pv (%)	d (mm)	Pv (%)	d (mm)
0-30	CL	1.30	40.30	120.90	22.39	67.17	17.91	53.73
30-60	SCL	1.53	34.14	102.42	18.97	56.90	15.17	45.52
60-90	SL	1.67	28.61	85.83	15.89	47.68	12.72	38.15
90-120	SCL	1.50	22.09	66.27	12.27	36.82	9.82	29.45
Toplam (0-90)			-	309.15	-	171.75	-	137.40
Toplam (0-120)			-	375.42	-	208,57	-	166.85

Çizelge 2. 2007 ve 2008 yılı Çanakkale iline ait aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2009).

YILLAR	İklim Verileri	Aylar					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
2007	Ort. Sıcaklık (°C)	12.4	18.7	24.4	26.9	26.3	21.0
	En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.0	30.1	36.8	39.0	37.7	34.0
	En Düşük Sıcaklık (°C)	2.6	10.0	13.2	16.9	18.0	11.8
	Ort. Bağıl Nem (%)	66.5	72.1	61.6	53.3	60.6	62.4
	Toplam Yağış (mm)	18.1	44.7	35.2	0.0	0.1	3.2
2008	Ort. Sıcaklık (°C)	13.7	17.7	23.4	25.8	26.1	20.5
	En Yüksek Sıcaklık (°C)	24.4	29.3	35.0	34.0	35.8	31.7
	En Düşük Sıcaklık (°C)	6.2	9.0	13.8	16.9	17.9	9.6
	Ort. Bağıl Nem (%)	78.8	65.3	61.3	54.5	60.6	68.2
	Toplam Yağış (mm)	48.0	0.2	6.3	0.6	34.1	32.2

Karpuzun bitki su tüketiminin belirlenmesinde, Eşitlik 1'de verilen su bütçesi yöntemi kullanılmıştır (James, 1988). Bu amaçla, tüm konulardan 3 tekerrürlü olarak 120 cm toprak derinliği için her 30 cm'de bir toprak örneği alınmış ve eksilen su miktarı gravimetrik yöntemle göre belirlenmiştir. Karpuz bitkisinin etkili kök derinliği 90 cm alınmıştır (Güngör ve ark., 1996).

$$ET = I + P + D \pm R \pm \Delta S \quad (1)$$

Eşitlikte; ET: Evapotranspirasyon (mm), I: Sulama suyu miktarı (mm), P: Yağış (mm), D: Derine sızma (mm), R: Yüzey akış (mm),  $\Delta S$ : İki örnekleme arasındaki nem değişimi (mm)

Her iki yılda da toplam iki gübre uygulaması yapılmıştır. İlk gübreleme, ekimden önce dekara 15 kg azot, 15 kg fosfor ve 15 kg potasyum'dan oluşan kompoze taban gübresi şeklinde; ikinci gübreleme ise çiçeklenme döneminde kontrol biriminde yer alan gübre tankı vasıtasıyla sıvı kompoze gübre şeklinde uygulanmıştır.

Konulara ilişkin su kullanım randımanları (WUE), sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) ve uygulanan sulama suyunun bitki su tüketimini karşılama yüzdeleri (IRc) sırasıyla Eşitlik 2, 3 ve 4 yardımıyla hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1990).

$$WUE = Y / ET \times 100 \quad (2)$$

$$IWUE = Y - Y_0 / I \times 100 \quad (3)$$

$$IRc = I / ET \times 100 \quad (4)$$

Eşitliklerde, Y: Sulu koşullarda alınan verim (kg),  $Y_0$ : Susuz koşullarda alınan verim (kg), ET: Bitki su tüketimi (mm), I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm).

Verim tepki etmeni Eşitlik 5 yardımıyla hesaplanmıştır (Steward ve ark., 1977; Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$(1 - Y_a / Y_m) = k_y (1 - ET_a / ET_m) \quad (5)$$

Eşitlikte,  $Y_a$ : Gerçek verim (kg da<sup>-1</sup>);  $Y_m$ : Konular içerisinde elde edilen en yüksek verim (kg da<sup>-1</sup>);  $ET_a$ : Mevsimlik bitki su tüketimi (mm);  $ET_m$ : Herhangi bir su kısıtının uygulanmadığı koşulda gerçekleşen mevsim-

lik bitki su tüketimi (mm);  $k_y$ : Verim tepki etmeni

Araştırmada, uygulanan sulama düzeylerinin karpuz meyvesinin bazı kalite özelliklerine olan etkileri de incelenmiştir. Bu özelliklerden kuru madde miktarı refraktometreyle, meyve eti kalınlığı kumpasla, pH değeri pH metreyle ve tek meyve ağırlığı hassas teraziyile ölçülmüştür (Wilbur, 1983).

Konular arasında fark olup olmadığı varyans analizi ile farkın önemli olması durumunda ise bu farkın hangi konular arasında olduğu Duncan testi yapılarak belirlenmiştir. Bu testler SPSS 13.0 (SPSS, 2004) paket programı yardımıyla yapılmıştır.

Bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişkiler Excel programı kullanılarak doğrusal regresyon yöntemi ile belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Bitki su tüketimi değerleri ve uygulanan sulama suyu miktarı

2007 ve 2008 yıllarında karpuzun günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi (ET) değerleri ile uygulanan toplam sulama suyu miktarları (TSS) Çizelge 3'de verilmiştir.

Toprak nem düzeyi takip edilerek, 0-90 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %50'si tüketildiğinde konulara göre sulamaya suyu uygulanmaya başlanmıştır. Buna göre, sulamalara denemenin ilk yılında ekimden 42 gün sonra, ikinci yılında ise ekimden 36 gün sonra başlanmıştır. 2007 yılında vejetatif döneminde (12 Mayıs-24 Haziran) 2, çiçeklenme döneminde (25 Haziran-9 Temmuz) 2, meyve oluşumu döneminde (10 Temmuz-25 Temmuz) 2 ve olgunlaşma-hasat döneminde de (26 Temmuz-15 Ağustos) 3 olmak üzere toplam 9; 2008 yılında vejetatif döneminde (14 Mayıs-22 Haziran) 2, çiçeklenme döneminde (23 Haziran-8 Temmuz) 2, meyve oluşumu döneminde (9 Temmuz-23 Temmuz) 2, olgunlaşma-hasat döneminde (24 Temmuz-14 Ağustos) 2 olmak üzere toplam 8 kez sulama yapılmıştır.

Çizelge 3. 2007 ve 2008 yıllarında karpuzun konulara göre günlük-mevsimlik bitki su tüketim değerleri ve uygulanan toplam sulama suyu miktarları.

Sulama Konuları	Büyüme Dönemlerine Göre Günlük ET (mm/gün)				Mevsimlik ET (mm)	TSS (mm)
	Vejetatif	Çiçeklenme	Meyve Oluşumu	Olgunlaşma ve Hasat		
2007						
S <sub>100</sub>	3.14	7.42	7.69	6.98	516	427
S <sub>80</sub>	3.08	6.57	7.16	4.97	450	352
S <sub>60</sub>	3.06	6.09	6.00	3.85	400	276
S <sub>40</sub>	3.05	5.63	4.71	2.40	341	201
S <sub>20</sub>	3.01	4.31	3.45	1.73	286	125
S <sub>0</sub>	2.99	4.20	3.07	1.14	265	50
2008						
S <sub>100</sub>	1.76	5.46	7.97	7.19	434	379
S <sub>80</sub>	1.71	4.87	6.87	5.85	376	314
S <sub>60</sub>	1.69	4.55	5.50	4.47	320	249
S <sub>40</sub>	1.66	3.97	3.13	2.90	239	184
S <sub>20</sub>	1.64	3.33	1.29	1.47	169	118
S <sub>0</sub>	1.65	3.15	0.61	0.28	130	53

Büyüme dönemlerine göre konuların günlük ET değerleri incelendiğinde, her iki deneme yılında ve tüm büyüme dönemlerinde en yüksek değeri su stresinin uygulanmadığı S<sub>100</sub> konusu almıştır. Vejetatif dönemde konuların günlük ET değerleri birbirine çok yakinken, ilerleyen dönemlerde konular arasındaki fark daha belirgin hale gelmiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde, genel itibariyle en yüksek günlük ET değerleri su stresinin uygulanmadığı (S<sub>100</sub>) veya diğerlerine göre daha az uygulandığı konularda (S<sub>80</sub> ve S<sub>60</sub>) meyve oluşumu dönemine kadar artmış, ardından azalmıştır. Denemenin ilk yılında mevsimlik ET ve TSS değerleri sırasıyla 265-516 mm ve 50-427 mm arasında olurken, ikinci yılında bu değerler 130-434 mm ve 53-379 mm arasında olmuştur. İlk yıldaki ET ve TSS değerlerinin ikinci yıla göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun en önemli sebebinin, 2007 yılında bitki yetiştirme dönemi aylık ortalama sıcaklık değerlerinin 2008 yılına göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 2).

Çeşitli yörelerde yapılan çalışmalarda, karpuz bitkisinde konulara uygulanan en düşük ve en yüksek sulama suyu miktarlarını Sezgin ve ark. (2000) 285.5-432.9 mm, Orta ve ark.

(2003) ilk yılda 47-187 ikinci yılda 74-294 mm, Şimşek ve ark. (2004) denemenin ilk yılında 398-764 ikinci yılında ise 355-709 mm, Kırnak ve ark. (2009) birinci yılda 120-636 mm ve ikinci yılda 127-648 mm, Kırnak ve Doğan. (2009) denemenin ilk yılında 70-660 mm, ikinci yılında ise 75-677 mm olarak bildirmişlerdir. ET değerlerini de Sezgin ve ark. (2000) 343.3-504.6 mm, Şimşek ve ark. (2004) 449-720 ve 417-677 mm, Kırnak ve Doğan (2009) 70-660 ve 75-677 mm olarak bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışma ile diğer çalışmalarda elde edilen sulama suyu ve ET değerleri arasındaki bu farklılığın iklim koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Karpuz verimi

Verilen sulama suyu miktarlarına karşılık elde edilen karpuz verimleri Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, her iki yılda da en yüksek verimin tam sulanan S<sub>100</sub> konusundan elde edildiği görülmektedir. Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre 2007 yılında dört, 2008 yılında beş ve iki yılın ortalamasına göre de altı farklı grup oluşmuştur. Denemenin ikinci yılında elde edilen verim değerleri ilk yıla göre daha yüksek olmuştur. Bu durumun, 2007 yılı mayıs, haziran ve tem-

muz aylarında gerçekleşen ortalama sıcaklık değerlerinin 2008 yılına göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Karpuz bitkisinin optimum yetiştirme sıcaklığı 20-25 °C arasındadır. Ancak özellikle 2007 yılı temmuz ayı ortalama sıcaklık değerinin anılan yetiştirme sıcaklığı üst sınırının yaklaşık 2 °C üzerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Bunun da verimi olumsuz yönde etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Olası diğer bir etken ise karpuzun çiçek yapısının monoik olmasıdır. Bu özelliğinden dolayı kabakgillerin tümünde olduğu gibi karpuz da yüksek oranda yabancı döllenen bir bitkidir. Yabancı döllenen bitkilerde sıcaklık ve oransal nemdeki değişiklik döllenmeye ve dolayısıyla da verim üzerine etkili olmaktadır. Bu etkinin nedeni de yüksek sıcaklıktan dolayı dişiçik tepesinin kuruması ve reseptif (döllenmeye uygun) olmamasıdır (Vural ve ark., 2000).

Çizelge 4. Deneme konularından elde edilen verim değerleri (t ha<sup>-1</sup>).

Sulama Konuları	2007*	2008*	Ortalama*
S <sub>100</sub>	56.34 A	64.82 A	60.58 A
S <sub>80</sub>	42.67 B	56.62 B	49.64 B
S <sub>60</sub>	33.45 C	47.09 C	40.27 C
S <sub>40</sub>	30.03 C	32.92 D	31.47 D
S <sub>20</sub>	14.69 D	25.18 D	19.93 E
S <sub>0</sub>	7.04 D	13.66 E	10.35 F

\* p < 0.05 (Duncan testi)

Not: Aynı sütundaki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.

Yapılan benzer çalışmalarda, verilen sulama suyu miktarına bağlı olarak en düşük ve en yüksek karpuz verimini Sezgin ve ark. (2000) 18.08-54.87 t ha<sup>-1</sup>, Orta ve ark. (2003) ilk yıl 42-90 t ha<sup>-1</sup> ve ikinci yıl 43-75 t ha<sup>-1</sup>, Erdem ve Yüksel (2003) ilk yıl 46.8-103.7 ve ikinci yıl 41.6-89.8 t ha<sup>-1</sup>, McCann ve ark. (2007) 55-95 t ha<sup>-1</sup>, Kırnak ve Doğan (2009) ilk yıl 6.9-34.5 t ha<sup>-1</sup> ve ikinci yıl 7.3-38.2 t ha<sup>-1</sup> olarak elde etmişlerdir. Çalışmalar arasındaki bu farklılıkların bitki çeşidi, tarımsal uygulamalar, iklim ve toprak faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Su kullanım randımanları ve verim tepki etmeni

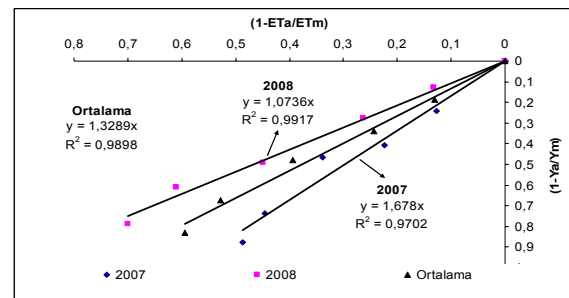
En yüksek su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE)

değerleri, su stresinin uygulanmadığı S<sub>100</sub> konusundan; en düşük değerleri ise susuz konusu olan S<sub>0</sub>'dan elde edilmiştir. İki yılın ortalamasına göre WUE değerleri 6.58 ile 12.94 kg m<sup>-3</sup>, IWUE değerleri de 7.92-12.51 kg m<sup>-3</sup> (S<sub>0</sub> konusu hariç) arasında değişmiştir (Çizelge 5).

Oransal bitki su tüketimi ile oransal verim azalışı arasındaki ilişki p = 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Belirtme katsayıları ilk yıl için %97, ikinci yıl için %99 ve iki yılın ortalamasına göre de %98 olarak tespit edilmiştir. Verim tepki etmeni (ky) 2007 yılında 1.678, 2008 yılında 1.074 ve iki yılın ortalaması da 1.328 olarak bulunmuştur (Şekil 1). Bu değerler de bitki su tüketimindeki azalmaya karşılık verimin de önemli oranda azalacağını göstermektedir.

Karpuzun su kullanım randımanları ve verim tepki etmeni ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda; Sezgin ve ark. (2000) WUE ve ky değerlerinin sırasıyla 5.27-10.87 kg m<sup>-3</sup> ve 1.678-2.724 olduğunu bildirmişlerdir. Erdem ve Yüksel (2003) ky değerini 1.27 olarak tespit etmişlerdir. Şimşek ve ark. (2004) denemelerinin ilk yılında WUE değerleri 9.6-11.7 kg m<sup>-3</sup>, ikinci yılında ise 10.8-13.1 kg m<sup>-3</sup>, IWUE ilk yılda 9.6-11.7 kg m<sup>-3</sup>, ikinci yılda 10.8-13.1 kg m<sup>-3</sup> arasında ve ortalama ky değerini 1.15 olarak bulmuşlardır. Kırnak ve Doğan (2009) WUE değerini ilk yılda 5.23-9.85 kg m<sup>-3</sup>, ikinci yılda 5.64-9.73 kg m<sup>-3</sup>, IWUE değerini 5.43-13.53 kg m<sup>-3</sup> ve 5.88-13.04 kg m<sup>-3</sup> ve verim tepki etmenini (ky) 1.13-1.16 olarak tespit etmişlerdir.

Verilen sulama suyu miktarının mevsimlik bitki su tüketiminin içerisindeki payını gösteren IR<sub>c</sub> değerleri her iki yılda da sulama suyu miktarı ile doğrusal artış göstermiştir. Söz konusu yıllarda en yüksek değer S<sub>100</sub>, en düşük değer S<sub>0</sub> konusundan elde edilmiştir. Ortalamada bu değerler 30 ile 85 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 5).



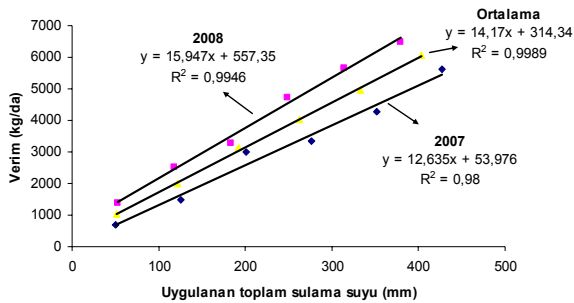
Şekil 1. Verim tepki etmeni.

Çizelge 5. Karpuzun su kullanım randımanları.

Konular	2007 Yılı			2008 Yılı			Ortalama		
	WUE (kg m <sup>-3</sup> )	IWUE (kg m <sup>-3</sup> )	IRc (%)	WUE (kg m <sup>-3</sup> )	IWUE (kg m <sup>-3</sup> )	IRc (%)	WUE (kg m <sup>-3</sup> )	IWUE (kg m <sup>-3</sup> )	IRc (%)
S <sub>100</sub>	10.93	11.53	83	14.95	13.49	87	12.94	12.51	85
S <sub>80</sub>	9.49	10.12	78	15.04	13.68	83	12.26	11.90	81
S <sub>60</sub>	8.36	9.55	69	14.74	13.44	78	11.55	11.49	74
S <sub>40</sub>	8.80	11.44	59	13.77	10.50	77	11.29	10.97	68
S <sub>20</sub>	5.14	6.09	44	14.91	9.74	70	10.03	7.92	57
S <sub>0</sub>	2.66	0.00	19	10.50	0.00	41	6.58	0.00	30

### Bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişki

Konulara uygulanan sulama suyu miktarları ile elde edilen verimler arasındaki ilişki  $p=0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. İlişkiye ait doğrusal regresyon eşitlikleri ve belirtme katsayıları Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre, 2007, 2008 ve iki yılın ortalamasına göre elde edilen belirtme katsayılarının ( $R^2$ ) oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, verimdeki değişimin büyük bölümünün uygulanan sulama suyu ile açıklanabileceğini göstermektedir.

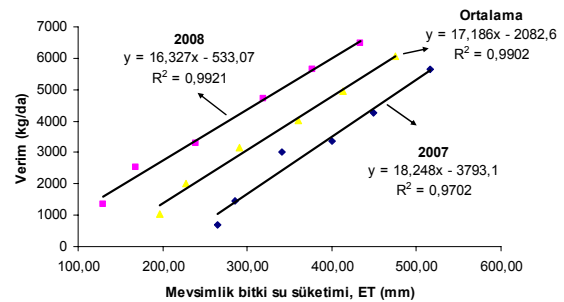


Şekil 2. Sulama suyu ile verim arasındaki ilişki.

Konuların mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ile elde edilen verim değerleri arasındaki ilişki  $p= 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. İlişkiye ait doğrusal regresyon eşitlikleri ve belirtme katsayıları Şekil 3'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde, 2007, 2008 ve iki yılın ortalamasına göre elde edilen belirtme katsayılarının ( $R^2$ ) oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, verimdeki değişimin büyük bölümünün uygulanan sulama suyu miktarında olduğu gibi mevsimlik bitki su tüketimi ile de açıklanabileceğini göstermektedir.

Şimşek ve ark. (2004), iki yıl tekrarlamalı yaptıkları bir çalışmada, sulama suyu ile verim arasındaki  $R^2$  değerlerini 0.91 ve 0.96; mevsimlik ET ile verim arasındaki  $R^2$  değerlerini de 0.85 ve 0.86 olarak bulmuşlardır. Doğan ve ark. (2008), iki yıl yaptıkları denemede, sulama suyu ile verim arasındaki  $R^2$  değerlerini 0.87 ve 0.90 olarak tespit etmişlerdir. Kırnak ve Doğan (2009) ise yaptıkları bir çalışmada, ET ile verim arasındaki  $R^2$  değerini 0.99 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışma ile daha önce yapılmış çalışmalarda bulunan  $R^2$  değerlerini birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Tüm bu sonuçlar ET ve sulama suyu ile verim arasındaki ilişkinin oldukça kuvvetli olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki.

### Karpuz meyvesine ilişkin kalite parametreleri

Her bir konuya ilişkin tek meyve ağırlığı (TMA), meyve çapı (MÇ), meyve boyu (MB), meyve eti kalınlığı (MEK), pH ve suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) Çizelge 7'de verilmiştir. Elde edilen bu kalite parametrelerinden MA, MÇ, MB ve MEK

konulara göre farklılık gösterirken, pH ve SÇKM bakımından konular arasında herhangi bir fark bulunmamıştır. Ancak pH değerlerinin, genel olarak, su stresinin artışıyla beraber rakamsal olarak azaldığı söylenebilir. Su stresinin artışına bağlı olarak TMA, MÇ, MB ve MEK azalımı istatistiksel açıdan önemli ( $p=0.05$ ) bulunmuştur. SÇKM dışındaki tüm kalite parametrelerine ilişkin en yüksek değerler S<sub>100</sub> konusundan elde edilmiştir. TMA, MÇ, MB ve pH parametrelerinde konular arasında en düşük değerler S<sub>0</sub>, MEK'de ise S<sub>20</sub> konusunda bulunmuştur. Elde edilen bulgular, yapılan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Nitekim, Erdem ve Yüksel (2003) karpuz bitkisinde yaptıkları bir çalışmada, sulama miktarıyla meyve boyu ve çapı arasında ilişkinin önemli olduğunu ve en az sulanan konudan elde edilen karpuzlarda toplam şekerin daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Doğan ve ark. (2008), meyve eti kalınlığının su stresinin

önemli bir göstergesi olmadığını belirtmişlerdir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Çanakkale yöresinde damla sulama yöntemi ile sulanan karpuzda su stresinin bitki su tüketimine, su kullanım randımanına, verime ve kalite parametrelerine etkisi araştırılmıştır.

Araştırmada, uygulanan su stresine bağlı olarak karpuz veriminde ve bazı kalite parametrelerinde (pH ve SÇKM dışında) önemli düzeyde değişimler meydana gelmiştir. Bu da, karpuz bitkisinin suya karşı olan duyarlılığının bir göstergesidir.

Topraktaki eksik nemin tam olarak karşılandığı koşullarda, ortalama mevsimlik bitki su tüketimi 475 mm ve uygulanan ortalama toplam sulama suyu miktarı ise 403 mm olarak gerçekleşmiştir. Yine aynı koşullarda, en yüksek günlük bitki su tüketimi, büyüme dönemlerinden meyve oluşumu döneminde meydana gelmiştir.

Çizelge 7. Konulara göre karpuz meyvesine ilişkin kalite parametreleri.

Sulama konuları	Tek meyve ağırlığı (gr)*			Meyve çapı (cm)*			Meyve boyu (cm)*		
	2007	2008	Ortalama	2007	2008	Ortalama	2007	2008	Ortalama
S <sub>100</sub>	4.64 A	6.48 A	5.56 A	19.49 A	22.61 A	21.05 A	21.50 A	24.28 A	22.89 A
S <sub>80</sub>	3.72 B	5.82 B	4.77 B	18.42 A	21.18 B	19.80 AB	20.17 AB	23.72 A	21.94 A
S <sub>60</sub>	3.28 B	4.64 C	3.96 C	17.39 AB	19.94 B	18.67 B	18.80 B	20.56 B	19.68 B
S <sub>40</sub>	2.61 C	3.81 D	3.21 D	15.82 BC	18.42 C	17.12 C	16.04 C	19.24 C	17.64 C
S <sub>20</sub>	1.23 D	2.48 E	1.85 E	13.68 CD	16.32 D	15.00 D	14.41 CD	16.83 D	15.62 D
S <sub>0</sub>	0.92 D	1.68 F	1.30 F	11.73 D	14.76 E	13.25 E	12.54 D	14.94 E	13.74 E

Çizelge 7. (devam)

Sulama konular	Meyve eti kalınlığı (mm)*			pH*			Suda çözünür kuru madde miktarı (%)*		
	2007	2008	Ortalama	2007	2008	Ortalama	2007	2008	Ortalama
S <sub>100</sub>	16.45 A	16.16 A	16.31 A	5.95 NS	5.67 NS	5.81 NS	9.78 NS	10.54 NS	10.16 NS
S <sub>80</sub>	16.24 A	15.78 A	16.01 A	5.93 NS	5.58 NS	5.76 NS	10.06 NS	11.32 NS	10.69 NS
S <sub>60</sub>	13.89 AB	13.71 B	13.80 B	5.91 NS	5.59 NS	5.75 NS	9.33 NS	10.59 NS	9.96 NS
S <sub>40</sub>	12.31 BC	13.33 B	12.82 BC	5.79 NS	5.50 NS	5.65 NS	9.61 NS	10.69 NS	10.15 NS
S <sub>20</sub>	9.89 BC	12.29 B	11.09 BC	5.90 NS	5.49 NS	5.70 NS	10.40 NS	10.60 NS	10.50 NS
S <sub>0</sub>	12.57 C	12.97 B	12.77 C	5.67 NS	5.41 NS	5.54 NS	8.79 NS	11.31 NS	10.05 NS

$p < 0.05$  (Duncan testi), NS: önemsiz

Not: Aynı sütundaki farklı harfler konular arasındaki farkı göstermektedir.



En yüksek su kullanım randımanı, sulama suyu kullanım randımanı ve sulama suyunun bitki su tüketimine oranı sırasıyla 12.94, 12.51 ve %85 olmak üzere S<sub>100</sub> konusundan elde edilmiştir.

Oransal bitki su tüketimine karşılık oransal verim azalışını ifade eden verim tepki etmeni ortalama 1.32 olarak bulunmuştur. Bu da, karpuz üretiminde sulamanın, olanaklar ölçüsünde kısıtlamaya gidilmeksizin yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Gerek bitki su tüketimi ile gerekse uygulanan sulama suyu miktarı ile verim arasında oldukça önemli doğrusal ilişkiler tespit edilmiştir. Sulama suyunun veya bitki su tüketiminin verimdeki değişimin en az %97'sini açıkladığı saptanmıştır.

Sulama konuları arasında kalite parametrelerinden tek meyve ağırlığı, meyve çapı,

meyve boyu ve meyve eti kalınlığı yönünden istatistiksel açıdan farklılık görülürken, pH ve suda çözünür kuru madde miktarı bakımından herhangi bir farklılık görülmemiştir.

Sonuç olarak, 2007 ve 2008 yıllarında yapılan bu çalışma ile karpuz bitkisinde oluşabilecek su stresinin verim ve bazı kalite parametrelerini olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu nedenle, bitkide herhangi bir su stresi meydana gelmeden, uygun zamanda sulamaların yapılması ve her sulamada yeterli miktarda suyun verilmesi oldukça önemlidir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (2007-ZRF-011) tarafından desteklenmiştir.

### **KAYNAKLAR**

- Anonim, 2008. Çanakkale ilinde sebze üretimi. [http://www.canakkaleili.com/sebze\\_uretimi.htm](http://www.canakkaleili.com/sebze_uretimi.htm), Erişim, 2009.
- Benami, A., M.H., Diskin, 1965. Design of sprinkling irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering, Publication 23, Technion, Israel Institute of Technology, Haifa, p.143.
- Blake, G.R., 1965. Bulk density methods of soil analysis. Am. Soc. Agronomy. No:9, Madison, US, p.374-377.
- Doğan, E., H., Kirnak, K., Berekatoğlu, L., Bilgel, A., Surucu, 2008. Water stress imposed on muskmelon (Cucumis Melo L.) with subsurface and surface drip irrigation systems under semi-arid climatic conditions. Irrig Sci., 26, p.131-138.
- Doorenbos, J., A.H., Kassam, 1979. Yield response to water, FAO Irrigation and Drainage paper no.33.
- Erdem, Y., Yüksel, A.N., 2003. Yield response of watermelon to irrigation shortage. Scientia Horticulturae, 98, p.365-383.
- Güngör, Y., A. Z. Erözel ve O. Yıldırım. 1996. Sulama. Ankara Üniv. Ziraat. Fak. Ders Kitabı: 424, Yayın No:1443, s.227.
- Howell, T.A., R.H., Cuenca, K.H., Solomon, 1990 Crop yield response management of farm irrigation systems. In: Hofman, G.J., et al. (Eds.), Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, St. Joseph, MI, p.311-312
- James, L. G., 1988. Principles of farm irrigation systems design. John Wiley and Sons, New York.
- Kanber, R., 1999. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın No: A-52, 459s., Adana.
- Kara, M., 2005. Sulama ve sulama tesisleri, S.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, 268s., Konya.
- Kirnak, H., E., Doğan, 2009. Effect of seasonal water stress imposed on drip irrigated second crop watermelon grown in semi-arid climatic conditions. Irrig.Sci 27, p.155-164.
- Kirnak, H., E., Doğan, Bilgel, L and Berakatoğlu, K., 2009. Effect of preharvest deficit irrigation on second crop watermelon grown in an extremely hot climate. J.Irrig. and Drain. Eng. 135:2, p.141-148.
- McCann, L., E., Kee, J., Adkins, E., Ernest, J., Ernest, 2007. Effect of irrigation rate on yield of drip-irrigated seedless watermelon in a humid region. Scientia Horticulturae 113, p.155-161.
- Orta, A.H., Erdem, Y. and Erdem T., 2003. Crop water stress index for watermelon. Scientia Horticulturae, 98, p.121-130.
- Proietti, S., Y., G., Roupheal, Colla, M., Cardarelli, M.D., Agazio, M., Zacchini, E., Rea, Moscatello, S and Battistelli, A., 2008. Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. J. Sci Food Agric 88: p.1107-1114.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil survey manual. U.S. Dep. Agr. Handbook No:18, U.S. Government Print. Office, Washington.
- SPSS, 2004. Brief Guide. SPSS Inc.,Version 13.0, Chicago, USA.

- Stewart, J.I., R.H., Cuenca, W.O., Pruitt, R.M., Hagan, J., Tosso, 1977. Determination and utilization of water production functions for principal California crops. W-67 CA Contributing Project Report. University of California, Davis, USA.
- Sezgin, F., T., Baş, T., Yoltaş, S., Baş, 2000. "Farklı sulama aralığı ve ekim zamanı uygulamasının karpuzun su-verim ilişkileri üzerine etkisi", 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Eylül, s.443-447, Isparta.
- Şimşek, M., Kaçira, M. And Tonkaz, T., 2004. The effects of different drip irrigation regimes on watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] yield and yield components under semi-arid climatic conditions. Australian Journal of Agricultural Research, 55, p.1149-1157.
- Taskaya, B., and Keskin, G., 2004. Kavun-karpuz. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı 6, Ankara.
- Wilbur, A. G. 1983. Tomato production processing and quality evaluation Avi. Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Vural, H., D., Esiyok, I., Duman, 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetistirme). E.Ü.Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir.