



## Bursa ekolojik koşullarında karpuzun su kullanım etkinliği, verim ve meyve kalitesi üzerine farklı sulama rejimlerinin etkileri

Effects of different irrigation regimes on water use efficiency, yield and fruit quality of watermelon under Bursa ecological conditions

Hayrettin KUŞÇU<sup>1</sup>, Ahmet TURHAN<sup>1</sup>, Neşe ÖZMEN<sup>2</sup>, Pınar AYDINOL<sup>2</sup>, Ali Osman DEMİR<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Uludağ Üniversitesi, Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal üretim Bölümü, 16500 Bursa.

<sup>2</sup> Uludağ Üniversitesi, Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 16500 Bursa.

<sup>3</sup> Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 16059 Bursa.

Sorumlu yazar (*Corresponding author*): H. Kuşçu, e-posta (*e-mail*): kusc@uludag.edu.tr

### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 30 Ekim 2013  
Düzeltilme tarihi 24 Eylül 2014  
Kabul tarihi 15 Ekim 2014

### Anahtar Kelimeler:

Kısıntılı sulama  
Karpuz  
Bitki su tüketimi  
Toplam şeker  
Asitlik

### ÖZ

Bu çalışmada, 2011 ve 2012 yıllarında Bursa ekolojik koşullarında damla sulama ile sulanan karpuz bitkisinde (*Citrullus vulgaris*) farklı sulama miktarlarının bitki su tüketimi, su kullanım etkinliği, verim, bazı verim bileşenleri ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla dört farklı sulama konusu (bitki su tüketiminin % 100'ü (kontrol), % 75'i, % 50'si ve % 25'i) oluşturulmuştur. Topraktaki eksik nemin tam olarak karşılandığı kontrol konusunda, ortalama mevsimlik bitki su tüketimi 505 mm ve uygulanan ortalama toplam sulama suyu miktarı ise 449 mm olarak bulunmuştur. Konulara göre ortalama su kullanım etkinliği 12.68 ile 15.66 kg m<sup>-3</sup> arasında belirlenmiştir. Verim, denemenin ilk yılında konulara göre 37.2-77.9 t ha<sup>-1</sup>, ikinci yılında ise 38.2-80.3 t ha<sup>-1</sup> arasında gerçekleşmiştir. Bitki su tüketimi ile su kullanım etkinliği, uygulanan sulama suyu ile verim ve bitki su tüketimi ile verim arasında anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Verim bileşenlerinden tek meyve ağırlığı, meyve çapı ve meyve boyu değerleri verimle paralel olarak konulara göre farklılık göstermiştir. Kalite parametrelerinden toplam şeker, toplam asitlik ve askorbik asit konulara göre farklılık gösterirken, pH ve suda çözünür kuru madde miktarı konulara göre herhangi bir farklılık göstermemiştir.

### ARTICLE INFO

Received 30 October 2013  
Received in revised form 24 September 2014  
Accepted 15 October 2014

### Keywords:

Deficit irrigation  
Watermelon  
Evapotranspiration  
Total sugar  
Acidity

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of different irrigation regimes on evapotranspiration, water use efficiency, yield, some yield components and fruit quality parameters of watermelon (*Citrullus vulgaris*) irrigated via drip irrigation in Bursa ecological conditions during 2011 and 2012. For this purpose, four different irrigation regimes (100% (control), 75%, 50% and 25% replenishment of soil water depleted) were investigated. Mean seasonal evapotranspiration and mean total irrigation water applied were determined as 505 mm and 449 mm respectively at control treatment, in which the lack moisture of soil was corresponded fully. According to treatments, average water use efficiency was determined between 12.68 kg m<sup>-3</sup> and 15.66 kg m<sup>-3</sup>. With regard to treatments, the fruit yield was found between 37.2 t ha<sup>-1</sup> and 77.9 t ha<sup>-1</sup> in the first year and between 38.2 t ha<sup>-1</sup> and 80.3 t ha<sup>-1</sup> in the second year. It was obtained that there were significant relationships between seasonal evapotranspiration and water use efficiency, seasonal irrigation water applied and fruit yield, and seasonal evapotranspiration and fruit yield. Yield components such as fruit weight, fruit diameter and fruit height were differences statistically with regard to treatments. While quality parameters such as total sugar, total acidity and ascorbic acid were difference statistically with regard to treatments, pH and total soluble solids values were not difference statistically.

## 1. Giriş

Su, gıda güvencesinin en önemli kaynağıdır. Su kaynaklarına olan talepteki hızlı artış, tarımda kullanılan su miktarını kısıtlamakta ve dünya gıda güvenliği tehlikeye girmektedir (Yıldırım 2012). Buna karşın, uygun su yönetim

uygulamaları ile suyla ilişkili sürdürülebilir tarımsal ve ekonomik faaliyetler güvence altına alınabilir. Su kısıtları ve yetersiz su, dünya genelinde bitkisel üretimi olumsuz etkileyen ana faktörlerdir. Kısıntılı sulama uygulamaları, üretim

maliyetlerini azaltma, suyu koruma ve yer altı sularına bitki besin maddeleri ile pestisitlerin karışmasını en az düzeye indirmeye olanak sağlamaktadır. Dünya genelinde bitkisel üretimin büyük çoğunluğunun tarla koşullarında gerçekleştirildiği göz önüne alındığında, kısıntılı sulama uygulamalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Suyun kıt olduğu durumlarda, karpuz yetiştiriciliğinde kısıntılı sulamayı bir yönetim aracı olarak kabul etmek çok etkili olabilecektir. Genelde dünya, özeldense Türkiye genelinde karpuz yetiştiriciliği yapılan alanların çok olması nedeniyle bu uygulamalar özellikle önemlidir.

Kısıntılı sulama bir yönetim aracı olarak kabul edilmeden önce, onun meyve verimi ve kalitesi üzerine etkileri değerlendirilmelidir (Kirda 2002). Karpuz bitkisinin farklı gelişme dönemleri içindeki toprak nem kısıntılarına aynı tepkiyi vermediği bilinmektedir (Doorenbos ve Kassam 1979). Erdem ve Yuksel (2003) karpuzun su stresine en duyarlı döneminin çiçeklenme olduğunu belirlemişlerdir.

Kap buharlaşması ve toprak nem içeriği ölçümleri ya da toprak-su dengesi simülasyonları hem sulama zamanının planlanması hem de uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Nuruddin ve ark. 2003). Söz konusu yöntemler kullanılarak karpuzun sulanması üzerine birçok çalışma yapılmış ve karpuzdan en yüksek verimler genelde yeterli sulama koşullarında saptanmıştır (Clark ve ark. 1996; Çetin ve Nacar 1997; Erdem ve Yuksel 2003; Orta ve ark. 2003; Wang ve ark. 2004; Erdem ve ark. 2005; Ghawi ve Battikhi 2008; Rouphael ve ark. 2008). Erdem ve ark. (2001), Trakya bölgesinde kısıntılı sulanan karpuzun verim, su kullanım etkinliği ve bazı kalite özelliklerini belirlemişlerdir. Şimşek ve ark. (2004), Harran ovası koşullarında, kap buharlaşması yöntemini kullanarak 4 farklı sulama suyu düzeyi altında karpuzun verim ve verim bileşenleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kırnak ve Dogan (2009), Şanlıurfa koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen karpuz bitkisinde, 3 gün aralıklarla topraktan eksilen suyun % 100, % 75, % 50, % 25 ve % 0'ı oranında sulama suyu uygulayarak verim ve bitki su stres indeksini içine alan bazı fizyolojik parametreler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çamoğlu ve ark. (2010), Çanakkale koşullarında yetiştirilen karpuz bitkisinde, toprak nem içeriğini izleyerek 6 farklı sulama konusu (bitki su tüketiminin % 100, % 80, % 60, % 20 ve % 0'ı) oluşturarak su stresinin bitki su tüketimi, su kullanım randımanı ile meyve verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Srinivas ve ark. (1989) kanık sulama ile karşılaştırıldığında damla sulama uygulamaları altında karpuzun daha yüksek kuru madde, suda çözünür toplam kuru madde, toplam şeker, NO<sub>3</sub>-N, N, P, K, Ca ve Mg alımı ve su kullanım etkinliğine sahip olduğunu raporlamışlardır.

Karpuzun sulanması üzerine yapılan çalışmalar, iklim, toprak, topografya, su kaynağı, çeşit, kültürel uygulamalar ile sulama yönetim tekniği ve uygulamalarının, meyve verim ve kalitesi üzerinde farklılıklara neden olduğunu göstermektedir. Ülkemiz genelinde damla sulama uygulamaları altında karpuzun sulanması üzerine yapılan çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Ayrıca, Bursa ilinde damla sulama ile farklı sulama suyu düzeylerine karpuzun tepkisi yeterince araştırılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, Bursa ekolojik koşullarında damla sulama ile uygulanan farklı sulama suyu düzeylerinin, karpuzun bitki su tüketimi, su kullanım etkinliği, verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Uludağ Üniversitesi Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu deneme arazisinde 2011 ve 2012 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma yeri, 40° 02' kuzey enlemi ve 28° 23' doğu boylamında yer almaktadır. Çalışma alanının deniz seviyesinden yüksekliği 22 metredir. Araştırma yeri, Thornthwaite iklim sınıflandırma sistemine göre yarı nemli iklim bölgesi içerisinde yer almaktadır (Feddema 2005). Uzun yıllar ortalama iklim verilerine göre, yıllık yağış miktarı 679 mm ve yıllık ortalama sıcaklık 14.2 °C'dir. Karpuz bitkisinin yetiştirme mevsiminde (Mayıs-Ağustos boyunca) mevsimlik ortalama yağış ve sıcaklık değerleri sırasıyla 95.1 mm ve 21.4 °C'dir. Denemenin yürütüldüğü mevsimlerde bu değerler, 2011 yılında sırasıyla 52 mm ve 23.7 °C, 2012 yılında ise 103 mm ve 22.4 °C olarak gerçekleşmiştir. İklim verileri, deneme alanına yaklaşık 1 km uzaklıkta bulunan Mustafakemalpaşa Meteoroloji İstasyonu'ndan sağlanmıştır.

Denemeler başlamadan önce, 0-120 cm toprak derinliğinin 30'ar cm'lik katmanlarından toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin analiz sonuçlarına göre, bünye, elektriksel iletkenlik, kireç içeriği, pH ve kullanılabilir su tutma kapasitesinin sırasıyla killi-tın, 0.02-0.04 dS m<sup>-1</sup>, % 4-11, 7.7-8.0 ve 183 mm/90cm olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deneme alanı topraklarının derin ve homojen olduğu gözlenmiş ve drenaj sorunu olmadığı saptanmıştır. Su kaynağı olarak, deneme arazi içerisinde bulunan bir artezyen kuyudan yararlanılmıştır. Sulama suyunun elektriksel iletkenliği 1.49 dS m<sup>-1</sup> ve sodyum adsorpsiyon oranı 0.7 olarak belirlenmiştir. Amerikan Tuzluluk Laboratuvarı'na göre su, C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> olarak sınıflandırılmaktadır (US Salinity Laboratory Staff 1954).

Agromar Tohum ve Fide A.Ş.'den alınan Crimson Sweet çeşidi karpuz fideleri, 23 Mayıs 2011 ile 16 Mayıs 2012 tarihlerinde deneme parsellerine dikilmiş ve meyveler pazarlanabilir olgunluğa ulaştıktan sonra 22-30 Ağustos 2011 ile 15-22 Ağustos 2012 tarihlerinde hasat edilmiştir.

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak tasarlanmıştır. Deneme parselleri, 1.2 m sıra aralığı ve 1.0 m sıra üzeri dikim planında 4 sıra bitki içerecek biçimde 4.8 x 5 m = 24 m<sup>2</sup> boyutlarında hazırlanmıştır. Blokların ve aynı blok içindeki parsellerin birbirine olan uzaklıkları 3 m olacak biçimde planlanmıştır. Sulama uygulamaları, kontrol konusunun (S1) bitki kök bölgesinde kullanılabilir toprak neminin (tarla kapasitesi ve solma noktası arasında kalan bölüm) yaklaşık olarak % 30'u tüketildiği zaman yapılmıştır. Diğer deneme konularına (S2, S3 ve S4) kontrol konusuna uygulanan sulama suyunun sırasıyla % 75, 50 ve 25'i kadar su uygulanmıştır. Hasattan yaklaşık 10 gün önce sulamalara son verilmiştir. Denemenin başlangıcında, her parselden 0-90 cm toprak derinliğinden, bozulmuş toprak örnekleri alınarak gravimetrik yöntemle mevcut nem içeriği belirlenmiş ve parseller arasında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Deneme parselleri damla sulama yöntemi ile sulanmış ve Ø16 dış çaplı, basınç regülatörlü, 1 bar basınç altında damlatıcı debisi 3 L/h ve damlatıcı aralığı 40 cm olan PE borular kullanılmıştır. Damla sulama boruları her parsel sırasının yaklaşık olarak 15 cm yakınına yerleştirilmiştir. Sulama zamanı ve miktarının belirlenmesi ile bitki su tüketiminin hesaplanması amacıyla toprak nem gözlemleri, gravimetrik yöntemle yetiştirme mevsimi boyunca tüm parsellerden yapılmıştır. Toprak örnekleri 120 cm toprak profili içerisinde her 30 cm'lik katmandan, her sulama öncesi ve sonrasında alınmıştır. Sulama

uygulamalarında 90 cm'lik etkili kök derinliği esas alınmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının belirlenmesinde Yıldırım ve ark. (2009) tarafından belirtilen eşitlik dikkate alınmıştır. Islatılan alan yüzdesi, Çetin ve Köksal (2012)'de verilen esaslara göre belirlenmiştir. Bitki su tüketimi ise 120 cm'lik toprak derinliği dikkate alınarak bir su dengesi eşitliği ile hesaplanmıştır (Yıldırım ve ark. 2009).

Standart kültürel uygulamalar yetiştirme mevsimleri boyunca yapılmıştır. Toprak analizleri sonucunda yapılan gübreleme önerileri doğrultusunda her iki deneme yılında da deneme parsellerine 5 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 100 kg ha<sup>-1</sup> N, sulama suyuna karıştırılarak verilmiştir.

Hasat edilen karpuz meyveleri sayılarak tek meyve ağırlıkları belirlenmiştir. Bu ağırlıklar üzerinden birim alan başına toplam meyve verimi hesaplanmıştır. Her parselden rastgele seçilen 10 adet karpuz meyvesinde çap ve boy ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra, bu meyve örnekleri üzerinde bazı kalite özellikleri belirlenmiştir. Laboratuara getirilen örnekler kesilerek kabukları soyulmuştur. Toplam suda çözünür kuru madde içeriği (°Briks), 20°C'de bir el refraktometresi (model 60/DR, UK) kullanılarak belirlenmiştir (Tigheelaar 1986). Meyve suyunun pH'ı bir pH metre ile ölçülmüştür. Toplam şeker içeriği (%) analizleri için Luff-Schoorl yöntemi kullanılmıştır (Gormley ve Maher 1990). Toplam asitlik (%), 10 ml örneğin 0.1 M NaOH ile titre edilmesi sonucunda meyve suyundaki sitrik asidin yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Askorbik asit içeriği (mg 100 g<sup>-1</sup>) titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir (AOAC 1984). Su kullanım etkinliği (kg m<sup>-3</sup>) taze meyve veriminin bitki su tüketimine oranlanmasıyla belirlenmiştir.

Verim, verim bileşenleri, meyve kalite özellikleri ve su kullanım etkinliği ile ilişkili tüm veri, IBM® SPSS® (Version 20, Copyright 1989, 2011 SPSS Inc.) istatistik programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. F testi önemli olduğunda, farklı sulama konularından elde edilen parametre ortalamaları % 5 düzeyinde Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır. Ayrıca, belirtilen istatistik programı kullanılarak, su verim ilişkileri için regresyon analizleri yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Uygulanan sulama suyu, bitki su tüketimi ve toprak su içeriği değişimi

Deneme konularına uygulanan mevsimlik sulama suyu miktarı ve karpuzun bitki su tüketimi (ET) sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Denemenin ilk yılında bitkiler 9 kez sulanmış ve konulara göre uygulanan sulama suyu miktarı 119 ile 476 mm arasında değişmiştir. Denemenin ikinci yılında ise bitkiler 8 kez sulanmış ve 106-421 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Yağış miktarındaki dalgalanmalar, yıllar arasında deneme konularına uygulanan sulama sayısı ve miktarında farklılara neden olmuştur. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 295 ile 506 mm arasında değişmiştir. En yüksek mevsimlik bitki su tüketimi, uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak sulama kısıntısı uygulanmayan S1 konusundan elde edilmiştir. Çamoğlu ve ark. (2010) Çanakkale koşullarında kısıntılı ve tam sulanan karpuzun bitki su tüketiminin 169 ile 516 mm arasında değiştiğini saptamışlardır. Özmen ve ark. (2014), Çukurova koşullarında damla sulama ile sulanan aşıllı ve aşızsız karpuzlarda bitki su tüketiminin 433 ile 521 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Söz konusu araştırmalardan elde edilen bitki su tüketimi değerleri, bu çalışmada elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

Tam sulama uygulanan deneme konusu parsellerinde, 90 cm'lik etkili kök derinliğinde toprak su içeriği 440 ile 505 mm arasında değişmiştir. Diğer deneme konularında ise yağış ve uygulanan sulama suyuna bağlı olarak dalgalanmalar olmuş, ancak deneme konularının hiç birinde toprak su içeriği solma noktasının altına düşmemiştir (Şekil 1).

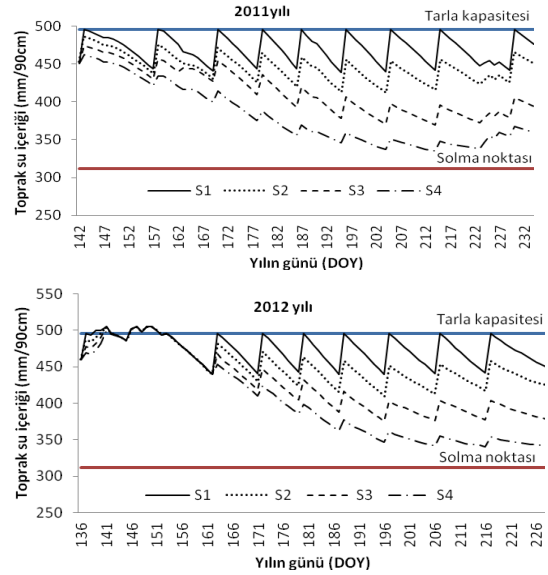
Çizelge 1. Uygulanan sulama suyu ve mevsimlik bitki su tüketimi.

Table 1. Seasonal irrigated water applied and seasonal evapotranspiration.

Yıl	Konu	Uygulanan sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Sulama suyu tasarrufu (%)	Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)	Su kullanım etkinliği (mm)
2011	S1	476	52	-	504	15.46 b**
	S2	357	25	25	422	15.47 b
	S3	238	50	50	370	15.59 a
	S4	119	75	75	295	12.61 c
2012	S1	421	103	-	506	15.86 b**
	S2	316	25	25	426	16.49 a
	S3	212	50	50	373	15.60 c
	S4	106	75	75	300	12.74 d

\*\* % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

S1: Bitki su tüketiminin % 100'ü oranında sulamayı simgelemektedir. S2, S3 ve S4 ise S1 konusuna uygulanan suyun sırasıyla % 75, % 50 ve % 25'i oranında sulamayı simgelemektedir.



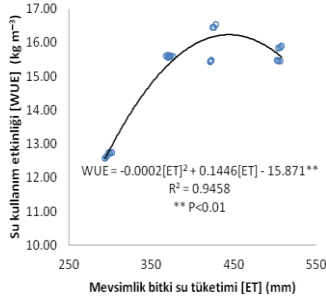
Şekil 1. Toprak su içeriğindeki değişimler.

Figure 1. Variation of soil moisture for each treatment.

#### 3.2. Su kullanım etkinliği

Su kullanım etkinliği (SKE) değerleri yıllara göre farklılık göstermiştir (Çizelge 1). Genellikle az ve orta derecede sulama suyu kısıntıları SKE değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. En yüksek SKE, denemenin ilk yılında % 50 düzeyinde sulama suyu stresi uygulanan S3 konusundan, ikinci yıl ise % 25 düzeyinde stres uygulanan S2 konusundan elde edilmiştir. Tam sulama konusuna uygulanan suyun %75'i oranında göreceli sert su stresi, her iki deneme yılında da en düşük SKE vermiştir. Erdem ve ark. (2001) tarafından elde edilen SKE değerleri (17.10-30.32 kg m<sup>-3</sup>) bu çalışmada elde edilen değerlerden daha yüksek olmak birlikte, % 50 düzeyinde su stresi koşullarında daha yüksek SKE elde edilebileceği bu araştırmacılar tarafından raporlanmıştır. Söz konusu araştırmacıların elde ettiği değerlerin daha yüksek olmasının nedeni, iklim ve toprak özelliklerine bağlı olarak elde edilen verimdeki farklılıklar olabilir.

Mevsimlik bitki su tüketiminin SKE üzerindeki etkisi, yapılan regresyon analizi ile % 1 olasılık düzeyinde önemli bulunmuş ve bu iki parametre arasındaki ilişki 2.dereceden polinom biçiminde bir denklemle açıklanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Mevsimlik bitki su tüketimi ile su kullanım etkinliği arasındaki ilişki (iki yıllık birleştirilmiş veri).

Figure 2. Relationship between seasonal crop evapotranspiration and water use efficiency (two-year combined data).

### 3.3. Verim ve verim bileşenleri

Meyve verimi, tek meyve ağırlığı ile meyve çapı ve boyuna ilişkin sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Değerlendirilen verim ve verim bileşenleri üzerinde yıllar, sulama miktarı ve yıl × sulama miktarı etkileşimleri arasında % 1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Çizelge incelendiğinde, her iki yılda da en yüksek verimin tam sulama uygulanan deneme konusundan elde edildiği görülmektedir. Denemenin ikinci yılında elde edilen verim ve verim bileşenleri ilk yıla göre daha yüksek olmuştur. Bu durumun yıllar arasındaki sıcaklık ve yağış farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha önce yapılan benzer çalışmalarda, karpuz verimini, Sezgin ve ark. (2000) 18.08-54.87 t ha<sup>-1</sup>, Orta ve ark. (2003) 42.0-90.0 t ha<sup>-1</sup>, Erdem ve Yüksel (2003) 41.6-103.7 t ha<sup>-1</sup>, McCann ve ark. (2007) 55-95 t ha<sup>-1</sup>, Kırnak ve Dogan (2009) 6.9-38.2 t ha<sup>-1</sup> ve Çamoğlu ve ark. (2010) 7.0-64.8 t ha<sup>-1</sup> olarak elde etmişlerdir. Bitki çeşidi, sulama ve gübreleme gibi tarımsal uygulamalar, iklim ve toprak özellikleri gibi etmenler, literatürde raporlanan verimler arasındaki farklılıkların nedeni olabilir. Leskovar ve ark. (2003) uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak, çeşitlere göre verimde önemli farklılıklar raporlamışlardır.

Sulama konularının verim bileşenleri üzerindeki etkileri, verimdeki etkisine paralellik göstermiştir. En yüksek tek meyve ağırlığı ile meyve çapı ve boyu her iki deneme yılından da bitki su tüketiminin tam olarak karşılandığı koşulda elde edilmiş ve su stresi arttıkça değerler azalma göstermiştir (Çizelge 2). Daha önce yapılan çalışmalarda verim bileşenlerine ilişkin elde edilen bulgular, bu çalışmadan elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir (Proietti ve ark. 2008; Çamoğlu ve ark. (2010).

### 3.4. Su-verim ilişkileri

Mevsimlik uygulanan sulama suyu miktarı ile verim arasındaki ilişki % 1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve 2. dereceden polinom biçiminde bir regresyon eşitliği saptanmıştır (Şekil 3). İki yıllık birleştirilmiş veri kullanılarak elde edilen regresyon eşitliğine ilişkin belirtme katsayısının (R<sup>2</sup>=0.96) oldukça yüksek olması, verimdeki değişimin büyük ölçüde sulama suyu ile belirlenebileceğini göstermektedir. Diğer taraftan, iki yıllık birleştirilmiş veri kullanılarak, mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasında % 1 olasılık düzeyinde doğrusal bir ilişki elde edilmiştir (Şekil 4).

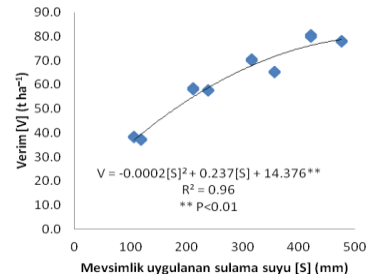
Bu ilişki, mevsimlik bitki su tüketiminin her birim artışına karşılık aynı oranda verimin de artış göstereceğini açıklamaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda hem sulama suyu hem de bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal ilişkiler saptanmıştır (Erdem ve ark. 2001; Çamoğlu ve ark. 2010). Buna göre, araştırmacıların uygulanan su ile verim arasında elde ettiği bulgular, bu çalışmadan elde edilen bulgudan farklılık gösterirken, su tüketimi ile verim arasındaki bulgu benzerlik göstermektedir. Söz konusu farklılığın nedeninin, bitkinin kritik gelişme dönemleri içerisinde düşen yağışların çalışma alanlarına göre farklılık göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Sulama konularının verim ve verim bileşenleri.

Table 2. Yield components of the irrigation treatments.

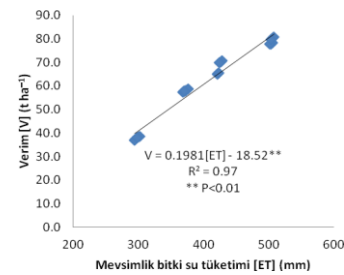
Sulama konusu	Verim (t ha <sup>-1</sup> )	Tek meyve ağırlığı (kg)	Meyve çapı (cm)	Meyve boyu (cm)
2011 yılı				
S1	77.9 a <sup>1</sup>	7.1 a	24.8 a	27.3 a
S2	65.2 b	5.9 b	21.3 b	23.5 b
S3	57.7 c	5.2 c	19.9 c	21.9 c
S4	37.2 d	3.4 d	15.9 d	17.5 d
Varyasyon katsayısı (%)	25.8	25.9	16.3	16.2
2012 yılı				
S1	80.3 a	7.3 a	25.5 a	28.1 a
S2	70.2 b	6.4 b	23.0 b	25.3 b
S3	58.2 c	5.3 c	20.1 c	22.1 c
S4	38.2 d	3.5 d	16.3 d	18.0 d
Varyasyon katsayısı (%)	26.5	26.3	16.8	16.7
Yıllar (Y)	**	**	**	**
Sulama miktarı (S)	**	**	**	**
Y × S	**	**	**	**

1: Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, Duncan’ın çoklu karşılaştırma testine göre 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.  
\*\* : F testine göre p < 0.01 düzeyinde önemlidir.  
S1: Bitki su tüketiminin % 100’ü oranında sulamayı simgelemektedir. S2, S3 ve S4 ise S1 konusuna uygulanan suyun sırasıyla % 75, % 50 ve % 25’i oranında sulamayı simgelemektedir.



Şekil 3. Mevsimlik uygulanan sulama suyu ile verim arasındaki ilişki (iki yıllık birleştirilmiş veri).

Figure 3. Relationship between seasonal irrigation water applied and yield (two-year combined data).



Şekil 4. Mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki (iki yıllık birleştirilmiş veri).

Figure 4. Relationship between seasonal crop evapotranspiration and yield (two-year combined data).

### 3.5. Meyve kalite özellikleri

Sulama suyu miktarlarının karpuz meyvesinin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi Çizelge 3'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, yıllar, sulama miktarı ve yıl × sulama interaksiyonlarının karpuzun askorbik asit içeriği üzerinde etkisi % 1, toplam asitlik ve toplam şeker üzerindeki etkisi % 5 olasılık düzeyinde önemli olduğu saptanırken söz konusu faktörlerin suda çözünür kuru madde ve pH üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 3.** Sulama konularının taze karpuz meyvesinin kalite özellikleri üzerine etkisi.

**Table 3.** Effect on quality parameters of watermelon fruit of the irrigation treatments.

Sulama konusu	Suda çözünür kuru madde (*Briks)	Toplam şeker (%)	Toplam asitlik (%)	pH	Askorbik asit (mg 100 g <sup>-1</sup> )
2011 yılı					
S1	9.2	7.50 b	0.44 b	5.4	7.44 c
S2	9.6	7.83 a	0.45 b	5.5	8.67 a
S3	10.0	7.98 a	0.48 a	5.3	8.10 b
S4	10.4	8.15 a	0.49 a	5.3	7.63 c
Varyasyon katsayısı (%)	6.81	3.55	4.90	1.79	6.34
2012 yılı					
S1	9.5	7.70 c	0.43 b	5.5	7.52 d
S2	9.5	7.95 b	0.45 ab	5.4	8.65 a
S3	10.1	8.13 a	0.45 ab	5.4	8.42 b
S4	10.3	8.23 a	0.47 a	5.3	7.80 c
Varyasyon katsayısı (%)	4.75	2.81	3.99	1.47	5.90
Yıllar (Y)	ns	*	*	ns	**
Sulama miktarı (S)	ns	*	*	ns	**
Y × S	ns	*	*	ns	**

<sup>1</sup> Aynı sütun içerisinde farklı harflerle gösterilen ortalama değerler, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

\*\* F testine göre p < 0.01 düzeyinde önemlidir.

\* F testine göre p < 0.05 düzeyinde önemlidir.

ns: F testine göre p < 0.05 düzeyinde önemsizdir.

S1: Bitki su tüketiminin % 100'ü oranında sulamayı simgelemektedir. S2, S3 ve S4 ise S1

konusuna uygulanan suyun sırasıyla % 75, % 50 ve % 25'i oranında sulamayı simgelemektedir.

Suda çözünür kuru madde değerleri 9.2 ile 10.4 °Briks arasında değişmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerler, daha önce karpuz için raporlanan değerlerle (7.3-10.7 °Briks) uyumludur (Erdem ve ark. 2001; Çamoğlu ve ark. 2010; Turhan ve ark. 2012). Kaya ve ark. (2003) Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen karpuzda biraz daha yüksek değerler (10.5-12.6 °Briks) belirlemişlerdir. Bunun nedeni kullanılan çeşit ve ekolojik koşullardaki farklılıklar olabilir. Wang ve ark. (2004) meyvedeki toplam şekerin artışına bağlı olarak suda çözünür kuru madde içeriğinin de arttığını belirtmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular bu yargıyı destekler niteliktedir. Yıllara göre meyvedeki toplam şeker içeriği değerlerinde farklılıklar oluşmuştur. Denemenin ilk yılında kısıntılı sulama uygulamalarından elde edilen toplam şeker içeriği değerleri arasında farklılık oluşmamış ve tam sulama konusuna göre daha yüksek değerler saptanmıştır. Denemenin ikinci yılında ise 3 farklı grup oluşmuş ve tam sulama konusuna uygulanan sulama suyunun % 25 ve % 50'si oranında su uygulanan deneme konularından en yüksek toplam şeker içeriği elde edilmiştir. Bu uygulamaları % 75 oranında sulama suyu uygulanan deneme konusu izlemiş ve en düşük toplam şeker içeriği tam sulama uygulanan deneme konusundan elde edilmiştir (Çizelge 3).

Toplam asitlik değerleri genellikle kısıntılı sulamanın derecesindeki artışla artmış, 2010 yılında en yüksek değerler S3 ve S4 konularından, 2011 yılında ise en yüksek S4 konusundan elde edilmiştir (Çizelge 3.). Meyvelerin pH değerleri üzerinde sulamanın etkisi önemli bulunmamıştır. Bu çalışmada elde

edilen toplam asitlik değerleri genellikle daha önce raporlanan değerlerle uyumludur (Erdem ve ark. 2001; Proietti ve ark. 2008; Turhan ve ark. 2012).

Sulama uygulamalarının askorbik asit üzerindeki etkileri yıllara göre istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık göstermesine karşın, her iki deneme yılında da en yüksek askorbik asit içeriği tam sulamaya göre % 25 oranında kısıntı uygulanan S2 konusundan elde edilmiştir. Bu durum, görece hafif düzeyde su stresinin askorbik asit içeriğini artırdığını göstermektedir. Denemenin ilk yılında en düşük askorbik asit içeriği S1 ve S4 konularından (P<0.05 düzeyinde önemsiz), ikinci yıl ise tam sulama uygulanan S1 konusundan elde edilmiştir.

## 4. Sonuç

Bursa ekolojik koşullarında yürütülen bu çalışmada, damla sulama ile uygulanan farklı sulama suyu miktarlarının karpuz meyvesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. En yüksek verim, meyve ağırlığı, meyve çapı ve meyve boyu bitki su tüketiminin tam olarak karşılandığı koşulda elde edilmiştir. Farklı sulama rejimleri, pH ve suda çözünür toplam kuru madde içeriği gibi meyve kalite özellikleri üzerinde önemli bir etki oluşturmazken, toplam şeker, toplam asitlik ve askorbik asit değerlerini farklı olarak etkilemiş ve genel olarak sulama suyu miktarındaki azalma ile söz konusu kalite özelliklerinde artış saptanmıştır. İki yıllık çalışma sonuçlarının ortalamasına göre en yüksek ortalama su kullanım etkinliği % 25 oranında sulama suyu kısıntısı uygulanan sulama rejiminden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, suyun yeterli olduğu koşullarda bitki su tüketiminin tamamının karşılanacağı biçimde sulama yapılması önerilmektedir. Sulama suyu kısıntısının yapılması gerekli olduğu ve kimi kalite özelliklerinin iyileştirilmesi yönü dikkate alındığında ise bitki su tüketiminin % 75'i oranında sulama suyu uygulanması önerilebilir. Bu koşulda % 25 oranında sulama suyunun tasarruf elde edilebilir, görece meyve kalitesinde artış sağlanabilir, ancak ortalama olarak % 14 oranında bir verim kaybı göz önüne alınmalıdır.

## Teşekkür

Arazi ve laboratuvar çalışmalarının yürütülmesinde sağladığı olanaklar nedeniyle Uludağ Üniversitesi Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu Müdürlüğüne ve laboratuvar olanaklarını sağlayan Mustafakemalpaşa Tat Konserve Fabrikası yöneticilerine teşekkür ederiz.

## Acknowledgment

We are grateful to directorate of Mustafakemalpaşa Vocational School of Uludağ University for providing land and laboratory facilities, and to managers of Mustafakemalpaşa TAT Canned Company Inc. for providing laboratory facilities.

## Kaynaklar

- AOAC (1984) Vitamin C (Ascorbic Acid) in vitamin preparations and juices: 2,6-Dichloroindophenol titrimetric method. Washington DC, Association of Official Analytical Chemists, p. 844-845.
- Clark GA, Maynard DN, Stanley CD (1996) Drip irrigation management for watermelon in a humid region. Applied Engineering in Agriculture 12(3): 335-340.
- Çamoğlu G, Aşık Ş, Genç L, Demirel K (2010) Damla sulama ile sulanan karpuzda su stresinin bitki su tüketimine, su kullanım

- randımına, verime ve kalite parametrelerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 47(2): 135-144.
- Çetin Ö, Nacar AS (1997) Harran ovasında karpuzun alttan sızdırma sulama sistemiyle sulama olanakları. GAP I. Sebze Tarımı Sempozyumu, Şanlıurfa, s. 2017-222.
- Çetin Ö, Köksal ES (2012). Damla sulamada bitki su tüketimi tahminindeki yaklaşımlar. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Cilt 1, İzmir, s. 109-116.
- Doorenbos J, Kassam AH (1979) Yield response to water. United Nations FAO Publication no.33, Rome.
- Erdem Y, Yuksel AN, Orta H (2001) The effects of deficit irrigation on watermelon yield, water use and quality characteristics. Pakistan Journal of Biological Sciences 4(7): 785-789.
- Erdem Y, Yuksel AN (2003) Yield response of watermelon to irrigation shortage. Scientia Horticulturae 98: 365-383.
- Erdem Y, Erdem T, Orta AH, Okursoy H (2005) Irrigation scheduling for watermelon with crop water stress index (CWSI). Journal of Central European Agriculture 4: 449-460.
- Feddema JJ (2005) A revised Thornthwaite-type global climate classification. Physical Geography 26(6): 442-466.
- Ghawi I, Battikhi AM (2008) Watermelon (*Citrullus lanatus*) production under mulch and trickle irrigation in the Jordan valley. Journal of Agronomy and Crop Science 156 (4): 225-236.
- Gormley TR, Maher MJ (1990) Tomato fruit quality-an interdisciplinary approach. Professional Horticulture 4(3): 107-112.
- Kaya C, Higgs D, Kirnak H, Tas I (2003) Mycorrhizal colonisation improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) grown under well-watered and water-stressed conditions. Plant and Soil 253: 287-292.
- Kirda C (2002) Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. In: FAO, deficit irrigation practices. FAO water report no. 22. FAO, Rome, Italy, pp. 3-10.
- Kirnak H, Dogan E (2009) Effect of seasonal water stress imposed on drip irrigated second crop watermelon grown in semi-arid climatic conditions. Irrigation Science 27: 155-164.
- Leskovar DI, Bang H, Kolenda K, Franco JA, Perkins-Veazie P (2003) Deficit irrigation influences yield and lycopene content of diploid and triploid watermelon. Acta Horticulturae (ISHS) 628: 147-151.
- McCann L, Kee E, Adkins J, Ernest E, Ernest J (2007) Effect of irrigation rate on yield of drip-irrigated seedless watermelon in a humid region. Scientia Horticulturae 113: 155-161.
- Nuruddin MM, Madramootoo CA, Dodds GT (2003) Effects of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. HortScience 38(7): 1389-1393.
- Orta AH, Erdem Y, Erdem T (2003) Crop water stress index for watermelon. Scientia Horticulturae 98: 121-130.
- Özmen S, Kanber R, Sarı N, Ünlü M (2014) Damla sulama koşullarında aşılı ve aşısız karpuzlarda bitki, su ve verim ilişkilerinin irdelemesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 2: 141-153.
- Proietti S, Roupheal Y, Colla G, Cardarelli M, De Agazio M, Zacchini M, Rea E, Moscatello S, Battistelli A (2008) Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. Journal of the Science of Food and Agriculture 88: 1107-1114.
- Roupheal Y, Cardarelli M, Colla G (2008) Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. HortScience 43(3): 730-736.
- Sezgin F, Baş T, Yoltaş T, Baş S (2000) Farklı sulama aralığı ve ekim zamanı uygulamasının karpuzun su-verim ilişkileri üzerine etkisi. 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, Isparta, s. 443-447.
- Srinivas K, Hegde DM, Havanagi GV (1989) Irrigation studies on watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum et Nakai). Irrigation Science 10: 293-301.
- Şimşek M, Kaçira M, 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(11): 1149-1157.
- Tigheelaar EC (1986) Tomato breeding. In: Basset MJ. Breeding vegetables crops. pp.135-171.
- Turhan A, Ozmen N, Kuscu H, Serbeci MS, Seniz V (2012) Influence of rootstocks on yield and fruit characteristics and quality of watermelon. Horticulture, Environment, and Biotechnology 53(4): 336-341.
- US Salinity Laboratory Staff (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Department of Agriculture, Handbook 60.
- Wang Y, Xie ZK, Li F, Zhang Z (2004) The effect of supplemental irrigation on watermelon (*Citrullus lanatus*) production in gravel and sand mulched fields in the Loess Plateau of northwest China. Agricultural Water Management 69: 29-41.
- Yıldırım O, Halloran N, Çavuşoğlu Ş, Şengül N (2009) Effects of different irrigation programs on the growth, yield, and fruit quality of drip-irrigated melon. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 33:243-255.
- Yıldırım O (2012) Türkiye’de sulama uygulamalarında geleceğe bakış. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu Cilt 1, İzmir, s. 3-10.