

## Aydın Ovası koşullarında farklı pamuk çeşitlerinde damla sulama yöntemiyle oluşturulan su stresinin su-verim ilişkileri üzerine etkileri

Necdet DAĞDELEN<sup>1</sup> Talih GÜRBÜZ<sup>2</sup> Safiye Pınar TUNALI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Aydın

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Koçarlı Meslek Yüksek Okulu, Aydın

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ndagdelen@adu.edu.tr

ORCID:0000-0002-7116-3718

Makale Bilgisi/Article Info  
Derim, 2019/36(1):64-72  
doi:10.16882/derim.2019.546686

Araştırma Makalesi/Research Article  
Geliş Tarihi/Received: 29.03.2019  
Kabul Tarihi/Accepted:23.05.2019



### Öz

Bu çalışma, kısıntılı sulamanın Carisma ( $V_1$ ), Candia ( $V_2$ ) ve Gloria ( $V_3$ ) pamuk çeşitlerinde su-verim ilişkileri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2018 yılında, Aydın Ovası koşullarında yürütülmüş olan denemede üç tekerrürlü iki faktörlü tesadüf blokları deneme deseni kullanılmıştır. Denemede 8 gün aralığında A Sınıfı Buharlaşma Kabi'ndan oluşan toplam buharlaşmanın %100, %67, %33 ve %0'ı damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Uygulanan sulamalar pamuk kütlü verimini önemli düzeyde etkilemiştir. Çeşitlere göre pamukta mevsimlik bitki su tüketimi 206-826 mm arasında değişmiştir. Ortalama pamuk kütlü verimi ise 187-630 kg da<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Ortalama pamuk kütlü verimi su kısıntısı uygulanmayan  $S_1$  (Carisma- $V_1$ ) konusundan 630 kg da<sup>-1</sup> olarak sağlanmıştır. Kütlü verimi açısından Carisma ( $V_1$ ) çeşidi Candia ( $V_2$ ) ve Gloria ( $V_3$ ) çeşidinden daha yüksek verim vermiştir. Ortalama su kullanım randımanı (WUE) değerleri 0.735-1.134 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Verim tepki etmeni ( $k_y$ ) sırasıyla 0.75 (Carisma- $V_1$ ) ve 0.80 (Candia- $V_2$ ) ve 0.78 (Gloria- $V_3$ ) olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, su kaynağının sınırlı olmadığı koşullarda Carisma ( $V_1$ ) çeşidinde sulama suyunun tam uygulandığı  $S_1$  konusunun en iyi sulama konusu olduğu söylenebilir. Su kaynaklarının yetersiz olduğu şartlarda ise %67 düzeyinde su uygulanan  $S_2$  konusunun (Carisma- $V_1$ ), verim ve WUE açısından uygun olacağı sonucuna varılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Pamuk; Kısıntılı sulama; Su kullanım randımanı; Verim azalma oranı

### Response of different cotton cultivars to water stress on water-yield relations under drip irrigation conditions in Aydın Plain

#### Abstract

In order to observe the effects of deficit irrigation on water-yield relations and water use efficiency of Carisma ( $V_1$ ), Candia ( $V_2$ ) and Gloria ( $V_3$ ) cotton cultivars, a field trial was conducted in year 2018 at the Aydın plain conditions. The trial was designated in randomized complete block design with two factors and three replications. In the trials, irrigation water was applied to cotton cultivars using drip irrigation method as 100%, 67%, 33% and 0% of evaporation from Class A Pan corresponding to 8-day irrigation frequencies. The applications of water significantly affected raw cotton yield. The seasonal water use of cotton varied between 206 and 826 mm according to cultivars. The average raw cotton yield varied from 187-630 kg da<sup>-1</sup>. The highest average raw cotton yield was obtained from  $S_1$  treatment (Carisma- $V_1$ ) as averaging 630 kg da<sup>-1</sup>. It was determined Carisma ( $V_1$ ) cultivar performed higher yields than Candia ( $V_2$ ) and Gloria ( $V_3$ ). Average water use efficiency (WUE) values varied between 0.735 and 1.134 kg m<sup>-3</sup>. Yield response factor ( $k_y$ ) was found to be 0.75 for Carisma ( $V_1$ ) 0.80 for Candia ( $V_2$ ) and 0.78 for Gloria ( $V_3$ ). It may be concluded that the treatment which gave the best performance whether for water saving or for high WUE was treatment  $S_1$  (Carisma- $V_1$ ) when the water was abundant. In the case of water scarcity,  $S_2$  (Carisma- $V_1$ ) treatment resulted in reasonable yield and WUE.

**Keywords:** Cotton; Deficit irrigation; Water use efficiency; Yield response factor

### 1. Giriş

Günümüz teknolojilerindeki gelişimle beraber yeni alanların sulamaya açılması, mevcut sulanabilir alanlarda birden fazla ürün yetiştiriciliğinin giderek artması, yerüstü ve

yeraltı su kaynaklarının giderek marjinal hale gelmesi, sulama suyuna olan ihtiyacın önemini bir kat daha artırmıştır. Bu durum tarımda kullanılan temiz su kaynaklarının daha doğru ve etkin kullanımını öne çıkarmaktadır. Özellikle Ege Bölgesi gibi sulama sezonunda su

kaynaklarının çoğunlukla yetersiz olduğu koşullarda sulama suyunun kontrollü bir şekilde uygulanması önem kazanmaktadır.

Pamuk yetiştiriciliğinde lif verimini ve kalitesini belirleyen faktörlerin başında yeterli sulama gelmektedir. Diğer kültür bitkileri ile karşılaştırıldığında pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), sıcaklık ve su stresine karşı oldukça toleranslıdır. Ancak; oluşan kuraklığın süresine ve kuraklığın meydana geldiği döneme bağlı olarak pamukta kütlü verimi azalışı %70-80 oranında gerçekleşebilir. Gelecekte ortaya çıkacak kuraklığın da etkisiyle bu açığın daha da artması beklenmektedir. Bu nedenle, verim kaybının önlenmesi için alınacak tedbirler arasında, kuraklığa dayanıklı pamuk çeşitlerinin ekilmesi ve uygun sulama programının belirlenmesi ilk sırada yer almaktadır. Çeşitli ıslah çalışmaları ile verim kapasitesi yüksek ve kuraklık stresine dayanıklı pamuk çeşitleri geliştirilmiş bunların ovadaki ekim alanları giderek yaygınlaşmıştır. Ancak bu çeşitlere ilişkin uygun sulama programı yeterli düzeyde değildir. Genel olarak su kaynaklarının kıt olduğu koşullarda yetiştirilen pamuk çeşitleri için damla sulama yöntemi kullanılarak sulama suyunun etkin kullanıldığı uygun sulama programlarının yapılması zorunludur. Ancak diğer bölgelerde olduğu gibi Ege Bölgesinde özellikle Aydın koşullarında pamuk yetiştiriciliğinde yaygın olarak yüzey sulama yöntemleri uygulanmaktadır. Bu tür sulama yöntemlerinde su kayıplarının fazla olması nedeniyle genelde sulama randımanı düşük olmaktadır.

Küresel iklim değişikliği ile birlikte, daha önce yapılan çalışmalarda da belirtildiği gibi kurak periyodun başlaması ile birlikte Türkiye'de kuraklıktan en fazla etkilenecek bölgeler arasında Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri bulunmaktadır (Türkeş, 2008). Buna karşın Türkiye'deki pamuk üretimimizin yaklaşık %78'i Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%50) ve Ege Bölgesinde (%28) gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla gelecekte ortaya çıkacak kuraklıktan Türkiye'de yetiştirilen endüstri bitkileri içerisinde pamuk ilk sırayı alacaktır (İsoçu ve Başal, 2016). Toprak nem koşullarına karşı oldukça duyarlı olan pamuk bitkisinin su ihtiyacı, iklim koşulları, gelişme dönemi ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu durum, su ihtiyacının doğal yağışlarla karşılanarak yetiştirildiği bölgelerde

bile, kritik dönemlerde sulamanın oldukça yararlı olduğu ortaya konmuştur. Bu nedenle, yazlık bitkilerden olan pamuğun sulanması, yetiştirilen bölgenin iklim özellikleri ne olursa olsun, en temel ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir. Bitki su isteklerinin belirlenmesi için yapılan araştırmalar, sulu koşullarda yetiştirilen pamuk bitkisinde susuz koşullarda yetiştirilene oranla 3-4 kat daha fazla verim elde edildiğini ortaya çıkarmıştır. Sulama zamanı ve suyun verilmiş biçiminin de pamuk bitkisi için oldukça önemli olduğu da bu konuda yapılan araştırmalarda belirtilmiş, fazla su uygulamasının da verim azalması ve toprağın çoraklaşması gibi olumsuz sonuçlar doğurduğu belirlenmiştir (Tüzel ve Ul, 2003; Doorenbos ve Kassam, 1979). Tüm bu sonuçlar pamukta sulamanın ne kadar önemli olduğunun bir göstergesidir.

Pamuğun Türkiye'deki ekim alanı yıllara göre değişmekle 420 ile 700 bin ha, lif üretimi ise ortalama olarak 380 ile 850 bin ton arasında değişmektedir. Pamuk ekim alanlarının azalması ile Türkiye, başlıca pamuk ithalatçısı ülkelerden biri konumuna gelmiştir. Türkiye, her yıl 700-850 bin ton pamuk ithal etmekte ve bunun karşılığı olarak yıllara göre değişmekle birlikte büyük miktarda döviz kaybı yaşanmaktadır (İsoçu ve Başal, 2016). Tüm yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı pamuk ekimi ülkemiz koşullarında teşvik edilmeli; özellikle damla sulama uygulamaları ve buna bağlı sulama programları bölge koşulları için yaygınlaştırılmalıdır. Buna göre ele alınan çalışmanın temel amacı; bölgemizde en fazla ekim alanına sahip Carisma ( $V_1$ ), Candia ( $V_2$ ) ve Gloria ( $V_3$ ) pamuk çeşitleri için damla sulama yöntemi ile uygun sulama programını oluşturmak; su-verim ilişkilerini ve su kullanım etkinliğini incelemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Güney Kampüsü'ndeki Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde tarla koşullarında yürütülmüştür. Deneme alanı konum itibarıyla Aşağı Büyük Menderes Havzası'nda, 37°51' kuzey enlemi ile 27°51' doğu boylamı üzerinde yer almaktadır (Anonim, 1995). Aydın bölgesinde tipik Akdeniz iklimi görülmekte olup uzun yıllar ortalama yağış miktarı 645.1 mm'dir. Bölgeye yıllık yağış

miktarının büyük bir bölümü kış aylarında düşer. Bölgede yağış ortalamasının yaklaşık % 51.45'i kış, %24.79'u ilkbahar, %21.61'i sonbahar ve %3.04'ü yaz mevsimlerinde görülür. Uzun yıllar ortalama sıcaklık değeri en düşük Ocak ayında 8.2°C, en yüksek Temmuz ayında 28.4°C olarak tespit edilmiştir. Ortalama nispi nem %61.2 civarındadır (Anonim, 2018). Araştırma alanında, değişik toprak katmanlarından alınan örneklerin sulama açısından önemli bazı analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde araştırma alanı toprakları bünye açısından orta bünyelidir. Deneme alanı topraklarının katmanlara göre hacim ağırlık değerleri 1.35-1.52 g cm<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Araştırma alanı topraklarının yapılan verimlilik analizlerine göre toprakların toplam tuz içerikleri %0.015 gibi oldukça düşük olarak belirlenmiştir. Toprak katmanını %11.40 oranında kireç içermektedir. Bunun nedeni, toprakların ana materyallerinin kireçli yörelerden taşınarak birikmiş olmalarıdır. Diğer taraftan deneme alanı toprakların organik madde içeriği de %1.05'dir (Aksoy vd., 1998). Araştırmada kullanılan sulama suyu sınıfı, C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> olarak belirlenmiştir. Araştırma materyali olarak yüksek verim potansiyeline sahip Carisma, Candia ve Gloria pamuk çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma, 2018 yılında tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve iki

faktörlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Oluşturulan bir deneme parseli 8.0 x 4.2 m (6 sıra) olmak üzere toplam 33.60 m<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Bir deneme parselindeki bitki sıra aralığı 0.70 m, sıra üzeri ise 0.20 m'dir. Çalışmada, sızma geçişlerini önlemek amacıyla bırakılan boşluklar, blok aralarında 3 m, parsel aralarında ise 2 m olarak belirlenmiştir. Sulama zamanlarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabı yöntemi uygulanmıştır. Aydın yöresinde Dağdelen vd. (2005) tarafından pamukta farklı sulama yöntemlerinin etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabından %100 buharlaşma olduğu koşulda, 8 gün sulama aralığına sahip uygulamada en yüksek pamuk verimini elde etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen veriler dikkate alınarak sulama programı oluşturulmuş, sulama düzeyleri ve sulama aralığı değerleri buna göre belirlenmiştir. Bu kapsamda; çalışmada 4 farklı sulama düzeyi (WL<sub>100</sub>: 1.00; WL<sub>67</sub>: 0.67, WL<sub>33</sub>: 0.33; WL<sub>0</sub>: yağışa dayalı konuları üç yinelemeli olarak yürütülmüştür. Çalışmada yer alan WL<sub>100</sub>: 1.00 (WL<sub>100</sub>) sulama düzeyi konularına sulama suyu eksiksiz uygulanmış; diğer konulara ise %67; %33 ve %0 oranında sulama suyu uygulanmıştır. Buna göre sulama düzeylerine göre isimlendirilen sulama konuları simgeleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Profil derinliği (cm)	Bünye dağılımı (%)			Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )	Tarla kapasitesi*		Devamlı solma noktası*		Kullanılabilir su tutma kapasitesi	
	Kum	Kil	Silt			(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)
0-30	58.4	13.6	28.0	Kumlu Tınlı	1.35	23.1	93.5	10.1	40.9	13.0	52.6
30-60	56.4	13.6	30.0	Kumlu Tınlı	1.45	22.9	99.6	9.4	40.8	13.5	58.8
60-90	68.2	13.6	19.2	Kumlu Tınlı	1.52	18.4	83.9	7.3	33.2	11.1	50.6
90-120	49.7	17.5	32.0	Kumlu Tınlı	1.50	20.3	91.3	7.2	32.3	13.1	59.0

\*: Kuru ağırlık yüzdesi

Çizelge 2. Araştırmada çeşitler göre oluşturulan sulama konuları

Çeşitler	Sulama düzeyleri(%)	Konu simgeleri
Carisma	WL <sub>100</sub>	S <sub>1</sub>
	WL <sub>67</sub>	S <sub>2</sub>
	WL <sub>33</sub>	S <sub>3</sub>
	WL <sub>0</sub>	S <sub>4</sub>
Candia	WL <sub>100</sub>	T <sub>1</sub>
	WL <sub>67</sub>	T <sub>2</sub>
	WL <sub>33</sub>	T <sub>3</sub>
	WL <sub>0</sub>	T <sub>4</sub>
Gloria	WL <sub>100</sub>	K <sub>1</sub>
	WL <sub>67</sub>	K <sub>2</sub>
	WL <sub>33</sub>	K <sub>3</sub>
	WL <sub>0</sub>	K <sub>4</sub>

Sulama suyu hesabı, esasları [Kanber \(1984\)](#)'de verilen açık su yüzeyi buharlaşması yöntemi kullanılmıştır.

$$V = P \times A \times E_{pan} \times WL \quad (1)$$

Eşitlikte, V, parselde uygulanan sulama suyu (L), A, parsel alanı(m<sup>2</sup>), E<sub>pan</sub>, 8 gün sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı (mm), WL, sulama düzeyi, P, ıslatılan alan %'sidir. Çalışmada ıslatılan alan yüzdesi sıra ve çapa bitkileri için %100 alınmıştır ([Sezen vd., 2011](#)). Denemede ilk sulama, etkili bitki kök bölgesi derinliğinde, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %40'ı tüketildiğinde yapılmış ve parsellere nem açığını kapatacak düzeyde sulama suyu uygulanmıştır. Ardışık sulamalar ise 8 gün sulama aralığında oluşan toplam buharlaşma değerleri dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışmada mevsimlik bitki su tüketimi değeri, toprak su dengesi eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır ([James, 1988](#)).

$$ET = I + P \pm \Delta S - DP - R \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm); I: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm); P: Yağış (mm); DP: Derine sızan su miktarı (mm); R: Yüzey akış miktarı (mm); ΔS: Sulama aralığında etkili kök bölgesindeki toprak suyunda meydana gelen değişim miktarı (mm)'dir. [Howell ve Hiler \(1975\)](#)'in belirlediği su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanını (IWUE) eşitlikleri kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (3)$$

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

Eşitliklerde; WUE: Toplam su kullanım randımanı (kg m<sup>-3</sup>); Y: Kütlü verim (kg da<sup>-1</sup>); ET: Bitki su tüketimi (mm); IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı (kg m<sup>-3</sup>); I: Uygulanan sulama suyu (mm)'dir.

Çalışmada, oransal su tüketimi azalışına karşı oransal verim azalışının bir göstergesi olan verim tepki oranının belirlenmesinde Stewart modeli kullanılmıştır ([Doorenbos ve Kassam, 1979](#)).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (5)$$

Eşitlikte; Y<sub>a</sub>: Kısıntılı su koşullarındaki gerçek verim değeri (kg da<sup>-1</sup>); Y<sub>m</sub>: Tam sulama koşullarındaki maksimum verim değeri (kg da<sup>-1</sup>); ET<sub>a</sub>: Kısıntılı su koşullarında gerçek bitki su tüketimi (mm); ET<sub>m</sub>: Tam sulama koşullarında maksimum mevsimlik su tüketimi (mm); k<sub>y</sub>: Verim tepki etmenidir.

Deneme alanına pamuk tohumları mibzer ile sıra arası 70 cm olacak şekilde ekilmiştir. Parsellerde ilk çapayla birlikte seyreltme işlemi yapılmıştır. Daha sonra parsellerde ikinci çapayla birlikte tekleme yapılarak sıra üzeri mesafeler yaklaşık 20 cm bırakılmıştır. Böylece bir deneme parselinde bırakılan bitki sayısı toplam 240'dır. Deneme parsellerinde ilk gübreleme ekimle birlikte 40 kg da<sup>-1</sup> (15-15-15) NPK gübresi şeklinde uygulanmıştır. İkinci çapalama ile birlikte bitki sıra aralarına toprak altına %33'lük amonyum nitrat gübresi 25 kg da<sup>-1</sup> olacak şekilde atılmıştır. Parsel kütlü verimleri hasat döneminde, parsellerin ortasında bulunan iki sıradaki bitkilerden elde edilmiştir. Bu aşamada hasat işlemi elle yapılmıştır. Sulama konuları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılarak, bu farklılıkların sınıflandırılması [Açıkgöz vd. \(1994\)](#)'teki gibi LSD testi yardımıyla yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

2018 yılında, gelişme dönemi boyunca deneme parsellerine verilen toplam sulama suyu miktarlarına bağlı olarak; mevsimlik bitki su tüketimi değerleri, kütlü verimi ve su kullanım randımanı değerlerinde meydana gelen farklılıklar Çizelge 3'de verilmiştir. Farklı çeşitlere göre sulanan konulara uygulanan sulama suyu miktarları 211-638 mm arasında değişmiştir. Deneme yılında gelişme dönemi süresince konulara 8'er kez sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularına ilk sulama 11.07.2018 tarihinde; son sulama ise 05.09.2018 tarihinde yapılmıştır. En yüksek sulama suyu %100 düzeyinde sulama suyu uygulanan (S<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> ve K<sub>1</sub>) konularına uygulanmıştır. Konunun bu özelliğiyle birlikte araştırmadan en yüksek verim ve bitki su tüketimi değeri bu konudan elde edilmiştir. A sınıfı buharlaşma kabından faydalanılarak sabit sulama aralığında (8 gün) konulara su uygulandığından %100 konularına (S<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> ve K<sub>1</sub>) eşit miktarlarda su uygulanmıştır.

Çizelge 3. Deneme parsellerine verilen toplam sulama suyu miktarları; mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ile kütlü pamuk verimi ve su kullanım randımanı değerleri

Konular	Uygulanan sulama suyu (mm)	Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)	Kütlü pamuk verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Su kullanım randımanı-WUE (kg m <sup>-3</sup> )	Sulama suyu kullanım randımanı-IWUE (kg m <sup>-3</sup> )
S <sub>1</sub>	638	826	630	0.762	0.987
S <sub>2</sub>	427	624	578	0.925	1.352
S <sub>3</sub>	211	414	470	1.134	2.234
S <sub>4</sub>	-	210	204	0.971	-
T <sub>1</sub>	638	786	601	0.765	0.942
T <sub>2</sub>	427	620	522	0.841	1.220
T <sub>3</sub>	211	421	446	1.059	2.116
T <sub>4</sub>	-	209	197	0.944	-
K <sub>1</sub>	638	795	585	0.735	0.917
K <sub>2</sub>	427	622	502	0.806	1.174
K <sub>3</sub>	211	410	440	1.071	2.088
K <sub>4</sub>	-	205	187	0.906	-

Diğer taraftan her üç çeşitte de gelişme dönemi boyunca S<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> ve K<sub>1</sub> konularına uygulanan suyun %67'si oranında sulama suyu alan S<sub>2</sub>, T<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub> konularına 427 mm ve %33'ü oranında sulama suyu alan S<sub>3</sub>, T<sub>3</sub> ve K<sub>3</sub> konularına ise 211 mm sulama suyu uygulanmıştır. Çalışmada en az bitki su tüketimi değerleri yağışa dayalı konulardan (S<sub>4</sub>, T<sub>4</sub> ve K<sub>4</sub>) elde edilmiştir. Bu değeri gelişme dönemi boyunca tam sulama suyu uygulanan konulara verilen suyun %33'ü düzeyinde su alan S<sub>3</sub>, T<sub>3</sub> ve K<sub>3</sub> konuları izlemiştir. Bu konulardan sırasıyla 414 mm, 421 mm ve 410 mm su tüketimi değerleri elde edilmiştir. Her üç pamuk çeşidinde en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değerleri gelişme mevsimi boyunca tam sulama suyu uygulanan S<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> ve K<sub>1</sub> konularından sırasıyla 826 mm, 786 mm ve 795 mm olarak elde edilmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri oransal olarak incelendiğinde, tüm konularda farklılıklar meydana geldiği gözlenmektedir. Her bir çeşit altında %33 düzeyinde su kısıntısı uygulanan S<sub>2</sub>, T<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub> konularından sırasıyla %24.5, %21.2 ve %21.8 oranında su tüketimi azalması elde edilirken; %67 düzeyinde su kısıntısı uygulanan S<sub>3</sub>, T<sub>3</sub> ve K<sub>3</sub> konularından sırasıyla %49.9, %46.5 ve %48.4 oranında su tüketimi azalması elde edilmiştir. Farklı bölgelerde ve farklı sulama yöntemi kullanılarak oluşturulan programlara göre yürütülen araştırmalarda belirlenen bitki su tüketimi değerleri farklılık göstermiştir (Yazar vd., 2002; Ertek ve Kanber 2003; Dağdelen vd., 2006; Ibragimov vd., 2007; Dağdelen vd., 2009a; Başal vd., 2009; Sobrinho vd., 2015; Akçay ve Dağdelen, 2017). Çalışmamızdan elde edilen mevsimlik bitki su tüketimindeki farklılıklar, yukarıda verilen çalışmaların özelliklerine benzer şekilde ekoloji

ve uygulanan sulama programından kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırma konularından elde edilen kütlü verimleri değerlerine bakıldığında, her üç pamuk çeşidinde de S<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> ve K<sub>1</sub> konularından en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değerine karşılık en yüksek kütlü verimleri elde edilmiştir. En yüksek kütlü verimi; gelişme dönemlerinde su kısıntısının uygulanmadığı konularından ortalama 630 kg da<sup>-1</sup>; 601 kg da<sup>-1</sup> ve 585 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. En düşük kütlü verimi ise yağışa dayalı konulardan (S<sub>4</sub>, T<sub>4</sub> ve K<sub>4</sub>) elde edilmiştir. Diğer sulama konularındaki kütlü verim değerleri bu iki değer arasında değişim göstermiştir.

Sulama konularına göre kütlü verimleri arasındaki farklılıkları tespit etmek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir. Anılan çizelge incelendiğinde, çeşitler ve sulama düzeyleri p<0.01 seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bununla birlikte deneme yılında çeşit x sulama düzeyi etkisi de önemsiz çıkmıştır. Kütlü verimindeki farklılığın meydana geldiği çeşit ve sulama düzeylerini saptamak amacıyla LSD testi yapılmıştır. Buna göre sonuçlar çeşit açısından incelendiğinde birinci grubu Carisma (V<sub>1</sub>) oluştururken ikinci ve üçüncü grubu Candia (V<sub>2</sub>) ve Gloria (V<sub>3</sub>) çeşidi oluşturmuştur. Aynı çizelgeden sonuçlar sulama düzeyi açısından incelendiğinde ise 4 farklı grup belirlenmiştir. Birinci grubu tüm gelişme dönemi boyunca tam sulama suyu uygulanan %100 konuları oluştururken; bunu %67 ve %33 düzeyinde sulama suyu uygulanan konular oluşturmuştur. Yağışa dayalı %0 konusu ise son grubu oluşturmuştur.



Çizelge 4. Araştırma konularına göre oluşan kütlü verim (kg da<sup>-1</sup>) değerlerinin varyans analizi ve LSD testi sonuçları

Çeşit	Carisma	470.4 a
	Candia	441.3 b
	Gloria	428.4 b
F değeri(Ç)		**
LSD % 5		21.128
Su düzeyi	%100	605.4 a
	%67	533.7 b
	%33	451.8 c
	%0	196.0 d
F değeri(SD)		**
LSD % 5		24.396
ÇxSD		Ö.D.

\*P< 0.05; \*\*P< 0.01; Ö.D.: Önemli değil; LSD testine göre % 5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir.

Araştırma sonuçları incelendiğinde, pamuk verim değerleri ile ilgili elde edilen sonuçların farklı sulama programları ile ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bölge koşullarında oluşan farklılıklar, uygulanan sulama programı ve seçilen çeşitler dikkate alındığında; sulama suyu tasarrufunun etkin olarak sağlandığı çalışmalarda şu sonuçlar elde edilmiştir: [Dağdelen vd. \(2005\)](#), Aydın koşullarında damla sulama yöntemiyle sulanan pamukta, en yüksek verimin A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının %100'ünün toprağa verildiğinde ortaya çıktığını belirtmiştir. [Yazar vd. \(2002\)](#) tarafından Harran ovasında pamukta LEPA ve damla sulamanın kullanılabilirliğini belirledikleri çalışmada ise bu sistemlerin yüzey sulamaya oranla daha etkin kullanım olanaklarının olduğunu ve bu yöntemler sayesinde sulama suyundaki kayıpların ortadan kaldırılabileceğini vurgulamışlardır. [Dağdelen vd. \(2009a\)](#), 2004-2005 yıllarında Aydın koşullarında yürütülen bir çalışmada farklı su seviyelerinin su kullanım randımanları ve lif kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda mevsimlik bitki su tüketimi değerlerini 256-753 mm arasında, ortalama kütlü pamuk verimi değerlerini 2550-5760 kg ha<sup>-1</sup> arasında, su kullanım randımanı değerlerini ise 0.76 ile 0.98 kg m<sup>-3</sup> arasında belirlemişlerdir. [Cave \(2013\)](#), dört farklı sulama seviyesinde (%0, %30, %60, %90) pamuk çeşitlerinin tepkilerinin saptanması amacıyla Teksas koşullarında iki yıl ve iki lokasyonda deneme yapmışlardır. İki lokasyonda da sulama seviyelerinin artışıyla birlikte veriminde aynı doğrultuda arttığı, genotip x sulama seviyesi interaksyonunun önemsiz olduğu saptanmıştır. [Akçay ve Dağdelen \(2017\)](#), Carmen (geççi) ve

Özbek (erkenci) pamuk çeşitleri ile bir çalışmayı 2010-2011 yılları arasında, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinde yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda; çeşitlere göre mevsimlik bitki su tüketimi 331-774 mm arasında bulunmuştur. Ortalama kütlü verimi ise 430.5-642.6 kg da<sup>-1</sup> arasında belirlerken en yüksek verimi su kısıtı uygulanmayan S<sub>1</sub> (Carmen) konusundan sağlanmışlardır. Araştırmacılar ortalama WUE değerlerini 0.83-1.26 kg m<sup>-3</sup> arasında hesaplamışlardır. Kısıtlı sulama uygulamalarının verimde neden olduğu düşüşler arasındaki farkın, farklı çalışmalarda kullanılan genotiplerin veya çalışmanın yürütüldüğü çevre koşullarının farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yukarıda belirtilen sonuçlara göre, hem çeşit hem de uygulanacak su düzeyinin pamuk kütlü verimi üzerinde önemi olduğu ortaya çıkmaktadır. Bölgede sulama suyu kısıtının olmadığı koşullarda, kütlü verimi açısından en uygun sulama programının Carisma (V<sub>1</sub>) çeşidinde %100 sulama suyu verilen (S<sub>1</sub>) konusu olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi sulama konuları açısından bakıldığında WUE ve IWUE değerlerinde bir değişim meydana gelmiştir. WUE ve IWUE değerleri deneme yılında Carisma (V<sub>1</sub>) çeşidinde Candia (V<sub>2</sub>) ve Gloria (V<sub>3</sub>) çeşitlerine göre daha yüksek belirlenmiştir. Her üç çeşitte de en düşük WUE ve IWUE değerleri S<sub>1</sub>, T<sub>1</sub> ve K<sub>1</sub> konularından elde edilmiştir. Buna göre, deneme yılında çeşitlere göre WUE değerleri 0.735-1.134 kg m<sup>-3</sup> arasında değişirken, IWUE değerleri ise 0.917-2.234 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Çalışmada deneme konularına verilen su miktarı arttıkça sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) değeri

azalmış buna karşın su kullanım randımanı (WUE) değeri ise artmıştır. En yüksek WUE, S<sub>3</sub> konusundan 1.134 kg m<sup>-3</sup> olarak elde edilmiştir. Bunu sırasıyla T<sub>3</sub> ve K<sub>3</sub> konuları izlemiştir. Buna göre su tasarrufu açısından S<sub>3</sub>, T<sub>3</sub> ve K<sub>3</sub> konularının birim suyu daha etkin kullandığını söylemek mümkündür. Ancak bu koşulda yapılan su kısıntısı ile verimde çeşitlere göre sırasıyla %25.4; %26.0 ve %24.9 oranında ciddi olabilecek azalmalar gerçekleşmiştir. Diğer taraftan verimdeki azalmaları daha düşük kılan ve %33 oranında su tasarrufu sağlayan S<sub>2</sub>, T<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub> konuları verim azalması açısından öne çıkmaktadır (Çizelge 3). Buna göre uygulanan su tasarrufu ile S<sub>2</sub>, T<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub> konularından sırasıyla %8.3, % 3.3 ve %14.3 verim azalması gerçekleşmiş olup burada verim azalması en az olan konu Carisma (V<sub>1</sub>) çeşidinde %67 düzeyinde sulama suyu uygulanan S<sub>2</sub> konusu olarak belirlenmiştir.

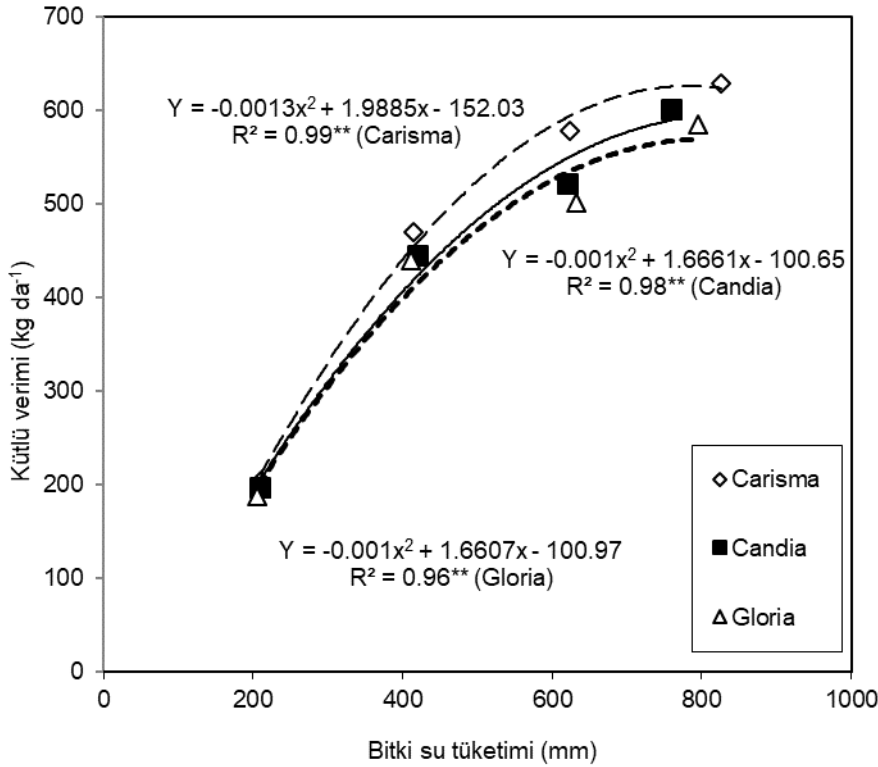
Farklı sulama konularındaki bitki su tüketim değerleri ve kütlü verimleri arasındaki ilişki Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre, her üç çeşit de incelendiğinde, bitki su tüketimi ve kütlü verim değeri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan ikinci

derecede önemli (polinomial) (P<0.01) olarak bulunmuştur. Pamuk bitkisi ile yürütülen çalışmalarda örneğin, Yazar vd., (2002); Dağdelen vd. (2006); Dağdelen vd. (2009a)'da benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

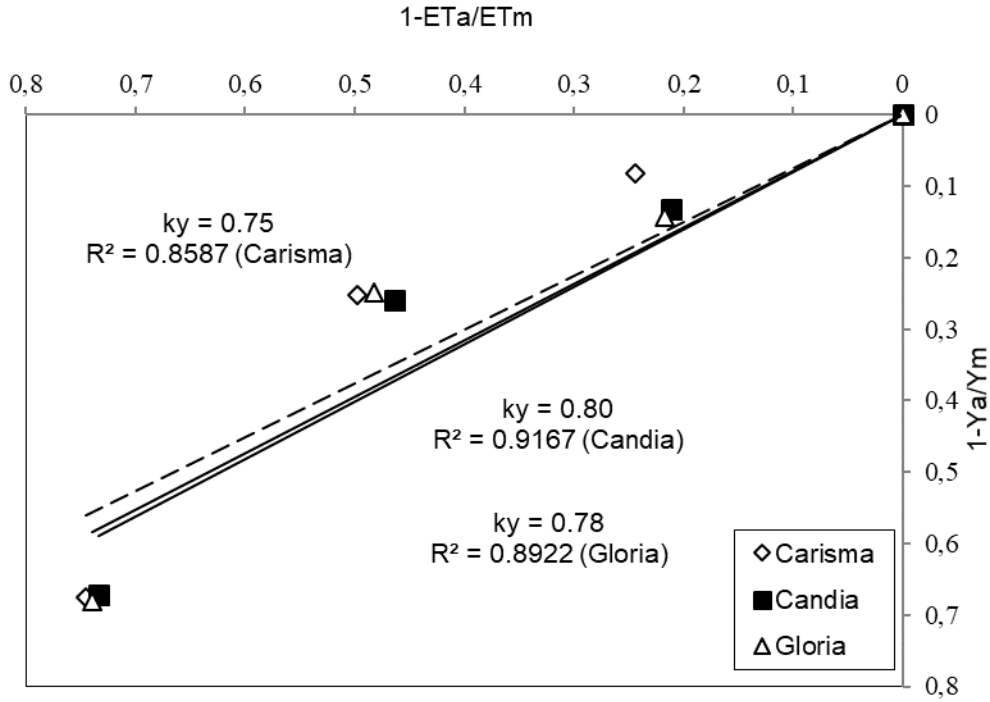
Gelişme dönemindeki su eksikliğinin verime etkisinin belirlenmesinde kullanılan bir ölçüt olan verim tepki etmeni (k<sub>y</sub>), sulama planlamasında oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu değerler, araştırma alanı için sırasıyla 0.75 (Carisma V<sub>1</sub>); 0.80 (Candia V<sub>2</sub>) ve 0.78 (Gloria V<sub>3</sub>) olarak saptanmıştır (Şekil 2). Diğer bazı araştırmacılar tarafından bulunan verim tepki etmeni değerleri Doorenbos ve Kassam (1979) 0.84; Yazar vd. (2002) 0.89; Dağdelen vd. (2009b) 0.78 olarak belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç

Farklı çeşitlere göre sulanan konulara uygulanan sulama suyu miktarları 211-638 mm arasında değişim göstermiştir. Deneme yılında gelişme dönemi boyunca konulara 8'er kez sulama suyu uygulanmıştır.



Şekil 1. Pamuk kütlü verimi ile mevsimlik bitki su tüketimi ilişkisi



Şekil 2. Oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalışı ilişkisi

En yüksek sulama suyu, %100 düzeyinde sulama suyu uygulanan ( $S_1$ ,  $T_1$  ve  $K_1$ ) konularına uygulanmıştır. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri, araştırmada ele alınan sulama programlarına ve araştırmının uygulandığı yıllara göre değişim göstermiştir. Her üç pamuk çeşidinde en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değerleri gelişme mevsimi boyunca tam sulama suyu uygulanan  $S_1$ ,  $T_1$  ve  $K_1$  konularından sırasıyla 826 mm, 786 mm ve 795 mm şeklinde olmuştur. Her üç pamuk çeşidinde yer alan konulardan  $S_1$ ,  $T_1$  ve  $K_1$  konularından en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değerine karşılık en yüksek kütlü verimleri elde edilmiştir. En yüksek verim gelişme dönemlerinde su kısıtının uygulanmadığı konularından ortalama 630 kg da<sup>-1</sup>; 601 kg da<sup>-1</sup> ve 585 kg da<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. En düşük kütlü verimi ise hiç su uygulanmayan  $S_4$ ,  $T_4$  ve  $K_4$  konularından elde edilmiştir. Diğer sulama konularından saptanan kütlü verimleri bu iki değer arasında değişmiştir.

Deneme yılında çeşitlere göre WUE değerleri 0.735-1.134 kg da<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> arasında değişirken, IWUE değerleri ise 0.917-2.234 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. WUE ve IWUE değerleri deneme yılında Carisma ( $V_1$ ) çeşidinde Candia ( $V_2$ ) ve Gloria ( $V_3$ ) çeşitlerine göre daha yüksek

belirlenmiştir. Araştırmada çeşitlere göre mevsimlik ortalama verim tepki etmeni ( $k_y$ ) sırasıyla 0.75 (Carisma); 0.80 (Candia) ve 0.78 (Gloria) olarak saptanmıştır. Son olarak, bitki yetiştirme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının tam olarak karşılanması pamuk kütlü verimini arttırmada oldukça önemli bir role sahiptir. Su kaynağında bir kısıt uygulanması gerekliliği söz konusu olduğunda sadece % 33 düzeyinde su tasarrufu sağlayan ( $S_2$ ) konunun uygulanabilirliği ortaya çıkmıştır. Ancak kütlü verimi koşulları söz konusu olduğunda en uygun sulama programının bölgede sulama suyu kısıtının olmadığı Carisma ( $V_1$ ) çeşidi kullanılarak tam su uygulanan ( $S_1$ ) konusu olduğu belirlenmiştir. Bu durum, pamuk kütlü veriminin hem uygulanacak su düzeyi hem de kullanılacak bitki çeşidine bağlı olarak değişiklik gösterdiği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

#### Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesinde, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi (ZRF-17059 nolu proje) tarafından verilen destek için teşekkür ederiz.

#### Kaynakça

Açıkgöz, N., Aktaş, M.E., Mokhammad, A.F., & Özcan, K. (1994). Tarist an Agrostistical



- package programme for personel computer. E.Ü.Z.F. *Tarla Bitkileri Kongresi*, İzmir, Turkey.
- Anonim (1995). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Aydın İli Müdürlüğü Çalışma Raporu. Aydın.
- Anonim (2018). Aydın İli Tarım Master Planı. Aydın Tarım İl Müdürlüğü, Aydın.
- Akçay, S., & Dağdelen, N. (2017). Water productivity and fiber quality parameters of deficit irrigated cotton in a semi-arid environment. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(11):6500-6507.
- Aksoy, E., Aydın, G., & Seferoğlu, S. (1998). Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi arazi topraklarının önemli karakteristikleri ve sınıflandırılması. *Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi*, 2:469-477.
- Başal, H., Dağdelen, N., Ünay, A., & Yılmaz, E., (2009). Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fiber quality. *Journal of Agronomy & Crop Science*, 195(1):19-29.
- Cave, J. (2013). Cotton lint yield, fiber quality, and water-use efficiency as influenced by cultivar and irrigation level. Master of Sciences, Texas Tech University, USA.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., Gürbüz, T., & Akçay, S., (2005). Effects of different trickle irrigation regimes on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield in Western Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(10):1387-1391.
- Dağdelen, N., Yılmaz, E., Sezgin, F., & Gürbüz, T., (2006). Water-yield relation and water use efficiency of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and second crop corn (*Zea mays* L.) in Western Turkey. *Agricultural Water Management*, 82(1-2):63-85.
- Dağdelen, N., Başal, H., Yılmaz, E., Gürbüz, T., & Akçay, S. (2009a). Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. *Agricultural Water Management*, 96(1):111-120.
- Dağdelen, N., Sezgin, F., Gürbüz, T., Yılmaz, E., Akçay, S., & Yeşilirmak, E. (2009b). Yield and water use efficiency of drip irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) at different irrigation intervals and watering regimes. *Philippine Agricultural Scientist*, 92(2):193-200.
- Doorenbos, J., & Kassam, A.H. (1979). Yield Response to Water, FAO Irr. and Drain. Paper, No: 33, pp.193, FAO, Rome.
- Ertek, A., & Kanber, R. (2003). Effects of different irrigation programs on the lint out-turn of cotton under drip irrigation. *KSU J. Science and Engineering*, 6:106-116.
- Howell, T.A., & Hiler, E.A. (1975). Optimization of water use efficiency under high frequency irrigation I. Evapotranspiration and yield relationship. *Transactions of the ASAE*, 18(5):873-878.
- Ibragimov, N., Evett, S.R., Esanbekov, Y., Kamilov, B.S., Mirzaev, L., & Lamers, J. (2007). Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. *Agricultural Water Management*, 90(1-2):112-120.
- İsootçu, Ç., & Başal, H. (2016). Tam ve kısıtlı sulama koşullarında pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) döl sıralarının verim ve lif kalite özelliklerinin karşılaştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2):71-77.
- James, L.G. (1988). Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc, Newyork.
- Kanber, R. (1984). Çukurova koşullarında açık su yüzeyi buharlaşmasından (class a pan) yararlanarak birinci ve ikinci ürün yerfıstığının sulanması. *Bölge Toprak Su Araşt. Enst. Müd. Yayınları*. Tarsus, 78(33):1-151.
- Sezen, M.S., Yazar, A., Tekin, S., Eker, S., & Kapur, B. (2011). Yield and quality response of drip-irrigated pepper under Mediterranean climatic conditions to various water regimes. *African Journal of Biotechnology*, 10(8):1329-1339.
- Sobrinho, F., Guerra, H., Araujo, W., Pereira, J., Zonta, J., Bezerra, & J. (2015). Fiber quality of upland cotton under different irrigation depths. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(11):1057-1063.
- Türkeş, M. (2008). Gözlenen iklim değişiklikleri ve kuraklık: Nedenleri ve geleceği. *Toplum ve Hekim*, 23:97-107.
- Tüzel, İ.H., & Ul, M.A. (2003). Pamuk Sulaması. Pamukta Eğitim Semineri, 14-17 Ekim 2003, İzmir, s. 83-92.
- Yazar, A., Sezen, S.M., & Sesveren, S. (2002). LEPA and Trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Agricultural Water Management*, 54(3):189-203.