

## Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Pamukta Su Kullanım Randımanı (WUE) ve Verim-Tepki Etmeninin (Ky) Değişimi\*

Ahmet ERTEK

Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Van - TÜRKİYE

Rıza KANBER

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 09.08.1999

**Özet:** Bu çalışma, damla sulama yöntemiyle sulanan pamukta su kullanım randımanları ve verim-tepki etmeninin (Ky) değişimini irdelemek amacıyla yapılmıştır. Sulama suyu miktarının saptanmasında açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada, iki farklı sulama aralığı (S1: 5 ve S2: 10 gün), üç bitki-pan katsayısı (Kcp1: 0,75; Kcp2: 0,90 ve Kcp3: 1,05) ve iki ıslatma yüzdesi (P1: 0,70 ve P2: bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmıştır. İlk sulama, 120 cm toprak derinliğindeki elverişli su % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut su tarla kapasitesine getirilmiştir.

Toplam su kullanım randımanı (TWUE) 0,58- 0,62 kg/da/mm, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 0,755-0,94 kg/da/mm ve I/ET oranı % 67-72,5 arasında saptanmıştır. Ayrıca, mevsimlik verim-tepki etmeni Ky : 0,70 olarak bulunmuştur. Benzer iklim koşullarında damla sulama planlamasında ilgili sulama randımanlarının dikkate alınabileceği ve verim-tepki etmeninden  $(1 - Y / Y_m) = 0,70 (1 - ET / ET_m)$  yararlanılarak pamukta sulama suyu eksikliğine karşı, verimde oluşabilecek azalmanın kestirilebileceği söylenebilir.

### Water-Use Efficiency (WUE) and Change in the Yield-Response Factor (Ky) of Cotton Irrigated by an Irrigation Drip System

**Abstract:** This study was conducted to investigate the effect of water-use efficiency and changes in the yield-response factor of cotton irrigated with an irrigation drip system. The amount of water applied was based on free surface evaporation from a screened Class-A Pan. Irrigation treatments consisted of two different irrigation intervals (I1: 5; I2: 10 days), three plant-pan coefficients (Kcp1: 0.75; Kcp2: 0.90, Kcp3: 1.05) and two different soil surface wetting percentages (P1: 0.70 and P2: based on cover percentage of the crop). The first irrigation was applied when the available soil water content in the 120 cm of the soil profile was 40%.

The results revealed that total water use efficiency (TWUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) varied from 0.58 to 0.62 kg/da/mm and 0.755 to 0.94 kg/da/mm, respectively. The ratio of irrigation water measured to evapotranspiration (I/ET) was 67 - 72.5%. The seasonal Ky value of cotton was 0.70. It can be concluded that under similar climate conditions, relative irrigation efficiency values can be used for planning drip irrigation, and relative yield decrease in cotton against deficit irrigation water can be estimated by using the yield-response factor  $(1 - Y / Y_m) = 0.70 (1 - ET / ET_m)$ .

### Giriş

Su, bitkisel üretimin temelini oluşturur. Yüksek nitelikli ürün eldesi için elverişli suyun en iyi şekilde kullanılması gerekir. Bu amaca, farklı gelişme koşullarında (doğal yağışlar veya sulama) suyun bitki gelişimi ve verimine ne derecede etki ettiğinin iyi bir biçimde bilinmesiyle ulaşılabilir. Ancak, bitkisel üretimin üst sınırını, iklim etmenleri ile bitkinin genetik yapısı

oluşturur. Bu sınıra ancak, su kaynaklarının mühendislik özelliklerini, bitkinin biyolojik su gereksinimine göre düzenlemekle ulaşılabilir. Optimum bitki gelişimi ve yüksek verim, gereksinim duyulan suyun zamanında ve yeterli miktarda karşılanmasıyla elde edilebilir (1).

Sulanan alanlarda toprağa verilen su miktarı, sulama sistemine bağlı olarak belirlenir (2). Genellikle yüzey sulama yöntemleriyle, diğer yöntemlere göre daha fazla

\* Bu Çalışmayı, Ç.Ü. Araştırma Fon Müdürlüğü Desteklemiştir

sulama suyu uygulanır. Bu nedenle, sulama suyunun sınırlı ve pahalı olduğu yerlerde yüksek randımanlı sulama yöntemleri yeğlenmektedir. Bunlardan damla sulama, sebze ve meyvelerin yanında, tarla bitkilerinin sulanmasında da yoğun biçimde kullanılmaktadır. Damla sistemleriyle arazide sadece belli bir alan ıslatıldığından, doğal olarak, sudan önemli ölçüde tasarruf sağlanır (3).

Anılan yöntemle bitkilerin transpirasyon kaybını yeterli olarak karşılayabilecek devamlı bir "kullanılabilir toprak suyu" sağlanabilmektedir. Bu sistemde, kaynaktan kapalı borularla alınan sulama suyu, dağıtım boruları (lateraller) üzerine belirli aralıklarla yerleştirilmiş damlatıcılar aracılığı ile uygulanır. Damlatıcılardan çok düşük debi ile sıfır basınç yükü altında çıkan su, infiltrasyonla toprağa girer, yerçekimi ve kapilar kuvvetlerin etkisiyle toprak içerisinde ıslak hacim oluşturur (4).

Çukurova Bölgesi'nde ortalama pamuk ekiliş oranı, yaklaşık % 27 dolaylarındadır. Yörede pamuğun büyüme mevsiminde yağışın yetersiz olması, verim artışı için sulamayı gerekli kılmaktadır (5). Anılan bitki, Çukurova Bölgesinde yüzey sulama yöntemleriyle sulanmaktadır. Su kaybı çok yüksek, sulama randımanı ise % 40 dolaylarındadır (6).

Damla sistemiyle pamuk sulanmasında su kayıpları önemli ölçüde azaltılabilmekte ve yüksek sulama randımanına ulaşılmaktadır (7). Phene ve ark. (8), California'da pamukta yaptıkları çalışmada, su kullanma randımanını damlada, kırığa göre % 27- 56 oranında daha yüksek bulunmuştur. Radin ve ark. (9), geleneksel sulama ile damla sulamayı karşılaştırdıkları çalışmalarında, damla ile % 40 daha fazla verim alındığını, su kullanım randımanının ise yaklaşık % 30-40 daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Su kaynaklarına olan istemin artması ve sulamaya ayrılan miktarın giderek azalması göz önüne alınırsa, damla sulama yönteminin her bitkide kullanılma şansı artmaktadır.

Bu çalışmada, Çukurova Bölgesinde yetiştirilen ve damla yöntemiyle sulanan pamuk bitkisinde su kullanım randımanları ve verim-tepki etmeni (Ky) değerinin değişimi irdelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 1994-95 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanı denizden 20 m yükseklikte olup, 36° 59' N ve 35° 18' E enlem ve boyları arasında. Mutlu serisine giren araştırma alanı toprakları, oldukça yaşlı alüviyal depozitler üzerinde oluşmuş vertisollerdir. Yüksek oranda kil, orta derecede kireç içerirler (10). Araştırma alanı topraklarının bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Yörede Akdeniz iklimi görülmekte olup; deneme alanındaki istasyondan alınan 60 yıllık gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 18,8 °C; yağış 645,8 mm'dir. En soğuk ay 9,4 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 28,0 °C ile Ağustos ayıdır. Yağışın % 90'ı kışın düşmektedir. Yıllık ortalama oransal nem % 66, rüzgar hızı 2,0 m/sn dolaylarındadır.

Ekime hazır hale getirilen parsellere 70 cm sıra aralığı ile dekara 7 kg tohum (Çukurova-1518) düşecek şekilde mibzerle ekim yapılmış; çıkıştan sonra bitkiler, sıra üzeri 15-20 cm olacak biçimde seyreltilmiştir. Ekimle birlikte saf madde olarak dekara 16 kg azot ve 6 kg fosfor uygulanmıştır (11).

Konular, iki farklı sulama aralığı (S: 5 ve 10 gün), üç farklı bitki-pan katsayısı (Kp: 0,75, 0,90, 1,05), sabit

Tablo 1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Katman Derinliği cm	Bünye Sınıfı	TK Pw	SN Pw	HA gr/cm <sup>2</sup>	pH	EC dS/m	K <sub>2</sub> O* kg/da	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * kg/da
0 - 30	C	37	20	1,19	7,8	0,34	135	15,8
30 - 60	C	39	20	1,16	7,7	0,25	65,6	2,7
60 - 90	C	39	19	1,15	7,8	0,23		
90-120	C	43	15	1,25	8,1	0,19		
120-150	C	42	14	1,24	7,7	0,18		

(\*) K<sub>2</sub>O ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerleri toprağın ilk 0-20 ve 20-40 cm'lerinde belirlenmiştir. K<sub>2</sub>O amonyum ekstraksiyon ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Olsen yöntemiyle belirlenmiştir.

ıslatma yüzdesi (P1: 0,70) ve bitki örtü gelişimine göre değişen ıslatma yüzdesi (P2) değerleri dikkate alınarak oluşturulmuş ve Bölünen-bölünmüş parseller deneme desenine göre, 3 yinelemeli olarak düzenlenmiştir. Parsel boyları 40 m alınmış ve her parselde toplam 3 sıra yer almıştır.

Sulama suyu hesabında Kanber (12) tarafından verilen yöntemden yararlanılmış ve açık su yüzeyi buharlaşma (CAP) değerleri kullanılmıştır (Eşitlik 1).

$$I = A \times E_{pan} \times K_{cp} \times P \quad (1)$$

Eşitlikte; I : sulama suyu miktarı (litre), A : parsel alanı (m<sup>2</sup>), E<sub>pan</sub> : sulama aralıklarındaki yığılımlı buharlaşma (CAP, mm), K<sub>cp</sub> : bitki-pan katsayısı, P : ıslatma yüzdesi (%). Örtülen alan yüzdesinin bulunmasında ise, Eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$P = \frac{a}{b} \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte; a : bitki taç genişliği (cm), b : sıra aralığı (cm).

Deneme parsellerinde ilk sulama 120 cm toprak profilindeki kullanılabilir su % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut toprak suyunu tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Ardıl sulamalar 5 ve 10 günlük aralıklarla yapılmıştır. Tüm konularda sulama mevsimi uzunluğu eşit tutulmuştur.

Damla sisteminin denetim biriminde; basınç düzenleyicisi, kum tankı, elek filtre, manometre, vana ve su sayacına yer verilmiştir. İletim biriminde; ana boru, yan boru, lateraller ve damlatıcılar yer almıştır. Sistemde, üzerinde 0,60 m aralıklarla boyuna geçik damlatıcılar bulunan 12 mm çapında PE plastik lateral borular kullanılmıştır. Damlatıcı debileri 2 atmosfer basınçta 2 l/h'dir. Damlatıcı aralığı, Eşitlik 3 ile bulunmuştur.

$$S_d = 0.90 \sqrt{q/I} \quad (3)$$

Eşitlikte; S<sub>d</sub> : damlatıcı aralığı, (m), q : damlatıcı debisi, (l/h), I : toprağın kararlı infiltrasyon hızı, (mm/h).

Sistem, parseller arasındaki boş sıralar hariç her bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde planlanmıştır. Deneme parsellerinde toprak su içeriği nötronmetre ile profilin 150 cm derinliğine kadar çakılan nötron tüpleri kullanılarak yapılmıştır. Deneme konularında bitki su tüketiminin belirlenmesinde James (13) tarafından verilen, su dengesi eşitliği kullanılmıştır (Eşitlik 4).

$$ET = I + R + Cr - D_p - R_f \pm \Delta_s \quad (4)$$

Eşitlikte; ET : bitki su tüketimi, (mm), I : sulama suyu (mm), R : yağış (mm), Cr : kılcal yükseliş (mm), D<sub>p</sub>: derine süzülme kayıpları (mm), R<sub>f</sub> : yüzey akış kayıpları, (mm), Δ<sub>s</sub> : toprak profilindeki su içeriği değişimi, (mm)

Konulara uygulanan sulama suyu miktarları su sayacı yardımıyla ölçülmüştür. Yağış, deneme yakınlarında bulunan iklim gözlem istasyonundaki yağış ölçerinden alınmıştır. Taban suyu olmadığı için kılcal yükseliş, damla sistemi kullanıldığından yüzey akış sıfır alınmıştır (14, 7). Derine süzülme tansiyometre yardımıyla kontrol edilmiş, toprak su kapsamı ise nötron ve gravimetrik yöntemlerle ölçülmüştür (15).

Su kullanma randımanlarının belirlenmesinde, Howell ve ark. (16) tarafından verilen aşağıdaki Eşitlik 5 kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \times 100 \quad (5)$$

Eşitlikte; E<sub>y</sub> : Ekonomik verim (kg/da), ET : Bitki su tüketimi (mm)

Hesaplamalarda ekonomik verim yerine doğrudan bir dekar alandan elde edilen verim kullanılmıştır. Yukarıdaki eşitlik yardımıyla elde edilen değer, toplam su kullanma randımanı (TWUE) olarak adlandırılmıştır. Ayrıca sulama suyu kullanma etkinliğinin (IWUE) belirlenmesinde aşağıda verilen Eşitlik 6 kullanılmıştır (17).

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \times 100 \quad (6)$$

Eşitlikte, I : Sulama suyu, mm

Ayrıca, farklı sulama düzeylerinin bitki su tüketiminin oluşmasındaki payının belirlenmesinde Eşitlik 7'den yararlanılmıştır.

$$IR_c = \frac{I}{ET} \times 100 \quad (7)$$

Eşitlikte, IR<sub>c</sub>: Uygulanan sulama suyunun bitki su tüketimini karşılama yüzdesi

Çalışmada ele alınan tüm sulama konularındaki su ile verim arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde Stewart ve ark. (18) ve Doorenbos ve Kassam (1) tarafından önerilen Eşitlik 8'den yararlanılmıştır.

$$(1 - Y / Y_m) = K_y (1 - ET / ET_m) \quad (8)$$

Eşitlikte; Y : gerçek verim, (kg/da), Ym : maksimum verim, (kg/da), ET : su tüketimi, (mm), ETm : maksimum su tüketimi, (mm), Ky : verim tepki etmeni.

Eşitlikteki verim tepki etmeni (Ky), oransal bir değer olup bitkisel verimin, su eksikliğine karşı göstermiş olduğu duyarlılığı ifade etmektedir. Yukarıdaki 8 nolu eşitlik, oransal su tüketimi eksilişi ile oransal verim azalışı arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayımına dayanmaktadır. Eşitliğin çözümünde Young ve ark. (19) ve Baştuğ (20) tarafından önerilen esaslardan yararlanılmıştır.

Hasatta kozaların % 50'si açtığında ilk, geriye kalanların % 50'si açtığında ikinci, tümü açtığında ise üçüncü el hasat yapılmıştır (21). Hasat işlemleri pasellerin orta sırasında yapılmış ve kenar etkisini önlemek amacıyla sıranın başından ve sonundan 5'er metre atılmıştır. Hasattan elde edilen kütlü miktarları ayrı ayrı tartılarak konulara ilişkin verimler bulunmuştur. Yıllara göre ekim ve hasat tarihleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yıllara Göre Ekim ve Hasat Tarihleri

Yıllar	Ekim	1. El	2. El	3. El
1994	18 / 05	29 / 09	08 / 10	15 / 10
1995	02 / 05	11 / 09	22 / 09	27 / 09

Tablo 3. Deneme Konularında Ortalama Sulama Suyu, Mevsimlik Su Tüketimi ve Verim Miktarları (\*)

Konular	Yıl	I mm	ET mm	Verim Kg/da **	Konular	I mm	ET mm	Verim Kg/da **
S1Kcp1P1	1994	350	487	197 b	S2Kcp1P1	350	507	220 b
	1995	322	449	341 b		322	435	353 b
S1Kcp2P1	1994	380	515	212 ab	S2Kcp2P1	380	531	223 ab
	1995	339	464	346 b		339	451	361 b
S1Kcp3P1	1994	410	550	208 a	S2Kcp3P1	410	575	229 a
	1995	355	499	386 ab		355	473	385 ab
S1Kcp1P2	1994	388	523	198 b	S2Kcp1P2	393	554	221 b
	1995	353	468	368 ab		358	478	401 ab
S1Kcp2P2	1994	426	561	214 ab	S2Kcp2P2	432	591	244 ab
	1995	376	511	422 a		382	532	405 a
S1Kcp3P2	1994	464	590	224 a	S2Kcp3P2	472	615	262 a
	1995	398	538	374 ab		405	544	371 ab

(\*) Sulama suyu miktarlarına, çimlenme suyu eklenmiştir.

(\*\*) Karşılaştırmalar her yıl için ayrı ayrı ve Duncan yöntemine göre belirlenmiş olup, aynı harf grubuna giren konular her iki yıl için de % 5 düzeyine göre farklı değildir.

## Bulgular ve Tartışma

### Su Kullanma Randımanları

Deneme konularında belirlenen sulama suyu, bitki su tüketimi (ET) ve elde edilen verimler Tablo 3'de, anılan değerler kullanılarak saptanan su kullanma randımanları, Tablo 4'de verilmiştir. Denemenin ilk yılında en yüksek toplam su kullanma randımanı (TWUE), S2Kcp1P1 ve S2Kcp3P2 konularında 0,43 kg/da/mm olarak belirlenmiştir. İkinci yıl ise S2Kcp1P2 konusunda 0,84 kg/da/mm olarak bulunmuştur. En küçük değerler, genellikle, sulama aralığının 5 gün olduğu konularda belirlenmiştir. En yüksek sulama suyu kullanma randımanları (IWUE), ilk yıl S2Kcp1P1 konusunda 0,63 kg/da/mm, ikinci yıl S2Kcp1P2 konusunda 1,27 kg/da/mm, en küçük değerler ilk yıl S1Kcp3P2 konusunda 0,48 kg/da/mm, ikinci yıl S2Kcp3P2 konusunda 1,01 kg/da/mm olarak belirlenmiştir.

TWUE ve IWUE değerlerinin, sulama aralığının seyrek olduğu sulama konularında daha fazla olduğu belirlenmiş olup, S1 konularında ortalama TWUE değeri 0.39 kg/da/mm iken, S2 konularında ortalama 0.42 kg/da/mm olarak belirlenmiştir. Öte yandan anılan değerler, her iki sulama aralığında da P1'li konularda P2'lerden daha yüksek çıkmıştır.

Kanber ve ark. (22) tarafından belirtildiği gibi; ET ve I miktarlarının düşük, verimin yüksek olduğu

konulardan, daha yüksek su kullanma randımanları elde edilmiştir. En yüksek I / ET değeri, ilk yıl S1Kcp3P2 konusunda % 79, ikinci yıl S1Kcp1P2, S2Kcp3P1 ve S2Kcp3P2 konularında % 67 olarak bulunmuştur. Sulama suyunun az, su tüketiminin fazla olduğu konularda bu değer giderek küçülmüştür. Denemenin ilk yılında elde edilen su kullanım randımanları, daha düşüktür. Bu durumun, ilk yıl uygulanan sulama suyunun ve su tüketiminin ikinci yıldan daha fazla, buna karşılık elde edilen verimin daha düşük olmasına bağlanabilir.

Yavuz (7) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, TWUE değerleri 0,35 - 0,67 kg/da/mm, IWUE değerleri 1,17 - 1,54 kg/da/mm ve I / ET değerleri ise % 29 -44 olarak bulunmuştur. Bordovsky ve ark. (23) Teksas'ta LEPA sistemiyle yürüttükleri pamuk denemesinde IWUE değerini, 0,40 olarak saptamışlardır. Ayrıca, sulama aralıkları arttıkça su kullanım randımanlarının yetersiz sulama nedeniyle küçüldüğünü belirlemiştir. Şener (24), damla yöntemiyle sulanan pamukta IWUE değerini 0,76-1,47 kg/da/mm arasında hesaplamıştır. Fangmeier ve ark. (25), Arizona'da damla ile sulanan pamukta TWUE değerinin konulara göre 0,39 - 0,55 kg/da/mm arasında olduğunu açıklamışlardır. Sunulan çalışmalardan farklı sonuçların eldesi, Howell ve ark. (16) tarafından da yapılan açıklamalardan, açıkça anlaşılacağı gibi kullanılan sulama sistemlerinin işletim özellikleri ve performanslarından ve uygulanan sulama programlarının

bitki-toprak-atmosfer sistemine olası ayrımlı etkilerinden ileri gelmiştir.

Gerek ulaşılan sonuçlar, gerekse diğer araştırma bulguları, damla yöntemiyle sulanan pamukta su kullanım randımanlarının, sulama programı, kültürel uygulamalar, ve yöre (iklim, toprak) koşullarına göre değiştiğini göstermektedir. En yüksek değerlerin, uygulanan sulama suyuna oranla verimin yüksek olduğu sulama programlarından alınmıştır.

Öte yandan, damla sisteminin uygulanması durumunda sulama suyunun bitki su tüketimine katkısının % 60'dan fazla olduğu, ele alınan sulama konularının anılan oranı fazla etkilemediği ileri sürülebilir.

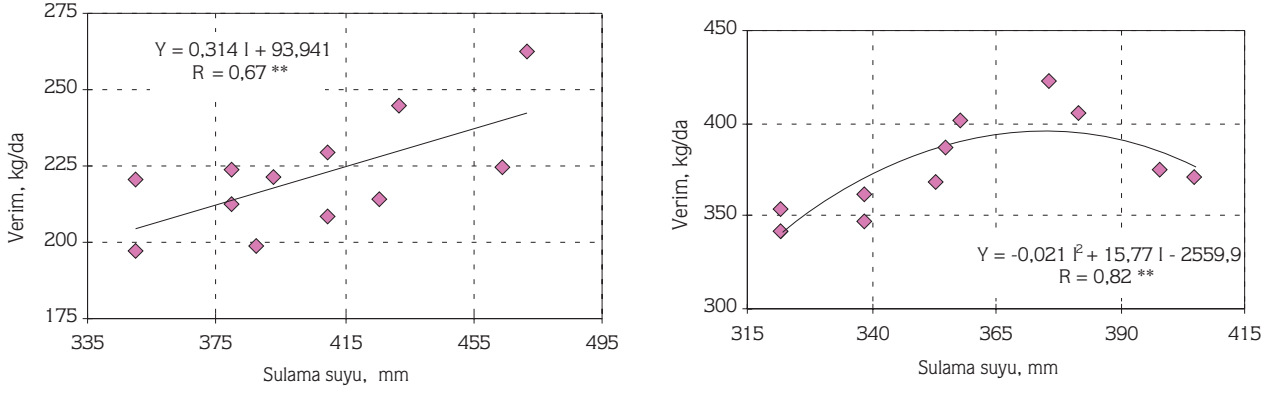
#### Su - Verim İlişkileri

Araştırmada verim ile sulama suyu ve ET arasında ilk yıl % 1 düzeyinde doğrusal; ikinci yıl ise verim ile sulama suyu arasında % 1 düzeyinde önemli eğrisel, ET arasında ise % 5 düzeyinde önemli doğrusal ilişkiler olduğu saptanmıştır (Şekil 1-2). Denemenin her iki yılında ele alınan değişkenler arasında genellikle doğrusal ilişkiler elde edilmiştir.

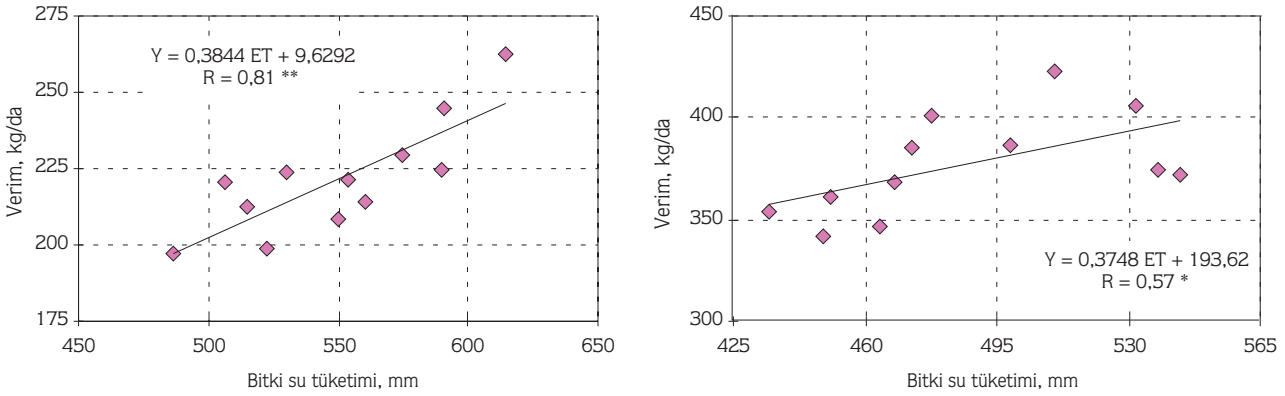
Çok sayıda araştırmacının belirttiğine göre, sulama programlarına, toprak ve iklimsel etmenlere bağlı olarak su-verim ilişkisi doğrusal veya eğrisel olabilmektedir (20, 21). Kanber ve Derviş (21), Çukurova koşullarında pamuk su tüketimini belirlemek amacıyla yaptıkları

Tablo 4. Damla Sulama Sisteminde Belirlenen Su Kullanım Randımanları

Konular	1994			1995		
	TWUE (kg/da/mm)	IWUE (kg/da/mm)	I/ET (%)	TWUE (kg/da/mm)	IWUE (kg/da/mm)	I/ET (%)
S1Kcp1P1	0,40	0,56	72	0,76	1,21	63
S1Kcp2P1	0,41	0,56	74	0,75	1,16	64
S1Kcp3P1	0,38	0,51	75	0,77	1,23	63
S1Kcp1P2	0,38	0,51	74	0,79	1,18	67
S1Kcp2P2	0,38	0,50	76	0,83	1,26	66
S1Kcp3P2	0,38	0,48	79	0,68	1,03	66
S2Kcp1P1	0,43	0,63	69	0,81	1,25	65
S2Kcp2P1	0,42	0,59	72	0,80	1,21	66
S2Kcp3P1	0,40	0,56	71	0,81	1,22	67
S2Kcp1P2	0,40	0,56	71	0,84	1,27	66
S2Kcp2P2	0,41	0,57	73	0,76	1,19	64
S2Kcp3P2	0,43	0,56	77	0,68	1,01	67



Şekil 1. Deneme konularında sulama suyu - verim ilişkisi (1994-1995)



Şekil 2. Deneme konularında bitki su tüketimi - verim ilişkisi (1994-1995)

çalışmada, göllendirmeli karık yöntemiyle sulanan pamuğun kütlü verimi ile sulama suyu arasında % 1, su tüketimi arasında ise % 5 düzeyinde istatistiki olarak önemli doğrusal ilişkiler bulunmuşlardır. Baştuğ (20), Çukurova koşullarında göllendirmeli karık yöntemiyle, pamukta mevsimlik su tüketimi ile kütlü verimi arasında % 1 düzeyinde önemli doğrusal ilişki belirlemiştir. Aynı şekilde Yavuz (7), Çukurova koşullarında damla sulamada, bitki su tüketimi ile verim arasında % 5 düzeyinde önemli doğrusal ilişki belirlemiştir. Bu çalışmada da, benzer sonuçların elde edildiği söylenebilir.

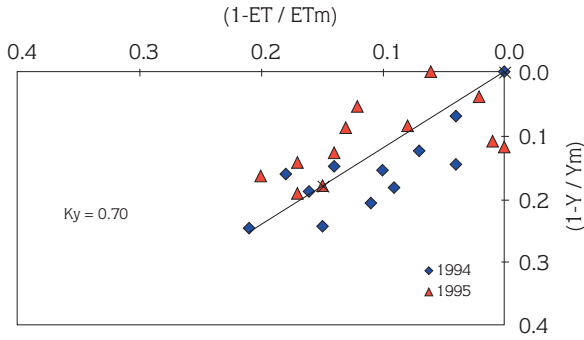
Araştırmada oransal evapotranspirasyon eksilişi ile oransal verim azalışı değerleri arasındaki belirlenen ilişkiler, Şekil 3'de verilmiştir. Her iki yılı kapsayan ortalama mevsimlik verim-tepki etmeni (Ky), 0,70 olarak belirlenmiştir.

$$\left(1 - \frac{Y}{Y_m}\right) = 0.70 \left(1 - \frac{ET}{ET_m}\right) + 0.061; \quad R = 0,64^*$$

Buna göre, bir birimlik su tüketimi eksilişine karşılık verimde, 0,70 birimlik bir azalma beklenileceği söylenebilir. Aynı yörede Baştuğ (20) tarafından yapılan bir çalışmada, toplam büyüme mevsimi için Ky değeri 0,99 olarak belirlenmiştir. Yavuz (7), Çukurova koşullarında damla konusunda Ky değerini 0,86, karıkta 0,93 olarak saptamıştır. Kanber ve ark. (26), Çukurova koşullarında pamukta Ky değerinin 0,48 olduğunu saptamışlardır. Doorenbos ve Kassam (1), damla ile sulanan pamukta toplam büyüme mevsimi için Ky

değerini 0,85 olarak bulunmuşlardır. Young ve ark. (19), verim miktarı yükseldikçe Ky değerlerinde düşmeler; verim miktarı azaldıkça Ky değerlerinde yükselmelerin olacağını belirtmişlerdir. Ayrıca Yavuz (7),





Şekil 3. Araştırma yıllarına ilişkin oransal ET eksilişi - oransal verim azalışı ilişkisi

sulama sayısı azaldıkça  $K_y$  değerlerinin yükseldiğini belirlemiştir. Bu çalışmada elde edilen  $K_y$  değeri, yukarıda belirtilen değerlere kısmen yakın çıkmış olup, bazı

## Kaynaklar

1. Doorenbos, J., Kassam, A. H., Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, 193, 1986.
2. Hoffman, G.J., Howell, T.A., Solomon, K.H., Management of Farm Irrigation Systems. The Amer. Soc. of Agric. Eng. 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-6959 USA. 104-683, 1990.
3. Goldberg, D., Gornat, B., Rimón, D., Drip Irrigation. Drip Irr. Sci. Publ. Kfar Sharyahu - Israel, 295, 1976.
4. Tekinel, O., Çevik, B., Turuncgillerin Sulanması. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı, No: 19, Adana, 60, 1990.
5. Baştuğ, R., Tekinel, O., Kısıntılı Sulama Koşullarında Pamuk Su-Verim Fonksiyonları. DOĞA TU Tar., ve Or. Dergisi, 162-169, 1989.
6. Şimşek, M., Aşağı Seyhan Ovası Sulamasında Tarla İçi Sulama Randımanlarının İzlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Tar. Yap. ve Sul. Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 120, 1992.
7. Yavuz, M. Y., Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim ve Su Kullanımına Etkileri. Ç.Ü Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 196, 1993.
8. Phene, C.J., Davis, T.A., Howell, R.L., McCormick, H.I., ve Ark., Evapotranspirasyon and Water Use Efficiency of Trickle and Furrow Irrigated Cotton. ASAE Winter Meeting, No: 84-2625 New Orleans LA, 1-24, 1984.
9. Radin, J.W., Reaves, L.L., Mauney, J.R., French, O.F., Yield Enhancement in Cotton by Frequent Irrigations During Fruiting. Agron-J. Madison, Wis.: Amer. Soc. of Agronomy. Vol: 84 (4), 551-557, 1992.
10. Özbek, H., Dinç, U., Kapur, S., Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Zir Fak. Yay. No: 23, Bil. Araş. ve İncelemeler 8, Adana, 149, 1974.
11. Güzel, N., Yeşilsoy, M.Ş., Kanber, R., Tunçgöğüs, B., Çukurova Bölgesinde Pamukta Çeşitli Sulama Rejimlerinde En Uygun Azot Dozunun Saptanması. Doğa Bilim Dergisi, 7 (3), 185-191, 1983.
12. Kanber, R., Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Verimlerinin Sulanması. Bölge Topraksu Arşt. Enst. Yay. No: 114 (64), Tarsus, 93, 1984.
13. James, L.G., Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons, Inc, New York, 543, 1988.
14. Beyce, Ö., Madanoğlu, K., Ayla, Ç., Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Sulanır Mahsullerin Su İhtihlakleri. Merkez Topraksu Araştırma Enst. Müd. Yay., Gen. Yay. No: 15, Teknik Yay., No: 12, Ankara, 213, 1972.
15. Tüzüner, A., Alçı Blokları, Tansiyometre ve Nötronmetrelerin Sulama zamanının Belirlenmesinde Kullanma Olanaklarının Araştırılması. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md. Yay., Gn. Yay. No: 97, Teknik Yay. No: 52, Ankara, 44, 1981.
16. Howell, T.A., Cuenca, R.H., Solomon, K.H., Crop Yield Response. Management of Farm Irrigation Systems (Ed. Hoffman et al.), ASAE, 311-312, 1990.
17. Kanber, R., Yazar, A., Köksal, H., Oğuzer, V., Evapotranspiration of Grapefruit in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. Sci. Hort., 52: 53-62, 1992.
18. Stewart, J.I., Danielson, R.E., Hanks, R.J., Jackson, E.B. vd., Optimizing Crop Production Through Control of Water and Salinity Levels in the Soil. Utah Water Res. Lab. Publ. No: PRWG 151-1, Logan, 191, 1977.
19. Young, S.C.H., ve Ark., Banana Yield as Affected by Deficit Irrigation and Pattern of Lateral Layouts. Transaction of ASAE - 28, 507-516, 1985.
20. Baştuğ, R., Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerinde Bir Çalışma (Doktora Tezi). Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Kültürteknik Anabilim Dalı, Adana, 120, 1987.

farklılıkların iklimsel değişiklikler, sulama programları ve uygulanan kültürel işlemlerden ileri geldiği söylenebilir.

## Sonuç

Bu çalışmadaki benzer iklim ve toprak koşullarında damla sulama planlamasında; yaklaşık olarak, toplam su kullanma randımanının (TWUE) 0,60 kg/da/mm, sulama suyu kullanma randımanının (IWUE) 0,85 kg/da/mm ve I/ET oranının % 70 alınabileceği söylenebilir.

Yapılacak sulama planlamasında bu çalışmada elde edilen verim-tepki etmeninden  $(1 - Y / Y_m) = 0,70$  ( $1 - ET / ET_m$ ) yararlanılarak benzer iklim koşullarında pamukta sulama suyu eksikliğine karşı verimde oluşabilecek azalmanın ne kadar olabileceği kestirilebilir.

21. Kanber, R., Derviş, Ö., Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketimi. Tarsus Bölge Topraksu Araşt. Enst. Müd. Yayınları. Genel Yayın No: 90, Rapor Yay. No: 40, Tarsus, 29, 1978.
22. Kanber, R., Tekinel, O., Baytorun, N., ve Ark., Harran Ovası Koşullarında Pamuk Sulama Aralığı ve Su Tüketiminin Belirlenmesinde Açık Su Yüzeyi Buharlaştmasından Yararlanma Olanakları. T.C. Başbakanlık GAP Kalkınma İdaresi Başkanlığı GAP Yay. No: 44, Adana, 38, 1991.
23. Bordovsky, J.P., Lyle, M.W., Lascano, J.R, Upchurch, R.,D, Cotton Irrigation Management With LEPA Systems. Tr. ASAE, Vol: 35 (3), 879-884, 1992.
24. Şener, S., Menemen Ovası Koşullarında Farklı Sulama Yöntemleriyle Sulamanın Pamuk Verimine ve Su Kullanımına Etkileri. K.H.G.M. Menemen Araşt. Enst. Müd. Yay. No: 213, Rapor Serisi No: 140, Menemen, 55, 1995.
25. Fangmeier, D.D., Garrot, JR., Husman, S.H., Perez, J., Cotton Water Stress Under Trickle Irrigation. (ASAE), Vol: 32 (6), 1955-1959, 1989.
26. Kanber, R., Tekinel, O., Köksal, H., Çukurova İklim Koşullarında Pamuk Bitkisinin Sulama Mevsimi Uzunluklarının Karşılaştırılması. Tr. J. of Agric. and Forestry No: 18, 81-86, 1994.