

# Damla Sistemiyle Sulanan Pamukta (Sıra Üzerinde) Ve Kuru Bölgedeki (Sıra Arasında) Bitki Su Tüketimlerinin Karşılaştırılması

Ahmet ERTEK

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 65080 - Van / Türkiye

**Özet :** Bu çalışma, damla sistemiyle sulanan pamukta, ıslak (sıra üzerinde) ve kuru bölgede (sıra arasında) bitki tarafından tüketilen su miktarlarının karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır. Araştırma, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Deneme Alanında, 1994-95 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada Çukurova-1518 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Lateraller sıra aralıklarıyla uyumlu olarak (0.7 m ara ile) yerleştirilmiştir. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada, iki farklı sulama aralığı ( $S_1 = 5$  ve  $S_2 = 10$  gün), üç bitki katsayısı ( $K_{cp1} = 0.75$ ,  $K_{cp2} = 0.90$  ve  $K_{cp3} = 1.05$ ) ve iki ıslatma yüzdesi ( $P_1 = 0.70$  ve  $P_2 =$  bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmıştır. İlk sulama, 120 cm toprak derinliğindeki elverişli nem % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek miktarda su uygulanmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 322 - 472 mm; mevsimlik su tüketimi (Et) değerleri, ıslak bölgede 449 - 615 mm; kuru bölgede ise 419 - 588 mm arasında değişmiştir. Sonuçta; damla ile sulanan pamukta, kuru bölgede (sıra arasında) belirlenen bitki su tüketimi değerlerinin, ıslak bölgede (sıra üzerinde) belirlenen değerlerle doğrusal olarak artış gösterdiği ve anılan değerlere oldukça yakın ve önemsenecek derecede olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler :** Pamuk, damla sulama, evapotranspirasyon

## The Comparison Of The Wetted Zone (on the Rows) With The Dry Zone (Between the Rows) Et At The Irrigated Cotton Crop With Drip System

**Abstract :** This study was conducted to determine the comparison of the wetted zone Et with the dry zone Et at the irrigated cotton crop with drip system. The research was carried out at the experimental area of the Department of Agricultural Structures and Irrigation of Çukurova University in 1994 and 1995. In the experiment, Çukurova-1518 cotton variety was planted. The laterals were placed at 0.7 m intervals (a lateral for every crop row). The amount of irrigation water applied was based on free surface evaporation from a screened Class-A Pan. Irrigation treatments consisted of two different irrigation intervals ( $I_1 = 5$ ;  $I_2 = 10$  days), and three plant-pan coefficients ( $K_{cp1} = 0.75$ ,  $K_{cp2} = 0.90$ ,  $K_{cp3} = 1.05$ ) and two different wetted percentage ( $P_1 = 0.70$  and  $P_2 =$  based on cover percentage of crop). The first irrigation was applied when the available soil moisture in the 120 cm depth in the profile was at 40 % level. According to the results, seasonal irrigation water varied from 322 to 472 mm; seasonal Et in the wetted zone varied from 449 to 615 mm; and in the dry zone (just outside of the wetted zone) the seasonal Et varied between 419-588 mm. The results showed that in the dry zone Et values have linearly increased with wetted zone Et values and approximately and appreciably.

**Keywords :** Cotton, drip irrigation, evapotranspiration

### Giriş

Bitki su tüketimi, en genel anlamıyla bitki ile örtülü bir alandan atmosfere atılan toplam su buharı miktarıdır. Anılan değer, toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla hazırlanan projeler için temel girdi sayılmaktadır (Kanber ve ark., 1993). Bitki su tüketimi, sulama, drenaj, toprak sıcaklığı ve bitki verimi ile doğrudan ilişkili olduğundan; sulama ve drenaj mühendisleri için önemli bir konudur. Sulama ve drenaj sistemlerinin projelenmesi, su haklarının saptanması, hidrolojik çalışmaların yapılabilmesi ve sulama tesislerinin işletme ve idaresi için evapotranspirasyonun iyi bilinmesi gereklidir (Özer, 1993).

Genellikle bitkiler, yüzey, yağmurlama ve yersel sulama yöntemlerinden birisiyle sulanırlar (Leliart, 1987). Bilimsel anlamda sulama yapabilmek için, sulama zamanının, kullanılacak su miktarının ve uygulama yönteminin iyi seçilmesi gerekmektedir. Bu konularda uygun kararların alınabilmesi için de bitki su tüketimlerinin bilinmesi zorunludur (Başkan, 1993).

Sulanan alanlarda toprağa verilen su miktarı, sulama sistemine bağlı olarak belirlenir (Hoffman ve ark., 1990). Genellikle yüzey sulama yöntemleriyle, diğer yöntemlere göre daha fazla su 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 (Goldberg ve ark., 1976). Anılan yöntemle bitkilerin transpirasyon kaybını yeterli olarak karşılayabilecek devamlı bir "kullanılabilir toprak nemi" sağlanabilmektedir. Bu sistemde, kaynaktan kapalı borularla alınan sulama suyu, dağıtım boruları üzerine belirli aralıklarla yerleştirilmiş damlatıcılar aracılığı ile uygulanır. Damlatıcılardan çok düşük debi ile sıfır basınç yükü altında çıkan su, yerçekimi etkisiyle toprağa girer (Tekinel ve Çevik, 1990).

Damla sulama yöntemi; toprakta her an için bitkinin kullanımına hazır nem bulundurmak suretiyle, bitkinin topraktan su almak için sarfedeceği enerjiyi vejetatif ve generatif gelişmesinde kullanılabileceği varsayımına dayanmaktadır (Çevik ve ark., 1994).

Damla sulama yöntemiyle daha az su uygulanması nedeniyle topraktaki gübre ve diğer bitki besin maddelerinin yıkanarak derine sızması ve buna bağlı olarak, çevre kirliliği önlenebilmektedir. Öte yandan damla sulama yöntemi, tarımsal üretimde para ve zaman kaybına neden olan yabancı otların denetimini sağlayan yöntemdir. Ayrıca, enerji ve işçilik gereksinimi az; kuruluş gideri sabit yağmurlama sistemlerinden daha ucuzdur (Hill ve Keller, 1980).

Su kaynaklarına olan istemin artması ve sulamaya elverişli su miktarının giderek azalması gözönüne alınırsa, yukarıda açıklanan üstün özellikleri nedeniyle sulama suyu ve çevre kirliliği riskinin daha az olduğu damla sulama konusundaki araştırmalar önem taşımaktadır. Böylece, yapılacak araştırmaların ışığı altında değişik bitkiler için en uygun sulama programları ve su-üretim fonksiyonları elde edilebilir (Ertek, 1998).

Damla sulama yöntemi ile pamuk sulanmasında su kayıpları önemli ölçüde azaltılabilmekte ve yüksek randımana ulaşılmaktadır (Yavuz, 1993). Genel olarak sistemin bakımlı ve iyi çalışır durumda tutulması koşuluyla damla sulama ile birim alandan % 20 daha fazla ürün alınmakta ve sulama suyundan % 40 artırım sağlanmaktadır (Acatay, 1996).

Shanmugham ve ark. (1977) Hindistan'da; Güleriyüz ve Özkan (1993) ise Antalya'da yaptıkları çalışmalarda, pamukta damla ve karık sulama yöntemlerini karşılaştırmışlar ve her iki yöntemde de kütlü veriminin aynı, fakat damlada uygulanan suyun % 50 daha az olduğunu belirlemişlerdir.

Damla sulamada sulamalar sonrası oluşan ıslak bölgenin şekli damlatıcı debisine bağlıdır. Bu bölgenin düşey boyutu, genellikle, daha küçük olur ve yatay boyutu ise damlatıcı debisine bağlı olarak doğrusal bir artış gösterir. Verilen toprak, bitki ve iklim koşulları altında uygun damlatıcı aralığı ve debisinin belirlenmesi, ıslak toprak hacminin şekli ve boyutu, toprak su içeriğinin dağılımı ve bu hacimdeki düzensiz değişime bitkinin tepkisinin bilinmesini gerektirir (Keller ve Bresler, 1973).

Öte yandan, damla sulamada sıralar arasında kalan kuru bölgenin nem içeriği damlatıcı debisi yanında damlatıcı ve lateral aralığına bağlı olarak da değişecektir. Damlatıcı ve lateral aralığı azaldıkça, kuru bölgedeki nem içeriğinde artış gözlenecektir.

Bitki su tüketimi, bitki ile kaplı tüm yüzeylerden olan buharlaşmayı da kapsadığından, kuru bölgeden gerek bitki kökleriyle alınan ve gerekse buharlaşma yoluyla kaybolan su miktarı da, bitki su tüketiminde önem arz etmektedir.

Dünya literatürlerinde oldukça fazla araştırma sonucu bulunmasına karşın, ıslatma çapının saptanmasına yönelik amprik etitlik sayısalı oldukça az olup, bu etitliklerle elde edilecek ıslatma çapları arasında önemli düzeyde farklılıklar vardır. Bu nedenle, farklı damlatıcı debisi, sulama süresi ve toprak özellikleri için ıslatma çapının belirlenmesinde kullanılabilecek amprik etitlikleri geliştirmek ve uygun örtme oranının belirlenmesi ile damlatıcı aralığının saptamak için kapsamlı araştırmalara gereksinim vardır (Aran ve ark., 1997).

Bu çalışmada, damla sistemi ile sulanan pamukta, ıslak (sıra üzeri) ve kuru bölgeden (sıra arasından) bitki tarafından kaldırılan nem miktarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, pamuğun damla sulama sistemleriyle sulanması durumunda, önemli bir projelene ölçütü olan, ıslatma yüzdesinin (P) ve bitki - pan katsayılarının (Kcp) anılan bölgelerden kaldırılan nem miktarına etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü deneme alanında 1994-1995 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanı denizden 20 m yükseklikte olup, 36° 59' N ve 35° 18' E enlem ve boylamları arasında yer almaktadır.

Deneme alanı toprakları Mutlu serisine girmekte olup, solumlarının kalınlığı çok fazladır. Yüksek oranda kil, orta derecede kireç içerirler (Özbek ve ark., 1974). Araştırma alanı

topraklarının sulama yönünden kimi özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Yörede Akdeniz iklimi görülmekte olup; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır.

Deneme alanında bulunan istasyondan alınan çok yıllık gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 18.8 °C; en soğuk ay 9.4 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 28.0 °C ile Ağustos ayıdır. Yıllık ortalama yağış 645.8 mm' dir. Yağışın % 90' ı kışın düşmektedir. Yıllık ortalama oransal nem % 66, rüzgar hızı 2.0 m/s dolaylarındadır.

Çizelge 1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Sulama Özellikleri

Katman	Bünye	TK	SN	As	Aw	pH	EC	K <sub>2</sub> O *	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *
Derinliği	Sınıfı	Pw	Pw	gr/cm <sup>3</sup>	mm		DS/m	kg/da	Kg/da
0-30	C	37	20	1.19	60.69	7.8	0.34	135	15.8
30-60	C	39	20	1.16	66.12	7.7	0.25	65.6	2.7
60-90	C	39	19	1.15	69.00	7.8	0.23		
90-120	C	43	15	1.25	105.00	8.1	0.19		
120-150	C	42	14	1.24	104.16	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.

Denemede Çukurova-1518 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Ekime hazır hale getirilen parsellere 70 cm sıra aralığı ile pnömatik mibzerle dekara 7 kg tohum düşecek şekilde ekim yapılmıştır; çykıttan sonra bitkiler, sıra üzeri mesafe 15-20 cm olacak biçimde seyreltilmiştir. Ekimle birlikte saf madde olarak dekara 16 kg azot ve 6 kg fosfor düşecek şekilde gübre uygulanmıştır (Güzel ve ark., 1983).

Konular, iki farklı sulama aralığı (S; 5 ve 10 gün), üç farklı Pan katsayısı (Kcp1 = 0.75, Kcp2 = 0.90, Kcp3= 1.05), sabit ıslatma yüzdesi (P1= 0.70) ve bitki gelişme devresi boyunca oluşan farklı örtü yüzdelere göre değişen ıslatma yüzdesi (P2) değerleri dikkate alınarak oluşturulmuş ve Bölünen-Bölünmüş parseller deneme desenine göre, 3 yinelemeli olarak düzenlenmiştir. Böylece, denemede 12 konu için 36 parsel oluşturulmuştur.

Parsel boyları lateral uzunluğuna göre 40 m olarak alınmıştır. Sıra aralığı 0.70 m olup, her parselde toplam 3 sıra yer almıştır. Böylece, herbir parselin alanı 84 m<sup>2</sup>' dir.

Sulama suyu hesabında, esasları Kanber (1984)'de verilen açık su yüzeyi buharlaşması yöntemi kullanılmıştır. Bu amaç için deneme

alanındaki meteoroloji istasyonunda bulunan A sınıfı (Class A Pan) buharlaşma kabından sulama aralıklarında okunan yığışimli buharlaşma değerleri kullanılmıştır. Yığışimli buharlaşma değerleri ile anılan katsayıların çarpılarak, sulama suyunun hesaplanmasında Eşitlik 1' den yararlanılmıştır.

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

Eşitlikte; I : sulama suyu miktarı (mm), A : parsel alanı (m<sup>2</sup>), E<sub>p</sub> : sulama aralıklarındaki yığışimli buharlaşma (CAP, mm), K<sub>cp</sub> : bitki-pan katsayısı, P : ıslatma yüzdesi (%). P değeri tam örtü durumunda 1' e ulaşmıştır. 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).

Bitki taç genişlikleri, her sulamadan önce sıra üzerindeki etiketlenmiş bitkilerde bu amaç için yapılmış ahtap kumpas kullanılarak ölçülmüştür.

Deneme parsellerinde ilk sulama 120 cm toprak profiline elverişli nem % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut nemi tarla

kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıttır. Sonraki sulamalar deneme desenine göre 5 ve 10 günlük aralıklarla sulama mevsimi bitimine dek düzenli olarak uygulanmıttır.

Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminin, denetim biriminde; basınç düzenleyicisi, kum tankı, elek filtre, manometre, vana ve su sayacına yer verilmiştir. Yretim biriminde ise ana boru, yan boru (monifold), lateraller ve damlatıcılar yeralmıttır. Sistemde 12 mm çapında PE plastik lateral borular kullanılmıttır. Laterallar üzerinde 60 cm aralıklarla, debileri 2 atmosfer basınçta 2 L/h olan inline tipi (boru içi) damlatıcılar yeralmıttır.

Damlatıcı aralığı, deneme alanı topraklarının önceden

Yavuz (1993) tarafından belirlenmiş olan kararlı infiltrasyon hızı ( $I = 4.5$  mm/h) dikkate alınarak aşağıdaki Eşitlik 3 ile bulunmuştur (Kanber, 1993).

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

Eşitlikte; Sd : 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. Aynı miktarda su alan deneme parsellerinin hepsi için bir adet yan boru ve bu parsellerdeki sulama suyunun denetimi için de bir adet vana kullanılmış olup, sistemde 12 adet yan boru ve 12 adet vana yeralmıştır. Konulara uygulanması gerekli sulama suyu miktarları sistemin başına yerleştirilmiş su sayacı yardımıyla kontrol edilmiştir.

Deneme parsellerinde toprak nem ölçümleri nötronmetre ile Tüzüner (1981)'de belirtilen esaslardan yararlanılarak yapılmıştır. Her konu için bir ölçüm istasyonu oluşturularak, profilin 150 cm derinliğine kadar, aynı doğrultuda olmak üzere hem sıra üzerinde hem de sıra arasında nötron tüpleri çakılmıştır. Nem ölçümleri, sulamadan önce ve sonra ve hasatta her konu için ayrı ayrı yapılmıştır. Deneme konularında profilin ilk 30 cm'lik kısımlarında nem ölçümleri gravimetrik olarak yapılmıştır. Nem ölçümlerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla nötronmetre

kalibrasyonu yapılmış ve kalibrasyon denklemi çıkarılmıştır (Eşitlik 4).

$$CR = 0.2372 + 0.01091Pv; R^2 = 0.47^{**} \quad (4)$$

Eşitlikte; CR : Gerçek / Standart sayım oranı, Pv : Toprak nem içeriği,  $cm^3/cm^3$

Çalışma sırasında, kullanılan kalibrasyon denklemlerinin doğruluğunu test etmek için zaman zaman profilin farklı derinliklerinden alınan toprak örneklerinin, gravimetrik olarak saptanan nem düzeyleri ile nötron okumalarından hesaplanan nem düzeyleri karşılaştırılmıştır. Deneme konularında bitki su tüketiminin belirlenmesinde James (1988) tarafından verilen, aşağıdaki su dengesi eşitliği kullanılmıştır.

$$Et = I + R + Cr - Dp - Rf \pm \Delta s \quad (5)$$

Eşitlikte; Et : bitki su tüketimi (mm), I : sulama suyu (mm), R : yadığ (mm), Cr : kılcal yükseliğ (mm), Dp: derine süzülme kayıpları (mm), Rf : yüzey akığ kayıpları (mm),  $\Delta s$  : toprak profilindeki nem değışimi (mm). Sulamalar damla ile yapıldığından Cr, Dp ve Rf faktörleri dikkate alınmamıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Sulama Sonuçları

Deneme konularına uygulanan toplam sulama suyu miktarları Çizelge 2'de verilmiştir. Denemenin ilk yılında 11 Temmuz 1994 (ekimden 53 gün sonra), ikinci yılında ise 17 Temmuz 1995 (ekimden 76 gün sonra) tarihlerinde ve toprağın 120 cm derinliğindeki elverişli nemin % 40 düzeyine düştüğü anda ilk sulama yapılmıştır. Ardıl sulamalar, konulara göre, 5 ve 10 günlük aralıklarla uygulanmıştır. Çizelgeden görülebileceğı gibi, denemenin birinci yılında S1 konularına 11 ve S2 konularına 6; ikinci yılında S1 konularına 7 ve S2 konularına 4 kez sulama suyu verilmiştir. En az ve en çok su uygulanan S1Kcp1P1 ve S2Kcp3P2 konularına ilk yıl sırasıyla toplam 350 mm ve 472 mm; ikinci yıl 282 mm ve 365 mm sulama suyu verilmiştir. Aynı yıldaki her iki sulama aralığında, benzer konularda P1 katsayısının sabit (0.70) olması nedeniyle, uygulanan sulama suyu miktarları aynıdır. P2'li konularda ise, sulama aralıklarında ölçülen bitki örtü yüzdesinin farklı olmasından dolayı, uygulanan sulama suyu miktarları farklı olmuştur. Öte yandan, sulama başlangıcında yaklaşık aynı değere sahip olmakla birlikte, bitki örtüsü

geliştikçe her iki sulama olmasından dolayı, uygulanan sulama suyu miktarları farklı olmuştur. Öte yandan, sulama başlangıcında yaklaşık aynı değere sahip olmakla birlikte, bitki örtüsü geliştikçe her iki sulama aralığında da P2 konularına P1 konularından daha fazla su uygulanmıştır. S2 sulama aralığındaki bitki örtü yüzdesinin, S1'dekinden daha fazla olması nedeniyle S2P2'li konulara daha fazla su uygulanmıştır.

Konulara uygulanan sulama suyu miktar ve sayılarındaki farklılığın ise, deneme yıllarına ilişkin iklimsel değişkenlerin farklılığından ileri geldiği söylenebilir (USDA.-SCS., 1967). Aynı konuda

Doorenbos ve Kassam (1986); Kanber ve Dervi<sup>o</sup> (1978); Tekinel ve Kanber (1979); Kanber ve ark. (1991) ve Yavuz (1993) benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Çizelge 2. Yıllara Göre Deneme Konularına Uygulanan Toplam Sulama Suyu Miktarları (mm)

Konular	Yıl		Konular	Yıl	
	1994	1995		1994	1995
S1Kcp1P1	350	282	S2Kcp1P1	350	282
S1Kcp2P1	380	298	S2Kcp2P1	380	298
S1Kcp3P1	410	315	S2Kcp3P1	410	315
S1Kcp1P2	388	313	S2Kcp1P2	393	317
S1Kcp2P2	426	336	S2Kcp2P2	432	341
S1Kcp3P2	464	357	S2Kcp3P2	472	365

#### Su Tüketimi (Et) Sonuçları

Sulama konularında mevsimlik su tüketimi değerleri, ıslak ve kuru bölge Et'si olarak iki kısımda ele alınmış ve konulara göre ayrı ayrı belirlenmiştir.

Yapılan hesaplama sonuçları, ıslak ve kuru bölge Et'si sırasıyla, Çizelge 3 ve 4' de verilmiştir.

Mevsimlik su tüketimi (Et) değerleri ele alınan sulama konularına ve denemenin yürütüldüğü yıllara göre farklılıklar göstermiştir. Islak bölgede belirlenen mevsimlik su tüketimi 1994 yılında 487 mm ile 615 mm arasında; 1995 yılında 449 mm ile 544 mm arasında değişmiştir. Kuru bölgede belirlenen mevsimlik su tüketimi değerleri ise, ıslak Et değerleri ile doğrusal artış göstermiş olup (Şekil 1); 1994 yılında 459 mm ile 588 mm ve 1995 yılı için 419 mm ile 511 mm arasında değişmiştir. Ayrıca, ıslak ve kuru bölgede belirlenen bitki su tüketimleri arasında % 1 önem düzeyinde istatistiksel bir bağıntı bulunmuştur. Bu durum, toprak suyunun potansiyel enerjisinin geniş bir sınır içinde değişmesine bağlanabilir. Çünkü, bir nokta ile diğeri arasındaki potansiyel enerji farkı, toprakta suyun hareket etmesine neden olur. Toprak suyu devamlı olarak azalan potansiyel enerji doğrultusunda hareket eder. Diğeri bir

ifadeyle, doğada bütün maddeler genel olarak ve kendiliğinden potansiyel enerjinin yüksek olduğu yerden, düşük olduğu yere doğru hareket etme eğilimindedirler. Toprak suyu da dengeye ulaşmak için doğada aynı genel kurala uyar (Yeşilsoy, 1994). Böylece, ıslak bölgeden kuru bölgeye doğru daima bir su hareketi söz konusu olması, kuru bölgenin bitki ile kaplı olmaması ve daha fazla buharlaşmaya maruz kalması nedenleriyle bu bölgeden olan su tüketimi de ıslak bölgedekine yakın değerlerde çıkmıştır. Ayrıca, damla sulamada toprak neminin genellikle tarla kapasitesine yakın düzeyde olması da, ıslak ve kuru bölge Et'lerinin birbirine yakın çıkmasında diğeri bir etken olduğu da söylenebilir.

Tekele 2-3 incelendiğinde, konuların mevsimlik su tüketimi değerlerinin uygulanan sulama suyu miktarı ile arttığını görülmektedir. Sonuçta, birbirine yakın miktarlarda sulama suyu uygulanan konuların bitki su tüketimleri de birbirine yakın çıkmıştır. En fazla sulama suyu S2Kcp3P2 konusuna uygulanmış ve en fazla su tüketimi, yine aynı konuda gerçekleşmiştir. Yıllara göre konulara uygulanan sulama suyu ile mevsimlik su tüketimi değerleri arasında, ıslak ve kuru bölgenin her ikisinde de istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli doğrusal ilişki bulunmuştur.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi mevsimlik su tüketimi değerleri aynı konuda bile yıllara göre farklılık göstermiştir. Mevsimlik su tüketimleri yıldan yıla hatta yöreden yöreye değişme gösterebilmektedir. Birikmiş sıcaklıkları aynı olan yıllarda bile sıcaklıkların mevsim içerisinde dağılımlarında görülen sapmalardan dolayı her iki yıldaki su tüketimi aynı değildir (USDA - SCS, 1967). Ayrıca, araştırma yıllarında büyüme mevsimi uzunluklarının farklı olmasının da yıllar arasındaki su tüketimi değişmelerinde etken olduğu Baştuğ (1987) tarafından belirtilmiştir.

Pamuk bitkisi su tüketiminin damla sulama yöntemiyle belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda Yavuz (1993) Çukurova koşullarında 1990 yılında, DT60 (damlatıcı aralığı 60 cm ve her sıraya tek lateral) konusu 619 mm, DT30 konusu 819 mm su tüketirken DC60 konusunda 658 mm ve DC30 (damlatıcı aralığı 30 cm ve her sıraya

çift lateral) konusunda 865 mm su tüketimi belirlemiştir. 1991 yılında ise konulara göre su tüketimini sırasıyla 465 mm, 595 mm 456 mm ve 646 mm olarak bulmuşlardır. Bazı deneme konularında uygulanan sulama suyu miktarının düşük olmasına rağmen, mevsimlik su tüketiminin yüksek olması, sulama öncesi düşen yağışlara ve topraktan kaldırılan nem miktarına bağlanabilir.

Güney İspanyada Fereres ve ark. (1985) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Günlük buharlaşmanın % 100' ünün uygulandığı konularda 598 mm, % 75' inin uygulandığı konularda ise 480 mm bitki su tüketimi belirlenmiştir.

Bu çalışmada ulaşılan sonuçların, yukarıda değinilen araştırma bulguları arasında kaldığı söylenebilir. Bazı farklılıkların, daha önce de belirtildiği gibi, yöre, iklim ve ele alınan sulama programlarından kaynaklandığı söylenebilir.

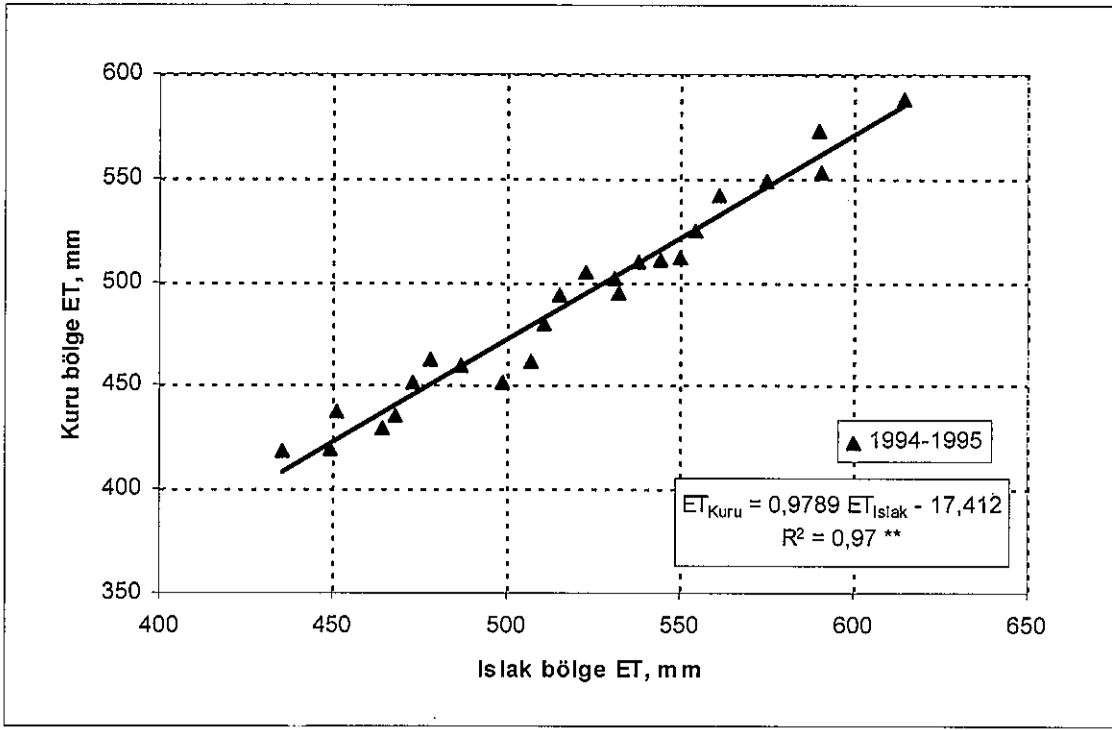
Çizelge 3. Yıllara Göre Deneme Konularında Islak Bölgede Mevsimlik Su Tüketimi Miktarları (\*)

Konular	Yıl	I Mm	R mm	±Δs mm	Et mm	Orans al Et %	Konular	Yıl	I mm	R mm	±Δs mm	Et mm	Orans al Et %
S1Kcp1P1	1994	350	66	71	487	79.2	S2Kcp1 P1	1994	350	66	91	507	82.4
	1995	322	128	-1	449	82.5		1995	322	128	-15	435	80.0
S1Kcp2P1	1994	380	66	69	515	83.7	S2Kcp2 P1	1994	380	66	85	531	86.3
	1995	339	128	-3	464	85.3		1995	339	128	-16	451	82.9
S1Kcp3P1	1994	410	66	74	550	89.4	S2Kcp3 P1	1994	410	66	99	575	93.5
	1995	355	128	16	499	91.7		1995	355	128	-10	473	86.9
S1Kcp1P2	1994	388	66	69	523	85.0	S2Kcp1 P2	1994	393	66	95	554	90.1
	1995	353	128	-13	468	86.0		1995	358	128	-8	478	87.9
S1Kcp2P2	1994	426	66	69	561	91.2	S2Kcp2 P2	1994	432	66	93	591	96.1
	1995	376	128	7	511	93.9		1995	382	128	22	532	97.8
S1Kcp3P2	1994	464	66	60	590	95.9	S2Kcp3 P2	1994	472	66	77	615	100.0
	1995	398	128	12	538	98.9		1995	405	128	11	544	100.0

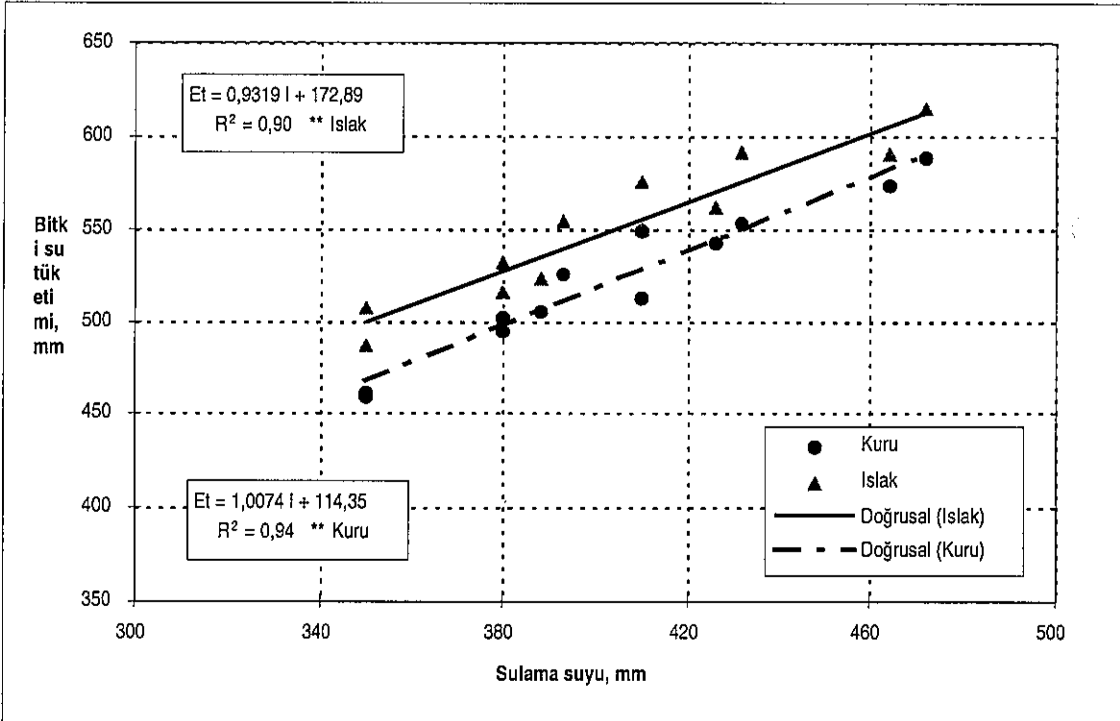
(\*) Sulama suyu miktarlarına, çimlenme suyu eklenmiştir.

Çizelge 4. Yıllara Göre Deneme Konularında Kuru Bölgedeki Mevsimlik Su Tüketimi Miktarları

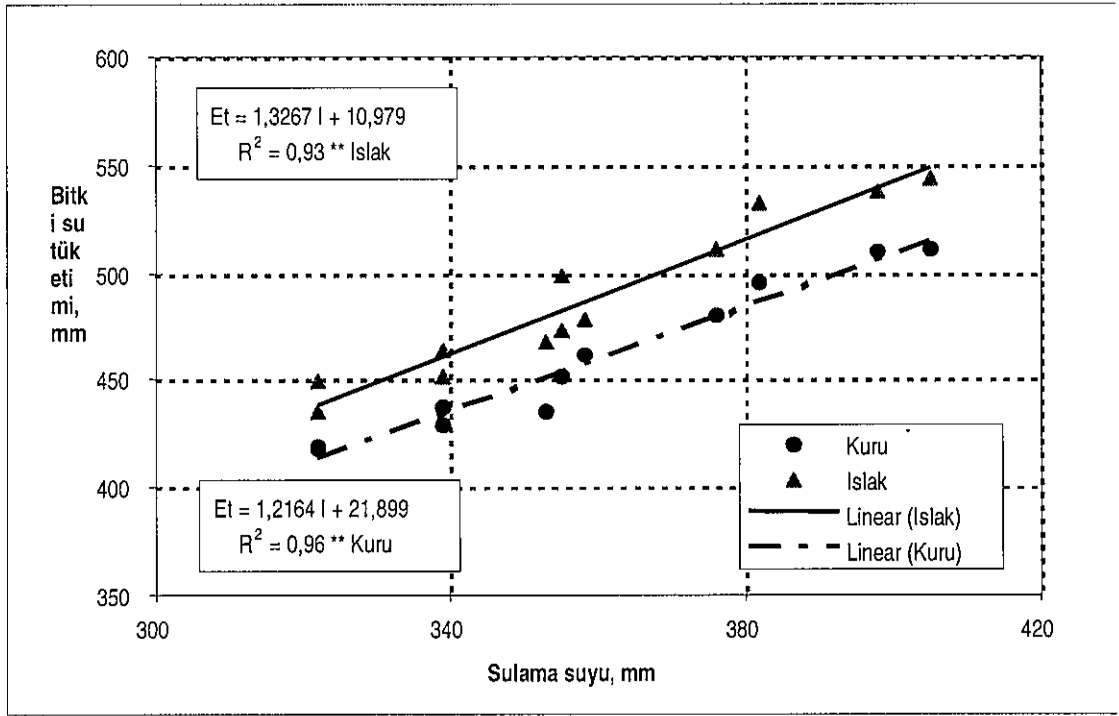
Konular	Yıl	R mm	±Δs mm	ET mm	Oransa l ET %	Konular	Yıl	R Mm	±Δs mm	ET mm	Oransa l ET %
S1Kcp1P1	1994	66	393	459	78.1	S2Kcp1P1	1994	66	395	461	78.4
	1995	128	291	419	82.0		1995	128	290	418	81.8
S1Kcp2P1	1994	66	428	494	84.0	S2Kcp2P1	1994	66	436	502	85.4
	1995	128	301	429	84.0		1995	128	309	437	85.5
S1Kcp3P1	1994	66	446	512	87.1	S2Kcp3P1	1994	66	483	549	93.4
	1995	128	323	451	88.3		1995	128	323	451	88.3
S1Kcp1P2	1994	66	439	505	85.9	S2Kcp1P2	1994	66	459	525	89.3
	1995	128	307	435	85.1		1995	128	334	462	90.4
S1Kcp2P2	1994	66	476	542	92.2	S2Kcp2P2	1994	66	487	553	94.1
	1995	128	352	480	93.9		1995	128	367	495	96.9
S1Kcp3P2	1994	66	507	573	97.5	S2Kcp3P2	1994	66	522	588	100.0
	1995	128	382	510	99.8		1995	128	383	511	100.0



Şekil 1. Islak ve kuru bölgede belirlenen bitki su tüketimlerinin karşılaştırılması



Şekil 2. Deneme konularında sulama suyu-bitki su tüketimi ilişkisi (1994)



Şekil 3. Deneme konularında sulama suyu-bitki su tüketimi ilişkisi (1995)

### Sulamalar Öncesi ve Sonrası Toprak Nem Durumu

Sulamalar öncesi ve sonrası 150 cm toprak profilinde ıslak bölgede belirlenmiş olan nem miktarları Şekil 4 - 7'de grafiksel olarak gösterilmiştir. İlk yıl S1 ve S2 konularında sulamalar öncesi toprakta bulunan nem içeriği sulama sezonunun ilk yarısında hemen hemen tarla kapasitesine çok yakın bir düzeyde iken, sulama sezonu sonuna kadar giderek azalma göstermiştir. Bu düşüş elverişli kapasitenin S1 konularında % 47, S2 konularında % 38' ine kadar sürmüştür. Bu durum, Ağustos'ta bitki su tüketiminin diğer aylara nispeten çok fazla olmasına ve dolayısıyla uygulanan sulama suyu haricinde, toprak profilinde daha önce birikmiş olan nemin bir kısmının tüketilmesine bağlanabilir. Konulara ilişkin sulamalar sonrası nem içerikleri ise, sulamalar öncesi nem içerikleriyle aynı doğrultuda seyretmiş fakat, verilen sulama suyu oranında daha fazla nem içirmiştir.

İkinci yıl da da, yukarıda ilk yıl için açıklanan benzer durumlar söz konusu olup, sulamalar

öncesi toprak nem içeriği elverişli kapasitenin S1 konularında % 57, S2 konularında % 55' ine kadar azalmıştır. Fakat bu azalma, yıllar arasındaki iklimsel verilerin farklılığı nedeniyle, ilk yıla nispeten daha azdır. Her iki yılda da S2 konularında toprak nem içeriğinin elverişli kapasitenin S1 konularına göre daha düşük olması, sulama aralığının artmasıyla toprakta depolanan nemin tüketiminin de artacağını göstermektedir (Meiri ve ark., 1992).

Her iki yılda da, S2 konularında sulamalar öncesi toprak nem içeriğinin daha düşük çıkmış olması, kuruma döngülerinin S1 konularına göre daha uzun olmasına bağlanabilir. Diğer taraftan, genellikle bitki örtüsüne bağlı ıslatma yüzdesi (P2) değerinin, sabit ıslatma yüzdesi (P1)'den büyük olduğu ve dolayısıyla sulama uygulamalarının fazla olduğu konularda, sulamalar öncesi ve sonrası nem içerikleri daha fazladır.

Çevik ve ark. (1994)'de bildirildiğine göre, geleneksel sulama yöntemleriyle sulanan



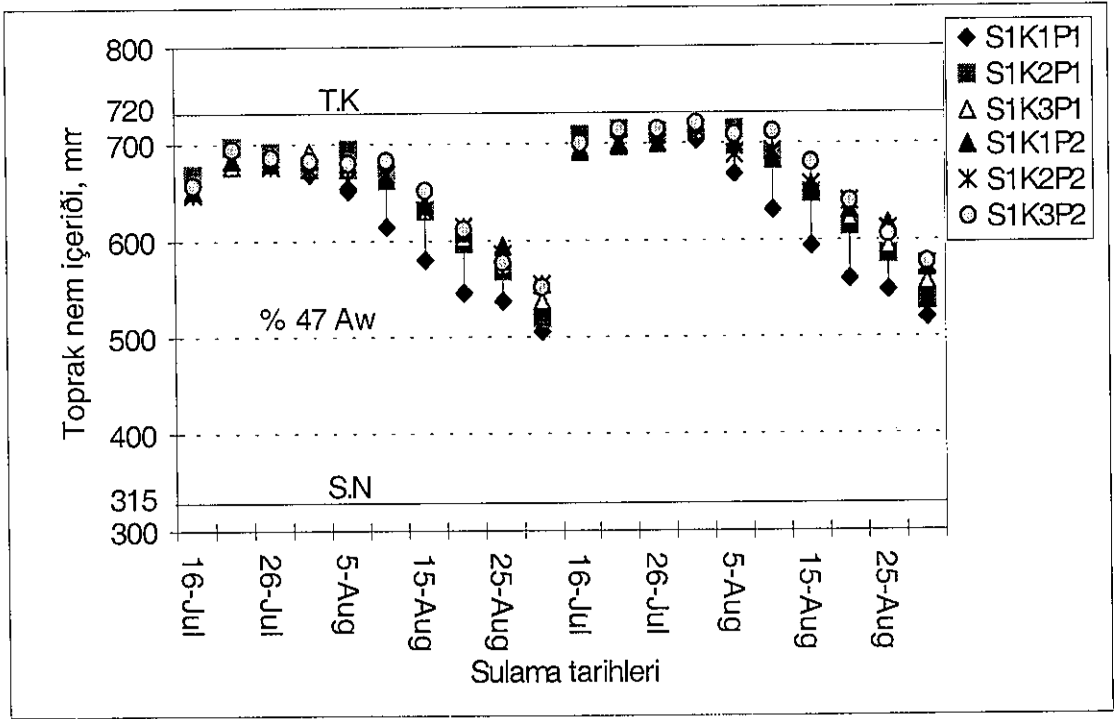
arazilerde, sulamadan daha sonraki günlerde, tarla kapasitesi altına inip solma noktasına yaklaşan sürekli bir toprak suyu azalımı söz konusu iken, damla sulamada, daha sık yapılan sulama uygulamaları nedeniyle böyle bir durum yoktur.

Genel olarak bu çalışmada, sulama sezonu sonuna dek bütün konularda toprak nem içeriğinin, tarla kapasitesine yakın bir düzeyde kaldığı söylenebilir.

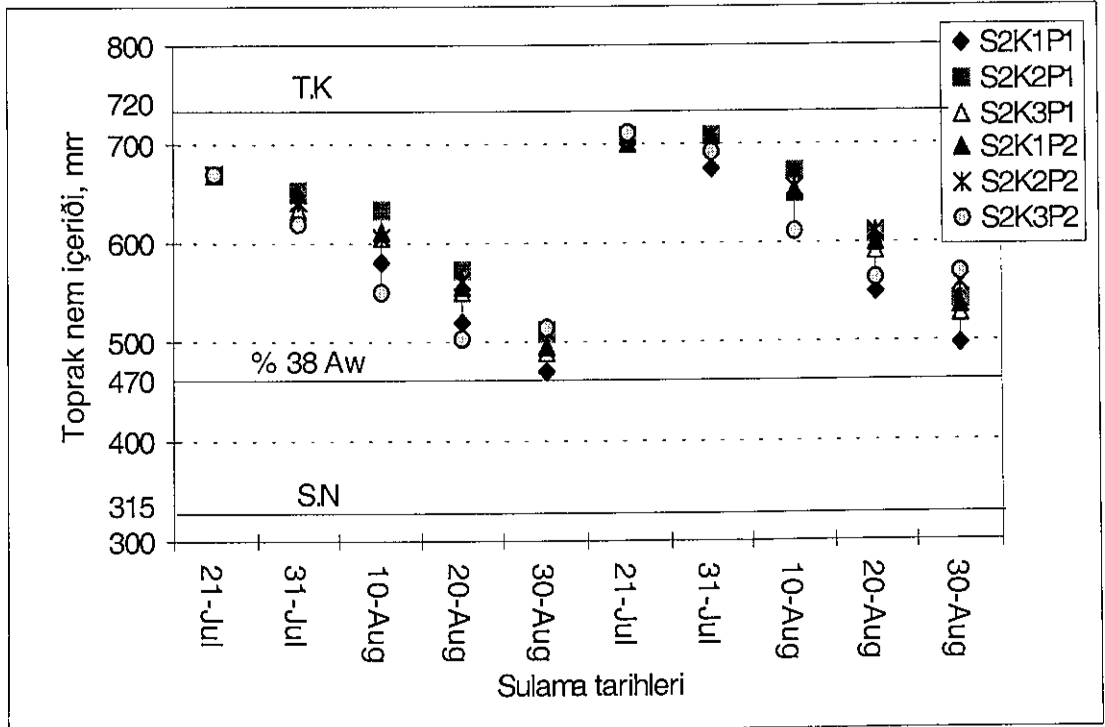
Kuru bölgede belirlenmiş olan nem miktarları ise, Tekil 8 - 11'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Tekillerden de görüleceği gibi, sulama öncesi ve sonrası nem düzeyleri sulama sezonu sonuna doğru giderek azalma göstermiştir. Her iki yılda da nem düzeyleri S1 konularında S2'lerden; P2 konularında P1'lerden daha yüksek çıkmıştır.

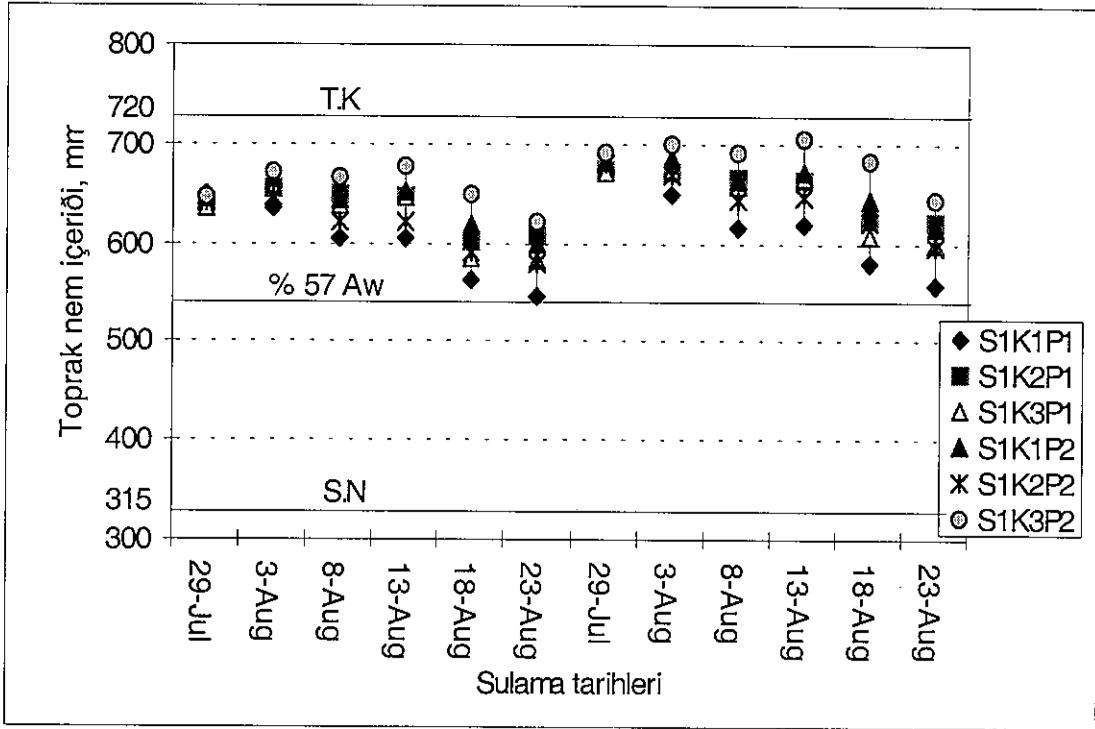
Ayrıca, kuru bölgede belirlenen nem düzeyleri biraz düşük olmakla birlikte, ıslak bölgedeki nem düzeyleri ile bir paralellik gösterdiği görülmektedir.



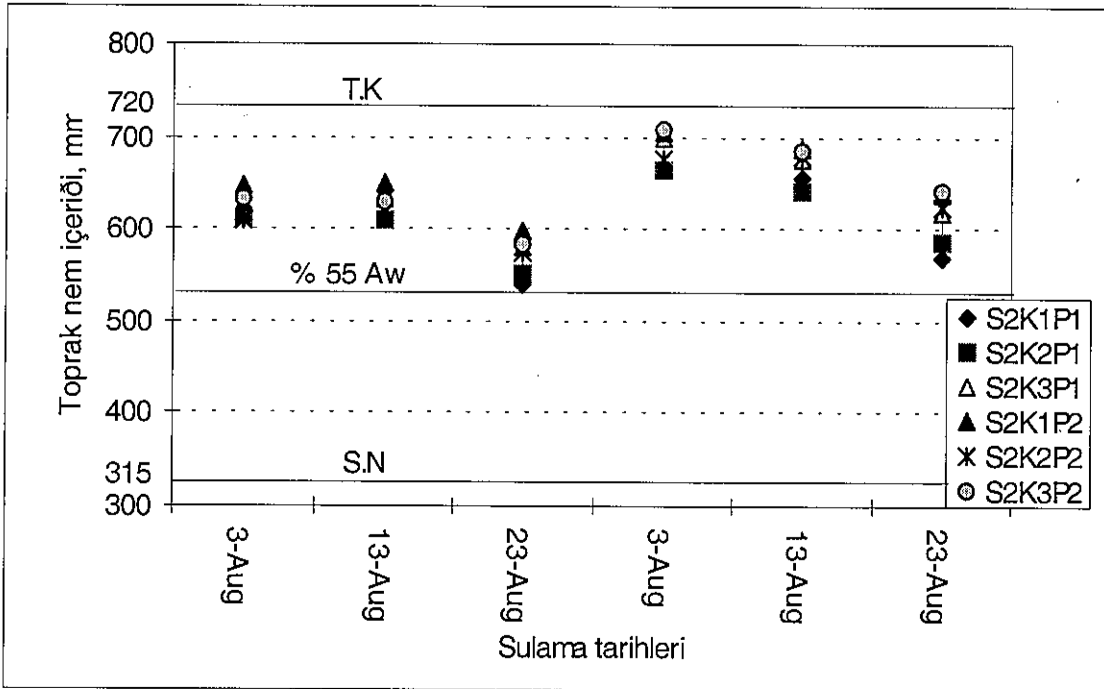
Şekil 4. S1 Konularında ıslak bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1994)



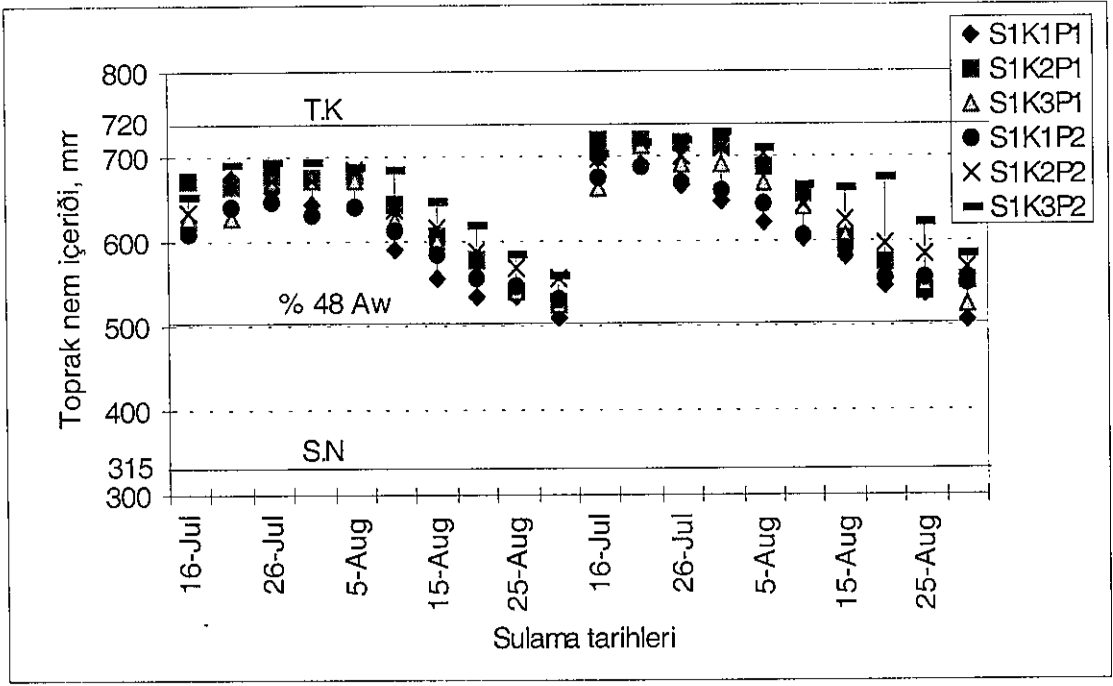
Şekil 5. S2 Konularında ıslak bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1994)



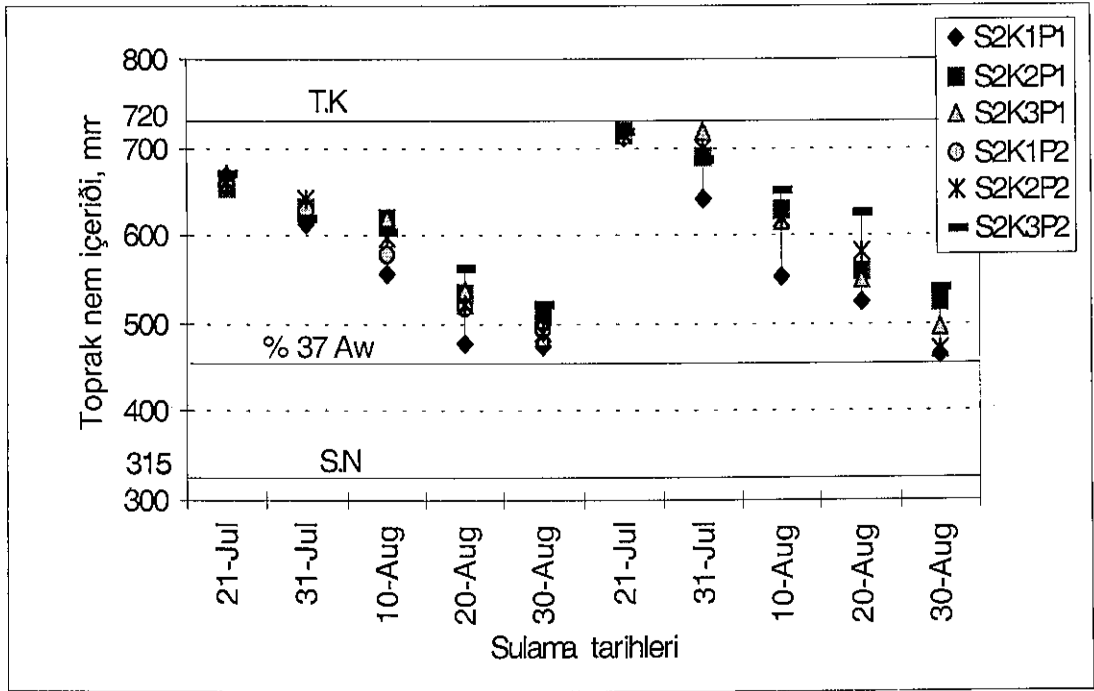
Şekil 6. S1 Konularında ıslak bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1995)



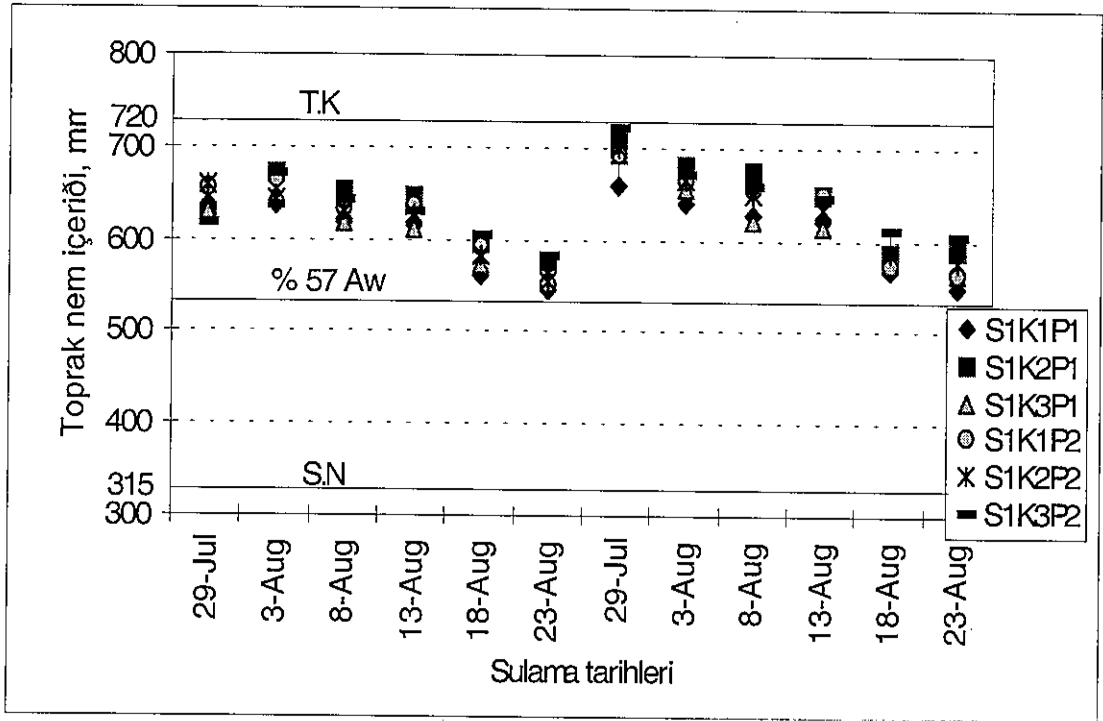
Şekil 7. S2 Konularında ıslak bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1995)



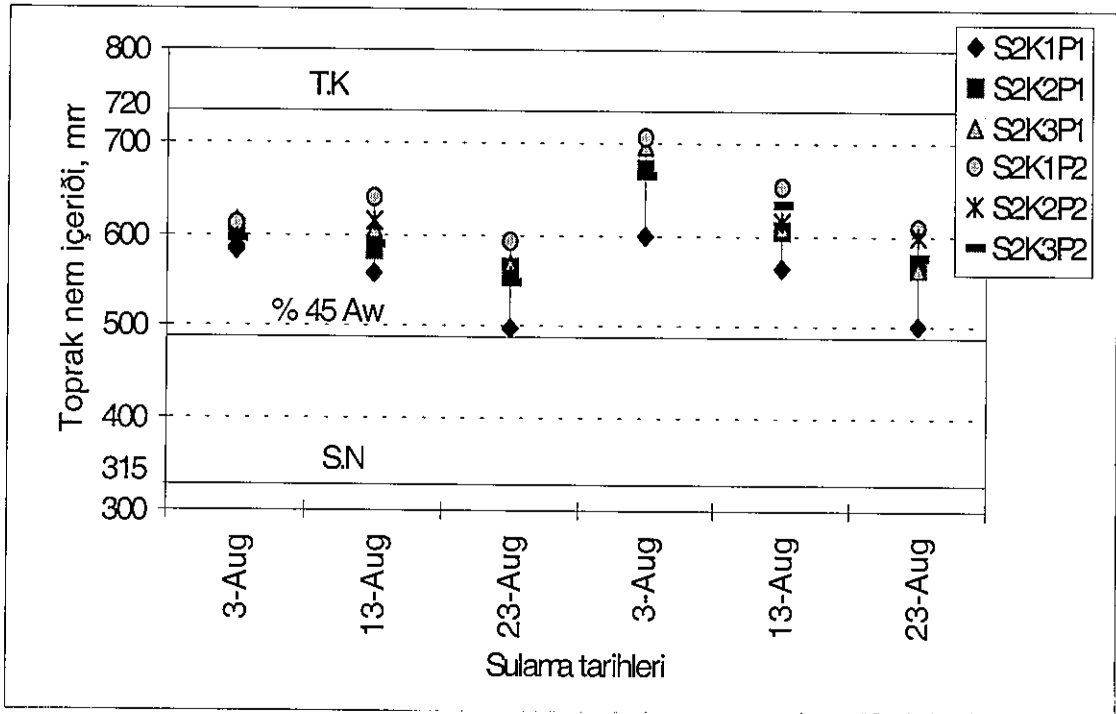
Şekil 8. S1 Konularında kuru bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1994)



Şekil 9. S2 Konularında kuru bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1994)



Şekil 10. S1 Konularında kuru bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1995)



Şekil 11. S2 Konularında kuru bölgede sulamalar öncesi ve sonrası toprak nem durumu (1995)

### Sonuçlar

Bu çalışmada, kuru bölgede (sıra arasında) belirlenmiş olan bitki su tüketimlerinin, ıslak

bölgedekinden (sıra üzerinde) verilen sulama suyuna bağlı olarak 14 - 48 mm daha az, fakat ıslak bölge su tüketimlerine yakın düzeyde seyrettiği anlaşılmıştır.

Bitki örtü yüzdesine bağlı olarak değişen ıslatma yüzdesi ile daha büyük bitki-pan katsayılarını içeren konularda her iki bölgede de daha yüksek bitki su tüketimi gerçekleşmiştir. Öte yandan, ıslak ve kuru bölge ET'leri arasında  $ET_{Kuru} = 0.9789 ET_{Islak} - 17.412$  denklemi ve

$R^2 = 0.97$  \*\* bağdaşım katsayısını içeren bağıntılar olduğu saptanmıştır. Ayrıca, sulamalar öncesi ve sonrası kuru bölgede belirlenmiş olan bitki su tüketimlerinin de, ıslak bölgede belirlenmiş olan değerlerin biraz gerisinde olmakla birlikte, benzer bir değişimde seyrettiği gözlenmiştir.

Ayrıca, her iki sulama aralığında da örtü gelişimine göre belirlenen ıslatma yüzdesinin oluşturduğu P2 konularında, sulamalar öncesi ve sonrası toprak profilinde belirlenen nem düzeylerinin tarla kapasitesine daha yakın olduğu gözlenmiştir.

### Kaynaklar

- Acatay, S. T., 1996.** Sulama Mühendisliği. İzmir Dokuz Eylül Üniv. Vakfı Basım ve Yayın Merkezi. İzmir, 1. Baskı, 475 s.
- Aran, A., Üstün, H., Yıldırım, 1997.** Damla Sulamada Farklı Toprak Özelliklerinin İslatma Desenleri Üzerine Etkisi. Köy Hiz. Ara. Enst. Müd. Araıt. Proje No: 98220 B01. Ankara.3-10 s.
- Başkan, M., 1993.** Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Yeni Yaklaşımlar. Köy Hiz. Gen. Müd. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri Notları, 13-24 Eylül, Tarsus, 1 s.
- Baştuğ, R., 1987.** Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su - Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerinde Bir Çalışma (Doktora).Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Kültürteknik Anabilim Dalı, Adana. 45-120 s.
- Çevik, B., Tekinel, O., Kanber, R., 1994.** Bahçe Bitkileri Sulama Tekniği. Ç. Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı No: 102, Adana, 77 s.
- Doorenbos, J., A. H. Kassam, 1986.** Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, 1-193 s.
- Ertek, A., 1998.** Damla Sistemleriyle Pamuk Bitkisinin Sulanma Olanakları. Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Tar. Yap. ve Sulama Böl. Doktora Tezi, Adana, 2 s.
- Fereres, E. Cuevas, R., Orgaz, F., 1985** Drip Irrigation of Cotton in Southern Spain Proc. of the Third Int. Drip Irr Cong. Ed. By ASAE (1):371-374 s.
- Goldberg, D., Gornat, B., Rimon, D., 1976** Drip Irrigation. Drip Irr. Sci. Publ. Kfa Sharyahu - Israel, 15-101 s.
- Güleryüz, H., Özkan, B., 1993** Antalya Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemlerinin Pamul Verimine Etkilerinin Karşılaştırılması Akdeniz Tarımsal Araşt. Enst. Yay. No 13, Antalya.
- Güzel, N., Yeşilsoy, M.Ş., Kanber, R. Tunçgöğüs, B., 1983.** Çukurova Bölgesinde Pamukta Çeşitli Sulama Rejimlerinde En Uygun Azo Dozunun Saptanması. Doğa Bilim Dergisi.7(3) 185-191 s.
- Hill, R.W., Keller, J., 1980.** Irrigation Systems lection for Maximum Crop Profit Trans. Sm. Soc. Agric. Engr. 23, 366-373 s.
- Hoffman, G. J., Howell, T.A., Solomon K.H., 1990.** Management of Farm Irrigation Systems. The Amer. Soc. of Agric. Eng. 2950 Niles Road, St. Joseph, MI 49085-6959 USA. 104-683 s.
- James, L.G., 1988.** Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc, New York. 543 s.
- Kanber, R., 1984.** Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanarak Birinci ve İkinci Ürün Yerfistiğini Sulanması. Bölge Topraksu Arşt. Enst. Yay 114 (64), Tarsus.
- Kanber, R., Dervi, Ö., 1978** Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketimi Tarsus Bölge Topraksu Araşt. Enst Müd. Yayınları. Genel Yay. No:90, Rap Yay. No: 40, s. 1-122, Tarsus.
- Kanber, R., Tekinel, O., Baytorun, N., ve Ark., 1991.** Harran Ovası Koşullarında Pamuk Sulama Aralığı ve Su Tüketiminin Belirlenmesinde Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasında Yararlanma

- Olanakları. T.C. Başbakanlık GAP Kalkınma İdaresi Başkanlığı GAP Yay. No: 44, Adana, 15-25 s.
- Kanber, R., 1992.** Damla Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Ders Notu (Basılmamış). Ç.Ü. Ziraat Fak. Tarımsal Yap. ve Sul. Böl. Adana.
- Kanber, R., Köksal, H., Güngör, H., Önder, S., Ünlü, M., Öğretir, K., 1993.** Su Tüketiminde Tasarruf Sağlayan Yöntem ve Teknikler. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri Notları, 13-24 Eylül, Tarsus, 1-19 s.
- Keller, J., Bresler, E., 1973.** Trickle Irrigation. Arid Zone Irrigation (Edit by B. Yaron, E. Danfors and Y. Vaadia) Springer - Verlag Berlin - Heidelberg - New York. 339-351 s.
- Leliart, J., 1987.** Irrigation Systems. Post-Graduate Course in Eromology. Dep. of soil Physics, Fac. of Agric. Science, Gent-Belgium, 70 s.
- Meiri, A., Frenkel, H., Mantell, A., 1992.** Cotton Response to Water and Salinity Under Springler and Drip Irrigation. Agron- J. Madision, Wis.: American Society of Agronomy. Vol: 84 (1), 44-50 s.
- Özbek, H., Dinç, U., Kapur, S., 1974.** Çukurova Üniversitesi Yerleşim Sahası Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritası. Ç.Ü. Zir Fak. Yay. No: 23, Bil. Araş. ve İncelemeler 8, Adana, 149 s.
- Özer, N. M., 1993.** Evapotranspirasyon. Köy Hiz. Gen. Müd. Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri Notları, 13-24 Eylül, Tarsus, 1 s.
- Shanmughan, K., Meenakshisundaram, D. C., Seshadri, V., 1977.** Drip Irrigation on Efficient Technique. Soils and Fertilizers June Vol: 40, No. 6.
- Tekinel, O., Kanber, R., 1979.** Çukurova Koşullarında Kısıntılı su kullanma Durumunda Pamuğun Su Tüketimi ve Verimi. TOPRAKSU Arşt. Enst. Yay No: 98, Rap. Yay. No:48, Tarsus.
- Tekinel, O., Çevik, B., 1990.** Turunçgillerin Sulanması. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı. No: 19, Adana, 28 s.
- Tüzüner, A., 1981.** Alçı Blokları, Tansiyometre ve Nötronmetrelerin Sulama Zamanının Belirlenmesinde Kullanma Olanaklarının Araştırılması. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md. Yay. No: 97, Tek. Yay. No: 52, Ankara, 44 s.
- USDA- SCS., 1967.** Irrigation Water Requirements. Technical Rel. No: 21, USA. 160 s.
- Yavuz, M. Y., 1993.** Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim ve Su Kullanımına Etkileri. Ç.Ü Fen Bilimleri Enst. Tar. Yapılar ve Sul. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Yeşilsoy, M.ª., 1994.** Toprak Bitki Su İlişkileri. Ç.Ü. Ziraat Fak. Gen. Yay. No: 89, Ders Kitapları Yay. No: 21, Adana, 84 s.