

AYDIN BÖLGESİNDE PAMUKTA TOPRAKÜSTÜ VE TOPRAKALTI DAMLA SULAMA UYGULAMALARININ İRDELENMESİ¹

Yakup ÖZDEMİR, Necdet DAĞDELEN²

Özet

Carmen pamuk çeşiti ile yapılan bu çalışma 2012 yılında, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinde yürütülmüştür. Bu çalışmada, pamukta topraküstü-toprakaltı damla uygulamalarının ve farklı su düzeylerinin kütlü verimi ile bazı kalite ve agronomik özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma üç tekerrürlü ve iki faktörlü tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Denemelerde topraküstü ve toprakaltı uygulamalarında A sınıfı buharlaşma kabından oluşan 8 günlük birikimli buharlaşmanın % 25 % 50, % 75 ve % 100'ünün karşılandığı üç su düzeyi incelenmiştir. Sonuçta, damla sulama uygulamaları ve su düzeylerinin kütlü verimini etkilediği, en yüksek verimin topraküstü sistemde yer alan ve tam sulama suyu uygulanan S₁₀₀ parselinden 649.4 kg/da olarak elde edilmiştir. En düşük verim ise 332.3 kg/da toprakaltı damla sulamada T₂₅ parselinden elde edilmiştir. En yüksek su tüketimi topraküstü sistemde yer alan ve tam su alan S₁₀₀ konusundan 705.0 mm olarak elde edilmiştir. Uygulanan sulama konularından elde edilen sulama suyu ve su kullanım randımanı değerlerine göre; IWUE değerleri, 1.28-2.32 kg/m³; WUE değerleri ise 0.86-0.96 kg/m³ arasında değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, topraküstü damla sulama, toprakaltı damla sulama, sulama düzeyi

The Evaluation of Surface and Subsurface Drip Irrigation Applications on Cotton in Aydın Region

Abstract

ABSTRACT

The study with Carmen cotton cultivar has been conducted in the fields of the Research and Application Farm of Faculty of Agriculture at Adnan Menderes University, during the year of 2012. This research was conducted to determine the effect of surface-subsurface drip methods and irrigation levels on seed cotton yield and some quality and agronomic parameters of cotton in the field conditions. Experiment was set up out in randomized plot design with two factors and three replications. Trials comprised two drip systems (surface and subsurface) within each of which four different watering regimes (100, 75, 50 and 25 % of 8 - day cumulative Class-A pan evaporation) were applied. The results revealed that drip irrigation systems and irrigation levels affected the seed cotton yield and the highest yield was observed as 649.4 kg/da at full irrigation level of 100 % (S₁₀₀) of control plot of surface drip system. The lowest yield was observed as 332.3 kg/da from 25 % (T₂₅) treatment of subsurface drip system. Maximum water use was determined in the S₁₀₀ treatment as 705.0 mm in the surface drip method. Irrigation water use efficiency values were determined as 1.28-2.32 kg/m³; water use efficiency and values were determined as 0.86-0.96 kg/m³.

Key Words: Cotton, surface drip irrigation, subsurface drip irrigation, irrigation level.

GİRİŞ

Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze, meyve ağaçları ve süs bitkilerinin sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır. Dünyada damla sulama uygulamaları 1960 yılından sonra uygulanmaya başlamış ve özellikle teknolojik gelişmeler ile birlikte 1980'li yıllardan sonra tüm dünya ülkelerinde hızlı bir yayılım göstermeye başlamıştır. Özellikle, 1980'li yıllarda dünyada sulanan toplam tarım arazilerinin yaklaşık olarak % 0.3' ü damla sulama yöntemi ile sulanırken, günümüzde ise İsrail'in sulu tarım alanlarının tamamı, Fransa'nın % 95'i, Mısır'ın % 62' si ve Amerika Birleşik Devletleri'nin % 50' si damla sulama yöntemini içerisine alan basınçlı sulama yöntemleri

ile sulanmaktadır. Sulama yöntemleri içerisinde, üniform su kullanımı, yüksek randıman, sulama suyu tasarrufu ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze, meyve ağaçları ve süs bitkilerinin sulanmasında damla sulama yöntemi ön plana çıkmaktadır (http://www.icid.org/sprin_micro_11.pdf).

Ülkemizde son yıllara kadar damla sulama yönteminin; örtü altı yetiştiriciliğinin ve sebze tarımının yoğun olarak yapıldığı Akdeniz, Ege ve Batı Marmara Bölgelerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Günümüzde ise, küresel ısınma nedeniyle istenilen sulama suyunun istenilen debi ve zamanda bulunmamasından dolayı her türlü bitki yetiştiriciliğinde ve Doğu Karadeniz Bölgesi hariç bütün bölgelerimizde kullanımı giderek artmaya başlamıştır. Günümüzde mevcut tarımsal alanların artılamayacağı bilindiğine göre, tarımsal üretimimi

¹Bu makale yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır

²ADÜ Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü AYDIN

artırmak için sulama, gübreleme, ilaçlama, iyi tohumluk kullanma ve enerji kullanımı gibi diğer kaynakların optimal düzeyde kullanılması gerekmektedir. Bu kaynaklar arasında özellikle sulama, diğer tarımsal girdilerin etkinliğini artıran ve tarımsal üretimde kararlılığı sağlayan uygulamaların en önemlisidir (Kodal 1995).

Pamuk, toprak nem koşullarına karşı oldukça duyarlı bir bitkidir. Bununla birlikte, iklim koşulları, gelişme dönemi ve toprak özellikleri bitki su gereksinimine etki eder. Belirtilen nedenle, pamuk bitkisinin doğal yağış koşullarında yetiştiği yörelerde bile, kritik dönemlerde yapılan sulamaların çok yararlı olduğu belirlenmiştir. Yazlık bitki sınıfına girmesi nedeniyle, yarı kurak iklim kuşağından, kurak iklimlere dek hemen her yerde pamuk üretimi için sulama, temel öğelerden biri olmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, pamuğun sulu koşullarda yetiştirilmesi ile verimin, susuz koşullarda yetiştirilmesine göre 3-4 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte sulama, zamanında ve gerektiği şekilde yapılmadığı veya fazla su uygulandığı takdirde, verimde önemli azalışlara neden olduğu gibi topraklarda çoraklaşma da oluşturabilir. Anılan nedenlerle, pamuk sulaması, üzerinde çok önemle durulması gereken bir konu olmaktadır (Doorenbos ve Kassam 1979, Tüzel ve Ul, 2003).

Mevsimlik su tüketimi 700-1300 mm arasında değişen pamuk bitkisinin toprakların kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 40-50'si tüketildiği zaman sulanması halinde yüksek verim ve aynı zamanda kaliteli ürün elde edilebileceği, çiçeklenme dönemlerinde yeterli miktarda suyun bitkiye verilmemesi halinde verimde önemli düzeyde azalmalar olabileceği belirtilmektedir. Bitkideki su eksikliği ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan bitki su gerilimi, su tüketimi ve verim üzerinde önemli etkiye sahiptir. Toprakta kullanılabilir suyun azalışına bağlı olarak bitkide fizyolojik oluşumlar bozulmakta, giderek büyüme durmakta, verim ve ürün kalitesi düşmektedir (Doorenbos ve Kassam 1979, Tüzel ve Ul 2003).

Bitkisel üretimde, sulama programları ve sulama zamanının planlanması önemli bir husustur ve planlamada pek çok yol izlenmektedir. Sulama zamanının planlanmasında izlenen yöntemlerden bir tanesi de A Sınıfı Buharlaşma kaplarından olan buharlaşmanın sulama uygulamalarında belirli kriterlere göre kullanılmasıdır. A Sınıfı Buharlaşma kaplarından olan buharlaşmaya dayalı sulama programları karmaşık olmayışı ve kullanımlarının kolay olması sebebi ile uygulamada yaygın şekilde kullanılmaktadır (Elliades, 1988). A Sınıfı buharlaşma kapları günümüzde de tarla bitkilerinin sulanmasına ilişkin araştırmalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Damla sulama yöntemi; projelendirme, uygulama ve işletme aşamalarında birçok mühendislik işlemini içermesi ve kullanılan malzemelerin teknoloji ile

kendini sürekli yenilemesi nedeniyle devamlı bir değişim içerisindedir. Dünya literatürü incelendiğinde, damla sulama yönteminin çok farklı uygulama şekillerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu uygulama şekillerinden birisi olan toprakaltı damla sulama yöntemi, özellikle 1990'lı yıllarda Amerika, İsrail, İtalya gibi ülkelerde meyve bahçelerinde, çim ve yem bitkileri gibi çok yıllık bitkilerin sulanmasında kullanılırken, günümüzde ise tüm sebzeleri içerisine alacak şekilde kullanılmaktadır. Ülkemizde damla sulama yöntemi ile sulanan alanlar gün geçtikçe artmasına karşın, toprakaltı damla sulama yöntemi uygulamaları ise son yıllarda görülmektedir. Son yıllarda bireysel damla sulama sitemlerinde yatırım bedelinin % 50'sinin doğrudan karşılaması bölgemizde, damla sulama sistemlerinin uygulanmasını bir ölçüde hızlandırmıştır. Farklı sulama aralıklarının ve sulama düzeylerinin pamuk kütlü verimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla çeşitli araştırmacılar tarafından pek çok çalışma gerçekleştirilmiş; ancak pamukta toprakaltı uygulamaları yeterli düzeyde araştırılmamıştır. Bu çalışmada, damla sulama ile sulanan pamukta toprakaltı ve topraküstü sulama uygulamalarının ve sulama düzeylerinin verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ile arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

Araştırma Alanının Yeri

Araştırma, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. ADÜ Araştırma ve Uygulama Çiftliği, Aydın ili sınırları içerisinde ve Aydın il merkezinin 18 km güneyinde, Koçarlı ilçesinin ise 7 km doğusunda yer almaktadır. Araştırma alanının denizden yüksekliği ortalama 56 m, enlem derecesi 37 °51' kuzey, boylam derecesi ise 27 °51' doğudur (Anonim, 1995).

İklim Özellikleri

Akdeniz iklim kuşağında bulunan Aydın ilinde kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Araştırma alanını temsilen, araştırmacının yürütüldüğü 2012 yılına ilişkin iklim verileriyle çok yıllık ortalama değerler (1975-2012) Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne bağlı Aydın Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından sağlanmıştır (Anonim, 2012). Araştırmacının yapıldığı döneme ait, aylık ortalama sıcaklık, oransal nem, rüzgar hızı, yağış ve buharlaşma değerleri, ekim ve hasat işlemlerinin yapıldığı Mayıs ve Eylül ayları arasındaki aylar dikkate alınarak incelenmiştir. Aydın'da uzun yıllara ait sıcaklık ortalaması 25.4 °C, araştırmacının

yürütüldüğü dönemdeki sıcaklık ortalamasına yakın olduğu gözlemlenmiştir. Mayıs-eylül ayları arasında uzun yıllar yağış toplamı 73.6 mm olmasına rağmen 2012 yılında toplam 49.2 mm yağış düşmüş ve bu değer uzun yıllar toplamının altında kalmıştır. Oransal nem açısından değerler incelendiğinde, Aydın'ın uzun yıllar oransal nem ortalamasının % 51.7, 2012 yılı ortalamasının ise % 57.4 olduğu görülmüştür. Araştırmanın yapıldığı dönemlere ait 2012 yılı buharlaşma değerlerine bakıldığında, en yüksek buharlaşma miktarı 243.0 mm ile temmuz ayında, en düşük buharlaşma miktarı da 133.3 mm ile mayıs ayında gözlemlenmiştir. Genel olarak iklim verileri birlikte değerlendirildiğinde bitki gelişme mevsimi içerisinde, sıcaklık, bağıl nem, buharlaşma, rüzgar hızı ve güneşlenme süresi gibi verilerin bitki su tüketimini artırıcı yönde oluşu, özellikle bu dönemde yağış dağılımının da düzensiz olması araştırma alanında sulama işlemini zorunlu kılmaktadır.

Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Aşağı Büyük Menderes Havzası, Koçarlı Ovasında yer alan araştırma alanı topraklarında yapılan etüd çalışmalarında üç seri belirlenmiştir. Bunlar, yüksek araziler (Kampus serisi); Koluviyal etek araziler (İşletme, Kocakır serileri) ve Aluviyal araziler (Büyük Menderes, Kademe ve Cihanyalı serileri) olarak sıralanmaktadır (Aksoy ve ark. 1998).

Araştırma alanı topraklarının tarla kapasitesi değerleri 120 cm'lik toprak katmanına göre; %20.3 ile %27.6 arasında değişirken; solma noktası değerleri %7.2 ile %9.7 arasında değişmiştir. Hacim ağırlığı değerleri ise, farklı katmanlar için 1.42-1.50 g/cm³ arasında değişmiştir. 120 cm'lik toprak katmanı için toplam kullanılabilir su tutma kapasitesi 280.5 mm olarak tespit edilmiştir. Bünye analizi sonuçlarına göre 0-30; 30-60; 60-90 ve 90-120 cm'lik toprak katmanlarında toprak bünyesinin kumlu-tınlı bünyeye sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Araştırmada incelemeye alınan sulama konuları.

Uygulama	Sulama düzeyi (%)	Konu simgeleri
Topraküstü damla	kpc-1 : 1.00	S ₁₀₀
	kpc-2 : 0.75	S ₇₅
	kpc-3 : 0.50	S ₅₀
	kpc-4 : 0.25	S ₂₅
Toprakaltı damla	kpc-1 : 1.00	T ₁₀₀
	kpc-2 : 0.75	T ₇₅
	kpc-3 : 0.50	T ₅₀
	kpc-4 : 0.25	T ₂₅

Sulama Suyunun Sağlanması

Pamuk denemesi için sulama suyu, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği içerisinde bulunan kuyudan sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan sulama suyunun kalitesine ilişkin analiz sonuçlarına göre sulama suyu kalitesinin C₃S₁ sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Denemede kullanılan damla sulama sistemi, gübre tankı, elek filtre, ana boru hattı, manifold boru hattı, lateral ve bağlantı parçalarından meydana gelmiştir. Ana hat PVC, manifold ve lateraller ise PE borulardan oluşturulmuştur. Topraküstü damla sulama parsellerinde lateraller 16 mm çapında, damlatıcılar 4 L/h debili ve damlatıcı aralığı 0.25 m'dir. Toprakaltı damla sulama parsellerinde ise lateraller 16 mm çapında, damlatıcılar ise 2 L/h debili ve damlatıcı aralığı 0.50 m'dir. Her iki uygulamada da her lateral hat başına yine 16 mm çaplı vanalar takılarak sulama kontrol altına alınmıştır.

Yöntem

Deneme Düzeni ve Araştırma Konuları

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve iki faktörlü olarak kurulmuştur. Deneme alanı 48.6 x 30.0 m boyutlarında toplam 1458.0 m²'dir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 8 parsel yer almıştır. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, farklı konu uygulamalarından meydana gelebilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında 3.0 m, bloklar arasında ise 3.0 m boşluk bırakılmıştır.

Tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan denemede iki faktör ele alınmıştır. Araştırmada; toprağın 30~35 cm altında her sıraya bir lateral (lateral aralığı 0.70 m) ve toprak üstünde her sıraya bir lateral (lateral aralığı 0.70 m) ile 4 farklı sulama düzeyi (kpc-1: 1.00, kpc-2: 0.75, kpc-3: 0.50, kpc-4: 0.25) konuları üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada topraküstü ve toprakaltı uygulamada yer alan kpc-1: 1.00 (%100) sulama düzeyi konularına kontrol parseli adı verilmiş ve diğer konulara yukarıda verilen oranlara göre sulama suyu uygulanmıştır. Buna göre oluşan araştırma konuları ve simgeleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Sulama Yöntemi ve Sulamaların Yapılması

Denemede topraküstü ve toprakaltı damla sulama yöntemi uygulanmıştır. Literatür kısmında da belirtildiği üzere, Dağdelen ve ark. (2005) Aydın yöresinde, damla sulama ile sulanan pamukta yaptıkları araştırma sonucuna göre, en yüksek pamuk veriminin 8 gün sulama aralığında, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının % 100'ünün uygulandığı konudan elde etmişlerdir. Bu nedenle sulama için ele alınan Pan buharlaşma katsayıları yörede yapılan bilimsel araştırma sonuçları esas alınarak belirlenmiştir.

Sulama suyu hesabında, esasları Kanber (1984)'te verilen açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılmış ve aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$I = A \times E_p \times k_{pc} \times P$$

Eşitlikte, I, parselde uygulanan sulama suyu (L), A, parsel alanı(m²), E_p, sulama aralığındaki birikimli Class A Pan buharlaşma miktarı (mm), k_{pc}, seçilen Pan katsayısı, P, deneme konusuna bağlı olarak ölçülen örtü yüzdesi (%). Örtü yüzdesi, bitkinin taç izdüşümü genişliğinin bitki sıra aralığına bölünmesi ile bulunmuştur. Deneme parsellerinde ilk sulama 120 cm toprak profilindeki elverişli su % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut suyu tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sonraki sulamalar 8 günlük aralıklar ile yapılmıştır.

Sudan yararlanma oranı olarak da ifade edilen su kullanım randımanı değerleri, her bir sulama konusuna ait elde edilen kütlü verimlerinin, mevsimlik bitki su tüketimine oranı olarak ifade edilen ve aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1990). Buna göre;

$$WUE = Y / ET \text{ dir. Eşitlikte;}$$

$$WUE = \text{Toplam su kullanım randımanı (kg/m}^3\text{)}$$

$$Y = \text{Kütlü verimi (kg/da)}$$

$$ET = \text{Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)'dir.}$$

Diğer taraftan deneme konularına uygulanan sulama suyu ve elde edilen kütlü verimlerine göre de sulama suyu kullanım randımanı değerleri elde edilmiştir (Howell ve ark., 1990).

$$IWUE = Y / I \text{ dir. Eşitlikte;}$$

$$IWUE = \text{Sulama suyu kullanım randımanı (kg/m}^3\text{)}$$

$$Y = \text{Kütlü verimi (kg/da)}$$

$$I = \text{Uygulanan sulama suyu (mm)'dir.}$$

Çalışmada ele alınan her sulama programı için su ile verim arasındaki ilişki, Stewart modeli olarak da bilinen ve aşağıda verilen eşitlik ile belirlenmiştir (Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$(1 - Y_a / Y_m) = k_y (1 - E_t a / ET_m)$$

Eşitlikte;

$$Y_a = \text{Gerçek verim (kg/da)}$$

$$Y_m = \text{Maksimum verim (kg/da)}$$

$$E_t a = \text{Gerçek mevsimlik su tüketimi (mm)}$$

$$ET_m = \text{Maksimum mevsimlik su tüketimi (mm)}$$

k_y = Verim azalma oranı değerlerini göstermektedir.

Araştırmaya alınan konulara ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi değerlerinin belirlenmesinde, James (1988) tarafından verilen su dengesi eşitliği yöntemi uygulanmıştır. Buna göre:

$$ET = I + R + Cr - D_p + R_f \pm \Delta S$$

Eşitlikte; ET : Bitki su tüketimi (mm), I : Sulama suyu (mm), R : Etkili yağış (mm), Cr : Kapilar yükselme (mm), D_p : Derine sızma (mm), R_f : Yüzeysel akış kayıpları (mm), Δ S: Toprak profilindeki nem değişimi (mm).

Deneme konularından elde edilen verim değerleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise Duncan testi kullanılmıştır. Varyans analizi ve Duncan testi bu amaç için geliştirilmiş TARİST bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Açıkgöz ve ark. 1994).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Pamuk tohumları 11 Mayıs 2012 tarihinde ekilmiştir. Ekimden 6 gün sonra ilk çıkış gözlenmiştir. Çıkış döneminden itibaren taraklanma dönemine kadar olan süreyi kapsayan vejetatif gelişme dönemi yaklaşık 50 gün olarak belirlenmiştir. Vejetatif gelişme döneminden sonraki tam çiçeklenme ise ekimden 60 gün sonra gözlemlenmiştir. Tam çiçeklenmeden yaklaşık 14 gün sonra koza oluşumu başlamış ve yaklaşık 26 gün sonra da kozalarda ilk açılma görülmüştür.

Sulama Suyu Miktarına İlişkin Sonuçlar

Araştırma yıllarında, gelişme dönemi boyunca konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları, sulama sayıları ve oransal sulama suyu azalış değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Deneme parsellerinde ilk sulama kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %40'ının tüketildiği tarih olan 07 Temmuz'da yapılmıştır. Ara sulamalar 8 gün ara ile yapılmış olup son su uygulamasına 16 Ağustos tarihinde son verilmiştir.

Çizelgeden de izleneceği gibi, topraküstü ve toprakaltı damla sulama parsellerinde yer alan ve tam su uygulanan kontrol parsellerine (S₁₀₀ ve T₁₀₀) 480,0 mm sulama suyu uygulanmıştır. 8 günlük sulama aralıklarında sulama suyu uygulandığından sezon boyunca her iki damla sulama uygulamasında da eşit miktarda ve eşit sayıda (6 sulama) sulama uygulaması yapılmıştır. Diğer konulara ise yine her iki uygulama grubunda da ele alınan kısıtlar doğrultusunda sulama suyu uygulanmıştır. Çizelge 2'de oransal sulama suyu değerleri incelendiğinde bu değerlerin; % 30,6 ile % 80,2 arasında değiştiği görülmektedir. Doğal olarak en yüksek sulama suyu tasarrufu, % 25 düzeyinde sulama suyu uygulanan konulardan % 69,4 olarak (S₂₅ ve T₂₅) elde edilmiştir.

Bitki Su Tüketimine İlişkin Sonuçlar

Araştırmanın yürütüldüğü 2012 yılında sulama konularına ilişkin mevsimlik bitki su tüketimi ve oransal mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri; konulara uygulanan sulama suyu, ekim (11 Mayıs 2012) ve hasattaki (17 Eylül 2012) rutubet miktarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Diğer taraftan bitki su tüketimi üzerine yağışında önemli düzeyde etkili olmasına rağmen, sulama sezonu boyunca deneme alanına yağış düşmemiştir. Anılan çizelgeden de görüleceği gibi, mevsimlik bitki su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyu miktarları arttıkça artmıştır. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri, her iki uygulamada birbirinden farklılık göstermiş ve en

yüksek değer S_{100} ve T_{100} konularından elde edilmiştir. Bu konulardan sırasıyla 705 ve 681 mm su tüketimi değerleri elde edilmiştir. En az bitki su tüketimi değeri S_{25} ve T_{25} konularından elde edilmiştir.

Aynı çizelgeden oransal mevsimlik bitki su tüketimi değerleri incelendiğinde, konular arasında farklılık olduğu görülmektedir. Her bir uygulamada kontrol parseline uygulanan sulama suyunun % 25'i oranında su uygulanan S_{25} ve T_{25} konularında, oransal olarak mevsimlik bitki su tüketimi azalışı sırasıyla % 44,3 - % 46,7 arasında değişmiştir.

Yukarıdaki açıklamalardan da görüleceği gibi, topraküstü ve toprakaltı uygulamalarda su tüketimi değerleri konulara göre farklılık göstermiştir. Topraküstü uygulamalarda su tüketimi doğal olarak daha yüksek tespit edilmiştir. Değişik ekolojik

Çizelge 2. Pamukta topraküstü ve toprakaltı damla sulama yöntemiyle sulanan konulara uygulanan toplam sulama değerleri

Konular	Uygulama	Sulama sayısı	Toplam sulama suyu (mm)	Oransal sulama suyu (%)	Oransal sulama suyu azalışı (%)
S_{100}	Topraküstü	6	480,0	100,0	-
S_{75}			385,0	80,2	19,8
S_{50}			266,0	55,4	44,6
S_{25}			147,0	30,6	69,4
T_{100}	Toprakaltı	6	480,0	100,0	-
T_{75}			385,0	80,2	19,8
T_{50}			266,0	55,4	44,6
T_{25}			147,0	30,6	69,4

Çizelge 3. Pamukta topraküstü ve toprakaltı damla sulama yöntemiyle sulanan konulardan elde edilen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri

Konular	Uygulama	Toplam bitki su tüketim değerleri (mm)	Oransal bitki su tüketimi (%)	Oransal bitki su tüketimi azalışı (%)
S_{100}	Topraküstü	705	100,0	-
S_{75}		594	84,2	15,8
S_{50}		490	65,5	30,5
S_{25}		393	55,7	44,3
T_{100}	Toprakaltı	681	100,0	-
T_{75}		581	85,3	14,7
T_{50}		447	65,6	34,4
T_{25}		363	53,3	46,7

koşullar ve uygulanan sulama programlarına bağlı olarak pamukta yapılan çalışmalarda, elde edilen mevsimlik bitki su tüketimleri birbirinden farklı olmuştur (Çetin ve ark. 1994, Anaç ve ark. 1999, Sezgin ve ark. 2001, Yazar ve ark. 2002, Ertek ve Kanber 2003, Dağdelen ve ark. 2006, İbragimov ve ark. 2007, Dağdelen ve ark. 2009b, Dağdelen ve ark. 2012, Başal ve ark. 2009). Araştırmada, elde edilen farklı su tüketim sonuçlarının yukarıda değinilen araştırma bulgularına benzer şekilde iklim, uygulanan sulama programları ve bölge özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir.

Pamuk Kütlü Verimine İlişkin Sonuçlar

Araştırma konularından elde edilen pamuk kütlü verimlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4'te, pamuk kütlü verimi varyans analizi sonucu ise Çizelge 5'de verilmiştir.

Ortalamalar göz önüne alındığında pamuk kütlü verimlerinin 332,3 - 649,4 kg/da arasında değiştiği görülmektedir. Deneme yılında en yüksek verim topraküstü uygulamada yer alan ve tam sulama suyu uygulanan S₁₀₀ konusundan 649.4 kg/da olarak elde edilmiştir. Bu verilerden de görüldüğü gibi, topraküstü konuların verimleri, toprakaltı konuların verim değerlerinden yüksek çıkmıştır. Elde edilen kütlü verimlerine göre sulama konuları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 5 incelendiğinde, uygulamalar önemsiz çıkarken; sulama düzeyleri p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan uygulama x su düzeyi etkisi de önemsiz çıkmıştır. Pamuk kütlü verimindeki farklılığın hangi sulama düzeyleri arasında olduğunu saptamak için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 4. Araştırma konularından elde edilen pamuk kütlü verimleri

	Konular	Kütlü verimleri (kg/da)			
		I. Blok	II. Blok	III. Blok	Ortalama
Topraküstü	S ₁₀₀	616,1	685,4	646,8	649,4
	S ₇₅	513,2	554,4	546,9	538,2
	S ₅₀	448,9	474,5	449,3	457,6
	S ₂₅	355,4	360,5	309,7	341,8
Toprakaltı	T ₁₀₀	595,0	603,6	656,0	618,2
	T ₇₅	509,9	507,4	535,1	517,4
	T ₅₀	419,5	410,7	458,4	429,5
	T ₂₅	319,4	370,3	305,1	332,3

Çizelge 5. Pamuk bitkisi kütlü verimlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Tablo Değeri	
					% 5	%1
Tekerrür	2	2344,690	1172,34	1,763 ns	3,740	6,510
Uygulama	1	3055,527	3055,52	4,595 ns	4,600	8,860
Su Düzeyi	3	286070,66	95356,8	143,409**	3,340	5,560
Uyg. x Su Düzeyi	3	389,47	129,82	0.195 ns	3,340	5,560
Hata	14	9308,99	664,92			
Genel	23	301169,34	13094,31			

ns : Fark önemsiz

* : % 5 Alfa seviyesinde fark önemli

** : % 1 Alfa seviyesinde fark önemli

Çizelge 6'dan izleneceği gibi, su düzeylerine göre (I_{100} , I_{75} , I_{50} , I_{25}) konular arasında 4 ayrı grup oluşmuştur. Sulama suyunun tam uygulandığı, diğer bir tanımlamayla kontrol parsellerinin oluşturduğu sulama konuları birinci gruba girmiş, ikinci sırayı ise kontrol parsellerine göre % 75 oranında sulama suyu uygulanan konular almıştır. En düşük verim grubu ise, kontrol parsellerine uygulanan sulama suyunun % 25'i oranında sulama suyu alan konular oluşturmuştur. Buna göre kontrol parsellerine göre su kısıtının yapıldığı konulardan elde edilen kütlü verimlerinin azaldığı görülmektedir. Bu koşul kısıtlı sulama suyu uygulaması ile bitkinin kök bölgesinde yeterince nemin olmaması şeklinde yorumlanabilir.

Bununla birlikte genel olarak değerlendirildiğinde, verime ilişkin bulguların farklı sulama programları üzerine çalışma yapan araştırmacıların bulguları ile paralellik gösterdiği saptanmıştır. Sulama programı, çeşit seçimi ve bölge koşullarında yaşanan farklılığa bağlı olarak; sulama suyu tasarrufunun etkin olarak sağlandığı çalışmalarda örneğin; Dağdelen ve ark. (2005) Aydın yöresinde, damla sulama ile sulanan pamukta yaptıkları araştırma sonucuna göre, en yüksek pamuk veriminin 8 gün sulama aralığında, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının % 100'ünün uygulandığı konudan elde etmişlerdir. Ertek ve Kanber (2000), Çukurova'da yaptıkları bir araştırmada, damla sulama ile sulanan pamukta sulama suyu ihtiyacını uygulanan konulara bağlı olarak 322-472 mm ve kütlü pamuk veriminin ise 1970-4220 kg/ha arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yazar ve ark. (2002) Harran ovasında pamukta LEPA ve damla sulama sistemlerinin uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Sonuç olarak, LEPA ve damla sulamanın yüzey sulamaya göre daha etkin kullanılabileceğini ve sulama suyundaki kayıpların önlenebileceğini vurgulamışlardır. Çetin ve Bilgel (2002), Harran ovasında pamukta farklı sulama yöntemlerini (karık, yağmurlama ve damla) karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, en

yüksek kütlü pamuk verimi damla sulamadan elde edilmiş olup bu verim yağmurlamadan % 30, karık sulamadan ise % 21 daha yüksek olmuştur. Dağdelen ve ark. (2012) Aydın yöresinde, damla sulama ile sulanan iki farklı pamuk çeşidinde yaptıkları araştırmada ortalama kütlü verimini 430,5-642,6 kg/da arasında belirlemişlerdir. En yüksek verim su kısıtı uygulanmayan S_{100} (Carmen) konusundan sağlamışlardır.

Buraya kadar yapılan değerlendirmelere göre, pamuk kütlü veriminin artırılmasında topraküstü damla uygulamaları ile beraber uygulanacak su düzeyinin oldukça önemli olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, kütlü verimi açısından en uygun sulama programının bölgede sulama suyu kısıtının olmaması koşulunda topraküstü damla sulama uygulamasında tam su uygulanan S_{100} konusunun uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Pamuğun Su Kullanım Randımanı Değerlerine İlişkin Sonuçlar

Uygulanan sulama konularından elde edilen sulama suyu ve su kullanım randımanı değerlerine göre; IWUE değerleri, 1.28-2.32 kg/m^3 ; WUE değerleri ise 0.86-0.96 kg/m^3 arasında değişmiştir. En yüksek IWUE değeri topraküstü uygulamada S_{25} konusundan 2.32 kg/m^3 ; en düşük IWUE değeri ise toprakaltı uygulamada T_{100} konusundan 1.28 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan en yüksek WUE değeri toprakaltı uygulamada T_{50} konusundan 0.96 kg/m^3 ; en düşük WUE değeri ise yine toprakaltı uygulamada T_{25} konusundan 0.86 kg/m^3 olarak elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarından elde edilen su kullanım randımanı değerleri ile bu konuda diğer araştırmacıların belirlemiş oldukları su kullanım randımanı değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge sonuçlarına göre gerek WUE gerekse de IWUE değerlerinin alt sınır değerleri diğer araştırmacıların belirlemiş olduğu alt sınır değerlerinden düşük çıkmıştır. Bu durumun farklı toprak ekoloji ve sulama programlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 6. Araştırma konularından elde edilen pamuk kütlü verimlerinin değerlerinin Duncan yöntemine göre gruplandırılması

Faktör	Konular	Kütlü verimi (kg/da)	Sıralanmış sıra kütlü verimi (kg/da)		Gruplar
Uygulama	Topraküstü	496,7	Topraküstü	496,7	
	Toprakaltı	474,1	Toprakaltı	474,1	
Su düzeyi	I_{100}	633,8	I_{100}	633,8	A
	I_{75}	527,8	I_{75}	527,8	B
	I_{50}	443,5	I_{50}	443,5	C
	I_{25}	336,7	I_{25}	336,7	D

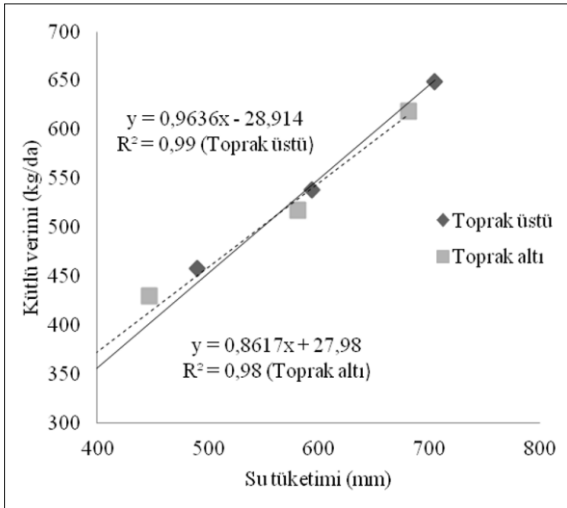
Duncan testine göre %5 düzeyinde oluşan gruplar farklı harfler ile verilmiştir.

Çizelge 7. WUE ve IWUE değerlerinin diğer pamuk çalışmaları ile karşılaştırılması

Kaynak	Sulama sistemi	WUE (kg m ⁻³)	IWUE (kg m ⁻³)
Araştırmamız	Damla	0.86-0.96	1.28-2.32
Ertek ve Kanber (2001)	Damla	0.58-0.62	0.75-0.94
Sezgin ve ark. (2001)	Damla	0.67-0.81	0.71-1.67
Yazar ve ark. (2002)	Damla	0.50-0.74	0.60-0.81
Yazar ve ark. (2002)	Lepa	0.55-0.67	0.58-0.77
Dağdelen ve ark. (2006)	Karık	0.61-0.72	0.77-1.40
Ibragimov ve ark. (2007)	Damla	0.63-0.88	0.82-1.12
Dağdelen ve ark. (2009)	Damla	0.77-0.96	0.82-1.44
Başal ve ark. (2009)	Damla	0.62-0.85	0.66-1.57
Dağdelen ve ark. (2012)	Damla	0.83-1.26	0,97-2,90

Su-Verim İlişkisi Sonuçları

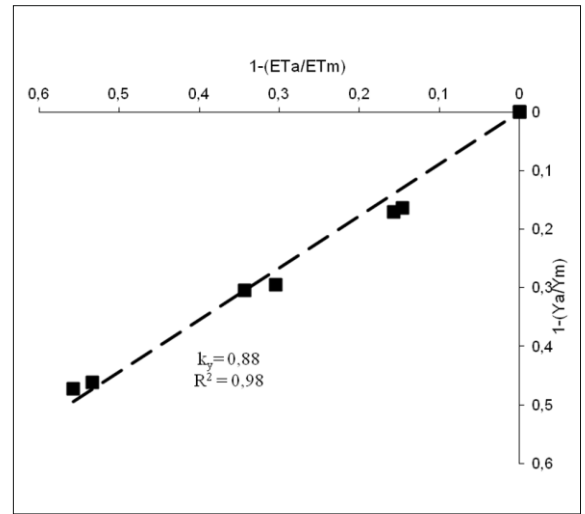
Deneme konularına uygulanan sulama suyu ve su tüketim değerleri ile kütlü verimi arasındaki ilişkileri tanımlayan su-verim fonksiyonları belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi, bitki su tüketimi ile verim arasında da her iki uygulama için yine doğrusal ilişkiler elde edilmiştir. Genel olarak pamuk bitkisinin materyal olarak ele alındığı birçok çalışmada örneğin, Sezgin ve ark. (2001), Yazar ve ark. (2002), Dağdelen ve ark. (2006), Dağdelen ve ark. (2009b), Dağdelen ve ark. (2012)'nin su tüketimi-kütlü verimi arasında belirlemiş oldukları ilişkiler araştırma sonuçları ile benzer ve uyumluluk içerisindedir.



Şekil 1. Pamuk bitkisinde bitki su tüketimi-verim ilişkisi

Bitki su tüketimi ve verim arasındaki ilişkileri irdelenmenin diğer bir yolu da oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalışındaki değişimin (k_y) incelenmesidir. Bu amaçla oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiler Doorenbos ve Kassam (1979)'a göre belirlenmiştir. Elde edilen denklemler Şekil 2'de grafiklenerek gösterilmiştir.

Yukarıdaki denklemden de görüldüğü gibi, mevsimlik bitki su tüketimi ve verim azalışı arasında yüksek düzeyde ($R^2 = 0.98$) doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Şekilden de izleneceği gibi; uygulama konuları için verim azalma oranı (k_y) 0.88 olarak belirlenmiştir. Araştırmada çeşitlere göre toplam büyüme mevsimi için ortalama verim tepki etmeni (k_y) sırasıyla Doorenbos ve Kassam (1979) 0.84; Yazar ve ark. (2002) 0.89; Dağdelen ve ark. (2009b) Aydın'da 0.78; Dağdelen ve ark. (2012) Aydın'da 0.52 olarak saptanmıştır.



Şekil 2. Pamuk bitkisinde verim azalma oranı ilişkisi

SONUÇ ve ÖNERİLER

Aydın ovası koşullarında pamukta topraküstü ve toprakaltı uygulamalarının ve su düzeylerinin kütlü verimi, kalite ve net gelir üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2012 yılında yapılan araştırmadan elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda özetlenmiştir. Araştırmada, topraküstü ve toprakaltı uygulamaları ile 4 su düzeyi kullanılmıştır. Yetiştirme mevsimi içerisinde her iki su uygulamasında yer alan konulara toplam 6 sulama uygulaması yapılmıştır.

Pamukta gerek topraküstü ve toprakaltı uygulamalar gerekse de su düzeylerindeki değişim kütlü verimini etkilemiştir. Ortalamalar göz önüne alındığında kütlü verimlerinin 332,3 - 649,4 kg/da arasında değiştiği görülmektedir. Deneme yılında en yüksek verim topraküstü damla sulamada yer alan ve tam sulama suyu uygulanan S_{100} konusundan 649,4 kg/da olarak elde edilmiştir.

Araştırma konularına, deneme yılında farklı miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları 147.0-480.0 mm arasında değişmiştir. Mevsimlik bitki su tüketimi değerleri, her iki uygulamada da birbirinden farklılık göstermiş ve en yüksek değer S_{100} ve T_{100} konularından elde edilmiştir. Araştırmada ele alınan sulama konularının mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 363.0-705.0 mm arasında değişmiştir.

IWUE değerleri, 1.28-2.32 kg/m^3 ; WUE değerleri ise 0.86-0.96 kg/m^3 arasında değişmiştir.

Mevsimlik bitki su tüketimi ve verim azalışı arasında yüksek düzeyde ($R^2=0.98$) doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Uygulama konuları için verim azalma oranı (ky) 0.88 olarak belirlenmiştir.

Kütlü verimi açısından en uygun sulama programının bölgede sulama suyu kısıtının olmaması koşulunda topraküstü damla sulamada yer alan ve tam sulama suyu uygulanan S_{100} konusunun uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu konuya ilişkin WUE değeri 0.92 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan su kaynağının yeterli olmadığı koşullarda, kısıtlı sulama programlarının uygulanma zorunluluğu bulunabilmektedir. Denemenin uygulandığı yılda verim, sulama suyu miktarı ve sulama sayıları beraber değerlendirildiğinde en uygun programın yine topraküstü damla sulama uygulaması yapılan ve % 50 düzeyinde su uygulanan S_{50} konusunun uygun olacağı sonucuna ulaşılmaktadır. S_{50} konusundan elde edilen WUE değeri ise 0.92 kg/m^3 olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmaya göre, aşağıda verilen öneriler kısaca özetlenmiştir:

Bölgemize adapte olmuş farklı pamuk çeşitlerinde de topraküstü-toprakaltı damla sulama uygulamalarının farklı su kısıtı; farklı lateral aralıkları ve toprak derinlikleri dikkate alınarak verim, lif kalite ve net gelir özellikleri üzerine etkisinin irdelenmesi daha ileriki aşamalarda yapılması gereken çalışmalardır. Buradan belirlenecek verim azalma oranları, kısıtlı olan sulama suyu kaynaklarının optimum kullanımı için planlamacıların elindeki en önemli veri kaynağını oluşturacaktır.

KAYNAKLAR

Açıkgöz N, Aktaş ME, Mokhaddam AF, Özcan K (1994) Tarist an Agrostistical Packageprogramme for Personel computer. E.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Kongresi, İzmir, Turkey.

Aksoy E, Aydın G, Seferoglu S (1998) The important characteristics and classification of soils of the land of Agricultural Faculty, Adnan Menderes University. In:

Proceedings of the First Agricultural Conference in Aegean Region, 7-11 September, Aydın, Turkey.

Anaç S, Ul MA, Tuzel IH, Anaç D, Okur B, Hakerler H (1999) Optimum irrigation scheduling for cotton under deficit irrigation conditions. In: Kırdar, C., Moutonnet, P., Hera, C., Nielsen, D.R. (Eds.), Crop Yield Response to Deficit Irrigations, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Anonim (1995) Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Aydın İl Müdürlüğü Çalışma Raporu, 1-2s., Aydın

Anonim (2012) Aydın İli İklim Değerleri, Devlet Meteoroloji İşleri Aydın Bölge İstasyonu Kayıtları, Aydın.

Başal H, Dağdelen N, Ünay A, Yılmaz E (2009) Effects of Deficit Drip Irrigation Ratios on Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Yield and Fiber Quality. J. Agron. Crop Sci. 195(1): 19-29.

Çetin O, Özyurt E, Şener S (1994) The effects of different irrigation methods on the yield and water use efficiency of cotton in Harran Plain. In: Proceedings of the 17th European Regional Conference on Efficient and Ecologically Sound Use of Irrigation Water with Special Reference to European Countries, Varna, Bulgaria, May 16-22. ICID.

Çetin Ö, Bilgel L (2002) Effects of Different Irrigation Methods on Shedding and Yield of Cotton. Agricultural Water Management 54: 1-15.

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 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. Agric. Water Manag. 82: 63-85.

Dağdelen N, Sezgin F, Gürbüz T, Yılmaz E, Akçay S, Yeşilirmak E (2009a) 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.

Dağdelen N, Başal H, Yılmaz E, Gürbüz T, Akçay S., 2009b. Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. Agric. Water Manag. 96: 111-120.

Dağdelen N, Başal H, Gürbüz T (2012) Aydın Yöresinde Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Erkenci ve Geçici Pamuk Genotiplerinin Su Stresine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, ZRF-11014 Nolu Proje, Aydın.

Doorenbos J, Kassam AH (1979) Yield Response to Water. FAO Irrigation and rain. Paper, No: 33, Rome, Italy.

Elliades G (1988) Irrigation of greenhouse grown cucumber. J. Hort. Sci. 63(2): 235-239.

Ertek A, Kanber R (2000) Pamukta Uygun Sulama Dozu ve Aralığının Pan-evaporasyon Yöntemiyle Belirlenmesi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 24(2): 293-300.

Ertek A, Kanber R (2001) Damla yöntemiyle sulanan pamukta farklı sulama programlarının bitki gelişmesine etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 25: 415-425.

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 TA, Cuence RH, Solomon KH (1990) Crop yield response. In: Hoffman GJ et al. (eds.) Management of Farm Irrigation Systems, ASAE, St. Joseph, 93-122.
- Ibragimov N, Evett SR, Esanbekov Y, Kamilov BS, Mirzaev L, Lamers J (2007) Water use efficiency of irrigated cotton in Uzbekistan under drip and furrow irrigation. Agric. Water Manag 90: 112-120.
- James LG (1988) Principles of Farm Irrigation System Design Surface Irrigation. John Wiley and Sons. Inc, New York.
- Kanber R (1984) Irrigation of peanut grown as primary and secondary crop in Cukurova by using pan evaporation coefficient. Soil-Water Research Institute Publications.
- Kodal S (1995) Su Kaynaklarının Geliştirilmesi, In: Balalan A (ed), Kültürteknige Giriş, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1402, Ankara, 66-79.
- Sezgin F, Yılmaz E, Dağdelen N, Baş S (2001) Pamuk Tarımında Farklı Sulama Yöntemi ve Su Düzeyi Uygulamasının Su Verim İlişkileri Üzerine Etkisi. In: III. Ulusal Hidroloji Kongresi Bildirileri, 27-29 Haziran 2001, İzmir, 553-560.
- Tüzel İH, Ul MA (2003) Pamuk Sulaması. In: Pamukta Eğitim Semineri, 14-17 Ekim 2003, İzmir, 83-92.
- Yazar A, Sezen SM, 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.

Sorumlu Yazar

Yakup ÖZDEMİR
toprak.grup@hotmail.com

ADÜ Ziraat Fakültesi
Biyosistem Mühendisliği Bölümü AYDIN

Geliş Tarihi : 08.07.2015

Kabul Tarihi : 20.07.2015