

AYDIN OVASI KOŞULLARINDA YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİYLE SULANAN PAMUĞUN SU-VERİM İLİŞKİLERİ*

Necdet DAĞDELEN¹, Ersel YILMAZ¹, Fuat SEZGİN¹, Süreyya BAŞ¹

ÖZET

Aydın Ovası koşullarında 1999-2000 yıllarında yürütülen bu araştırmada, yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan pamuğun su-verim fonksiyonlarının elde edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada tekil lateral yağmurlama sistemi kullanılarak farklı sulama düzeyleri (% 100, % 66, % 33) oluşturulmuştur. Sulamalar pamuk bitkisinin sulama yönünden kritik olarak kabul edilen tarak oluşumu, çiçeklenme, meyve bağlama ve kozaların açılmaya başlama dönemi olmak üzere 4 dönemde yapılmıştır. Denemede ortalama en yüksek verim 407 kg/da ile büyüme mevsimi boyunca su eksikliği olmayan K₁₀ konusundan sağlanmıştır. En az su alan K₁₂ konusunda ise ortalama pamuk kütlü verimi (366 kg/da) en az olmuştur. Konulara ve sulama düzeylerine bağlı olarak 167-666 mm arasında değişen miktarlarda sulama suyu uygulanmıştır. Mevsimlik su tüketimi ise 459-974 mm arasında değişmiştir. Bitki su tüketimi ile verim arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Toplam su kullanım randımanı değerleri, 0.493-0.766 kg/da/mm arasında hesaplanmıştır. Oransal bitki su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalması arasındaki ilişkiden elde edilen verim azalma oranı (k_s) toplam büyüme mevsimi için 0.25 olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Pamuk, tekil lateral yağmurlama, su tüketimi, su verim ilişkisi

Water-Yield Relationship of Cotton Irrigated by Sprinkler Method under Aydın Plain Conditions

ABSTRACT

The aim of this research is to determine cotton water-yield functions irrigated by sprinkler irrigation method under Aydın Plain conditions during the years of 1999-2000. Different irrigation levels (100 %, 66 %, 33 %) were created using a line source sprinkler irrigation system. The applications of four irrigation were done at specific growth stages, which are very sensitive to water stress of cotton; bud formation, flowering, boll formation and opening of boll stages in growing season. The highest average yield with 407 kg/da was obtained from the non-stressed treatment (K₁₀) during the growing season. The lowest average yield with 366 kg/da was obtained from the lowest irrigated treatment (K₁₂). Irrigation water was applied ranging from 167 to 666 mm depending on the treatments and irrigation levels. Seasonal evapotranspiration values varied between 459 and 974 mm. A linear relationship between the seasonal evapotranspiration and the yield was determined. Water use efficiency values were between 0.493 and 0.766 kg/da/mm. The yield response factor (k_s) was 0.25 in the relationship between the relative evapotranspiration deficit and the relative yield reduction for total growing season.

Key words: Cotton, line source sprinkler system, water consumption, water-yield relation

GİRİŞ

Mevcut doğal kaynaklar ile hızla artan nüfusun beslenme, barınma ve giyim gibi temel ihtiyaçlarını karşılayabilmek günümüzün önemli sorunlarından birisidir. Günümüzde artık tarımsal alanların daha fazla artırılmayacağı bilindiğine göre tarımsal üretimi artırmak için sulama, gübreleme, ilaçlama, iyi tohumluk kullanma, toprak hazırlığı ve enerji gibi diğer kaynakların optimum düzeyde kullanılması gerekmektedir. Bunlar arasında özellikle sulama diğer girdilerin etkinliğini artıran ve üretimde kararlılığı sağlayan en önemli bir uygulamadır (Kodal, 1995).

28.1x10⁶ ha'lık mevcut tarım alanına sahip olan ülkemizde teknik ve ekonomik yönden 8.5x10⁶ ha'lık alan sulanabilir niteliktedir. Bugünkü teknolojinin kullanılması ile bu alanın ancak 4.5x10⁶ ha'ı (% 53) sulamaya açılmıştır. Buna göre sulanabilir nitelikteki arazinin tamamını sulayabilmek için kullanılan sulama teknolojilerinin geliştirilmesi ve özellikle geleneksel yüzey sulama yöntemlerinin yanında sulama randımanı yüksek basınçlı sulama

yöntemlerine de önem verilmesi gerekmektedir. Kesin veriler bulunmamakla birlikte sulanan alanlarda uygulanan basınçlı sulama yöntemlerinin % 10'dan daha az olduğu söylenebilir. Diğer bir deyişle, Türkiye'de sulanan alanların % 90'dan fazlasında yüzey sulama yöntemleri uygulanmaktadır. Yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı alanın yaklaşık % 60'ında ise, sulama randımanı son derece düşük olan salma sulama yöntemi kullanılmaktadır (Güngör vd., 2002).

Sulama yönteminin seçiminde toprak, topografya, iklim, sulama suyu kalitesi ve miktarının yanı sıra ekonomik etmenler de göz önüne alınır. Kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer alan ülkemiz koşullarında pamuk tarımında yaygın olarak geleneksel yüzey sulama (uzun tava) yöntemi kullanılmaktadır. Bu uygulamayı yine aynı grup içerisinde yer alan karık sulama yöntemi izlemektedir. Diğer taraftan basınçlı sulama yöntemleri olarak da bilinen damla ve yağmurlama sulama yöntemleri, araştırma çalışmaları dışında uygulamaya geçmemiştir.

¹ADÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, AYDIN

Ülkemiz genelinde olduğu gibi, yarı kurak ve kurak iklim özelliklerine sahip Aydın ekolojik bölgesinde de pamuk yaygın olarak yüzey sulama yöntemleriyle sulanmaktadır. Genel olarak bu tür sulama yöntemlerinde gereğinden fazla suyun kaynaktan saptırılması temel bir özelliktir. Su alma yapısından saptırılan bu suyun büyük bir bölümü, buharlaşma, yana hareket, yüzey akışı ve derine sızma gibi nedenlerle kaybolmaktadır. Bunun sonucunda uygulanan suyun bir kısmı bitki tarafından kullanılmakta ve en önemlisi topraklarda tuzluluk ve drenaj problemleri oluşmaktadır (Kanber *vd.*, 1996).

Bölgemizde son yıllarda görülen iklimsel değişiklikler nedeniyle sulama suyunun daha etkin olarak kullanıldığı basınçlı sulama yöntemlerinin önemi daha da artmaktadır. Özellikle sulama suyu kaynaklarının giderek kirlenmesi ve etkin bir şekilde kullanılmasının gerekli olduğu bölgemiz koşullarında, yüzey sulama yöntemlerine alternatif olabilecek yağmurlama sulama yöntemlerine ilişkin çalışmalar da giderek önem kazanmaktadır.

Büyük Menderes Havzasında yer alan Aydın Ovası ekolojik bölgesi toprak ve iklim özellikleri yönünden büyük bir potansiyele sahip olup sanayi bitkileri içerisinde pamuk 93764 ha ile en büyük ekiliş alanına sahiptir (Anonim, 1998). Ülkemizde ise, pamuk üretimi 719×10^3 ha'lık üretim alanında 795×10^3 ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2000a). Yukarıda verilen açıklamalardan da görüleceği üzere, pamuk gerek ülkemiz, gerekse de bölgemiz koşullarında önemli bir sanayi bitkisidir. Ancak bölgemiz ve özellikle Aydın Ovası koşullarında pamuk tarımında basınçlı sulama yöntemlerinin etkin kullanımına ilişkin alternatif sulama programları ile su-verim fonksiyonlarına ilişkin bilgiler henüz istenilen düzeyde bulunmamaktadır. Bu nedenle bölge koşullarında gerek üretici kuruluşlara, gerekse de çiftçilere ve yayımcılara bu konuda bilimsel verilere dayanan önerilerin yapılması gerekmektedir.

Pamuk, toprak nem koşullarına duyarlı bir bitkidir. Toprak nemi güçlü bir büyüme, sürgün ve meyve oluşumu için gerekli olduğu kadar, meyvelerin büyüme ve gelişmesi ve kaliteli ürün elde edilmesi içinde önemlidir. Diğer bitkilerde olduğu gibi, pamuk bitkisinde de büyüme periyotlarında strese duyarlı belirli kritik dönemler bulunmaktadır. Pamuk söz konusu bu dönemlerde su eksikliği ile karşılaştığında, fizyolojik olarak olumsuz yönde etkilenir ve sonuçta verimde önemli azalmalar meydana gelir. Özellikle, suyun kısıtlı olduğu yerlerde, stresten en fazla etkilenen dönemlerin bilinmesi sulama işletmeciliği açısından son derece önemlidir. Böyle durumlarda, mevcut suyun kritik büyüme dönemlerinde uygulanması ile birim suya karşılık en yüksek üretim sağlanabilir (Doorenbos ve Kassam, 1979; Kanber, 1997). Pamuk sulamasında hemen hemen tüm yöntemler kullanılmakla birlikte, bu yöntemlerin pamuk verim ve kalitesi, sulama suyu gereksinimi ve su kullanım etkinliği üzerinde farklı etkileri

bulunmaktadır. Shanmugham *vd.*, (1977); Güteryüz ve Özkan (1993) ve Yavuz (1993) yapmış oldukları çalışmalarda basınçlı sulama sistemlerinin pamuk verim ve su kullanım etkinliğini arttırdığını, sulama suyundan ise yaklaşık %50 düzeyinde tasarruf sağladığını belirtmektedirler. Pamuk sulama yöntemleri ile ilgili olarak İğdir koşullarında yapılan bir çalışmada yağmurlama ve yüzey sulama yöntemleri uygulanmıştır. Sonuçta en yüksek verim karık sulama yönteminden sağlanmış, en yüksek sulama randımanı ise % 73 ile yağmurlama ve karık sulama yöntemlerinin uygulandığı konulardan elde edilmiştir (İstanbuluoğlu, 1989). Çukurova'da pamuk sulamasında uygun yöntemin seçimi için yapılan bir çalışmada Yavuz (1993), yağmurlama, damla ve farklı yüzey sulama işletim biçimlerini ele almıştır. Çalışma sonucuna göre, verimler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Farklı sulama yöntemlerinin pamuk verimi ve su kullanım randımanı üzerine etkilerini belirlemeye yönelik olarak Harran Ovası koşullarında yapılan bir çalışmada, en yüksek kütlü verimleri sırasıyla damla, karık ve yağmurlama sulama konularından elde edilmiştir (Öner ve Özyurt, 1994). Kanber *vd.*, (1996)'da Harran Ovası koşullarında pamuk sulamasında karıklarda farklı işletim biçimlerini ve sulama performanslarını test etmişler ve sonuçları yağmurlama sulama ile karşılaştırmışlardır. Sonuçta, karık uygulamalarında daha büyük, yağmurlamada ise daha düşük su kullanım randımanı değerleri elde etmişlerdir.

Bu çalışma, Aydın Ovası koşullarında yağmurlama sulama yöntemi kullanılarak farklı su düzeylerinin pamuğun verim ve su tüketimine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bunun yanında çalışmada su azalması ile verim arasındaki ilişkiler ve verim fonksiyonları incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada tarla denemeleri, Aydın Ovasında, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülmüştür. Anılan çiftlik, Aydın ili sınırları içerisinde ve Aydın il merkezinin 18 km. güneyinde, Koçarlı İlçesinin ise 7 km doğusunda yer almaktadır. Çiftliğin arazileri, Büyük Menderes Nehri tarafından ikiye ayrılmıştır. Denizden 56 m. yükseklikte olan çiftlik, hemen hemen tamamı sulanabilir özelliklerde 2300 dekarlık alana sahiptir.

Aşağı Büyük Menderes Havzasında ılıman Akdeniz iklimi hüküm sürmektedir. Bu iklim tipine göre bölgede, yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü alana ilişkin uzun yıllara ait iklim kayıtlarına göre sıcaklık ortalaması 17.5°C dir. Aydın da uzun yıllara ait Aylık en yüksek sıcaklık ortalaması 28.1°C ile Temmuz ayında, en düşük sıcaklık ortalaması ise 8.0°C ile Ocak ayında görülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda aylık sıcaklık ortalamaları genel olarak çok

yıllık ortalamaların üzerinde seyretmiştir. Uzun yıllar gözlem sonuçlarına göre, yıllık ortalama yağış 657.7 mm, yıllık oransal nem ortalaması ise % 63.0'dür. Diğer taraftan uzun yıllara ilişkin rüzgar hızları incelendiğinde bu değerlerin yıllık ortalama olarak 1.6 m/s olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2000b).

Ovada, sulu tarım yapılan ve sulanabilir arazi topraklarının % 60-70'ini alüviyal, % 20-30'unu kolüviyal, geriye kalan bölümünü de kırmızı-kestane, kahverengi orman, kalkersiz kahverengi ve kestane rengi toprak grupları oluşturmaktadır. Alüviyal topraklar taban arazileri oluştururlar ve derin profilli olduklarından hemen her türlü kültür bitkisinin yetişmesine olanak sağlarlar. Ancak büyük bir çoğunluğu orta bünyelidir. Yan alüviyal topraklarda bir kaç yer istisna edilirse geçirgenlik iyidir. Ancak taban alüviyal toprakların geçirgenliği düşüktür ve ovanın her tarafına yayılmış durumdadır (Özkara ve Yalçuk, 1981).

Araştırmada Nazilli-84 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Anılan çeşit Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü tarafından melezleme ıslahı ile elde edilmiştir. Bu çeşit 1984 yılında tescil edilmiş olup, Ege bölgesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Nazilli-84 pamuk çeşidinin verim potansiyeli yüksek, erkenci, solgunluk hastalığına oldukça dayanıklı, çıplak tohumlu ve çırçır randımanı yüksektir (Ünal, 1986).

Denemelerin kurulacağı alan her yıl, hasattan sonra 30-40 cm kadar derinlikte sürülmüştür. İlkbahar mevsimi geldiğinde arazi tekrar sürüldükten sonra boyuna ve enine olmak üzere iki kez diskaro çekilmiştir. Yüzey bir süre havalandıktan sonra enine ve boyuna iki kez tapan çekilerek arazi yüzeyi tesviye edilerek tohum yatağı hazırlanmıştır. Tesviye edilerek sıkıştırılan bu alana havalı mibzerle ekim yapılmıştır. Ekimde, 70 cm sıra aralığında olacak şekilde önceden havı alınmış ve ilaçlanmış 3,5 kg kadar pamuk tohumu ekilmiştir. Ekimden hemen sonra enine ve boyuna olmak üzere iki kez tapan çekilerek toprak sıkıştırılmıştır. Deneme alanının tümüne ekimle birlikte 40 kg/da 15-15-15 NPK kompoze gübresi verilmiştir. İkinci çapadan sonra dekara 25 kg olacak şekilde % 33'lük amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır.

Çıkış tamamlandıktan sonra bakım işlemine başlanmıştır. Fideler 5-6 cm kadar boylanınca aralara kültivatör çekilmiş ve ardından ilk traktör çapası yapılmıştır. Traktör çapasından sonra 8-10 cm'de bir bitki olacak şekilde bitkiler seyrekletilmiştir. Bitkiler 10-15 cm kadar boylandıklarında ikinci kez el çapası yapılmış ve 12-15 cm sıra aralığında olacak şekilde bitkiler tekrar seyrekletilmiştir.

Deneme konularında hasat aynı anda ve elle yapılmıştır. Genellikle kozaların % 60-70'i açıldığında ilk hasat yapılmıştır. Kalanların tümü açıldığında ise ikinci ve son hasat gerçekleştirilmiştir.

Denemede tekil lateral yağmurlama sistemi kullanılmış ve lateral boru hattından dikey olarak

uzaklaştıkça uygulanan su miktarının yaklaşık olarak doğrusal bir biçimde azaldığı kabul edilmiştir (Hanks *vd.*, 1976). Araştırmada, sistemin bu özelliğinden yararlanarak, sulamalarda bitki kök bölgesinde ihtiyaç duyulan suyun tamamının % 100, % 66'sının ve % 33'ünün karşılandığı üç su düzeyi incelenmiştir. Yağmurlama sulama denemesinde, deneme alanının tam ortasından bitki sıralarına paralel olarak lateral hattı geçirilmiştir. Her bir ana parselde 4 adet yağmurlama başlığı çalıştırılmıştır.

Deneme parsellerinin oluşturulmasında lateralini her iki yönüne laterale dik açıda 2 tekrarlamalı olarak ve iki sırada bir olmak üzere 120 cm yükseklikte demir bir sehpa üzerine su toplama kapları yerleştirilmiştir. İlk su uygulama sırasında sistem belirli sürelerde çalıştırılmış ve sürelerin sonunda kaplarda toplanan su miktarları ölçülmüştür. Bunlardan yararlanarak her sırada iki kap bulunduğundan bunların ortalama su miktarları tespit edilmiştir. Lateral hattına en yakın olan kapların ortalama değerleri tam olarak kabul edilmiş ve buna göre diğer kapların toplamış olduğu ortalama su miktarları oranlanmıştır. Bunlardan yararlanarak tam konunun % 100, % 66'sı ve % 33'ü kadar sulama suyu olan kaplar tespit edilmiştir. Bu kapların iki tarafında bulunan sıralar deneme parselleri olarak kabul edilmiştir. Buna göre lateral hattın sağında ve solunda olmak üzere 1.4 x 30.0 m boyutlarında deneme parselleri oluşturulmuştur. Buna göre oluşan sulama konuları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede araştırmaya alınan sulama konuları

Su Düzeyi	Konu
SD ₁ (%100)	K ₁₀
SD ₂ (%66)	K ₁₁
SD ₃ (%33)	K ₁₂

Sulamalar pamuk bitkisinin sulama yönünden kritik olarak kabul edilen gelişim aşamaları ve daha önce bölgede yürütülen çalışmalar dikkate alınarak planlanmıştır (Kanber ve Derviş, 1978; Karaata, 1985; Sezgin *vd.*, 1997; Yılmaz, 1999). Bu aşamalar tarak oluşumu, çiçeklenme, koza bağlama ve kozaların açılmaya başlama dönemi olarak kabul edilmiş ve tüm konulara toplam 4 kez sulama suyu uygulanmıştır.

Üç tekrarlamalı olarak kurulan denemede, orta blokta yer alan parseller gözlem parseli olarak dikkate alınmış ve nem ölçümleri bu blokta bulunan ve tam su uygulanan (% 100) parsellerde yapılmıştır. Bu parsellerde toprak profilinin 120 cm'lik derinliğine kadar 30 cm'lik katmanlarda mevcut nem miktarı gravimetrik yöntemle göre tespit edilmiştir. Lateral boru hattına dikey yönde yerleştirilen ve lateral boru hattına en yakın konumda bulunan su toplama kaplarında biriken ortalama su miktarı istenilen değere ulaştığında ya da yaklaştığında sulamaya son verilmiştir. Yine sistemin girişinde ayrıca giren su miktarını belirlemek ve sistemi kontrol edebilmek amacıyla kontrol vanası, su sayacı ve manometre

monte edilmiştir.

Çalışmada bitki su tüketiminin belirlenmesinde aşağıda verilen nem azalma yöntemi kullanılmıştır (Beyce ve Madanoğlu, 1980).

$$ET = (P \pm I) \Delta S \text{ Eşitlikte;}$$

ET = Bitki su tüketimi (mm),

P = Bitki gelişme dönemi boyunca toplam etkili yağış (mm),

I = Uygulanan sulama suyu miktarı (mm),

ΔS = Toprak profilinde artan (+) veya eksilen (-) su miktarı (mm).

Toprak profilinde tutulan su miktarı, bitki gelişme dönemi başında ve sonundaki nem miktarı farkı olarak alınmıştır.

Deneme konuları şansa bağlı olmadan yerleştirilmiş olduğundan, elde edilen kütlü verimleri Hanks *vd.*, (1980)'de önerilen yaklaşımlara göre istatistiksel analizlere tabi tutulmuşlardır. Sulama programının değerlendirilmesinde su kullanım randımanlarından yararlanılmıştır. Bu amaçla, su kullanım randıman değerlerinin belirlenmesinde Howell *vd.*, (1990) tarafından verilen eşitlikten yararlanılmıştır.

$$WUE = 100 (E_y / E_t) \text{ Eşitlikte;}$$

WUE = Su kullanım randımanı (kg/da/mm)

E_y = Ekonomik verim (kg/da)

E_t = Bitki su tüketimi (mm)

Çalışmada, kütlü verimleri ile uygulanan sulama suyu miktarı arasındaki ilişkilerden yararlanılmış ve bu amaçla su-üretim fonksiyonları hesaplanmıştır. Bu

amaçla Doorenbos ve Kassam (1979) tarafından önerilen eşitlikten yararlanılmıştır.

$$1 (Y_a/Y_m) = k_y (1-E_t/E_{t_m}) \text{ Eşitlikte;}$$

Y_a = Gerçek verim (kg/da),

Y_m = Maksimum verim (kg/da),

E_{t_a} = Gerçek su tüketimi (mm),

E_{t_m} = Maksimum su tüketimi (mm),

k_y = Verim azalma oranı değerlerini göstermektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve verimlilik özellikleri:

Yıllara göre denemelerinin yürütüldüğü alana ilişkin 120 cm'lik toprak profilinin 30'ar cm'lik katmanlarından alınan bozulmuş ve bozulmamış örneklerde tespit edilen bazı fiziksel ve verimlilik özellikleri sırasıyla Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 2 ve 3'den izleneceği üzere araştırmanın yürütüldüğü alanın toprak bünyesi tınlı, siltli-tınlıdır. Su tutma kapasitesi açısından zengindir. Bu özellikler nedeniyle araştırmanın yürütüldüğü alan bölgenin toprak özelliklerini temsil etmektedir. Deneme alanının toprakları hafif alkali özelliğe sahiptir ve tuz içeriği düşüktür (Çizelge 4). Araştırma alanı toprakları, organik madde yönünden fakirdir. Organik madde miktarının düşük olması, aluviyal ana materyalli topraklarda çok sık rastlanan karakteristik

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri (1999)

Toprak Katmanı (cm)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye	*Tarla Kapasitesi (%)	*Solma Noktası (%)	Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Kull. Su Tutma Kap.(mm)
0-30	47.33	19.07	33.60	Tınlı	25.8	9.7	1.45	70.0
30-60	45.23	19.07	35.70	Tınlı	20.3	7.2	1.50	59.0
60-90	43.13	21.17	35.70	Tınlı	25.6	8.6	1.46	74.5
90-120	25.10	17.88	57.02	Siltli-Tınlı	27.6	9.4	1.42	77.5

* : Kuru ağırlık yüzdesi

Çizelge 3. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri (2000)

Toprak Katmanı (cm)	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Bünye	*Tarla Kapasitesi (%)	*Solma Noktası (%)	Hacim Ağırlık (g/cm ³)	Kull. Su Tutma Kap.(mm)
0-30	46.92	15.08	38.0	Tınlı	24.4	9.5	1.56	69.7
30-60	42.92	11.08	46.0	Tınlı	22.4	7.1	1.53	70.2
60-90	26.92	21.08	52.0	Siltli-Tınlı	25.2	8.8	1.45	71.3
90-120	30.92	15.08	54.0	Siltli-Tınlı	24.2	8.4	1.48	70.2

* : Kuru ağırlık yüzdesi

Çizelge 4. Araştırma alanı topraklarının verimlilik özellikleri

Toprak Katmanı (cm)	PH	Toplam Tuz (%)	EC (ds/m)	CaCO ₃ (%)	Kullanılabilir Besin Maddeleri (Kg/da)		Organik Madde (%)
					P ₂ O ₅	K ₂ O	
0-40	8.1	0.013	0.44	1.1	2.90	16.5	1.1

bir özelliktir (Ünal ve Başkaya, 1981; Aksoy *vd.*, 1998

Sulama suyu kalitesine ilişkin sonuçlar:

Denemede kullanılan sulama sularının kalitesine ilişkin analiz sonuçlarına göre sulama suyu kalite sınıfı C₃S₁ olarak belirlenmiştir. Bu kalitedeki suların pamuk gibi tuza dayanıklı bitkiler için sorun oluşturmayacağı belirtilmektedir (Ayers ve Westcot, 1989).

Fenolojik gözlemler:

Denemenin yürütüldüğü 1999 ve 2000 yıllarında pamuk bitkisine ilişkin fenolojik bulgular Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5'in incelenmesinden de görüleceği gibi pamuk ekimi 1999 yılında 7 Mayıs ve 2000 yılında 6 Mayıs tarihinde yapılmıştır. Aynı çizelgeden izlenebileceği gibi, Aydın ekolojik koşullarında Nazilli-84 pamuk çeşidi 1999 yılında gelişme dönemini 160 günde ve 2000 yılında ise 155 günde tamamlamıştır. Her iki yılda ki toplam gelişme periyodu Doorenbos ve Kassam (1979)'da verilen değerlerle (150-180 gün) paralellik göstermektedir.

Uygulanan sulama suyu miktarına ilişkin sonuçlar:

Araştırma yıllarında sulama konularına uygulanan toplam sulama sayısı ve toprak nem açığı değerleri Çizelge 6'da; toplam sulama suyu miktarları ve oransal sulama suyu azalışı değerleri ise Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde en az sulama suyu tarak oluşumu döneminde uygulanırken en fazla sulama suyu çiçeklenme ve koza bağlama dönemlerinde uygulanmıştır. Tarak oluşumu döneminde az sulama suyu uygulanmasının nedeni pamuk köklerinin toprağın alt katmanlarına ulaşamamasına bağlanabilir. Diğer taraftan Çizelge 7

izlendiğinde %100 düzeyinde sulama suyu uygulanan konuya sırasıyla 1999 yılında 506 mm ve 2000 yılında 666 mm. sulama suyu verilmiştir. Değerlerden de görüleceği gibi, 2000 yılında bölgede iklime bağlı olarak gelişme döneminde görülen yüksek sıcaklık uygulanan sulama suyu miktarının artmasına neden olmuştur. Oransal sulama suyu değerleri incelendiğinde bu değerlerin her iki yılda da birbiri ile paralellik gösterdiği ve bu değerlerin % 33.0-% 100.0 arasında değiştiği görülmektedir. İki yıllık oransal sulama suyu azalışı değerlerinden faydalanılarak yapılan değerlendirmede, en yüksek sulama suyu tasarrufu, % 33 düzeyinde sulama suyu uygulanan K₁₂ konusundan elde edilmiştir.

Yukarıda verilen bilgiler birlikte düşünüldüğünde yıllar arasında konulara uygulanan sulama suyu değerlerinde bazı farklılıklar vardır. Bu durum aynı ekolojide yıllar arasında mevsimsel farklılıkların bulunması ile açıklanabilir. Nitekim yapılan çalışmalarda da ekolojik koşullar ve uygulanan sulama yöntem ve programlarına göre uygulanan su miktarlarında da farklılıklar görülmüştür. Örneğin yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı denemelerde; Kanber *vd.*, (1986), Kahramanmaraş koşullarında 500-984 mm; Ul *vd.*, (1993), Menemen koşullarında 243-372 mm; Anaç *vd.*, (1993), Bornova koşullarında 462-576 mm; Sezgin *vd.*, (1997), Aydın koşullarında 605.2-693.1 mm; Sezgin *vd.*, (2001), Aydın koşullarında 264.5-902.2 mm; sulama suyu uygulanmıştır. Diğer taraftan, Harran ovası koşullarında Kanber *vd.*, (1996)'da karık sulama yönteminin uygulandığı konulara 1183-1710 mm sulama suyu uygularken, yağmurlama sulama yönteminin uygulandığı konulara ise 606-1029 mm arasında yine Çetin ve Bilgel (2002) de aynı yörede

Çizelge 5. Deneme yıllarında tespit edilen fenolojik gözlemler ve tarihleri

Fenolojik Devre	1999 Yılı	2000 Yılı
Ekim	07 Mayıs	06 Mayıs
Çıkış	13 Mayıs	14 Mayıs
İlk Tarak	24 Haziran	28 Haziran
Taraklanma % 50	29 Haziran	03 Temmuz
İlk Çiçek	03 Temmuz	05 Temmuz
Çiçeklenme % 50	08 Temmuz	12 Temmuz
İlk Meyve	10 Temmuz	15 Temmuz
Meyve Bağlama	19 Temmuz	21 Temmuz
İlk Koza Açılışı	13 Ağustos	15 Ağustos
İlk Hasat	30 Eylül	20 Eylül
İkinci Hasat	15 Ekim	09 Ekim

Çizelge 6. Gelişim dönemleri başındaki toprak nem açığı değerleri

Yıl	Sulama sayısı	Konular	Toprak nem açığı (mm)			
			Tarak oluşumu	Çiçeklenme	Koza bağlama	Koza açımı
1999	4	K ₁₀	90.0	159.0	157.0	100.0
		K ₁₁	59.4	105.0	103.6	66.0
		K ₁₂	29.7	52.6	51.8	33.0
2000	4	K ₁₀	106.5	190.5	195.0	174.0
		K ₁₁	70.3	126.2	128.7	114.8
		K ₁₂	35.2	63.0	64.4	57.4

yağmurlama yönteminde 328-1917 mm sulama suyu vermişlerdir. Tarsus koşullarında Eylem *vd.*, (1994)'de yağmurlama sulama yönteminin uygulandığı konulara ise 412.5-976.6 mm sulama suyu uygulamışlardır.

Mevsimlik bitki su tüketimine ilişkin sonuçlar:

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda yağmurlama sulama yönteminin uygulandığı konulardan elde edilen mevsimlik bitki su tüketimi ve oransal mevsimlik bitki su tüketimi değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Her bir sulama yönteminde konulardan elde edilen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri farklılık göstermiştir. Bitki kök bölgesindeki nemin tamamının karşılandığı konudan (% 100 konusu); 1999 yılında 676.0 mm, 2000 yılında ise 974.3 mm bitki su tüketimi elde edilmiştir. Bu farklılığın yıllar arasındaki iklim farklılıklarından geldiği düşünülmektedir. Aynı tablodan oransal bitki su tüketimi azalışı değerleri yıllara göre % 11.1-% 43.9 arasında olduğu belirlenmiştir. Yukarıdaki açıklamalardan da görüleceği gibi, bitki su tüketimi değerleri yıllara göre farklılık göstermiştir. Konulara farklı miktarlarda sulama suyu uygulanmış ve sonuçta bitki su tüketiminde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Aynı durum gerek Aydın ekolojik koşullarında gerekse de farklı ekolojik koşullarda da görülmektedir. Örneğin, yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı çalışmalarda, Kanber ve Derviş (1978), Tarsus koşullarında 888.0 mm; Kanber *vd.*, (1992), Harran ovası koşullarında 1670.0 mm; Ul *vd.*, (1993), Menemen koşullarında 444-534 mm; Anaç *vd.*, (1993), Bornova koşullarında 659-899 mm; Sezgin *vd.*, (1997), Aydın koşullarında 828-904 mm ; Sezgin *vd.*, (2001), Aydın koşullarında 451.0-1036.9 mm olduğunu belirlemişlerdir. Yağmurlama sulama yönteminin uygulandığı konularda ise Eylem *vd.*, (1994)'de Tarsus koşullarında

697-1079.8 mm arasında su tüketimi saptamışlardır.

Kütlü verimi sonuçları:

Araştırma yıllarında yağmurlama sulama yönteminden elde edilen ortalama kütlü verim değerleri Çizelge 9'da verilmiştir. Yağmurlama sulama yönteminde uygulanan farklı su düzeylerinin verim üzerine etkisi ise varyans analizi uygulanarak test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 9'den görüleceği üzere konulara göre elde edilen kütlü verimi, laterale en yakın konudan ıslatılan alan çeperine doğru gidildikçe bir azalma göstermektedir. 1999 yılında ise en yüksek verim en az sulama suyunun uygulandığı K₁₀ konusundan, en düşük verim ise en fazla sulama suyunun uygulandığı K₁₂ konusundan elde edilmiştir. 2000 yılında ise yine en yüksek verim 1999 yılında olduğu gibi, gereksinim duyulan sulama suyunun tamamının karşılandığı K₁₀ konusundan, en düşük verim ise en az sulama suyunun uygulandığı K₁₂ konusundan elde edilmiştir.

1999 ve 2000 yıllarına ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 10) su düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır Aynı tablodan, su düzeyi x yöney etkisi de 1999 ve 2000 yıllarında önemsiz çıkmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre su düzeylerinin kütlü verimi üzerine etkisinin çıkmaması nedeniyle, sonuçlara herhangi bir test uygulanmamıştır. Ancak araştırılan konulara göre elde edilen ortalama kütlü verimleri değerlendirilmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11 incelendiğinde, araştırmadan elde edilen sonuçlara göre en düşük ortalama kütlü verimi 1999 yılında, en yüksek ortalama kütlü verimi ise 2000 yılında elde edilmiştir. Konu ortalamalarına göre incelenecek olursa, en yüksek kütlü verimi, bitki kök bölgesinde gereksinim duyulan suyun % 100'nün karşılandığı K₁₀ konusundan, en düşük kütlü verimi ise sulamalarda en az sulama suyunun uygulandığı ve

Çizelge 7. Deneme yıllarına göre konulara uygulanan sulama suyu, oransal sulama suyu ve oransal sulama suyu azalışı değerleri

Konular	1999 Yılı			2000 Yılı		
	Uyg. Sulama Suyu (mm)	Oransal Sulama Suyu (%)	Oransal Sulama Suyu Azalışı (%)	Uyg. Sulama Suyu (mm)	Oransal Sulama Suyu (%)	Oransal Sulama Suyu Azalışı (%)
K ₁₀	506	100.0	-	666	100.0	-
K ₁₁	334	66.0	34.0	440	66.0	34.0
K ₁₂	167	33.0	67.0	220	33.0	67.0

Çizelge 8. Denemelerde yıllara göre konulardan elde edilen mevsimlik bitki su tüketimi ve oransal mevsimlik bitki su tüketimi değerleri

Konular	1999 Yılı			2000 Yılı		
	Mev. Bitki Su Tük. (mm)	Or. Mev. Bitki Su Tük. (%)	Or. Bitki Su Tük. Az. (%)	Mev. Bitki Su Tük. (mm)	Or. Mev. Bitki Su Tük. (%)	Or. Bitki Su Tük. Az. (%)
K ₁₀	676	100.0	-	974	100.0	-
K ₁₁	602	88.9	11.1	763	78.3	21.7
K ₁₂	459	67.9	32.1	547	56.1	43.9

sulamalarda gereksinim duyulan suyun 1/3'ünün (%33'ünün) karşılandığı K_{12} konusundan elde edilmiştir. Buraya kadar yapılan değerlendirmelerde görüldüğü gibi, sulama düzeyindeki azalma, kütlü veriminde önemli olmamakla birlikte kısmen azalmasına neden olmuştur. Nitekim uygulanan sulama yöntemi farklı olmakla birlikte Kanber ve Derviş, (1978); Kanber *vd.*, (1986); Özkara ve Şahin (1993); Ul *vd.*, (1993); Anaç *vd.*, (1993); Sezgin *vd.*, (2001) gibi araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda su düzeyindeki artışa bağlı olarak kütlü verimin de arttığını belirlemişlerdir. Çizelge 2 ve Çizelge 3'de deneme alanı topraklarının fiziksel özellikleri dikkate alındığında toprağın su tutma kapasitesinin yüksek olduğu ayrıca bünye açısından da tınlı ve siltli tınlı yapıya sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle ortalama kütlü verimlerinde, su dozlarında stres uygulanmasına karşın önemli bir farklılık

çıkamıştır. Diğer taraftan aluviyal yapıya sahip çiftlik arazisi topraklarında etkili kök bölgesi altındaki taban suyu seviyesinin kapilarite ile belli dönemlerde kök bölgesine yaklaştığı dolayısıyla bitkilerin uygulanan strese karşı su ihtiyacının bir kısmını buradan karşıladığı ve ortalama kütlü verimlerinin de birbirine yakın olmasının bu koşulların ileri geldiği düşünülmektedir.

Su-verim ilişkisi sonuçları:

Araştırma konularının su-verim ilişkileri yönünden değerlendirilmesi amacıyla, mevsimlik bitki-su tüketimi ve kütlü verimine ilişkin yıllık ortalama değerlerden hesaplanan verim azalma oranı (k_s) ve su kullanım randımanı (WUE) değerleri Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12'de, su kullanım randımanları açısından sonuçlar irdelendiğinde, en yüksek değer 0.766 kg/da/mm ile % 33 oranında sulama suyu alan

Çizelge 9. Yağmurlama sulama deseninden konulara göre elde edilen kütlü verimleri

Yıl	Tekerrür	Konular (kg/da)		
		K_{10}	K_{11}	K_{12}
1999	T ₁ Batı	369.2	324.9	356.9
	T ₂ Batı	276.1	271.2	273.6
	T ₃ Batı	276.1	297.8	267.3
	T ₁ Doğu	325.2	389.1	367.8
	T ₂ Doğu	383.1	379.9	344.6
	T ₃ Doğu	381.4	313.1	267.1
	Ortalama	335.2	329.3	312.9
2000	T ₁ Batı	438.6	456.4	475.2
	T ₂ Batı	431.5	432.7	452.0
	T ₃ Batı	555.6	490.9	268.6
	T ₁ Doğu	452.0	495.9	474.8
	T ₂ Doğu	516.8	478.6	475.3
	T ₃ Doğu	489.5	405.5	371.1
	Ortalama	480.6	460.0	419.5

Çizelge 10. Yağmurlama sulama konularının varyans analiz sonuçları

Yıl	Varyas. Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ort.	Hesap.F Değeri	Tablo Değeri	
						% 5	% 1
1999	Tekerrür	2	9264.43	4632.22	6.246 ns	6.94	18.0
	Su düzeyi	2	1604.23	802.12	1.082 ns	6.94	18.0
	Hata(1)	4	2966.30	741.58	3.804 ns	18.5	98.5
	Yöney	1	10667.74	10667.74	0.385 ns	6.94	18.0
	Hata(2)	2	5608.97	2804.49			
	Düzx Yön	2	1068.76	534.40			
	Hata(3)	4	5556.71	1389.18			
Genel	17	36737.14					
2000	Tekerrür	2	14603.57	7301.79	0.860 ns	6.94	18.0
	Su düzeyi	2	15713.90	7856.95	0.925 ns	6.94	18.0
	Hata(1)	4	33959.90	8489.98	2.708 ns	18.5	98.5
	Yöney	1	18721.13	18721.13	0.526 ns	6.94	18.0
	Hata(2)	2	13827.90	6913.95			
	Düzx Yön	2	1947.45	973.73			
	Hata(3)	4	7400.61	1850.15			
Genel	17	106174.46					

ns: Fark önemsiz

** : %1 alfa seviyesinde fark önemli

* : %5 alfa seviyesinde fark önemli

K_{12} konusundan elde edilmiştir. Ancak bu konunun su kullanım randımanı değerinin yüksek olmasına rağmen elde edilen verim değeri düşük düzeyde gerçekleşmiş ve bu konunun (K_{12}) verim kaybı % 12.8 düzeyinde olmuştur. Çizelgeden de görüleceği gibi, düşük düzeyde sulama suyu uygulanan konuların tamamında su kullanım randımanı değerleri yüksek, yüksek düzeyde sulama suyu verilen konuların su kullanım randımanı değerleri ise düşük bulunmuştur.

En yüksek su kullanım randımanı değeri her iki yılda da K_{12} konusundan elde edilmesi nedeniyle su kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda birim sudan en fazla yararlanma yönünden bu konunun öne çıktığı görülmektedir. Bazı araştırmacılar pamuk ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarda, yüksek sulama düzeyi uygulamalarında su kullanım randımanı değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir (Fangmeier *vd.*, 1989; Hodgson *vd.*, 1990; Mateos *vd.*, 1991; Anaç *vd.*, 1993; Öner ve Özyurt, 1994; Kanber *vd.*, 1996; Sezgin *vd.*, 2001).

Yine Çizelge 12'den bitki su tüketimindeki azalmaya karşılık verimde meydana gelen azalmayı tanımlayan verim azalma oranları incelendiğinde, en yüksek değer 0.29 ile % 33 oranında sulama suyu alan K_{12} konusundan, en düşük değeri ise 0.16 ile % 66 oranında sulama suyu alan K_{11} konusundan elde edildiği görülmektedir. Çizelge 12'deki değerler yardımı ile Şekil 1'de gösterilen su verim ilişkisi elde edilmiştir. Şekil 1'den izleneceği gibi 1999 yılı için verim azalma oranı 0.21 iken 2000 yılında 0.27 olmuştur. Elde edilen iki yıllık mevsimlik k_y değerinden de görüldüğü gibi toplam büyüme mevsimi boyunca eşit su kısıtının uygulanması koşulunda verim azalma oranı 0.25 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, verim azalma oranı ile ilgili olarak bulunan bu sonuçlar birçok araştırmacının yapmış olduğu çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Örneğin Yavuz (1993) mevsimlik k_y

değerini karık sulama yönteminde 0.448-0.852 arasında, yağmurlama sulama yönteminde ise 0.281 olarak belirlemiştir. Kanber *vd.*, (1994)'te Çukurova koşullarında pamuğun mevsimlik verim azalma oranını 0.48 olarak, Eylem *vd.*, (1994)'te Tarsus koşullarında yağmurlama sulama yönteminin kullanıldığı çalışmada mevsimlik k_y değerini 0.40 olarak belirlemişlerdir. Yine Kanber *vd.*, (1996), Harran Ovası koşullarında yağmurlama sulama yöntemiyle sulanan pamukta mevsimlik verim azalma oranını $k_y=0.86$ olarak saptamışlardır. Bölgemiz koşullarında yapılan ve yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı çalışmalarda, Anaç *vd.*, (1993) bu değer 0.09-1.91 arasında değiştiğini, Ul *vd.*, (1993) ise k_y değerinin 0.71-1.68 arasında olduğunu, Yılmaz (1999) ise mevsimlik verim azalma oranının $k_y=1.05$ olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen iki yıllık sonuçlara göre, Aydın ovası koşullarında pamuk bitkisinin büyüme mevsiminin tamamında belirli bir düzeyde su kısıtının yapılması koşulunda, su kısıtının şiddetine bağlı olarak verim azalma oranı ilişkisi kullanılarak optimum sulama programı yapılabilir. Diğer taraftan uygulayıcı kuruluşların su tasarrufu sağlayarak su artırımını yoluyla yeni alanların sulamaya açılabilmesine ilişkin planlamaların yapılmasında verim azalma oranı değerlerinden yararlanmaları olasıdır. Böylece aynı miktar su ile daha fazla gelir elde edilecektir.

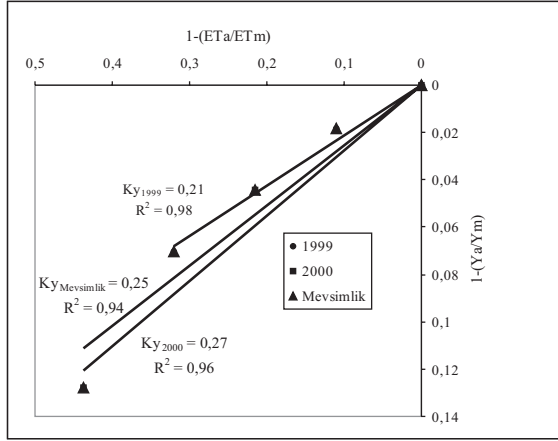
Diğer taraftan 1999 ve 2000 yıllarına ait mevsimlik bitki su tüketimleri ile kütlü verimleri değerlerine regresyon analizi yapılarak aralarındaki ilişki incelenmiştir. Her iki yıla ve ortalamalara göre belirlenen ilişki Şekil 2'de verilmiştir. Yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre, bitki su tüketimi ile kütlü verimi arasında doğrusal ilişkiler olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda kütlü veriminin su tüketimine bağlı olarak arttığı görülmektedir. Buradan, kütlü veriminde oluşan düşüşlerin su stresinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 11. Denemede yıllara göre elde edilen ortalama kütlü verimleri (kg/da)

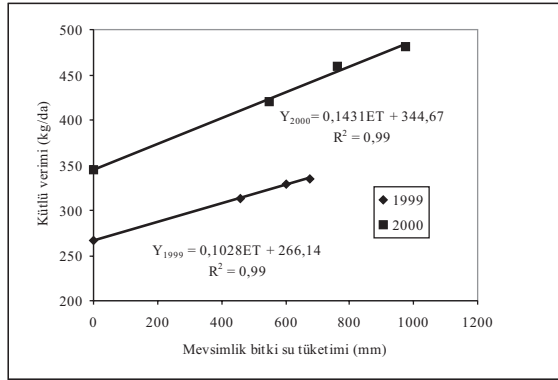
Konular	1999	2000	Ortalama
K_{10}	335.2	480.6	407.9
K_{11}	329.3	460.0	394.7
K_{12}	312.9	419.5	366.2
Ortalama	325.8	453.4	

Çizelge 12. İki yıllık ortalamalara göre sulama konularından elde edilen verim azalma oranları ve su kullanım randıman değerleri

Konular	Kütlü Verimi (kg/da)	Oransal Verim (%)	Mev. Bitki Su Tüketimi (mm)	Bitki Su Tüketimi Azalması	Verim Azalması (%)	Verim Azalma Oranı (k_y)	Su Kullanım Randımanı (kg/da/mm)
1999 yılı							
K_{10}	335.2	100.0	676.0	-	-	-	0.496
K_{11}	329.3	98.2	601.6	0.110	0.018	0.16	0.547
K_{12}	312.9	93.3	459.2	0.321	0.067	0.21	0.681
2000 yılı							
K_{10}	480.6	100.0	974.3	-	-	-	0.493
K_{11}	460.0	95.7	762.9	0.217	0.043	0.20	0.603
K_{12}	419.5	87.2	547.4	0.438	0.127	0.29	0.766



Şekil 1. Oransal verim azalışı ile oransal su tüketimi arasındaki ilişki



Şekil 2. Kütlü verimi su tüketimi ilişkisi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada, tarla denemelerinde yağmurlama sulama yönteminin uygulandığı 3 farklı su düzeyi (% 33, % 66 ve % 100) incelenmiştir. Yetiştirme mevsimi içerisinde pamuk bitkisinin suya karşı hassas olduğu 4 farklı gelişim döneminde (tarak oluşumu, çiçeklenme, koza bağlama ve kozaların açılmaya başlama dönemi) sulama suyu belirlenen düzeyde uygulanmıştır. Böylece her bir konuya toplam 4 kez sulama suyu uygulanmıştır.

Deneme yıllarında konulara uygulanan sulama suyu miktarları 1999 yılında 167- 506 mm arasında değişirken 2000 yılında bu değerler 220-666 mm arasında değişmiştir.

Konuların su tüketimleri yıllara ve uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. En yüksek su tüketimi tam su alan K_{10} konusundan elde edilmiştir. Su tüketimleri 1999 yılında 459-676 mm arasında 2000 yılında ise 547-974 mm arasında saptanmıştır.

Araştırma konularının pamuk kütlü verimi üzerine genel olarak etkili olmadığı tespit edilmiştir. İki yıllık ortalamalara göre yapılan değerlendirmede konulara göre kütlü verimi 366 407 kg/da arasında değişmiştir.

Su kullanım randımanı değerleri, uygulanan sulama suyu miktarındaki artışa bağlı olarak azalmış; en yüksek su kullanım randımanı, sulamalarda en az sulama suyunun uygulandığı K_{12} konusundan, en düşük su kullanım randımanı değeri de en fazla sulama suyunun uygulandığı konudan (K_{10}) elde edilmiştir.

Su tüketimi ve kütlü verimi arasında doğrusal; 1999 yılı için “ $Y = 0.1028 ET + 266.14$ ”; 2000 yılı için “ $Y = 0.1431 ET + 344.67$ ” eşitlikleri ile tanımlanan ilişkiler elde edilmiştir.

Oransal su tüketimi açığı ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiyi ifade eden verim azalma oranı 1999 yılı için $k_y = 0.21$; 2000 yılı için $k_y = 0.27$ olarak belirlenmiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde bu değer $k_y = 0.25$ olarak belirlenmiş ve $1-(Y_a/Y_m) = 0.25 [1 - (ET_a/ET_m)]$ ilişkisi elde edilmiştir. Bu ilişkiye göre su tüketiminde bir birimlik açığa karşılık kütlü veriminde meydana gelecek azalma miktarı 0.25 birim olacaktır. Bu bağlamda, kısıtlı sulama suyu uygulamalarında büyüme mevsiminin tamamında yapılacak eşit su kısıtına bağlı olarak verimde meydana gelecek azalmanın tahmininde ve yapılacak ekonomik analizlerde yukarıda verilen verim azalma oranı ilişkisinin yanı sıra su kullanım randımanı değerlerindeki optimum sulama programı oluşturulmasında önemli kriterler olduğu saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, E., Aydın, G. ve Seferoğlu, S., 1998. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Arazi Topraklarının Önemli Karakteristikleri ve Sınıflandırılması, Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi, 2. Cilt, s:469-477, Aydın.
- Anaç, S., Ul, M.A., Anaç, D., Tüzel, İ.H., Hakerlerler, H., Okur, B., 1993. Optimum Irrigation Schedules of Field Crops, Int. Atom Energy Agency, Fundulea, Romania.
- Anonim, 1998. Aydın İli Envanteri, Aydın İl Tarım Müdürlüğü, Aydın.
- Anonim, 2000a. ICAC Dünya Pamuk İstatistikleri.
- Anonim, 2000b. Aydın İli İklim Değerleri, Devlet Meteoroloji İşleri Aydın Bölge İstasyonu Kayıtları, Aydın.
- Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1989. Water Quality for Agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper No:29, Rome.
- Beyce, Ö., Madanoğlu, K., 1980. Bitki Su Tüketiminin Saptanması, TOPRAKSU Araştırma Ana Projesi, No:433, s.1-42, Ankara.
- Çetin, Ö., Bilgel, L., 2002. Effects of Different Irrigation Methods on Shedding and Yield of Cotton, Agricultural Water Management, 54, s:1-15.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979. Yield Response to Water, FAO Irr. And Drain. Paper, No: 33, FAO, s:193. Rome.
- Eylen, M., Tok, A., Kanber, R., Ertaş, M.R., 1994. Tarsus Koşullarında Pamuğun Su-Verim İlişkileri, Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:189, s:63, Tarsus.
- Fangmeier, D.D., Garrot, D.J., Husman S.H., Perez, J., 1989.

- Cotton Water Stress under Trickle Irrigation, Am. Soc. of Agricultural Engineers, 32 (6).
- Güleyüz, H., Özkan, B., 1993. Antalya Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemlerinin Pamuk Verimine Etkilerinin Karşılaştırılması, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Akdeniz Tarımsal Araştırma Enst., Yayın No: 13, Antalya.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z., Yıldırım, O., 2002. Sulama, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1525, Ankara.
- Hanks, R.J., Keller, J., Rasmussen, V.P., Wilson, G.D., 1976. Line Source Sprinkler For Continious Variable Irrigation-Crop Production Studies, Soil Sci. Soc. of American J., 40(3): 426-429.
- Hanks, R.J., Sisson, D.V., Hurts, R.L., Hubbard, K.D., 1980. Statistical Analysis of Results from Irrigation Experiments Using the Line-Source Sprinkler System, Soil Sci. Soc. of American J., 44:886-888.
- Hodgson, A.S., Constable, G.A., Duddy, G.R., Daniels, I.G., 1990. A Comparison of Drip and Furrow Irrigated Cotton on a Cracking Clay Soil, 2: Water Use Efficiency, Water ogging, Root Distribution and Soil Structure, Irrigation Science, 11 (3): 143-148.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H., Solomon, K.H., 1990. Crop Yield Response, Management of Farm Irrigation Systems, ed: G.J. Hoffman et al., ASAE Monograph, Chapter:4, pp: 93-116. St. Joseph, Michigan.
- İstanbuluoğlu, A., 1989. Iğdır Ovası Koşullarında Pamuk ve Şekerpancarı Üretiminde Sulama Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Erzurum Araştırma Enst., Md., Yayınları, genel No: 24, s: 8-100, Erzurum.
- Kanber, R., Derviş, Ö., 1978. Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketimi, Tarsus Bölge Topraksu Araştırma Enst. Md. Yayınları, Yayın No: 90, Rapor Seri No:15, Tarsus.
- Kanber, R., Eylene M., Demiröz, C., 1986. Kahramanmaraş Koşullarında Pamuk Su Tüketimi, KHGM Tarsus Araştırma Enst. Md. Yayınları, Yayın No: 113, Rapor Seri No:63, Tarsus.
- Kanber, R., Önder, S., Yazar A., Oğuzer, V., Köksal, H., 1992. Harran Ovası Koşullarında Sulama Aralıkları ve Antitranspirant Dozlarının Pamuk Verim ve Su Tüketimine Etkileri, TÜBİTAK- Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 16: 487-500.
- Kanber, R., Tekinel, O., Önder, S., Köksal, H., 1994. Çukurova İklim Koşullarında Pamuk Bitkisinin Sulama Mevsimi Uzunluklarının Karşılaştırılması, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 18(1):81-86.
- Kanber, R., Yazar, A., Koç, K., Önder, S., Özekici, B., Sezen, S.M., Ünlü, M., 1996. Pamuk Üretiminde Kullanılan Yüzey Sulama Yöntemlerinin Optimizasyonu ve Yağmurlama Sulama ile Karşılaştırılması, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, GAP Tarımsal Araştırma, İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi, Ç.Ü.Z.F. Genel Yayın No: 155, Adana.
- Kanber, R., 1997. Sulama, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 174, Adana.
- Karata, H., 1985. Harran Ovasında Pamuk Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araş. Enst. Md. Yay. Genel Yay. No: 24, Rap. Seri No: 15, Şanlıurfa.
- Kodal, S., 1995. Su Kaynaklarının Geliştirilmesi, Kültürteknik Giriş, der: Ali Balaban., A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1402, s: 66-79, Ankara.
- Mateos, L., Berengana, A.I., Orgaz, F., Diz, J., Ferres, E.A., 1991. Comparison between Drip and Furrow Irrigation in Cotton at Two Levels of Water Supply, Agricultural Water Management, 19 (14): 313-324.
- Öner, S., Özyurt, E., 1994. Harran Ovasında Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamuk Bitkisinin Verim ve Su Kullanım Randımanına Etkileri, DSİ Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, Cilt:2, Ankara.
- Özkara, M., Şahin, A., 1993. Ege bölgesinde Farklı Sulama Programlarının Nazilli-84 ve Nazilli-87 Pamuk Çeşidinin Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri, Menemen Araştırma Enst. Md. Yayınları, Genel Yayın No:193, Menemen.
- Özkara, M., Yalçuk, H., 1981. Aşağı Büyük Menderes Havzası Sulama Rehberi, Bölge Topraksu Araş. Enst. Md. Yayın No: 82, Menemen.
- Sezgin, F., Baş, S., Yılmaz, E., 1997. Büyük Menderes Ovasında Sulamaya Başlama Zamanının Tespiti Üzerinde Bir Araştırma, 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 5-8 Haziran, Bursa.
- Sezgin, F., Baş, S., Yılmaz, E., Dağdelen, N., 2001. Büyük Menderes Havzası Pamuk Tarımında Alternatif Sulama Programı Uygulama Olanakları, Trakya Toprak ve Su Kaynakları Geliştirme Sempozyumu, s: 79-85, Kırklareli.
- Shaunmugham, K., Meenakshisundaram, P.C., Seshadri, V., 1977. Drip Irrigation on Efficient Technique, Soils and Fertilizers, 40(6).
- Ul, M.A., Dorsan, F., Sezgin, F., 1993. Pamuk Bitkisinin Sulanmasında İslatma Derinliği Değiştirilerek Gerçekleştirilen Kısıtlı Su Uygulamasının Su Tüketimi ve Verim Üzerine Etkisi, E.Ü. Ziraat Fak. Dergisi, 30(1-2): 78-80.
- Ünal, H., Başkaya, H.S., 1981. Toprak Kimyası, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 759, Ankara.
- Ünal, M., 1986. Nazilli-84 Pamuk Çeşidinin İslahı, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü, Yayın No:41, Nazilli.
- Yavuz, M.Y., 1993. Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim ve Su Kullanımına Etkileri, (Doktora Tezi), Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Yılmaz, E., 1999. Büyük Menderes Ovasında Pamuk Bitkisinde Kısıtlı Sulama Uygulamasının Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisinin Araştırılması, (Doktora Tezi), E.Ü. Fen Bil. Enst., T.Y.S. Anabilim Dalı, İzmir.

Geliş Tarihi : 27.09.2004

Kabul Tarihi : 14.02.2005