

Damla Sisteminde Farklı Sulama Programlarının Pamuk Bitkisinin Değişik Toprak Katmanlardaki Su Tüketimine ve Kök Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi*

Ahmet ERTEK

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

Rıza KANBER

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

Geliş Tarihi: 01.03.1999

Özet: Bu çalışmada, damla sistemiyle sulanan pamukta farklı sulama programlarının değişik katmanlardaki su tüketimine ve kök gelişimine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada, iki farklı sulama aralığı (S1: 5 ve S2: 10 gün), üç bitki katsayısı (Kcp1: 0.75, Kcp2: 0.90 ve Kcp3: 1.05) ve iki ıslatma yüzdesi (P1: 0.70 ve P2: bitki örtüsü yüzdesine göre değişen) kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda, bitki su tüketiminin ortalama % 42, kök gelişiminin ise ağırlık olarak % 65 kadarının, profilin ilk 30 cm'lik katmanlarında olduğu anlaşılmıştır. Sulama aralığı, Kcp ve ıslatma yüzdesi, su tüketimi ve kök gelişimlerini etkilemiştir. Ayrıca, aynı koşullarda pamuğun damla ile sulanması durumunda ıslatma derinliğinin 108 cm alınmasının uygun olacağı söylenebilir.

Determination of the Effects of Different Irrigation Programs on Water Consumption in Different Soil Layers and Root Growth of Cotton

Abstract: This study was conducted to determine of the effects of different irrigation programs on water consumption in different soil depths and root growth of cotton. The amount of irrigation water applied was based on free water surface evaporation from a screened Class-A Pan. Irrigation treatments consisted two different irrigation intervals (I1: 5; I2: 10 days), and three plant-pan coefficients (Kcp1: 0.75, Kcp2: 0.90, Kcp3: 1.05) and two different wetted percentages (P1: 0.70 and P2: based on cover percentage of crop).

According to results it was determined that plant water consumption of 42% and root growth of 65% were in 30 cm soil layer. The plant water consumptions and root growth were affected by irrigation intervals, plant-pan coefficients and wetted percentages. On the other hand, under the same conditions, when drip irrigation was used, wetted depth for cotton may be 108 cm.

Giriş

Yaşantımızda önemli bir tüketim ürünü olan pamuk, tropik ve subtropik bölgelere adapte olmuş bir bitki olup, esasen çok yıllık çalı, ağaççık veya tek yıllık çalı formudur. Pamuk bitkisi kazık köklere sahiptir ve kazık kökler üzerinden yan kökler gelişmektedir. Pamuk sarı odunumsu bir yapıdadır. Yapılan ıslah çalışmaları sayesinde pamu bitkisi, yüksek bir adaptasyon yeteneğine sahip olarak dünya üzerinde geniş bir ekim alanı bulmuştur. Ülkemizde tarımı yapılan bölgelerde, pamuğun yetiştirme devresindeki aylık sıcaklık ortalamaları yeterlidir. Ancak, ülkemizin hemen hiç bir pamuk üretim bölgesinde gerekli olan su, yağışlarla sağlanamamaktadır. Bu nedenle, ülkemiz pamuk tarımında sulama yapılması zorunludur (1). Suya karşı çok duyarlı olan pamuğun verimi, sulama

ile üç-dört kat arttığı yapılan araştırmalarla saptanmıştır. Ancak, sulamanın zamansız yapılması da verim düşmesine neden olmaktadır (2).

Sulamaya ayrılan suyun çeşitli nedenlerle azalması, sulamalar nedeniyle ortaya çıkan çevre kirliliği ve birim su başına daha fazla ürün elde edilmesi gibi hususlar dikkate alındığında randımanlı sulama sistemlerinin önemi giderek artmaktadır. Bunlardan damla sulama, tarlada yetişen sıra bitkilerinin sulanmasında da yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Damla sistemleriyle arazide sadece belli bir alan ıslatıldığından, doğal olarak, sudan önemli ölçüde tasarruf sağlanır (3). Fereres ve ark. (4), damla sulama yönetiminin pamukta erken hasatı teşvik ettiğini ve verimi artırdığını belirtmişlerdir.

* Bu çalışma, Ç.Ü. Araştırma Fon Müdürlüğü Desteklemiştir.

Farklı sulama programlarının pamukta kök gelişimine etkilerini araştıran Carmi ve ark. (5), damla ile sulanan konularda, profilin alt katmanlarında, kök gelişiminin daha yavaş olduğunu ve kök kuru madde miktarının önemli ölçüde azaldığını, bu durumun anılan bölgede, bir su stres belirtisi olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca araştırmacılar; pamuk kök gelişiminin, yetiştirme mevsimi boyunca uygulanan su derinliğine ve sulama rejimine bağlı olarak değiştiğini açıklamışlardır. Ayrıca Goldberg ve ark. (3)'nün belirttiğine göre, daha uzun kuruma döngülerinde, daha derin köklenme görülürken, üst toprak katmanlarında yüksek nem koşullarında, yüzlek kök gelişimi görülmektedir. Damla sulamada kök sistemi, damlatıcı çevresindeki küçük bir toprak hacminde yoğunlaşır (6).

Kanber (7) Çukurova'da lizimetler kullanarak yaptığı çalışmada, pamuk bitkisinin toprak serilerinin 30'ar cm derinliklerindeki kök bölgelerinden aldığı suyun miktar ve yüzdeleri, toprak serilerinde sık sulanan konularda, seyrek sulananlara göre ilk katmanlarda tüketilen su miktarının ve kök gelişiminin arttığını belirlemiştir.

Bu çalışmada, Çukurova Bölgesinde damla sistemiyle sulanan pamukta farklı sulama programlarının, değişik katmanlardan kaldırılan bitki su tüketimi ve kök gelişimine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 1994-95 yıllarında yürütülmüştür. Deneme alanı denizden 20 m yükseklikte olup, 36° 59' N ve 35° 18' E enlem ve boyları arasındadır. Mutlu serisine giren araştırma alanı toprakları oldukça yaşlı alüvyal depozitler üzerinde oluşmuş versitollerdir. Yüksek oranda kil, orta derecede kireç içerirler (8). Araştırma alanı topraklarının bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Özellikleri.

Katman Derinliği, cm	Bün. Sın.	TK Pw	SN Pw	As gr/cm ³	pH	EC dS/m	K ₂ O* kg/da	P ₂ O ₅ * kg/da
0-30	C	37	20	1.19	7.8	0.34	135	15.8
30-60	C	39	20	1.16	7.7	0.25	65.6	2.7
60-90	C	39	19	1.15	7.8	0.23		
90-120	C	43	15	1.25	8.1	0.19		
120-150	C	42	14	1.24	7.7	0.18		

(*) K₂O ve P₂O₅ değerleri toprağın ilk 0-20 ve 20-40 cm'lerinde belirlenmiştir.

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/sn dolaylarındadır.

Ekime hazır hale getirilen parsellere 70 cm sıra aralığı ile pnömatik mibzerle dekara 7 kg Çukurova-1518 pamuk çeşidi ekilmiş; çıkıştan sonra bitkiler, sıra üzeri mesafe 15-20 cm olacak biçimde seyrettilmiştir. Ekimle birlikte saf madde olarak dekara 16 kg azot ve 6 kg fosfor uygulanmıştır (9). Hastalık ve zararlılara karşı savaşım işlemleri yapılmıştır.

Konular, iki farklı sulama aralığı (S1: 5 ve S2: 10 gün), üç farklı Pan katsayısı (Kcp1: 0.75, Kcp2: 0.90 ve Kcp3: 1.05), sabit ıslatma yüzdesi (P1: 0.70) ve bitki örtü gelişimine göre değişen ıslatma yüzdesi (P2) değerleri dikkate alınarak oluşturulmuş ve Bölünen-Bölünmüş parseller deneme desenine göre, 3 yinelemeli olarak düzenlenmiştir. Parsel boyları 40 m alınmış ve her parselde toplam 3 sıra yer almıştır.

Sulama suyu hesabında Kanber (10)'de verilen esaslardan yararlanılarak, açık su yüzeyi buharlaşması kullanılmıştır. Bu amaçla deneme alanındaki iklim gözlem istasyonunda bulunan A sınıfı buharlaşma kabından sulama aralıklarında okunan yığılımlı buharlaşma değerleri kullanılmıştır. Sulama suyu hesabında Eşitlik 1 kullanılmıştır.

$$I = A \times Epan \times Kcp \times P \quad (1)$$

Eşitlikte; I: sulama suyu miktarı (mm), A: parsel alanı (m²), Epan: sulama aralıklarındaki yığılımlı buharlaşma (CAP, mm), Kcp: bitki-pan katsayısı, P: ıslatma yüzdesi (%). Örtülen alan yüzdesinin bulunmasında ise, Eşitlik 2 kullanılmıştır.

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

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

Deneme parsellerinde ilk sulama 120 cm toprak profilindeki elverişli nem % 40 düzeyine düştüğünde yapılmış ve mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmıştır. Sonraki sulamalar 5 ve 10 günlük aralıklarla yapılmıştır.

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

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

Eşitlikte; Sd: damlatıcı aralığı, (m), q: damlatıcı debisi, (L/h), l: toprağın kararlı infiltrasyon hızı, (mm/h).

Sistem, parseller arasındaki boş sıralar hariç her bitki sırasına bir lateral gelecek şekilde planlanmıştır. Aynı miktar su alan deneme parsellerinin hepsi için bir adet yan boru ve sulama suyu denetimi için de bir adet vana kullanılmıştır. Konulara uygulanması gerekli sulama suyu miktarları su sayacı yardımıyla kontrol edilmiştir.

Her konu için bir ölçüm istasyonu oluşturularak, profilin 150 cm derinliğine kadar çakılan nötron tüpleri yardımıyla nem ölçümleri yapılmıştır. Her bir katmanda ve tüm mevsimdeki bitki su tüketiminin belirlenmesinde James (11) tarafından verilen, aşağıdaki su dengesi eşitliği kullanılmıştır. Bir katmanın nem açığından fazla olan su derine süzülme olarak alınmış ve yağışın tümünün ilk katmanlarda tutulduğu varsayılmıştır.

$$Et = I + R + Cr - Dp - Rf \pm \Delta s \quad (4)$$

Eşitlikte; Et: bitki su tüketimi, (mm), I: sulama suyu (mm), R: yağış (mm), Cr: kılcal yükseliş (mm), Dp: derine süzülme kayıpları (mm), Rf: yüzey akış kayıpları, (mm), Δs: toprak profilindeki nem değişimi (mm).

Farklı sulama düzeyleri ve aralıklarının bitki kök gelişimine olan etkisini belirlemek amacıyla hasat sırasında kök gelişimi ve etkili kök derinliği belirlenmiştir. Bu amaçla, kök örneği almak için seçilen bitkinin yer aldığı kısımdan her iki sıra arasına taşacak (70 cm) ve örnek bitkinin her iki yanında yer alan bitkilerle olan sınırın orta kısmından geçecek şekilde (20 cm) oluşturulan dikdörtgen prizma toprak parçası, 150 cm derinliğine kadar 10 cm'lik katmanlar halinde kazılarak torbalara

konulmuştur. Daha sonra alınan bu örnekler yıkama yöntemi ile içerisinde bulunan kök örnekleri süzgeçler yardımıyla çıkarılmıştır. Temizlenen kök örnekleri 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (12; 7). Elde edilen değerlerden, suyun bitki tarafından etkin kullanımının belirlenmesinde yararlanılmıştır.

Etkili kök derinliğinin belirlenmesinde Kanber (13)'de belirtilen; bitkilerin olağan gelişmeleri için gerekli suyun % 85'inini kaldırdığı derinlik dikkate alınmıştır. Bunun için, tüm deneme konularında 150 cm derinliğindeki toprak profilinin her 30 cm'lik katmanlarından kaldırılan su miktarları ayrı ayrı hesaplanmış ve bunlardan yararlanılarak etkili kök derinliğine karar verilmiştir.

Hasat işlemleri, elmaların % 50'si açtığında ilk, geriye kalanların % 50'si açtığında ikinci, tümü açtığında ise üçüncü kez yapılmıştır (14). Yıllara göre ekim ve hasat tarihleri Tablo 2'de, konulara ilişkin ortalama verimler ise Tablo 3'de verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Deneme konularında toprak profilinin 30 cm'lik katmanlarında belirlenen su tüketimi ve kök gelişimi değerleri grafiksel olarak Şekil 1-4'de gösterilmiştir. Çalışmanın ilk yılında 30 cm'lik üst katmanda, S1 sulama aralığındaki konularda % 50-62, S2 konularında % 28-53 arasında; ikinci yıl S1 konularında % 28-50, S2 konularında ise % 24-40 arasında su tüketimi belirlenmiştir. Bitkinin, toprak profilinin 120-150 cm'lik katmanlarında ilk yıl % 5-12, ikinci yıl % 3-14 oranında su tükettiği saptanmıştır.

Konulara ilişkin su tüketimi ve kök gelişimi değerleri, toprak profilinin ilk 30 cm'lik katmanlarında diğer katmanlara göre oldukça yüksektir. Ancak anılan değerler, S1 konularında, S2 konularına göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, P1 konularında, P2 konularına oranla ilk katmanlarda daha fazla su tüketimi belirlenmiş olup, Kcp1'den Kcp3'e doğru gidildikçe bu değer küçülmüştür. Bu durum, anılan konularda, ilk katmanlarda sulama öncesi belirlenen nem düzeyinin daha yüksek olmasına bağlanabilir.

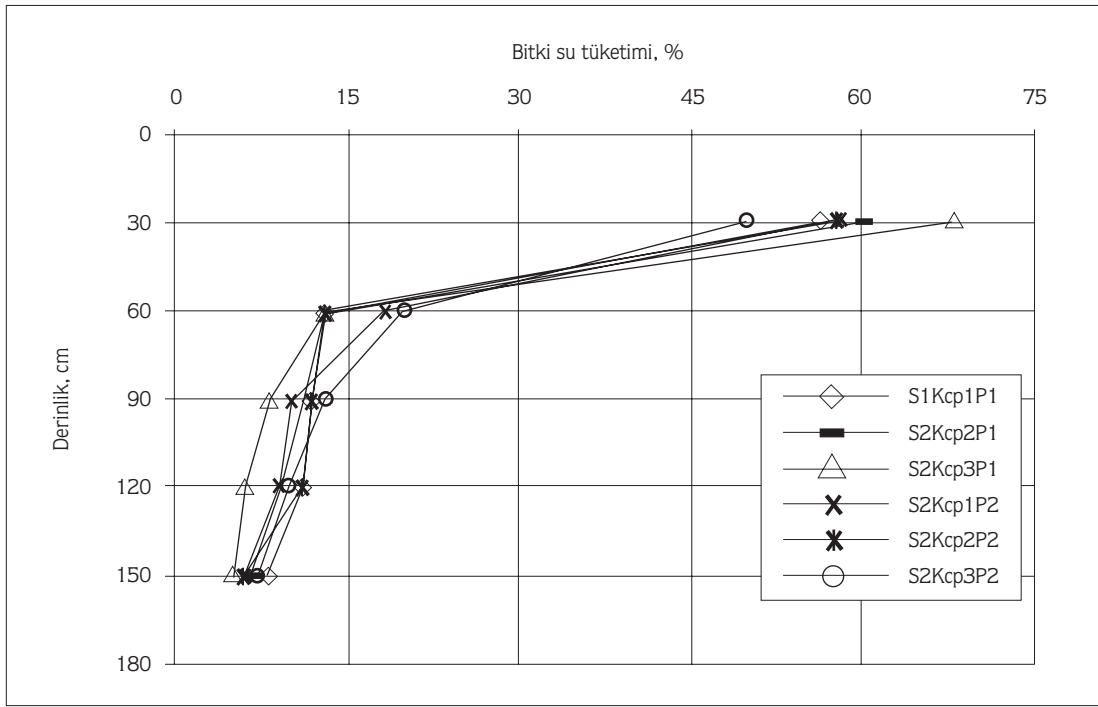
Tablo 2. Yıllara Göre Ekim ve Hasat Tarihleri.

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

Konular	Yıl	Verim (kg/da)	Konular	Yıl	Verim (kg/da)
S1Kcp1P1	1994	197	S2Kcp1P1	1994	220
	1995	341		1995	353
S1Kcp2P1	1994	212	S2Kcp2P1	1994	223
	1995	346		1995	361
S1Kcp3P1	1994	208	S2Kcp3P1	1994	229
	1995	386		1995	385
S1Kcp1P2	1994	198	S2Kcp1P2	1994	221
	1995	368		1995	401
S1Kcp2P2	1994	214	S2Kcp2P2	1994	244
	1995	422*		1995	405
S1Kcp3P2	1994	224	S2Kcp3P2	1994	262*
	1994	374		1995	371

Tablo 3. Deneme Konularından Elde Edilen Ortalama Kütlü Miktarları.

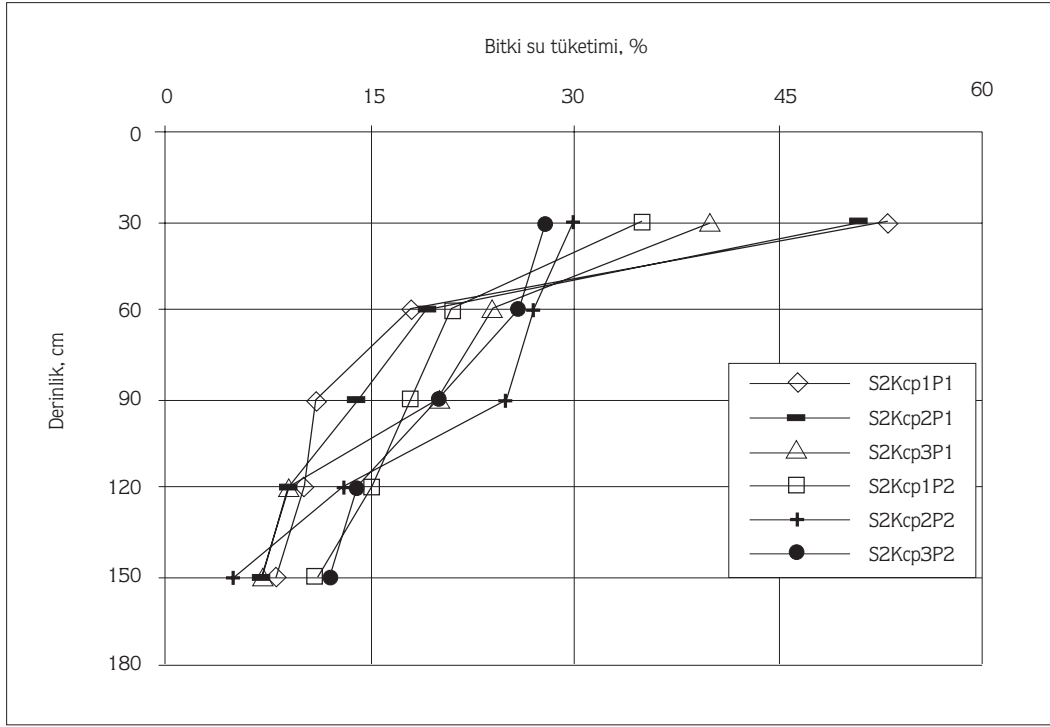
* Yıllara göre elde edilen en yüksek verim değerleri.



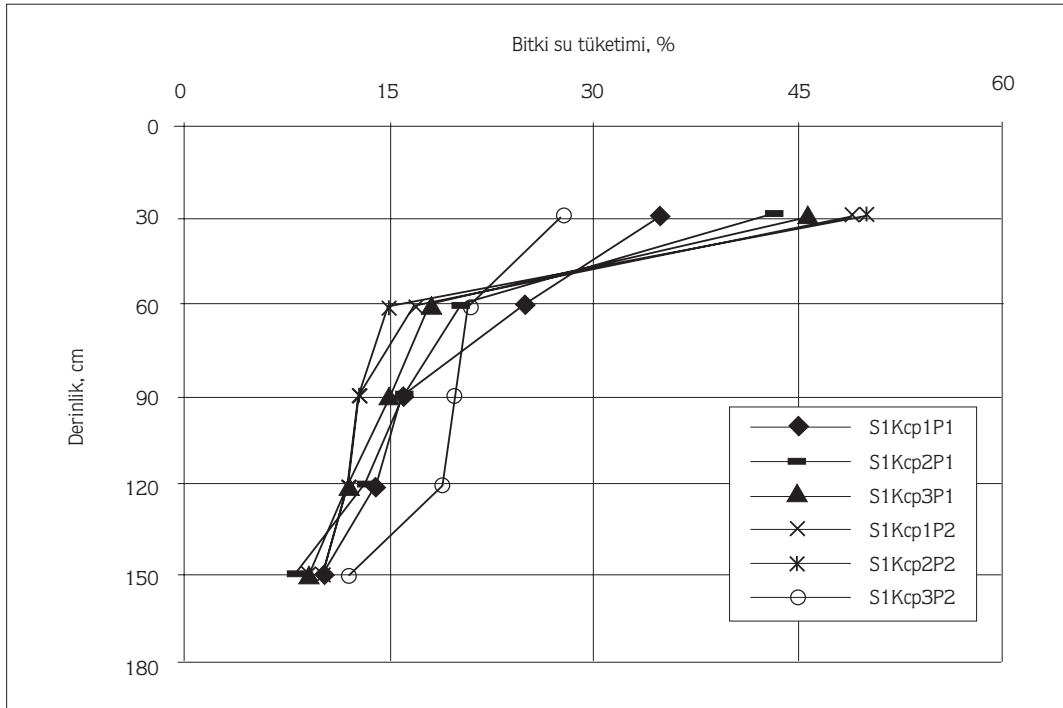
Şekil 1. S1 konularında toprak profilinde bitki su tüketimi (1994).

Klepper (15)'in yaptığı çalışmada, sürekli tam sulanmış koşullarda, suyun büyük bir kısmının profilin üst kısımlarından alındığını; bunun toprak yüzünün ıslanması nedeniyle bitkiyi besleyen köklerin çoğunun değinilen katmanda bulunmasına bağlanabileceği anlaşılmıştır. Öte yandan, Hansen ve ark. (16), kurak bölgede sık aralıklarla sulanan pamuk bitkisinin, toprağın 150 cm derinliğine

kadar olan nemden yararlandığını ve toplam su tüketiminin % 95'ini ve 125 cm'lik katmandan karşıladığını açıklamışlardır. Carmi ve Plant (17) yaptıkları çalışmada, damla sistemiyle sulanan pamukta kullanılabilir suyun ve bitki su tüketiminin çoğunun, ilk 30 cm'lik katmandan kaldırıldığını bildirmişlerdir.



Şekil 2. S2 konularında toprak profilinde bitki su tüketimi (1994).



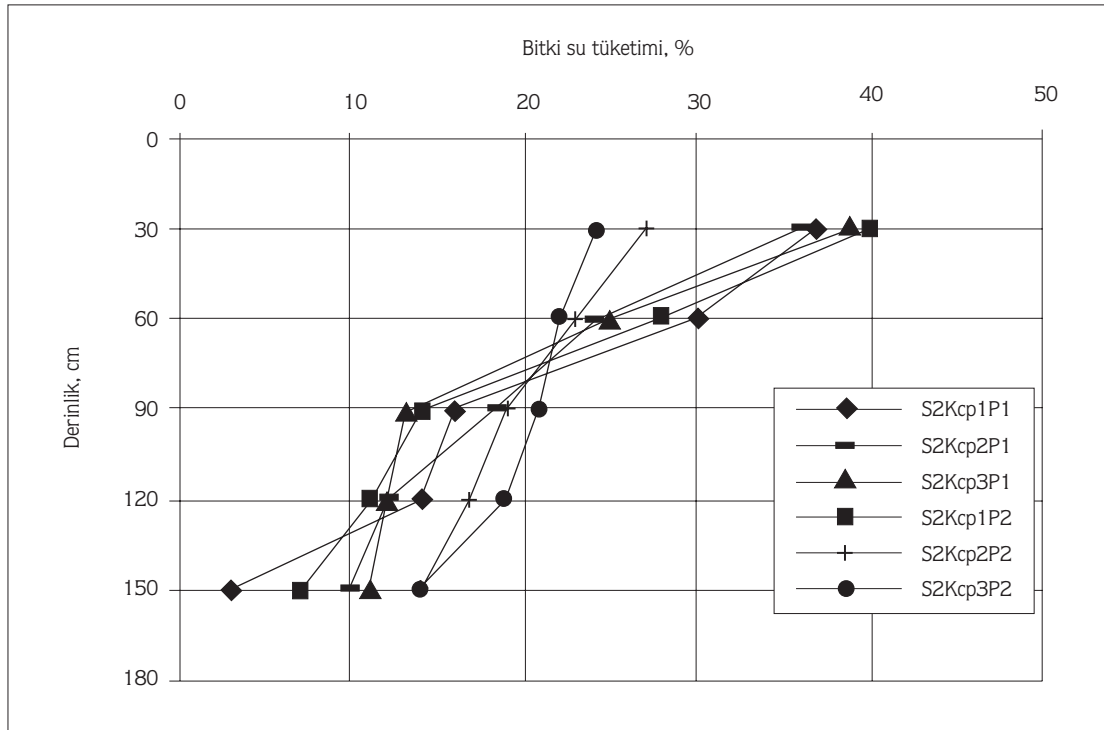
Şekil 3. S1 konularında toprak profilinde bitki su tüketimi (1995).

Tekinel ve Kanber (18), Çukurova koşullarında göllendirmeli karık yöntemiyle sulanan pamukta, ıslatma ile farklı katmanlardan kaldırılan su miktarları üzerinde yaptıkları araştırmada, ıslatma derinliği azaldıkça üst katmanlardan kaldırılan su miktarının arttığını belirlemiştir. Toprak profilinin 30 cm'lik üst katmanlarında % 24-34; 120-150 cm'lik katmanlarda ise, % 8-16 oranında mevsimlik su tüketimi saptamışlardır. Ayrıca, benzer toprak serilerinde sık sulanan konularda toprağın ilk katmanlarında, seyrek sulanan konularda ise profilin aşağı katmanlarında tüketilen su miktarının arttığını gözlemişlerdir.

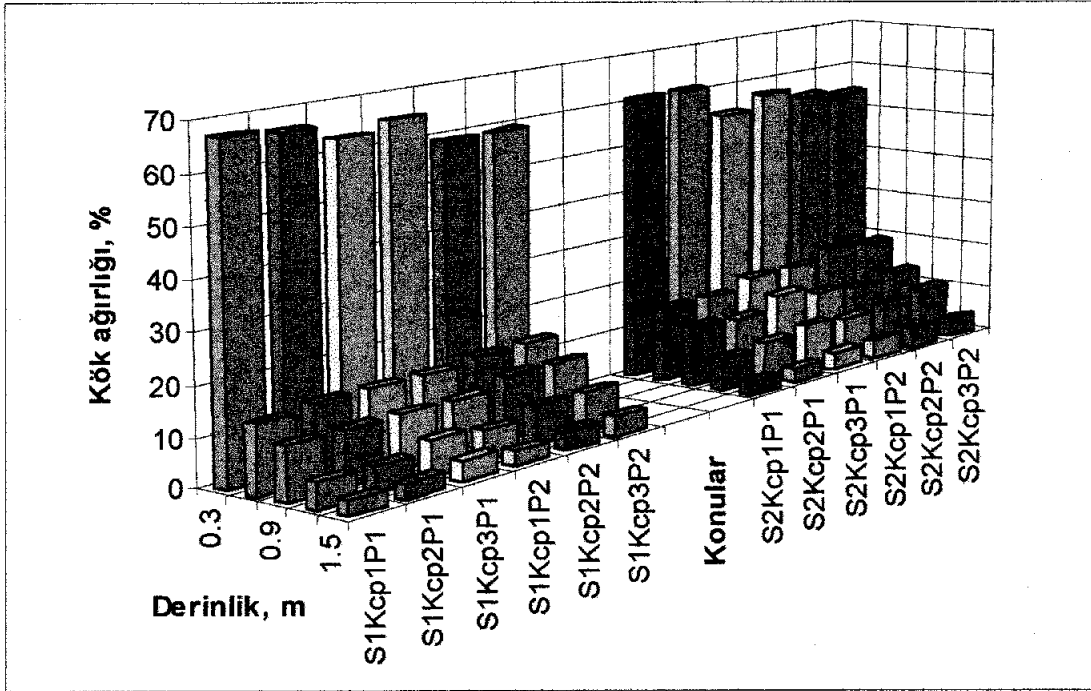
Araştırmanın yapıldığı her iki yılda da, kök gelişimi, ağırlık olarak, ilk 30 cm'lik katmanlarda daha fazla olup, üst katmanlardan aşağıya doğru büyük ölçüde azalma göstermiştir (Şekil 5-6). İlk yıl 30 cm'lik katmanlarda ve S1 konularında köklerin ağırlık olarak % 59-67, S2 konularında % 54-61; ikinci yıl S1 konularında % 70-76, S2 konularında % 67-71'nin bulunduğu saptanmıştır. Toplam kök ağırlığının, ilk yıl % 3-4'ü, ikinci yıl % 2-4'ü toprak profilinin 120-150 cm katmanlarında ölçülmüştür. Buradan, sık sulamaların yapıldığı damla sistemlerinde de ilk 30 cm'lik katmanlarda, kök gelişiminin daha fazla olduğu söylenebilir. Benzer sonuçlar, Goldberg ve ark. (3),

Kanber (7) ve Doorenbos ve Kassam (19) tarafından da alınmıştır. Örneğin, Goldberg ve ark. (3), bir sulama programında yetiştirilen bitkilerin kök gelişiminde bitki türleri ve tek ya da çok yıllık olmalarının büyük etkisi olduğunu açıklayarak; damla yönteminin sık aralıklarla kullanılması durumunda, üst toprak katmanlarında kök yoğunlaşmasına doğru belirli bir eğilim olduğunu göstermişlerdir.

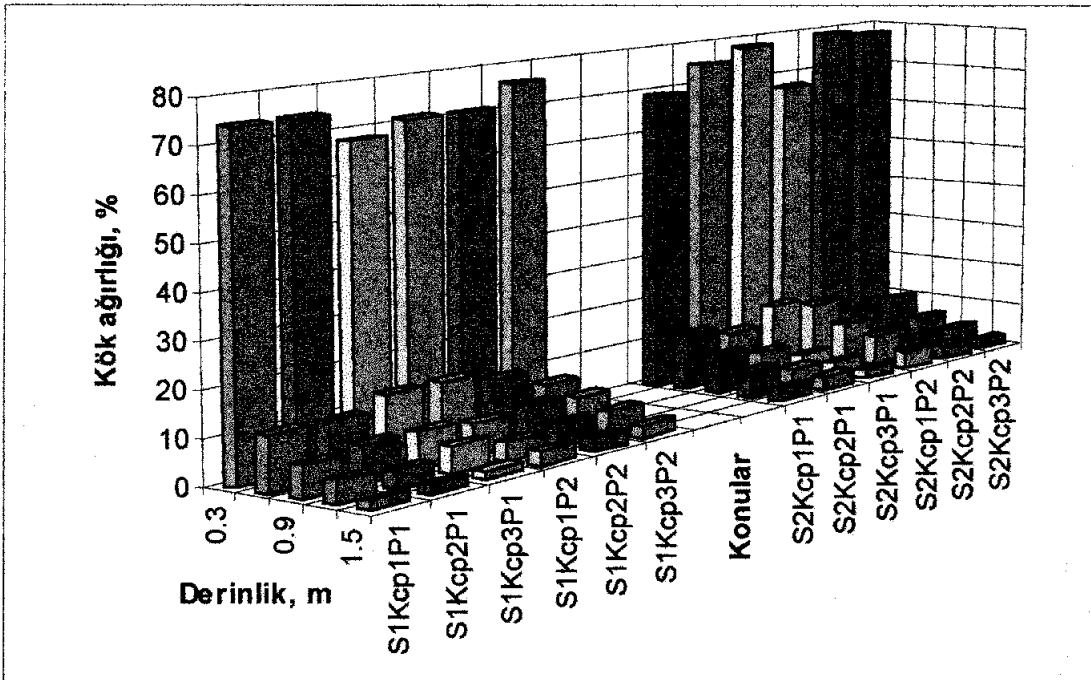
Carmi ve ark. (20), pamukla yaptıkları çalışmada, 0-40 cm toprak derinliğinin günlük olarak damla sistemiyle ıslatılmasının, damlatıcılar çevresinde kök gelişimini özendirmediğini saptamışlardır. Damlatıcıların 20 cm aşağısında, köklerin yoğun olduğu bölgede, su tüketiminin daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bir başka çalışmada (21), tam sulanmış ve kurumaya bırakılmış iki farklı profilde pamuk kök yoğunluğu incelenmiştir. Kökün toplam miktarının fazla değişmediği, profilin üst kısımlarında çürümeden dolayı kök kaybının olduğu ve kök yoğunluğunun kuru profilin alt katmanlarına doğru daha fazla arttığı gözlenmiştir. Aynı şekilde Kanber (7), Çukurova koşullarında pamuk bitkisi kök gelişimine farklı sulama programlarının etkilerini incelediği çalışmada, toplam kök ağırlığının % 50'den fazlasının, toprağın ilk katmanında bulunduğunu ve bu değer Arpacı serisinde



Şekil 4. S2 konularında toprak profilinde bitki su tüketimi (1995).



Şekil 5. Deneme konularında toprak profilinde belirlenen kök ağırlıkları (1994).



Şekil 6. Deneme konularında toprak profilinde belirlenen kök ağırlığı (1995).

Tablo 4. Deneme Konularına İlişkin Etkili Kök Derinlikleri (cm).

YIL	KONULAR					
	S1Kcp1P1	S1Kcp2P1	S1Kcp3P1	S1Kcp1P2	S1Kcp2P2	S1Kcp3P2
1994	89	86	85	85	87	87
1995	107	104	105	105	107*	109
Ortalama	98	95	95	95	97	98
YIL	KONULAR					
	S1Kcp1P1	S1Kcp2P1	S1Kcp3P1	S1Kcp1P2	S1Kcp2P2	S1Kcp3P2
1994	88	86	86	108	88	109*
1995	87	107	108	88	112	112
Ortalama	88	97	97	98	100	111

* Yıllara göre en yüksek verimin alındığı kök derinlikleri.

% 71 düzeyine dek ulaştığını; bitkinin sulama mevsimi boyunca topraktan aldığı suyun % 80'ini Arıklı ve Arpacı serilerinde profilin üst 100 cm, İncirlik serisinde ise 120 cm derinliğinden kaldırdığını belirlemiştir.

Bu araştırmada, ilk katmanlarda ölçülen kök ağırlığı yüzdesinin, yukarıda verilen araştırma sonuçlarından daha yüksek olması, kullanılan sulama yönteminin farklılığına bağlanabilir. Daha önce de belirtildiği gibi, damla sulama, sulama sıklığına bağlı olarak yüzlek kök gelişimine neden olmaktadır.

Tablo 4'de konulara göre hesaplanan etkili kök derinlikleri verilmiştir. İlk yıl etkili kök derinliği, S1 konularında 85-89 cm, S2 konularında 86-109 cm; ikinci yıl S1 konularında 104-109 cm ve S2 konularında 87-112 cm olarak hesaplanmıştır. Buna göre, seyrek sulanan S2 konularında etkili kök derinliği daha fazladır. Öte yandan, etkili kök derinliği, aynı sulama aralığında daha az sulama suyu uygulanan Kcp1 katsayısında diğerlerinden; P1'li konularda ise P2'lerden daha küçüktür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, toprağın ilk 90 cm derinliğinden toplam su tüketiminin % 70-80 kadarının ve ağırlık olarak köklerin % 90'dan fazlasının aynı

derinlikte bulunduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, yıllara göre en yüksek verimin alındığı konularda (S2Kcp3P2, 109 cm; S1Kcp2P2, 107 cm) etkili kök derinliğinin ortalama 108 cm olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç

Çalışma sonucunda, bitki su tüketiminin ortalama % 42, kök gelişiminin ise ağırlık olarak % 65 kadarının, profilin ilk 30 cm'lik katmanlarında olduğu anlaşılmıştır. Öte yandan, ilk katmanlarda, S2 konularında S1'lerden, hem su tüketimi hem de kök gelişiminin daha fazla olduğu belirlenmiştir. P1 konularında P2'lerden ve küçük Kcp değerlerinde üst katmanlardaki su tüketimleri daha fazla, alt katmanlarda ise daha azdır.

Kök gelişimi ise, P2'lerde P1'lerden ve yüksek Kcp değerlerinde üst katmanlarda daha fazla, alt katmanlarda daha azdır. Ayrıca, en yüksek verimin alındığı konulara ilişkin ortalama etkili kök derinliği 108 cm olarak bulunmuştur. Bu nedenle, aynı koşullarda pamuğun damla ile sulanması durumunda ıslatma derinliğinin 108 cm alınmasının uygun olacağı söylenebilir.

Kaynaklar

1. Turan, M., Göksoy, A.T., 1995. Yem Bitkileri. T.C. Alma Üniv. Yayınları (Eripek, S., Edit.) No: 860. Açık Öğ. Fak. Yay. No: 456, Eskişehir, 275 s.
2. Tekinel, O., Kanber, R., 1989. Pamuk Sulamasının Genel İlkeleri. Ç.Ü. Zir. Fak. Yardımcı Ders Kitapları Yay. No: 18, Adana, 2-9 s.
3. Goldberg, D., Gornat, B., Rimon, D., 1976. Drip Irrigation. Drip Irr. Sci. Publ. Kfar Sharyahu-Israel, 15-101 s.
4. 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.

5. Carmi, A., Plaut, Z., Sinai, M., 1993. Cotton Root Growth as Affected by Changes in Soil Water Distribution and Their Impact on Plant Tolerance to Drought. *Irr. Sci. Berlin, W. Ger.: Springer International*. Vol: 13 (4), 177-182 s.
6. Carmi, A., Shalhevet, J., 1983. Root Effects on Cotton Growth and Yield. *Crop Sci.* 23; 875-878 s.
7. Kanber, R., 1977. Çukurova Koşullarında Bazı Toprak Serilerinin Değişik Kullanılabilir Nem Düzeylerinde Yapılan Sulamaların Pamuğun Verim ve Su Tüketimine Etkileri üzerinde Bir Lizimetre Araştırması (Doktora Tezi). TOPRAKSU Araşt. Enst. Müd. G. Yay. No: 78, Rap. Yay. No: 33, Tarsus, 1-151 s.
8. 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.
9. Güzel, N., Yeşilsoy, M.Ş., Kanber, R., Tunçgöğüş, B., 1983. Çukurova Bölgesinde Pamukta Çeşitli Sulama Rejimlerinde En Uygun Azot Dozunun Saptanması. *Doğa Bilim Dergisi.* 7 (3): 185-191 s.
10. Kanber, R., 1984. Çukurova Koşullarında Açık Su Yüzeyi Buharlaştırmadan Yararlanarak Birinci ve İkinci ürün Yerfistiğinin Sulanması. *Bölge Topraksu Araşt. Enst. Yay.* 114 (64), Tarsus.
11. James, L.G., 1988. *Principles of Farm Irrigation System Design*. John Wiley and Sons, Inc, Newyork. 543 s.
12. Tüzüner, A., Sunar, U., 1973. Toprakta Değişik Yoğunlukta Sıkışmış Tabakanın (Pulluk Tabanı) Bitki Kök Gelişmesi ve Verimine Etkisi. TÜBİTAK-TAOG, Yay. No: 20, Ankara.
13. Kanber, R., 1997. Sulama. Ç.Ü. Zir. Fak. Genel Yay. No: 174, Ders Kitapları Yay. No: 52, Adana, 140 s.
14. Kanber, R., Derviş, Ö., 1978. Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketimi. Bölge Topraksu Araşt. Enst. Müd. Yayınları. Genel Yayın No: 90, Rapor Yayın No: 40, Tarsus, 1-122 s.
15. Klepper, B., 1990. Root Growth and Water Uptake. *Irrigation of Agricultural Crops-Agronomy Monograph No: 30. ASA-CSSA-SSSA, 677 South Segoe Road, Madison, WI. 53711, USA, 282-306 s.*
16. Hansen, V.E., Israelsen. O.w., Stringham, G.E., 1980. *Irrigation Principles and Practices*. Third Ed., John Wiley and Sons, Inc. New York, 417 s.
17. Carmi, A., Plant, Z., 1988. Double-Cropping System (Cotton-Wheat) Based on Frequent Drip Irrigation and Control of the Root Zone System. *Optimal Yield Management (Edited by Rymen, D.)*, 15 Ref. Alder Shot, UK; Gower Publishing Company Ltd. 165-173 s.
18. Tekinel, O., Kanber, R., 1985. Pamuk Sulamasında İslatma Derinliğinin Verim ve Su Tüketimi Üzerine Etkilerinin İrdelenmesi. *Doğa Bilim Dergisi*, Dz: 9 (2), Ankara.
19. Doorenbos, J., A.H. Kassam, 1986. Yield Response to Water. *Irrigation and Drainage Paper No: 33 FAO, Rome, 1-193 s.*
20. Carmi, A., Plaut, Z., Heuer, B., Grava, A., 1992. Establishment of Shallow an Restricted Root Systems in Cotton and It's Impact on Plant Response to Irrigation. *Irr. Sci. Berlin, W. Ger.: Springer International*. Vol: 13 (2), 87-91 s.
21. Klepper, B., Taylor, H.M., Huck, M.G., Fiscus, E.L., 1973. Water Relations and Growth of Cotton in Drying Soil. *Agron. J.* 65, 307-310 s.