

Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Şanlıurfa Biberinin (*Capsicum annum* L.) Sulama Programı*

İsmail TAŞ Halil KIRNAK

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

Özet: Tarımsal üretimimde gerek verimde artışın sağlanmasında gerekse bitki deseninin çeşitlendirilmesinde sulama en önemli girdilerden bir tanesidir. Bitkinin gereksinim duyduğu su, çevre sorunu yaratmadan ihtiyaç duyulduğu zamanda ve miktarda karşılanmalıdır. Çalışma, Harran Ovası koşullarında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan biber bitkisinin (*Capsicum annum* L.) sulama programının belirlenmesi amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüştür. Araştırmada üç farklı sulama aralığı (2, 4 ve 6 gün) ile üç farklı bitki pan katsayısı ($K_{cp1}=1.25$, $K_{cp2}=1.00$ ve $K_{cp3}=0.75$) dikkate alınmıştır. Uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde açık su yüzeyi buharlaşması, bitki örtü yüzdesi ile düzeltilerek hesaplanmıştır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 652-1010 mm, mevsimlik su tüketimleri ise 726-1069 mm arasında değişmiştir. Konulardan elde edilen verim değerleri 2444 - 4703 kg/da arasında gerçekleşmiştir. Ayrıca toplam su kullanım randımanı (WUE) 2.75-5.22 kg/da/mm, sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 3.03-5.81 kg/da/mm ve sulama suyunun evapotranspirasyonu karşılama yüzdesi (I/ET) %85-96 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Çalışma sonunda, Harran Ovası koşullarında biber bitkisinin damla sulama yöntemiyle sulanması durumunda, sulama aralığı olarak 2 gün, bitki katsayısı olarak 1.25'in seçilmesinin yanında sulama suyu miktarının hesaplanmasında bitki örtü yüzdesi değeri ile düzeltilmesinin uygun olacağı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, sulama programı, su tüketimi, biber

Scheduling Şanlıurfa Pepper (*Capsicum annum* L.) Irrigation with Drip Irrigation

Abstract: Irrigation is one of the most significant input in agricultural production to provide yield increase and various cropping patters. Plant water requirements should be met at desired periods with desired amounts without causing any environmental problems. This study was carried out over the experimental fields Harran University Agricultural Faculty to determine the proper drip irrigation scheduling for Şanlıurfa pepper (*Capsicum annum* L.). Three different irrigation intervals (2,4 and 6 days) and three different plant pan coefficients ($K_{cp1}=1.25$, $K_{cp2}=1.00$ and $K_{cp3}=0.75$) were taken into consideration in this study. Amount of irrigation water to be applied was calculated by using free-water surface evaporation values corrected with plant cover ratios. Amount of applied irrigation water varied between 652-1010 mm and seasonal water consumption varied between 726-1069 mm. Yields from treatments were between 2444 – 4703 kg/da. Total water use efficiency (WUE) was 2.75-5.22 kg/da/mm, irrigation water use efficiency (IWUE) was 3.03-5.81 kg/da/mm, ration of irrigation water to evapotranspiration (I/ET) was between 85-96%. It was concluded in this study under Harran Plain conditions that irrigation interval for pepper should be selected as 2 days, plant coefficient should be preferred as 1.25 and amount of irrigation water should be calculated with a plant cover ratio correction.

Keywords: Drip irrigation, scheduling, evapotranspiration, pepper

1. Giriş

Bilindiği gibi, bitkisel üretimde hem verimin artırılmasında hem de verimin iyileştirilmesinde sulama en önemli girdidir. Bitki gelişimi için gerekli olan, fakat doğal yollarla karşılanamayan suyun çevre sorunu yaratmadan toprağa verilmesi “sulama” olarak tanımlanır. Sulama yöntemi ise, sulama suyunun bitki kök bölgesine verilmiş biçimini ifade eder. Tarım alanlarının özellikleri (toprak yapısı, topoğrafya ve iklim) farklı olduğundan, suyun bitki kök bölgesine uygulanma biçimi de

farklıdır. Genellikle bitkiler, yüzey, yağmurlama ve sızdırma sulama yöntemlerinden birisiyle sulanırlar (Leliart, 1987; James, 1993).

Yağışların yetersiz olduğu yerlerde, bitkilerin gelişimini sağlamak veya verimi arttırmak amacıyla, eksik olan suyun sulama yoluyla tamamlanması gerekir. Suya duyarlı bitkilerin özellikle de sebzelerin sulanmasında çok sayıda değişik etmenin birlikte dikkate alınması gereklidir. Sebzelerin sulanmasında; uygun sulama yöntemini, sulama zamanını ve

* Yüksek Lisans tez çalışmasının bir bölümünün özetidir.

sulama suyu miktarını saptamak oldukça zordur. Oysa geleneksel sulamalarda üreticiler geçmiş yıllardaki deneyimlerinden yararlanarak sulama işini gerçekleştirmektedirler.

Shmueli and Goldberg (1972), İsrail'de kurak koşullarda damla sulama yöntemiyle sulanan biber bitkisi denemesinde A sınıfı buharlaşma kabından gerçekleşen buharlaşma miktarının 0.83, 0.95, 1.33 ve 1.75 katlarını alarak dört farklı sulama seviyesini test etmişler ve bölge için en uygun katsayının 1.33 olduğunu bildirmişlerdir. Kanber ve ark. (1980), Kahramanmaraş koşullarında biber bitkisini karık sulama yöntemiyle sulayarak yürüttükleri çalışmalarında, büyüme mevsimi boyunca 11-15 günde bir 100 mm sulama suyu uygulanması ve toplam 7 ile 11 kez sulama yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Ayrıca dekara 20 kg saf azotlu gübrenin tümünün Ekimle birlikte verilebileceğini bildirmişlerdir.

Çelik ve Köse (1988), Tokat-Kazova koşullarında yaptıkları çalışmalarında, karık sulama yöntemiyle A sınıfı buharlaşma kabından 10 günlük yığışlı buharlaşma miktarının %70'nin uygulanması durumunda biber bitkisindeki kurumaların önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar verimi 1238.70 kg/da olarak bulmuşlardır.

Yıldırım ve ark. (1994), Ankara koşullarında damla yöntemiyle sulanan biber bitkisinde uygun sulama aralığı ve sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarında, uygulanan sulama suyu arttığında bitki su tüketiminin de arttığını, sulama aralığının ve uygulanan sulama suyu miktarının meyve ağırlığına ve meyve boyuna etkili olmadıklarını belirlemişlerdir. En yüksek verimin 4 gün ara ile sulanan ve yığışlı buharlaşmanın %50'si kadar sulama suyu uygulanan konudan elde edildiğini ve mevsimlik su tüketiminin en düşük 395.4 mm, en yüksek ise 718.6 mm olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Bracy ve ark. (1995) ABD'de damla sulama sisteminde yaptıkları bir çalışmada biber verimi üzerine sulama ve gübrelemenin etkisini incelemişlerdir. Azot dozlarına (9, 18, 27 kg/da) karşın sulama suyu optimum ve optimumun iki katı şeklinde bitkilere verilmiştir. Optimum bitki su ihtiyacının belirlenmesinde; A sınıfı buharlaşma kabı, bitki gelişim katsayıları ve dikim alanı kullanılmıştır. Uygulanan azot dozuna paralel olarak verim

artmış buna karşın optimum suyun iki katının bitkiye verilmesinin verim üzerine etki etmediği belirlenmiştir.

Çetin ve Nacar (1995), Harran Ovası koşullarında alttan sızdırma (porous pipes) sulama yöntemiyle biber bitkisini sulama olanaklarını araştırmışlar ve anılan yöntemin kullanımının bölge için uygun olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmada, sistemde meydana gelen aksaklıklar (tıkanmalar, toprakta tek düze bir nem dağılımının olmaması v.s.) nedeniyle deneme konuları tam olarak uygulanamamış ve buna bağlı olarak da konulardan düşük verimler (656-3811 kg/da) elde edilmiştir. Rista ve ark. (1995) yaptıkları çalışmalarında, damla sulama yöntemi ile sulanan biber bitkisinin karık sulamaya göre daha az kökboğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici*) hastalığının görüldüğünü bildirmişlerdir.

Çevik ve ark. (1996), Harran Ovası koşullarında damla sulama yöntemiyle farklı su düzeylerinin biberde verim ve kaliteye olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarının biberin farklı gelişim dönemlerine göre, I. dönem (dikim-çiçeklenme arası) için %30'u, II. dönemde (çiçeklenme-%50'sinin meyve oluşturmaya) %90'ı, III (%50'sinin meyve oluşturmaya-ilk hasat) ve IV. (ilk hasat-son hasat) dönemlerde de %120'sinin uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar önerdikleri konudan 7062 kg/da ürün aldıklarını bildirmişlerdir.

Şanlıurfa yöresinde sebzelerin yetişme döneminde yağış eksikliği söz konusudur. Bu nedenle sulamanın önemi çok daha fazla artmaktadır. Birim alandan en yüksek ve kaliteli ürünün alınması için diğer kültürel önlemlerle birlikte, uygulanması gerekli sulama suyu miktarının ve sulama zamanının da bilinmesi gereklidir. Verilecek sulama suyunun miktarının hesaplanmasında bitkilerin su tüketimlerine de ihtiyaç duyulmaktadır (Kanber ve ark., 1980). Aynı çeşit bitkinin su tüketim değeri, yöreler arasındaki iklim ve gelişim etmenlerinin değişimine bağlı olarak farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle her bitki çeşidinin her iklim bölgesindeki su tüketim değerlerinin bilinmesi gereklidir. Bu durum özellikle suyun ekonomik kullanımının zorunlu olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde daha bir önem arz etmektedir. Türkiye ve GAP Bölgesi genelinde

(özellikle Şanlıurfa ve civarında) tüketimi her geçen gün artış gösteren Urfa Biberi, (yöresel adıyla isot) ova çiftçisinin yetiştirdiği sebzelerin başında gelmektedir. Ancak yöre çiftçisinin sulama ve sulama programı konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması nedeniyle istenilen verim ve kalite düzeyine ulaşılamamaktadır. Bu araştırmaya ile çiftçilerin uygulaması gerekli optimum sulama suyu miktarı ve sulama aralığı belirlenmeye çalışılmıştır.

2 Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

2.1.1 Çalışma alanı yeri ve toprakları

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Katman Derinliği (cm)	T.K. (Pw)	S.N. (Pw)	As (g/cm ³)	pH	Organik Madde (%)	Fosfor (kg/da)	Bünye Sınıfı
0-30	31.53	22.15	1.32	7.3	1.1	2.16	C
30-60	31.79	22.57	1.34	7.2	0.79	2.09	C
60-90	32.28	23.11	1.33	7.2	0.63	2.03	C

2.1.2. İklim Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı yörede geçit bölge iklimi hüküm sürmekte olup, yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve kurak geçmektedir. Deneme yılına ve uzun yıllara ilişkin iklim verileri deneme alanına yaklaşık 30 km uzaklıkta bulunan Mülga Köy Hizmetleri

Araştırma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüştür. Araştırma yapılan alan 36° 42' N enlemi 38° 58' E boylamlarında olup denizden yaklaşık 481 m yüksekliktedir.

Araştırma alanı toprakları, ikizce serisine giren koluviyal ana materyalli düz, düze yakın eğimli, orta derin, derin topraklardan oluşmuştur. Bütün profil yüksek oranda kil içerir. Tüm profil kireçlidir (Dinç ve ark., 1988). Araştırma alanı topraklarının sulama yönünden kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Koruklu Talat Demirören Araştırma istasyonundan alınmıştır. Kimi iklimsel veriler ve uzun yıllık ortalama değerler Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Çalışma bölgesine ilişkin bazı iklim özelliklerinin uzun yıllık ortalamaları

Aylar	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Oransal Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)	Güneşlenme Süresi (saat)	Güneş Işın Şiddeti (cal/cm ²)	Buharlaşma (Epan) (mm)
I	70.8	4.8	68	1.6	3.9	188.2	-
II	62.5	5.8	63	1.7	6.3	228.8	-
III	56.2	9.7	57	1.6	7.6	353.7	55.1
IV	27.3	15.1	56	1.6	7.3	457.6	119.9
V	21.5	21.8	41	1.9	10.9	612.6	200.3
VI	3.8	28	33	2.4	12.1	678.8	315.1
VII	0.1	31.3	32	2.3	12	633.5	381.1
VIII	.	30	38	1.9	11	549.7	345.9
IX	0.4	25.3	36	1.5	9.4	466.7	257.6
X	19.3	18.2	43	1	6.7	334.9	157.6
XI	43	10	60	0.9	6.7	264.8	51.7
XII	59.1	5.9	70	1.2	4.2	172.8	-
Ortalama	364	17.2	50	1.6	8.2	411.8	1884.3

Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, çok yıllık iklimsel verilerden, yörede ortalama sıcaklık; 17.2 °C; en soğuk ay 4.8 °C ile Ocak ayı, en sıcak ay ise 31 °C ile Temmuz ayıdır. Ortalama yağış 364 mm olmasına karşın yağışların yıl içerisindeki

dağılımları düzensizdir. Yağışların yaklaşık %93'ü kış aylarında düşmektedir. Ortalama oransal nem %50 dolayındadır. Oransal nem değerleri genellikle kış aylarında yüksek olarak gerçekleşirken hava sıcaklığının artmasıyla düşüş göstermektedir. Açık su yüzeyinden

oluşan toplam buharlaşma miktarı, 1884.3 mm ve buharlaşmanın en yüksek olduğu ay 381.1 mm ile Temmuz ayıdır.

2.1.3. Bitki Çeşidi

Araştırmada, bölgede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ve isot olarak adlandırılan Urfa yerli biber (*Capsicum annum L.*) popülasyonu kullanılmıştır (Şeniz, 1992).

2.2 Yöntem

2.2.1 Denemenin Düzenlenmesi

Deneme, 3 tekerrürlü tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre düzenlenmiş olup (Çizelge 3), ana parselleri sulama aralığı ve alt parselleri ise bitki pan katsayıları oluşturmuştur.

Çizelge 3. Deneme planı

S4Kcp 1	S4Kcp 2	S4Kcp 3
S4Kcp 3	S4Kcp 1	S4Kcp 2
S4Kcp 2	S4Kcp 3	S4Kcp 1
S2Kcp 1	S2Kcp 2	S2Kcp 3
S2Kcp 3	S2Kcp 1	S2Kcp 2
S2Kcp 2	S2Kcp 3	S2Kcp 1
S6Kcp 1	S6Kcp 2	S6Kcp 3
S6Kcp 3	S6Kcp 1	S6Kcp 2
S6Kcp 2	S6Kcp 3	S6Kcp 1

Sulama aralığı 2, 4 ve 6 gün olarak belirlenmiş (S2, S4 ve S6); pan katsayıları Kcp1=%125, Kcp2 = %100 ve Kcp3 = %75 olarak gösterilmiştir. Dikim seddeye yapılmış ve her seddeye 2 sıra bitki şaşırtılmıştır. Sıralar arası mesafe 40 cm ve sıra üzeri mesafe 50 cm olacak şekilde dikim işlemi gerçekleştirilmiştir. Her bir konuya ait tekerrürün parsel alanı 5'er m² ve 20'şer bitki olarak dikim yapılmıştır. Hasatta her parselden 8'er bitki kenar tesiri olarak ayrılmış olup geriye kalan 12 bitkiden yapılan hasat dikkate alınmıştır.

2.2.2 Tarımsal İşlemler

Arazi, ilkbaharda pullukla derin olarak sürüldükten sonra kazayağı ile işlenmiş alanda elle seddeler yapılmıştır. İlkbahar geç donları bittikten sonra fideler, deneme planına uygun olarak, hazırlanan seddelerde açılan ocaklara şaşırtılmıştır. Denemede dekara saf olarak 20 kg azot (N), 10'ar kg fosfor (P₂O₅) ve potasyum (K₂O) gelecek şekilde gübre uygulanmıştır (Karakuş ve Anlağan, 1996). Azotlu gübrenin yarısı dikimle kalan yarısı ise, iki eşit parçaya

bölünerek ilk çiçeklenmede ve ilk meyve oluşum döneminde uygulanmıştır.

Deneme süresince ihtiyaç duyulduğunda yabancı otlarla mücadele çapalamayla yapılmıştır. Yine aynı şekilde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünün uzmanlarının önerileri doğrultusunda diğer mücadele gerektiren işlemlerde (yaprak biti, akar v.b. zararlılara karşı) uygun zirai mücadele ilaçları kullanılmıştır.

2.2.3 Sulamaların Planlanması ve Uygulanması

Araştırmada sulama yöntemi olarak damla sulama yöntemi kullanılmıştır. İlk sulamada topraktaki mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanmış ve sonrasında fide kök sistemi gelişinceye değin (iki hafta süreyle) tüm konulara eşit miktarlarda sulama suyu (80 mm) uygulanmıştır. Bitkilerin araziye uyumu sağlandıktan sonra sulama konularına geçilmiştir. Sulama konularına verilecek su, deneme alanına yerleştirilmiş olan A sınıfı kaptan ölçülen yığışımli açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin sırasıyla 2, 4 ve 6 gün ara ile %125, %100 ve %75'i bitki örtü yüzdesi de dikkate alınarak verilmiştir. Bitki örtü yüzdesi başlangıçta en düşük %30 olarak alınmış ve bitki gelişimine paralel olarak artırılmıştır. Sulama suyu miktarının hesaplanmasında Kanber ve ark., (1994)'nın da önerdikleri aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır:

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

Eşitlikte;

I : Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm),

Epan: A sınıfı kaptan ölçülen yığışımli buharlaşma değeri (mm),

Kcp: Bitki-Pan katsayısı,

P: Bitki örtü yüzdesi (%),

Verilen sulama suyunun denetlenmesinde Eylen ve ark., (1986)'nın önerileri doğrultusunda basınç-damlaticı debisi-zaman ilişkisinden yararlanılmıştır. Bunun içinde aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır;

$$T = \frac{I \times A}{q \times n} \quad (2)$$

Eşitlikte;

T : Sulama suyu uygulama süresi (saat),

I : Uygulanacak sulama suyu miktarı (mm),

A : Parsel alanı (m²),

q: İşletme basıncındaki damlatıcı debisi (litre/saat),
n: Parseldeki damlatıcı sayısı (adet).

2.2.3. Bitki su tüketiminin hesaplanması

Biberin bitkisinin su tüketimi aşağıda verilen su bütçesi eşitliği yardımıyla belirlenmiştir (Waker ve Skogerboe, 1987).

$$ETa = I + P \pm \Delta S + SF1 + L1 + GW - LO - LW - DP \quad (3). \text{ Eşitlikte;}$$

ETa : Gerçek bitki su tüketimi,

I : Sulama suyu miktarı,

P : Yağış miktarı,

SF1 :Giren yüzey akışı,

L1 : Yüzey altından giren yanal su akımı,

GW :Kılcal yükseliş,

LO : Yüzey altından çıkan yanal su akımı,

LW : Yıkama gereksinimi,

DP : Derine süzülme miktarı,

ΔS : Toprak su depolamasındaki değişim,

Denemede sulama yöntemi olarak damla sulama yöntemi kullanıldığından SF1, L1, LO ve LW değerleri ihmal edilmiştir. DP değerini denetlemek amacıyla profilin 90 ve 120 cm derinliklerine tansiyometreler yerleştirilmiştir. GW değeri araştırma alanının bulunduğu bölgede taban suyu sorununun olmamasından dolayı sıfır olarak alınmıştır. Toprak su depolamasındaki değişimi belirlemek için 12 günde bir toprak örnekleri alınmış ve alınan bu örnekler üzerinde gerekli ölçümler yapılmıştır.

2.2.4 Su kullanım randımanı

Su kullanım randımanları (WUE), sulama yöntemlerinin karşılaştırılmasında ve sulama programlarının değerlendirilmesinde kullanılan ölçütlerden birisidir (Tanner ve Sinclair, 1983). Su kullanım randımanlarının belirlenmesinde, Howell ve ark., (1990)'da verilen eşitlik kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \times 100 \quad (4). \text{ Eşitlikte;}$$

WUE : Toplam su kullanım randımanı

Ey : Ekonomik verim, kg/da

ET : Bitki su tüketimi, mm

Hesaplamalarda ekonomik verim yerine doğrudan bir dekar alandan elde edilen verim kullanılmıştır. Yukarıdaki eşitlik yardımıyla elde edilen değer, toplam su kullanım randımanı (WUE) olarak adlandırılmıştır. Ayrıca sulama suyu kullanım etkinliğinin

(IWUE) belirlenmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Kanber ve ark., 1992).

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \times 100 \quad (5). \text{ Eşitlikte;}$$

IWUE : Sulama suyu kullanım etkinliği

Ey : Ekonomik verim, kg/da

I : Sulama suyu, mm

3 Bulgular ve Tartışma

3.1. Şanlıurfa Biberi Bitki Su Tüketimi

(ET_{biber}) Sonuçları

Uygulanan sulama suyu miktarları Kcp katsayılarına bağlı olarak değişirken, sulama aralığında değişme göstermemiştir. Bu durumun nedeni bitki örtü yüzdesinin bitki hastalık ve zararlıları nedeniyle konular arasında farklılık göstermemesindedir. Anılan durum nedeniyle bitki örtü yüzdeleri ortalama olarak her konuda eşit gözlemlenmiştir. En fazla sulama suyu uygulanan konu, 1010 mm ile en yüksek Kcp katsayısına sahip (1.25) konudur. En az sulama suyu uygulanan konu ise 652 mm ile en düşük Kcp katsayısına sahip (0.75) konudur.

Elde edilen sonuçlar bölgede yürütülmüş olan çalışmalardan biri olan Çevik ve ark., (1996), bildirdikleri sonuçlarla paralellik gösterirken, Değirmenci ve Sözbilici'nin (1995) belirttikleri sonuçtan (840-2471 mm) düşük bulunmuştur. Bunun nedeni ise anılan araştırmacıların sulama yöntemi olarak karık sulama yöntemini kullanmalarındadır. Sulama konularında mevsimlik su tüketimi değerleri, konulara bağlı olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

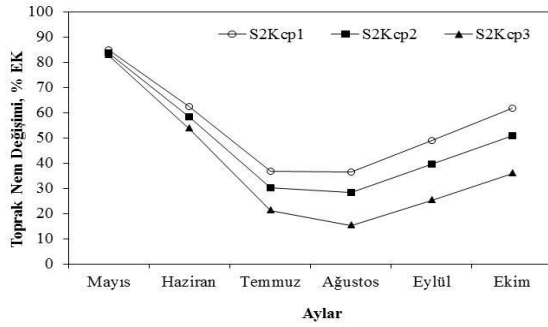
Çizelge 4. Deneme konularında Şanlıurfa biberinin mevsimlik su tüketim değerleri

Konular	Uygulanan Sulama Suyu Miktarı (mm)	Toplam Tüketilen Su (mm)
S2Kcp1	1010	1050
S2Kcp2	831	885
S2Kcp3	652	726
S4Kcp1	1010	1052
S4Kcp2	831	896
S4Kcp3	652	736
S6Kcp1	1010	1069
S6Kcp2	831	917
S6Kcp3	652	763

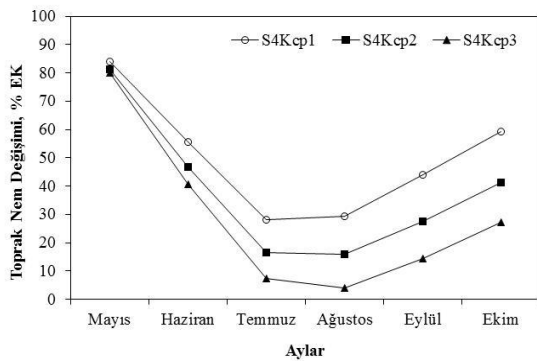
Mevsimlik su tüketimi değerleri ele alındığında, sulama konularına ve bitki katsayılarına bağlı olarak değişim

göstermektedir. En yüksek su tüketimi 1069 mm ile S6Kcp1 konusunda, en düşük ise 726 mm olarak S2Kcp3 konusunda gerçekleşmiştir.

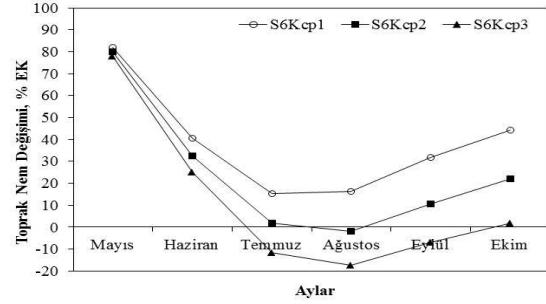
Sulamalar öncesi etkili kök (EK) derinliğinde tutulan toplam toprak neminde oluşan değişimler incelenmiş elde edilen bulgular Şekil 1, 2 ve 3'de gösterilmiştir. Söz konusu şekiller incelendiğinde, su tüketiminin yüksek olduğu aylarda toprak suyunun hızla azaldığı özellikle S6Kcp3 ve S6Kcp2 konularında dikkate alınan toprak derinliğinin altındaki katmanlardan da su alındığı görülmektedir. Toprak nem içeriği dikkate alındığında, su stresi açısından en az baskının olduğu konu S2Kcp1 olup diğer bulgularla paralellik göstermektedir. Söz konusu durum bir çok araştırmacının sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Kang ve ark., (2001) biber bitkisinde; Kanber ve ark., (1988) yerfıstığı bitkisinde ve Yazar ve ark., (2002) pamuk bitkisinde benzer sonuçları elde etmişlerdir.



Şekil 1. İki günde bir sulanan konularda sulamalar öncesi topraktaki nem değişimi (90 cm)



Şekil 2. Dört günde bir sulanan konularda sulamalar öncesi topraktaki nem değişimi (90 cm)



Şekil 3. Altı günde bir sulanan konularda sulamalar öncesi topraktaki nem değişimi (90 cm)

3.2. Evapotranspirasyon-Epan İlişkisi

Konularda belirlenen su tüketimi (ET) ile aynı dönemde A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma (Epan) değerleri arasında ilişkiler saptanmıştır. Bulunan sonuçlardan üç tanesi (üç farklı sulama aralığının Kcp1 konuları) Şekil 4, 5 ve 6'da gösterilmiştir. Bunların yanında sözü edilen dönemdeki Evapotranspirasyon - Epan buharlaşma değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren denklemler ve regresyon katsayıları (R^2) Çizelge 5'de verilmiştir.

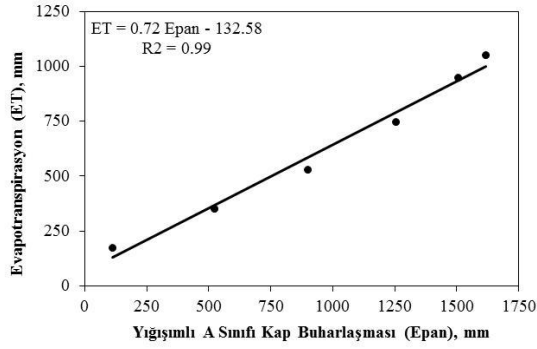
Çizelge ve şekillerden görüleceği üzere tüm konularda evapotranspirasyon ile Epan buharlaşması arasında %1 düzeyde önemli doğrusal ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Konulara bağlı olarak eğim değerleri 0.43-0.72 arasında değişmiştir. En yüksek eğim değeri S2Kcp1 konusunda 0.72 olarak gözlemlenirken en düşük eğim değeri ise 0.43 olarak S6Kcp3, S4Kcp3 ve S2Kcp3 konularında elde edilmiştir.

Bitki su tüketimi ile açık su yüzeyi buharlaşması arasında yakın bir ilişkinin olduğu bir çok bitkide denemelerle elde edilmiştir. Oğuzer ve ark., (1984) lizimetrede yonca, pamuk, pırasa, mısır ve fiğ bitkilerinde; Kanber ve ark., (1988) yerfıstığı bitkisinde; Ertek ve Kanber (1999) pamuk bitkisinde anılan ilişkiyi benzer şekilde bulmuşlardır.

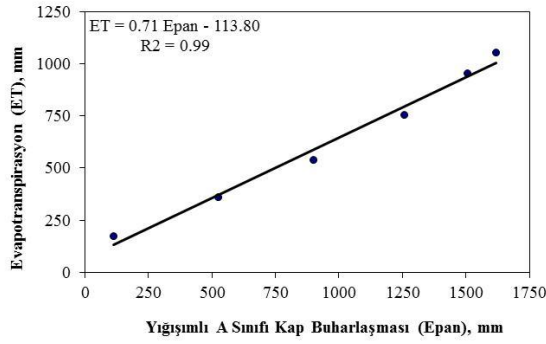
Çizelge 5. Bitki su tüketimi ile açık su yüzeyi buharlaşması arasındaki ilişki

Konular	Denklemleri	R^2
S2Kcp1	Et = 0.72 Epan - 132.58	0.99**
S2Kcp2	Et = 0.58 Epan - 62.24	0.99**
S2Kcp3	Et = 0.43 Epan + 8.46	0.99**
S4Kcp1	Et = 0.71 Epan - 113.80	0.99**
S4Kcp2	Et = 0.57 Epan - 42.71	0.99**
S4Kcp3	Et = 0.43 Epan + 29.76	0.99**
S6Kcp1	Et = 0.71 Epan - 102.29	0.99**
S6Kcp2	Et = 0.58 Epan - 31.04	0.99**
S6Kcp3	Et = 0.43 Epan - 43.28	0.99**

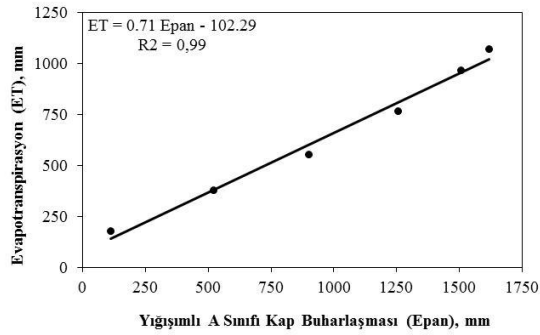
** %1 düzeyinde önemli



Şekil 4. S2Kcp1 konusunda evapotranspirasyon-Epan ilişkisi



Şekil 5. S4Kcp1 konusunda evapotranspirasyon-Epan ilişkisi



Şekil 6. S6Kcp1 konusunda evapotranspirasyon-Epan ilişkisi

3.3. Deneme Konularında Şanlurfa Biber Verimleri

Denemeden elde edilen verim değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde en yüksek verim, S2Kcp1 konusunda 4703 kg/da olarak ölçüldüğü görülmektedir. En düşük verim ise su stresinin gözlemlendiği konu olan S6Kcp3 konusunda 2444 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Verimdeki düşmeler sulama aralığının artması ve Kcp katsayısının azalmasıyla paralellik göstermektedir. Aynı

Kcp katsayılarına sahip konuların verimlerinde farklılık görülmektedir. Örneğin en yüksek verimi veren Kcp1 katsayısını ele alacak olursak, S2 konusunda 4703 kg/da verim alınırken S4 konusunda 3967 kg/da ve S6 konusunda ise 3096 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Yani sulama aralığının artmasıyla verimde düşüşler meydana gelmektedir. Söz konusu durum Kcp katsayıları içinde geçerlidir. Aynı sulama aralığındaki azalan Kcp katsayılarına paralel olarak verimde düşüşler görülmektedir. Diğer yandan yukarıda açıklanan verimdeki azalmalar ile bitki su tüketimi arasındaki ilişki ters yönlü çıkmıştır. En fazla sulama suyu uygulanan konulardan olan ve en yüksek bitki su tüketiminin gözlemlendiği konu olan S6Kcp1'de ise diğer Kcp1 konularına göre daha düşük verim alınmıştır.

Araştırmadan elde edilen verim değerlerinin Harran Ovası koşullarında yapılan diğer bazı araştırmalarda (Çevik ve ark., 1996; Değirmenci ve Sözbilici, 1995) elde edilen verimlerden biraz düşük çıkmasına karşın, Çetin ve Nacar'ın (1995) elde ettikleri değerlerden yüksektir. Elde edilen verimin diğer araştırmacıların elde ettikleri verim değerlerinden biraz düşük çıkmasının nedenleri; bölgede yaygın olarak görülen akar zararı, yaprak biti, pamuk beyaz sineği zararı, biberde yaygın olarak görülen hastalıklardan biri olan ve kökboğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* L.) hastalığı olarak adlandırılan fungal hastalık zararı, fidelerin elverişsiz iklim şartları nedeniyle geç şaşırtılması, çiçeklenme döneminde meydana gelen aşırı sıcaklar ve buna bağlı olarak ortaya çıkan ve meyvelerde görülen çiçek burnu çürüklüğü hastalığı zarar etmenlerinin yapmış olduğu zararlardan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 6. Deneme konularından elde edilen verim değerleri (kg/da)

Sulama Konular	Kcp Katsayıları		
	Kcp1	Kcp2	Kcp3
S2	4703	4420	3791
S4	3967	3569	3382
S6	3096	2520	2444

Deneme konularına ilişkin verimlerin varyans analiz sonuçları, Çizelge 7'de verilmiştir. Buna göre sulama aralıkları (SA) ve Kcp katsayıları verim üzerine etkilerinin %1 önem düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Ancak sulama aralığı ile Kcp katsayılarının bulunmuştur. interaksiyonu (SA X Kcp) önemsiz

Çizelge 7. Verime ilişkin varyans analiz sonuçları

Var. Kay.	S. D.	K. T.	K. O.	F hesap
Bloklar	2	38305.888	19152.944	0.252
SA	4	11869080.448	5934540.224	78.054**
Hata-1	2	304123.762	76030.940	
Kcp	4	2069672.540	1034836.270	7.442**
SA*Kcp	2	809189.647	202297.412	1.455
Hata	12	1668644.771	139053.731	
Genel	26	16759017.055	644577.579	

** %1 düzeyinde önemli

Yukarda belirtilen varyasyon kaynaklarının verimde oluşturduğu farklılığın hangi uygulamalar arasında olduğunu belirlemek için konulara ait ortalamalara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Deneme konularından elde edilen ortalama verimlerin (kg/da) Duncan testi ile karşılaştırılması

Sulama Aralığı	Kcp Katsayıları		
	S2	4304.9 a*	Kcp1
S4	3612.3 b	Kcp2	3391.0 ab
S6	2686.5 c	Kcp3	3290.9 b

* Aynı harf gurubuna ilişkin değerler %1 düzeyine göre farklı değiller

Çizelge 8 incelendiğinde sulama aralığı üç farklı verim gurubu oluşturmuştur. En yüksek verim %99 olasılıkla, S2Kcp1 konusundan alınmıştır. Bunu S2Kcp2 ve S4Kcp1 konuları takip etmektedir. En düşük verimler ise 6 günde bir sulanan konularda olmak kaydıyla sırasıyla S6Kcp3 ve S6Kcp2 konularından elde edilmiştir. Bu hususlar göz önüne alındığında biber bitkisinin Harran Ovası koşullarında damla sulama yöntemiyle 2 gün aralıklarla sulanabileceği; sulama suyu hesabında Kcp1 ve Kcp2 katsayıları, sistem planlamasında ise örtü gelişimine göre değişen ıslatma yüzdesi değerlerinin kullanılabilirliği söylenebilir.

3.5. Su Kullanım Randımanı

Deneme için belirlenen su kullanım randımanları, Çizelge 9'da verilmiştir. Toplam su kullanım randımanı (WUE) en yüksek S2Kcp3 konusunda 5.22 kg/da/mm ve en düşük ise S6Kcp2 konusunda 2.75 kg/da/mm olarak belirlenmiştir. Toplam su kullanım

randımanının yüksek değerleri 2 günlük konularda, düşük değerleri ise 6 günlük konularda belirlenmiştir. Konulara göre WUE ve sulama suyu kullanım randımanındaki (IWUE) düşüş genel olarak verimdeki azalmalardan kaynaklanmaktadır.

Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), en yüksek S2Kcp3 konusunda 5.81 kg/da/mm ve en düşük 3.03 kg/da/mm S6Kcp2 konusunda belirlenmiştir. Sulama suyu kullanım randımanında da toplam su kullanım randımanında olduğu gibi S2 konularında genelde yüksek değerler elde edilirken, S6 konularında düşük değerler belirlenmiştir.

En yüksek sulama suyunun evapotranspirasyonu karşılama (I/Et) değeri ise, %96 ile S2Kcp1 ve S4Kcp1 konularında ve en düşük S6Kcp3 konusunda %85 olarak gerçekleşmiştir. Sulama suyunun az, su tüketiminin fazla olduğu konularda bu değer giderek azalmıştır.

Çizelge 9. Damla Sulama Sisteminde Belirlenen Şanlıurfa Biberinin Su Kullanım Randımanları

Konular	WUE (kg/da/mm)	IWUE (kg/da/mm)	I/Et (%)
S2Kcp1	4.48	4.66	96
S2Kcp2	4.99	5.32	94
S2Kcp3	5.22	5.81	90
S4Kcp1	3.77	3.93	96
S4Kcp2	3.98	4.29	93
S4Kcp3	4.60	5.19	89
S6Kcp1	2.90	3.07	94
S6Kcp2	2.75	3.03	91
S6Kcp3	3.20	3.75	85

4. Sonuçlar

Araştırmada en yüksek su tüketiminin gerçekleştiği konuda (1069 mm) en yüksek verim (3096 kg/da) alınamamıştır. En yüksek verim S2Kcp1 konusundan 4703 kg/da olarak

gerçekleşirken, en düşük verim S6Kcp3 konusunda 2444 kg/da olarak bulunmuştur.

Deneme sonunda belirlenen su kullanım randımanları sırayla, toplam su kullanım randımanı (WUE) en yüksek S2Kcp3 konusunda 5.22 kg/da/mm ve en düşük ise S6Kcp2 konusunda 2.75 kg/da/mm olarak belirlenirken, toplam su kullanım randımanının yüksek değerleri 2 günlük konularda, düşük değerleri ise 6 günlük konularda belirlenmiştir. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE), en yüksek S2Kcp3 konusunda 5.81 kg/da/mm ve en düşük 3.03 kg/da/mm S6Kcp2 konusunda belirlenmiştir. Sulama suyu kullanım randımanında da toplam su kullanım randımanında olduğu gibi S2 konularında genelde yüksek değerler elde edilirken, S6 konularında ise düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir.

En yüksek sulama suyunun bitki su tüketimini karşılama (I/Et) oranı, %96 ile S2Kcp1 ve S4Kcp1 konularında ve en düşük S6Kcp3 konusunda %85 olarak bulunmuştur. Sulama suyunun az, su tüketiminin fazla olduğu konularda bu değer giderek azalma göstermiştir.

Çalışma sonunda elde edilen verilere dayanarak, Şanlıurfa ilinde önemli oranda yetiştiriciliği yapılmakta olan yerli biberin (isot), sulama suyu miktarı; A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın (Epan), bitki katsayıları (Kc) ve bitki örtü yüzdesi değerleriyle düzeltilerek hesaplanabilir. Belirlenen bu miktar, damla sulama yöntemiyle iki günde bir olacak şekilde uygulanması üretim açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

Bracy, R.P., Ediling R.J., Moser, E.B. 1995. Drip-Irrigation Management and Fertilization of Bell Pepper in a Humid Area. Proceedings of the Fifth Microirrigation Congress, pp. 181-185, Orlonda, Florida, USA.

Çelik, S., Köse, C., 1988. Tokat-Kozova Koşullarında Biberin Su Tüketimi ve Farklı Sulama Programlarının Kurumalara Olan Etkisinin Saptanması. 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi 20-23 Eylül 1988 Cilt 3: 118-129. İzmir.

Çetin, Ö., Nacar, A.S., 1995. Harran Ovası Koşullarında Çeşitli Bitkilerin Alttan Sızdırma (Porous Pipes) Yöntemiyle Sulanma Olanakları. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1996. T.C. Başbakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayınları No:98. ANKARA.

Çevik, B., Abak, K., Sarı, N., Kırdı, C., Topaloğlu, F., 1996. Harran Ovası Koşullarında Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Sebzelelerde Farklı Su Düzeylerinin Verim ve Kaliteye Etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 169. Adana.

Değirmenci, V., Sözbilici, Y., 1995. GAP Bölgesinde Harran Ovası Koşullarında Biberin Sulama Programı. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1996. T.C. Başbakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayınları No:98. ANKARA.

Dinç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., Yeşilsoy M. Ş., Yeğencil, İ., Sarı, M., Kaya, Z., Aydın, M., Kettaş, F., Berkman, A., Çolak, A.K., Yılmaz, K., Tunçgöğüs, B., Çavuşgil, V., Özbek, H., Gülüt, K.Y., Karaman, C., Dinç, O., Öztürk, N., Kara, E.E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları. (GAT): I. Harran Ovası. TÜBİTAK Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu Gündümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu. Proje No: TOAG-534, Adana.

Doorenbos, J., Pruitt W. O., 1992. Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper, FAO., Roma, 24

Ertek, A., Kanber, R., 1999. Farklı Sulama Programlarında Pamuk Tipik Bitki Pan Katsayılarının Değişimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1999, 14 (3):61-70.

Eylen, M., Kanber, R., Tok, A., 1986. Çukurova Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemleri İle Sulanan Çileğin Verim ve Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları 135. 77. 39 s. Tarsus.

Howell, T.A., Cuenca, R.H., Solomon, K.H., 1990. Crop Yield Response. Management of Farm Irrigation Systems. (ed. Hoffman et al.). ASAE, 312 s.

James, L.G., 1993. Principles of farm irrigation system design. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA. p. 544.

Kanber, R., Yüksel, G., Eylen, M., Demiröz, C., 1980. Kahramanmaraş Koşullarında Phytophthora Capsici Leonian ile Bulaşık Alanlarda Azot Miktarı ve Sulama Suyunun Kırmızı Biberin Verim ve Su Tüketimine Etkisi. T.C. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Tarsus Bölgesi TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 105. Tarsus.

Kanber, R., Baştuğ, R., Yazar, A., 1988. Farklı Toprak, Ekim Zamanı ve Sulama Aralığı Koşullarında Yetiştirilen Yerfıstığında Evapotranspirasyon İle Açık Su Yüzeyi Buharlaşması Arasındaki İlişki. Doğa Bilim Dergisi 13, 36: 1049-1062.

Kanber, R., Yazar, A., Köksal, H., Oğuzer, V., 1992. Evapotranspiration of Grapefruit in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. Sci. Hort., 52:53-62 s.

Kanber, R., Köksal, H., Önder, S., Eylen, M., 1994. Farklı Sulama Yöntemlerinin Genç Portakal Ağaçlarında Veri, Su Tüketimi ve Kök Gelişimine Etkileri. J. of Agriculture and Forestry 20 (1996) 163-172.

- Kang, S., Zhang, L., Hu, X., Li, Z., Jerie, P., 2001. An Improved Water Use Efficiency For Hot Pepper Grown Under Controlled Alternate Drip Irrigation on Partial Roots. *Scientia Horticulturae* 89 (2001): 257-267.
- Karakuş, L., Anlağan, M., 1996. GAP Bölgesi Harran Ovası Koşullarında Biberin Azotlu Gübre İsteği. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 1997. T.C. Başbakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayınları No:102. ANKARA.
- Leliart, J., 1987. Irrigation Systems. Post-Graduate Course in Eromology. Dep. Fo Soil Physics, Fac. Of Agric. Science, Gent_Belgium, 70.s
- Oğuzer, V., Kanber, R., Eylen, M., 1984. Çukurova Koşullarında Lizimetrelerde Ölçülen Evapotranspirasyon Miktarları İle Buharlaşma Değerleri Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir İnceleme. *Doğa Bilim Dergisi. Seri D2 Cilt 8 Sayı 3.*
- Rista, L. M., Sillon M., Fornasero L., 1995. Effect of Different Irrigation Strategies on The Mortality of Pepper by Phytophthora Capsici Leonian in Greenhouses. *Horticultural Argantina* 1995, 14: 37, 44-51.
- Shumueli, M. Goldberg, D. 1972. Response Of Trickle-Irrigated Pepper in an Arid Zone to Various Water Regimes. *HortScience* 7:241-243.
- Şeniz, V., 1992. Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayın No:26 Yalova.
- Tanner, O.B., Sinclair, T.R. 1983. Efficient Water Use in Crop Production; Research Limitation to Efficient Water Use in Crop Production. Ed. By H.M.
- Waker, S.W., Skogerboe, G.V., 1987. Surface Irrigation: Theory and Practice. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 375 s.
- Yazar, A., Sezen, S.M., Sesveren, S., 2002. LEPA and Trickle Irrigation of Cotton in The Southeast Anatolia Project (GAP) Area in Turkey. *Agricultural Water Management* 54(2002) 189-203.
- Yıldırım, O., Yanmaz, R., Aldemir, D., Atak, H., 1994. Damla Yöntemiyle Sulanan Biber Bitkisinde Uygun Sulama Aralığı ve Sulama Suyu İhtiyacının Belirlenmesi. Ankara Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No:1372. ANKARA.