

TEKİRDAĞ ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIM ARAZİLERİNİN SULAMA ZAMANININ MODEL YAKLAŞIMI İLE PLANLAMASI

Can Burak ŞİŞMAN, Ahmet İSTANBULLUOĞLU

Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü 59030 Tekirdağ, e-mail: cbisman@tu.tzf.edu.tr

Alınış : 19.06.2003

Kabul edilmiş : 21.10.2003

Özet: Bu çalışmada, Tekirdağ Ziraat Fakültesi kampüs alanında yer alan arazilerde yetiştirilen şekerpancarı, ayçiçeği, buğday ve mısır bitkilerinin su tüketimleri, sulama suyu ihtiyaçları ve sulama zamanı programları belirlenmiştir.

Bitkilerin sulama suyu ihtiyaçları ve sulama zamanı programlarının belirlenmesinde CROPWAT paket programı kullanılmış, şekerpancarı için Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarının ilk yarılarında sırasıyla 98, 99 ve 105 mm olmak üzere üç, ayçiçeği için Haziran ayının ortalarında, Temmuz ve Ağustos aylarının ilk yarılarında sırasıyla 98, 99 ve 101 mm olmak üzere üç, buğday için Haziran ayının ilk yarılarında 110 mm olmak üzere bir ve mısır için Haziran ve Temmuz aylarının ikinci yarılarında sırasıyla 99 ve 106 mm olmak üzere iki sulama yapılması gerektiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sulama, bitki su tüketimi, sulama zamanı, toprak su ilişkileri.

Scheduling Irrigation with Model Approach In Experimental Field of Tekirdag Agricultural Faculty

Abstract: Consumptive use, irrigation water requirement and scheduling of some crops, such as sugarbeet, sunflowers, wheat and maize were determined in experimental field of faculty.

Water requirement and irrigation scheduling was determined by CROPWAT computer programme, hence, sugarbeet requires three irrigation, at first half of June, July and August of 98, 99 and 105 mm, respectively. Sunflowers requires three irrigation; at middle of June, first half of July and August of 98, 99 and 109 mm, respectively. Wheat requires only one irrigation, at first half of June of 110 mm. Maize requires two irrigation; at first half of June and July of 99 and 106 mm, respectively.

Key words: Irrigation, evapotranspirations, irrigation scheduling, soil-water relationships.

Giriş

Bitkilerin normal gelişmelerini sürdürebilmeleri için ihtiyaç duydukları su, doğal yağışlarla ve sulamalarla karşılanmaktadır. Ancak ülkemiz yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer alması nedeniyle doğal yağışlarla karşılanan bitki su ihtiyacı, sulamalarla karşılanana oranla oldukça düşük düzeyde kalmaktadır. Diğer bir anlatımla büyüme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının önemli bir bölümü sulama suyu ile karşılanmaktadır (Alademir,1993).

Ülkemizde sulu tarımdan beklenen üretim artışı istenilen seviyede gerçekleşmemiştir. Sulama projeleri hazırlanırken belirli alanların sulanması amaçlanmakta, ancak alanların sulanmasına ilişkin alternatif planlar hazırlanmamaktadır. Halbuki sulamadan beklenen yararın ve verim artışının sağlanabilmesi, bitkinin suya gereksinim duyduğu zamanın, her sulamada verilecek su miktarının ve sulama süresinin gerçeğe yakın olarak belirlenmesine bağlıdır. "Sulama zamanının planlanması" olarak adlandırılan bu işlem, gerek su kaynaklarının tüm bitki gelişimi süresince yeterli olduğu yörelerde ve gerekse su kaynaklarının kısıtlı bulunduğu durumlarda, sulama uygulamalarının en önemli ögesini oluşturmaktadır. Çünkü sulama zamanı planlaması yapılmadan gerçekleştirilen bir sulama, su kaynağının kısıtlı olduğu yerlerde suyun optimum şekilde kullanılmasını engellerken, su kaynağının yeterli olduğu yerlerde aşırı sulamanın yol açtığı olumsuz etkileri ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, çağımızda bitkisel üretimde su kullanımının etkin bir biçimde planlanması zorunlu duruma gelmiştir (Yalçın,1991).

Günümüze kadar, sulama zamanının planlanmasında çok değişik yöntemler geliştirilmiştir. Bunların çoğu

topraktaki su miktarının doğrudan ve dolaylı olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Ancak bu yöntemlerin fazla emeğe, zamana, teknik bilgiye ve kullanılan aletlerin bakımının ve kalibrasyonunun önemli olması nedeniyle pratik olarak uygulamaya aktarılması çok güç olmaktadır. Bu nedenle, bitki su tüketiminden yararlanarak sulama zamanı planlaması daha kolay bir şekilde pratiğe aktarılabilir (Güngör ve ark. 2002).

Optimum sulama zamanının planlanması için bitki gelişme mevsiminin, büyüme döneminin, bitki verimlilik katsayılarının ve toprak suyunun temel alınması gerekmektedir.

Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler bitki sulama zamanının planlanmasında, toprak su bütçesi esasına dayanan, iklim, toprak ve sulama yöntemini dikkate alan bilgisayar yazılımlarını da geliştirmiştir.

Bitkilerin sulama zamanının planlanması amacıyla geliştirilen bilgisayar programları yardımıyla farklı iklim koşulları, farklı toprak bünyeleri ve su kaynağının yeterlilik durumuna göre, herhangi bir bitkinin sulama zamanının planlanması değişik alternatifler için kısa sürede elde edilmektedir.

Materyal ve Metot

Bu araştırma, Marmara bölgesi Trakya kesiminde, İstanbul-Tekirdağ karayolu üzerinde ve Tekirdağ ili Değirmente mevkinde yer alan Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi yerleşke arazilerinde yapılmıştır. Araştırma alanının genel konumu 40°59' kuzey enlemi, 27°29' doğu boylamında ve denizden ortalama yüksekliği 10 m'dir.

Araştırma alanı Marmara havzasında olup, yazları kurak ve sıcak, kışları ise serin ve yağışlıdır. En çok yağış olan aylar, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yer almaktadır. Tekirdağ ili Meteoroloji İstasyonu çok yıllık rasat kayıtlarından derlenen aylık ortalama sıcaklık, yağış, nisbi nem, rüzgar hızı ve güneşlenme değerleri Tablo 1'de verilmiştir (Anonymous, 1995).

Araştırma alanının yer aldığı Marmara havzasında belli başlı altı büyük toprak grubu mevcuttur. Araştırma alanının toprakları, havzada en yaygın olarak görülen kalkersiz kahverengi büyük toprak grubu içerisinde yer almaktadır. Kalkersiz kahverengi topraklar A, B ve C horizonlu zonal topraklardır (Anonymous, 1993).

Tablo 1. Araştırma alanına ait 1981-1995 yılları arasındaki önemli meteorolojik veriler (Anonymous, 1995)

Aylar	Ort. sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Rüzgar hızı (m/s)	Nisbi nem (%)	Güneşlenme süresi (h)
Ocak	5.12	54.9	2.44	80.20	3.0
Şubat	4.62	53.5	2.58	77.40	3.5
Mart	6.88	48.6	2.39	78.45	4.3
Nisan	13.66	44.5	2.04	77.66	5.9
Mayıs	16.24	45.1	2.03	77.73	6.3
Haziran	20.77	31.9	1.91	74.85	8.5
Temmuz	23.18	26.7	2.47	70.36	9.4
Ağustos	23.21	8.9	2.62	71.36	8.7
Eylül	20.22	13.5	2.32	73.00	7.2
Ekim	15.44	44.7	2.28	77.57	5.1
Kasım	9.78	77.4	2.39	80.51	3.3
Aralık	6.98	79.1	2.58	81.45	2.3
Yıllık	13.8	528.8	2.34	76.71	5.7

Araştırma alanında yapılan gözlemler sonucunda, sahayı tümüyle temsil edebileceğine inanılan uygun yedi yerde açılan toprak profillerinin 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu örnekler Köy Hizmetleri Kırklareli Atatürk Araştırma Enstitüsü laboratuvarlarında toprak bünyesi, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktası analizleri Tüzüner (1990)'de belirtilen yöntemlerle yapılmıştır.

Araştırma alanını temsil eden yedi farklı yerde çift silindirli infiltrometre düzeneği kullanılarak toprakların infiltrasyon testleri yapılmıştır. Bu yöntemin esası, belirli bir su yükü altında toprağa giren su miktarının zamana göre ölçülmesidir.

Çift silindir infiltrometre kullanılarak yapılan ölçümlerde, seviye azalmaları iç kısımdaki silindirden yapılmış ve suyun belirli zaman aralıklarındaki seviye azalmaları belirlenmiştir. Bulunan değerler kullanılarak tam logaritmik

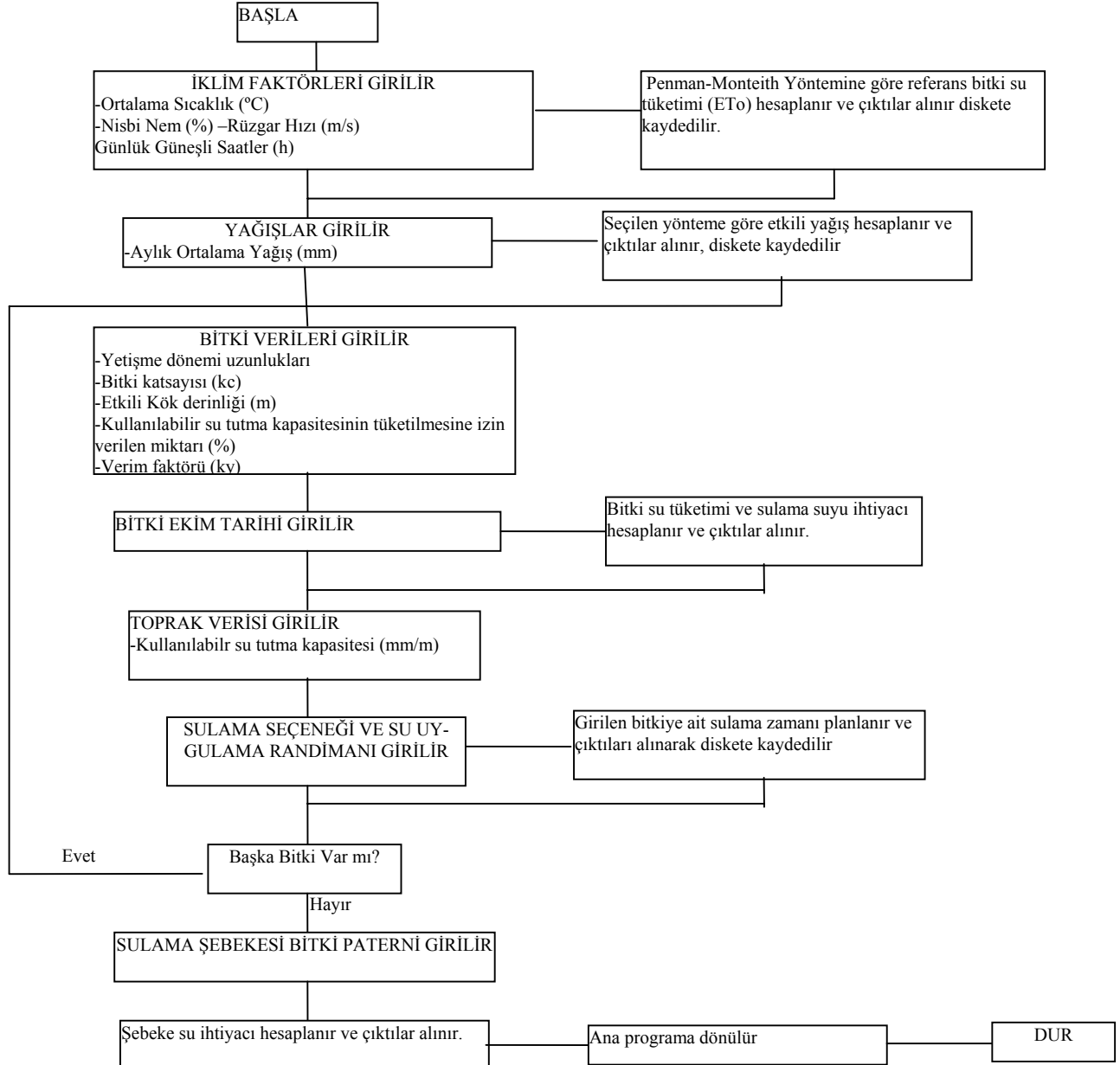
kağıda toplam infiltrasyon ve infiltrasyon hızı eğrileri çizilmiş ve Kostiakov eşitliği kullanılarak toplam infiltrasyon ve infiltrasyon hız eşitlikleri bulunmuştur. Kostiakov eşitliği aşağıda verilmiştir (Sönmez, 1980).

$$I = k * t^n$$

$$Z = K * t^a$$

I ; İnfiltrasyon Hızı (cm/h);
Z; Toplam İnfiltrasyon Derinliği (cm);
K, k, a ve n; Katsayı;
t; Zaman (h).

Bu çalışmada seçilen bitkilerin su tüketimleri, sulama suyu ihtiyaçları ve sulama zamanlarının planlanmasında Penman-Monteith eşitliğini esas alan ve FAO tarafından geliştirilmiş olan CROPWAT paket bilgisayar programı kullanılmıştır. Programın akış şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. CROPWAT paket bilgisayar programının akış şeması.

Referans bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan Penman Monteith eşitliği aşağıda verilmiştir (Anonymous, 1991; Smith, 1993).

$$ET_o = [(\Delta/(\Delta + \gamma^*)) * (R_n - G) * (1/\lambda)] + [(\gamma/(\Delta + \gamma^*)) * (900/(t + 275)) * U_2 * (e_d - e_a)]$$

Eşitlikte;

- ET_o; Referans bitki su tüketimi (mm/gün)
- R_n; Eşdeğer buharlaşma cinsinden net radyasyon (MJ/m²/gün)
- G; Toprakta ısı akışı (mm/gün)
- T; Ortalama hava sıcaklığı (°C)
- Δ; Doymuş buhar basıncı eğrisinin eğimi (KPa/°C)
- γ^{*}; Düzeltilmiş psikrometrik sabite (KPa/°C)
- γ; Psikrometrik sabite (KPa/°C)
- λ; Buharlaşma gizli ısısı (MJ/kg)
- U₂; 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı (m/s)
- e_d; Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı (KPa)
- e_a; Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı (KPa)

Yukarıda verilen eşitlikte, enlem, boylam, yükseklik, sıcaklık, nisbi nem, rüzgar hızı ve güneşlenme süresi CROPWAT program girdisi olarak verilerek bitkilerin su tüketimleri hesaplanmıştır.

Bu eşitlikte dikkate alınması gereken nokta, γ^{*}'nin yani düzeltilmiş psikrometrik sabitenin referans bitki olarak kabul edilmiş olan çim için verilmiş olmasıdır. Bu nedenle, diğer bitkiler için bitki su tüketimi Doorenbos ve Puritt (1984)'de verilen bitki katsayıları kullanılarak düzeltilmesidir.

Sulama suyu ihtiyacının belirlenmesinde, her ay için ET_o ve yağış miktarları bilgisayara girildikten sonra, USBR (United State Bureau of Reclamation) yöntemine göre etkili yağış hesaplanmış, bitki ve verimlilik katsayıları da yüklenerek yerel koşullara göre her bir bitkinin bitki su tüketimleri (ET_c) belirlenmiş olup sulama suyu ihtiyacı,

$$D_n = ET_c - P_e$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte,

- D_n; Net sulama suyu ihtiyacı (mm/ay);
- ET_c; Bitki su tüketimi (mm/ay) ve
- P_e; Etkili yağış (mm/ay)' dir.

Yöntemde sulama zamanının planlanması toprak verilerine bağlı olarak yapılmış ve aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$SMD_i = SMD_{i-1} - ET_c + P_e + d_{irr}$$

Eşitlikte,

- SMD_i; Herhangi bir günde topraktaki nemi (mm);
- SMD_{i-1}; Bir gün önceki topraktaki nem (mm);
- ET_c; Gerçek bitki su tüketimi (mm);
- P_e; Etkili yağış (mm) ve
- d_{irr}; Net sulama suyu miktarı (mm)' dir.

Programda belirtilen aşamalar izlenirken, su uygulama randımanı % 80 ve sulama zamanı planlanmasında optimum sulama koşulu (Toprakta kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde, toprak neminin tarla kapasitesine çıkarılıncaya kadar sulanması) seçilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanında yedi noktadan profil boyunca alınan toprak örneklerinin fiziksel analizleri sonucunda belirlenen toprak taneciklerinin dağılım yüzdesi, bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri Tablo 2.'de verilmiştir. Tablo 2'den görülebileceği üzere, toplam 21 adet toprak örneğinde yapılan analiz sonuçlarına göre, araştırma alanının çoğunlukla killi-tın bünyeli topraklardan oluştuğu belirlenmiştir. Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlıkları 1.49 ile 1.76 gr/cm³ arasında değişmiştir. Tarla kapasitesi değerleri incelendiğinde, aynı profil içindeki katmanlar arasında önemli bir fark olmadığı görülmektedir. Sadece G profilinin sonuçları diğerlerinden farklıdır.

Tablo 2. Araştırma alanına ait toprakların bazı fiziksel özellikleri

Gözlem Noktası	Toprak Derinliği (cm)	Toprak Tekstürü (%)			Toprak Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Tarla kapasitesi (% Pv)	Solma Noktası (% Pv)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
		Kil	Silt	Kum					
A	0-30	40.73	23.85	35.42	killi tn	1.49	29.49	19.34	45.37
	30-60	43.64	24.30	32.06	killi tn	1.60	28.15	20.95	34.56
	60-90	45.94	22.22	31.84	kil	1.62	28.57	20.91	37.23
B	0-30	36.07	20.23	43.70	killi tn	1.54	26.33	16.90	43.56
	30-60	38.66	20.49	40.85	killi tn	1.62	27.45	18.36	44.18
	60-90	45.45	20.70	33.85	kil	1.69	31.50	22.72	44.51
C	0-30	38.29	20.30	41.41	killi tn	1.55	26.55	17.84	40.50
	30-60	38.55	20.43	41.02	killi tn	1.68	26.95	19.27	38.71
	60-90	45.35	20.65	34.00	kil	1.69	30.84	22.43	42.64
D	0-30	42.66	22.48	34.86	killi tn	1.62	28.92	19.80	44.32
	30-60	45.33	20.64	34.03	kil	1.75	31.65	22.37	48.72
	60-90	45.64	20.78	33.58	kil	1.76	32.87	23.22	50.95
E	0-30	42.88	20.49	36.63	killi tn	1.68	29.60	19.06	53.12
	30-60	43.05	20.58	36.37	killi tn	1.74	31.54	23.15	43.80
	60-90	45.58	18.62	35.80	kil	1.76	31.92	22.41	50.21
F	0-30	36.38	18.30	45.32	kum kil tn	1.53	25.41	16.80	39.52
	30-60	34.57	20.57	44.86	killi tn	1.54	28.52	19.29	42.64
	60-90	31.78	20.15	48.07	kum kil tn	1.59	23.60	13.98	45.89
G	0-30	25.45	15.93	58.62	kum kil tn	1.83	20.10	12.26	43.04
	30-60	21.18	11.73	67.09	kum kil tn	1.69	16.81	10.28	33.11
	60-90	16.91	13.65	69.44	kumlu tn	1.41	15.70	8.00	32.57

Araştırma alanında yedi farklı yerde yapılan infiltrasyon testleri sonucunda elde edilen eğrilerden yararlanarak $Z = K * t^a$ eşitliği logaritmik transformasyonla $Z = \ln K + a \ln t$ şekline getirilmiş ve doğrusal regresyon analizi uygulanarak toprakların infiltrasyon eşitlikleri belirlenmiştir. Tablo 3’de infiltrasyon eşitlikleri verilmiştir.

Tablo 3. İnfiltrasyon ölçümlerinden elde edilen eşitlikler

Gözlem Noktası	İnfiltrasyon hızı (cm/h)	Toplam infiltrasyon Derinliği (cm)
A	$I = 15.4 t^{-0.32}$	$D = 0.37 t^{0.68}$
B	$I = 27.5 t^{-0.35}$	$D = 0.70 t^{0.65}$
C	$I = 15.7 t^{-0.31}$	$D = 0.38 t^{0.69}$
D	$I = 20.1 t^{-0.12}$	$D = 0.38 t^{0.88}$
E	$I = 31.4 t^{-0.23}$	$D = 0.68 t^{0.77}$
F	$I = 32.6 t^{-0.26}$	$D = 0.74 t^{0.73}$
G	$I = 36.5 t^{-0.22}$	$D = 0.78 t^{0.78}$

CROPWAT paket programından yararlanılarak her bitki için ayrı ayrı düzenlenen sulama zamanının planlanmasına ilişkin sonuçlar, yetiştirilen bitkinin ekim ve hasat tarihleri, sulama zamanı ve aralıkları, her sulamada uygulanacak net ve toplam sulama suyu miktarları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Şekerpancarı, ayçiçeği, buğday ve mısır için sulama zamanı planlaması

Meteorolojik İstasyon : TEKİRDAĞ		Toprak : Killitın									
Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi : 145 mm/m		Tarla Su Uygulama Randımanı : % 80									
Sulama Seçeneği : Tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama (optimum sulama koşulu)											
Bitki Adı	Ekim Tarihi	Sulama No	Sulama Aralığı	Sulama Tarihi	Yetiştirme Devresi	Tüketilen Su Miktarı (TAM'm % si)	Uygul. Net Su Miktarı (mm)	Uygul. Bütüt Su Miktarı (mm)	Sürekli Akış (modül) (l/s/ha)	Net Sulama Suyu Miktarı (mm)	Toplam Sulama Suyu Miktarı (mm)
Şeker Pancarı	20 Mart	1	83	13 Haziran	C	70	98.2	122.8	0.17	302.8	378.5
		2	28	11 Temmuz	C	71	99.5	124.4	0.51		
		3	26	7 Ağustos	D	75	105.0	131.3	0.58		
		SON	34	11 Eylül	D	78					
Ayçiçeği	10 Nisan	1	66	16 Haziran	C	70	98.0	122.5	0.21	297.9	372.3
		2	26	12 Temmuz	C	71	98.6	123.2	0.55		
		3	24	6 Ağustos	D	73	101.2	126.5	0.61		
		SON	25	1 Eylül	D	60					
Buğday	10 Ekim	1	240	10 Haziran	D	79	110.0	137.5	0.07	110.0	137.5
		SON	26	6 Temmuz	D	41					
Mısır	10 Nisan	1	76	26 Haziran	C	71	99.6	124.4	0.19	205.7	257.1
		2	26	22 Temmuz	D	76	106.1	132.6	0.59		
		SON	26	16 Ağustos	D	68					

Bölgede daha önce yapılmış tarla çalışması (Yakan ve Kanburoğlu, 1991) dikkate alınarak oluşturulan girdilere göre, Tablo 4'de görüldüğü üzere optimum koşullarda şeker pancarının üç kez sulanması önerilmiş, toplam sulama suyu miktarı 378.5 mm ve net sulama suyu miktarı 302.8 mm olmuştur. Bölgede yapılan tarla çalışmasında şeker pancarının 4-6 kez sulanması önerilmiştir (Yakan ve Kanburoğlu, 1991). Yine benzer şekilde Ertaş (1984) Konya'da, Güngör (1984) Eskişehir'de ve Günbatılı (1989) Tokat'ta yaptıkları tarla çalışmalarında 2-3 hafta aralıklı olarak beş kez sulama yapılmasını önermişlerdir. Ancak bölgenin su kaynaklarının yetersiz olduğu dikkate alındığında, şeker pancarının üç en fazla dört kez sulanması yeterli olacaktır.

Tablo 4'de görülebileceği gibi, optimum koşullarda ayçiçeğinin 3 kez sulanması önerilmiş, toplam sulama suyu miktarı 312.3 mm, net sulama suyu miktarı 297.9 mm olarak bulunmuştur. Yakan ve Kanburoğlu (1989), Kırklareli'de ayçiçeğinin 5 kez sulanabileceğini ancak su yetersizliğinin bulunduğu yerlerde sadece çiçeklenme döneminde sulamanın yeterli olacağını ifade etmişlerdir. Yine Karaata (1991), Kırklareli'de ayçiçeğinin üç kez sulanmasını önermiştir. Yörede genellikle susuz yetiştirilen ayçiçeklerinin sulanması halinde, bu araştırma sonuçlarında elde edilen sulama zamanı planlamasında belirtildiği gibi üç kez sulanmalıdır.

Buğday Bölgenin hakim bitki çeşididir. Optimum koşullarda bir kez sulanması önerilmiş, toplam sulama suyu miktarı 137.5 mm ve net sulama suyu miktarı 110 mm olarak bulunmuştur (Tablo 4). Yakan ve Kanburoğlu (1992) da bölgede yaptıkları tarla çalışmalarında bir su önermişlerdir. Benzer şekilde Oylukan (1972) Eskişehir'de ve Günbatılı (1980) Tokat'ta benzer önerilerde bulunmuşlardır.

Mısır yörede son yıllarda tarımı artan bir bitkidir. Tablo 4'de görülebileceği gibi, optimum koşullarda mısırın 2 kez sulanması önerilmiştir. Toplam sulama suyu miktarı 257.1 mm ve net sulama suyu miktarı 205.7 mm bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Doorenbos ve Kassam (1979), Ayla (1989), Kanber ve ark. (1990), Uzunoglu (1991), Yıldırım (1993) ve Öğretir (1993) tarafından yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Farklı iklim ve toprak koşullarında değişik mısır çeşitleriyle yapılan bu deneme sonuçları, mısırın mevsimlik bitki su tüketiminin 373-964 mm arasında değiştiğini göstermiştir.

Kaynaklar

- 1 ALADEMİR D. Damla Yöntemiyle Sulanan Biber Bitkisinin A Sınıfı Buharlaştırma Kaplarından Yararlanarak Sulama Zamanının Planlanması, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1991.
- 2 ANONYMOUS. Manuel and Guidelines for Cropwat, FAO Irrigation and Drainage Paper, No:46, Rome, 1991

- 3 ANONYMOUS. Tekirdağ İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 1993.
- 4 ANONYMOUS. Tekirdağ İli Meteoroloji Rasat Verileri, Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü Aylık Rasat Bültenleri, Ankara,1981-1995.
- 5 AYL A Ç. Bolu Ovasında Yetiştirilen Mısırın Su Tüketimi, Köy Hiz. Ankara Arş. Ens. Müd. Yayın No: 180, Ankara, 1989.
- 6 DOORENBOS J, KASSAM AH. Yield Response to Water. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation and Drainage Paper, 33, Roma, 1979.
- 7 DOORENBOS J, PRUITT WO. Crop Water Requirement. FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 24, Rome, 1984.
- 8 ERTAŞ MR. Konya Ovası Koşullarında Sulama Suyu Miktarında Yapılan Kısıntının Şeker Pancarı Verimine Etkileri, Köy. Hiz. Gen. Müd. Konya Tarımsal Erş. Enst. Yayın No. 100, Konya, 1984.
- 9 GÜNBATILI F. Tokat Kazova Koşullarında Buğdayın Su Tüketimi, Köy Hiz. Toakt Arş. Enst. Yayın No: 45, Tokat, 1980.
- 10 GÜNBATILI F. Tokat Kazova Koşullarında Kısıtlı Su Uygulamasında Şeker Pancarının Su Verim İlişkisi, Köy Hiz. Toakt Arş. Enst. Yayın No: 95, Tokat, 1989.
- 11 GÜNGÖR H. Eskişehir Koşullarında Şeker Pancarının Kısıtlı Su Varlığında Sulama Zamanı ve Su Tüketimi, Böl. Toprak-Su Arşt. Enst. Yayın No. 179, Eskişehir,1984.
- 12 GÜNGÖR Y, ERÖZEL Z, YILDIRIM O. Sulama, Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1525, Ankara, 2002.
- 13 KANBER R, YAZAR A, EYLEM E. Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi, Köy Hiz. Tarsus Arş. Enst. Müd. Yayın No. 173, Tarsus, 1990.
- 14 KARATA H. Kırklareli Koşullarında Ayçiçeği Bitkisini Su-Üretim Fonksiyonları, Köy Hiz. Genel Müd. Atatürk Araştırma Enst. Yayın No: 28, Kırklareli, 1991.
- 15 OYLUKAN Ş. Buğdayın Su İhtiyacının Tespiti, Köy Hiz. Gen. Müd. Eskişehir Arş. Enst. Müd. yayın No. 95, Eskişehir, 1972.
- 16 ÖĞRETİR K. Eskişehir Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkileri, Köy. Hiz. Gen. Müd. Eskişehir Tarımsal Arş. Enst. Yayın No: 234, Eskişehir, 1993.
- 17 SMITH M. Climwat for Cropwat, FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 49, Rome, 1993.
- 18 SÖNMEZ K. Horton, Kostakov ve Philip İnfiltrasyon Eşitliklerinin Tarla Koşullarında Denenmesi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 242, Erzurum, 1980.
- 19 TÜZÜNER A. Toprak Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, Köy Hiz. Genel Müd. Yayınları, Ankara, 1990.
- 20 UZUNOĞLU S. Ankara Yöresinde Hibrit Mısırın Su Tüketimi, Toprak ve Gübre Arş. Enst. Müd. Yayın No. 172, Ankara, 1991.
- 21 YALÇIN E. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Bitkilerin Sulama Zamanlarının Planlanması, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1991.
- 22 YAKAN H, KANBUROĞLU S. Kırklareli Koşullarında Ayçiçeğinin Su Tüketimi, Köy Hiz. Genel Müd. Kırklareli Araştırma Enst. Yayın No: 14, Kırklareli, 1989.
- 23 YAKAN H, KANBUROĞLU S. Kırklareli Koşullarında Şeker Pancarı Su Tüketimi, Köy Hiz. Genel Müd. Atatürk Araştırma Enst. Yayın No: 27, Kırklareli, 1991.
- 24 YAKAN H, KANBUROĞLU S. Kırklareli Koşullarında Buğday Su Tüketimi, Köy Hiz. Genel Müd. Atatürk Araştırma Enst. Yayın No: 30, Kırklareli, 1992.
- 25 YILDIRIM YE. Ankara Koşullarında Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, Ankara, 1993.