

## Tekirdağ Koşullarında Ayçiçeğinin Su Tüketimi

Tolga ERDEM<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 12.01.2001

**Özet :** Tekirdağ koşullarında 1998 ve 2000 yılları arasında yürütülen bu çalışmada, yüzey sulama (kapalı kanallarda göllendirme) yöntemi ile sulanan ayçiçeği bitkisinin onar günlük periyotlar için ölçülen su tüketimi değerleri bazı referans bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri ile hesaplanan değerler ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta, ayçiçeği bitkisinin mevsimlik su tüketimi ortalama olarak 804,37 mm olarak ölçülmüştür. Ayrıca, deneme koşulları için ayçiçeği bitkisinin sulama zamanı planlamasında bitki su tüketimi tahmininde Penman yönteminin FAO modifikasyonunun daha sağlıklı sonuç verdiği belirlenmiş ve bu yöntemle ilişkin bitki katsayısı ( $k_c$ ) eğrisi hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*), bitki su tüketimi tahmin yöntemleri, bitki katsayısı

## Evapotranspiration of Sunflower for Tekirdağ Conditions

**Abstract:** In this study, sunflower were irrigated by furrow irrigation method between the years of 1998- 2000 in Tekirdag and the decade evapotranspiration were measured and compared with the values calculated by some estimating methods of evapotranspiration. As a result, evapotranspiration of sunflower were measured 804.37 mm. In addition, it was found that the most suitable method was FAO modification of Penman and the crop coefficient curve was prepared for this method.

**Key Words:** Sunflower (*Helianthus annuus L.*), estimating methods of evapotranspiration, crop coefficient

### Giriş

Ayçiçeği, insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan yağ gereksiniminin % 57'si gibi büyük bir kısmını karşılamaktadır. Ülkemizde ayçiçeği ekili alanların % 24'ü ve üretimin % 36'sının Tekirdağ koşullarında gerçekleştirildiği dikkate alınır, ayçiçeği tarımının bölgedeki önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Bölgede ayçiçeği bitkisi genellikle kuru koşullarda yetiştirilmesine rağmen, bitkinin suya hassas olduğu dönemlerde yapılacak sulamalar ile verimi önemli düzeyde artırmak olasıdır. Bu nedenle, ayçiçeği bitkisinin bölge koşullarında, ihtiyaç duyduğu su miktarının bilinmesi gerekmektedir. Ayçiçeğinin su tüketiminin belirlenmesi amacıyla dünyada ve ülkemizde yapılan bir çok çalışma sonucunda, bitki su tüketimi değerinin 200 ile 1000 mm arasında değişen geniş bir aralık içinde olduğu belirlenmiştir. Bu değişim aralığının, büyüme mevsimi uzunluğuna, iklim faktörlerine ve uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değiştiği ve bu değer Amerika ve Avrupa ülkelerinde 600 - 1000 mm, Asya ülkelerinde ise daha düşük olduğu saptanmıştır (Unger 1990). Ülkemizde yapılan çalışmalarda ise, ayçiçeğinin mevsimlik su tüketimi, Erzurum koşullarında 468 mm (Sevim 1984), Kırklareli koşullarında 845 mm (Yakan ve Kamburoğlu) ve 867 mm (Karaata 1991), Ankara koşullarında 787.45 mm (Ayla 1985) ve 837 mm (Kadayıfçı ve Yıldırım 1998), Tokat koşullarında 650 mm (Demirören 1978), Eskişehir koşullarında 600 mm (Oylukan ve Kuşaksızoğlu 1974) olarak ölçülmüştür.

Bitki su tüketimini doğrudan ölçme yöntemleri zaman alıcı ve pahalı olmaları nedeniyle, ancak ampirik eşitliklerin yöre koşullarına göre kalibrasyonu amacıyla

kullanılmaktadır. Gerek sulama projelerinde ortalama bitki su tüketiminin tahmininde gerekse sulama zamanının planlamasında, uygulamada yaygın olarak iklim verilerinden tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Sulama projelerinin ortalama bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan ampirik eşitlikler, genellikle uzun periyotlar için sağlıklı sonuçlar veren ve birkaç iklim elemanını kapsayan basit eşitliklerdir. Sulama zamanının planlanmasında dikkate alınan bitki su tüketimi tahminlerinde kullanılan ampirik eşitlikler ise günlük, haftalık ve en çok on günlük periyotlar için sağlıklı sonuçlar veren, genellikle çok sayıda iklim elemanını içeren nispeten karmaşık eşitliklerdir (Jensen 1974, Doorenbos ve Pruitt 1977, Burman ve ark. 1983).

İklim verilerine dayalı bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinin belli başlıları Jensen (1974), Doorenbos ve Pruitt (1977) ve Smith (1991)'de özetlenmiştir. Bu yöntemlerde izlenen yol, ilk önce belirli koşulları yansıtan çayır bitkileri veya yonca için referans ya da potansiyel ( $ET_0$ ,  $ET_p$ ) bitki su tüketimlerini tahmin etmek ve daha sonra bu değerleri bitki katsayısı ( $k_c$ ) ile düzelterek bitki su tüketimini ( $ET$ ) elde etmektir.

Bitki su tüketimi tahmin yöntemleri, geliştirildikleri bölgeden farklı iklim koşullarına sahip bölgelerde, yöresel korelasyonları yapılmadan kullanıldığında genellikle sağlıklı sonuçlar vermemektedirler. Bu nedenle, birçok araştırmacı, farklı bölgelerde kullanılacak tahmin yöntemlerini ortaya koyabilmek amacıyla çalışmalar yapmıştır. Güney Florida'da U.S. Whether Bureau yönteminin (Stephens ve Stewart 1963), Nevada'da Oliver yönteminin (Behnke ve Maxey 1969), Ohio'da

<sup>1</sup> Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü -Tekirdağ

mısır için radyasyon ölçümlerine dayalı yöntemlerin (Parmele ve Mc Gulnes 1974), Kuzey Tayland' da çeltik için Penman yönteminin (Christiansen 1968) ve İsrail' de yonca için Kap Buharlaşması yönteminin (Lomas ve Schesinger 1970) daha sağlıklı sonuçlar verdiği bulunmuştur. Türkiye' de yapılan araştırmalarda ise Çukurova koşullarında pamuk için aylık su tüketimlerinin tahmininde sırası ile Blaney- Criddle, Hargraves ve Penman yöntemlerinin (Tekinel ve Kanber 1981), Ankara koşullarında şeker pancarı için Jensen Haise, Penman (FAO) ve Kap buharlaşması (FAO) yöntemlerinin (Yıldırım 1982), ayçiçeği, patates, yonca, mısır, fasulye ve çilek için Penman (FAO) ve Kap Buharlaşması (FAO) yöntemlerinin (Hisarlı 1988, Akgün 1989) biber bitkisi için Penman (FAO) yönteminin (Orta 1997), ayçiçeği için Christiansen-Hargraves Kap Buharlaşması yöntemi ile Jensen - Haise yönteminin (Kadayıfçı ve Yıldırım 1998) elma ağaçları için Radyasyon FAO yönteminin (Köksal ve ark. 1999), Kırklareli koşullarında buğday için Penman FAO, şeker pancarı ve ayçiçeği için Penman FAO ve Blaney Criddle yöntemlerinin (Erdem 1996), Tekirdağ koşullarında mısır ile soğan için Jensen - Haise yönteminin ve elma ağaçları için Penman yönteminin FAO modifikasyonunun (Orta ve ark. 1997, Orta ve Şener 1999, Orta ve ark. 2000) daha sağlıklı sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Bu çalışmada, Tekirdağ koşullarında ayçiçeğinin bitki su tüketimi ile bu bitkinin sulama zamanı planlamasında kullanılabilecek su tüketimi tahmin yöntemleri belirlenmeye çalışılmıştır. Tarla deneme parsellerinde ölçülen bitki su tüketimi değerleriyle, Jensen (1974), Doorenbos ve Pruiitt (1977) ve Smith (1991)' de yer alan bazı bitki su tüketimi tahmin yöntemleriyle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta, yöre koşulları için ayçiçeği bitkisinin sulama zamanı planlamasında kullanılabilecek uygun bitki su tüketimi tahmin yöntemi ve bu yöntemle ilişkin bitki katsayıları ( $k_c$ ) belirlenmeye çalışılmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma, 1998 ve 2000 yılları arasında Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsünde yürütülmüştür. Deneme alanı 40°59' kuzey enlemi ve 27°29' doğu boylamı üzerinde yer almakta olup, denizden yüksekliği 5 m' dir. Yıllık ortalama sıcaklık 13.7°C, bağıl nem %75, rüzgar hızı 3.1 m/s, güneşlenme süresi 6.5 h ve yıllık ortalama yağış 579.7 mm' dir. Ortalama ilk don Kasım ayı başlangıcında, son don ise Mart ayı başlangıcında olmaktadır. Denemenin yürütüldüğü yıllara ilişkin ekim ve hasat tarihleri arasındaki bazı iklim elemanlarının on günlük ortalama değerleri Çizelge 1' de verilmiştir.

Araştırma alanı toprakları genellikle killi yada killi-tın bünyeye sahiptir. Tuzluluk, sodyumluluk ve taban suyu gibi problemler bulunmamaktadır. Sulama açısından önemli bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir.

Denemede parsellerinin sulanması için gerekli olan sulama suyu, kuyulardan pompa ile doldurulan depolama havuzundan alınmıştır. Su kalitesi Ayyıldız (1983)' de belirtilen esaslara göre T<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak belirlenmiştir.

Denemede, yöre koşullarına iyi adapte olmuş, hektolitre ağırlığı yüksek, iri tablalı, orta boylu ve oranbaşa dayanıklı Sanbro hibrit ayçiçeği tohumu kullanılmıştır.

Araştırmada, 1998 ve 1999 yıllarında 25, 2000 yılında 5 farklı sulama programı tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlı olarak uygulanmıştır. Ancak, bu çalışmada bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı deneme konusundan ölçülen su tüketimleri dikkate alınmıştır. Adı geçen deneme konusunda sulamalara, kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 50 'si tüketildiğinde başlanmış ve 90 cm toprak derinliğindeki nemi tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmıştır.

Deneme parselinin boyutları 3.50 x 3.00 m olmak üzere toplam 10.50 m<sup>2</sup> dir. Her bir deneme parselinde, sıra aralığı 0.70 m, sıra üzeri 0.30 m olmak üzere toplam 50 adet bitki bulunmaktadır. Deneme parselleri yüzey sulama (kapalı karıklarda göllendirme) yöntemi ile sulanmıştır. Parsel başlarına kadar 63 mm dış çaplı sert PE borularla iletilen sulama suyu, delikli karık sulama boruları ile parsellere verilmiş ve her bir karığın eşit miktarlarda su alması sağlanmıştır. Yanal sızmaları önlemek için blok aralarında 3 m, parsel aralarında ise 2 m boşluk bırakılmıştır.

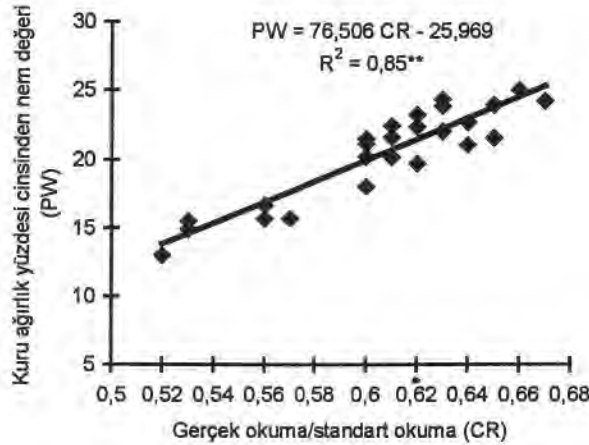
Toprak nemi, denemenin birinci yılında 0 -120 cm derinlikte herbir 30 cm'lik toprak katmanı için gravimetrik olarak belirlenmiştir. Denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında ise, toprak nemi nötronmetre aracı ile ölçülmüştür. Bu amaçla, nötron kaynağı olarak Berilyum 241 elementi içeren nötronmetre kullanılmıştır. Nem belirlemeleri için, her bir parselde, et kalınlığı 3.54 mm ve dış çapı 55 mm olan alüminyum tüpler çakılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce, arazi koşullarında aracın kalibrasyonu yapılmış ve herbir 30 cm' lik katman için denklemler elde edilmiştir (Evelt ve ark. 1993). Değişik katmanlar için hazırlanan bu kalibrasyon eğrileri Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre test edilerek homojen oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle, tüm katmanlara ilişkin kalibrasyon eğrileri ve eşitlikleri yerine tüm profili temsil eden bir eğri ve eşitlik kullanılmıştır (Şekil 1). Üst toprak katmanında söz konusu araç ile sağlıklı okumalar yapılamadığından, ilk 30 cm' lik derinlikte nem değişimi gravimetrik yöntemle izlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanında 1998-2000 yılları arasında ölçülen bazı iklim elemanları

Aylar	Periyot	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)	Ortalama rüzgar hızı (m/s)	Güneşlenme süresi (h/gün)	Buharlaşma miktarı (mm/gün)	Yağış miktarı (mm/periyot)
1998 yılı							
Mayıs	4-10	17.1	72.4	2.36	5.57	3.89	11.9
	11-20	15.0	80.6	1.43	2.91	1.71	42.3
	21-31	18.0	80.2	2.04	3.64	2.30	13.0
Haziran	1-10	21.0	79.1	0.88	8.49	3.61	16.9
	11-20	22.6	67.5	1.62	10.31	4.71	2.3
	21-31	23.4	73.7	1.48	9.37	5.68	1.0
Temmuz	1-10	22.3	74.9	1.52	8.61	5.20	47.1
	11-20	23.7	70.6	1.78	11.22	5.57	-
	21-31	26.6	69.3	1.67	9.10	7.16	-
Ağustos	1-10	27.4	71.0	2.05	10.64	7.05	-
	11-20	24.1	67.9	1.92	10.27	6.24	-
	21-31	23.8	75.9	1.65	9.19	5.32	-
1999 yılı							
Haziran	8-10	23.2	68.0	1.70	10.20	5.20	-
	11-20	23.3	77.1	1.73	9.72	4.68	4.1
	21-31	22.6	75.5	1.41	8.08	4.56	4.1
Temmuz	1-10	25.7	74.6	1.34	10.50	5.35	-
	11-20	25.0	70.2	2.26	11.09	6.53	-
	21-31	25.5	77.5	1.78	9.44	5.72	4.5
Ağustos	1-10	25.1	78.9	1.52	10.35	5.24	-
	11-20	26.3	79.1	1.78	10.48	5.22	-
	21-31	22.9	73.8	1.95	8.52	4.71	4.3
Eylül	1-10	21.4	79.8	1.38	6.30	3.17	32.9
	11-21	20.3	77.8	1.25	7.82	3.55	-
2000 yılı							
Mayıs	17-20	17.4	78.6	1.15	11.1	4.28	-
	21-31	21.2	87.9	1.44	10.3	3.79	34.70
Haziran	1-10	20.3	75.6	1.66	9.9	4.37	11.20
	11-20	20.3	68.0	2.02	9.7	5.76	0.60
	21-30	22.2	73.0	1.37	10.4	5.62	-
Temmuz	1-10	24.7	67.2	1.30	11.5	6.19	-
	11-20	23.8	68.9	1.94	11.3	7.00	-
	21-31	27.6	77.0	1.87	10.7	6.68	-
Ağustos	1-10	24.1	76.0	2.23	10.3	6.24	5.2
	11-20	25.2	69.3	2.30	9.0	6.33	9.9
	21-31	26.5	76.9	2.16	10.2	6.67	3.0
Eylül	1-11	21.4	78.4	1.94	9.3	4.88	9.2

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Yıllar	Profil derinliği cm	Bünye sınıfı	Hacim ağırlığı g/cm <sup>3</sup>	Tarla kapasitesi		Solma noktası		Kullanılabilir su tutma kapasitesi	
				%	mm	%	mm	%	mm
1998	0-30	C	1.48	27.13	120.46	17.92	79.56	9.21	40.90
	30-60	C	1.51	27.57	124.89	18.10	81.99	9.47	42.90
	60-90	C	1.55	27.10	126.02	20.01	83.05	7.09	32.97
	90-120	C	1.58	27.90	132.25	21.02	99.64	6.88	32.61
	0-90						371.37		116.77
	0-120					503.62	254.60		149.38
1999	0-30	C	1.60	27.07	129.94	16.34	78.43	10.73	51.51
	30-60	C	1.64	24.17	118.92	15.31	75.33	8.86	43.59
	60-90	C	1.58	23.62	111.96	15.97	75.70	7.65	36.26
	90-120	C	1.61	23.90	115.44	13.76	66.46	10.14	48.98
	0-90						360.82		131.36
2000	0-120					476.26	229.46		180.34
							295.92		



Şekil 1. Nötronmetre aracının kalibrasyon eğrisi ve eşitliği

Araştırma alanı topraklarında, kısa periyotlu bitki su tüketimi değerlerini elde etmek amacıyla, deneme süresince, her ayın yaklaşık 10, 20, 30 yada 31. gününe denk gelecek biçimde ve mutlaka sulama uygulamaları öncesinde olmak üzere mevcut nem belirlenmiştir. Sulama yapılacak gün ve uygulanacak sulama suyu miktarını belirleyebilmek için ara günlerde de nem ölçmeleri yapılmıştır. Etkili kök bölgesi altında oluşabilecek sızmaları izleyebilmek amacıyla, su tüketimi ölçmeleri 120 cm toprak derinliğinde yapılmıştır. Bu değerlerden yararlanarak, bitki su tüketimi, su dengesi esasına göre;

$$ET = d_1 + P + I - d_2$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte;

ET : Bitki su tüketimi, mm,  
 $d_1$  : Periyot başlangıcındaki toprak nemi, mm/120 cm,  
 P : Periyot boyunca düşen yağış, mm,  
 I : Periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı, mm ve  
 $d_2$  : Periyot sonundaki toprak nemi, mm/120 cm dir.

On günlük periyotlar için ölçülen bitki su tüketimleri, Çizelge 1' deki iklim elemanlarından yararlanılarak bazı bitki su tüketimi tahmin yöntemleri ile hesaplanan referans yada potansiyel bitki su tüketimleri ile karşılaştırılmıştır. Bu yöntemler; Penman yönteminin FAO modifikasyonu (P-FAO), Kap buharlaşması yönteminin FAO modifikasyonu (A-FAO), Kap buharlaşması yönteminin Christiansen-Hargreaves modifikasyonu (A-CH), Jensen-Haise yöntemi (J-H) ve Penman- Monteith (P-M) yöntemleridir (Jensen 1974, Doorenbos ve Pruitt 1977, Smith 1991). Ayrıca, bu yöntemlere ilişkin referans bitki su tüketimi değerlerinin hesaplanmasında CROPWAT ve IRSIS adlı bilgisayar programları kullanılmıştır.

Ölçülen bitki su tüketimi ile tahmin edilen referans ya da potansiyel bitki su tüketimi değerleri arasındaki

karşılaştırmada aşağıdaki parametreler dikkate alınmıştır.

1. Ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimi arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı (r),
2. Tahmin yöntemleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimi değerlerinin elde edildiği eşitliğin gerçek bitki su tüketimi değerini mevsimlik karşılama yüzdesi (%ET),
3. Hata kareler ortalaması (RMS)' dir. Bu değer aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$RMS = \left[ \frac{\sum D^2}{n} \right]^{0.5}$$

Eşitlikte;

$\sum D^2$  : Ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile tahmin edilen referans bitki su tüketimi arasındaki farkların kareler toplamı ve  
 n : Gözlem sayısıdır.

Değerlendirmede; en düşük hata kareler ortalaması (RMS), en yüksek korelasyon katsayısı (r) ve 100' e en yakın mevsimlik karşılama yüzdesine sahip yöntemin en sağlıklı tahmini verdiği yaklaşımı yapılmış ve bu yöntemle ilişkin bitki katsayısı eğrisi hazırlanmıştır (Orta 1997).

### Bulgular ve Tartışma

Denemenin yürütüldüğü 1998 ve 2000 yılları arasında ölçülen bitki su tüketimi değerleri ve farklı yöntemlerle tahmin edilen referans bitki su tüketimi değerleri Çizelge 3' de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi, ölçülen bitki su tüketimi değerleri denemenin ilk yılında 3.2 - 10.6 mm /gün, ikinci yılında 3.0 -10.8 mm/gün ve üçüncü yılında 2.5 - 11.8 mm/gün arasında değişmiştir. Ayrıca, en yüksek bitki su tüketimi değerleri,

bitkinin çiçeklenme periyodu boyunca ölçülmüştür. Denemenin ilk yılında uygulanan sulama suyu miktarı 554.79 mm ve ölçülen su tüketimi değeri 798.84 mm, ikinci yılında sözkonusu değerler sırasıyla 560.42 ve 762.14 mm ve üçüncü yılında ise 689.69 ve 852.13. mm olmuştur. Elde edilen bu değerler incelendiğinde, ilk iki yıl değerlerinin birbirlerine yakın olduğu gözlenirken, üçüncü yıl değerlerinin biraz daha farklı olduğu görülebilir. Bu farklılık, yıllar arasındaki iklim koşulları, bitkinin ekim tarihi ve büyüme periyodu uzunluğunda ki değişimler ile açıklanabilir. Ayrıca, elde edilen mevsimlik su tüketimi değeri, ülkemiz ve özellikle Trakya koşullarında elde edilen değerler ile paralellik göstermektedir. Çizelgede yer alan bitki su tüketimi hesaplarında, ayçiçeğinin etkili kök derinliği 90 cm olmasına rağmen, derine sızan suyu değerlendirilebilmesi için 120 cm derinliğindeki nem değişiklikleri de dikkate alınmıştır (Doorenbos ve Kassam 1979, Kadayıfçı 1996)..

Uygun bitki su tüketimi tahmin yöntemini saptamak amacıyla dikkate alınan parametrelere ilişkin sonuçlar Çizelge 4' de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği gibi hata kareler ortalaması 2.84 ile en küçük, hesaplanan referens

bitki su tüketimi değerinin gerçek bitki su tüketimini karşılama yüzdesi % 81 ile % 100' e en yakın yöntem Penman yönteminin FAO modifikasyonudur. Ayrıca, bu yöntemde elde edilen bitki su tüketimi (ET) ile tahmin edilen referens bitki su tüketimi (ET<sub>o</sub>) arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı 0.61 dir. Bu sonuçlara göre, Tekirdağ koşullarında ayçiçeği bitkisinin sulama zamanının planlamasında kısa dönemli bitki su tüketimi tahmininde Penman yönteminin FAO modifikasyonunun kullanılması önerilebilir.

Bunun yanında, araştırma sonunda elde edilen  $k_c$  bitki katsayıları ile Doorenbos ve Pruitt(1977)'de Penman yönteminin FAO modifikasyonu için önerilen  $k_c$  katsayıları Çizelge 5'de verilmiştir. Bu değerler arasında yapılan t testi sonucunda, aradaki farklılık denemenin ilk iki yılında  $p < 0.01$  düzeyinde önemli olarak elde edilirken, üçüncü yılda ise önemsiz olarak bulunmuştur. Bu nedenle Penman yönteminin FAO modifikasyonu kullanıldığında, Tekirdağ koşullarında ayçiçeği bitkisi için gözönüne alınabilecek, Çizelge 5' de verilen bitki büyüme oranına (p) göre hazırlanan  $k_c$  bitki katsayısı eğrisi, bu eğriye ilişkin eşitlik ve korelasyon katsayısı Şekil 2' de verilmiştir

Çizelge 3. Ölçülen bitki su tüketimi ve farklı yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi değerleri (mm/gün)

Yıl	Periyot	Ölçülen bitki su tüketimi (mm/gün)	Farklı yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi (mm/gün)				
			J-H	P-M	A-FAO	A-CH	P-FAO
1998	4-10/5	5.3	2.5	3.4	2.6	2.7	4.2
	11-20/5	4.3	1.8	2.5	1.3	1.3	3.0
	21-31/5	4.3	2.2	2.8	1.6	1.7	3.7
	1-10/6	3.2	3.8	4.1	2.8	3.1	5.1
	11-20/6	4.8	4.5	4.9	3.2	3.6	6.5
	21-30/6	7.1	4.4	4.6	4.4	4.5	6.1
	1-10/7	8.5	3.9	4.2	4.1	4.1	5.6
	11-20/7	10.6	4.8	5.1	4.3	4.4	6.8
	21-31/7	8.8	4.7	4.9	4.9	5.6	6.4
	1-10/8	9.3	4.9	5.0	4.8	5.5	7.1
	11-20/8	9.1	4.3	4.7	4.2	4.8	6.1
	21-31/8	5.0	4.0	4.2	4.1	4.3	5.2
<b>Toplam</b>		<b>798.84</b>					
1999	8-10/6	3.0	4.6	4.8	3.5	4.0	6.5
	11-20/6	3.1	4.4	4.5	3.7	3.7	6.2
	21-30/6	4.1	3.9	4.2	3.6	3.6	5.4
	1-10/7	6.2	4.9	4.9	4.2	4.4	6.6
	11-20/7	10.2	5.0	5.3	4.4	4.9	7.2
	21-31/7	10.3	4.6	4.7	4.5	4.6	6.2
	1-10/8	10.8	4.5	4.4	4.1	4.4	6.0
	11-20/8	10.2	4.7	4.6	4.1	4.3	6.2
	21-31/8	8.6	3.7	4.1	3.7	3.6	5.1
	1-10/9	6.0	2.6	2.9	2.5	2.6	3.8
	11-21/9	3.9	2.8	3.0	2.8	2.9	3.7
<b>Toplam</b>		<b>762.14</b>					
2000	17-20/5	2.5	3.9	3.9	3.3	3.4	5.3
	21-31/5	2.5	4.4	3.9	2.9	3.1	5.8
	1-10/6	4.0	4.3	4.4	3.4	3.2	5.8
	11-20/6	6.2	4.3	4.6	3.9	3.9	6.1
	21-30/6	9.7	4.9	4.6	4.3	4.1	6.2
	1-10/7	9.9	5.4	5.1	4.1	4.4	6.9
	11-20/7	11.8	5.2	5.1	4.7	4.8	6.9
	21-31/7	11.5	5.8	5.2	5.1	4.6	6.9
	1-10/8	11.8	4.8	4.6	4.2	4.3	6.2
	11-20/8	7.1	4.6	4.8	3.9	4.1	5.9
	21-31/8	5.0	4.7	4.8	4.5	4.5	5.9
1-11/9	2.5	3.5	3.4	3.8	3.6	4.5	
<b>Toplam</b>		<b>852.13</b>					

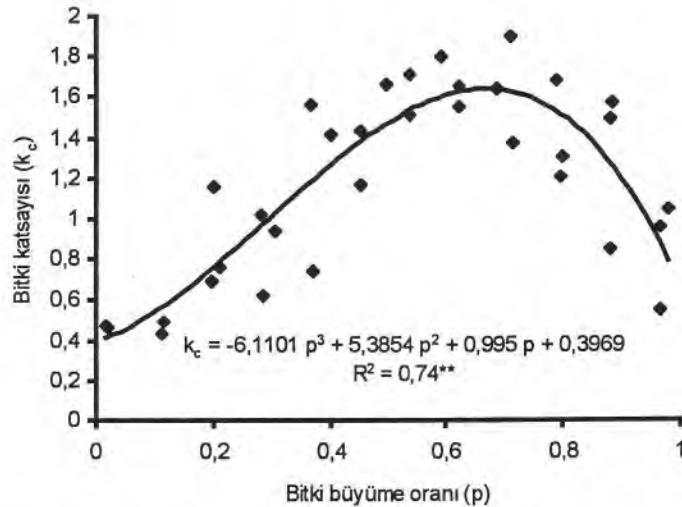
Çizelge 4. Uygun bitki su tüketimi tahmin yönteminin belirlenmesinde göz önüne alınan kriterler

Bitki su tüketimi tahmin yöntemi	Hata kareler ortalaması (RMS)	(ET) ile (ET <sub>o</sub> ) arasındaki regresyon denklemleri ve korelasyon katsayısı	Mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi
J-H	3.77	ET = - 0.0819 ET <sub>o</sub> <sup>3</sup> +1.9564 ET <sub>o</sub> <sup>2</sup> -9.138 ET <sub>o</sub> +16.011 r=0.65	60
P-M	3.71	ET = -0.1186 ET <sub>o</sub> <sup>3</sup> +2.9814 ET <sub>o</sub> <sup>2</sup> -15.536 ET <sub>o</sub> -27.370 r=0.63	62
A-FAO	4.05	ET = -0.3162 ET <sub>o</sub> <sup>3</sup> +4.1056 ET <sub>o</sub> <sup>2</sup> -13.781 ET <sub>o</sub> +16.873 r=0.74	54
A-CH	3.93	ET = -0.5552 ET <sub>o</sub> <sup>3</sup> +6.3450 ET <sub>o</sub> <sup>2</sup> -20.403 ET <sub>o</sub> +22.665 r=0.72	55
P-FAO	2.84	ET = -0.0037 ET <sub>o</sub> <sup>3</sup> +0.7073 ET <sub>o</sub> <sup>2</sup> -5.4898 ET <sub>o</sub> +15.077 r=0.61	81

Çizelge 5. Penman yönteminin FAO modifikasyonu için elde edilen bitki katsayısı (k<sub>c</sub>) değerleri

1998 yılı				1999 yılı				2000 yılı			
Periyot	Bitki büyüme oranı (p)	Araştırma sonucu k <sub>c</sub>	FAO 24 'te önerilen k <sub>c</sub>	Periyot	Bitki büyüme oranı (p)	Araştırma sonucu k <sub>c</sub>	FAO 24 'te önerilen k <sub>c</sub>	Periyot	Bitki büyüme oranı (p)	Araştırma sonucu k <sub>c</sub>	FAO 24 'te önerilen k <sub>c</sub>
4-10/5	0.03	1.26	0.60	8-10/6	0.02	0.46	0.60	17-20/5	0.02	0.48	0.62
11-20/5	0.12	1.43	0.60	11-20/6	0.11	0.50	0.60	21-31/5	0.11	0.43	0.62
21-31/5	0.20	1.16	0.62	21-30/6	0.21	0.76	0.62	1-10/6	0.20	0.69	0.64
1-10/6	0.29	0.63	0.73	1-10/7	0.30	0.94	0.73	11-20/6	0.28	1.02	0.73
11-20/6	0.37	0.74	0.88	11-20/7	0.40	1.42	0.90	21-30/6	0.37	1.56	0.87
21-30/6	0.45	1.16	1.03	21-31/7	0.50	1.66	1.05	1-10/7	0.45	1.43	1.00
1-10/7	0.54	1.52	1.10	1-10/8	0.59	1.80	1.10	11-20/7	0.54	1.71	1.09
11-20/7	0.62	1.56	1.10	11-20/8	0.69	1.65	1.10	21-31/7	0.62	1.66	1.10
21-31/7	0.71	1.38	1.10	21-31/8	0.79	1.69	1.10	1-10/8	0.71	1.90	1.10
1-10/8	0.80	1.31	1.10	1-10/9	0.83	1.58	0.94	11-20/8	0.79	1.21	0.97
11-20/8	0.88	1.49	0.94	11-21/9	0.98	1.05	0.59	21-31/8	0.88	0.85	0.90
21-31/8	0.97	0.96	0.62					1-11/9	0.97	0.56	0.62
t değeri			3.21**				2.29**				1.67

\*\* : p &lt; 0.01

Şekil 2. Ayçiçeği bitkisinin Penman yönteminin FAO modifikasyonu için k<sub>c</sub> bitki katsayısı eğrisi

## Kaynaklar

- Akgün, M. 1989. Ankara Koşullarında Kısa Periyotlu Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, Ankara. 102 s.
- Ayla, Ç. 1985. Ankara Koşullarında Ayçiçeği, Patates, Yonca ve Mısır Bitkilerinde Tartılı Lizimetre ile Saptanan Gerçek Su Tüketiminin Potansiyel Evapotranspirasyon Değerleri ile Karşılaştırılması. Köy Hizm. Genel Müd. Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 126, Ankara.
- Ayyıldız, M. 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları No:879, Ankara, 282s.
- Behnke, J. and G. B. Maxey. 1969. An empirical method for estimating monthly potential evapotranspiration in Nevada. Jour. Hydrology, 8(4), 418-430
- Burman, R. D., P. R. Nixon, J. L. Wright and W. O. Pruitt. 1983. Water Requirements Design and Operation of Farm Irrigation Systems. Editör: Jensen, M.E., ASCE, St Joseph, Michigan. 829 p.
- Christiansen, J. E. 1968. Evaporation and evapotranspiration from climatic data. Jour. Irrig. Drain Div., 94 (2): 243-265.
- Demirören, T. 1978. Tokat'ta Ayçiçeği Su Tüketiminin Saptanması. Tokat Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 15, Tokat.
- Doorenbos, J. and W. O. Pruitt. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 24, Rome, Italy. 156 p.
- Doorenbos, J. and A. H. Kassam. 1979. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 33, Rome, Italy. 193 p.
- Erdem, Y. 1996. Kırklareli Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitliklerinin Karşılaştırılması. Trakya. Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi Edirne, 61s.
- Evelt, S. R., T. A. Howell, J. L. Steiner and J. L. Cresap. 1993. Management of Irrigation and Drainage Systems. Sponsored by the Irrigation Drainage Div./ASCE, Part City, Utah.
- Hisarlı, S. 1988. Ankara Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Jensen, M. E. 1974. Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements, ASCE, New York, USA. 215 p.
- Kadayıfçı, A. 1996. Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkileri. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi, Ankara.
- Kadayıfçı, A. ve O. Yıldırım. 1998. Ankara koşullarında ayçiçeğinin su tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi 4 (3), Ankara, 11-14.
- Karata, H. 1991. Kırklareli Koşullarında Ayçiçeği Bitkisinin Su - Üretim Fonksiyonları. Köy Hizm. Genel Müd. Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 28, Kırklareli, 92 s.
- Köksal, A., İ., O. Yıldırım, H. Dumanoğlu, A. Kadayıfçı ve N. Güneş. 1999. Farklı Sulama yöntemlerinde elma ağaçlarının su tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi, Ankara.
- Lomas, J. and G. Schlesinger. 1970. Actual and Potential Evapotranspiration from Lucern. Israel Meteorology Service 2/70, Bet Dagan. Israel, 21p.
- Orta, A. H. 1997. Ankara koşullarında biberin su tüketimi. Tr. Jour. of Agriculture and Forestry. 21 Ankara, 513-517.
- Orta, A. H., A. İstanbulluoğlu ve S. Albuğ. 1997. Tekirdağ koşullarında mısırın su tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi. 3 (2), Ankara. 38-43
- Orta, A. H., ve M. Şener. 1999. Tekirdağ koşullarında soğanın su tüketimi. VII. Kültürteknik Kongresi, Kapadokya. 154-161.
- Orta, A. H. A. N. Yüksel ve T.Erdem. 2000. Tekirdağ koşullarında farklı sulama yöntemleri altında elma ağaçlarının su tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi 6 (3), Ankara. 109-115.
- Oylukan, Ş. ve N. Kuşaksızoğlu. 1974. Orta Anadolu'da Ayçiçeğinin Su Tüketimi. Eskişehir Bölge TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 115, Ankara.
- Parmele, L. H. Mc Guinness, J. L. 1974. Comparison of measured and estimated daily potential evapotranspiration in a humid region. Jour Hydrology. 22(3/4), 239-251.
- Sevim, Z. 1984. Erzurum Koşullarında Ayçiçeğinin Su Tüketimi. TOPRAKSU Erzurum Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 5, Erzurum, 52 s.
- Smith, M., 1991. Manual and Guidelines for Cropwat. - FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 46, Rome, Italy. 193 p.
- Stephens, J. C. and E. H. Stewart. 1963. A comparison of procedures for computing evaporation and evapotranspiration. Sci. Hydrology, 62: 123-133.
- Tekineli, O ve R. Kanber, 1981. Çukurova koşullarında pamuk su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan bazı yöntemlerin kıyaslanması üzerinde bir araştırma. TOPRAKSU, 56; 1-13.
- Unger, P. W. 1990. Sunflower. Irrigation of Agricultural Crops, Agronomy Monograph No : 30, USA.
- Yakan, H. ve S. Kamburoğlu, 1989. Kırklareli Koşullarında Ayçiçeğinin Su Tüketimi. Köy Hizm. Genel Müd. Atatürk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 14, Kırklareli, 45 s.
- Yıldırım, O. 1982. Ankara koşullarında şeker pancarının su verim ilişkileri ve su tüketimi. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yılı 41(1-2): 23-31.
- Yurtsever, N. 1982. Deneysel İstatistik Metotları. Köy. Hizm. Gen. Müd. Yayınları No: 121, Ankara. 623 s.