

Ankara Koşullarında Ayçiçeğinin Su Tüketimi

Abdullah KADAYIFÇI¹Osman YILDIRIM¹

Geliş Tarihi: 20.04.1998

Özet: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 1994 ve 1995 yıllarında yapılan bu çalışmada, ayçiçeğinin bitki su tüketimleri ölçülmüş ve bazı tahmin yöntemleri ile hesaplanan değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçta, deneme koşulları için ayçiçeği bitkisinde sulama zamanı planlanmasında bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek en sağlıklı yöntemlerin Christiansen-Hargreaves kap buharlaşması yöntemi ile Jensen-Haise yöntemi olduğu saptanmıştır.

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

Evapotranspiration of Sunflower for Ankara Conditions

Abstract: In this study, the evapotranspirations of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the Experiment Farm of the Agricultural Faculty, University of Ankara, were measured during the years of 1994 and 1995, and the measured values were compared with the values calculated by some estimating methods of evapotranspiration. As a result, the most reliable estimation methods of evapotranspiration which could be used for irrigation scheduling of sunflower were found as Christiansen-Hargreaves pan evaporation and Jensen-Haise methods.

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

Giriş

Bitki yapraklarından olan terleme ve toprak yüzeyinden olan buharlaşmanın toplamı biçiminde tanımlanan bitki su tüketimi, arazide doğrudan ölçülebildiği gibi, iklim verilerinden yararlanarak geliştirilen bazı yöntemlerle tahmin edilebilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri, genellikle zaman alıcı ve pahalı olduğundan, iklim verilerinden tahmin yöntemlerinin yöre koşullarına göre kalibrasyonu amacıyla kullanılmaktadır. Gerek sulama projelerinde, proje alanı sulama suyu ihtiyacının tahmininde gerekse sulama zamanının planlanmasında, uygulamada yaygın biçimde iklim verilerinden tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Proje alanı ortalama sulama suyu ihtiyacının tahmininde kullanılan amprik eşitlikler, genellikle uzun periyotlar için sağlıklı sonuç veren ve birkaç iklim elemanını kapsayan basit eşitliklerdir. Sulama zamanının planlanmasında kullanılan amprik eşitlikler ise, günlük, haftalık yada on günlük periyotlar için sağlıklı sonuç veren ve genellikle çok sayıda iklim elemanını içeren nispeten daha karmaşık eşitliklerdir (Jensen 1974, Jensen vd. 1990).

Birçok araştırmacı tarafından geliştirilen kısa ve uzun periyotlu bitki su tüketimi eşitlikleri Jensen (1974) ile Doorenbos ve Pruitt (1977) te özetlenmiştir. Bu yöntemlerin çoğunda, önce referans yada potansiyel bitki

su tüketimi hesaplanmakta, elde edilen değer bitki katsayısı (K_c) ile düzeltilerek bitki su tüketimleri bulunmaktadır.

Bitki su tüketimi tahmin yöntemleri, geliştirildikleri bölgeden farklı iklim koşullarına sahip bölgelerde, yöresel kalibrasyonları yapılmamışsa, genellikle sağlıklı sonuç vermemektedirler (Christiansen 1968, Jensen vd 1990). Hatta, aynı bölgede bitki cinsi değiştiğinde yararlanılacak yöntem de farklı olabilmektedir. Bu nedenle birçok araştırmacı, hangi bölgelerde hangi tahmin yönteminin kullanılabileceğini ortaya koymak amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Örneğin, Güney Florida'da U.S. Weather Bureau yönteminin (Stephens ve Stewart 1963), Nevada'da Oliver yönteminin (Behnke ve Maxey 1969), Ohio'da mısır için radyasyon ölçümlerine dayalı yöntemlerin (Parmele ve McGuinness 1974), Kuzey Tayland'da çeltik için Penman yönteminin (Christiansen 1968) ve İsrail'de yonca için Kap Buharlaşması yönteminin (Lomas ve Schlesinger 1970) daha sağlıklı sonuçlar verdiği bulunmuştur. Türkiye'de yapılan bazı araştırmalarda ise, Ankara koşullarında şeker pancarı için Jensen-Haise, Penman (FAO) ve Kap Buharlaşması (FAO) yöntemlerinin (Yıldırım 1992), ayçiçeği, patates, yonca, mısır, fasulye ve çilek için Penman (FAO) ve Kap

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Ankara

Buharlaşması (FAO) yöntemlerinin (Hisarlı 1988, Akgün 1989), biber için Penman (FAO) yönteminin (Orta 1997) ve taze fasulye için de Kap Buharlaşması (FAO) yönteminin (Yıldırım 1994) daha sağlıklı sonuç verdiği saptanmıştır.

Bu çalışmada, Ankara koşullarında ayçiçeğinin su tüketimi ile bu bitkinin sulama zamanının planlanmasında kullanılabilecek bitki su tüketimi tahmin yöntemleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Denemeler, 1994 ve 1995 yıllarında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yapılmıştır. Çiftliğin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1050 m, enlem derecesi 39°36' ve boylam derecesi 32°40' dir. Yörede, uzun yıllar ortalaması, yıllık sıcaklık 9.5 °C, bağıl nem % 65.2, rüzgar hızının 2 m yükseklikteki eşdeğeri 2.1 m/s, güneşlenme süresi 7.1 h/gün ve yıllık toplam yağış 385.3 mm dir (Yalçın 1991).

Denemenin yürütüldüğü yıllara ilişkin Mayıs-Eylül ayları arasındaki bazı iklim elemanlarının on günlük ortalama değerleri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çiftlik toprakları genellikle derindir ve kil yada killi-tın bünye sınıfına sahiptir. Araştırmanın yapıldığı kesimlerde taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk gibi bitkilerin normal gelişmesini sınırlandıran sorunlar bulunmamaktadır. Denemelerin yapıldığı alanlara ilişkin toprakların sulama

yönünden önemli bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2 de görülmektedir.

Deneme parselleri, alanın tamamı ıslatılacak biçimde (damlatıcı ve lateral aralığı 0.60 m) damla yöntemi ile sulanmış, gerekli sulama suyu çiftlikte kurulu basınçlı boru ağı üzerindeki hidrantlardan alınmıştır. Deneme parselleri içerisinde uniform bir su dağılımı sağlamak için lateral üzerine geçik (on-line) tipte basınç düzenleyicili (self-regulated) damlatıcılar kullanılmış, damlatıcıların tıkanmaması için de kontrol birimi, sırasıyla, hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı, gübre tankı ve elek filtreden oluşturulmuştur.

Her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmış ve sulama aralığı 7 gün olarak alınmıştır.

Denemede farklı sulama programları tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlı olarak uygulanmıştır. Ancak, bu çalışmada, bitki gelişimi, tane ve yağ verimi açısından bitki su ihtiyacının büyüme mevsimi boyunca tam olarak karşılandığı A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının % 100 ü (tamamı) kadar sulama suyunun uygulandığı sulama programından ölçülen su tüketimleri değerlendirilmeye alınmıştır.

Denemede, orabaşa dayanıklı, ince kabuklu, yağlık, küçük-orta çapta ve orta boyda gelişme gösteren EKİZ 1 ayçiçeği çeşidi tohumluk olarak kullanılmıştır (Ülker ve Bayraktar 1985).

Çizelge 1. Deneme alanına ilişkin 1994 ve 1995 yıllarına ait bazı iklim elemanlarının on günlük ortalamaları

Yıllar	İklim elemanları	Aylar															
		Mayıs			Haziran			Temmuz			Ağustos			Eylül			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1994	Yağış (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ort. sıcaklık (°C)	9.0	14.3	19.7	16.7	18.6	19.0	22.5	21.8	21.4	20.4	23.1	20.5	20.2	24.0	18.8	
	Mak. sıcaklık (°C)	14.3	20.0	26.9	23.2	25.3	26.4	29.7	28.3	28.1	26.8	30.3	27.4	27.6	31.2	26.1	
	Min. sıcaklık (°C)	4.0	7.0	12.3	9.2	10.2	10.3	14.5	14.6	14.0	13.5	16.0	13.2	13.0	16.0	12.5	
	Ort. bağıl nem (%)	75.5	70.7	67.5	69.4	62.1	60.8	59.0	62.8	61.8	62.4	59.6	63.8	64.9	59.7	69.4	
	Mak. bağıl nem (%)	83.7	81.5	76.4	77.1	72.7	69.4	68.2	69.5	76.1	70.2	67.9	74.7	73.4	70.9	76.5	
	Min. bağıl nem (%)	66.3	61.5	66.5	66.3	57.9	57.0	52.1	55.6	60.5	53.8	51.4	51.1	55.4	49.1	61.7	
	Rüzgar hızı (m/s, 2 m)	2.7	2.3	2.0	2.7	2.4	1.8	1.8	2.3	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	
	Güneşlenme süresi (h)	6.2	8.9	12.3	12.2	12.3	12.5	12.5	10.0	11.5	10.5	11.6	11.0	11.0	9.4	8.6	
Ort. buharlaşma (mm/gün)	3.1	5.0	7.6	7.4	6.8	9.2	9.7	8.1	8.3	7.4	8.7	7.0	7.2	8.1	5.4		
1995	Yağış (mm)	-	-	6.7	10.7	-	-	-	48.5	6.0	2.0	-	-	-	-	-	-
	Ort. sıcaklık (°C)	8.8	15.8	20.0	18.0	21.0	20.9	19.1	19.3	19.4	22.9	21.1	20.4	19.1	18.2	14.9	
	Mak. sıcaklık (°C)	13.7	21.5	27.1	24.6	28.1	27.1	25.6	25.4	25.7	29.8	28.7	27.9	26.2	25.2	21.3	
	Min. sıcaklık (°C)	4.2	8.6	12.3	11.9	13.7	13.3	12.4	13.3	12.7	15.4	13.9	13.6	12.3	11.6	8.4	
	Ort. bağıl nem (%)	76.2	66.4	69.7	71.4	68.0	67.8	77.2	71.3	68.5	64.8	65.1	69.4	70.6	69.3	71.6	
	Mak. bağıl nem (%)	85.4	76.3	77.7	80.6	76.0	75.2	74.3	67.1	73.9	71.8	75.5	78.8	79.7	76.1	77.9	
	Min. bağıl nem (%)	64.7	58.6	6.06	63.1	59.4	60.0	64.3	62.2	59.5	58.6	54.5	59.0	58.9	64.0	63.8	
	Rüzgar hızı (m/s, 2 m)	2.0	1.8	2.1	1.8	2.1	2.5	2.1	1.8	2.3	2.0	2.0	2.3	2.4	2.1	2.1	
	Güneşlenme süresi (h)	8.0	10.7	10.8	9.1	12.7	10.9	10.1	7.9	10.6	11.3	11.6	10.5	10.2	9.7	7.7	
Ort. buharlaşma (mm/gün)	2.1	5.6	6.4	4.7	6.4	6.7	5.7	4.5	7.4	8.0	7.9	7.3	7.3	6.3	3.8		

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Yıllar	Profil derinliği (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm/90 cm)
1994	0-30	1.32	35.2	21.8	52.9
	30-60	1.42	33.8	21.3	53.1
	60-90	1.36	33.9	23.1	44.0
	90-120	1.42	32.8	22.7	42.9
1995	0-30	1.17	33.4	20.8	44.1
	30-60	1.17	31.0	20.2	38.0
	60-90	1.18	30.9	21.3	34.0
	90-120	1.28	30.1	19.8	39.4

Her iki deneme yılında da, deneme parsellerinde, ekim tarihinde, her sulama öncesinde ve hasatta 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinlikteki toprak katmanlarından örnekler alınmış ve mevcut toprak nemi gravimetrik yöntemle saptanmıştır. Bitki su tüketimleri ise 120 cm toprak derinliği göz önüne alınarak su dengesi esasına göre belirlenmiştir. Bu amaçla söz konusu periyodun başlangıcındaki toprak nemi miktarına o periyot içerisinde uygulanan sulama suyu ve varsa etkili yağış değerleri eklenmiş, toplamdan periyot sonundaki toprak nemi değeri çıkarılmıştır (Jensen vd 1990).

Büyüme mevsimi boyunca bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı deneme konusunda ölçülen bitki su tüketimleri, Çizelge 1 de verilen iklim değerlerinden yararlanarak değişik yöntemlerle tahmin edilen referans yada potansiyel bitki su tüketimleri ile karşılaştırılmıştır. Göz önüne alınan bitki su tüketimi tahmin yöntemleri; Penman (P-FAO) ve Kap Buharlaşması (A-FAO) yöntemlerinin FAO modifikasyonları ile Jensen-Haise (J-H), Penman-Monteith (P-M), Hargreaves (H) ve Chistiansen-Hargreaves Kap Buharlaşması (A-CH) yöntemleridir (Doorenbos ve Pruitt 1977, Jensen vd 1990, Smith 1991).

Ölçülen bitki su tüketimi değerleri tahmin yöntemleri ile hesaplanan değerler birbirine oranlanarak bitki katsayıları (k_c) elde edilmiştir (Doorenbos ve Pruitt 1977, Jensen vd 1990).

Deneme koşulları için uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin belirlenmesinde üç parametre göz önüne alınmıştır. Bunlar;

1. Ölçülen bitki su tüketimi (E_t) ile tahmin edilen referans (E_o) yada potansiyel (E_p) bitki su tüketimleri arasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı (r),

2. Tahmin yöntemleri ile hesaplanan referans yada potansiyel bitki su tüketimi değerlerinin elde edildiği eşitliğin gerçek bitki su tüketimi değerini mevsimlik karşılama yüzdesi (% Et) ve

3. Hata kareler ortalaması (RMS) dir. Bu değer aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Yurtsever 1984).

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

Eşitlikte;

RMS: Hata kareler ortalaması,

$\sum D^2$: Ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile tahmin edilen referans yada potansiyel bitki su tüketimleri arasındaki farkların kareleri toplamı ve
n: Gözlem sayısı dir.

Değerlendirmede, hata kareler ortalaması (RMS) en küçük, korelasyon katsayısı (r) en yüksek ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (% Et) 1 e en yakın olan tahmin yöntemi yada yöntemlerinin deneme koşulları için daha sağlıklı sonuç verdiği yaklaşımı yapılmış ve bu yöntemlere ilişkin bitki katsayısı eğrileri çıkarılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Deneme yıllarında, bitki su ihtiyacının tam olarak karşılandığı sulama programında ölçülen bitki su tüketimi değerleri ve tahmin yöntemleriyle hesaplanan referans yada potansiyel bitki su tüketimi değerleri Çizelge 3 te, bu değerlerin birbirlerine oranlanmasıyla elde edilen bitki katsayısı (k_c) değerleri ise Çizelge 4 te verilmiştir. Bununla birlikte, uygun bitki su tüketimi tahmin yönteminin belirlenmesinde dikkate alınan parametrelere ilişkin değerler Çizelge 5 te görülmektedir.

Değinilen çizelgelerden izleneceği gibi, hata kareler ortalaması (RMS) en küçük, korelasyon katsayısı (r) en yüksek ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (% Et) 1 e en yakın olan tahmin yöntemi Jensen-Haise yöntemidir.

Bu sonuçlara göre, deneme koşulları için, ayçiçeği bitkisinde sulama zamanı planlanmasında bitki su tüketiminin tahmininde Jensen-Haise yönteminin kullanılması önerilebilir. Bu yöntem için kullanılacak bitki katsayısı eğrisi ve bitki büyüme oranına (p) göre düzenlenen eşitlik Şekil 1 de görülmektedir.

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

Periyot	Ölçülen bitki su tüketimi	Hesaplanan referans yada potansiyel bitki su tüketimi					
		P-FAO	J-H	A-FAO	P-M	H	A-CH
1994 yılı							
20.5-31.5	6.10	5.23	6.94	5.16	5.02	5.60	6.93
1.6-10.6	6.70	4.96	7.64	4.91	4.67	5.00	6.28
11.6-20.6	6.00	5.35	8.18	4.44	5.17	5.50	5.77
21.6-30.6	9.30	5.44	7.15	6.03	5.26	5.80	8.01
1.7-10.7	10.40	5.91	7.68	6.28	5.82	6.10	8.74
11.7-20.7	9.70	5.39	7.16	5.21	5.30	5.60	6.86
21.7-31.7	11.90	5.43	6.70	5.57	5.27	5.60	7.31
1.8-10.8	6.10	5.02	6.56	4.81	4.86	5.10	6.41
11.8-20.8	6.30	5.60	7.43	5.58	5.56	5.50	7.79
21.8-31.8	8.50	5.15	6.22	4.56	5.04	4.80	6.16
1.9-10.9	7.60	4.50	6.05	4.72	4.41	4.60	6.50
11.9-20.9	1.70	4.78	5.87	5.17	4.81	4.80	7.07
1995 yılı							
18.5-11.6	2.90	4.84	7.81	3.71	4.58	5.26	4.82
12.6-19.6	8.50	5.51	7.16	4.49	5.36	6.00	6.09
20.6-26.6	8.40	5.85	7.51	4.18	5.72	6.00	5.86
27.6-3.7	7.80	4.61	6.84	4.62	4.36	4.91	5.79
4.7-18.7	6.70	4.71	6.42	3.02	4.44	5.10	3.88
19.7-24.7	8.00	5.13	6.93	5.31	4.94	5.30	7.13
25.7-1.8	8.10	5.29	7.22	4.33	5.11	5.44	5.79
2.8-8.8	7.20	5.19	6.63	5.61	5.04	5.40	7.80
9.8-15.8	7.40	5.07	6.78	5.56	4.90	4.90	7.66
16.8-22.8	10.90	5.29	6.64	5.07	5.13	5.60	7.02
23.8-28.8	5.00	4.90	6.02	4.57	4.79	5.20	6.07
29.8-5.9	6.30	4.57	6.60	5.26	4.40	4.59	7.17
6.9-13.9	3.80	4.11	5.67	4.55	3.99	4.09	6.08

Çizelge 4. Bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine ilişkin bitki katsayısı (k_c) değerleri

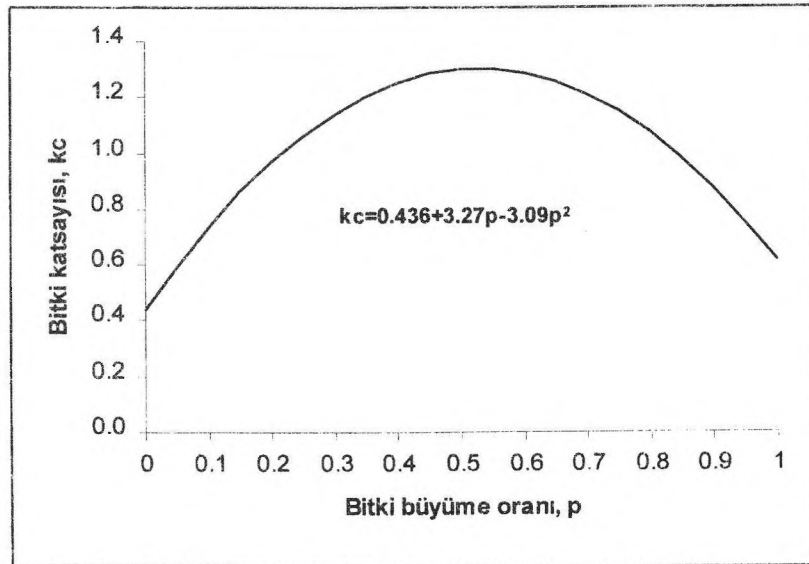
Periyot	Bitki su tüketimi tahmin yöntemi					
	P-FAO	J-H	A-FAO	P-M	H	A-CH
1994 yılı						
20.5-31.5	1.17	0.88	1.18	1.22	1.09	0.88
1.6-10.6	1.35	0.88	1.36	1.43	1.34	1.07
11.6-20.6	1.12	0.73	1.35	1.16	1.09	1.04
21.6-30.6	1.71	1.30	1.54	1.77	1.60	1.16
1.7-10.7	1.76	1.35	1.66	1.79	1.70	1.19
11.7-20.7	1.80	1.35	1.86	1.83	1.73	1.41
21.7-31.7	2.19	1.78	2.14	2.26	2.13	1.63
1.8-10.8	1.22	0.93	1.27	1.26	1.20	0.95
11.8-20.8	1.13	0.85	1.13	1.13	1.15	0.81
21.8-31.8	1.65	1.37	1.86	1.69	1.77	1.38
1.9-10.9	1.69	1.26	1.61	1.72	1.65	1.17
11.9-20.9	0.36	0.29	0.33	0.35	0.35	0.24

Çizelge 4. (Devam) Bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine ilişkin bitki katsayısı (k_c) değerleri

Periyot	Bitki su tüketimi tahmin yöntemi					
	P-FAO	J-H	A-FAO	P-M	H	A-CH
1995 yılı						
18.5-11.6	0.60	0.37	0.78	0.63	0.55	0.60
12.6-19.6	1.54	1.19	1.89	1.59	1.42	1.40
20.6-26.6	1.44	1.12	2.01	1.47	1.40	1.43
27.6-3.7	1.69	1.14	1.69	1.79	1.59	1.35
4.7-18.7	1.66	1.21	2.58	1.76	1.53	2.01
19.7-24.7	1.56	1.15	1.51	1.62	1.51	1.12
25.7-1.8	1.53	1.12	1.87	1.59	1.49	1.40
2.8-8.8	1.39	1.09	1.28	1.43	1.33	0.92
9.8-15.8	1.46	1.09	1.33	1.51	1.51	0.97
16.8-22.8	2.04	1.63	2.13	2.11	1.93	1.54
23.8-28.8	1.02	0.83	1.09	1.04	0.96	0.82
29.8-5.9	1.38	0.95	1.20	1.43	1.37	0.88
6.9-13.9	0.92	0.67	0.84	0.95	0.93	0.63

Çizelge 5. Uygun bitki su tüketimi tahmin yönteminin belirlenmesinde göz önüne alınan kriterler

Bitki su tüketimi tahmin yöntemi	Hata kareler ortalaması (RMS)	(Et_a) ile (Et_c) yada (Et_p) arasındaki regresyon denklemi ve korelasyon katsayısı	Mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (% Et)
P-FAO	2.994	$Et_a = -1.7 + 0.2 Et_c + 0.29 Et_c^2$ $r = 0.581^{**}$	70.55
J-H	2.284	$Et_a = -13.2 + 39.9 Et_p - 2.84 Et_p^2$ $r = 0.609^*$	94.82
A-FAO	3.179	$Et_a = 12.3 - 3.57 Et_c + 0.507 Et_c^2$ $r = 0.407$	67.73
P-M	3.114	$Et_a = -3.5 + 1.4 Et_c + 0.15 Et_c^2$ $r = 0.543^{**}$	68.41
H	2.878	$Et_a = 10.1 - 3.9 Et_c + 0.63 Et_c^2$ $r = 0.550^{**}$	72.73
A-CH	2.264	$Et_a = 7.4 - 0.95 Et_p + 0.137 Et_p^2$ $r = 0.371$	91.05

* $p \leq 0.01$ ** $p \leq 0.05$ Şekil 1. Jensen-Haise yöntemi için ayçiçeğinin bitki katsayısı (k_c) eğrisi ve eşitliği

Kaynaklar

- Akgün, M., Ankara Koşullarında Kısa Periyotlu Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi, Ankara, 102, 1989.
- Behnke, J.J. ve Maxey, G.B., An empirical method for estimating monthly potential evapotranspiration in Nevada. Jour. Hydrology, 8(4); 418-430, 1969.
- Christiansen, J.E., Evaporation and evapotranspiration from climatic data. Jour. Irrig. Drain. Div. 94(2); 243-265, 1968.
- Doorenbos, J. ve Pruitt, W.O., Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper 24, Rome, 114, 1977.
- Düzgüneş, O., Bilimsel Araştırmada İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Üniv., İzmir, 1963.
- Hisarlı, S., Ankara Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi, Ankara, 63, 1988.
- Jensen, M.E., Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements. ASCE, Irrig. Drain. Div., New York, N.Y. 10017, 215, 1974.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. ve Allen, R.G. (ed.), Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE, 345 East 47 th Street, New York 10017-2398, 332, 1990.
- Lomas, J. ve Schlesinger, G., Actual and Potential Evapotranspiration from Lucern. Israel Meteorology Service 2/70, Bet Dagan, 21, 1970.
- Orta, A.H., Ankara Koşullarında Biberin Su Tüketimi. DOĞA, Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi. C:21, No:5, 513-517, 1997.
- Parmele, L.H. ve McGuinness, J.L., Comparisons of measured and estimated daily potential evapotranspiration in a humid region. Jour. Hydrology, 22(3/4); 239-251, 1974.
- Smith, M., Manual and Guidelines for Cropwat. FAO Irrig. Drain Paper 46, Rome, 1991.
- Stephens, J.C. ve Stewart, E.H., A comparison of procedures for computing evaporation and evapotranspiration. Sci. Hydrology, 62; 123-133, 1963.
- Ülker, M. ve Bayraktar, N., Orabaşa Dayanıklı Erkenci ve Kısa Boylu Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) ile Genetik Enkısır Hatlar Arası Melez Heterosis. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 1995.
- Yalçın, E., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde Yetiştirilen Bitkilerin Sulama Zamanlarının Planlanması. A.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1991.
- Yıldırım, O., Ankara koşullarında şeker pancarının su-verim ilişkileri ve su tüketimi, II. *Su tüketimi*. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, 41(1-2); 23-31, 1992.
- Yıldırım, A.N., Sulama Yöntemi ve Sulama Suyu Miktarlarının Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Verimine Etkisi. Ank. Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi, Ankara, 79, 1994.
- Yurtsever, N., Deneysel İstatistik Metotlar. Köy Hizmetleri Gn. Md. Yayınları No:121, 623, Ankara, 1984.