

## ANKARA KOŞULLARINDA MISIR SU TÜKETİMİNİN TAHMİNİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER

Y. Ersoy YILDIRIM<sup>1</sup>Süleyman KODAL<sup>1</sup>

**Özet:** Ankara koşullarında yapılan tarla denemeleri sonucunda mısır bitkisine ilişkin 10'ar günlük bitki su tüketimi değerleri belirlenmiş ve bu değerler iklim verilerinin kullanıldığı 8 ayrı yöntemle tahmin edilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Bu yolla mısır için sulama zamanının planlanmasında kullanılabilecek en uygun bitki su tüketimi tahmin yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçta mısır su tüketiminin tahmininde Penman (FAO) ve Radyasyon (FAO) yöntemlerinin kullanılabileceği saptanmıştır. Ayrıca uygun yöntem için bitki katsayısı ( $k_c$ ) değerleri hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mısır, bitki su tüketimi, bitki katsayısı.

### THE METHODS FOR PREDICTION OF EVAPOTRANSPIRATION OF CORN IN ANKARA CONDITIONS

**Summary:** Evapotranspiration of corn was measured under field experiment during the periods of 10 days. These data were compared with the values calculated by the 8 different prediction methods by using climatic data. By this way, the most suitable estimating method of evapotranspiration which could be used for irrigation scheduling of corn was tried to determine. As a result, it was found that the best estimates could obtain with Penman (FAO) and Radiation (FAO) methods. In addition the crop coefficient ( $k_c$ ) values of corn were prepared for the best fit method.

**Key words :** Corn, evapotranspiration, crop coefficient.

#### Giriş

Bitkiler yetişme devreleri içerisinde normal gelişme gösterebilmeleri için ihtiyaç duydukları besin maddelerini topraktan alırlar. Ancak bitkilerin topraktaki bu besin maddelerinden yararlanabilmesi toprakta yeterli suyun bulunması ile gerçekleşebilir. Bitki gelişme dönemi içerisinde yağışların yetersiz olduğu durumlarda sulamaya gereksinim duyulmaktadır. Sulamanın gerektiği zaman ve kontrollü bir biçimde yapılabilmesi için bitkilerin yetişme dönemi içerisindeki su tüketimlerinin bilinmesi gerekmektedir (Tokgöz 1989).

Bitki su tüketimi uygulamada ya doğrudan ölçülmekte ya da iklim verilerinden yararlanılarak tahmin edilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri daha sağlıklı sonuç vermesine karşın hem oldukça pahalı hem de zaman alıcıdır. Bu nedenle bitki su tüketiminin doğrudan ölçülmesi ancak iklim verilerinden tahmin eşitliklerinin kalibrasyonu ve yöresel bitki katsayılarının bulunması amacıyla yapılmaktadır. Dolayısıyla uygulamada bitki su tüketimi değerleri yaygın olarak iklim verilerine dayalı tahmin eşitlikleri kullanılarak belirlenmektedir (Güngör ve Yıldırım 1989). Tahmin edilen değerlerin gerçeğe yakın olması bu yöntemler ve geliştirilmiş bitki katsayıları üzerinde yapılan araştırmalara bağlıdır (Wright 1981).

Bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan yöntemlerin tamamı geliştirildikleri bölgenin iklim koşullarına benzer iklim koşullarına sahip bölgelere uygulandıklarında güvenilir sonuçlar vermektedir. Bu yöntemlerden tek başına hiç birinin bütün iklim

bölgelerinde yeterli sonuç vermediğini yapılan çalışmalar ortaya koymuştur (Jensen 1973).

Braunworth ve Mack (1987), tarla denemeleri ile belirledikleri mısır bitki su tüketimi değerini iklim verilerinden yararlanılarak Penman (FAO) ve Blaney - Criddle (SCS) yöntemleri ile hesapladıkları bitki su tüketimi değerleri ile karşılaştırmışlardır. Sonuçta Blaney-Criddle (FAO) ve Blaney - Criddle (SCS) yöntemlerini kullanarak elde edilen bitki su tüketimi değerlerinin gerçek bitki su tüketimi değerinden daha düşük olduğunu görmüşler ve bu iki yöntemi esas alarak yapılacak sulama programlarının mısır veriminde beklenmeyen verim azalmalarına yol açacağı fikrine ulaşmışlardır.

Hisarlı (1988), Ankara koşullarında FAO tarafından geliştirilen Blaney-Criddle, Penman, Radyasyon ve A sınıfı kap buharlaşması bitki su tüketimi tahmin yöntemlerini karşılaştırmış ve Penman (FAO) ile A sınıfı kap buharlaşması yöntemlerinin yöresel bitki katsayılarıyla kullanılması halinde daha güvenilir sonuçlar verdiğini vurgulamıştır.

Akgün (1989), bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinden Kohler ve ark., Penman, Van Bavel-Businger, Jensen-Haise, Makking, Stephens, Turc, Kodal-Benli, Penman (FAO) ve A sınıfı kap buharlaşması yöntemlerinin Ankara koşullarında kullanılması olanaklarını araştırdığı çalışma sonucunda mısır bitkisi için on günlük su tüketimlerinin tahmini açısından Penman (FAO), Jensen-Haise, Stephens ve Turc yöntemlerinin uygun olduğu belirlenmiştir.

Tokgöz (1989), Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsünde bulunan tartılı tip lizimetrede

ölçülen bazı bitkilere ilişkin bitki su tüketimlerinin Penman (FAO) ve Blaney-Criddle (SCS) yöntemleri ile elde edilen aylık ve on günlük periyotlarda karşılaştırılması sonucu mısır, fasulye ve şekerpancarı bitkileri için bitki su tüketiminin belirtilen yöntemlerle tahmininde bitki katsayılarının kalibre edilmesi gerektiğini saptamıştır.

Bu çalışmada, mısır bitkisine ilişkin tarla denemeleri ile ölçülen gerçek bitki su tüketimi değerleri 8 ayrı yöntemle tahmin edilen su tüketimi değerleri karşılaştırılmış ve Ankara koşullarında mısırın su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek uygun yöntemler ve kullanılabilecek bitki katsayıları belirlenmiştir.

### Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 1991, 1992 ve 1993 yıllarında yapılan ve ayrıntıları Kodal vd. (1993) ve Yıldırım (1993) tarafından verilen tarla denemeleri sonucunda önerilen konuya ilişkin onar günlük bitki su tüketimi değerleri kullanılmış ve bu değerler çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada gözönüne alınan her yıl için bitki yetiştirme döneminde on günlük bitki su tüketimi tahmin değerlerinin saptanması amacıyla 8 ayrı tahmin yöntemi ele alınmıştır. Bu yöntemler ve araştırmada kullanılan simgeleri şöyledir;

1. Blaney - Criddle (FAO modifikasyonu) BC (FAO)
2. Radyasyon (FAO modifikasyonu), RAD (FAO)
3. A sınıfı kap buharlaşması (FAO modifikasyonu), KB (FAO)
4. Hargreaves, HAR
5. Penman (FAO modifikasyonu), PEN(FAO)
6. Orjinal Penman, PEN (ORJ)
7. Penman-Monteith, PEN (MON)
8. Jensen-Haise, J-H

Blaney-Criddle (FAO), A sınıfı Kap Buharlaşması (FAO), Hargreaves ve Penman (FAO) yöntemlerine göre on günlük referans bitki su tüketimi değerlerinin hesaplanmasında IRSIS (Irrigation Scheduling Information System) bilgisayar programı kullanılmıştır. Bunun yanında Orjinal Penman, Penman-Monteith ve Jensen-Haise yöntemlerine göre referans bitki su tüketimi değerleri California'da geliştirilen DAVIS isimli bilgisayar paket programı yardımıyla hesaplanmıştır.

En uygun bitki su tüketimi tahmin yönteminin seçiminde Kanber ve Kırdı (1984)'de açıklanan RMS (Root Mean Square), r (bağdaşım katsayısı) ve % ET değerleri dikkate alınmıştır.

En uygun bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine ait bitki katsayıları, onar günlük dönemler için ölçülen bitki su tüketiminin belirtilen yöntemle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerlerine bölünmesi ile hesaplanmış ve büyüme mevsimi için bitki katsayısı eğrisi çizilmiştir (Yıldırım 1992).

### Bulgular ve Tartışma

Tahmin yöntemleri ile hesaplanan referans bitki su tüketimi çizelge 2'de verilmiştir.

Değişik yöntemlerle belirlenen mısır bitkisi mevsimlik bitki su tüketimi miktarları, %ET ve RMS değerleri ile bağdaşım katsayıları (r) çizelge 3'de, ilişki denklemleri ve bağdaşım katsayıları şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 3'de verilen %ET değerleri incelendiğinde mevsimlik bitki su tüketiminde gerçeğe en yakın tahminlerin Jensen-Haise, Radyasyon (FAO) ve Penman (FAO) yöntemleri ile yapılabileceği görülmektedir. Diğer yöntemlerle tahmin edilen değerler ise %85'in altındadır.

Yöntem seçiminde RMS değerlerinin kriter olarak alınması halinde ise bu değer en küçük olduğu Penman (FAO) ve Radyasyon (FAO) yöntemleri ile en iyi tahminin yapılabileceği görülmektedir.

**Çizelge 1.** Ölçülen bitki su tüketimi değerleri (mm/gün).

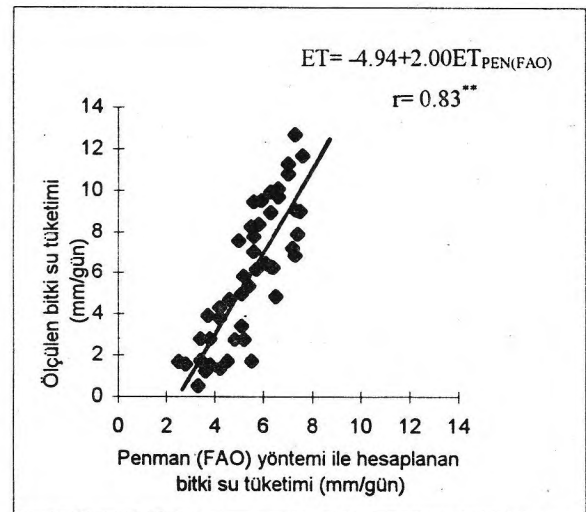
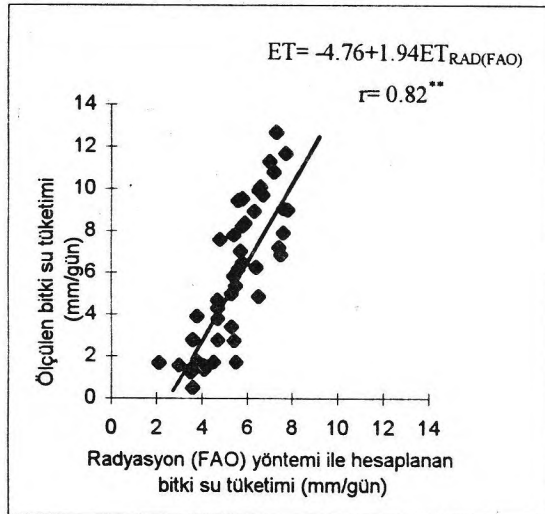
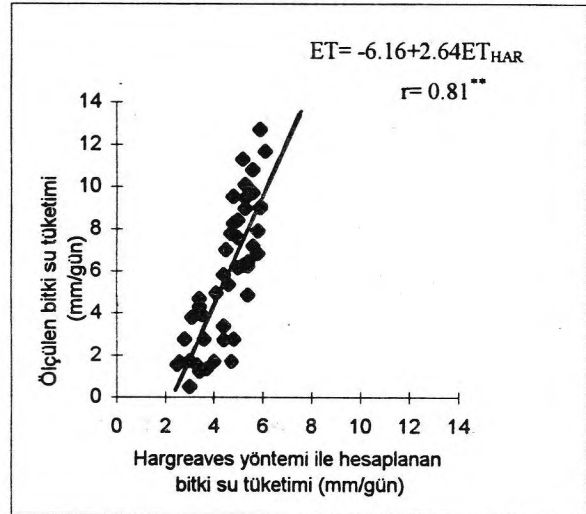
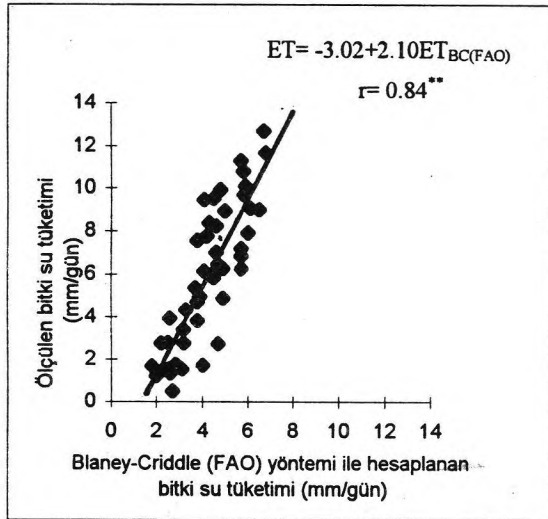
1991		1992		1993	
Dönem	Bitki su tüketimi	Dönem	Bitki su tüketimi	Dönem	Bitki su tüketimi
10.5 -20.5	1.35	8.5-20.5	1.72	5.5 -20.5	2.77
21.5 -31.5	1.23	21.5-31.5	1.72	21.5 -31.5	3.40
1.6 -10.6	2.76	1.6-10.6	8.39	1.6 -10.6	5.35
11.6 -20.6	4.85	11.6-20.6	7.58	11.6 -20.6	6.15
21.6 -30.6	6.25	21.6-30.6	9.45	21.6 -30.6	6.85
1.7 -10.7	6.46	1.7-10.7	9.92	1.7 -10.7	7.20
11.7 -20.7	9.06	11.7-20.7	8.95	11.7 -20.7	7.91
21.7 -31.7	11.68	21.7-31.7	7.78	21.7 -31.7	9.00
1.8 -10.8	12.69	1.8-10.8	11.28	1.8 -10.8	10.80
11.8 -20.8	10.09	11.8-20.8	9.70	11.8 -20.8	9.52
21.8 -31.8	7.02	21.8-31.8	8.25	21.8 -31.8	6.27
1.9 -10.9	3.92	1.9-10.9	5.83	1.9 -10.9	4.96
11.9 -20.9	4.69	11.9-20.9	4.30	11.9 -20.9	2.75
21.9 -30.9	3.80	21.9-30.9	2.78	21.9 -30.9	1.54
1.10 -10.10	1.68	1.10-14.10	1.74	1.10-13.10	0.50
11.10-20.10	1.55				

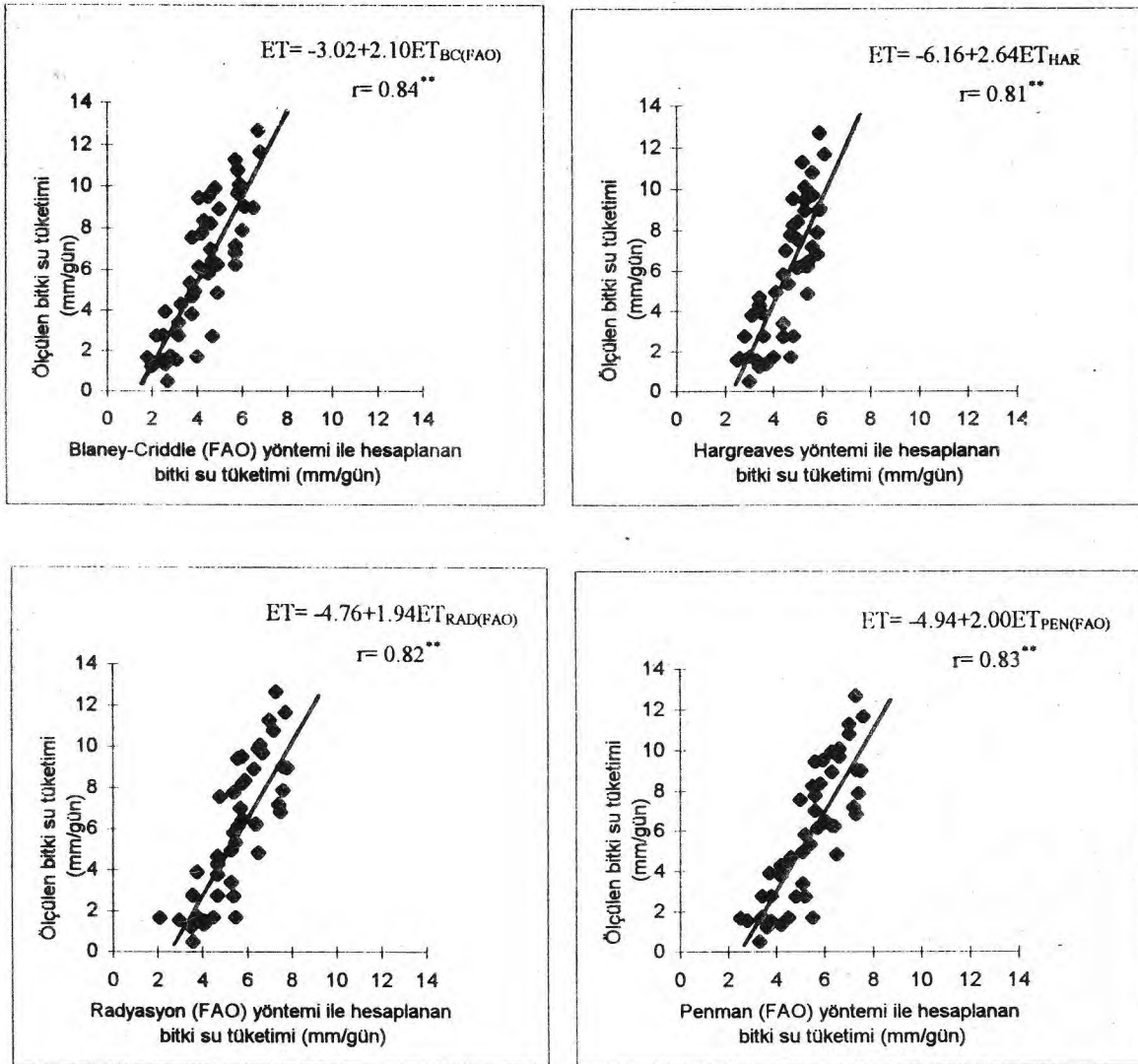
Çizelge 2. Farklı yöntemlerle hesaplanan bitki su tüketimi değerleri (mm/gün)

Yıl	Dönem	BC (FAO)	RAD (FAO)	KB (FAO)	HAR	PEN (FAO)	PEN (ORJ)	PEN (MON)	J-H
1991	10.5-20.5	2.60	4.10	2.40	3.70	4.20	3.84	3.10	5.15
	21.5-31.5	2.00	3.50	2.10	3.40	3.60	3.32	2.60	5.32
	1.6-10.6	3.20	4.70	3.40	4.80	4.80	4.39	3.70	6.34
	11.6-20.6	4.90	6.50	4.40	5.40	6.50	5.65	4.98	6.84
	21.6-30.6	4.90	6.40	4.20	5.40	6.40	5.59	4.96	7.30
	1.7-10.7	4.70	5.80	4.40	5.40	6.10	5.47	4.89	6.57
	11.7-20.7	6.10	7.60	5.20	5.90	7.30	6.39	5.86	7.24
	21.7-31.7	6.80	7.70	5.70	6.10	7.60	6.77	6.38	7.71
	1.8-10.8	6.70	7.30	5.60	5.90	7.30	6.27	6.03	7.03
	11.8-20.8	5.90	6.60	5.30	5.30	6.60	5.84	5.54	6.29
	21.8-31.8	4.60	5.70	4.70	4.50	5.60	5.26	4.78	6.65
	1.9-10.9	2.60	3.80	3.50	3.50	3.70	3.42	2.96	4.91
	11.9-20.9	3.80	4.70	3.70	3.40	4.60	4.63	4.22	5.02
	21.9-30.9	3.80	4.70	2.60	3.10	4.20	5.57	4.12	5.84
	1.10-0.10	1.80	2.10	2.30	2.60	2.50	2.39	2.20	2.91
	11.10-20.10	2.50	3.00	2.00	2.50	2.80	2.79	2.60	3.66
1992	8.5-20.5	2.90	4.50	2.90	4.00	4.50	4.12	3.44	5.87
	21.5-31.5	4.00	5.50	3.70	4.70	5.50	4.75	4.13	5.34
	1.6-10.6	4.30	5.90	3.10	5.00	5.80	5.11	4.47	5.86
	11.6-20.6	3.80	4.80	2.30	5.00	5.00	4.71	4.16	5.52
	21.6-30.6	4.10	5.60	3.30	5.30	5.60	4.96	4.34	5.44
	1.7-10.7	4.80	6.50	4.00	5.40	6.30	5.54	4.87	6.09
	11.7-20.7	5.00	6.30	4.00	5.30	6.30	5.52	4.96	6.95
	21.7-31.7	4.20	5.40	4.40	4.70	5.60	5.12	4.42	5.23
	1.8-10.8	5.70	7.00	5.60	5.20	7.00	5.82	5.31	6.17
	11.8-20.8	5.80	6.70	5.40	5.60	6.60	5.89	5.58	6.79
	21.8-31.8	4.60	5.80	4.20	4.80	5.50	5.17	4.67	5.49
	1.9-10.9	4.50	5.40	4.30	4.40	5.20	4.38	4.12	4.80
	11.9-20.9	3.30	4.70	2.10	3.40	4.20	3.85	3.43	5.77
	21.9-30.9	2.50	3.60	2.20	2.80	3.40	3.43	3.03	4.34
	1.10-14.10	2.80	3.80	2.80	3.00	3.40	3.10	3.01	3.30
1993	5.5-20.5	2.20	3.60	2.60	3.60	3.80	3.72	2.95	5.09
	21.5-31.5	3.20	5.30	3.30	4.40	5.10	4.91	4.14	6.89
	1.6-10.6	3.70	5.50	3.10	4.60	5.40	4.83	4.06	6.50
	11.6-20.6	4.10	5.60	3.90	5.00	5.70	5.00	4.36	6.38
	21.6-30.6	5.70	7.50	4.40	5.80	7.30	6.32	5.61	7.77
	1.7-10.7	5.70	7.40	4.30	5.60	7.20	6.18	5.54	7.29
	11.7-20.7	6.00	7.60	4.20	5.80	7.40	6.47	5.86	7.61
	21.7-31.7	6.50	7.80	5.40	5.90	7.50	6.71	6.23	7.65
	1.8-10.8	5.80	7.20	4.10	5.60	7.00	6.00	5.57	6.86
	11.8-20.8	4.50	5.80	4.80	4.80	5.90	5.29	4.69	6.06
	21.8-31.8	5.70	6.40	5.40	5.20	6.30	5.91	5.57	6.73
	1.9-10.9	3.90	5.30	4.60	4.10	5.10	4.26	3.86	5.65
	11.9-20.9	4.70	5.40	4.80	4.40	5.20	4.77	4.69	5.45
	21.9-30.9	3.10	4.10	3.00	3.30	3.80	3.90	3.55	5.21
	1.10-13.10	2.70	3.60	2.60	3.00	3.30	2.94	2.78	4.02

Çizelge 3. Mısır bitkisi mevsimlik su tüketimleri, %ET, RMS değerleri ve bağdaşım katsayıları (r)

. Bitki su tüketimi hesaplama yöntemleri	ET (mm)	%ET	RMS	r
Ölçülen bitki su tüketimi	936	100	-	-
BC (FAO)	680	73	2.84	0.84
RAD (FAO)	879	94	2.35	0.82
KB (FAO)	612	65	3.36	0.73
HAR	730	78	2.89	0.81
PEN (FAO)	865	92	2.35	0.83
PEN (ORJ)	784	84	2.70	0.80
PEN (MON)	701	75	2.92	0.83
J - H	946	101	2.72	0.63





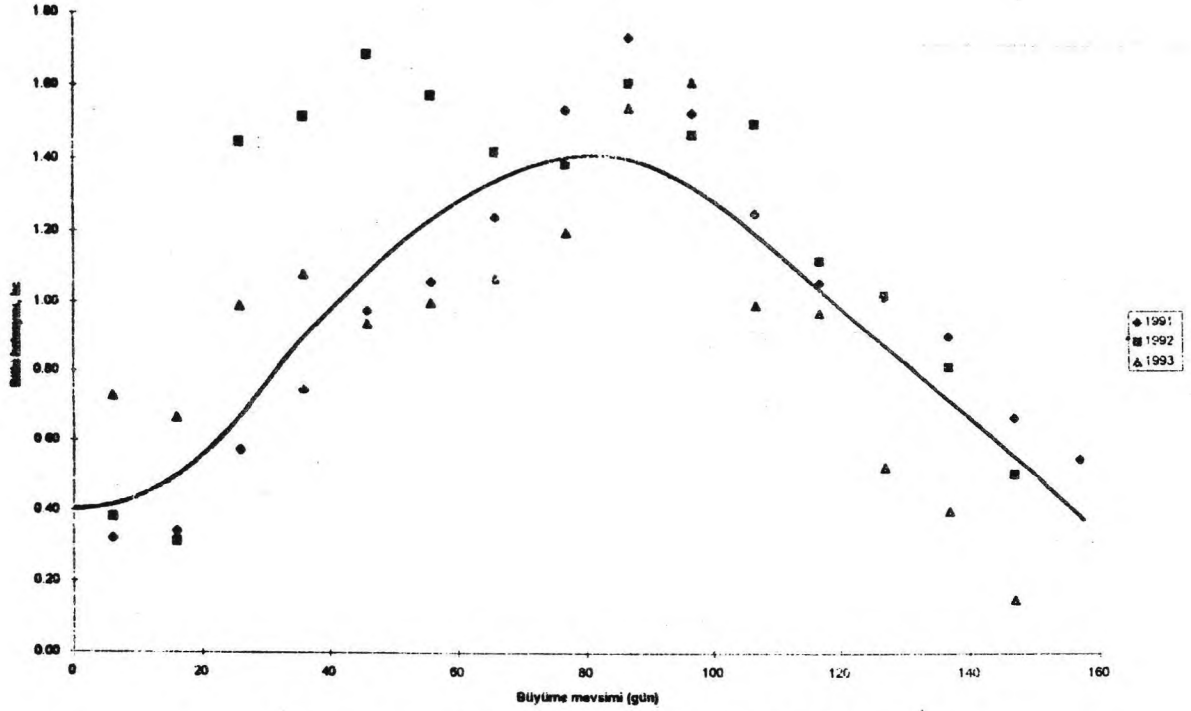
Şekil 1. Ölçülen ve farklı yöntemlerle ile hesaplanan su tüketimleri arasındaki ilişkiler

En yüksek bağdaşım katsayısı Blaney-Criddle (FAO) yöntemi için 0.84, Penman (FAO) ve Penman - Monteith yöntemleri için 0.83, Radyasyon (FAO) yöntemi için ise 0.82 olarak bulunmuştur. Jensen-Haise yöntemine ilişkin elde edilen 0.63 düzeyindeki bağdaşım katsayısı ise oldukça düşüktür.

Tüm kriterlerin birlikte ele alınması halinde Penman (FAO) ve Radyasyon (FAO) yöntemleri ile gerçeğe en yakın düzeyde bitki su tüketimi tahmininin yapılabileceği görülmektedir. Bunun anlamı deneme yapılan koşullarda mısır bitkisi su tüketiminin tahmininde en sağlıklı sonucu Penman (FAO) ve Radyasyon (FAO) yöntemlerinin vermesidir. Yapılan çalışmalar Penman yönteminin bitki su tüketimlerinin tahmininde sağlıklı sonuçlar verdiğini göstermiştir (Jensen vd. 1990). Diğer yandan Hisarlı (1988), Akgün (1989), Tokgöz (1989) mısır bitkisi su tüketimini on günlük dönemler için tahminde kullanabilecek yöntemler arasında Penman (FAO) yöntemini de vermişlerdir. Bunun yanında önerilen bitki su tüketimi

tahmin yöntemlerinden Penman (FAO) için bitki katsayıları elde edilmiş ve şekil 2'de verilmiştir. Bu yöntem için araştırma sonucu bulunan bitki katsayıları ile Doorenbos ve Pruitt (1977)'de verilen bitki katsayıları arasında önemli düzeyde bir farklılık elde edilmemesine rağmen deneme sonucu bulunan pik dönemdeki bitki katsayılarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu değer sulama modülünün hesaplanmasında dolayısıyla sistemi kapasitesinin belirlenmesinde kullanılacağından Ankara koşullarında mısır bitkisi için şekil 2'de verilen bitki katsayılarının kullanılması daha uygun olacaktır.

Sonuç olarak, Ankara koşullarında mısır bitkisinin referans bitki su tüketiminin tahmininde ve sulama zamanı planlamasında Penman (FAO) ve Radyasyon (FAO) yöntemlerinin kullanılabileceği, bu yöntemler için bitki katsayısı olarak şekil 2'de verilen değerlerin alınmasının daha sağlıklı sonuç vereceği söylenebilir.



Şekil 2. Penman (FAO) yöntemi için mısır bitki katsayısı eğrisi

#### Kaynaklar

- Akgün, M., 1989. Ankara Koşullarında Kısa Periyotlu Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.
- Braunworth, J.R. W.S. ve H.J. Mack, 1987. Evapotranspiration and Yield Comparison Among Soil-Water Balance and Climate-Based Equations for Irrigation Scheduling of Sweet Corn. *Agronomy Journal*, 79(5): 837-841.
- Doorenbos, J. ve W.O. Pruitt, 1977. *Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper No:24, Rome, 114 s.
- Güngör, Y. ve O. Yıldırım, 1989. *Tarla Sulama Sistemleri*. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları 1155, Ders Kitabı 325, Ankara, 371 s.
- Hisarlı, S., 1988. Ankara Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.
- Jensen, M.E., 1973. *Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements*. ASCE, Irrigation and Drainage Division, New York, 215 s.
- Jensen, M.E., R.D. Burman ve R.G. Allen, 1990. *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements*. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No: 70, New York, 332 s.
- Kanber, R. ve C. Kırdı, 1984. Çukurova İklim Koşullarında Pamuk Su Tüketiminin Sezinlenmesinde Kullanılabilecek Çeşitli Ampirik İlişkilerin İrdelenmesi. *DOĞA, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 8(2): 213-226.
- Kodal, S., Y.E. Yıldırım ve N. Dağdelen, 1993. Ankara Koşullarında Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. TÜBİTAK TOAG-852 Nolu Proje Kesin Sonuç Raporu (Yayımlanmamış), Ankara.
- Tokgöz, M.A., 1989. Ankara Koşullarında Aylık ve Kısa Dönemli Bitki Su Tüketimi Tahmin Değerlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları 1129, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler 617, Ankara, 42 s.
- Wright, J.L., 1981. *Crop Coefficient for Estimates of Daily Crop Evapotranspiration*. Proceedings of the ASAE Irrigation Scheduling Conference, St. Josep-Miami, 18-26.
- Yıldırım, O., 1992. Ankara Koşullarında Şeker Pancarının Su-Verim İlişkileri ve Su Tüketimi, II. Su Tüketimi. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Yıllığı, 41(1-2): 23-31.
- Yıldırım, Y.E., 1993. Ankara Koşullarında Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Ankara.

Eserin kabul tarihi: 03.07.1996