

## Ankara Koşullarında Yoncanın Su Tüketimi

M. Fatih SELENAY<sup>1</sup>Abdullah KADAYIFÇI<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 02.12.1998

**Özet:** Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsünde, 1995 ve 1996 yıllarında, yoncanın bitki su tüketimleri tartılı lizimetrede ölçülmüş ve bazı kısa periyotlu tahmin yöntemleri ile hesaplanan değerlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçta, deneme koşulları için yonca bitkisinde sulama zamanı planlanmasında bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek en sağlıklı yöntemin Jensen-Haise yöntemi olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yonca (*Medicago sativa*), bitki su tüketimi, bitki su tüketimi tahmin yöntemleri

### Evapotranspiration of Alfalfa for Ankara Conditions

**Abstract:** The evapotranspirations of alfalfa crop in weighting lysimeter in Ankara Research Institute of Village Affairs measured during the years of 1995 and 1996, and the measured values were compared with the values calculated by some sort periodically estimating methods of evapotranspiration. As a result, the most reliable estimation method of evapotranspiration which could be used for irrigation scheduling of sunflower were found as Jensen-Haise method.

**Key Words:** Alfalfa (*Medicago sativa*), evapotranspiration, estimating methods of evapotranspiration

#### Giriş

Bitki yapraklarından atmosfere olan terleme ile toprak yüzeyinden olan buharlaşmayı içeren bitki su tüketimi, toprak nem azalmasının değerlendirilmesinde, başka bir deyişle, sulama sistemlerinde belirli bir alana verilecek sulama suyu miktarı, sulama zamanı ve sulama aralığının belirlenmesinde kullanılan önemli bir etmendir (Korukçu ve Yıldırım 1981).

Bitki su tüketimi; tank ve lizimetreler, tarla deneme parselleri, topraktaki nem azalmasının denetimi ve havzaya giren-çıkan akışın ölçülmesi gibi yöntemlerle doğrudan ölçülebilmektedir. Ancak bu yöntemler son derece sağlıklı olmasına karşın, zaman alıcı ve pahalı olduklarından, gerek sulama projelerinde proje alanı sulama suyu ihtiyacının tahmininde, gerekse sulama zamanının planlanmasında uygulamada iklim verilerinden tahmin yöntemleri yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Proje alanı ortalama sulama suyu ihtiyacının tahmininde uzun periyotlar (aylık yada mevsimlik), sulama zamanının planlanmasında ise kısa periyotlar (günlük, haftalık yada on günlük) için bitki su tüketimi değerlerine gereksinim duyulmaktadır. 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 vermemektedir (Christiansen 1968, Jensen ve ark. 1990). Hatta, aynı bölgede bitki cinsi değiştiğinde yararlanılacak yöntem de farklı olabilmektedir. Bu nedenle birçok araştırmacı, hangi bölgelerde hangi tahmin yönteminin kullanılabileceğini saptamak 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), Ankara koşullarında yapılan bazı araştırmalarda ise 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 Buharlaşması (FAO) yöntemlerinin (Hisarlı 1988, Akgün 1989), biber için Penman (FAO) yönteminin (Orta 1997), taze fasulye için

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



Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Profil derinliği (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)	Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
0-18	1.25	31.4	20.5	24.5
18-37	1.25	31.1	20.8	24.5
37-59	1.49	30.9	20.4	34.4
59-80	1.54	32.4	21.7	34.6
80-120	1.58	25.2	16.4	55.6
0-120				173.6

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 ve ark. 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 ve ark. 1990).

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

1. Ölçülen bitki su tüketimi ( $E_{ta}$ ) ile tahmin edilen referans ( $E_{to}$ ) yada potansiyel ( $E_{tp}$ ) 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) dır. 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 sayısıdır.

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 yapılmıştır. Bununla birlikte önerilen yöntemle ilişkin bitki katsayısı ( $k_c$ ) değerleri grafiklendirilerek yonca bitkisi için genel bitki katsayısı sınırları belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Tartılı lizimetrede ölçülen gerçek bitki su tüketimi değerleri ile tahmin yöntemleriyle hesaplanan referans yada potansiyel bitki su tüketimi değerleri onar günlük periyotlar halinde Çizelge 3 te verilmiştir. Çizelgede, ayrıca, on günlük periyotlar içerisinde uygulanan sulama suyu ve her biçimde elde edilen yonca miktarları da yer almaktadır. Çizelge 3 den izleneceği gibi, 1995 yılında 1484.3 mm, 1996 yılında ise 1671 mm sulama suyu uygulanmıştır. Her iki yılda 5 biçim yapılmış ve lizimetre tankından ilk yıl 52.4 kg, ikinci yıl ise 46 kg yonca elde edilmiştir. Ölçülen gerçek bitki su tüketimi değerleri ile tahmin yöntemleriyle hesaplanan referans yada potansiyel bitki su tüketimi değerlerinin birbirlerine oranlanmasıyla elde edilen bitki katsayısı ( $k_c$ ) değerleri ise Çizelge 4 te görülmektedir. Bununla birlikte, uygun bitki su tüketimi tahmin yönteminin belirlenmesinde dikkate alınan parametrelere ilişkin değerler Çizelge 5 te özetlenmiştir.

Çizelge 5 ten 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, yoncanın sulama zamanı planlanmasında bitki su tüketiminin tahmininde Jensen-Haise yönteminin kullanılması önerilebilir. Ankara koşullarında daha önce yapılan bazı araştırma sonuçları da bu yöntemin yöre için sağlıklı sonuçlar verdiğini doğrulamaktadır (Yıldırım 1992, Kadayıfçı 1996).

Deneme yıllarına ilişkin yonca bitkisi için Jensen-Haise yöntemiyle hesaplanan  $k_c$  bitki katsayıları grafiklendirilerek minimum, ortalama ve maksimum değerleri Şekil 1 de sunulmuştur. Şekilden de görüleceği üzere minimum  $k_c$  0.80, ortalama  $k_c$  1.20 ve maksimum  $k_c$  1.60 dır. Aynı değerler Doorenbos ve Pruitt (1984) te kurak bölge ve hafif-orta rüzgar koşulları için sırasıyla 0.40, 0.95 ve 1.15, şiddetli rüzgar koşulları için ise sırasıyla 0.30, 1.05 ve 1.25 olarak verilmiştir. Araştırma sonucunda Jensen-Haise yöntemiyle elde edilen değerler Doorenbos ve Pruitt (1984) te verilen değerlerden daha yüksektir. Söz konusu bu durum bitkinin farklı iklim ve toprak koşullarında yetiştirilmesinden, farklı çeşitlerin kullanılmasından, büyüme mevsimi ve biçim tarihlerinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

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

Periyot	Sulama suyu, mm	Biçim, kg	Ölçülen bitki su tüketimi, mm/gün	Hesaplanan referans yada potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün					
				P-FAO	J-H	A-FAO	P-M	H	A-CH
1995 yılı									
Nisan	11-20		2.8	2.6	4.1	1.6	2.2	2.5	1.5
	21-30		5.4	3.7	5.2	2.7	3.4	3.7	2.8
	1-10	10.0	5.6	3.7	5.7	2.0	3.3	3.3	2.0
Mayıs	11-20	111.9	7.0	5.0	6.6	2.9	4.7	4.7	3.1
	21-31	106.4	12.5	5.7	6.9	3.8	5.5	6.1	4.2
	1-10	75.7	4.8	5.1	6.5	3.3	4.7	5.4	3.7
Haziran	11-20	232.5	13.1	6.2	7.1	4.1	6.1	6.3	4.5
	21-30	96.8	13.8	6.0	7.0	4.1	5.9	5.8	4.5
	1-10	62.7	6.0	5.6	6.8	3.8	5.4	5.5	4.1
Temmuz	11-20	76.4	7.8	5.2	6.7	3.5	4.8	5.2	3.9
	21-31	91.1	8.4	9.2	5.9	6.9	3.9	5.8	4.2
	1-10	117.0	5.7	5.9	7.1	4.0	5.8	5.6	4.5
Ağustos	11-20	64.6	10.2	6.0	7.0	4.0	6.1	5.3	4.4
	21-31	196.0	10.4	5.3	6.3	3.9	5.1	4.8	4.2
	1-10		5.0	4.6	5.8	3.5	4.4	4.5	3.8
Eylül	11-20	132.4	8.4	4.5	5.5	3.6	4.3	3.8	3.9
	21-30	75.6	6.3	3.5	4.5	2.3	3.2	3.1	2.4
	1-10	35.1	5.1	2.6	4.0	3.4	2.4	3.5	3.4
Ekim	11-20		4.7	2.1	3.6	2.2	1.9	2.3	2.3
	21-31		0.8	1.7	3.0	1.2	1.5	1.8	1.2
1996 yılı									
	1-10		2.4	2.7	5.0	1.7	2.3	2.5	1.7
Nisan	11-20		2.8	2.5	4.2	1.6	2.1	2.4	1.5
	21-30		5.5	3.7	5.7	2.4	3.4	3.5	2.5
	1-10	112.8	8.4	5.3	8.2	3.6	5.0	4.8	3.8
Mayıs	11-20		8.0	4.6	6.5	3.1	4.3	4.5	3.3
	21-31	135.7	4.2	4.6	5.8	2.9	4.2	4.6	3.1
	1-10	69.5	8.5	5.2	8.5	3.1	4.9	4.7	3.3
Haziran	11-20	130.6	12.0	5.4	6.9	3.8	5.2	5.1	4.0
	21-30	51.6	10.6	6.5	8.1	4.4	6.4	6.3	4.8
	1-10	114.4	11.6	7.0	9.5	4.3	7.0	6.9	4.6
Temmuz	11-20	157.5	15.2	6.6	7.3	4.4	6.8	6.1	4.7
	21-31	97.1	11.9	6.2	7.4	4.2	6.3	5.3	4.8
	1-10	217.2	11.0	5.9	8.0	5.0	5.8	5.6	5.5
Ağustos	11-20	65.9	11.3	5.7	7.2	4.6	5.4	5.3	5.0
	21-31	187.4	7.7	10.3	5.5	6.9	3.9	4.8	4.2
	1-10		4.9	3.8	5.6	3.6	3.6	3.8	3.9
Eylül	11-20	123.7	6.7	4.1	5.4	3.1	3.9	3.6	3.3
	21-30	31.4	7.0	3.4	4.4	2.4	3.1	3.1	2.6
	1-10		5.1	2.8	5.0	2.0	2.5	2.8	2.9
Ekim	11-20		3.6	2.1	3.3	1.4	1.8	2.1	1.4
	21-31	52.2	4.0	0.9	1.5	2.6	1.1	1.3	1.0

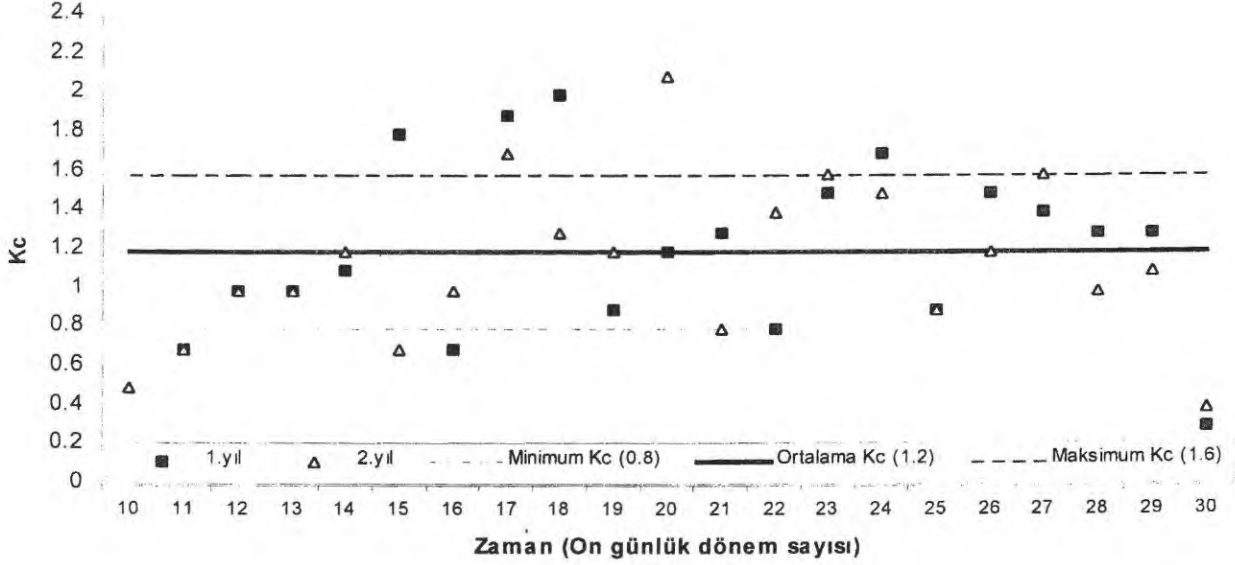
Çizelge 4. Bitki su tüketimi tahmin yöntemlerine ilişkin bitki katsayısı ( $k_c$ ) değerleri

Periyot	Bitki su tüketimi tahmin yöntemi						
	P-FAO	J-H	A-FAO	P-M	H	A-CH	
1995 yılı							
Nisan	11-20	1.1	0.7	1.8	1.3	1.1	1.9
	21-30	1.5	1.0	2.0	1.6	1.5	1.9
	1-10	1.5	1.0	2.9	1.7	1.7	2.8
Mayıs	11-20	1.4	1.1	2.4	1.5	1.5	2.3
	21-31	2.2	1.8	3.3	2.3	2.1	3.0
	1-10	1.0	0.7	1.4	1.0	0.9	1.3
Haziran	11-20	2.1	1.9	3.2	2.2	2.1	2.9
	21-30	2.3	2.0	3.4	2.3	2.4	3.1
	1-10	1.1	0.9	1.6	1.1	1.1	1.5
Temmuz	11-20	1.5	1.2	2.3	1.6	1.5	2.0
	21-31	1.6	1.3	2.3	1.6	1.8	2.2
	1-10	1.0	0.8	1.4	1.0	1.0	1.3
Ağustos	11-20	1.7	1.5	2.5	1.7	1.9	2.3
	21-31	2.0	1.7	2.7	2.1	2.2	2.5
	1-10	1.1	0.9	1.4	1.1	1.1	1.3
Eylül	11-20	1.9	1.5	2.3	1.9	2.2	2.2
	21-30	1.8	1.4	2.8	2.0	2.0	2.6
	1-10	2.0	1.3	1.5	2.1	1.5	1.5
Ekim	11-20	2.3	1.3	2.1	2.5	2.0	2.0
	21-31	0.5	0.3	0.7	0.5	0.4	0.7
1996 yılı							
	1-10	0.9	0.5	1.4	1.0	1.0	1.4
Nisan	11-20	1.1	0.7	1.8	1.3	1.2	1.9
	21-30	1.5	1.0	2.3	1.6	1.6	2.2
	1-10	1.6	1.0	2.4	1.7	1.8	2.2
Mayıs	11-20	1.7	1.2	2.6	1.9	1.8	2.4
	21-31	0.9	0.7	1.5	1.0	0.9	1.4
	1-10	1.6	1.0	2.8	1.8	1.8	2.6
Haziran	11-20	2.2	1.7	3.2	2.3	2.4	3.0
	21-30	1.6	1.3	2.4	1.7	1.7	2.2
	1-10	1.7	1.2	2.7	1.7	1.7	2.5
Temmuz	11-20	2.3	2.1	3.5	2.2	2.5	3.2
	21-31	0.9	0.8	1.4	0.9	1.1	1.2
	1-10	1.9	1.4	2.2	1.9	2.0	2.0
Ağustos	11-20	2.0	1.6	2.5	2.1	2.1	2.3
	21-31	1.9	1.5	2.7	2.0	2.2	2.5
	1-10	1.3	0.9	1.4	1.4	1.3	1.3
Eylül	11-20	1.7	1.2	2.2	1.7	1.9	2.0
	21-30	2.1	1.6	2.9	2.2	2.3	2.7
	1-10	1.8	1.0	2.5	2.0	1.8	1.8
Ekim	11-20	1.7	1.1	2.6	2.0	1.7	2.6
	21-31	0.6	0.4	0.9	0.7	0.6	0.9

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

Bitki su tüketimi tahmin yöntemi	Hata kareler ortalaması (RMS)	( $Et_a$ ) ile ( $Et_p$ ) yada ( $Et_p$ ) arasındaki regresyon denklemi ve korelasyon katsayısı	Mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (% $Et$ )
P-FAO	3.714	$Et_a = 1.87 Et_p - 1.17$ $r = 0.799^*$	61.9
J-H	2.881	$Et_a = -3.34 Et_o + 0.99 Et_o^2 + 4.80$ $r = 0.754^*$	82.4
A-FAO	4.984	$Et_a = 2.77 Et_o - 1.48$ $r = 0.804^*$	43.3
P-M	3.849	$Et_a = 1.85 Et_o - 0.66$ $r = 0.824^*$	58.8
H	3.919	$Et_a = 2.05 Et_o - 1.56$ $r = 0.808^*$	59.1
A-CH	4.735	$Et_a = 2.41 Et_p - 0.95$ $r = 0.792^*$	46.8

\*  $p \leq 0.01$



Şekil 1. Yonca için Jensen-Haise yöntemine göre genel bitki katsayısı sınırları

#### Kaynaklar

- Akgün, M. 1989. Ankara Koşullarında Kısa Periyotlu Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi, 102 s., Ankara.
- Behnke, J.J. ve Maxey, G.B. 1969. An empirical method for estimating monthly potential evapotranspiration in Nevada. Jour. Hydrology, 8(4); s:418-430.
- Christiansen, J.E. 1968. Evaporation and evapotranspiration from climatic data. Jour. Irrig. Drain. Div. 94(2); s:243-265.
- Doorenbos, J. ve Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper 24, 114 s., Rome.
- Hisarlı, S. 1988. Ankara Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ank. Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi, 63 s., Ankara.
- Jensen, M.E. 1974. Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements. ASCE, Irrig. Drain. Div., N.Y. 10017, 215 s., New York.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. ve Allen, R.G. (ed.) 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE, 345 East 47 th Street, N.Y. 10017-2398, 332 s., New York.
- Kadayıfçı, A. 1996. Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkileri. Ank. Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 117 s., Ankara.
- Korukçu, A. Ve Yıldırım, O. 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. TOPRAKSU Yayınları, 220 s., Ankara.
- Lomas, J. ve Schlesinger, G. 1970. Actual and Potential Evapotranspiration from Lucern. Israel Meteorology Service 2/70, 21 s., Bet Dagan.
- Orta, A.H. 1997. Ankara Koşullarında Biberin Su Tüketimi. DOĞA, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi. C:21, No:5, s:513-517, Ankara.
- Parmele, L.H. ve McGuinness, J.L. 1974. Comparisons of measured and estimated daily potential evapotranspiration in a humid region. Jour. Hydrology, 22(3/4); s:239-251.
- Smith, M. 1991. Manual and Guidelines for Cropwat. FAO Irrig. Drain Paper 46, Rome.
- Stephens, J.C. ve Stewart, E.H. 1963. A comparison of procedures for computing evaporation and evapotranspiration. Sci. Hydrology, 62; s:123-133.
- Yıldırım, O. 1992. Ankara koşullarında şeker pancarının su-verim ilişkileri ve su tüketimi, II. Su tüketimi. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı, 41(1-2); s:23-31, Ankara.
- Yıldırım, A.N. 1994. Sulama Yöntemi ve Sulama Suyu Miktarlarının Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Verimine Etkisi. Ank. Üniv. Fen Bil. Enst., Y. Lisans Tezi, 79 s., Ankara.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Gn. Md. Yayınları No:121, 623 s., Ankara.