

## İĞDIR VE ERZURUM-PASINLER BÖLGELERİNDE KULLANILABİLECEK EVAPOTRANSPIRASYON TAHMİN YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİ

Üstün ŞAHİN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum

**ÖZET:** Bu çalışmada Iğdır ve Erzurum-Pasinler bölgelerinde çeşitli bitkilere ait deneysel su tüketimi sonuçları kullanılarak en uygun evapotranspirasyon tahmin yöntemlerinin belirlenmesine çalışılmıştır. 24 ayrı evapotranspirasyon tahmin eşitliği esas alınmıştır. Deneysel sonuçlarla tahmin yöntemleri sonuçları arasındaki ilişki genel olarak tüm yöntemler ve bitkilerde önemli bulunmuştur. Aylık devreler için su tüketiminin sezinlenmesinde çoğunlukla sıcaklık olmak üzere radyasyon ve kombinasyon grubu yöntemler içerisinde yeralan bir çok eşitliğin kullanılabilceği gösterilmiştir.

### DETERMINATION OF THE BEST EVAPOTRANSPIRATION PREDICTION METHODS FOR İĞDIR AND ERZURUM-PASINLER REGION

**SUMMARY:** The objective of this study was to determine the best methods in prediction of evapotranspiration using experimental evapotranspiration results of different plants grown in Iğdır and Erzurum-Pasinler region. The prediction of evapotranspiration were evaluated using twenty-four different methods. The relationships between the experimental results and data predicted using the evapotranspiration methods were significant in all plants. The best methods were generally in the temperature based methods, followed by radiation and combination methods.

### GİRİŞ

Bitki su gereksiniminin karşılanması ya doğal olarak yağışlarla veya yağışlar yeterli olmadığında yapay olarak sulamalarla olmaktadır. Suyun yapay olarak sağlanması planlı bir sulamayı da beraberinde getirmektedir. İşte burada bilinmesi gereken önemli bir parametre, bitkilerin su tüketimleridir. Ancak bu parametre bitki, iklim ve toprak faktörlerine göre farklılık gösterdiğinden dolayı, su tüketiminde zamana ve yere göre değişiklikler olmaktadır.

Bitki su tüketimi değerleri kullanılarak sulama sistemlerinin projelendirilmesi gerçekleştirilmekte, sisteme su sağlayacak şebekenin boyutlandırılması yapılmakta, kaynaktan alınacak su miktarı ve sulama zamanı belirlenebilmektedir. Bütün bu konularda optimum planlama, etkin kaynak kullanımı açısından önemlidir. Bu nedenle konuyla ilgili olan kuruluşlarca su tüketimlerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli tarla denemeleri yapılmaktadır. Ancak deneysel olarak bazı ölçümlerin yapılma güçlüğü olduğu gibi, harcanacak zaman ve yapılacak masraftan da tasarruf sağlamak amacıyla çeşitli tahmin yöntemlerinin kullanımı söz konusu olmaktadır.

Aşağıda, ülkemizde çeşitli tahmin yöntemlerinin kullanılabilirliğinin belirlendiği, bazı araştırmalar kısaca özetlenmiştir.

Benli (1980), Devlet sulama şebekelerinde su kullanımı üzerine yaptığı çalışmanın bir bölümünde, 14 sulama şebekesi alanında Blaney-Criddle, Penman, Christiansen-Hargreaves ve Jensen-Haise yöntemleri ile su tüketimleri hesaplamaları yapmış, bulunan toplam su ihtiyacı hesaplamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulamamıştır. Ancak Türkiye' de projelene bazında Blaney-Criddle yöntemi yerine Jensen-Haise yönteminin daha emniyetle kullanılabilceğini ifade etmiştir.

Çukurova koşullarında pamukta Blaney-Criddle, Penman, Turc, Hargreaves ve Thornthwaite yöntemleriyle elde edilen su tüketim sonuçlarını lizimetre sonuçlarıyla karşılaştıran Tekinel ve Kanber (1981), deneysel değerlerle amprik sonuçlar arasında yüksek bir ilişki bulmuşlar ve bölgede aylık devreler için pamuk su tüketiminin tahmin edilmesinde sırasıyla Blaney-Criddle, Hargreaves, Penman yöntemlerinin kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

Kanber ve Kırdı (1984) tarafından da yine Çukurova iklim koşullarında pamukta, 13 ayrı amprik yöntemle sezinlenen su tüketim sonuçları lizimetre kullanılarak belirlenen deneysel su tüketim sonuçları ile karşılaştırılmış, aylık devreler için Penman, Christiansen-Hargreaves, Makkink, Blaney-Criddle, Hargreaves ve Hamon eşitlikleri kullanılabilir bulunmuştur.

Kodal ve Benli (1987), İç Anadolu Bölgesinde kullanılabilcek buharlaşma esasına dayanan ve toprak sıcaklığı ile ay etmenine ilişkin düzeltmeleri içeren bir tahmin yöntemi elde etmişlerdir. Araştırmada elde edilen ve kullanılması önerilen yöntem ile Blaney-Criddle, Penman ve Jensen-Haise yöntemlerinin aylık ve mevsimlik olarak karşılaştırmasını da yapan araştırmacılar birçok bitkide gerçek bitki su tüketimine en yakın sonuçları önerilen yöntemin verdiğini, istatistiksel açıdan ise, önerilen yöntemle birlikte Blaney-Criddle yönteminin de yeterli sonuç verdiğini, diğer yöntemlerin ise yetersiz kaldığını ifade etmişlerdir.

Güngör (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye' de Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüleri tarafından çeşitli yıllarda çeşitli bitkiler için belirlenen aylık su tüketim sonuçları dikkate alınarak, bitki su tüketimlerinin saptanmasında kullanılabilcek, güneş radyasyonu, aylık ortalama sıcaklık ve aylık ortalama

## Iğdır ve Erzurum-Pasinler Bölgelerinde Kullanılabilecek Evapotranspirasyon Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi

nisbi nem değerlerini içeren bir eşitlik elde edilmiştir. Bu eşitlikle hesaplanan su tüketimi değerlerinin, deneysel değerlere, Blaney-Criddle yöntemine göre daha yakın olduğunu gözlemiştir.

Selenay (1992), bazı araştırmacılar tarafından Ankara (4 yıl) ve Şanlıurfa ' da (3 yıl) domateste yapılan tarla denemelerinde ölçülen su tüketimlerini, FAO Blaney-Criddle, Hargreaves, FAO Radyasyon (Makkink), FAO Penman ve FAO Kap Buharlaşması yöntemleriyle belirlenen su tüketim sonuçlarıyla karşılaştırmış, FAO Blaney-Criddle yönteminin diğer yöntemlere oranla ölçülene daha yakın mevsimlik su tüketimi tahminleri verdiğini saptamıştır.

Kodal ve ark. (1995), farklı sulama uygulamalarının domates verimine etkisini belirlemek amacıyla Ankara koşullarında yaptıkları çalışmada bitki su tüketiminin tahmininde Penman (FAO) yönteminin kullanılabileceğini belirlemiştir.

Yıldırım ve Kodal (1996), Ankara koşullarında mısır su tüketimini Blaney-Criddle (FAO), Radyasyon (FAO), A sınıfı kap buharlaşması (FAO), Penman (FAO), orijinal Penman, Hargreaves, Penman-Monteith ve Jensen-Haise yöntemleriyle hesaplamışlar ve mısır su tüketiminin tahmininde Penman (FAO) ve Radyasyon (FAO) yöntemlerinin kullanılabileceğini saptamışlardır.

Yüksel ve Erdem (1997), Kırklareli koşullarında buğday, şeker pancarı ve ayçiçeği bitkilerine ait tarla deneme sonuçları ile bulunan su tüketimi değerlerini, Blaney-Criddle, Penman-Monteith, Penman (FAO) ve Jensen-Haise yöntemleriyle tahmin edilen su tüketimi değerleriyle 10' ar günlük dönemlerde karşılaştırmışlar ve buğdayda Penman (FAO), şekerpancarı ve ayçiçeğinde ise Blaney-Criddle yönteminin yeterli sonuç verdiğini saptamışlardır.

Yukarıda açıklanan çalışmalarda da görülebileceği gibi, bir yöntem bütün bölgeler için kullanılabilir değildir. Yöntemler geliştirildikleri bölgenin iklim koşullarına sahip bölgelerde uygulandıklarında güvenilir sonuç verirler. Bu nedenle bölgesel çalışmalara gereksinim vardır. Bu çalışmada bölge olarak Iğdır ve Erzurum-Pasinler ovaları seçilmiştir. Bölgede Erzurum Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsünce, bir çok bitkide yürütülmüş tarla denemelerinde, su tüketimlerine yönelik sonuçlar elde edilmiştir. Dolayısıyla bu deneysel sonuçların, bir çok tahmin yöntemi ile belirlenen sonuçlarla karşılaştırılması düşünüldükçe, bu ve benzeri bölgelerde aylık tahmin için kullanılabilecek yöntemlerin belirlenmesini amaçlayan böyle bir çalışma yürütülmüştür.

## MATERYAL VE METOT

### Materyal

Iğdır ovasında; pamuk, şekerpancarı, domates, kışık buğday ve mısır, Erzurum-Pasinler ovasında; ayçiçeği, patates, şekerpancarı ve kışık buğdaya ilişkin tarla denemeleriyle belirlenmiş olan su tüketim değerleri gerçek bitki su tüketimi değerleri olarak alınmıştır (Sevim, 1984, 1986, 1988a, 1988b, 1991; İstanbulluoğlu 1989; Sevim ve ark., 1991; Evren, 1995; Evren ve İstanbulluoğlu, 1995a; Evren ve İstanbulluoğlu, 1995b; İstanbulluoğlu, 1995). Söz konusu denemelerdeki su tüketimlerinin gerçek su tüketimi değerleri olarak alınma nedenleri; elde edilen verim, verimin kalitesi, sulama suyu miktarı, sulama sayısı ve uygulanabilirlik gibi kriterler açısından bu değerlerin, çalışmayı yürüten araştırmacılarca önerilmiş olmasından dolayıdır.

Çalışmada ayrıntıları Şahin (1997) de yeralan, 4 ayrı grup içinde açıklanmış 24 ayrı tahmin yöntemi kullanılmıştır. Yöntemlere ait eşitliklerde gereksinim duyulan iklim verileri, gerçek su tüketimlerinin aylık bazda belirlenmiş olmasından dolayı, aylık ortalama değerler halinde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Amprik yöntemlerle çözümde, bitkilerin deneme yıllarına ilişkin hesaplamalarda o dönemlerdeki iklim verileri kullanılmıştır. Deneysel su tüketimlerinin 10 günden az olduğu, vejetasyon döneminin başına ve sonuna denk gelen aylar ise dikkate alınmamıştır.

Evapotranspirasyonun tahmin edilmesinde Penman (1963), Penman (FAO-düzeltilmiş), Penman (Gündüz rüzgar hızlı), Penman-Monteith (FAO), Net radyasyon, Radyasyon (FAO), Priestley-Taylor ( $\alpha=1.26$ ), Priestley-Taylor ( $\alpha=1.00$ ), Blaney-Criddle (FAO), Blaney-Criddle (SCS), Hargreaves-I ve Pan Buharlaşması (FAO) yöntemleri için IAM\_ETo paket programı kullanılmıştır (Snyder ve Steduto, 1994). Penman (Kimberly-1972), Penman (Kimberly-1982), Penman (FAO-PPP-17), Penman (Merva-Fernandez), Penman-Monteith, Turc, Jensen-Haise I, Jensen-Haise II, Blaney-Morin, Hargreaves II, Hargreaves-Samani ve Christiansen Pan Buharlaşması yöntemleri için de bilgisayarda ayrıca program yapılarak çözüm sağlanmıştır.

Kullanılan yöntemlerden Penman (Kimberly-1972), Penman (Kimberly-1982), Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise I ve Jensen-Haise II yöntemleri yonca referensli, Blaney-Morin ve Blaney-Criddle (SCS) yöntemleri özel bir bitki için, diğer yöntemler de çayır referensli evapotranspirasyon tahminleri vermektedirler. Yonca referensli tahminler 0.87 katsayısı ile çarpılarak çayır referensli tahminlere dönüştürülmüştür (Delibaş, 1994a). Tahmin yöntemleriyle elde edilen değerlerin gerçek değerlere uyarlanmasında kullanılan "k<sub>c</sub>" bitki katsayıları çayır referensli yöntemler için Delibaş (1994a) ile

Doorenbos ve Pruitt (1977)' den, Blaney-Morin için Yüksel (1988)' den, Blaney-Criddle (SCS) için Güngör ve Yıldırım (1989)' dan alınmıştır.

### Metot

En uygun bitki su tüketimi tahmin yönteminin belirlenmesinde, Kanber ve Kırdı (1984)' te belirtilen bilgiler doğrultusunda, %  $E_{Tref}$ , RMS (Root Mean Square) ve ilişki derecesini gösteren  $R^2$  değerleri dikkate alınmıştır.

Amprik yöntemlerin seçiminde önemli bir göstere olan %  $E_{Tref}$  değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$\% E_{Tref} = (E_{Tref} / E_{Ta}) \cdot 100 \quad (1)$$

Eşitlikte;

$$\begin{aligned} \% E_{Tref} &= \text{Sezinlenen su tüketimlerinin deneysel su tüketimlerine yüzde olarak oranı,} \\ E_{Tref} &= \text{Sezinlenen su tüketimi ve} \\ E_{Ta} &= \text{Deneysel su tüketimidir.} \end{aligned}$$

RMS değerleri gerçek bitki su tüketimleri ile tahmin yöntemlerinden belirlenen bitki su tüketimleri arasındaki farklardan gidilerek aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$RMS = (\sum D^2 / N)^{0.5} \quad (2)$$

Eşitlikte;

D = Aylık su tüketimleri arasındaki fark ve

N = Gözlem sayısıdır.

Eşitlik 2' de verilen istatistiksel ölçüt, yöntemler arası farkların eşit ağırlıkta karşılaştırılmalarını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Tahmin ve gerçek değerler arasındaki ilişkinin denkleminin elde edilmesinde, bağımlı değişken olarak gerçek değerler alınarak aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Jensen ve ark., 1990).

$$E_{Ta} = a + b \cdot E_{Tref} \quad (3)$$

Eşitlikte; a ve b regresyon katsayılarıdır.

Eşitlik 3 ile ilişki denklemleri elde edilirken bu denklemlere ait ilişki dereceleri ve varyans analizi sonucu regresyonun önemlilik durumunu gösteren P değerleri de tespit edilmiştir.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Mevsimlik toplam olarak tahmin yöntemleriyle sezinlenen su tüketimlerinin tarla denemeleriyle belirlenmiş olan deneysel su tüketimi değerlerine yüzde olarak oranları Tablo 1' de verilmiştir. Tabloda ayrıca deneysel mevsimlik su tüketimleriyle, aylık deneysel gözlem sayıları da gösterilmiştir.  $E_{Tref}$  kriterine göre, 100' e en yakın değerler Iğdır bölgesinde, pamukta Hargreaves-Samani, şekerpancarı ve domateste Blaney-Criddle (SCS), buğdayda Blaney-Criddle (FAO), mısırdaki Jensen-Haise I yöntemlerinde çıkmıştır. Erzurum-Pasinler bölgesinde de, ayçiçeğinde Priestley-Taylor ( $\alpha=1.26$ ), patateste FAO Radyasyon, Penman (FAO-Düzeltilmiş), şekerpancarında Jensen-Haise I, Blaney-Criddle (SCS) ve buğdayda Penman-Monteith yöntemlerinde çıkmıştır. En farklı rakamlar ise Iğdır bölgesinde şekerpancarında belirlenmiştir. Tablo 1' deki sonuçlar, bitkiden bitkiye, yöntemden yöntem ve bölgeden bölgeye göre farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bitkilerin su tüketimlerinin, yöntemlerde gereksinilen iklimsel parametrelerin, iklimsel parametrelerin eşitliklerde kullanım etkinliklerinin ve son olarak ta farklı bölgelerde iklimsel parametrelerin aldığı değerlerin değişmesinin bu farklılığa neden olduğu söylenebilir.

Iğdır ve Erzurum-Pasinler Bölgelerinde Kullanılabilecek Evapotranspirasyon Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi

Tablo 1. Sezinlenen Su Tüketimlerinin Deneysel Su Tüketimlerine Yüzde Olarak Oranları  
Table 1. Percentage of Predicted Evapotranspiration Over Experimental Evapotranspiration

BÖLGELER	IĞDIR					ERZURUM-PASINLER			
	BİTKİLER					BİTKİLER			
	Pamuk	Ş.Panc	Dom.	Buğ.	Mısır	Ayç.	Patates	Ş.Panc	Buğ.
<b>Deneysel Mevsimlik Su Tük. (mm)</b>	<b>697</b>	<b>1375</b>	<b>802</b>	<b>454</b>	<b>542</b>	<b>468</b>	<b>720</b>	<b>661</b>	<b>378</b>
Deneysel Gözlem Sayısı	38	36	15	15	13	10	11	24	6
<b>KOMBİNASYON YÖNTEMLERİ</b>									
1. PENMAN (1963)	83	46	66	82	91	109	84	94	124
2. PENMAN (FAO-Düzeltilmiş)	94	53	73	94	105	130	99	109	141
3. PENMAN (Gündüz rüzgar hızlı)	80	44	64	79	88	105	80	91	119
4. PENMAN (Kimberly-1972)	91	49	70	76	89	106	81	86	107
5. PENMAN (Kimberly-1982)	93	50	73	78	94	109	82	89	112
6. PENMAN (FAO-PPP-17)	82	44	64	66	82	91	68	74	91
7. PENMAN (Merva-Fernandez)	85	46	67	70	86	92	67	75	92
8. PENMAN-MONTEITH (FAO)	74	41	58	72	80	103	78	85	111
9. PENMAN-MONTEITH	81	43	62	68	78	96	74	76	95
<b>RADYASYON YÖNTEMLERİ</b>									
1. NET RADYASYON	76	42	60	84	86	114	84	98	138
2. FAO RADYASYON	93	50	75	90	104	130	99	115	144
3. PRIESTLEY-TAYLOR ( $\alpha=1.26$ )	69	39	56	70	80	101	74	87	114
4. PRIESTLEY-TAYLOR ( $\alpha=1.00$ )	55	31	44	56	63	80	59	69	90
5. TURC	84	45	66	70	85	89	66	78	94
6. JENSEN-HAISE I	103	54	80	78	101	114	86	101	120
7. JENSEN-HAISE II	110	58	86	84	109	122	92	108	129
<b>SICAKLIK YÖNTEMLERİ</b>									
1. BLANEY-MORIN	89	62	93	113	109	88	66	85	139
2. BLANEY-CRIDDLE (FAO)	116	65	88	99	122	137	103	120	140
3. BLANEY-CRIDDLE (SCS)	114	73	95	130	103	104	77	101	154
4. HARGREAVES-I	109	60	82	94	107	117	89	104	126
5. HARGREAVES-II	110	59	85	94	109	116	87	103	128
6. HARGREAVES-SAMANI	102	55	80	83	102	105	78	90	108
<b>KAP BUHARLAŞMASI YÖNTEMLERİ</b>									
1. PAN BUHARLAŞMASI (FAO)	92	53	-	-	-	103	78	90	-
2. CHRISTIANSEN PAN BUH.	90	52	-	-	-	95	73	85	-

Eşitlik 2 kullanılarak belirlenen RMS değerleri Tablo 2’de verilmiştir. RMS değerleri %  $E_{ref}$  değerlerinde olduğu gibi bitki, yöntem ve bölgelere göre farklılıklar göstermiştir. En küçük RMS değerleri Iğdır bölgesinde, pamukta Penman (FAO-Düzeltilmiş), şekerpancarında Blaney-Criddle (SCS), domateste Blaney-Criddle (FAO), buğdayda Jensen-Haise II, mısırdaki Hargreaves-Samani yöntemlerinde elde edilmiştir. Erzurum-Pasinler bölgesinde de ayçiçeğinde Blaney-Morin, patateste Penman (FAO-Düzeltilmiş), şekerpancarında Jensen-Haise I ve buğdayda Turc yöntemlerinde belirlenmiştir (Tablo 2). Tahmin yöntemleriyle belirlenen değerlerin mevsimlik toplamı yanında vejetasyon periyodu içerisinde dağılımı da önemlidir. Çünkü periyod içerisinde deneysel değerlerden olan sapmalar RMS değerlerinin büyümesine neden olmaktadır. Nitekim en büyük RMS değerlerinin elde edildiği Iğdır bölgesinde şekerpancarında, vejetasyon periyodunun büyük bir kısmında, sezinlenen su tüketimi değerlerinin gerçek su tüketimi değerlerinden belirgin derecede düşük olması, RMS değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur.

Tahmin yöntemleri değerleriyle gerçek su tüketimi değerleri arasında belirlenen ilişki denklemlerine ait a ve b katsayıları,  $R^2$  değerleri ve regresyon varyans analizine ait P değerleri Tablo 3’te verilmiştir. Bu tabloda P değerleri incelendiğinde, Erzurum-Pasinler bölgesinde buğdayda Penman-Monteith (FAO), Net Radyasyon,

Priestley-Taylor ( $\alpha=1.26$ ) ve Priestley-Taylor ( $\alpha=1.00$ ) yöntemlerinin dışında tüm yöntemler için regresyonun çok önemli ( $P < 0.01$ ) veya önemli ( $P < 0.05$ ) olduğu görülecektir. Bu durum tahmin değerleriyle gerçek değerler arasında bir uyumun olduğunu göstermektedir. Erzurum-Pasinler bölgesinde buğdayda birkaç yöntemde regresyon önemsiz olmasına rağmen ilişki dereceleri yine de yüksek çıkmıştır. En yüksek ilişki derecesi Iğdır bölgesinde, pamukta Penman (FAO-Düzeltilmiş), Priestley-Taylor ( $\alpha=1.00$ ), şekerpancarında Blaney-Morin, domates ve mısırdaki Penman-Monteith, buğdayda Jensen-Haise I, Jensen-Haise II yöntemlerinde çıkmıştır. Erzurum-Pasinler bölgesinde de, ayçiçeğinde Blaney-Morin, patatesteki Christiansen Pan Buharlaşması, şekerpancarında Penman-Monteith ve buğdayda Blaney-Criddle (SCS) yöntemlerinde gözlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 2. Sezinlenen ve Deneysel Su Tüketimi Farklarından Hesaplanan RMS Değerleri

Table 2. RMS Values Calculated From The Differences Between Predicted and Experimental Evapotranspiration

BÖLGELER	IĞDIR					ERZURUM-PASINLER			
	BİTKİLER					BİTKİLER			
	Pamuk	Ş.Panc	Dom.	Buğ.	Mısır	Ayç.	Patates	Ş.Panc	Buğ.
<b>KOMBİNASYON YÖNTEMLERİ</b>									
1. PENMAN (1963)	60.9	171.8	63.6	48.6	35.3	44.7	35.6	53.2	37.9
2. PENMAN (FAO-Düzeltilmiş)	58.9	157.4	54.0	48.5	34.3	63.3	26.7	53.1	49.5
3. PENMAN (Gündüz rüzgar hızlı)	61.4	175.4	67.3	48.6	36.7	41.6	39.7	54.5	35.5
4. PENMAN (Kimberly-1972)	64.0	161.8	53.9	48.3	31.3	41.1	38.6	53.4	27.7
5. PENMAN (Kimberly-1982)	61.0	157.4	51.0	45.8	30.8	45.1	38.3	55.8	31.2
6. PENMAN (FAO-PPP-17)	64.4	170.1	63.7	52.6	37.1	34.9	53.3	63.8	24.6
7. PENMAN (Merva-Fernandez)	63.0	164.9	59.3	50.3	34.0	36.2	54.5	62.7	24.7
8. PENMAN-MONTEITH (FAO)	64.3	182.9	75.7	51.4	42.9	39.8	41.8	57.2	31.2
9. PENMAN-MONTEITH	65.8	174.7	66.8	53.2	41.4	34.8	46.7	60.3	24.6
<b>RADYASYON YÖNTEMLERİ</b>									
1. NET RADYASYON	62.3	182.2	74.5	47.3	41.1	48.2	37.3	53.2	49.3
2. FAO RADYASYON	61.0	162.4	49.0	46.3	32.2	64.0	27.3	55.8	50.2
3. PRIESTLEY-TAYLOR ( $\alpha= 1.26$ )	65.2	187.9	80.4	50.1	44.5	41.3	47.2	57.2	34.6
4. PRIESTLEY-TAYLOR ( $\alpha= 1.00$ )	74.4	205.3	98.6	59.0	61.5	36.4	66.3	71.3	27.5
5. TURC	63.6	170.2	60.3	49.4	34.8	35.7	56.5	59.3	23.3
6. JENSEN-HAISE I	67.1	146.0	40.6	44.1	28.3	50.6	34.0	49.0	33.5
7. JENSEN-HAISE II	70.5	136.3	34.3	42.0	31.4	57.3	30.4	50.7	39.2
<b>SICAKLIK YÖNTEMLERİ</b>									
1. BLANEY-MORIN	65.0	129.0	53.1	47.4	33.8	19.3	59.9	59.6	33.9
2. BLANEY-CRIDDLE (FAO)	69.9	126.1	34.2	43.5	41.2	72.6	32.1	59.7	47.3
3. BLANEY-CRIDDLE (SCS)	77.8	112.6	36.8	56.9	47.7	30.9	46.5	62.6	47.9
4. HARGREAVES-I	64.0	138.3	39.9	44.0	30.5	51.0	33.1	55.0	38.1
5. HARGREAVES-II	65.3	139.9	35.9	43.6	29.9	50.4	36.7	54.7	39.2
6. HARGREAVES-SAMANI	65.3	146.1	41.0	43.5	28.1	43.0	42.6	49.8	27.6
<b>KAP BUHARLAŞMASI YÖNTEMLERİ</b>									
1. PAN BUHARLAŞMASI (FAO)	70.5	149.0	-	-	-	45.8	43.0	53.3	-
2. CHRISTIANSEN PAN BUH.	71.3	149.0	-	-	-	42.8	48.6	55.1	-

İğdır ve Erzurum-Pasinler Bölgelerinde Kullanılabilecek Evapotranspirasyon Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi

Tablo 3. İlişki Denklemlerine Ait a ve b Regresyon Katsayıları,  $R^2$  ve P Değerleri

Table 3. Coefficients of a and b,  $R^2$  and P Values For Regression Equations

BÖLGELER	İĞDIR					ERZURUM-PASINLER				
	BİTKİLER					BİTKİLER				
	Pam.	Ş.Pan	Dom.	Buğ.	Mısır	Ayç.	Pata.	Ş.Pan	Buğ.	
<b>KOMBİNASYON YÖNTEMLERİ</b>										
1. PENMAN (1963) ( <i>ET<sub>pen</sub></i> )	a	47.3	-81.7	26.6	26.9	-0.7	50.2	0.9	-20.9	20.0
	b	0.69	2.96	1.27	0.86	1.10	0.42	1.19	1.22	0.55
	R	0.225	0.720	0.770	0.494	0.756	0.654	0.870	0.528	0.672
	2	0.003	0.000	0.000	0.003	0.000	0.005	0.000	0.000	0.046
	P									
2. PENMAN (FAO-Düzeltilmiş) ( <i>ET<sub>pfao</sub></i> )	a	44.8	-78.4	29.1	28.0	0.8	51.0	5.1	-24.2	20.2
	b	0.63	2.55	1.12	0.73	0.95	0.35	0.97	1.08	0.48
	R	0.251	0.715	0.740	0.489	0.748	0.654	0.867	0.534	0.671
	2	0.001	0.000	0.000	0.004	0.000	0.005	0.000	0.000	0.046
	P									
3. PENMAN (Gündüz rüzgar hızlı) ( <i>ET<sub>puğ</sub></i> )	a	46.2	-81.2	27.3	25.8	-1.7	50.3	0.8	-19.6	19.9
	b	0.73	3.07	1.31	0.91	1.15	0.44	1.25	1.25	0.57
	R	0.231	0.722	0.762	0.508	0.761	0.649	0.871	0.524	0.665
	2	0.002	0.000	0.000	0.003	0.000	0.005	0.000	0.000	0.048
	P									
4. PENMAN (Kimberly-1972) ( <i>ET<sub>pwj</sub></i> )	a	57.9	-73.6	29.1	20.5	-3.6	48.9	5.4	-22.8	18.1
	b	0.52	2.71	1.16	1.02	1.16	0.45	1.19	1.35	0.67
	R	0.165	0.800	0.855	0.537	0.840	0.683	0.860	0.604	0.706
	2	0.011	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	0.036
	P									
5. PENMAN (Kimberly-1982) ( <i>ET<sub>pw</sub></i> )	a	51.0	-55.9	37.6	21.4	1.6	50.7	9.1	-4.9	20.4
	b	0.58	2.47	1.04	0.98	1.05	0.42	1.14	1.17	0.61
	R	0.231	0.782	0.807	0.576	0.801	0.649	0.842	0.504	0.726
	2	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.031
	P									
6. PENMAN (FAO-PPP-17) ( <i>ET<sub>ppp</sub></i> )	a	58.3	-57.2	36.3	21.0	1.0	49.8	8.5	-15.7	20.0
	b	0.57	2.83	1.21	1.16	1.22	0.52	1.37	1.51	0.75
	R	0.186	0.808	0.844	0.556	0.838	0.672	0.853	0.583	0.720
	2	0.007	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.000	0.000	0.033
	P									

Tablo 3' ün Devamı  
Table 3 Continued

BÖLGELER		IĞDIR					ERZURUM-PASINLER			
		BİTKİLER					BİTKİLER			
		Pam.	Ş.Pan	Dom.	Buğ.	Mısır	Ayç.	Pata.	Ş.Pan	Buğ.
7. PENMAN (Merva-Fernandez) ( <i>ETpmf</i> )	a	56.4	-52.1	39.5	21.3	3.1	50.9	11.2	-9.7	19.8
	b	0.57	2.65	1.12	1.10	1.13	0.50	1.36	1.43	0.74
	R	0.217	0.808	0.819	0.567	0.820	0.651	0.845	0.574	0.719
	2	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.033
	P									
8. PENMAN-MONTEITH (FAO) ( <i>ETpmfao</i> )	a	48.4	-80.1	29.3	26.9	-1.1	49.4	3.7	-29.5	19.6
	b	0.76	3.30	1.41	0.97	1.26	0.46	1.25	1.44	0.62
	R	0.218	0.713	0.770	0.503	0.757	0.664	0.863	0.554	0.660
	2	0.003	0.000	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000	0.050
	P									
9. PENMAN-MONTEITH ( <i>ETpm</i> )	a	60.7	-78.6	27.7	22.0	-5.5	48.2	6.1	-29.7	17.8
	b	0.56	3.11	1.33	1.12	1.34	0.51	1.30	1.59	0.76
	R	0.149	0.792	0.863	0.516	0.847	0.704	0.861	0.633	0.699
	2	0.017	0.000	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.038
	P									
<b>RADYASYON YÖNTEMLERİ</b>										
1.NET RADYASYON ( <i>ETrn</i> )	a	40.0	-89.1	23.1	27.1	-9.3	51.2	-4.2	-37.4	22.4
	b	0.84	3.28	1.42	0.84	1.25	0.40	1.22	1.29	0.47
	R	0.231	0.652	0.677	0.518	0.715	0.583	0.845	0.529	0.549
	2	0.002	0.000	0.000	0.002	0.000	0.010	0.000	0.000	0.092
	P									
2.FAO RADYASYON ( <i>ETfaor</i> )	a	50.5	-71.5	27.9	25.1	0.6	51.4	2.2	-11.4	18.9
	b	0.59	2.63	1.10	0.81	0.95	0.35	0.99	0.94	0.48
	R	0.218	0.720	0.791	0.519	0.776	0.653	0.860	0.527	0.715
	2	0.003	0.000	0.000	0.002	0.000	0.005	0.000	0.000	0.034
	P									
3. PRIESTLEY-TAYLOR ( $\alpha=1.26$ ) ( <i>ETpt</i> )	a	44.8	-68.6	31.5	25.3	-0.6	52.2	4.2	-17.0	21.3
	b	0.86	3.38	1.44	1.03	1.26	0.44	1.30	1.30	0.58
	R	0.250	0.697	0.715	0.559	0.734	0.595	0.839	0.511	0.628
	2	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.009	0.000	0.000	0.060
	P									
4. PRIESTLEY-TAYLOR ( $\alpha=1.00$ ) ( <i>ETpt1</i> )	a	44.8	-67.9	33.7	25.7	-2.0	52.1	5.6	-15.7	21.2
	b	1.08	4.23	1.79	1.28	1.61	0.55	1.62	1.62	0.74
	R	0.251	0.695	0.713	0.556	0.733	0.599	0.835	0.506	0.630
	2	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.009	0.000	0.000	0.060
	P									

İğdır ve Erzurum-Pasinler Bölgelerinde Kullanılabilecek Evapotranspirasyon Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi

Tablo 3' ün Devamı  
Table 3 Continued

BÖLGELER		İĞDIR					ERZURUM-PASINLER			
		BİTKİLER					BİTKİLER			
		Pam.	Ş.Pan	Dom.	Buğ.	Mısır	Ayç.	Pata.	Ş.Pan	Buğ.
5. TURC ( <i>ETtunc</i> )	a	56.3	-70.6	31.0	17.7	-0.2	50.9	8.3	0.4	19.2
	b	0.58	2.93	1.22	1.15	1.18	0.51	1.41	1.28	0.74
	R	0.183	0.809	0.853	0.588	0.833	0.652	0.840	0.565	0.762
	2	0.007	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.023
	P									
6. JENSEN-HAISE I ( <i>ETjh1</i> )	a	59.1	-38.0	39.2	18.0	5.1	51.6	13.4	1.5	18.4
	b	0.45	2.15	0.94	1.03	0.95	0.39	1.05	0.98	0.59
	R	0.202	0.797	0.841	0.615	0.824	0.663	0.849	0.576	0.761
	2	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.024
	P									
7. JENSEN-HAISE II ( <i>ETjh2</i> )	a	58.9	-37.6	39.1	18.1	5.1	51.5	13.3	1.4	18.4
	b	0.42	1.99	0.88	0.95	0.88	0.37	0.98	0.92	0.55
	R	0.204	0.798	0.840	0.615	0.823	0.662	0.847	0.573	0.764
	2	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.023
	P									
<b>SICAKLIK YÖNTEMLERİ</b>										
1.BLANEY-MORIN ( <i>ETbm</i> )	a	60.9	-59.7	36.5	13.4	-2.8	25.7	12.8	-3.1	0.3
	b	0.50	2.03	0.83	0.76	0.94	0.83	1.37	1.20	0.72
	R	0.206	0.834	0.335	0.529	0.777	0.847	0.759	0.459	0.769
	2	0.004	0.000	0.024	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022
	P									
2.BLANEY-CRIDDLE (FAO) ( <i>ETfaobc</i> )	a	53.2	-55.9	36.1	20.5	0.1	52.5	12.3	3.1	19.1
	b	0.45	1.93	0.89	0.78	0.82	0.32	0.88	0.82	0.50
	R	0.224	0.792	0.819	0.577	0.822	0.650	0.825	0.525	0.773
	2	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.021
	P									
3.BLANEY-CRIDDLE (SCS) ( <i>ETscsbc</i> )	a	70.9	-31.6	42.7	8.8	32.7	40.6	8.9	26.6	9.4
	b	0.31	1.56	0.78	0.70	0.72	0.55	1.21	0.80	0.55
	R	0.109	0.725	0.739	0.460	0.582	0.782	0.788	0.329	0.781
	2	0.043	0.000	0.000	0.005	0.002	0.000	0.000	0.003	0.020
	P									
4.HARGREAVES-I ( <i>ETHarg1</i> )	a	48.4	-74.0	28.3	20.8	-4.7	50.9	5.4	5.0	18.5
	b	0.51	2.21	1.00	0.82	0.97	0.39	1.08	0.93	0.56
	R	0.225	0.785	0.806	0.554	0.810	0.616	0.838	0.472	0.693
	2	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.000	0.000	0.040
	P									



Tablo 3'ün Devamı  
Table 3 Continued

BÖLGELER		IĞDIR					ERZURUM-PASINLER			
		BİTKİLER					BİTKİLER			
		Pam.	Ş.Pan	Dom.	Buğ.	Mısır	Ayç.	Pata.	Ş.Pan	Buğ.
5.HARGREAVES-II ( <i>ET<sub>harg2</sub></i> )	a	50.7	-72.3	30.4	20.2	-5.6	51.1	9.0	5.9	18.8
	b	0.49	2.22	0.96	0.82	0.96	0.39	1.07	0.93	0.55
	R	0.214	0.783	0.831	0.561	0.831	0.622	0.806	0.478	0.704
	2	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.000	0.000	0.037
	P									
6.HARGREAVES-SAMANI ( <i>ET<sub>hs</sub></i> )	a	56.6	-57.9	33.7	18.3	1.0	51.1	8.1	-11.2	18.1
	b	0.48	2.29	0.98	0.96	0.97	0.43	1.21	1.20	0.66
	R	0.198	0.818	0.836	0.590	0.826	0.648	0.844	0.613	0.736
	2	0.005	0.000	0.000	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.029
	P									
<b>KAP BUHARLAŞMASI YÖNTEMLERİ</b>										
1.PAN BUHARLAŞMASI (FAO) ( <i>ET<sub>faopan</sub></i> )	a	73.6	-33.6	-	-	-	54.3	2.9	24.7	-
	b	0.37	2.19	-	-	-	0.41	1.25	0.92	-
	R	0.106	0.799	-	-	-	0.629	0.860	0.540	-
	2	0.049	0.000	-	-	-	0.006	0.000	0.000	-
	P									
2.CHRISTIENSEN PAN BUH. ( <i>ET<sub>cpan</sub></i> )	a	74.9	-24.6	-	-	-	55.1	5.5	28.5	-
	b	0.37	2.14	-	-	-	0.43	1.32	0.94	-
	R	0.107	0.811	-	-	-	0.639	0.875	0.546	-
	2	0.049	0.000	-	-	-	0.006	0.000	0.000	-
	P									

En uygun yöntemin seçimi, yüksek ilişki derecesi ( $R^2$ ), 100' e yakın %  $E_{ref}$  ve küçük RMS değerleri elde edilecek şekilde yapılmıştır (Kanber ve Kırdar, 1984). Bu kriterlere göre her bitki için belirlenmiş olan yöntemler Tablo 4' de karartılarak gösterilmiştir.

En uygun yöntemlerin, Iğdır bölgesinde; pamukta kombinasyon ve radyasyon, şekerpancarında sıcaklık, domates, buğday ve mısırdaki radyasyon ve sıcaklık, Erzurum-Pasinler bölgesinde; ayçiçeğinde kombinasyon ve sıcaklık, patatada kombinasyon, radyasyon ve sıcaklık, şekerpancarında radyasyon ve sıcaklık, buğdayda kombinasyon ve radyasyon grubu yöntemlerin içerisinde olduğu belirlenmiştir. Kap buharlaşması yöntemlerinin de tahmin yapılmış bitkiler için en uygun yöntemler içerisinde giremediği görülmüştür (Tablo 4).

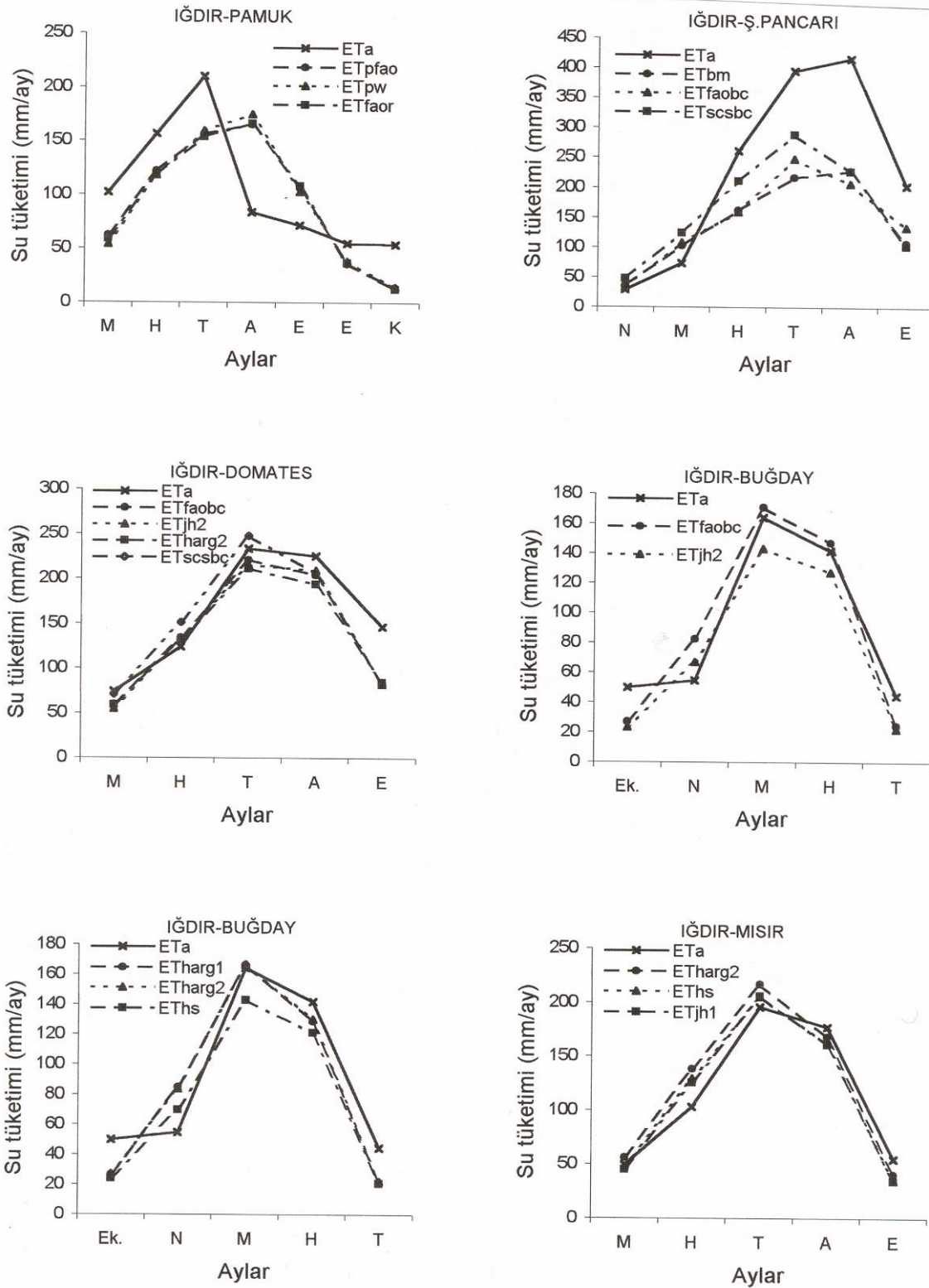
Iğdır ve Erzurum-Pasinler Bölgelerinde Kullanılabilecek Evapotranspirasyon Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi

Tablo 4. Deneysel Verilere En İyi Uyumu Sağlayan Tahmin Yöntemleri  
Table 4. The Best Prediction Methods Based on Experimental Evapotranspiration

BÖLGELER	IĞDIR					ERZURUM-PASINLER			
	BİTKİLER					BİTKİLER			
	Pamu k	Ş.Pan c	Dom.	Buğ.	Mısır	Ayç.	Patates	Ş.Panc	Buğ.
<b>KOMBİNASYON YÖNTEMLERİ</b>									
PENMAN (FAO-Düzeltilmiş)									
PENMAN (Kimberly-1982)									
PENMAN (FAO-PPP-17)									
PENMAN (Merva-Fernandez)									
PENMAN-MONTEITH									
<b>RADYASYON YÖNTEMLERİ</b>									
FAO RADYASYON									
TURC									
JENSEN-HAISE I									
JENSEN-HAISE II									
<b>SICAKLIK YÖNTEMLERİ</b>									
BLANEY-MORIN									
BLANEY-CRIDDLE (FAO)									
BLANEY-CRIDDLE (SCS)									
HARGREAVES-I									
HARGREAVES-II									
HARGREAVES-SAMANI									

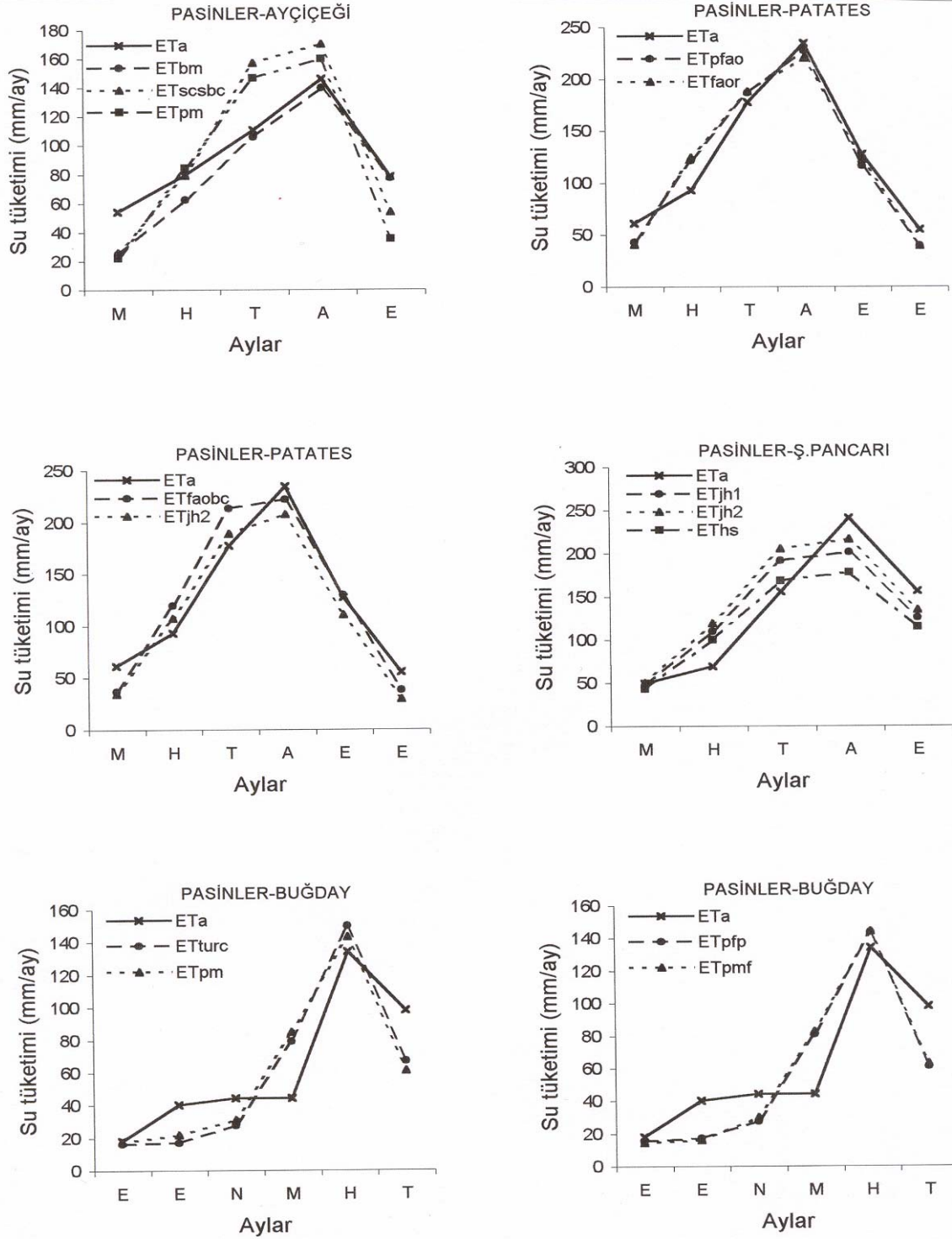
Ayrıca uygun bulunan bu yöntemlerle elde edilen ortalama aylık su tüketimleri ile gerçek su tüketimleri değerlerinin zamana karşı değişimleri de Şekil 1 ve 2’ de gösterilmiştir. Şekillerin incelenmesinden de görülebileceği gibi tahmin değerlerinin gerçek değerlere uyumunda farklılıklar söz konusudur. Bazı dönemlerde uyum görülürken bazı dönemlerde sapmalar olmuştur. Ancak her bitki için önerilen tahmin yöntemlerine ait su tüketim değerlerinde ise benzerlikler olduğu görülmektedir.

Iğdır bölgesinde; domates, buğday ve mısırdaki, Erzurum-Pasinler bölgesinde; ayçiçeği, patates ve şekerpancarında tahmin yöntemleriyle belirlenen değerler, deneysel değerlere, yaklaşık ve paralel seyretmiştir (Şekil 1 ve 2). Iğdır bölgesinde pamuk ve şekerpancarında (Blaney-Morin yöntemi dışında) pik su tüketiminin olduğu ay gerçektekinden farklılık göstermiş, şekerpancarında sezonun çoğunda tahmin edilen değerler gerçek değerlerin altında kalmıştır. Pamukta toplam su tüketiminde yakınlaşma olmasına rağmen aylık su tüketimlerinde belirgin farklılıklar görülmüştür (Şekil 1). Erzurum-Pasinler bölgesinde ayçiçeğinde haziran-ağustos döneminde Blaney-Criddle (SCS) ve Penman-Monteith yöntemlerinde daha yüksek tahminler elde edilmiştir. Buğdayda vejetasyon periyodunun ilk ve son dönemlerinde tahminlerin daha az olduğu, pik dönemde ise tahminlerin gerçek değerlere oldukça yaklaştığı gözlenmiştir (Şekil 2). Sapmaların olması tahmin yöntemlerine ait ilişki derecelerinin küçülmesine, RMS değerlerinde büyümesine neden olmaktadır. İşte bu noktadan hareketle en iyi uyumun görüldüğü yöntemler içerisinde ilişki derecesi en yüksek olan yöntemler seçilmiştir. Bu yöntemlere ait ilişki denklemleri ve ilişki dereceleri Şekil 3’ de gösterilmiştir. İlişki dereceleri pamuk dışında genel olarak yüksektir. En yüksek ilişki derecesinin ise patatada olduğu görülmektedir. İlişki derecesi 1’ e yaklaştıkça uyumun iyileştiği söylenebilir. Zaten Şekil 3’ te de ilişki derecelerinin yükselmesine bağlı olarak noktalarında bir hat üzerinde toplandıkları görülmektedir.



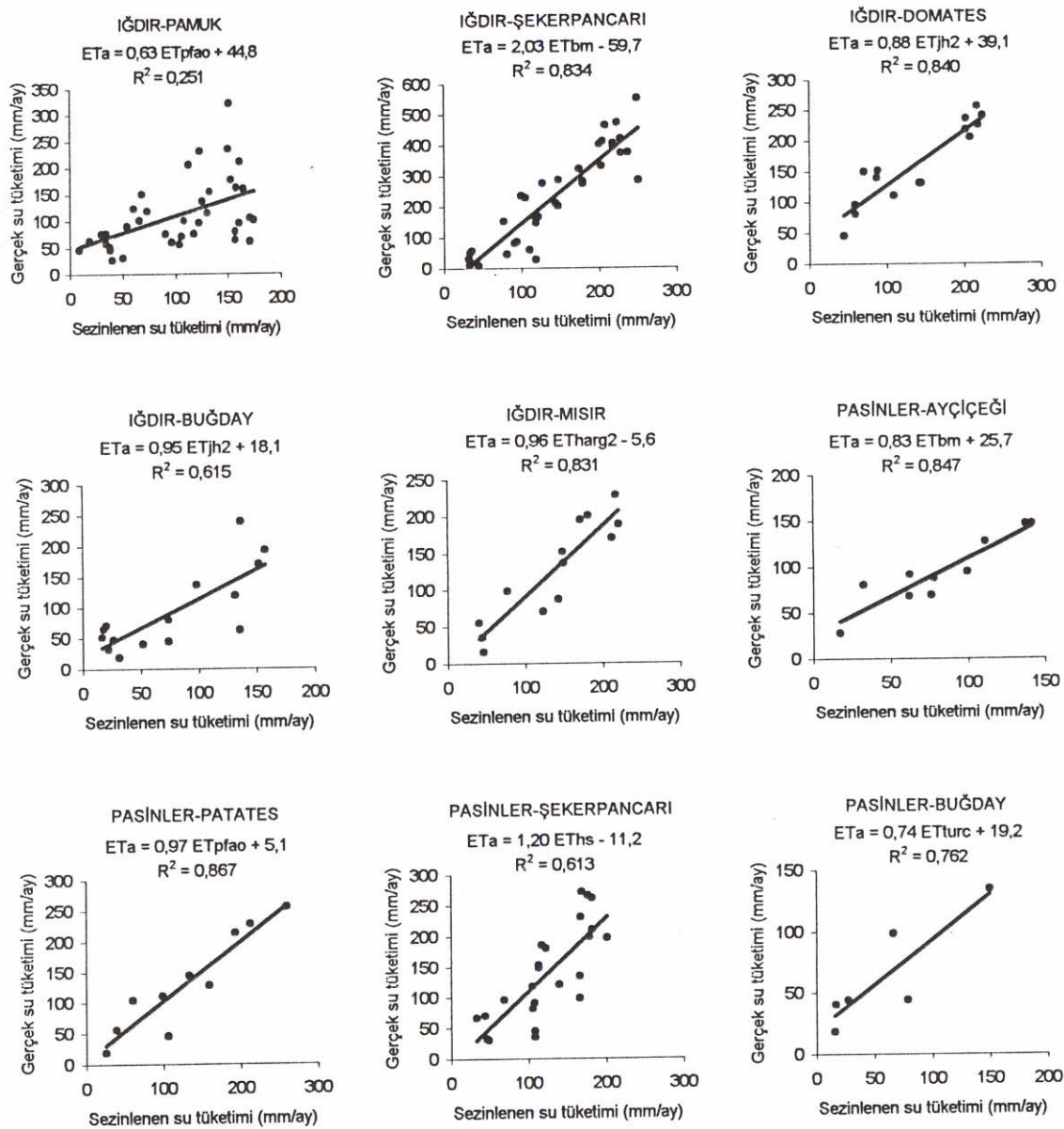
Şekil 1. Iğdır Bölgesine Uygun Yöntemlerle Sezinlenen İle Deneysel Su Tüketimlerinin Zamansal Değişimleri  
Figure 1. Changes of Predicted and Experimental Evapotranspiration with Time for Iğdır Region

İğdır ve Erzurum-Pasinler Bölgelerinde Kullanılabilecek Evapotranspirasyon Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi



Şekil 2. Erzurum-Pasinler Bölgesine Uygun Yöntemlerle Sezinlenen İle Deneysel Su Tüketimlerinin Zamansal Değişimleri

Figure 2. Changes of Predicted and Experimental Evapotranspiration with Time for Erzurum-Pasinler Region



Şekil 3. En Uygun Yöntemler İçin Sezinlenen İle Deneysel Su Tüketimi Arasındaki İlişkiler  
Figure 3. Relationships Between Predicted and Experimental Evapotranspiration for The Best Methods

Genel olarak bu araştırmada bulunan sonuçlara bakıldığında, Ülkemizde yapılan bir çok araştırmanın sonucuyla burada bulunan sonuçların benzerlikler gösterdiği görülmektedir. Mesela, Benli (1980), Türkiye’ de projelene bazında Jensen-Haise yönteminin kullanılabileceğini belirtmiştir. Tekinel ve Kanber (1981), Çukurova koşullarında, pamukta Penman, Kanber ve Kırdı (1984) ise Penman ve Makkink yöntemlerinin kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Selenay (1992), Ankara ve şanlıurfa koşullarında domateste Blaney-Criddle (FAO) yönteminin ölçülene daha yakın mevsimlik su tüketimleri tahminleri verdiğini belirlemiştir. Yüksel ve Erdem (1997), Kırklareli koşullarında, buğdayda Penman (FAO), şekerpancari ve ayçiçeğinde Blaney-Criddle yönteminin yeterli sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, Delibaş (1994b) Blaney-Criddle yönteminin kurak bölgelerde iyi sonuç veren ve yaygın olarak kullanılan bir yöntem olduğunu, Albut ve Yüksel (1997)’ de, duyarlı ve geçerli sonuç veren yöntemlerin Blaney-Criddle (FAO), Blaney-Criddle, Penman-

## İğdır ve Erzurum-Pasinler Bölgelerinde Kullanılabilecek Evapotranspirasyon Tahmin Yöntemlerinin Belirlenmesi

Monteith, Jensen-Haise ve Penman (FAO) yöntemleri olduğunu ifade etmişlerdir. Paşaoğlu (1995)' da, Hargreaves yönteminin doğruya oldukça yakın sonuçlar veren, Penman (Kimberly-1982) yönteminin değişik ülkelerde kullanılabilen, FAO Radyasyon yönteminin de kurak bölgeler için uygun olan yöntemler olduğunu belirtmiştir.

Bu araştırmada kullanılan deneysel verilerin yeterliliği doğrultusunda ve aylık iklim verilerinin kullanılması durumunda sonuç olarak şunlar söylenebilir. İğdır bölgesinde; pamukta Penman (FAO-Düzeltilmiş), şekerpancarında Blaney-Morin, domates ve buğdayda Jensen-Haise II, mısırdaki Hargreaves-II, Erzurum-Pasinler bölgesinde de; ayçiçeğinde sBlaney-Morin, patatesten Penman (FAO-Düzeltilmiş), şekerpancarında Hargreaves-Samani ve buğdayda Turc yöntemlerinin kullanılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Ancak eşitliklerde farklı iklim verileri kullanıldığı için, elde bulunan iklim verilerine göre, önerilen diğer uygun yöntemler içerisinde seçim yapılarak, başka alternatif eşitliklerin kullanılması da söz konusudur. Bu yöntemlerle çözüm yapılarak, su gereksiniminin en çok olduğu aya ilişkin değerlerden sulama sisteminin kapasitesinin belirlenmesi ve mevsimlik toplamdan da gidilerek depolanması gereken su hacimleri konusunda fikir edinilebilir. Daha hassas sonuçlar için ise kısa zaman aralıklarında su tüketim değerlerinin elde edilerek, hem bitki katsayılarının ve hem de kullanılabilecek tahmin eşitliklerinin yeniden belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması gereklidir.

### KAYNAKLAR

- Albut, S., A.N. Yüksel, 1997. Tekirdağ İlinde Yetiştiriciliği Yapılan Bitkilerin Sulama Suyu İhtiyaçlarının Farklı Yöntemlerle Hesaplanması. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 5-8 Haziran 1997, Bursa, 243-252.
- Benli, E., 1980. Devlet Sulama Şebekelerinde Su Kullanımı Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları:748, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler:437, Ankara.
- Delibaş, L., 1994a. Bitki-Su İlişkileri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Genel Yayın No:220, Yardımcı Ders Kitabı No:9, 1-87.
- Delibaş, L., 1994b. Sulama. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak., Yayın No:213, Ders Kitabı No:24, 35-54, 83-84.
- Doorenbos, J., W.O. Pruitt, 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper, 24, Rome, Italy, 1-125.
- Evren, S., 1995. İğdır Ovası Koşullarında Buğday Su Tüketimi ve Su Verim İlişkileri. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:55, Erzurum.
- Evren, S., A. İstanbulluoğlu, 1995a. İğdır Ovası Koşullarında Mısır Su Tüketimi ve Su-Verim İlişkileri. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:56, Erzurum.
- Evren, S., A. İstanbulluoğlu, 1995b. İğdır Ovasında Domates Su Gereksinimi. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:41, Erzurum.
- Güngör, Y., O. Yıldırım, 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları :1155, Ders Kitabı: 325, 84-136.
- Güngör, H., 1990. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Ampirik Bir Yöntem Üzerinde Araştırma. Köy Hiz. Gen. Müd. Eskişehir Araş. Ens. Müd. Genel Yayın No:223, Teknik Yayın No:23, Eskişehir, 51-54.
- İstanbulluoğlu, A., 1989. İğdır Ovası Koşullarında Pamuk ve Şekerpancarı Üretiminde Sulama Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:24, Erzurum.
- İstanbulluoğlu, A., 1995. İğdır Ovasında Pamuk Su Tüketimi ve Son Su Verme Zamanı. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:49, Erzurum.
- Jensen, M.E., R.D. Burman, R.G. Allen, 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No:70, Amer. Soc. of Civil Eng., New York, 225-233.
- Kanber, R., C. Kırdar, 1984. Çukurova İklim Koşullarında Pamuk Su Tüketiminin Sezinlenmesinde Kullanılabilecek Çeşitli Ampirik İlişkilerin İrdelenmesi. Doğa Bilim Dergisi, Seri:D2, Cilt:8, Sayı: 2, 213-226.
- Kodal, S., E. Benli, 1987. İç Anadolu Bölgesi' nde Bitki Su Tüketimi Hesaplamalarında Kullanılabilecek Yeni Bir Tahmin Yöntemi. Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, Cilt:11, Sayı:2, 372-381.
- Kodal, S., M. Olgun, M.F. Selenay, Y.E. Yıldırım, A. Öztürk, A. Günay, K. Demir, 1995. Farklı Sulama Uygulamalarının Domates Verimine Etkisi. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 30 Mart-2 Nisan 1995, Kemer-Antalya, 407-422.
- Paşaoğlu, S., 1995. Bitki Evapotranspirasyon İhtiyacının Hesaplanmasında Penman-Monteith ve Hargreaves Eşitlikleri. DSİ Teknik Bülteni, Sayı:84, 69-94.
- Selenay, F., 1992. Domates Sulaması ve Su Tüketimi. TİGEM, Yıl:7, Sayı:39, 25-31.
- Sevim, Z., 1984. Erzurum Koşullarında Ayçiçeğinin Su Tüketimi. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:5, Erzurum.
- Sevim, Z., 1986. Erzurum Koşullarında Patatesin Su Tüketimi. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:11, Erzurum.
- Sevim, Z., 1988a. Erzurum-Pasinler Koşullarında Şekerpancarı Sulama Suyu Miktarının Açık Su Yüzeyi Buharlaşmasından Yararlanılarak Saptanması. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:21, Erzurum.
- Sevim, Z., 1988b. Erzurum Koşullarında Buğdayın Su Tüketimi. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:19, Erzurum.
- Sevim, Z., 1991. Erzurum Koşullarında Şekerpancarı Azot-Su İlişkileri. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:35, Erzurum.
- Sevim, Z., A. İstanbulluoğlu, S. Evren, 1991. İğdır Ovası Koşullarında Şekerpancarı Azot-Su Ylişkileri. Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araş. Ens., Genel Yayın No:34, Erzurum.
- Snyder, R.L., P. Steduto, 1994. IAM\_ETo User's Guide by WUE-NET. Instituto Agronomico Mediterraneo Bari, Italy, 1-29.
- Şahin, Ü., 1997. Evapotranspirasyon Tahmin Yöntemleri ve Uygulanabilme Özellikleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 28 (5): 827-848.
- Tekinel, O., R. Kanber, 1981. Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemlerin Kıyaslanması Üzerinde Bir Araştırma. Toprak Teknik Dergisi, Sayı:56, 1-13.

- Yıldırım, Y.E., S. Kodal, 1996. Ankara Koşullarında Mısır Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılabilecek Yöntemler. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 2(1), 13-18.
- Yüksel, A.N, 1988. Sulama. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No:52, 115-132.
- Yüksel, A.N., Y. Erdem, 1997. Kırklareli Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitliklerinin Karşılaştırılması. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 5-8 Haziran 1997, Bursa, 236-242.