

ORTA ANADOLU KOSULLARINDA FAO SU  
TUKETİM MODELLERİNİN İRDELENMESİ

ORTA ANADOLU KOSULLARINDA FAO SU  
TUKETİM MODELLERİNİN İRDELENMESİ

38720

H. MERİH TUCEL

C.U  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU  
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA  
ANABİLİM DALI

YUKSEK LİSANS TEZİ

ADANA

EKİM - 1994

Dukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Bu çalışma jürimiz tarafından TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA  
Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Baskan : Prof. Dr. Rıza KANBER



Üye : Prof. Dr. Cevat KIRDA



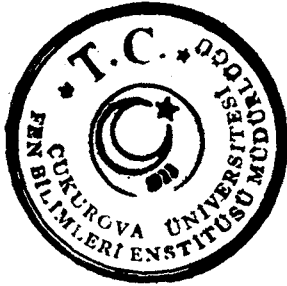
Üye : Prof. Dr. Atilla YAZAR




Kod No: 880

Yukardaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

İMZA



  
Prof. Dr. Ural DINC  
Enstitü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

CİZELGE LİSTESİ .....	I
ŞEKİL LİSTESİ .....	II
SİMGE LİSTESİ .....	IV
ÖZ .....	V
ABSTRACT .....	VI
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	4
2.1. Su Dengesi (Su Bütçesi) Yöntemleri .....	6
2.2. Mikrometeorolojik Yöntemler .....	8
2.3. Amirik Yöntemler .....	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	17
3.1. Materyal .....	17
3.1.1. Araştırma Alanının Genel İklim .....	
Özellikleri .....	17
3.1.2. Araştırma Alanının Genel Toprak .....	
Özellikleri .....	18
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Lizimetre Tankı.....	19
3.1.3.1. Lizimetre Odası .....	21
3.1.3.2. Tartım Aleti .....	22
3.1.3.3. Toprak Tankı .....	22
3.1.3.4. Tartılı Tip Lizimetrelerde Evapotranspirasyon .....	
Ölçümü .....	22
3.1.4. Çalışmada Ele Alınan Bitkiler .....	23
3.1.5. Araştırmada Kullanılan İklim Verileri .....	23
3.2. Yöntem .....	24
3.2.1. Lizimetrelerde Gerçek Su Tüketiminin (Eta) .....	
Belirlenmesi .....	24
3.2.2. Araştırmada Kullanılan Bitkilere Ait Uygulanan .....	
Sulama Programları .....	26
3.2.3. Kıyas Bitki Su Tüketiminin (Eta) Kestirimi ...	27
3.2.4. Elde Edilen Değerlerin Karşılaştırılması .....	29

4. ARASTIRMA BULGULARI VE TARTISMA .....	31
4.1. Buğday .....	31
4.2. Pancar .....	36
4.3. Ayciceği .....	41
4.4. Patates .....	46
4.5. Mısır .....	51
4.6. Fasulye .....	56
4.7. Cilek (1982-1983-1984-1985) .....	61
4.8. Yonca (1977-1978-1979) .....	72
5. SONUÇ VE ÖNERILER .....	78
ÖZET .....	80
SUMMARY .....	82
KAYNAKLAR .....	84
TESEKKÜR .....	90
ÖZGEÇMİŞ .....	91
6. EKLER .....	92

## CİZELGE LİSTESİ

## SAYFA

Cizelge 3.1. Ankara İline Ait Çok Yıllık (1984-1985) İklim Etmenlerine Ait Değerler .....	19
Cizelge 3.2. Lizimetre Tankında Bulunan Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri .....	21
Cizelge 3.3. Çalışmada Kullanılan Bitkiler ve Gelişme Dönemleri .....	23
Cizelge 3.4. Arastırmada Kullanılan İklim Öğeleri .....	24
Cizelge 3.5. Gerçek Bitki Su Tüketim Değerleri .....	26
Cizelge 4.1. Buğday Bitkisine (1973) İlişkin Mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R Değerleri .....	31
Cizelge 4.2. Pancar Bitkisine (1974) İlişkin Mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R Değerleri .....	36
Cizelge 4.3. Aycıceğı Bitkisine (1975) İlişkin Mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R Değerleri .....	41
Cizelge 4.4. Patates Bitkisine (1976) İlişkin Mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R Değerleri .....	47
Cizelge 4.5. Mısır Bitkisine (1980) İlişkin Mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R Değerleri .....	51
Cizelge 4.6. Fasulye Bitkisine (1981) İlişkin Mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R Değerleri .....	56
Cizelge 4.7. Çilek Bitkisine (1982-1983-1984-1985) İlişkin Mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R Değerleri .....	61
Cizelge 4.8. Yonca Bitkisine (1977-1978-1979) İlişkin Mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R Değerleri .....	72

## SEKİL LİSTESİ

## SAYFA

Sekil 3.1. Ankara Merkez Köy Hizmetleri (Topraksu) Araştırma Enstitüsü tartılı tip lizimetre kesiti .....	20
Sekil 4.1. Buğday bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi..	33
Sekil 4.2. Buğday bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki .....	34
Sekil 4.3. Buğday bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan Kc katsayılarının zamanla değişimi .....	35
Sekil 4.4. Pancar bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi..	38
Sekil 4.5. Pancar bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki .....	39
Sekil 4.6. Pancar bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan Kc katsayılarının zamanla değişimi .....	40
Sekil 4.7. Aycıceği bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi..	43
Sekil 4.8. Aycıceği bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki .....	44
Sekil 4.9. Aycıceği bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan Kc katsayılarının zamanla değişimi .....	45
Sekil 4.10. Patates bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi.	48

Sekil 4.11. Patates bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki,....	49
Sekil 4.12. Patates bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan Kc katsayılarının zamanla değişimi .....	50
Sekil 4.13. Mısır bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketimi değerleri arasındaki ilişki .....	53
Sekil 4.14. Mısır bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki .....	54
Sekil 4.15. Mısır bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan Kc katsayılarının zamanla değişimi .....	55
Sekil 4.16. Fasulye bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimleri .....	58
Sekil 4.17. Fasulye bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki ....	59
Sekil 4.18. Fasulye bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan Kc katsayılarının zamana bağlı değişimleri .....	60
Sekil 4.19. Çilek bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimleri .....	63
Sekil 4.20. Çilek bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki .....	64-67
Sekil 4.21. Çilek bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan Kc katsayılarının zamanla değişimi .....	68-71
Sekil 4.22. Yonca bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi .....	74
Sekil 4.23. Yonca bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki .....	75-77

## SİMGE LİSTESİ

T. Eta	: Gerçek (Deneysel) bitki su tüketimi, mm.
Eto	: Kıyas (Potansiyel) su tüketimi, mm.
Epan	: Buharlaşma miktarı, mm.
Kp	: Pan katsayısı.
p	: Güneşlenme yüzdesi.
T	: Ortalama sıcaklık.
n	: Gerçek güneşlenme, saat/gün.
N	: Olası güneşlenme, saat/gün.
W	: Sıcaklık ve yüksekliğe bağlı ağırlık etmeni.
Rs	: Solar radyasyon, mm/gün.
Ra	: Atmosfer üstü radyasyon, mm/gün.
Rn	: Net radyasyon, mm/gün.
Rns	: Net kısa dalga boylu radyasyon, mm/gün.
Rnl	: Net uzun dalga boylu radyasyon, mm/gün.
	: Psikrometrik katsayı.
G	: Toprak ısı akısı, cal/cm <sup>2</sup> /gün.
U2gün	: 2 metre yükseklikteki gündüz rüzgarı, m/sn.
U2gece	: 2 metre yükseklikte gece rüzgarı, m/sn.
U <sub>2</sub>	: 2 metre yükseklikteki günlük ortalama rüzgar hızı, m/sn.
RHmin	: Minimum oransal nem, %.
RHmax	: Maksimum oransal nem, %.
P	: Yağış, mm.
c	: Düzeltme katsayısı.
f (u)	: Rüzgar fonksiyonu.
W1 : W2	: Rüzgar fonksiyonu katsayıları
e <sub>s</sub>	: Doygun buhar basıncı, mbar.
e <sub>a</sub>	: Gerçek buhar basıncı, mbar.
EL	: Yükselti, m.
B-C	: Blaney-Criddle (FAO) yöntemi.
HRG	: Hargreaves yöntemi
PEN	: Penman (FAO) yöntemi
MAK	: Makkink (FAO) yöntemi
PAN	: Pan Buharlaşma (FAO) yöntemi.

## ÖZ

Bu çalışmada bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden, Radyasyon, Penman, Blaney-Criddle, Pan-Evaporasyon yöntemlerinin Ankara koşullarında kullanılma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla Ankara Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsünde tartılı tip lizimetre ile 1972-1985 yılları arasında Buğday, Pancar, Ayciceği, Patates, Yonca, Mısır, Fasulye, Çilek bitkilerinden doğrudan ölçülen su tüketim değerleri, söz konusu yöntemlerin tahmin edilen değerleri ile karşılaştırılmıştır. Hesaplamalar günlük periyod da yapılmıştır.

İncelenen bitkilerde gerçek bitki su tüketim değerleri ile en yakın ilişkileri Pan-Evaporasyon yönteminin sağladığı belirlenmiştir.

**ABSTRACT**

This study is made to compare four different methods, Radiation, Blaney-Criddle, Penman and Pan-Evaporation, for determining crop water use for Ankara conditions.

For this purpose, the crop water use values obtained in Ankara Merkez Topraksu Arastırma Enstitüsü between 1972-1985 years using gravimetric lysimeter directly from the crops, wheat, sugar beets, sunflower, potatoes, legumes, corn, beans and strawberry are compared with the values calculated by the above four methods. Calculations are made daily bases. As a result of observations an above crop types Pan-Evaporation method has given the nearest values to actual crop water use.

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz kurak ve yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu durum sulamanın önemini bir kat daha arttırmaktadır. İç Anadolu gibi su kaynakları sınırlı sayılabilecek bölgelerde en yüksek faydanın sağlanabilmesi, suyun kontrollü bir biçimde toprağa verilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla sulama projelerinin doğru planlanması, bölge koşullarında yetiştirilen bitkilerin yetiştirme devresi boyunca kullandıkları aylık veya daha kısa dönemlere ilişkin su tüketim miktarlarının önceden bilinmesini gerektirir.

Bitki su tüketimi, en geniş anlamda sulanan birim alanda mevsimlik su kaybı olarak tanımlanabilir. Genel anlamda, bitki su tüketimi: " Bitki ile örtülü alanda toprak yüzeyinden oluşan buharlaşma ile bitkinin terleme yoluyla atmosfere aktardığı su buharı miktarı ve doku yapımında kullanılan su ile çevre alanlardan nehir, göl ve kar yüzeyinden oluşan buharlaşmanın toplamıdır" şeklinde tanımlanabilir. Serbest su yüzeyinden oluşan buharlaşma; güneş enerjisine, sıcaklığa, oransal neme ve rüzgar hızı gibi salt meteorolojik etmenlere bağlıdır. Bitki yetiştirmekte olan bir alandaki su tüketimi ise yalnızca bu meteorolojik etmenlere değil, aynı zamanda bitkiye ilişkin özelliklere, toprakta tutulan yararlı su miktarını ilgilendiren etmenlere de bağlıdır (TANKUT, 1986).

Buharlaşma ve terleme birçok etmenlerin etkisi altında oluşan doğal bir olaydır. Bu etmenlerin analizlerinin ve her birinin buharlaşma ve terleme miktarlarına olan etkilerinin ölçülmesi oldukça güç ve bazı durumlarda imkansız olması nedeniyle bitki su tüketimi doğada karmaşık bir olay olarak kalmaktadır. Ancak, birçok araştırmacı bitki su tüketimi miktarını belirlemeye çalışmaktadırlar. Bitki su tüketimi belirlemelerinde kullanılan yaklaşımlar üç ana bölüm altında toplanabilmektedir. Birincisi deneysel yöntemler, ikincisi mikrometeorolojik yöntemler ve üçüncüsü ise iklim değişkenlerinin ilişkisi ile geliştirilen amprik yöntemlerdir (KANBER, 1977).

Herhangi bir bitkinin su gereksinimini karşılamak için o bölgede deneysel olarak saptanmış su tüketim değerleri varsa öncelikle bu değerlerin kullanılması gerekir. Ancak deneysel yöntemlerin zor zaman alıcı ve pahalı oluşu, yaygın şekilde kullanılmalarını kısıtlamaktadır. İklim, bitki ve toprak özelliklerinin karşılıklı ilişkilerinden yararlanarak geliştirilen matematiksel eşitliklerin kullanılmaları ise elde edilmiş koşulları tarafından denetlenir. Modellerde varsayılan koşullarla, uygulama yöresinin özelliklerinin benzer olması gerekir (KANBER ve GÜNGÖR, 1986).

Amprik modellerin çoğu potansiyel evapotranspirasyonu vermektedir. Önce potansiyel evapotranspirasyon kestirilmekte, daha sonra bunlardan gerçek bitki su tüketimleri

hesaplanmaktadır. Ancak, potansiyel evapotranspirasyon deyi-mi tam ve gerçek bir olayı tanımlamamaktadır. Bunun yerine son yıllarda bitki tanımının tam olarak yapıldığı yeni bir evapotranspirasyon tanımlaması ortaya atılmıştır (DOORENBOS ve PRUITT, 1977). Kıyas (referans) bitki su tüketimi diye adlandırılan tanımlamada çayır otu ve yonca kullanılmıştır. Anılan bitkilerin su tüketimlerini veren modeller, gerçek su tüketiminin kestirilmesinde de kullanılmaktadır. Ancak değinilen eşitliklerin yöre koşullarına uyumu ve bitki katsayılarının (Kc). deneysel yöntemlerle elde edilmesi gerekir.

Bu çalışmada, Orta Anadolu, Ankara koşullarında lizimetrelerde çeşitli bitkilere ilişkin olarak ölçülen gerçek evapotranspirasyon değerleri kullanılarak kıyas bitki su tüketimleri için gerekli Kc katsayıları hesaplanmıştır.

Büyüme dönemleri denemelerin yapıldığı yıllarda tutulan gözlem çizelgelerinden, yörede yapılan araştırma sonuçları-ndan ve bölgedeki deneyimlerden elde edilmiştir.

Herbir bitkiye ilişkin günlük bazda elde edilen kıyas bitki su tüketim değerleri ile yine günlük bazda ölçülen gerçek evapotranspirasyon değerlerinin uyumlulukları test edilmiştir.

Çalışmanın diğer bir aşamasında tüm gelişme dönemi için günlük olarak Kc değerleri hesaplanmış, her iki aşamada da Kc değerlerinin zamansal değişimleri incelenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Evapotranspirasyon, birim alanda mevsimlik su kaybı veya su tüketimi şeklinde tanımlanabilir. Daha geniş anlamıyla evapotranspirasyon, belli bir alanda ve herhangi bir zaman aralığında bitkisel gelişim sırasında doku yapımı ve terlemede kullanılan su ile çevre alanlardan, nehir, göl yüzeyleri ve kar örtüsü ile bitki yaprakları üzerinde tutulan damlalardan oluşan buharlaşmanın toplamıdır (USDA SCS, 1967; KANBER, 1977).

Potansiyel evapotranspirasyon (ETp) ; toprağı tamamen örten tekdüze kısa boylu çayır örtüsünün bulunduğu ve hiçbir su eksikliğinin duyulmadığı bir ortamdan buharlaşma ve terleme yoluyla atmosfere geçen subuharı miktarı olarak tanımlanır. Gerçek evapotranspirasyon (ETa) ise , yalnız meteorolojik koşulların etkisiyle değil, aynı zamanda toprak ve bitki özelliklerine, toprakta suyun varlığına bağlı olarak atmosfere geçen gerçek subuharı miktarıdır (KANBER ve KIRDA, 1984).

Tanımdan da anlaşılacağı gibi, gerçek evapotranspirasyon toprak özelliklerine (elverişli su miktarı) ve bitki tipine (özellikleri ve kök derinliği) bağlı olarak artar veya azalır. Oysa potansiyel evapotranspirasyon iklimsel koşulların aynı olduğu durumlarda, toprak ve bitki tipi ayrı olsa bile tüm alan ve bitkiler için aynıdır (KANBER, 1977).

Uygulamada, potansiyel evapotranspirasyon, amprik olarak hesaplanan veya ölçülerek bulunan açık su yüzeyi buharlaşmasından yararlanılarak saptanır. Bu amaçla geliştirilmiş çok sayıda eşitliğin olduğu belirtilmektedir. Gerçek evapotranspirasyon ise genellikle ya deneysel yollarla ya da potansiyel evapotranspirasyonun bir katsayı ile çarpımı sonucu belirlenmektedir (KANBER, 1977).

ROBERTSON ve HOLMES (1963), yetiştirme mevsiminde sık sık sulanarak nemin tarla kapasitesinde veya buna çok yakın tutulduğu, bitkiyle tamamen örtülü olarak toprak yüzeyinden oluşan ETp ile gerçek evapotranspirasyon arasındaki farkın çok küçük olduğunu açıklamışlardır. (KANBER, 1977).

L'HOMME ve ark. (1982), sulanmış çeltik ve çayır için evapotranspirasyon hızlarını, 1978 ve 1980 yıllarında aerodinamik ve enerji dengesi eşitliğinin bir kombinasyonu olarak ölçmüşlerdir. Orijinal Penman evapotranspirasyon metodu ile yapılan tahminlerin kıyaslaması iki metodun da oldukça benzer sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Buharlaşma (Evaporasyon) ve Terleme (Transpirasyon) bir çok etmenlerin etkisi altında oluşan doğal bir olaydır. Tarladaki evaporasyon, bitki yüzeyinden, toprak yüzeyinden veya çok nadir şekilde serbest su yüzeyinden olabilir. Bitkilerden olan evapotranspirasyon, transpirasyon olarak adlandırılır ve toprak yüzeyi bitki ile kaplı olduğu zaman toprak suyunun atmosfere transferinin başlıca mekanizmasıdır

Yüzey en azından kısmi olarak açık olduğu zaman evapotranspirasyon, bitkilerden olduğu kadar, topraktan da meydana gelmektedir. Bu birbirine bağlı iki işlemi ayırt etmek genellikle güç olduğu için, bunlar çoğunlukla birlikte ifade edilmekte ve sanki tek bir süreçmiş gibi uygulama görerek "evapotranspirasyon" olarak adlandırılmaktadır (HILLEL,1980).

Bitki su tüketimi miktarını belirleyen çalışmalar üç ana bölüm altında toplanabilir. Bunlardan birincisi su bütçesi (su dengesi) yöntemleri, ikincisi mikrometeorolojik yöntemler, üçüncüsü de iklim değişkenlerinin ilişkisiyle geliştirilen amprik yöntemlerdir (KANBER, 1977).

### 2.1. Su Dengesi (Su Bütçesi) Yöntemleri

Toprak - bitki - atmosfer sisteminde suyun devinimi su bütçesi eşitliği ile açıklanır. Anılan sistemde su bütçesi matematiksel olarak aşağıdaki şekilde gösterilebilir (CHANG, 1968; Van der PLOEG ve ark., 1978).

$$P+I_r=E+T\pm \Delta S+R+Q \dots\dots\dots (2.1)$$

Burada ;

P = Yağış (mm)

I<sub>r</sub>= Sulama Suyu (mm)

E = Buharlaşma (mm)

T = Terleme (mm)

$\Delta S$  = Toprak suyu içeriğindeki değişme (mm)

R = Yüzey akış (varsa) (mm)

Q = Derine sızma (mm)

Yüzey akışın olmadığı varsayılarak Esitlik (2.1)

yeniden düzenlenirse:

$$ET = P + I - R \pm \Delta S - Q \dots\dots\dots (2.2)$$

elde edilir.

KANBER (1977), Cukurova koşullarında bazı toprak serilerinin değişik kullanılabilir nem düzeylerinde yapılan sulamaların pamuğun verim ve su tüketimine etkileri üzerinde bir lizimetre araştırması yapmıştır. Araştırma sonucunda amprik eşitliklerle hesaplanan su tüketim miktarları ile deneysel su tüketim miktarları arasında % 1 düzeyinde istatistiksel bir ilişki bulunduğu saptanmıştır. Ancak amprik yöntemler içerisinde bitki ile ilişkili katsayıları vermişlerdir. Bunlar içerisinde Blaney-Criddle, Hargreaves ve Penman eşitliklerini kullanarak pamuğun su tüketiminin bulunabileceği anlaşılmıştır.

Buna karşılık EL-HAFEEZ (1981), 40 x 60 - 160 cm 'lik lizimetrelerde doğal yağmurlarla ve doğal yağmurlar olmaksızın 50 - 100 ve 150 cm'lik sulama suyu düzeylerinde üçgül bitkisinin evapotranspirasyonu deneysel olarak ölçülmüş ve çeşitli tahmin yöntemleri ile elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Altı farklı model, 50 cm sulama suyu

seviyesinde bitkilerden oluşan ET'yi %38 - 51 kadar düşük oranda tahmin etmiştir. 100 cm'lik sulama suyu seviyesinde bulunan bitkiler için Christiansen formülü ET'yi %13 kadar düşük tahmin etmiştir. 150 cm'lik sulama suyu seviyesinde ET %40 kadar fazla tahmin edilmiştir.

TAN ve FULTON (1981), tınlı kumlu toprak üzerinde yetistirilen erkenci patates, mısır ve domatesin yetiştirme döneminde sulama için gerekli günlük ET verisini, çeşitli yıllarda seygar lizimetre ölçümü ve iklimsel verileri kullanan tahmini bir denge ET modeli ile belirlemişlerdir. Seygar lizimetre ölçümü ve modeldeki tahmini değerler arasında uygun bir ilişki bulunmuştur.

REICOSKY ve ark. (1983), portatif bir kabin yardımı ile kaba yoncada kısa dönem evapotranspirasyonunu ölçmüşler ve bir tip lizimetreden alınan ölçümlerle karşılaştırmışlardır. Sonuçlar birbirine oldukça yakın çıkmıştır.

## 2.2.Mikrometeorolojik Yöntemler

Mikrometeorolojik yöntemler, atmosfere geçen su buharı yoğunluğunu bulmak amacıyla geliştirilmişlerdir. Profil yöntemleri (Aerodinamik), enerji dengesi yöntemleri ve her ikisinin kombinasyonundan oluşan yöntemler olmak üzere üç bölüm altında incelenebilirler. Yöntemlerin nerede ve nasıl kullanılacağına karmaşıklığı yanında, özel aletlere de gerek vardır. Bu sınırlılıklarına karşın çok kısa süredeki

(birkaç dakika) su tüketimlerini verebilmesi, yöntemlerin üstünlüğü sayılabilir. Ancak bu yöntemlerin lizimetre ölçümleri ile test edildikten sonra kullanılmaları yararlı olacaktır (KANBER, 1977).

### 2.3. Amirik Yöntemler

Islak termometredeki sıcaklık düşmesi ortalaması ile, enlem ve aylara göre açık bir günde solar radyasyon arasındaki ilişkilere göre geliştirilen Olivier eşitliğinde, radyasyon ve enlem faktörü kullanılarak aylık potansiyel evapotranspirasyon hesaplanmaktadır. Turc yöntemi, bitki faktörü olmadan tamamen potansiyel evapotranspirasyonun sezinlenmesini amaçlamaktadır. Potansiyel evapotranspirasyonu veren Penman denklemlerinden ilki, 1948 yılında geliştirilmiştir. Penman'ın en son değiştirilen eşitliği, bir kıyas bitkisinden oluşan evapotranspirasyonu sezinlemeye yaramaktadır (JENSEN, 1974).

Thornthwaite ve Holzman 1939 yılında, kısa vejetasyon periyotlarında evapotranspirasyon tahmini için ilk aerodinamik eşitliği geliştirmişlerdir (CHANG, 1968).

Lowry-Johnson eşitliği genellikle, küçük alanlardan çok havzalar için kullanılmıştır. Eşitlik kullanılırken, bitki su tüketimiyle etkili sıcaklık arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu varsayılmaktadır. Hargreaves eşitliği ise

çeşitli bitkilerin su tüketimleri ile fiziksel bir olay olan ve hesaplanabilen evaporasyon arasında amprik bir ilişkinin bulunmasına dayanan bir yöntemdir (DEMİRÖREN ve KANBER, 1973).

Tanner eşitliği enerji bütçesinden yararlanarak potansiyel su tüketimini tahmin etmeye yarar (JENSEN, 1974). Cristiansen'in atmosfer üstü radyasyon esasına dayanan eşitliği, atmosfer üstü radyasyon ve iklimsel veriler kullanılarak geliştirilmiştir (JENSEN, 1974, KANBER ve KIRDA, 1984).

Blaney ve Morin 1942 yılında ortalama günlük güneşli saatlerin yüzdesi, ortalama oransal nem, ortalama hava sıcaklığı ile evapotranspirasyon arasında amprik ilişki bulmuşlardır. Bu ilişki daha sonra (1945, 1950 ve 1962) Blaney ve Criddle tarafından modifiye edilmiştir (KANBER ve KIRDA, 1984).

BELAN (1980), Zabcice'de 1972-1974 yılları arasında Nisan ve Eylül ayları için aylık potansiyel evapotranspirasyonu, sekiz metod kullanarak hesaplamıştır. Penman metodu ile elde edilen sonuçların korelasyonundan, en az değişikliğe sahip en iyi sonuçların Konstantinov ve Makkink metodları ile elde edildiği sonucuna varılmıştır.

HASHEMI ve HABIBIAN (1979), İran'da ET'yi tahmin etmek için Blaney-Criddle ve Thornthwaite yöntemlerini kullanmış-

lardır. Bu tahminler Doorenbos ve Pruitt yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Kurak koşullar altında Thornhwaite metodunun düşük tahminlerde bulunduğu sonucuna varılmıştır. Blaney-Criddle metodu kurak bölgelerde geliştirilmiş ve kurak bölgede ortalama değerlerin iyi tahminlerini sağlama yeteneğinde olmasına rağmen, bu metod atmosferin evaporatif isteğinin yıllara göre değişkenliğini göstermek bakımından yetersiz bir duyarlılığa sahiptir.

THOM ve ark. (1981), gelişmiş aletler kullanılmadan potansiyel evapotranspirasyonu tahmin eden Penman yöntemini kullanılabilirliğinin irdelenmesi için, termometre siperi içinde korumasız bir Piche evaporimetre ve Class A Pan'daki evoporasyon hızı değerlerini incelemişlerdir. Piche aletinden elde edilen evaporasyon değerleri, Penman esitliğindeki ikinci terim olan enerji denklemi ile birbirine çok yakın değerde bulunmuştur. Class A Pan yöntemi ile bulunan sonuç ve absorbe edilen 24 saatlik net radyasyondan çıkarılan sonuç sulanmayan, kısa boylu çayır otları ile kaplı alanlarda %31'den daha büyük bir uygunluk şeklinde gözlenmiştir.

Bitki su tüketiminin tahmininde kullanılan yöntemler, geliştirildikleri bölgenin iklim koşullarına benzer iklim koşullarına sahip bölgelere uygulandıklarında güvenilir sonuçlar vermektedir. Bu yöntemlerden tek başına hiçbirinin, bütün iklim bölgelerinde yeterli sonuç veremediğini yapılan

çalışmalar ortaya koymuştur (HARGREAVES,1968; JENSEN, 1974).

Potansiyel evapotranspirasyon genel olarak oldukça iyi bilinen Penman eşitliği kullanılarak bulunmaktadır. Penman'ın hesaplaması Bavel (1966) tarafından modifiye edilmiş, sadece bitki veya topraktaki su hareketinin önemi için üst sınırlar elde edilmiştir. Bu hesaplamalar, toprak suyu sınırlı hale geldiğinde gerçek evapotranspirasyon hakkında yeterli bilgileri verememekte ve transpirasyon ve evaporasyon arasında ayırım yapmamaktadır (Van der PLOEG ve ark.,1978).

Yapılan çalışmalar sonucunda, tahmin yöntemleri ile tarla denemelerine ilişkin bulgular arasında iki katına varan farklılıklar olduğu, bu yöntemlerin ancak geliştirildikleri bölgenin iklim koşullarına benzer koşullarda güvenilir sonuçlar verdikleri, diğer iklim bölgelerine uygulandıklarında ise yetersiz kaldıkları görülmüştür (BENLİ ve KODAL, 1984).

Van Der PLOEG, RR., BEESE, F., STREBEL, O., RENGER, M., (1978), potansiyel evaporasyondan düşük olan çıplak topraklardan evaporasyon modellerinin kullanılabilirliğini tartışmışlardır. Azalan transpirasyon oranlarını modellemeye ve seçilmiş sıra bitkilerinin evaporasyon ve transpirasyon işlemlerini geliştirmişlerdir. Değişik araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar ile onların modelleri iyi deneysel sonuçlar vermiştir.

AYOADE (1976), Nijerya'da evaporasyon ve evapotranspirasyonu tahmin etmek için Thornthwaite ve Penman metodlarının kullanılabilirliğini incelemiştir. Altı yerde hesaplamalar yapmış ve her iki formülü kullanarak tüm yıl, Ocak ve Temmuz ayları evapotranspirasyonunun haritalarını oluşturmuştur. Thornthwaite su dengesi işlemleri ve Turc formülünü kullanarak yıllık ortalama gerçek evapotranspirasyon için haritalar yapmıştır. Çeşitli panlar (serbest su yüzeyleri) kullanılarak ölçülen evapotranspirasyonda olduğu gibi tahminlerde de farklılık olmuştur.

KANEMASU ve ark. (1976), lizimetrik gözlemlerle karşılaştırmalı şekilde çalıştıkları bir evapotranspirasyon modelinin sonuçlarını bildirmişlerdir. Sorgum ve soya fasulyesi için bu model ile tahmin edilen günlük ET hızlarının, lizimetrik tahminlere yakın olduğunu bulmuşlardır. Modelde günlük sıcaklık verileri, solar radyasyon ve yaprak alanı indeksleri (LAI) kullanılmıştır. Bu verilerin değerlendirilmesi ile evaporasyon ve transpirasyon hızları elde edilmiştir. Mevsimsel evaporasyon, ET'a %15-20 oranında katkıda bulunmuştur. Soya fasulyesi için ET değeri, sorgum için elde edilenden % 10 kadar fazla bulunmuştur.

WILLIAMS ve ark.(1978), British Columbia'da Kamloops yakınlarında kuru koşullarda çimlendirilmiş Agropyron Desertorum'dan belirlenen ET'nu enerji dengesi ölçümlerini, günlük ET tahminleri ile karşılaştırmışlardır. Denge modeli

bütün bölgelerden alınan ET'nu potansiyel ET'den daha düşük tahmin etmiştir. Bu veriler, Priestley ve Taylor tarafından bildirildiği gibi potansiyel evapotranspirasyonun daha düşük limitlerinde 1.26 kabul edilen alfa değerini doğrulamıştır. Potansiyel olmayan koşullar için, yüzey toprak neminin bir fonksiyonu olan nisbi faktör alfa 1 yetersiz kalmıştır. Tüm toprak kök bölgesinde, alfa 1 ve toprak nemi arasında düşük bir korelasyon vardır.

ETp'u tahmin etmek için önerilen pekçok eşitlik vardır. Bu tahmin yöntemlerinden en uygun olanı, eldeki bilinen değerler ile karşılaştırılarak seçilebilir. Bir kez seçilmiş böyle bir eşitlik, iklimsel verilerdeki ekstrem değerler ile ortaya çıkan değişiklikleri tahmin etmek için güvenilir şekilde kullanılabilir. HYLCKAMA ve ark. (1979) tarafından yapılan çalışmalar sonucu elde edilen grafikler, ölçülen ve tahmin edilen toprak nem değerleri arasında korelasyon katsayısının 0.75 olduğu belirlenmiştir.

SOER (1980), Hollanda'nın Losser yakınlarında yeraltı suyu ekstraksiyonu nedeni ile kuraklık zararının olduğu bir yerde, çayır otlarında bitki yüzeyi sıcaklığından elde edilen gerçek evapotranspirasyonu hesaplamak için birlesik bir model geliştirmiştir.

BENLİ (1980), Orta Anadolu Bölgesinde Ankara, Konya ve Eskişehir illerinin Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsünde tarla denemeleri ile aylık periyotlar için ölçülen yonca

bitkisi su tüketimi, Blaney-Criddle, Penman ve Thornthwaite iklim verilerinden tahmin yöntemleri ile hesaplanan değerlerle karşılaştırılmış ve Ankara'da hiçbir yöntemin yeterli sonuç vermediğine. Eskişehir ve Konya'da Blaney-Criddle yönteminin, Penman yönteminin ise yalnızca Konya'da yeterli tahminler verdiği belirlenmiştir.

SLABBERS (1980), toprak nem açığının olduğu sulamalar arası periyotlar boyunca, bitkilerin gerçek evapotranspirasyonunu tahmin etmenin basitleştirilmiş bir modelini sunmuştur. Basitleştirilmiş bazı varsayımlar yardımı ile ürünün bağlı olduğu kritik yaprak suyu potansiyeli, ETP oranları ve evapotranspirasyonda azalmanın olduğu kullanılabilir toprak nemi düzeni arasında bir ilişki geliştirilmiştir. Bu ilişki geliştirildikten sonra mısır, üçgül, sorgum, buğday, patates ve soya fasulyesi için hesaplanan ve ölçülen gerçek evapotranspirasyon değerleri karşılaştırılmıştır. Hesaplanan değerlerden patates dışındaki değer bitkiler için elde edilen ET miktarları, gerçek evapotranspirasyon değerlerine yakın bulunmuştur.

TEKİNEL ve KANBER (1981), tarafından belirtildiğine göre Hargreaves 1968 yılında, A sınıfı buharlaşma kabından (Class A Pan) okunan buharlaşma miktarını temel alan ve su tüketiminin sıcaklık, oransal nem, rüzgar hızı, güneşlenme, yükseklik ve bitkiye bağlı bir katsayı ile değiştiğini varsayan bir eşitlik geliştirmiştir.

BENLİ ve KODAL (1984), İc Anadolu Bölgesinde bitkilerin su tüketimlerinin saptanmasında kullanılabilecek yeni bir tahmin yönteminin elde edilmesine çalışmışlardır. Bu amaçla, çeşitli bitkiler için tarla denemeleri ile saptanan aylık bitki su tüketimleri ve bitki su tüketimi üzerine etkili olabilecek çok sayıda iklim etmeni kullanmışlardır. Araştırma sonucu geliştirilen yöntemin, Türkiye için diğer yöntemlere oranla gerçeğe daha yakın değerler verdiği belirlenmiştir.

HISARLI (1988), bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinden Blaney-Criddle, Penman, Radyasyon ve A sınıfı kap buharlaşması yöntemlerinin, Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından modifiye edilmiş biçimlerinin Ankara koşullarında kullanılma olanaklarını araştırmıştır. Sonuçta bitki katsayısının Ankara koşullarına göre düzenlenmesi durumunda A sınıfı kap buharlaşması ve Penman yöntemlerinin daha güvenilir sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

KODAL (1988), Türkiye koşullarında celtik su tüketiminin hesaplanmasında kullanılacak yöntemleri araştırmıştır. Araştırma sonucunda Blaney-Criddle ve Penman yöntemlerinin ülkemiz için geliştirilen bitki katsayılarıyla celtik su tüketiminin tahmininde kullanılmasını önermiştir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, çalışmada kullanılan gerçek Et verilerinin alındığı çalışmalar hakkında genel bilgiler verilmiştir. Değınilen çalışmanın yapıldığı yerin genel tanımlaması, iklim ve toprak özelliklerinden söz edilmiştir.

#### 3.1. Materyal

Bu bölümde, araştırmanın yapıldığı yerin iklim, toprak özellikleri, lizimetre sistemi ve ele alınan bitkiler hakkında genel bilgiler verilmiştir.

##### 3.1.1. Araştırma Alanının Genel İklim Özellikleri

Çalışmada kullanılan veriler iç Anadolu, Ankara koşullarında elde edilmiştir.

İç Anadolu Bölgesi'nde yazlar sıcak ve kuraktır. Yağışlar kış aylarında olmaktadır. Yıllık yağış miktarı 300-400 mm arasındadır. Ankara ilinin iklim verileri Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Ankara'nın yıllık yağış miktarı 382.4 mm olup, yağışların çoğu kış aylarında düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklığın 11.7 °C olmasına karşılık en sıcak ay olan Temmuz ayının ortalama sıcaklığı 23.1 °C'dir. En soğuk ay olan Ocak ayının ortalama sıcaklığı ise -0.2 °C'dir.

### 3.1.2. Arastırma Alanının Genel Toprak Özellikleri

Çalışmalar, kahverengi topraklar üzerinde yürütülmüştür. Bu toprakların doğal profillerinde, kalsifikasyon vardır. Erozyona uğrayan kısımlarda yalnız B ve C horizonu görülür. Bu sebeple profilde çok miktarda kalsiyum bulunmakta ve baz saturasyonu da yüksek olmaktadır.

Anılan topraklar bastan aşağı kalkerli olup B horizonunun altında genelde kireç birikimi ve bunun altında da jips birikim katı bulunabilir.

Vejetasyon kısa ve orta boylu çayır ve otlardır.

Bu topraklar serin ve soğuk kışlı bölge yağışlarının, sıcak mevsime isabet ettiği semiarid (yarı kurak) iklimde bulunur. Topraklar yılın büyük kısmında kuru olup, ancak ender hallerde profil boyunca nemlilik görülür. Yıllık ortalama yağış 340-528 mm arasındadır.

Ana madde marn, killi sist veya sist ara tabakalı killerden ibarettir (AYLA, 1978).

**Çizelge 3.1.** Ankara iline ait çok yıllık (1934 - 1984) iklim etmenlerine ait değerler.

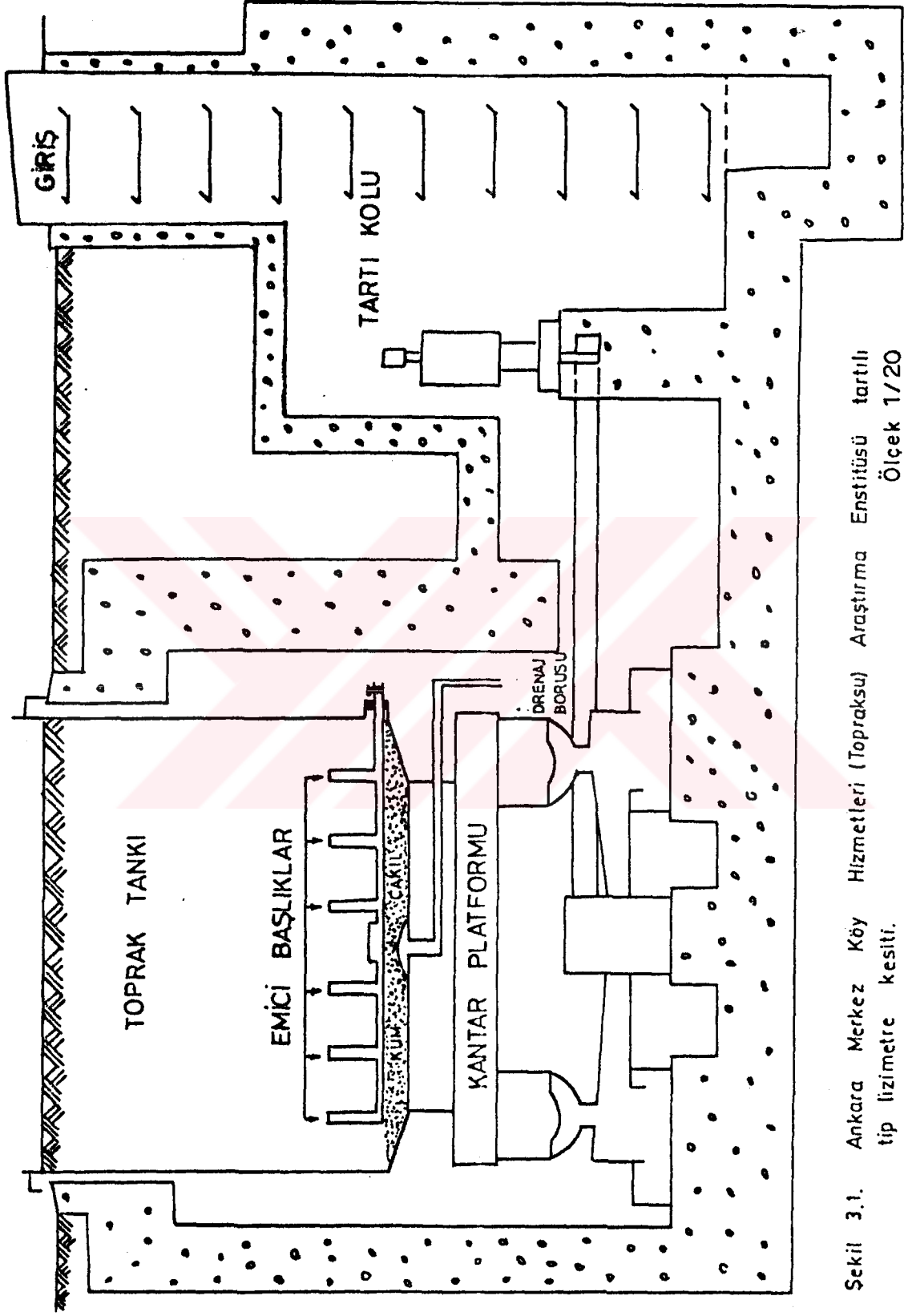
İklim Etmenleri	AYLAR												Yıllık
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
Yağış (mm)	23.0	30.5	45.0	41.3	35.7	36.5	41.5	52.0	33.0	14.2	11.4	18.0	382.1
Ortalama Sıcaklık (°C)	12.9	7.3	2.3	-0.2	1.4	5.5	11.0	15.8	19.8	23.1	22.9	18.4	11.7
Buharlaşma (mm)	97.2	41.5	-	-	-	36.1	96.4	147.9	191.8	250.5	234.0	162.3	1257.7
Nisbi Nem (%)	57	70	78	78	74	65	59	58	51	44	43	48	60
Güneşlenme süresi(saat)	7.24	5.17	2.59	3.16	4.03	5.29	7.11	9.08	11.07	12.27	11.53	9.4	7.29
Rüzgar Hızı (m/sn)	2.6	2.5	2.7	2.8	3.1	3.3	3.2	2.8	2.9	3.3	3.3	2.8	2.9

### 3.1.3. Arastırmada Kullanılan Lizimetre Tankı

Lizimetre tankına topraklar, bozulmamış monolit profiller halinde yerleştirilmiştirlerdir. Dolayısıyla doğal toprak profili ile, tanka konulan toprak profilinin aynı özellikleri taşıması sağlanmıştır.

Lizimetreye alınan monolitin fiziksel ve kimyasal özellikleri horizonlara göre çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Verilerin derlendiği lizimetre, Ankara Merkez Köy Hizmetleri (Topraksu) Arastırma Enstitüsünde bulunmaktadır. Tartılı tipteki lizimetre 3 bölümden oluşmaktadır. Bunlar, lizimetre odası, tartım aleti ve toprak tankıdır. Sistemin kesiti şekil 3.1.'de verilmiştir. Aşağıda her bölümlle ilgili açıklamalar yapılmıştır.



Şekil 3.1. Ankara Merkez Köy Hizmetleri (Topraksu) Araştırma Enstitüsü tartılı  
tip lizimetre kesiti.  
Ölçek 1/20

**Cizelge 3.2.** Lizimetre tankında bulunan toprağın bazı fiziksel özellikleri.

Toprak Derinliği (cm)	Horizon	Bünye Analizi			Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	Tarla Kapasitesi (P <sub>w</sub> )	Solma Noktası (P <sub>w</sub> )	EC x 10 <sup>3</sup> (mmhos/cm)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)
		Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)							
0 - 18	A <sub>p</sub>	33.2	24.8	42.0	C	1.25	31.40	20.51	0.30	8.1	13.80
18 - 37	B <sub>1</sub>	28.6	25.4	46.0	C	1.25	31.05	20.75	0.30	8.1	14.80
37 - 59	B <sub>2</sub>	29.0	25.8	46.0	C	1.49	30.91	20.42	0.26	8.2	20.50
59 - 80	C <sub>1</sub>	32.0	22.4	45.6	C	1.54	32.32	21.68	0.22	8.3	20.30
80 - 120	C <sub>2</sub>	42.0	22.0	36.0	CL	1.58	25.16	16.37	0.22	8.3	19.00

### 3.1.3.1. Lizimetre Odası

Lizimetre odası iki bölmeye ayrılmış bir yeraltı odasıdır. Kantar platformunun bulunduğu bölme 294 cm X 214 cm boyutludur ve taban kısmında 205 cm çapında dairesel bir açıklık bulunmaktadır. Buradaki 200 cm x 200 cm 'lik kantar platformu üzerine 20 cm yüksekliğinde ve 150 cm çapında çelik bir kasnak konmuş ve içinde toprak monolithi bulunan 200 cm çapında ve 155 cm yüksekliğindeki toprak tankı oturtulmuştur. Tartım kolu lizimetre odasının 116 cm x 214 cm 'lik ikinci bölmesidir. Bu bölmeye 60 cm x 60 cm 'lik bir giristen inilip tartım yapılmaktadır.

### 3.1.3.2. Tartım Aleti

Tartım aleti DDY Eskisehir Kantar Atölyelerinde özel olarak imal edilmiştir. Maksimum kapasitesi 11 ton olan bu kantarın tartım kolu ton ,100 kg, kg ve 0.1 kg taksimatlıdır.

### 3.1.3.3. Toprak Tankı

Tank 10 mm'lik çelik sacdan yapılmış olup 200 cm çaplı ve 155 cm yüksekliği bulunan bir silindirdir. Alt ve üst kısımlar açık bırakılacak şekilde silindir yapılmıştır. Tanka toprak monoliti alındıktan sonra 13 adet emici seramik başlık yerleştirilmiştir. Bunlar bakır borularla birleştirilerek ucu tankın yanından dışarı çıkartılmıştır. 10 cm kalınlığında yıkanmış kum konduktan sonra 10 mm'lik sac kapakla kaynaklanarak kapatılmıştır. Tankın kesiminde bir drenaj çıkışı bulunur. Bir vinc yardımıyla kantar platformu üzerindeki 20 cm yüksekliğinde 150 cm çapında çelik kasnak üzerine yerleştirilmiştir. Drenaj çıkışı bir lastik hortum aracılığı ile tartım odasına bağlanmıştır.

### 3.1.3.4. Tartılı Tip Lizimetrelerde Evapotranspirasyon Ölçümü

Lizimetre tankı, periyodik olarak tartılarak evapotranspirasyon ölçümleri yapılmıştır. Sulama suyu ve drenaj miktarı ölçülmüştür. Ölçüler ağırlık biriminde alınmıştır. sonradan, uzunluk birimine çevrilmiştir.

### 3.1.4. Çalışmada Ele Alınan Bitkiler

Çalışmada Ankara Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsünde, 1972 - 1985 yılları arasında yetiştirilen bitkiler kullanılmıştır. (Çizelge 3.3).

**Cizelge 3.3. Çalışmada kullanılan bitkiler ve gelişme dönemleri.**

Deneme Tarihi	Deneme Bitkileri	Büyüme Dönemi
1972 - 1973	Buğday	Kasım - Temmuz
1974	Pancar	Nisan - Kasım
1975	Ayciceği	Nisan - Eylül
1976	Patates	Nisan - Eylül
1977 - 1979	Yonca	Mart - Kasım
1980	Mısır	Nisan - Eylül
1981	Fasulye	Nisan - Ağustos
1982 - 1985	Çilek	Mart - Kasım

### 3.1.5. Arastırmada Kullanılan İklim Verileri

Arastırmada çizelge 3.4.'deki iklim verileri kullanılarak kıyas bitki su tüketimi değerleri hesaplanmıştır.

**Cizelge 3.4. Arastırmada kullanılan iklim öğeleri.**

İklim Öğeleri	Ölçüm Değeri	Ölçüm Aralığı	Ölçüm Tekniği
Pan Buharlaşması	mm	Günlük	Class A Pan
Sıcaklık	°C	Günlük	(7+14+2*21)/4
Min. Sıcaklık	°C	Günlük	Min Termometre
Max. Sıcaklık	°C	Günlük	Max Termometre
Gerçek Güneşlenme	Saat	Günlük	Helyograf
Radyasyon	Cal/cm <sup>2</sup> /gün	Günlük	Solarimetre
Rüzgar Hızı	m/sn	Günlük	Anemometre
Yağış	mm	Günlük	Plüviograf
Toprak Sıcaklığı	°C	Günlük	Termometre
Gerçek Buhar Basıncı	mmHg	Günlük	Barometre
Doygun Buhar Basıncı	mmHg	Günlük	Barometre
Oransal Nem	%	Günlük	Higrometre

### 3.2. YÖNTEM

Bu bölümde gerçek ve kıyas bitki su tüketimlerinin hesaplanmaları ile ilgili bilgiler verilmiştir.

#### 3.2.1. Lizimetrelerde Gerçek Su Tüketiminin (E<sub>ta</sub>) Belirlenmesi

Araştırması yapılmış bitkilere ilişkin gerçek bitki su tüketimi değerleri Ankara Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsünden alınmıştır. Tartıli lizimetrede yapılan ölçümlerle elde edilen değerler kullanılmak yoluyla, gerçek su tüketiminin hesaplanması, su bütçesi denkleminin lizimetre koşullarıyla çözümlenmesiyle yapılmıştır. Günlük olarak ölçülen iklim parametreleri kullanılarak, FAO modifikasyonlarındaki dört yöntem için kıyas bitki su tüketimleri bulunmuştur.

Su bütçesi denklemini lizimetre koşullarında evapotranspirasyon için çözümlendiğinde aşağıdaki şekli alır.

$$E_{to} = [(P+I)-D] \pm \Delta S \dots\dots\dots (3.1)$$

E<sub>to</sub> = Gerçek evapotranspirasyon (mm)

P = Yağış (mm)

I = Sulama suyu (mm)

D = Drenaj (mm)

± ΔS= iki tartım arası fark

Lizimetre hergün saat 7. 14. 21'de tartılmıştır. Bu tartımlar ve iki tartım arasında olan yağışlar plüviograftan alınarak, sulama yapılmışsa miktarı, ölçülerek yukarıdaki denklemde 24 saatlik gün, saat 7 ölçümleri arası kabul edilip, günlük gerçek evapotranspirasyon değerleri elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan bitkilere ilişkin gerçek su tüketimleri Çizelge 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Gerçek bitki su tüketim değerleri.

Yıllar	Bitkiler	Aylara Göre Gerçek Bitki Su Tüketimleri (mm)									Toplam
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
1973	Buğday	2	72	122	62	2					260
1974	Pancar		8	33	87	256	260	122	52	3	820
1975	Ayciceği		10	42	127	340	185	21			725
1976	Patates	3	40	113	229	90	7				482
1977	Yonca		26	73	138	199	155	58	18		668
1978	Yonca	3	80	125	171	201	157	113	59		908
1979	Yonca		80	88	158	117	36	23	9		510
1980	Mısır		3	25	133	166	135	15			478
1981	Fasulye		6	40	112	126	51				336
1982	Çilek		20	68	64	89	78	86	50		454
1983	Çilek		23	88	113	80	73	61	18		457
1984	Çilek		5	108	89	117	101	91	47		559
1985	Çilek		52	98	136	97	140	60			584

### 3.2.2. Arastırmada Kullanılan Bitkilere Ait Uygulanan Sulama Programları

Buğday bitkisinde herhangi bir sulama yapılmamıştır. Pancar bitkisinde ise 8 kez sulama yapılmış ve her sulamada

80 mm su verilmiştir. Aycıceği bitkisinde, ekimden hasada kadar 0-90 cm'deki toprak rutubeti elverişli kapasitenin %5'ine düştüğü zaman tarla kapasitesine getirecek kadar su verilmiştir. Patates bitkisinde ise toplam 407.7 mm. sulama suyu uygulanmış, bunun 67.9 mm'si lizimetre tankı altından çıktığı için etken yağış ve sulama suyu toplamı 432.9 mm dir. Mısırdaki 9 kez sulama yapılmış ve toplam 819.3 mm su uygulanmıştır. Yoncada ise 7 kez su verilmiş, her uygulamada 100 mm. sulama suyu uygulanmıştır.

### 3.2.3. Kıyas Bitki Su Tüketiminin (Eto) Kestirimi

Kıyas bitki su tüketiminin kestiriminde aşağıda verilen FAO yöntemleri kullanılmıştır (DOORENBOS ve PRUITT, 1977).

1. Blaney - Criddle
2. Radyasyon
3. Penman
4. Pan - Evaporasyon

#### Blaney - Criddle Yöntemi:

$$Eto = c[p(0.46T+8)] \dots\dots\dots (3.2)$$

Esitlikte;

Eto = Kıyas (Referans) bitki su tüketimi (Çayırotu, mm/gün)

$c$  = Minimum oransal nem, güneşlenme yüzdesi ve hesaplanan gündüz rüzgarına bağlı olarak tahmin edilen düzeltme etmeni

$p$  = Günlük ortalama güneşlenme yüzdesi

$T$  = Günlük ortalama Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )

#### Penman Yöntemi:

$$E_{To} = c[W.R_n + (1-W).f(u).(e_a - e_d)] \dots\dots\dots (3.3)$$

$$e_d = e_a.(R_H/100) \dots\dots\dots (3.4)$$

$$e_a = 6.1078.\exp(1702t)/(t+237.3) \dots\dots\dots (3.5)$$

$$f(u) = 0.27(1+u_2/100) \dots\dots\dots (3.6)$$

$$R_n = R_{n_2} - R_{n_1} \dots\dots\dots (3.7)$$

#### Esitlikte:

$E_{to}$  = Kıyas bitki su tüketimi (mm/gün)

$c$  = Düzeltme faktörü

$W$  = Ağırlık etmeni

$R_n$  = Net radyasyon (mm/gün)

$f(u)$  = Rüzgar fonksiyonu

$e_a$  = Doymun buhar basıncı (mb)

$e_d$  = Gerçek buhar basıncı (mb)

#### Radyasyon Yöntemi:

$$E_{to} = c(W.R_e) \dots\dots\dots (3.8)$$

$$R_e = (0.25+0.50.n/N).R_e \dots\dots\dots (3.9)$$

Esitlikte:

$E_{to}$  = Kıyas bitki su tüketimi (mm/gün)

$c$  = Ortalama nem ve gündüz rüzgarına bağlı düzeltme faktörü

$W$  = Yüksekliğe ve sıcaklığa bağlı ağırlık etmeni

$R_s$  = Solar radyasyon (mm/gün)

(Ekstraterrastrial radyasyon ve güneşlenme oranına bağlı olarak değişir.)

Pan - Evaporasyon Yöntemi:

$$E_{to} = K_p \cdot E_{pan} \dots \dots \dots (3.10)$$

Esitlikte:

$E_{to}$  = Kıyas bitki su tüketimi (mm/gün)

$K_p$  = Pan katsayısı

$E_{pan}$  = Buharlaşma kabından ölçülen günlük buharlaşma (mm/gün)

Esitliklerin çözümlenmesinde DOORENBOS ve PRUITT. (1977)'de verilen çizelge ve abaklardan yararlanılmıştır. Ayrıca IRSIS. (1987) (Irrigation Scheduling Information System. Based on the FAO Irrigation Management Model) Programı kullanılmıştır.

### 3.2.4. Elde Edilen Değerlerin Karşılaştırılması

Gerçek su tüketim değerleri ile kestirilen kıyas bitki su tüketim değerleri birlikte her bir bitki için zamana karşı noktalanıp aralarındaki ilişkiler incelenmiştir.

Gerçek su tüketim verileri ile amprik eşitliklerle sezinlenen su tüketim değerlerinin karşılaştırılarak uyumlulukları saptanmasında istatistiksel ölçütler irdelenmiştir. Bu amaçla değişik yöntemlere ilişkin toplam su tüketim miktarları, %Eto ve RMS (Artık Kareler Ortalaması) değerleri ile hesaplanmıştır.

Amprik yöntemlerin seçiminde önemli bir gösterge olan %Eto değerleri sezinlenen su tüketim miktarının lizimetrede ölçülen deneysel veriler göre yüzdelerini göstermektedir. Ve  $\% Eto = 100 \cdot Eto / Eta$  eşitliği ile elde edilmektedir (KANBER ve KIRDA, 1984).

RMS değerleri ise gerçek ve sezinlenen su tüketim değerleri arasındaki farklardan gidilerek hesaplanmıştır. Anılan istatistiksel ölçüt, yöntemler arası farkların eşit ağırlıkta karşılaştırılmalarını sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Bunun için her bir yönteme ilişkin mevsimlik su tüketim miktarları kullanılmıştır. Buna göre  $RMS = (\sum D^2 / N)^{0.5}$  olup D. su tüketimleri arasındaki fark ; N, gözlem sayısıdır. Diğer taraftan, yöntemler arası ilişki

denklemleri ve bağdaşım katsayıları (R) hesaplanmıştır (KANBER ve KIRDA,1984).

Her bir bitki için, günlük olarak elde edilen gercek ve kıyas bitki su tüketim değerlerinin oranlaması ile elde edilen (Kc) katsayıları, bitkinin ekim tarihinden hasat tarihine kadar geçen zamana karşı noktalanarak iliskiler araştırılmıştır. FAO 33 teki uyumlulukları test edilmiş, uyan bitkiler için büyüme başlangıcı dönemi (B.D), bitki gelişme dönemi (B.G.D), gelişme mevsimi ortası dönemi (G.M.O.D) ve mevsim sonu (M.S) dönemleri işaretlenmiştir.

#### 4. ARASTIRMA BULGULARI VE TARTISMA

Bu bölümde ele alınan bitkilere ilişkin gerçek su tüketimi ve amprik modellerle kestirilen kıyas bitki su tüketim değerleri karşılaştırılmıştır.

##### 4.1. Buğday

Buğday bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde su tüketimlerinin zamana bağlı değişimleri şekil 4.1.'de; her iki değişken arasındaki ilişkiler şekil 4.2.'de; Kc değerleri ise şekil 4.3.'de gösterilmiştir. Ayrıca anılan bitkiye ilişkin mevsimlik Eta ve %Eto, RMS ve R değerleri toplu olarak çizelge 4.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Buğday bitkisine (1973) ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, % Eto, RMS ve R değerleri.

	Su Tüketimi (mm)	% Eto	RMS	R
Eta	260.41	100.0		
Eto(Rad.)	478.88	184.0	23.85	0.75 **
Eto (B. C.)	876.22	336.0	63.70	0.71 **
Eto (Penman)	744.20	286.0	49.66	0.74 **
Eto (Pan Evap.)	339.04	130.0	15.29	0.73 **

\* : % 5 Düzeyinde.

\*\* : % 1 Düzeyinde Önemlidir.

Çizelgede görüldüğü gibi, mevsimlik su tüketim miktarları bütün yöntemlerde lizimetre sonuçlarına göre

yüksek düzeydedir. Lizimetreden elde edilen gerçek su tüketimi 100 kabul edildiğinde amprik eşitliklerle sezinlenen kıyas su tüketim değerleri (%Eto) % 130-% 336 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Blaney-Criddle yöntemi vermiştir.

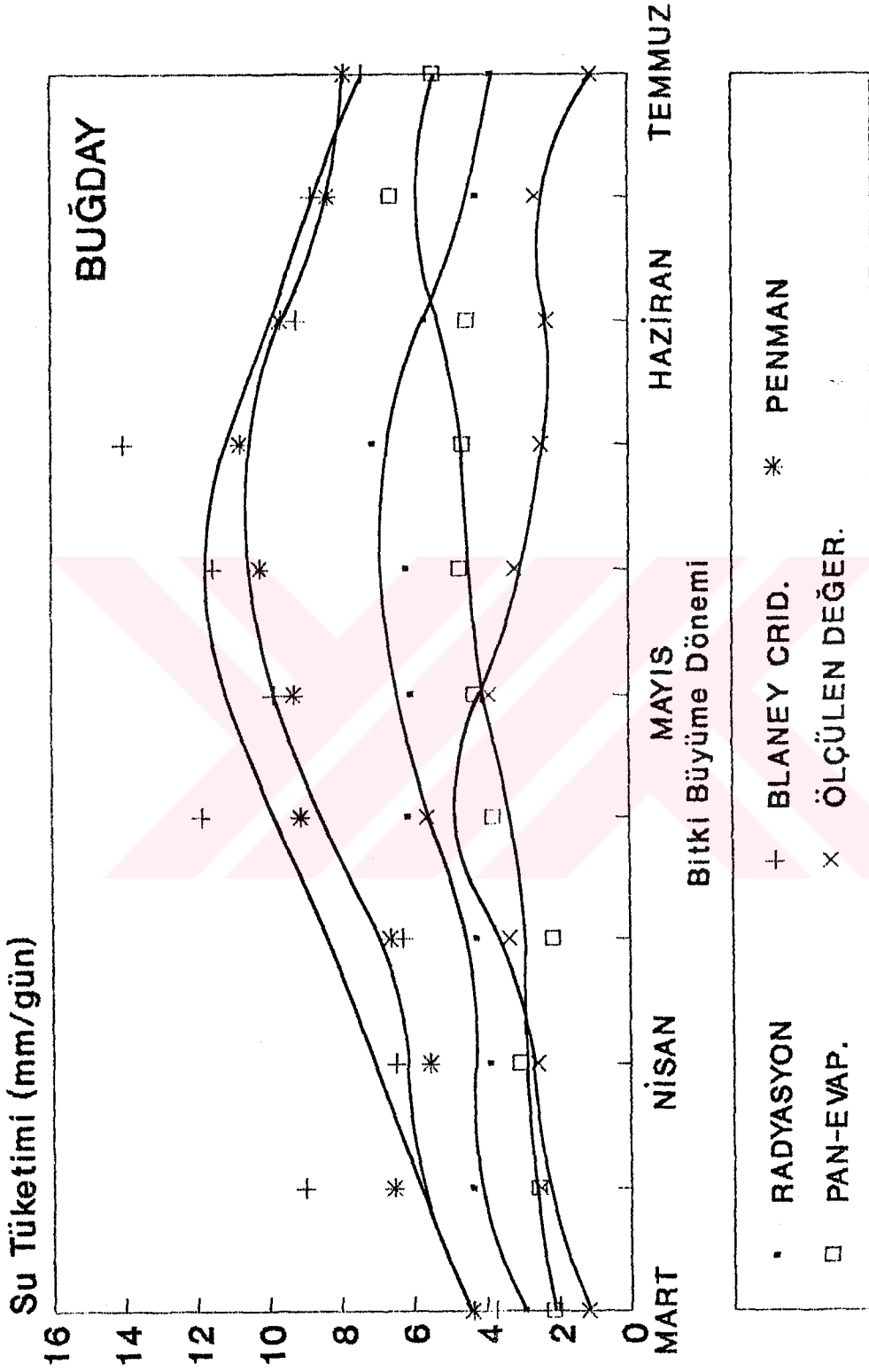
Amprik yöntemlere ilişkin RMS değerleri en yüksek 63.7 ile Blaney-Criddle yönteminde elde edilmiştir.

Lizimetre yöntemi ile diğer amprik eşitlikler arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli ilişki elde edilmiştir.

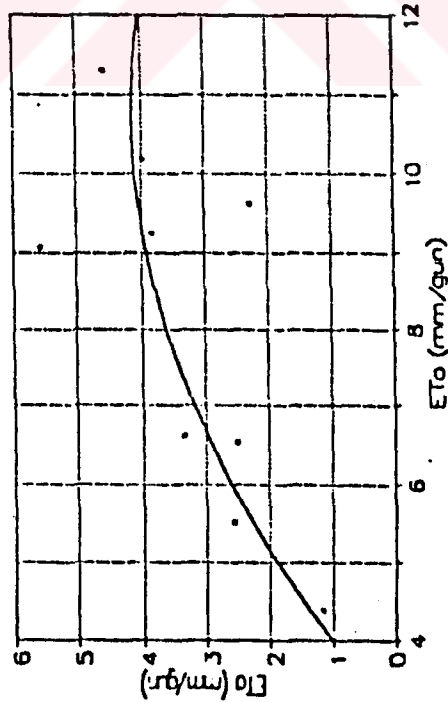
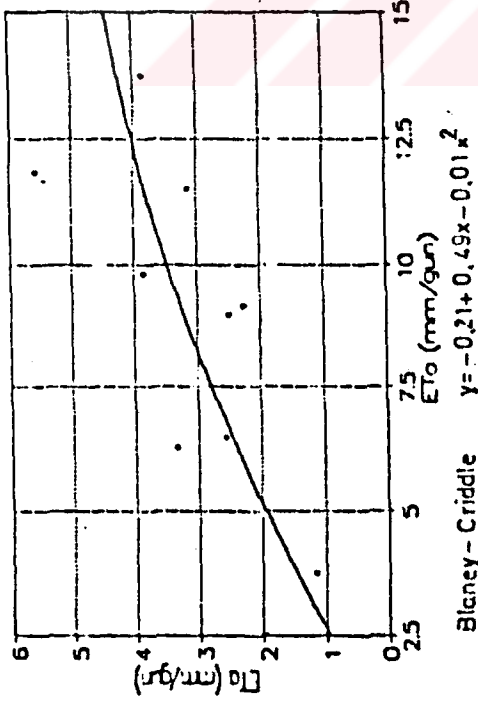
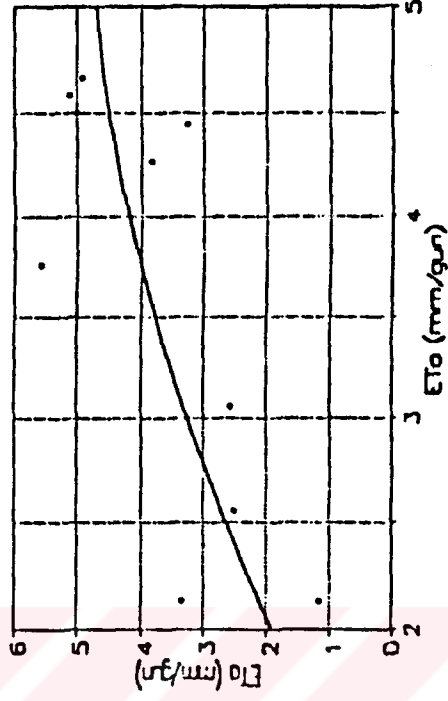
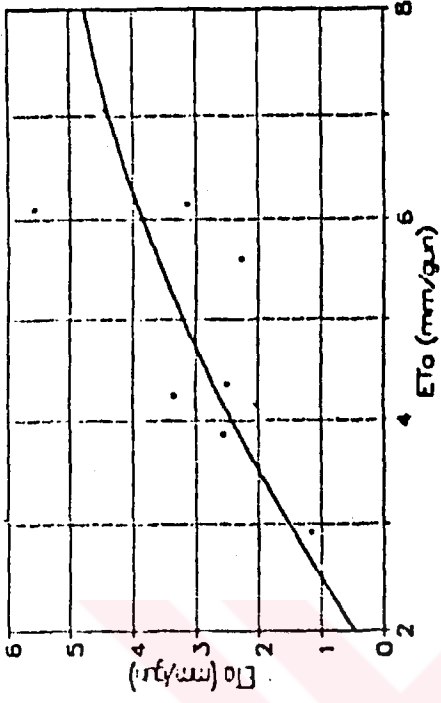
%Eto, RMS ve R değerleri birlikte incelendiğinde Buğday bitkisi için Ankara koşullarında en uyumlu yöntemin Pan Evaporasyon olduğu görülmüştür.

Buğday bitkisine ait elde edilen Kc değerlerinin zamana

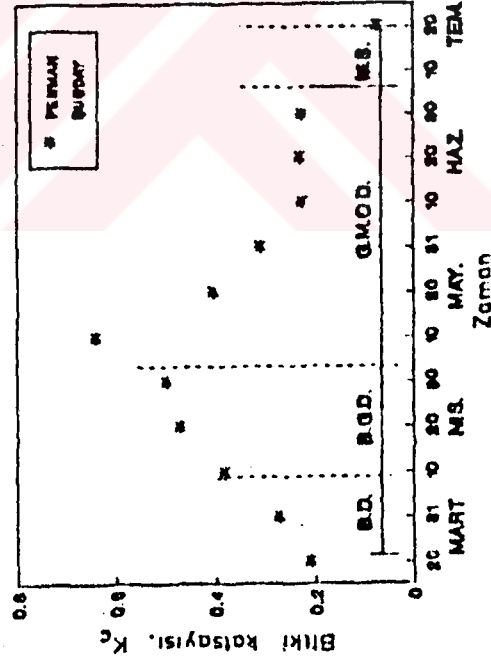
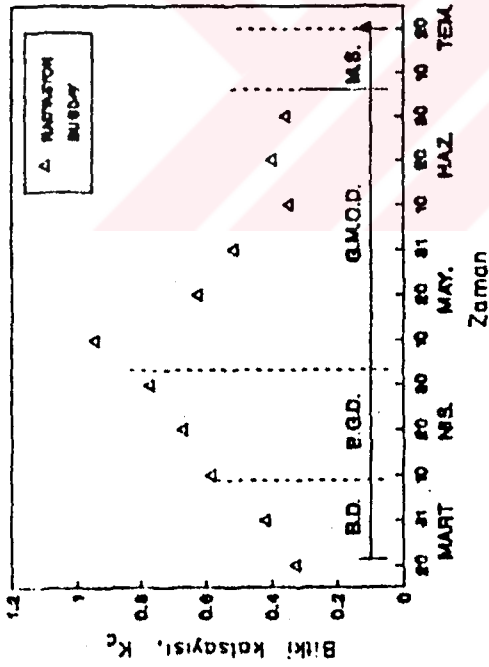
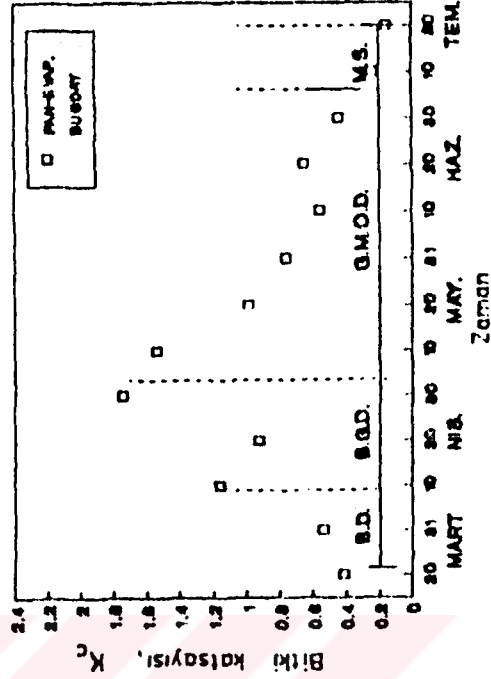
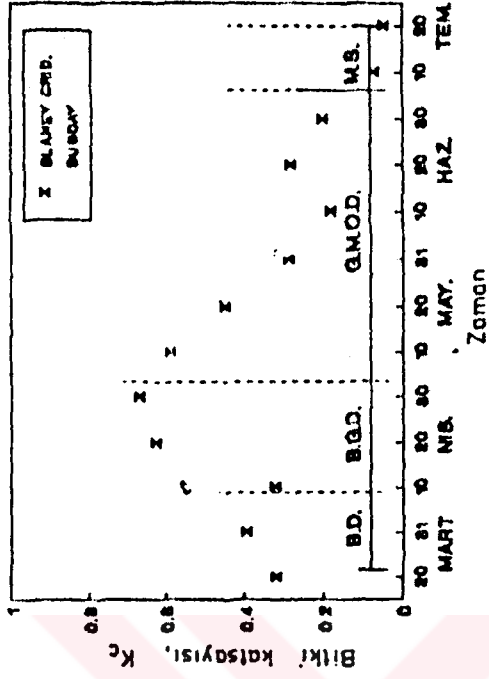
bağlı değişimleri (şekil 4.3): bütün yöntemler için mevsim başlangıcında 0.3, pik dönemde, Pan evaporasyon yöntemi 1.8 ile en yüksek değeri göstermiş, Penman ve Blaney-Criddle 0.7, Radyasyon yöntemi ise 0.9 olmuştur. Mevsim sonunda ise bu değerler 0.1'lere düşmüştür. FAO ile karşılaştırma yapıldığında mevsim başlangıcı ve sonunda hemen hemen aynı değerleri gösterdiği halde, pik dönemde sapmalar olmuştur.



Şekil 4.1. Buğday bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi



Şekil 4.2. Buğday bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki.



Şekil 4.3. Buğday bitkisine ilişkin farklı materyallerle hesaplanan  $K_c$  katsayılarının zamana bağlı değişimi

#### 4.2. Pancar

Pancar bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde su tüketimlerinin zamana bağlı değişimleri şekil 4.4.'de her iki değişken arasındaki ilişkiler şekil 4.5.'de: Kc değerleri şekil 4.6.'da gösterilmiştir. Ayrıca anılan bitkiye ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, % Eto, RMS ve R değerleri çizelge 4.2.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Pancar bitkisine (1974) ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, % Eto, RMS ve R değerleri.

	Su Tüketimi (mm)	% Eto	RMS	R
Eta	820.10	100.0		
Eto (Rad.)	932.23	114.0	19.05	0.57 **
Eto (B. C.)	2098.15	256.0	68.89	0.72 **
Eto (Penman)	1728.32	211.0	48.92	0.75 **
Eto (Pan Evap.)	777.65	95.0	17.95	0.71 **

\* : % 5 Düzeyinde.

\*\* : % 1 Düzeyinde Önemlidir.

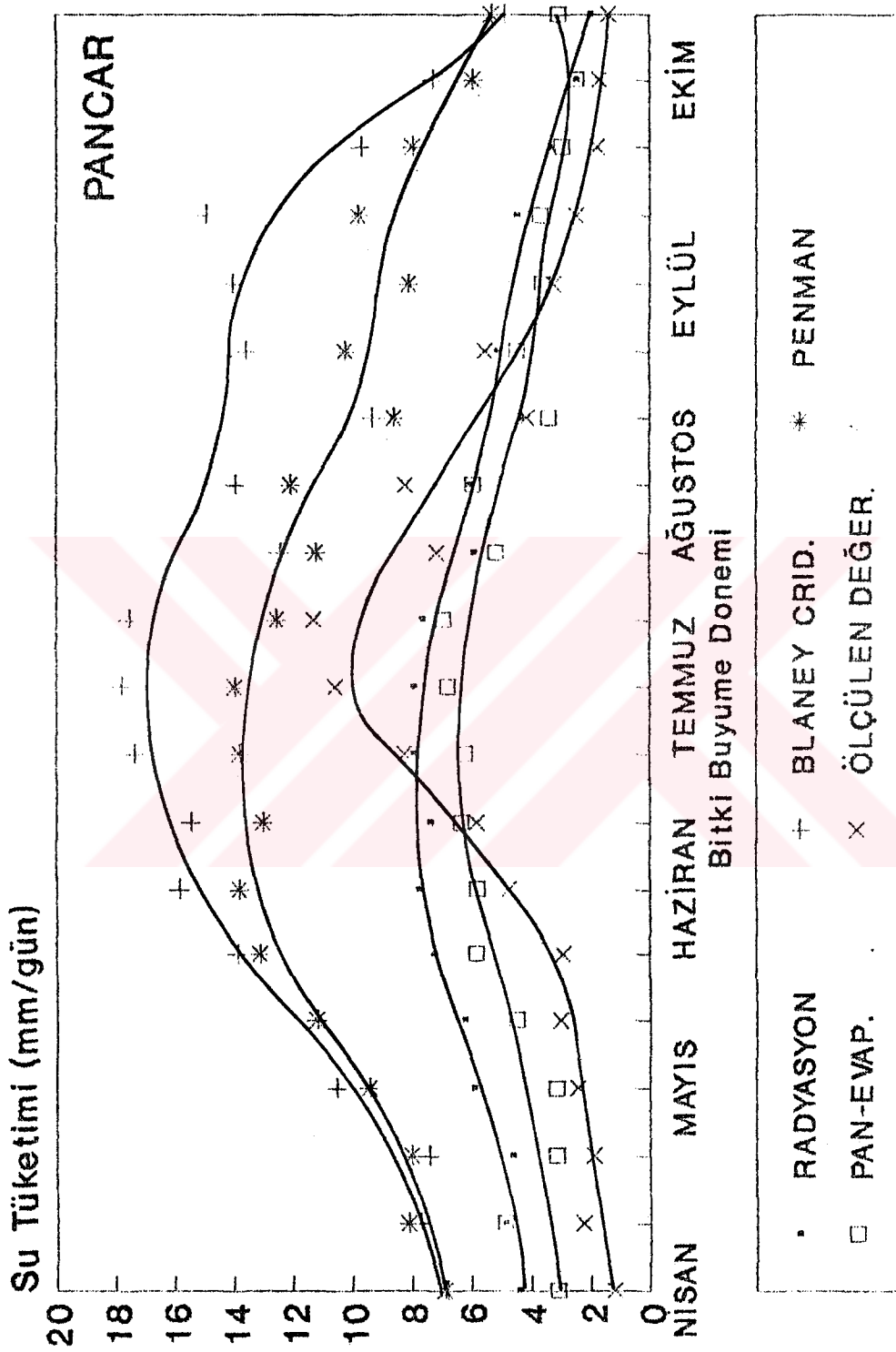
Çizelgede görüldüğü gibi, mevsimlik su tüketim miktarları. Pan evaporasyon yöntemi dışındaki yöntemlerde lizimetre sonuçlarına göre yüksek düzeydedir. Lizimetreden elde edilen gerçek su tüketimi 100 kabul edildiğinde amprik esitliklerle sezinlenen kıyas su tüketim değerleri %95 -%256 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Radyasyon yöntemi vermiştir. Amprik yöntemlere ilişkin RMS değerleri en yüksek

68.89 ile Blaney-Criddle'da görülmüştür.

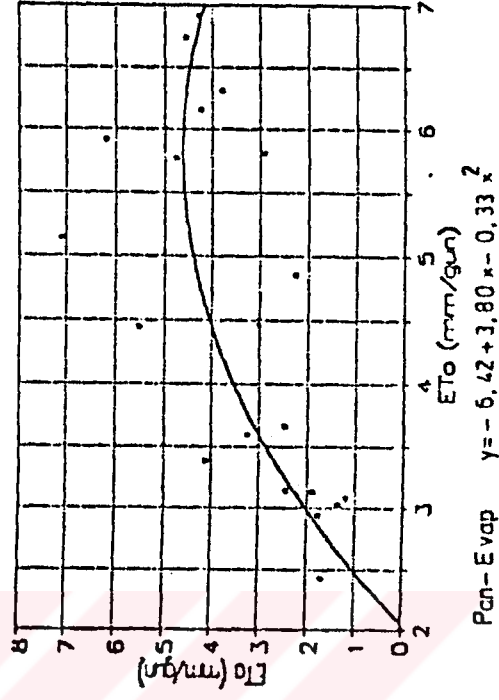
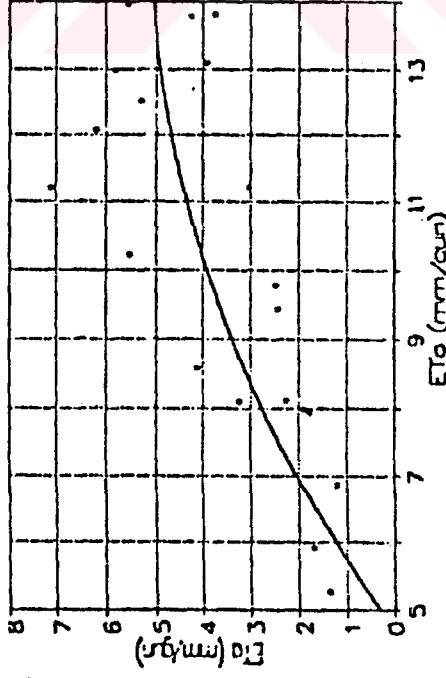
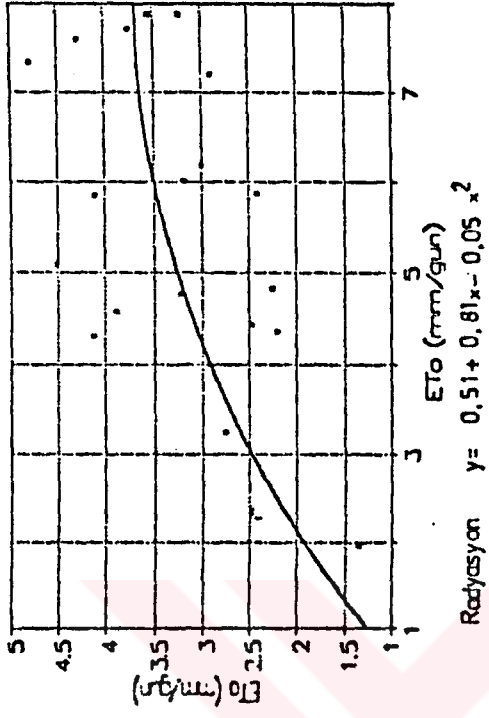
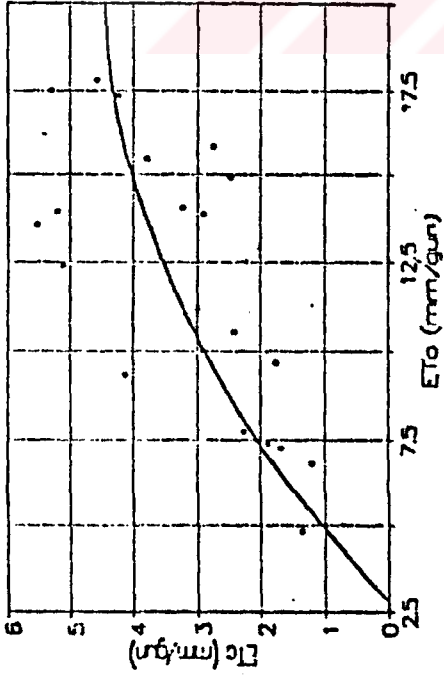
Lizimetre yöntemi ile diğer amprik eşitlikler arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bağdaşım elde edilmiştir.

%Eto. RMS ve R değerleri birlikte incelendiğinde Pancar bitkisi için Ankara koşullarında en uyumlu yöntemim Pan Evaporasyon olduğu görülmüştür.

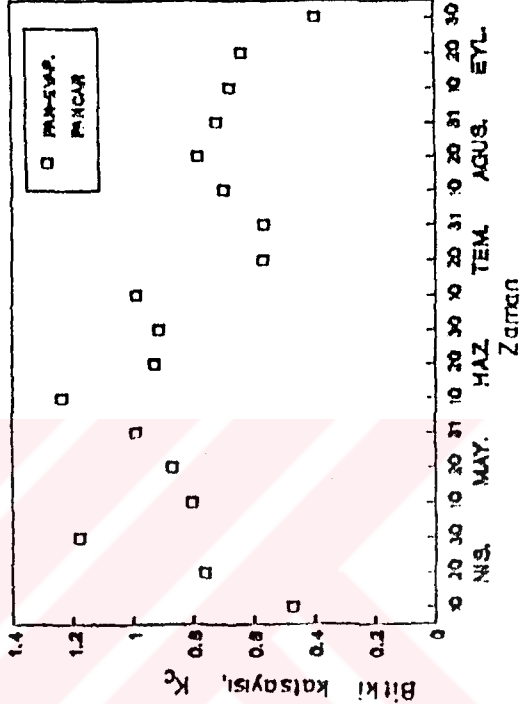
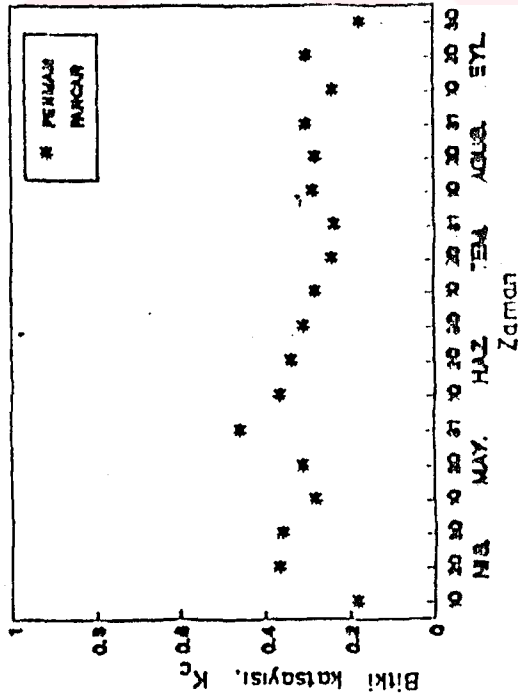
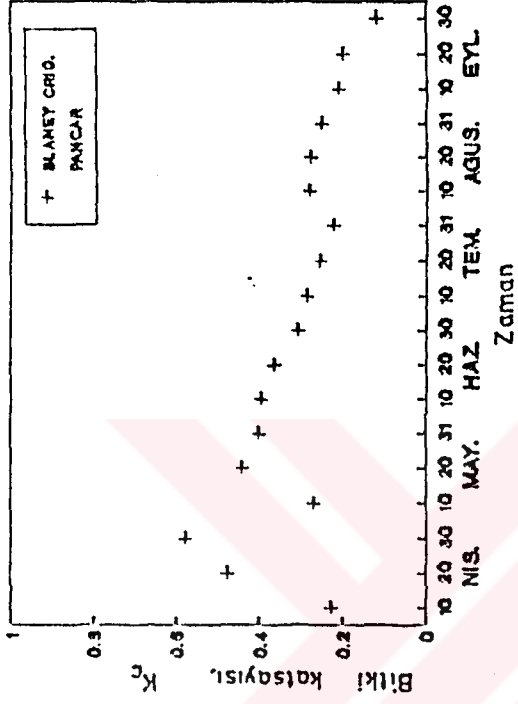
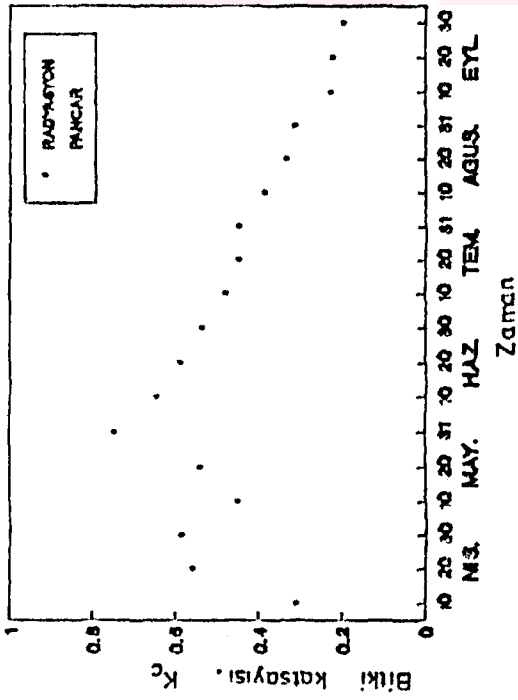
Pancar bitkisine ait elde edilen Kc değerlerinin zamana bağlı değişimleri (mm verildiği) şekil 4.6.'da görüldüğü gibi. mevsim başlangıcında Penman ve Blaney-Criddle yönteminde FAO 33'e göre daha yüksek. pik dönem ve mevsim sonunda daha düşüktür. Radyasyon ve Pan Evaporasyon yöntemlerinin daha uyumlu olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.4. Pancar bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi



Şekil 4.5. Pancar bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.5. Pancar bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan  $K_c$  katsayılarının zamana bağlı

değişimi

### 4.3. Ayciceği

Ayciceği bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde su tüketimlerinin zamana bağlı değisimleri sekil 4.7.'de her iki değişken arasındaki ilişkiler sekil 4.8.'de; Kc değerleri sekil 4.9.'da gösterilmiştir. Ayrıca anılan bitkiye ilişkin Eta, Eto, % Eto, RMS ve R değerleri toplu olarak çizelge 4.3'de verilmiştir.

**Çizelge 4.3. Ayciceği bitkisine (1975) ilişkin mevsimlik Eta, Eto, % ETO, RMS ve R değerleri.**

	Su Tüketimi (mm)	% Eto	RMS	R
Eta	725.33	100.0		
Eto (Rad.)	747.33	103.0	26.87	0.63 *
Eto (B. C.)	1506.23	208.0	65.16	0.65 **
Eto (Penman)	1374.42	189.0	51.84	0.86 **
Eto (Pan Evap.)	884.48	122.0	51.59	0.88 **

\* : % 5 Düzeyinde.

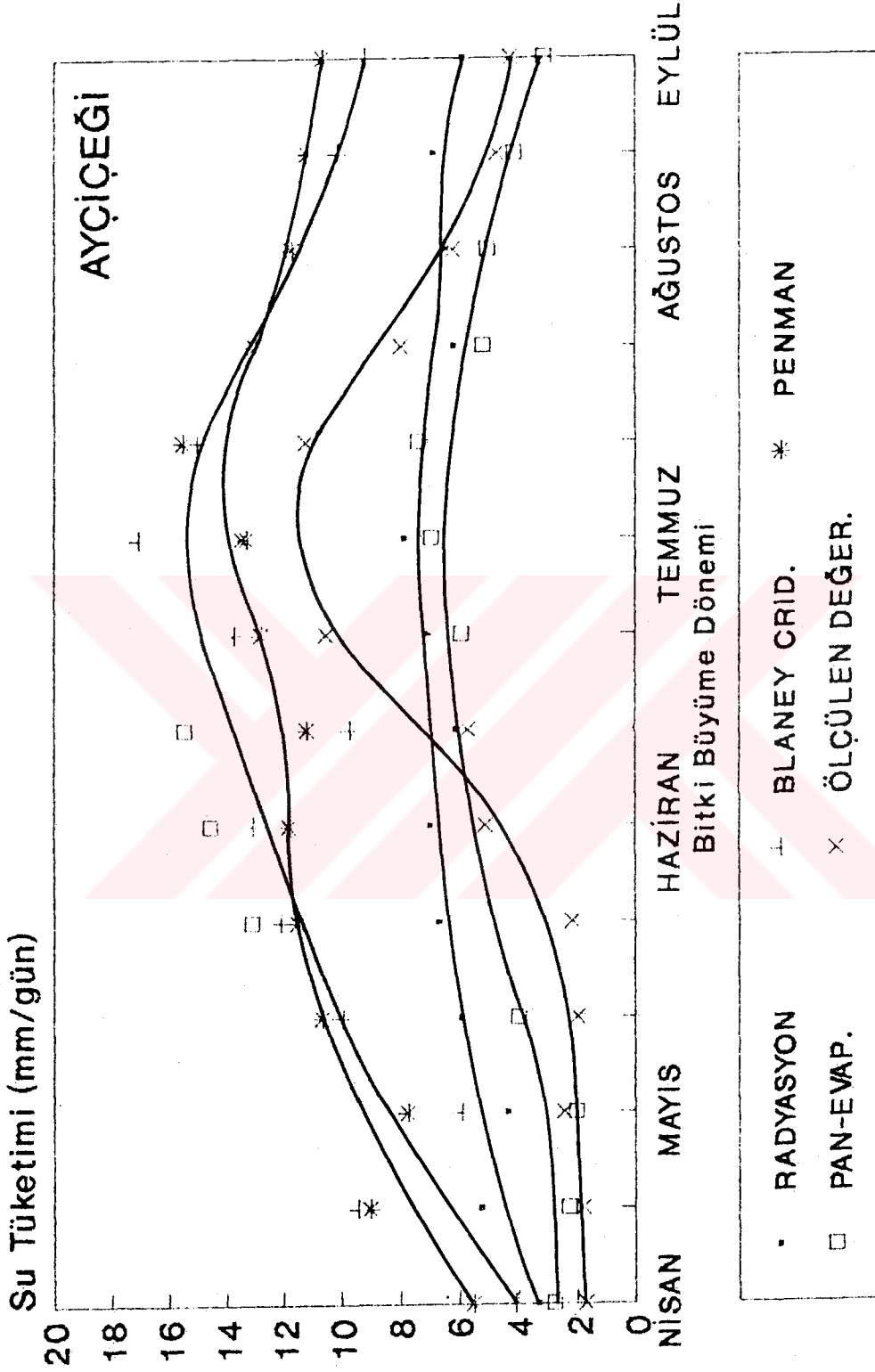
\*\* : % 1 Düzeyinde önemlidir.

Çizelgede görüldüğü gibi mevsimlik su tüketim miktarları bütün yöntemlerde lizimetre sonuçlarına göre yüksek düzeydedir. Lizimetreden elde gerçek su tüketimi 100 kabul edildiğinde amprik eşitliklerle sezinlenen kıyas su tüketim değerleri %103 -%208 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Blaney-Criddle yöntemi vermiştir.

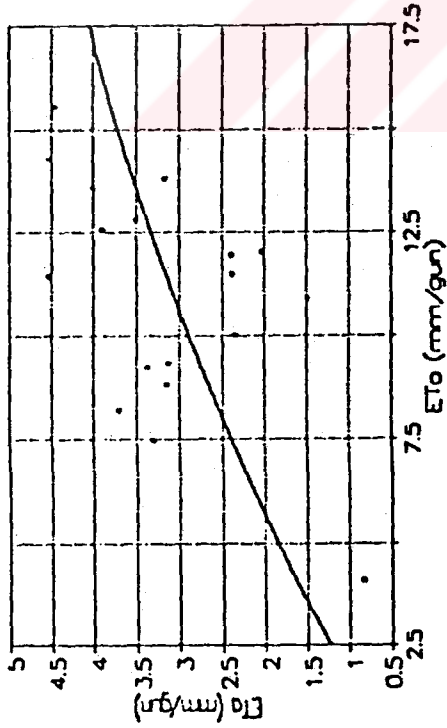
Amprik yöntemlere ilişkin RMS değerleri en yüksek 65.16 ile Blaney-Criddle'da görülmüştür. Lizimetre yöntemi ile diğer amprik eşitlikler arasında Radyasyon yönteminde ise % 5 diğer yöntemlerde % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli ilişki elde edilmiştir.

%Eto. RMS ve R değerleri birlikte incelendiğinde Aycıceği bitkisi için Ankara koşullarında en uyumlu yöntemin Pan Evaporasyon olduğu görülmüştür.

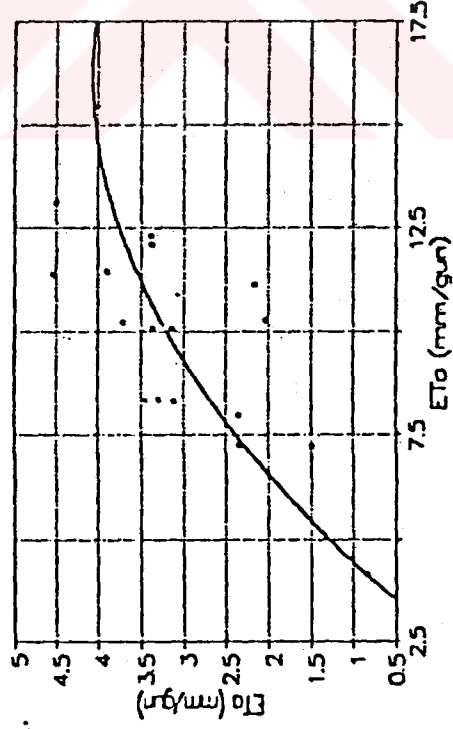
Aycıceği bitkisine ait elde edilen Kc değerlerinin zamana bağlı değişimleri şekil 4.9.'da görüldüğü gibi, mevsim başlangıcında Penman, Blaney-Criddle ve Radyasyon yöntemleri (0.3) olarak FAO 33'teki değerlerle uyumludur. Pan-Evaporasyon yönteminde ise Kc (0.9) olarak yüksek bulunmuştur. Pik dönemde bütün yöntemler sapma göstermiş, mevsim sonunda ise ekseriye uyumludur.



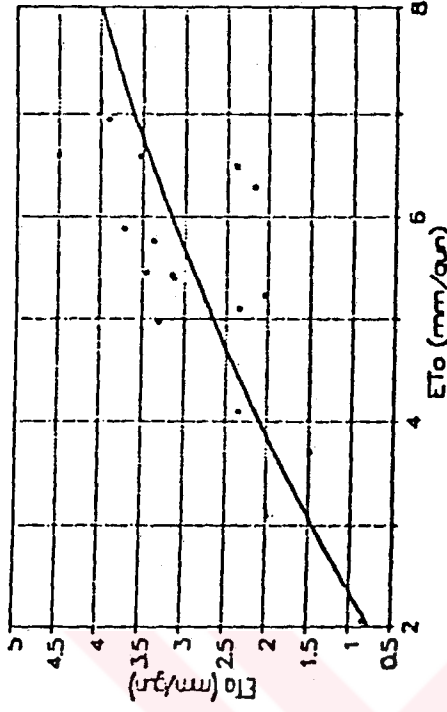
Şekil 4.7. Ayciceği bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi



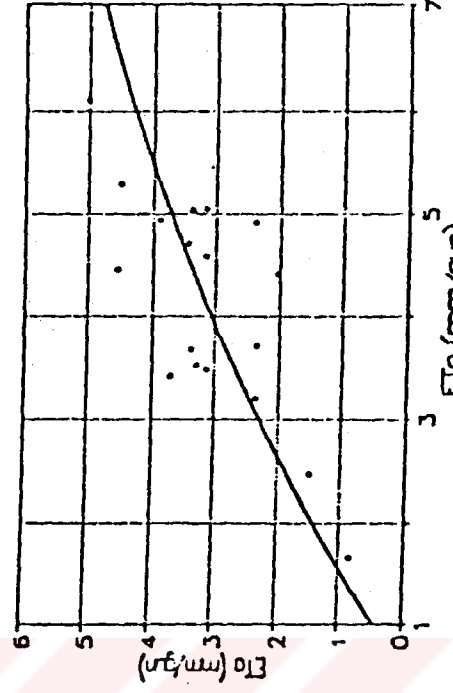
Blaney - Criiddle  $y = 0.57 + 0.28x - 0.01x^2$



Penman  $y = -1.76 + 0.72x - 0.02x^2$

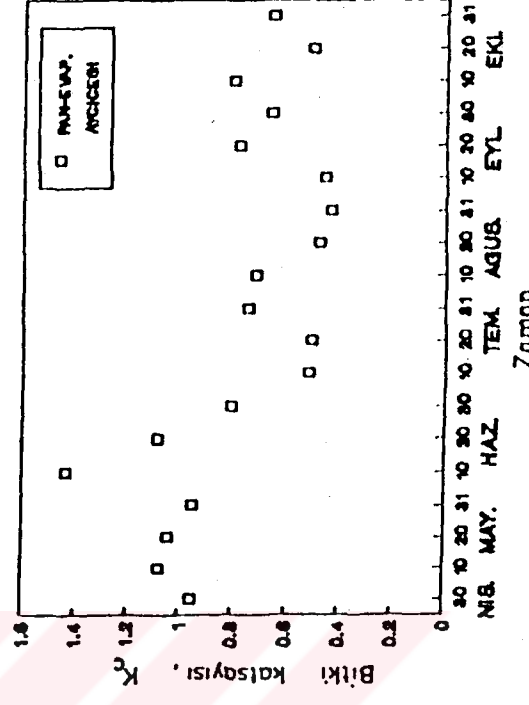
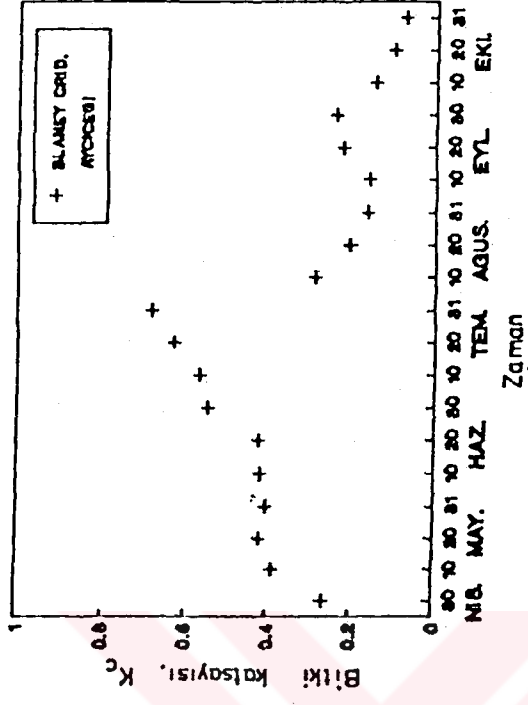
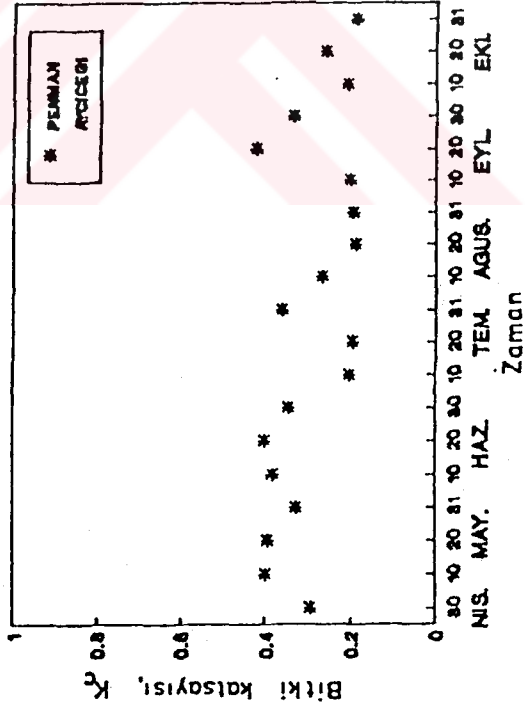
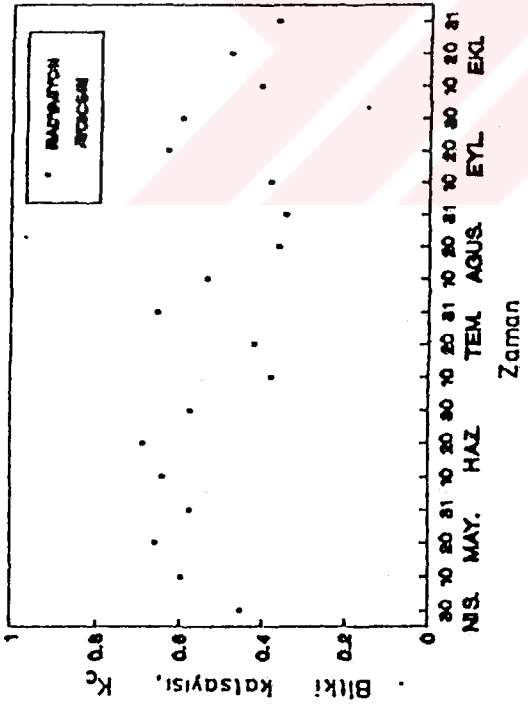


Radyasyon  $y = -0.86 + 0.87x - 0.03x^2$



Pan - Evap  $y = -0.64 + 1.13x - 0.05x^2$

Şekil 4.8. Ayçiçeği bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki



Sekil 4.9. Açıçığı bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan  $K_c$  katsayılarının zaman bağlı değişimi

#### 4.4. Patates

Patates bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde su tüketimlerinin zamana bağılı değişimleri şekil 4.10.'da; her iki değişken arasındaki ilişkiler şekil 4.11.'de; Kc değerleri şekil 4.12.'de gösterilmiştir. Ayrıca anılan bitkiye ilişkin Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R değerleri toplu olarak çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelgede görüldüğü gibi, mevsimlik su tüketim miktarları, bütün yöntemlerde lizimetre sonuçlarına göre yüksek düzeydedir. Lizimetreden elde edilen gerçek su tüketimi 100 kabul edildiğinde amprik eşitliklerde sezinlenen kıyas su tüketim değerleri %111-%312 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Blaney-Criddle yöntemi vermiştir.

Amprik yöntemler ilişkin RMS değerleri en yüksek 86.13 ile Blaney-Criddle'da görülmüştür.

Lizimetre yöntemi ile diğer amprik eşitlikler arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bağdaşım elde edilmiştir.

%Eto, RMS ve R değerleri birlikte incelendiğinde patates bitkisi için Ankara koşullarında en uyumlu yöntemin Pan Evaporasyon olduğu gözlenmiştir.

Patates bitkisine ait elde edilen Kc değerlerinin zamana bağılı değişimleri şekil 4.12.'de görüldüğü gibi

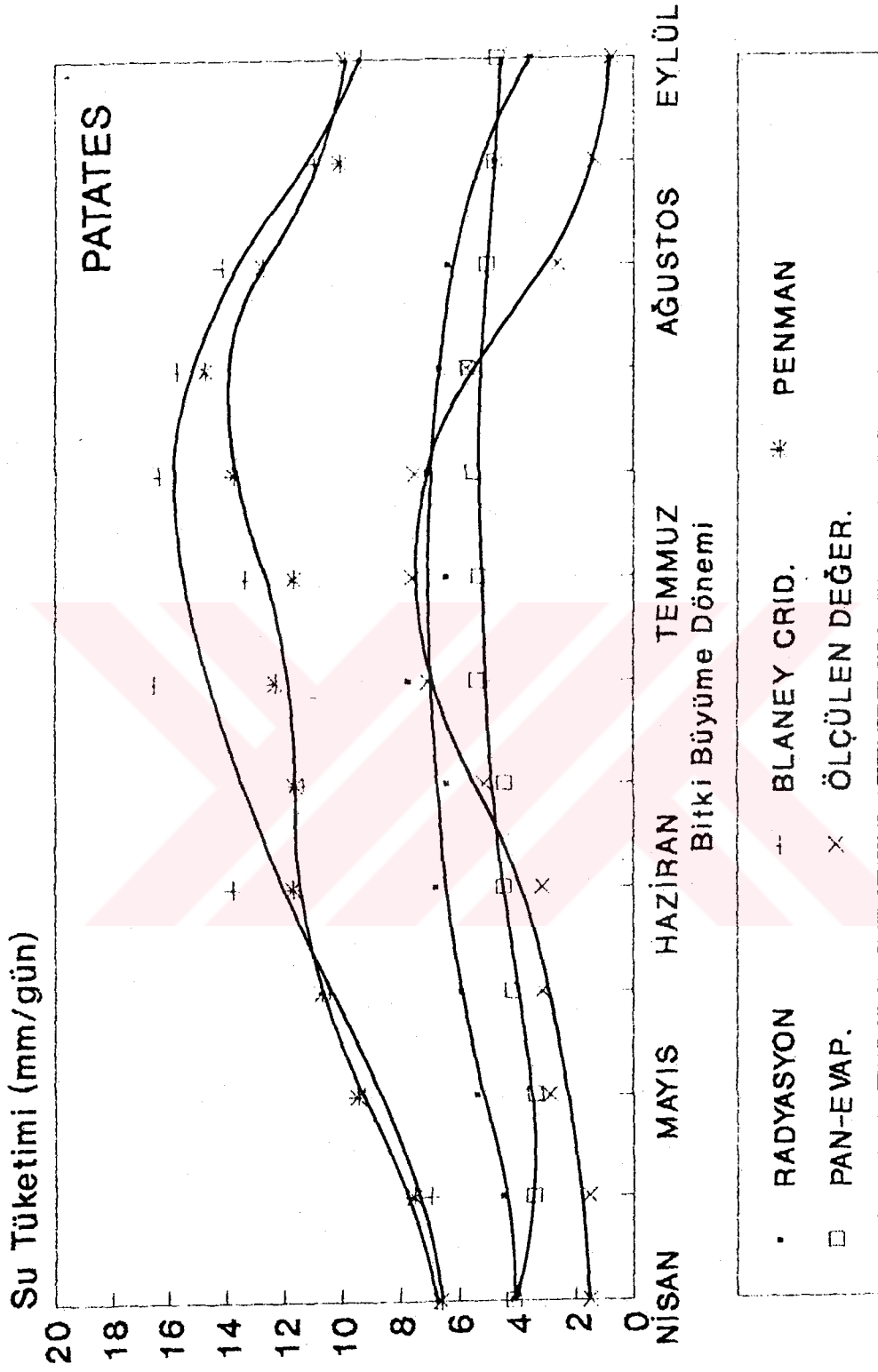
mevsim baslangıcı Pan Evaporasyon yönteminde daha yüksek bulunmuştur. Pik dönemde amprik yöntemler (0.2) daha düşük bulunmuş. mevsim sonunda ise (0.3) daha düşük bulunmuştur.

**Cizelge 4.4.** Patates bitkisine (1976) ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, % Eto, RMS ve R değerleri.

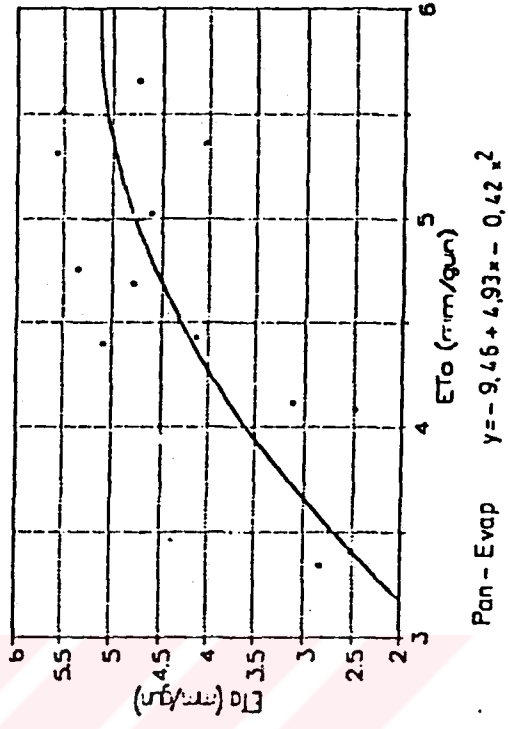
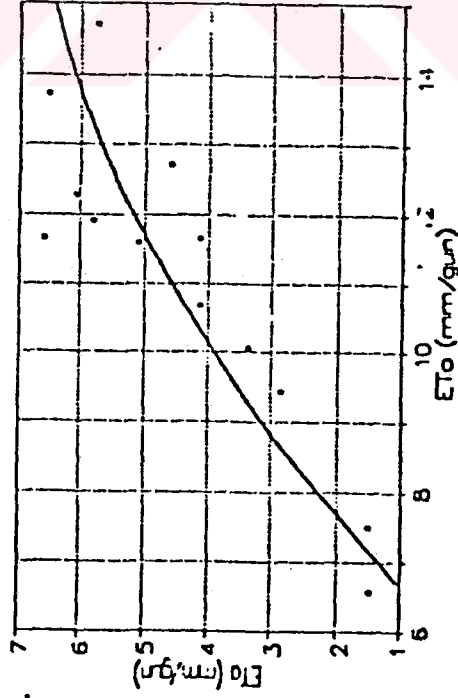
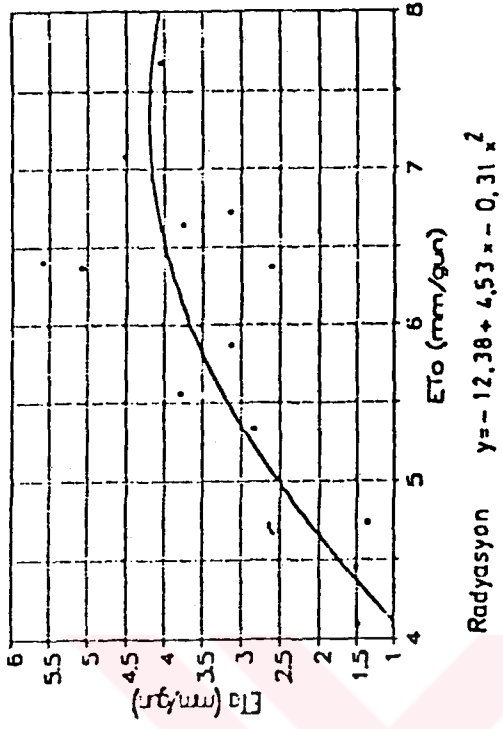
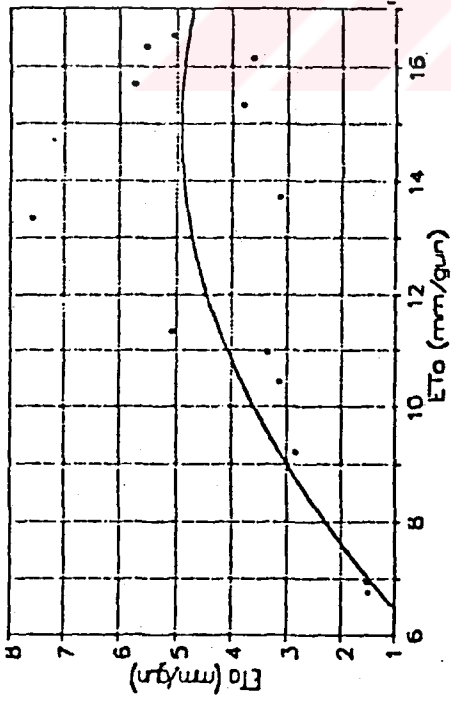
	Su Tüketimi (mm)	% Eto	RMS	R
Eta	481.66	100.0		
Eto(Rad.)	705.41	146.0	23.47	0.79 **
Eto (B. C.)	1500.55	312.0	86.13	0.74 **
Eto (Penman)	1322.60	275.0	69.57	0.90 **
Eto (Pan Evap.)	535.49	111.0	17.39	0.81 **

\* : % 5 Düzeyinde,

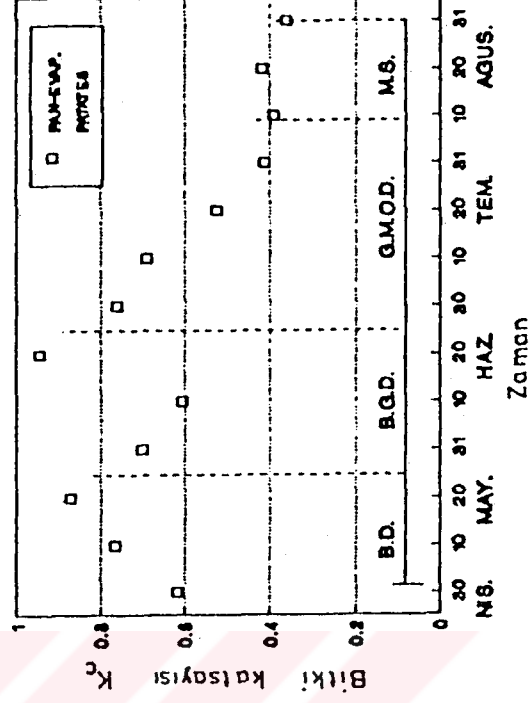
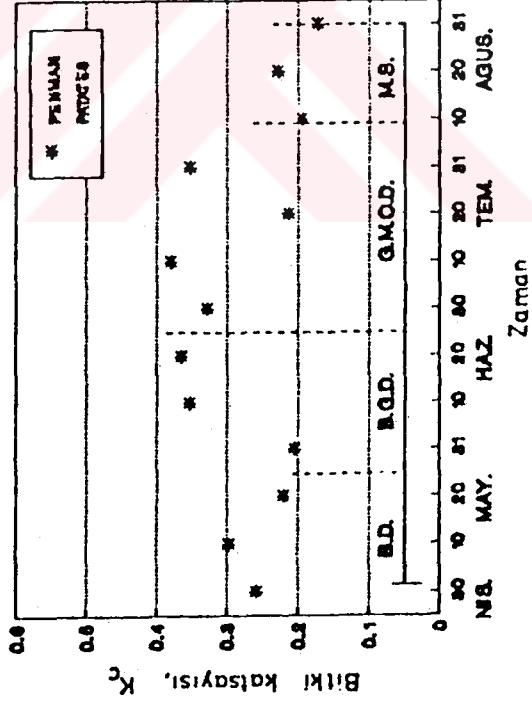
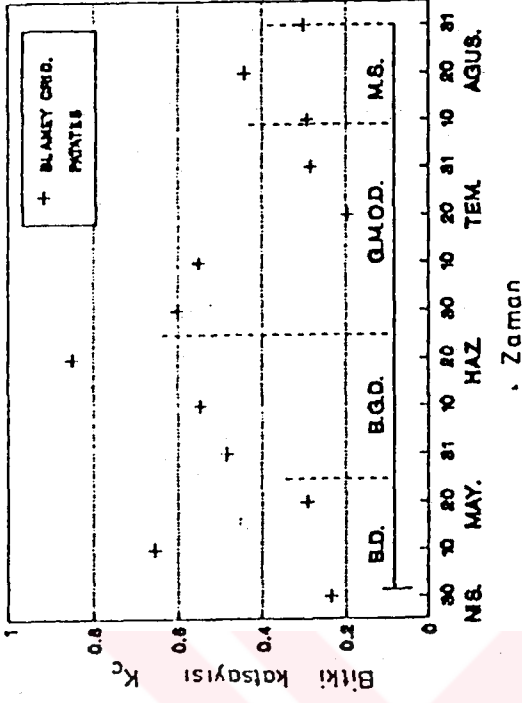
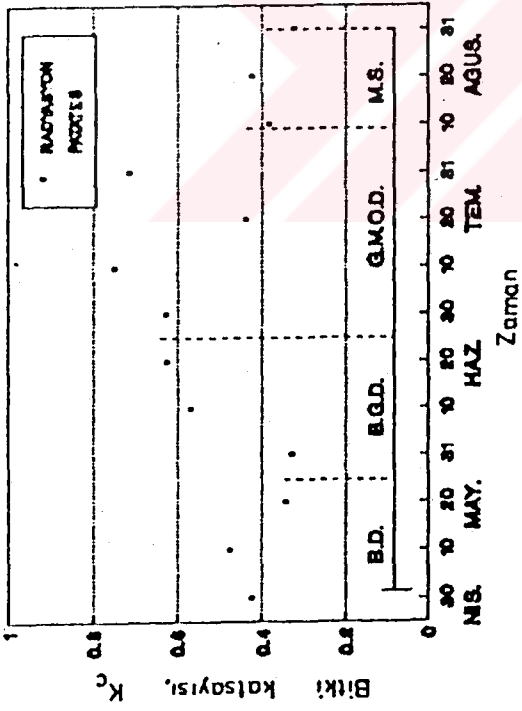
\*\* : % 1 Düzeyinde Önemlidir.



Şekil 4.10. Patates bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi



Şekil 4.11. Patates bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.12. Patates bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan  $K_c$  katsayılarının zaman bağıli değişimi

#### 4.5. Mısır

Mısır bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde su tüketimlerinin zamana bağlı değişimleri şekil 4.13.'de; her iki değişken arasındaki ilişkiler şekil 4.14.'de; Kc değerleri şekil 4.15.'de gösterilmiştir. Ayrıca anılan bitkiye ilişkin mevsimlik Eta ve Eto. RMS ve R değerleri toplu olarak çizelge 4.5.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Mısır bitkisine (1980) ilişkin mevsimlik Eta ve Eto. %Eto. RMS ve R değerleri.

	Su Tüketimi (mm)	% Eto	RMS	R
Eta	478.37	100.0		
Eto (Rad.)	725.11	152.0	16.52	0.94 **
Eto (B. C.)	1561.00	326.0	76.41	0.85 **
Eto (Penman)	1372.17	287.0	60.65	0.91 **
Eto (Pan Evap.)	593.55	124.0	11.07	0.82 **

\* : % 5 Düzeyinde.

\*\* : % 1 Düzeyinde önemlidir.

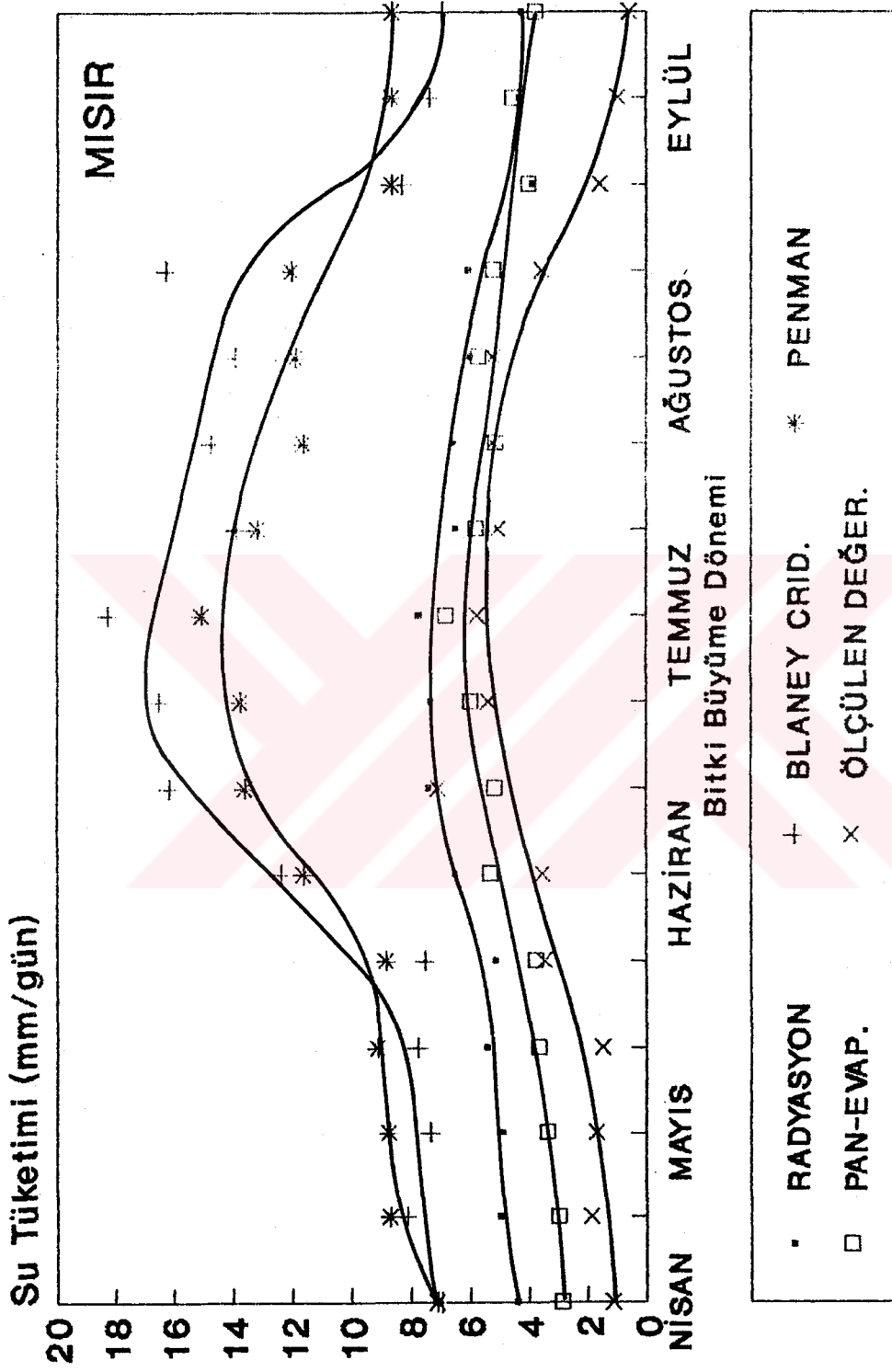
Çizelgede görüldüğü gibi, mevsimlik su tüketim miktarları lizimetre sonuçlarına göre yüksek düzeydedir. Lizimetreden elde edilen gerçek su tüketimi 100 kabul edildiğinde ampirik eşitliklerle sezinlenen kıyas su tüketim değerleri %124-%326 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Blaney-Criddle yöntemi vermiştir.

Amprık yönteme ilişkin RMS değerleri en yüksek 76.41 ile Blaney-Criddle'da görülmüstür.

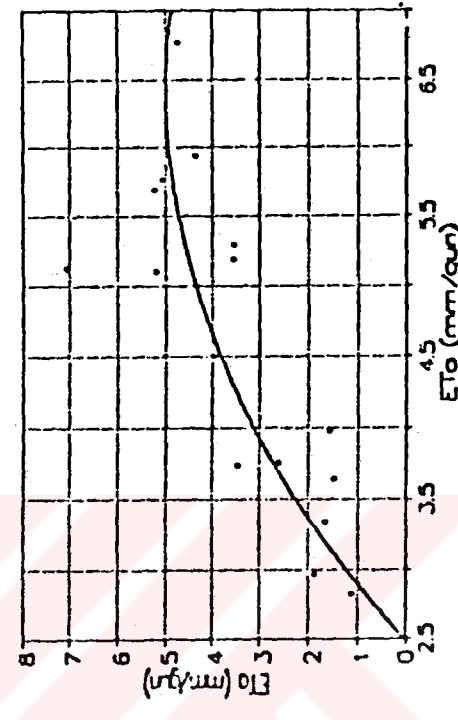
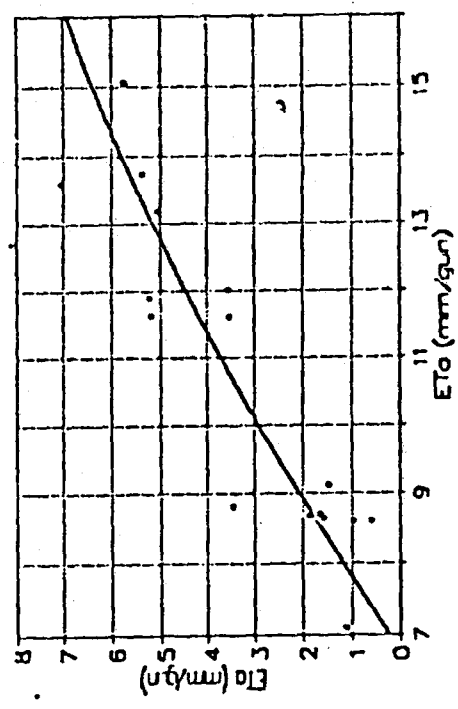
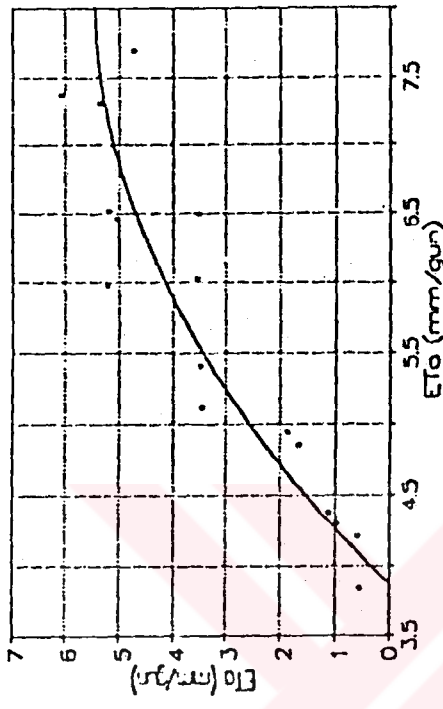
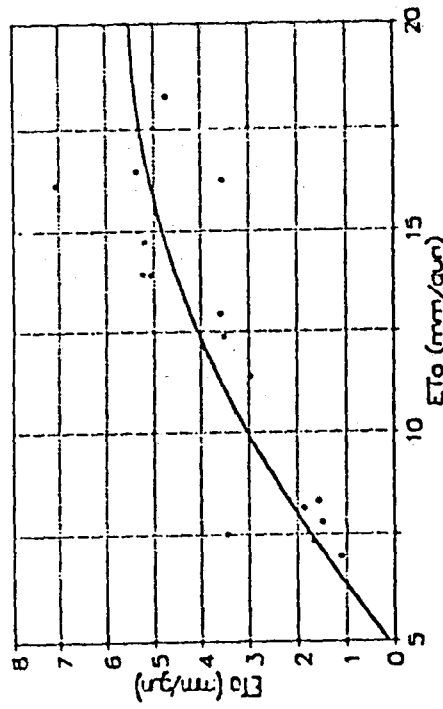
Lizimetre yöntemi ile diğer amprık efitlikler arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bağdasım elde edilmiftir.

%Eto, RMS ve R değerleri birlikte incelendiğinde Mısır bitkisi icin Ankara koşullarında en uyumlu yöntemin Pan Evaporasyon olduğu görülmüstür.

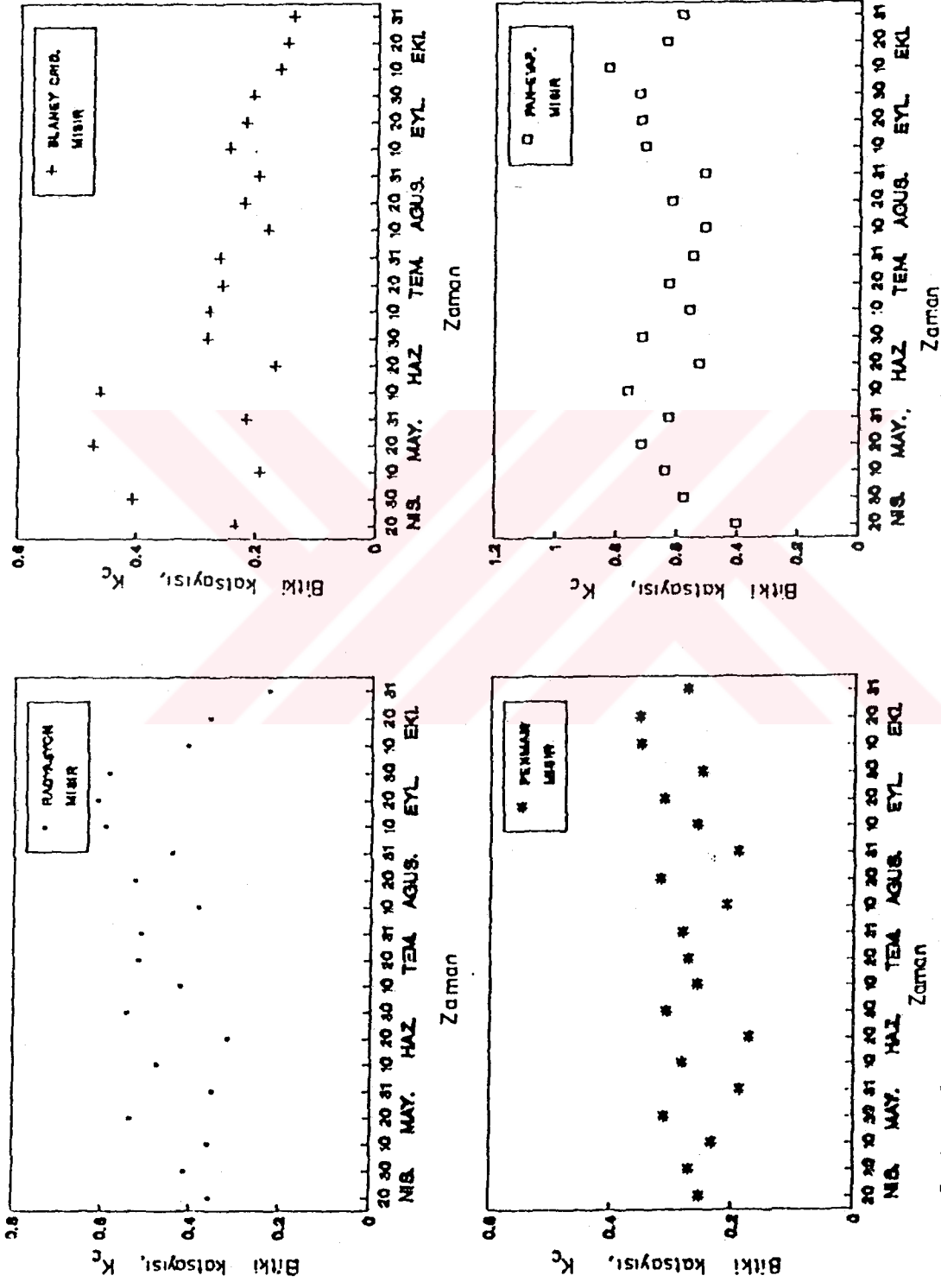
Mısır bitkisine ait elde edilen Kc değerlerinin zamana bağlı değişimleri Şekil 4.15.'de görüldüğü gibi, mevsim başlangıcında (0.3), pik dönemde (0.7)'ye kadar yükselmiş ve mevsim sonunda (0.2) olmuştur.



Şekil 4.13. Mısır bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi



Şekil 4.14. Mısır bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.15. Mısır bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan K<sub>c</sub> katsayılarının zamana bağlı değişimi

#### 4.6. Fasulye

Fasulye bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde su tüketimlerinin zamana bağlı değişimleri şekil 4.16.'da; her iki değişken arasındaki ilişkiler şekil 4.17.'de; Kc değerleri şekil 4.18.'de gösterilmiştir. Ayrıca anılan bitkiye ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R değerleri toplu olarak çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelgede görüldüğü gibi, mevsimlik su tüketim miktarları lizimetre sonuçlarına göre yüksek düzeydedir. Lizimetreden elde edilen gerçek su tüketimi 100 kabul edildiğinde, amprik eşitliklerle sezinlenen kıyas su tüketim değerleri %158 -%374 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Blaney-Criddle yöntemi vermiştir.

Çizelge 4.6. Fasulye bitkisine (1981) ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, % Eto, RMS ve R değerleri.

	Su Tüketimi (mm)	% Eto	RMS	R
Eta	335.49	100.0		
Eto (Rad.)	652.84	195.0	25.95	0.74 **
Eto (B. C.)	1255.88	374.0	79.00	0.76 **
Eto (Penman)	1222.62	364.0	73.83	0.85 **
Eto (Pan Evap.)	531.43	158.0	19.35	0.71 **

\* : % 5 Düzeyinde.

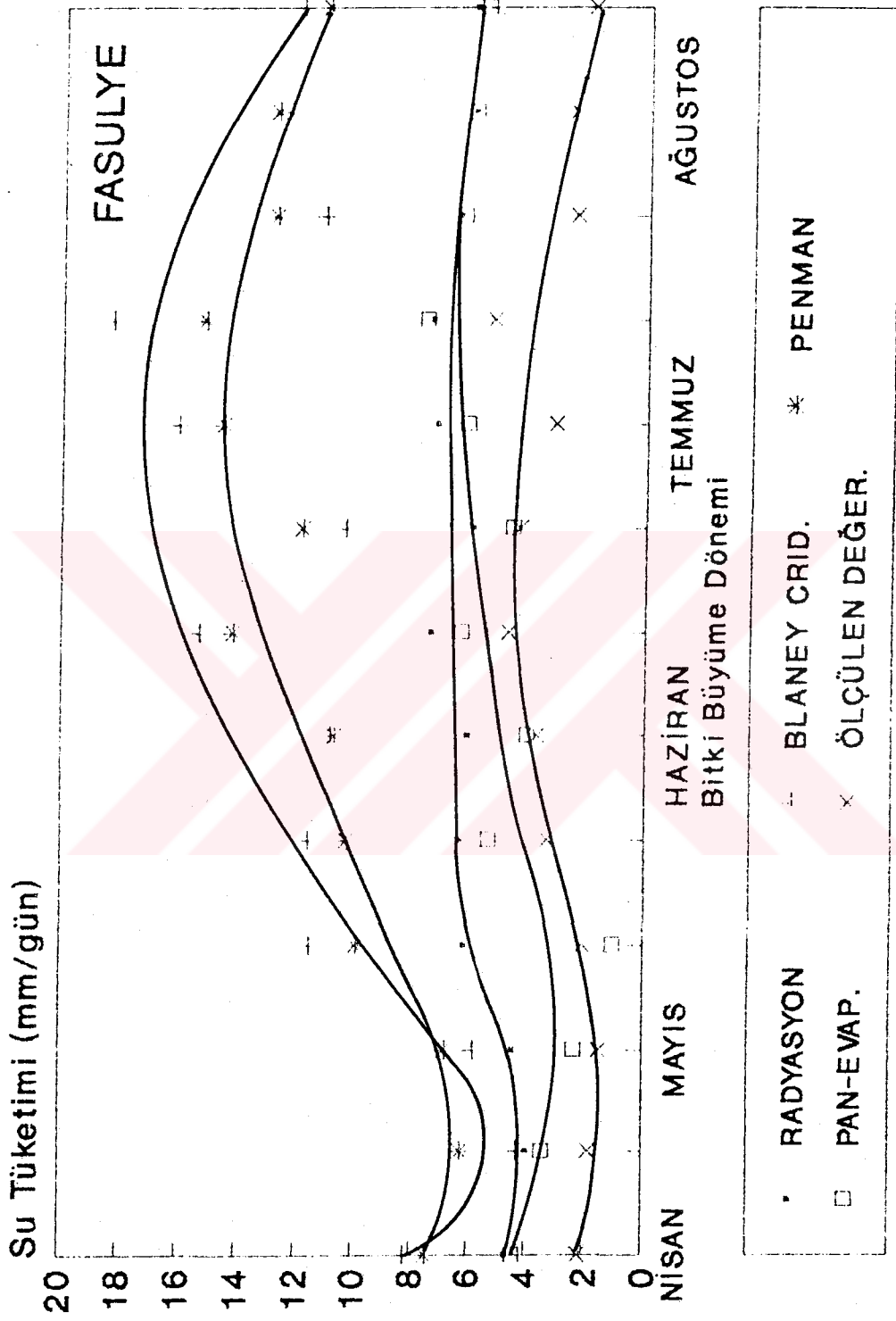
\*\* : % 1 Düzeyinde Önemlidir.

Amprık yönteme ilişkin RMS değerleri en yüksek 79 ile Blaney-Criddle'da görülmüştür.

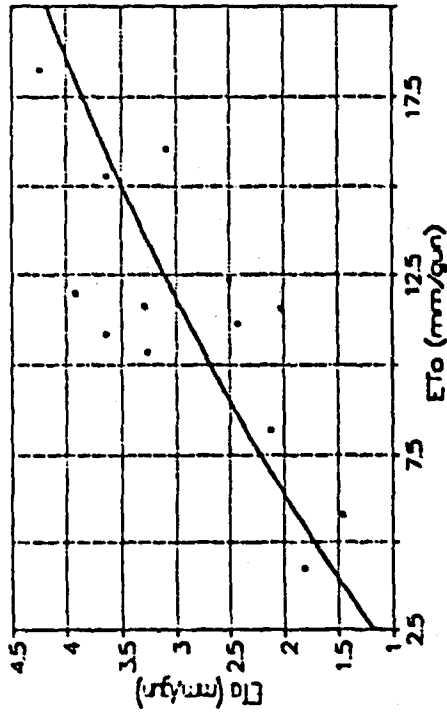
Lizimetre yöntemi ile diğer amprık eşitlikler arasında % 1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bağdasım elde edilmiştir.

%Eto. RMS ve R değerleri birlikte incelendiğinde Fasulye bitkisi için Ankara koşullarında en uyumlu yöntemin Pan Evaporasyon olduğu görülmüştür.

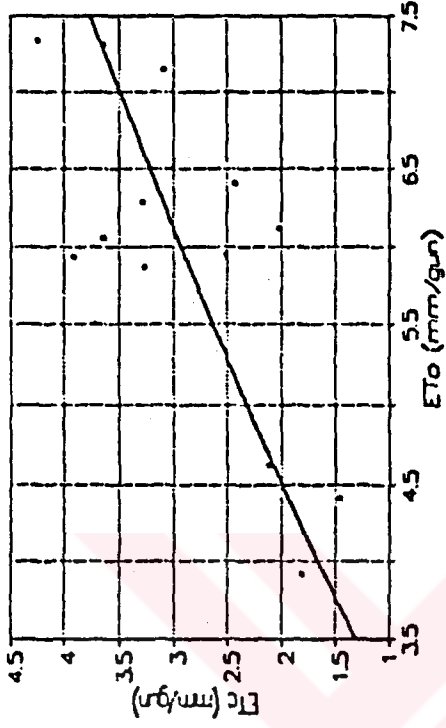
Fasulye bitkisine ait elde edilen Kc değerlerinin zamana bağlı değişimleri şekil 4.18.'de görüldüğü gibi, mevsim başlangıcında (0.3) dolaylarında, pik dönemde Penman ve Blaney-Criddle yöntemlerinde (0.5), Radyasyon yönteminde (1), Pan Evaporasyon yönteminde (1.4) olduğu gözlenmiş ve FAO 33'e göre Pan Evaporasyon yöntemi (0.4) fazla, diğer yöntemler ise düşük çıkmış; mevsim sonunda ise (0.2) dolaylarında değer alarak FAO 33'e uyumlu çıkmıştır.



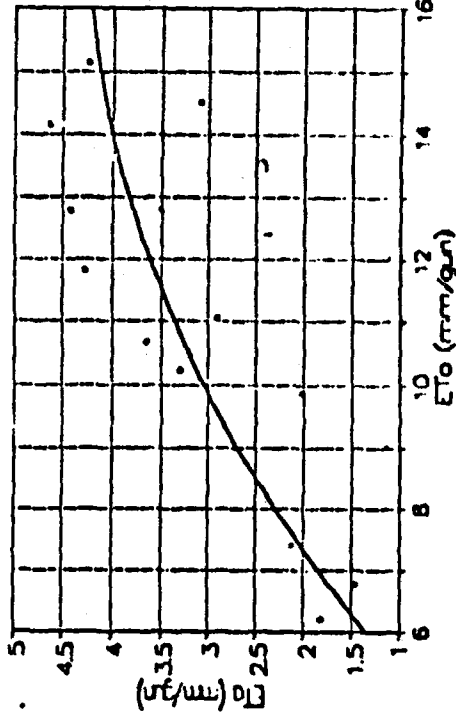
Şekil 4.16. Fasulye bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi



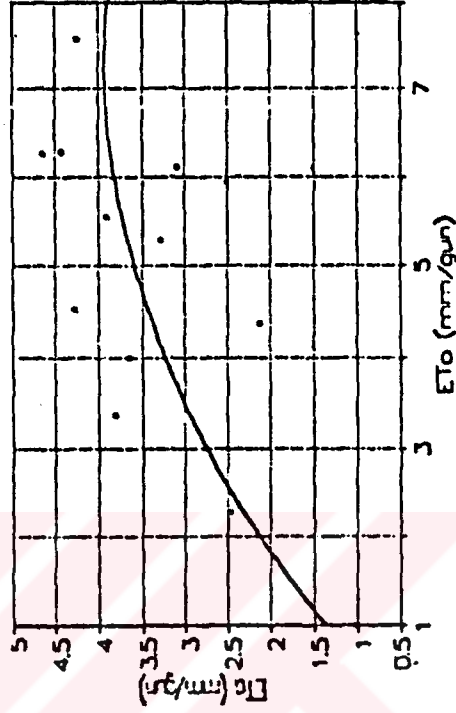
$$y = 0.61 + 0.24x - 0.01x^2$$



$$y = -1.45 + 0.88x - 0.02x^2$$

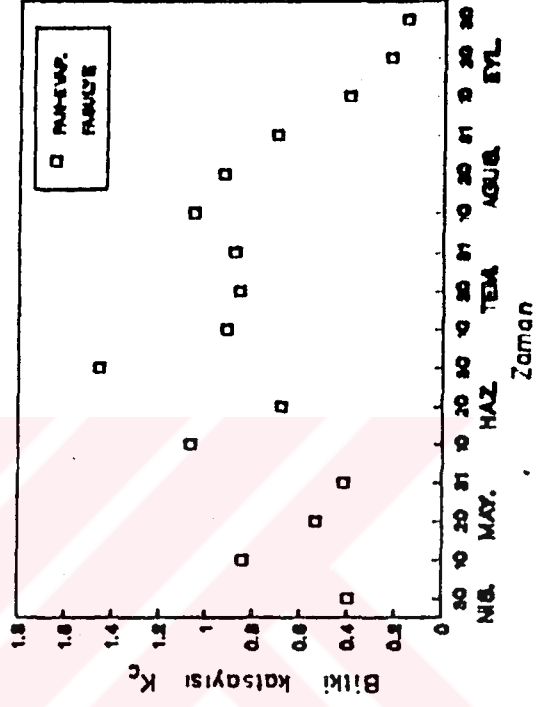
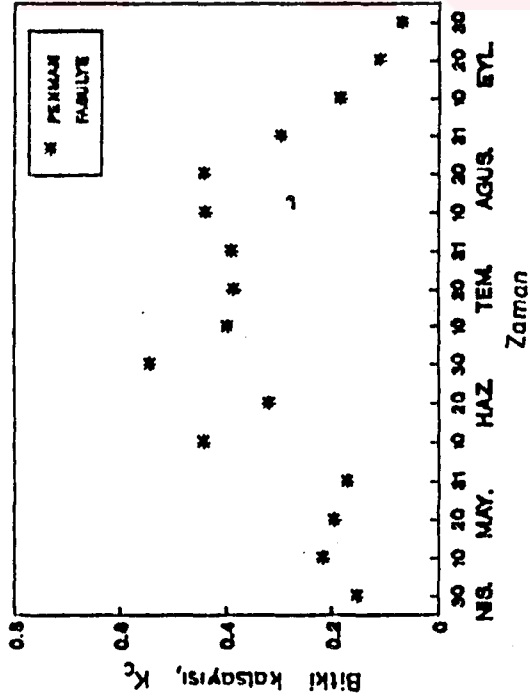
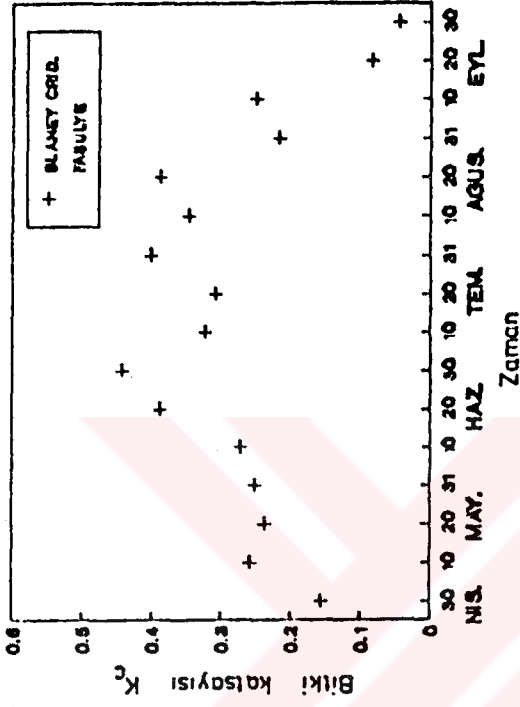
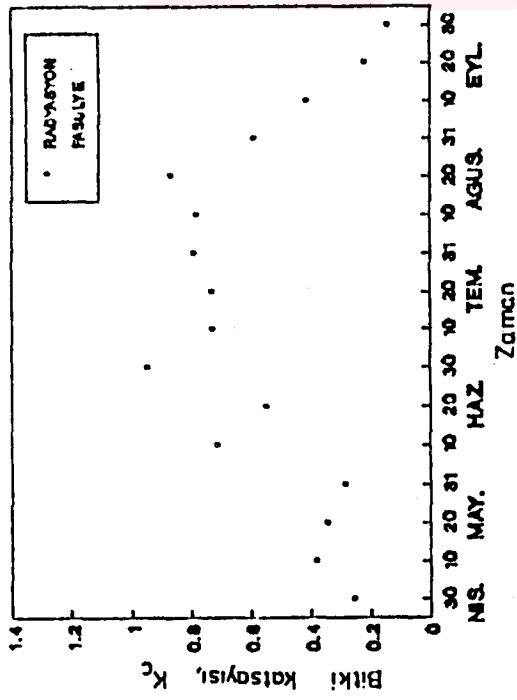


$$y = -2.56 + 0.79x - 0.02x^2$$



$$y = 0.49 + 0.95x - 0.06x^2$$

Sekil 4.17. Fasulye bitkisine ilişkin gerek re kıyas su tüketim değerleri , arcsındaki ilişki



Şekil 4.18. Fasulye bitkisine ilişkin farklı maddelerle hesaplanan  $K_c$  katsayılarının zamana bağlı değişimi

## 4.7. Çilek (1982 - 1983 - 1984 - 1985)

Çilek bitkisine ilişkin Ankara koşullarında 1982-1983-1984-1985 yıllarında, onar günlük ortalamalar halinde su tüketimlerinin zamana bağlı değişimleri şekil 4.19.'da; her iki değişken arasındaki ilişkiler şekil 4.20.'de; Kc değerleri şekil 4.21.'de gösterilmiştir. Ayrıca anılan bitkiye ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R değerleri toplu olarak çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Çilek bitkisine (1982-1983-1984-1985) ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, % Eto, RMS ve R değerleri

YIL		Su Tüketimi (mm)	% Eto	RMS	R
1982	Eta	454.19	100.0		
	Eto (Rad.)	920.95	203.0	25.74	0.73 **
	Eto (B. C.)	1989.68	438.0	83.63	0.66 **
	Eto (Penman)	1712.82	377.0	67.22	0.68 **
	Eto (Pan Evap.)	726.47	160.0	15.85	0.77 **
1983	Eta	456.60	100.0		
	Eto (Rad.)	881.40	193.0	24.56	0.74 **
	Eto (B. C.)	1698.47	372.0	71.91	0.51 *
	Eto (Penman)	1579.80	346.0	65.01	0.77 **
	Eto (Pan Evap.)	659.34	144.0	14.01	0.75 **
1984	Eta	557.31	100.0		
	Eto (Rad.)	948.77	170.0	25.45	0.66 **
	Eto (B. C.)	1852.44	332.0	86.19	0.57 *
	Eto (Penman)	1743.03	313.0	76.71	0.59 **
	Eto (Pan Evap.)	689.10	124.0	10.98	0.50 *
1985	Eta	583.98	100.0		
	Eto (Rad.)	1056.48	181.0	27.79	0.76 **
	Eto (B. C.)	2017.12	345.0	86.60	0.44
	Eto (Penman)	1980.96	339.0	83.62	0.76 **
	Eto (Pan Evap.)	781.65	134.0	14.42	0.59 **

\* : % 5 Düzeyinde,

\*\* : % 1 Düzeyinde önemlidir.

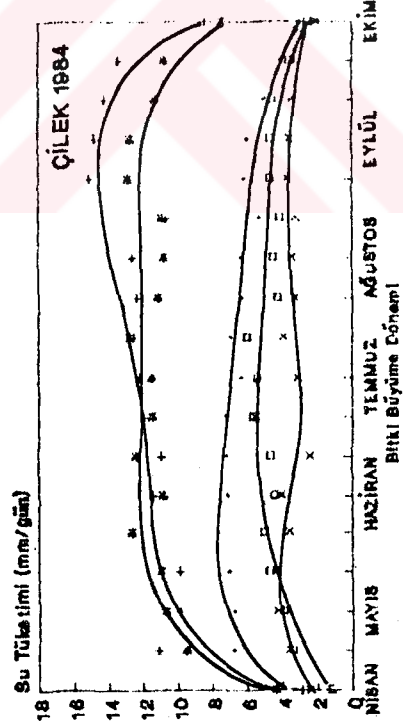
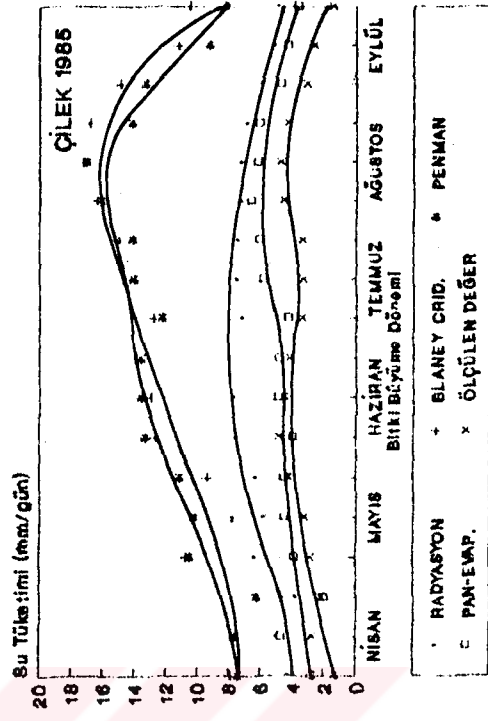
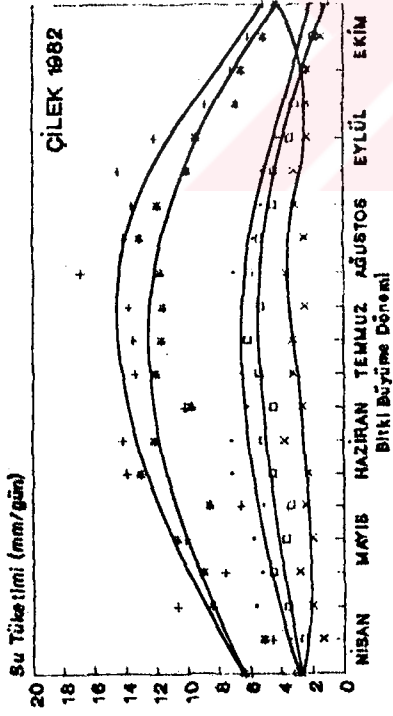
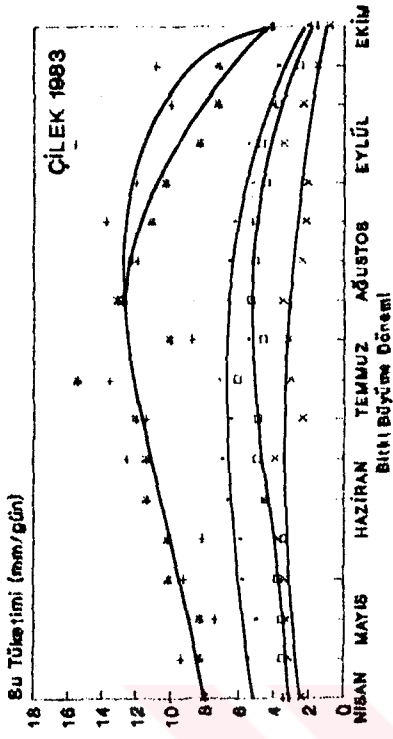
Cizelgede görüldüğü gibi. mevsimlik su tüketim miktarları bütün yöntemlerde lizimetre sonuçlarına göre yüksek düzeydedir. Lizimetreden elde edilen gerçek su tüketimi 100 kabul edildiğinde amprik eşitliklerle sezilenen kıyas su tüketim değerleri (%Eto) %124-%438 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Blaney-Criddle yöntemi vermiştir.

Amprik yöntemlere ilişkin RMS değerleri bütün yıllarda en yüksek olarak Blaney-Criddle yönteminde görülmüştür.

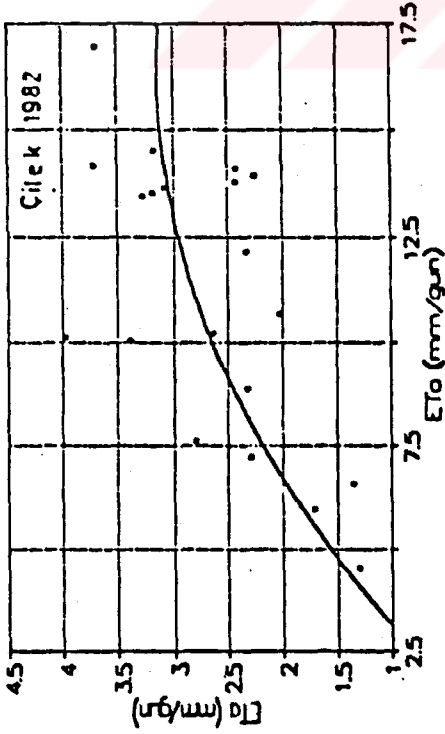
Lizimetre yöntemi ile diğer amprik eşitlikler arasında genelde %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bağdaşım elde edilmiştir.

% ETo, RMS ve R değerleri birlikte incelendiğinde Çilek bitkisi için Ankara koşullarında en uyumlu yöntemin Pan Evaporasyon olduğu görülmüştür.

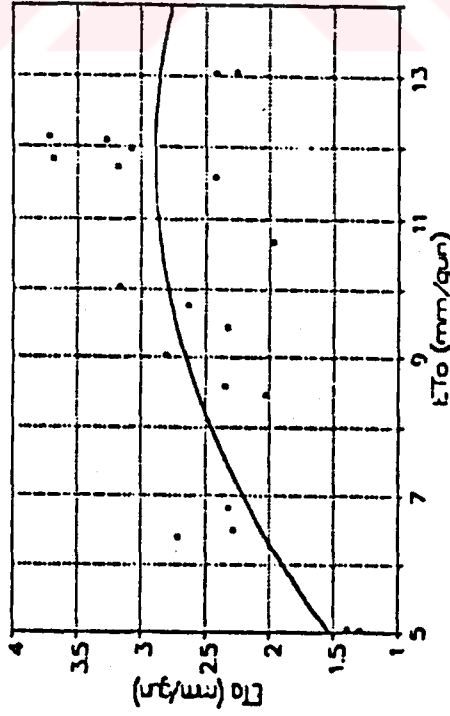
Çilek bitkisine ait elde edilen Kc değerlerin zamana bağlı değişimleri şekil 4.21.'de görüldüğü gibi mevsim başlangıcında (0.3) pik dönemde (1.8)'e kadar çıkmış ve mevsim sonunda (0.2)'lere kadar düşmüştür.



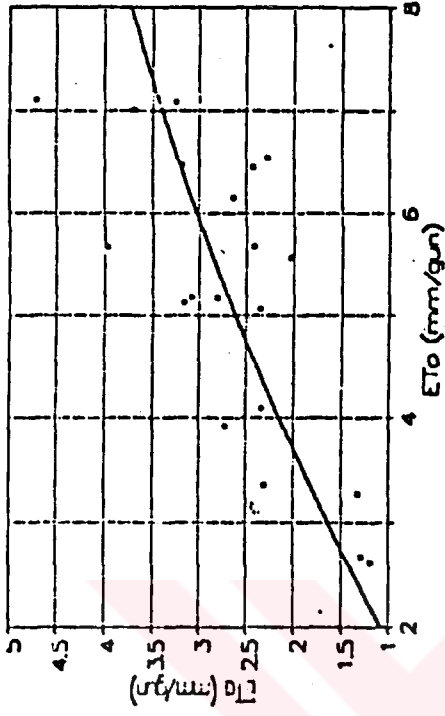
Sekil 4.19 Çilek bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi



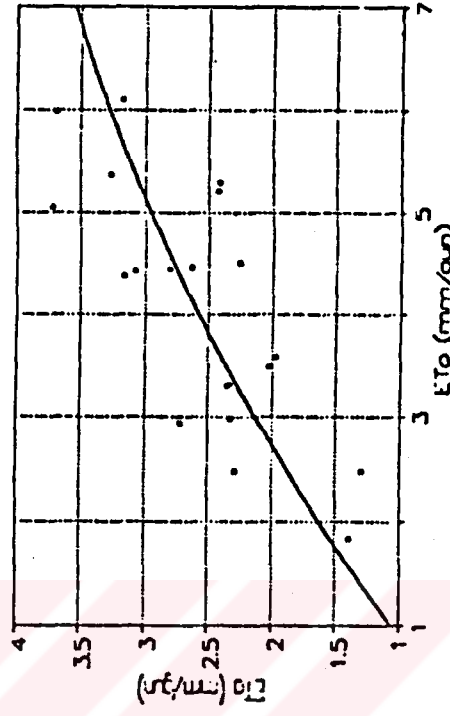
$$y = -0.13 + 0.40x - 0.01x^2$$



$$y = -1.19 + 0.69x - 0.03x^2$$

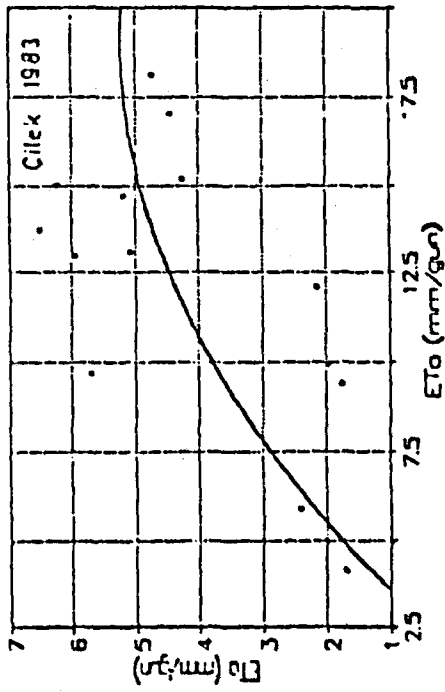


$$y = -0.18 + 0.68x - 0.02x^2$$

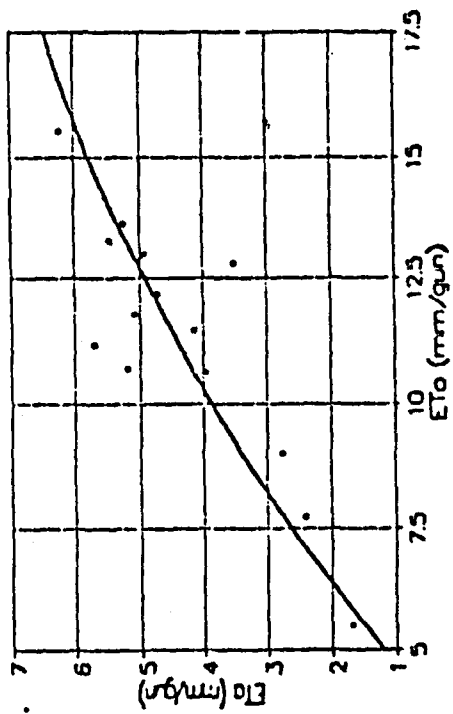


$$y = 0.44 + 0.65x - 0.03x^2$$

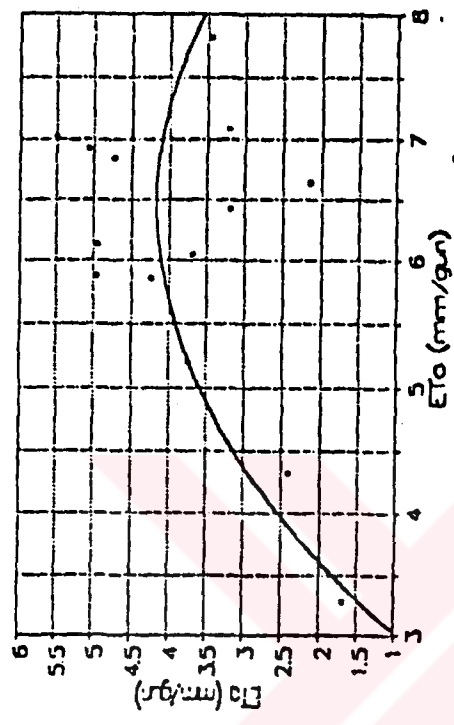
Şekil 4.20. Çilek bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki



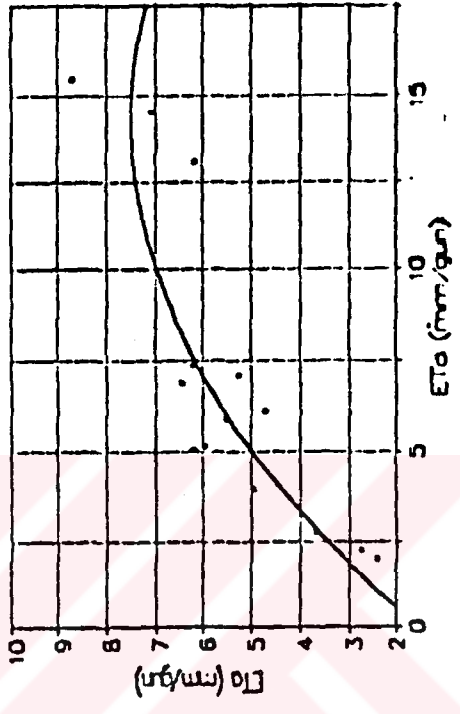
Blaney-Criddle  $y = -1,14 + 0,67x - 0,02x^2$



Penman  $y = -2,29 + 0,77x - 0,02x^2$

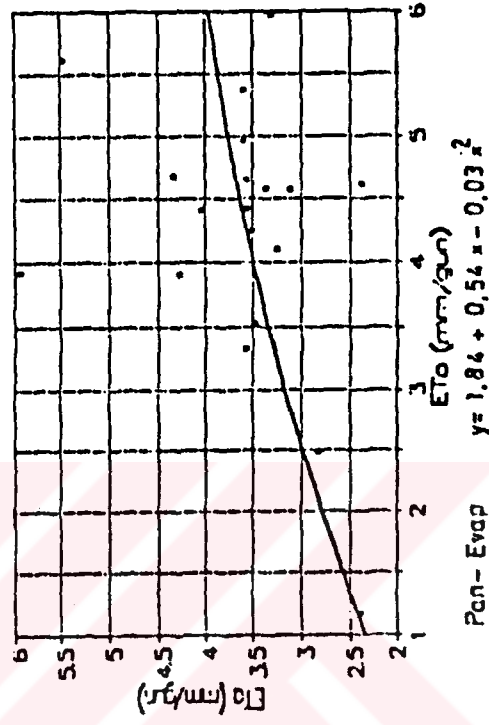
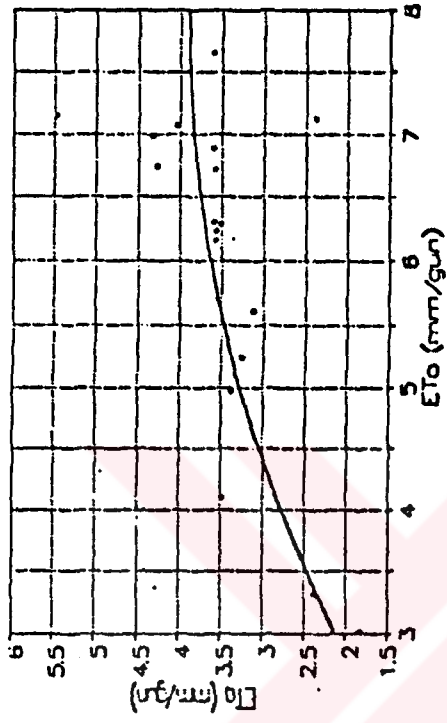
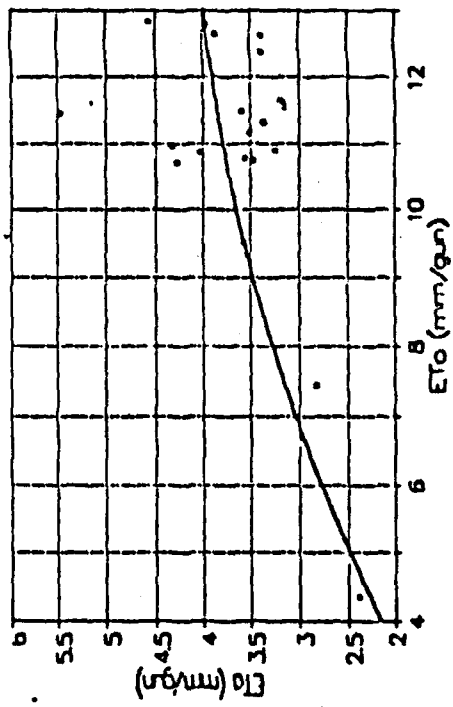
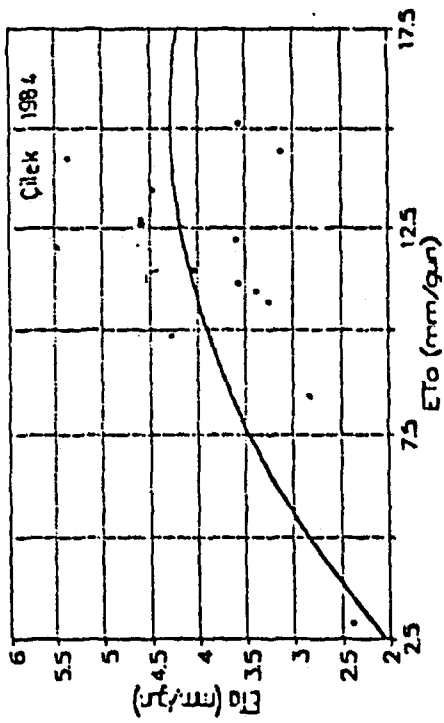


Radyasyon  $y = -7,01 + 3,45x - 0,27x^2$

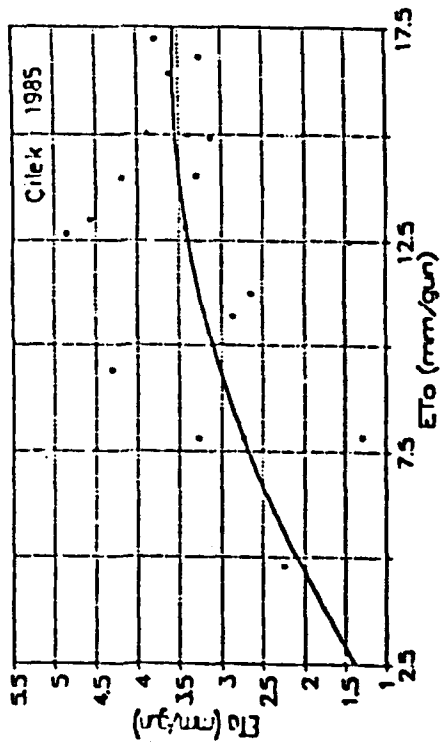


Pan-Evap  $y = 1,54 + 0,84x - 0,03x^2$

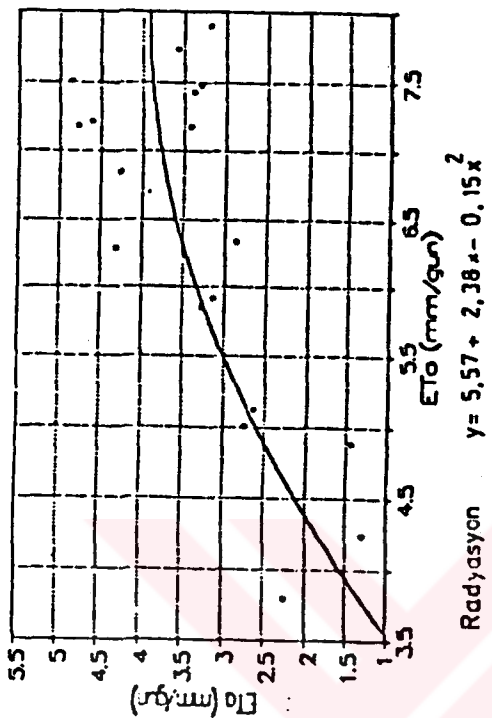
Şekil 6.20'nin devamı .



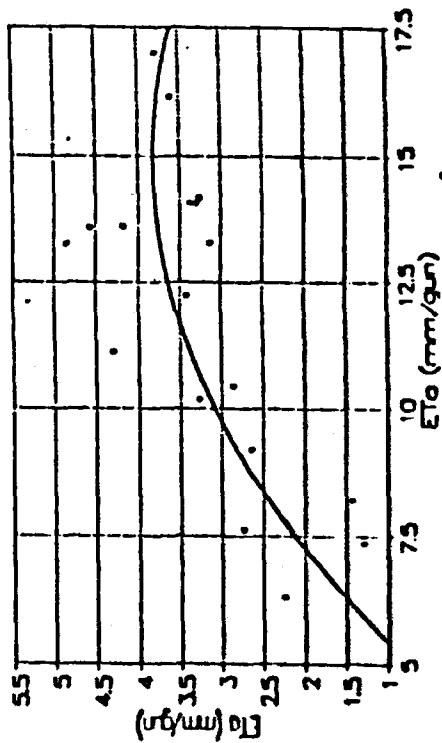
Şekil 4.20' nin devamı



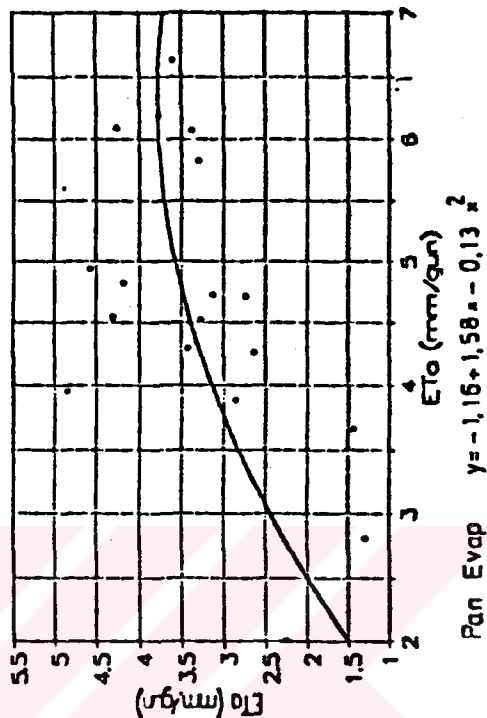
Blanney - Criddle  $y = 0.51 + 0.37x - 0.01x^2$



$y = 5.57 + 2.38x - 0.15x^2$

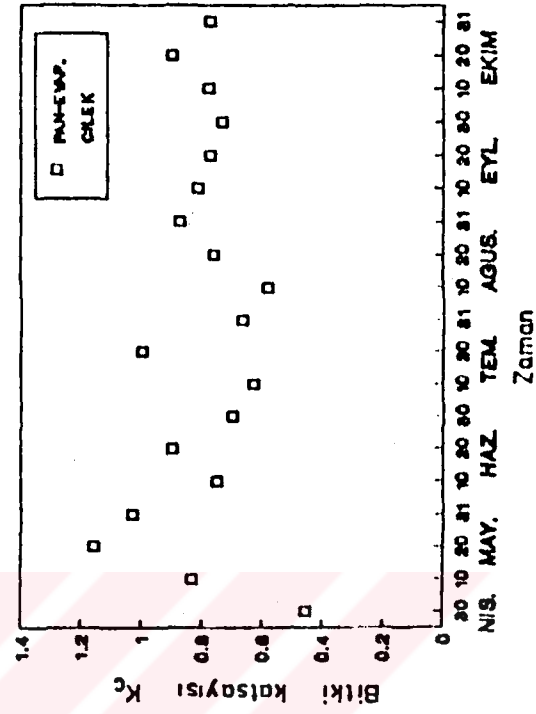
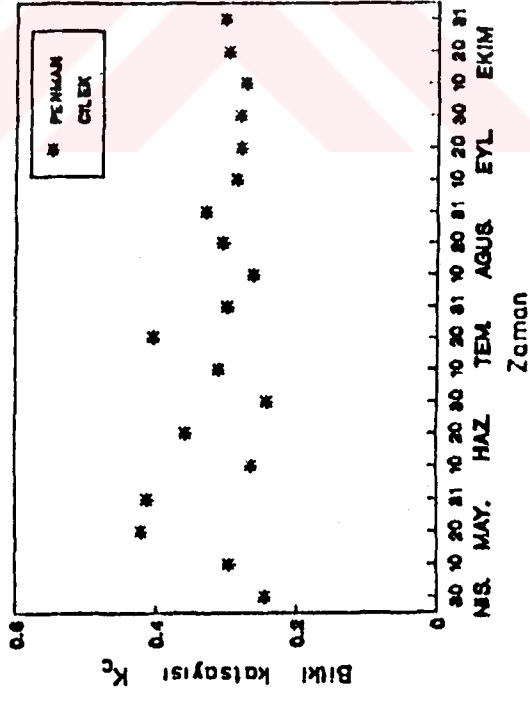
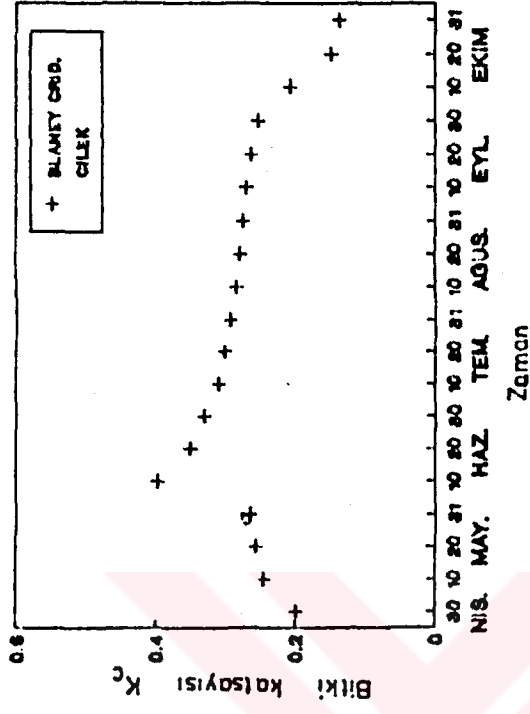
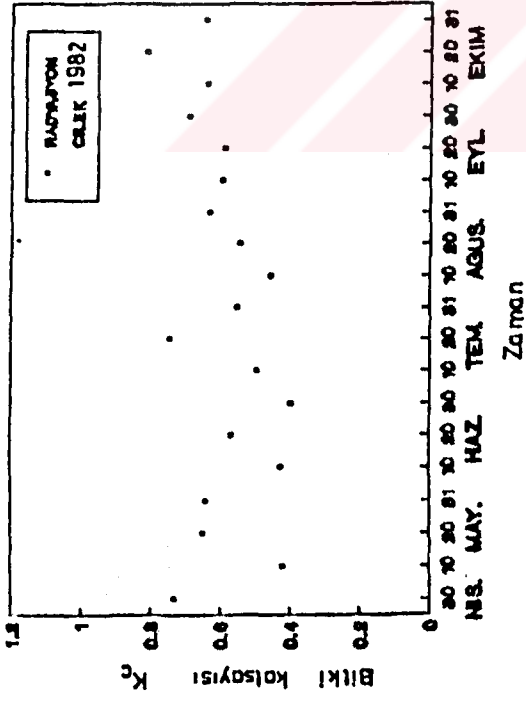


$y = -3.16 + 0.94x - 0.03x^2$

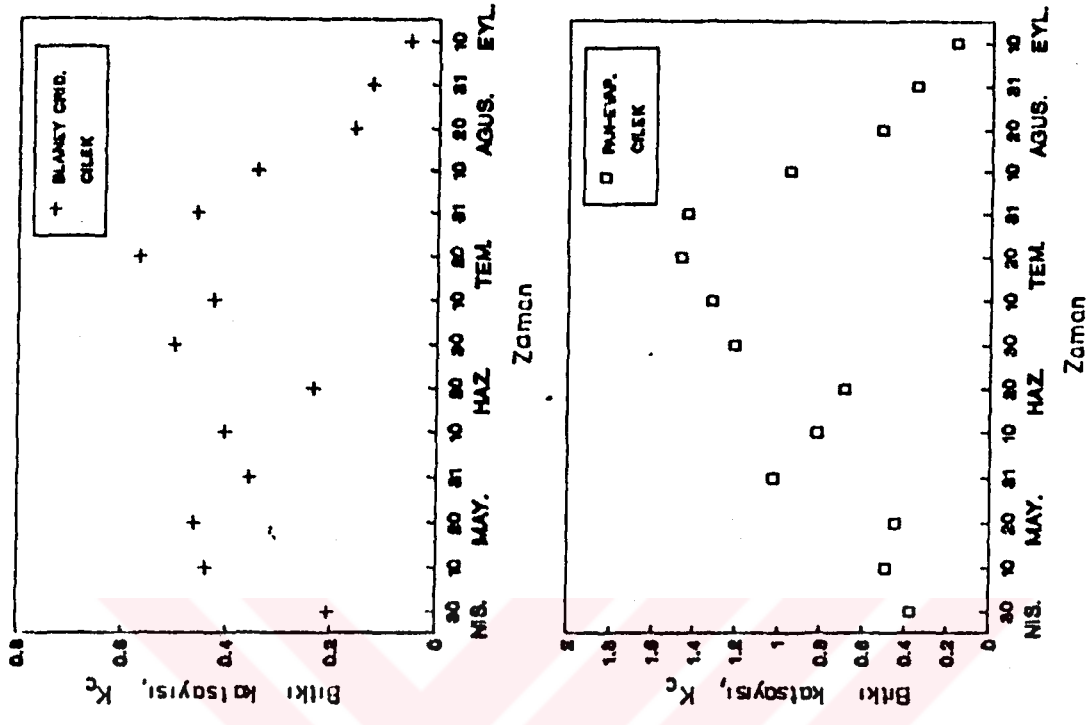


$y = -1.16 + 1.58x - 0.13x^2$

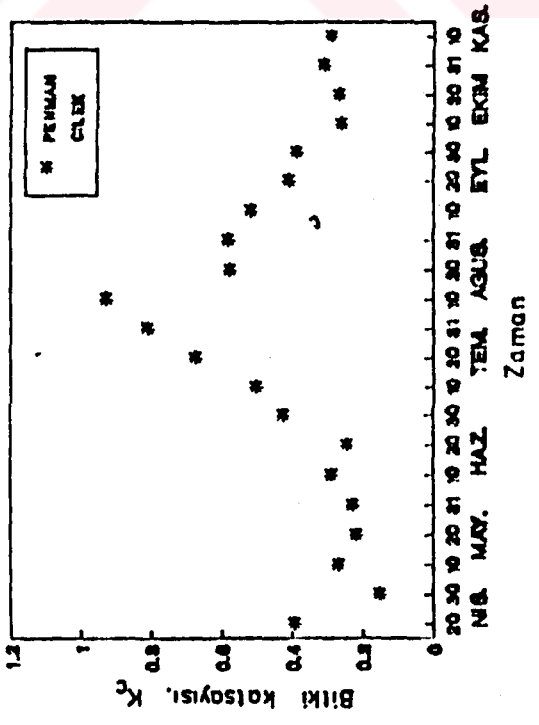
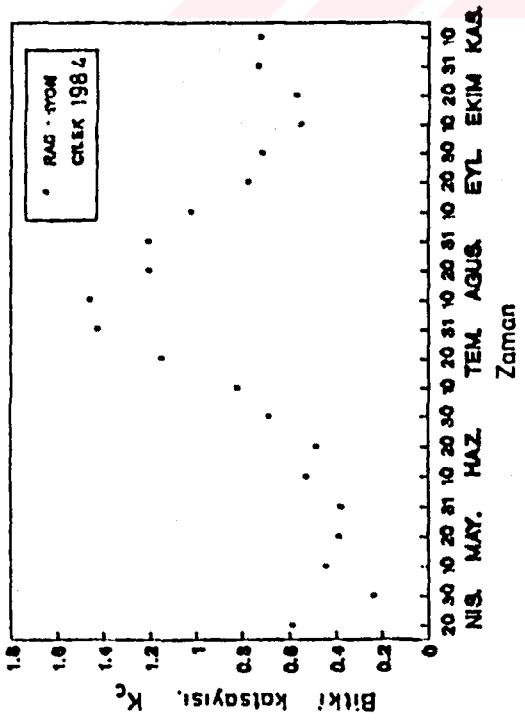
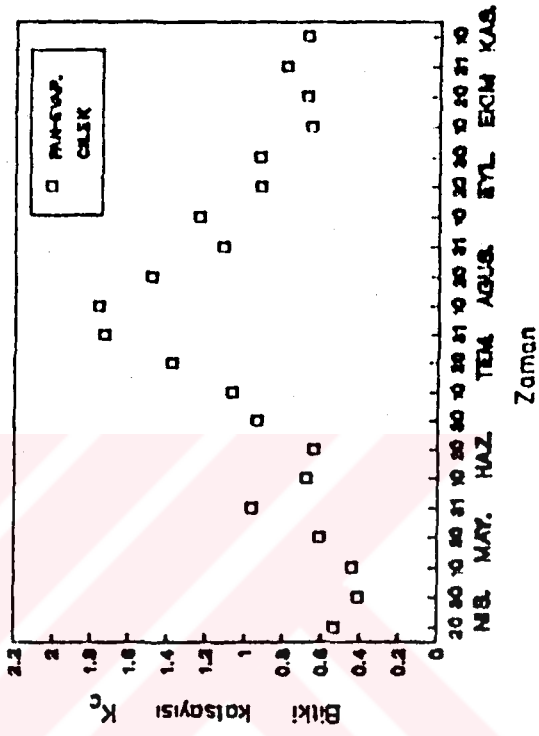
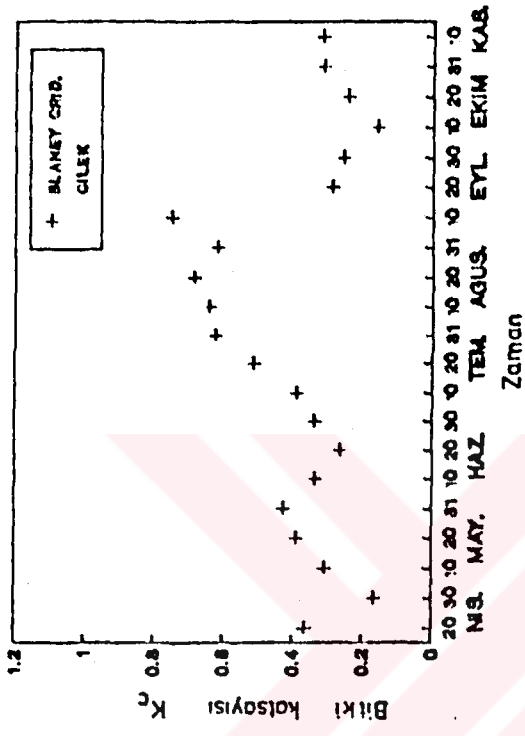
Sekil 4.20: min devamı



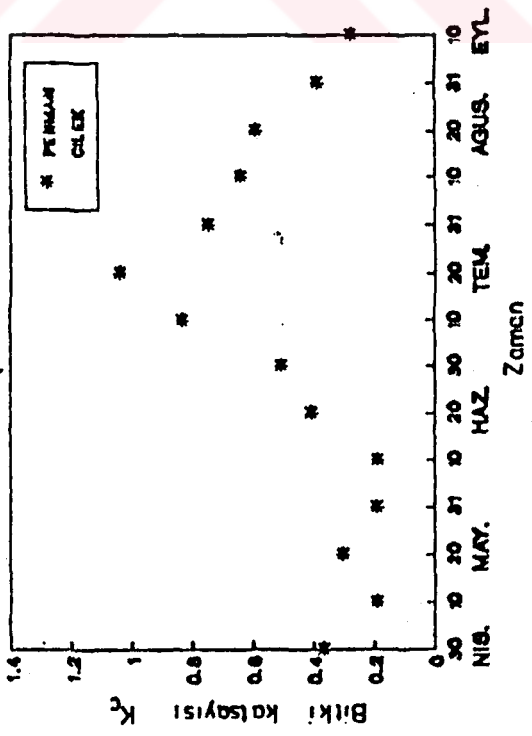
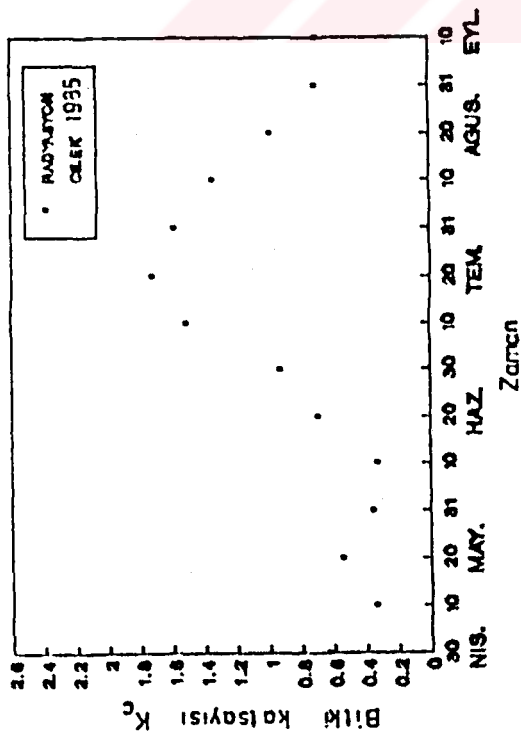
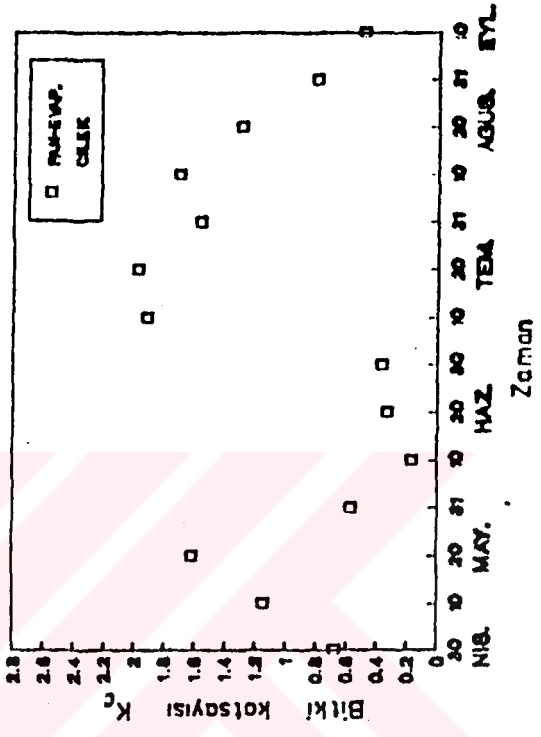
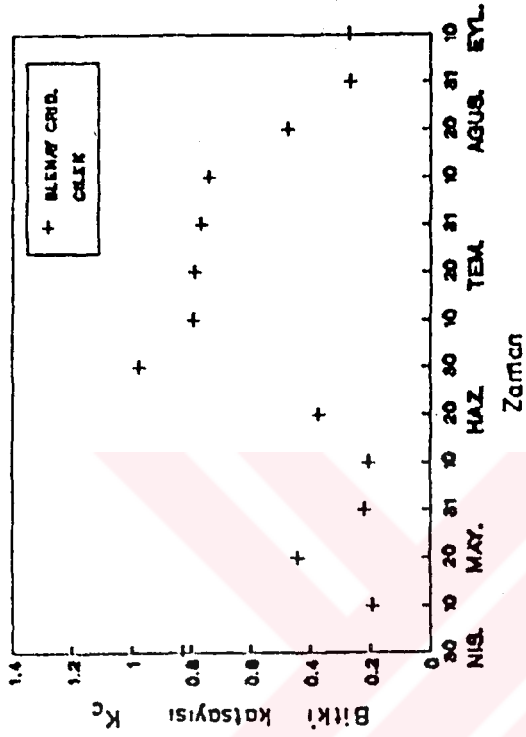
Şekil 4-21. Çilek bitkisine ilişkin farklı modellerle hesaplanan  $K_c$  katsayılarının zamana bağlı değişimi



Şekil 4.21) in devam



Şekil 4.21: in devamı



Şekil 4.21'in devamı

## 4.8. Yonca (1977 - 1978 - 1979)

Yonca bitkisine ilişkin Ankara koşullarında 1976-1977 1978 yıllarında, onar günlük ortalamalar halinde su tüketimlerinin zamana bağlı değişimleri şekil 4.22.'de; her iki değişken arasındaki ilişkiler şekil 4.23.'de gösterilmiştir. Ayrıca anılan bitkiye ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R değerleri toplu olarak çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Yonca bitkisine (1977-1978-1979) ilişkin mevsimlik Eta ve Eto, %Eto, RMS ve R değerleri

YIL		Su Tüketimi (mm)	%Eto	RMS	R
1977	Eta	839.62	100.0		
	Eto (Rad.)	1022.41	122.0	19.68	0.81 **
	Eto (B. C.)	2236.94	266.0	81.00	0.75 **
	Eto (Penman)	1833.08	218.0	59.29	0.88 **
	Eto (Pan Evap.)	839.62	100.0	14.30	0.82 **
1978	Eta	907.98	100.0		
	Eto (Rad.)	974.23	107.0	13.82	0.67 **
	Eto (B. C.)	2165.68	239.0	67.09	0.64 **
	Eto (Penman)	1698.41	187.0	42.12	0.68 **
	Eto (Pan Evap.)	818.11	90.0	12.58	0.79 **
1979	Eta	509.72	100.0		
	Eto (Rad.)	921.48	181.0	20.21	0.78 **
	Eto (B. C.)	799.36	157.0	64.55	0.76 **
	Eto (Penman)	1511.97	297.0	52.74	0.74 **
	Et (Pan Evap.)	1352.34	265.0	16.02	0.84 **

\* : % 5 Düzeyinde.

\*\* : % 1 Düzeyinde önemlidir.

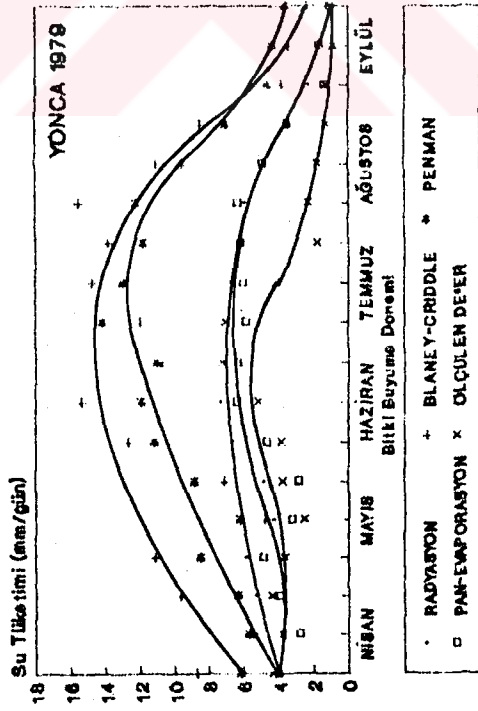
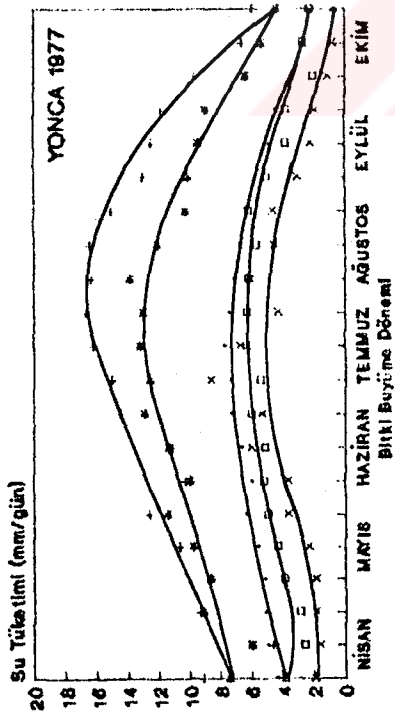
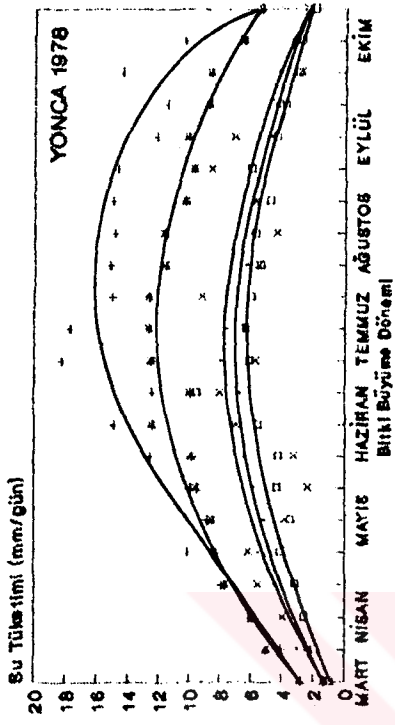
Çizelgede görüldüğü gibi, 1977 yılında mevsimlik su tüketim miktarı Pan Evaporasyon yöntemi dışındaki bütün

yöntemlerde lizimetre sonuçlarına göre yüksek düzeydedir. Lizimetreden elde edilen gerçek su tüketimi 100 kabul edildiğinde amprik eşitliklerle sezinlenen kıyas su tüketim değerleri (%Eto) %100-%266 arasında değişmiştir. Pan Evaporasyon yönteminde kıyas su tüketim değeri %100 olarak çok iyi sonuç vermiştir. En yüksek değeri Blaney-Criddle yöntemi vermiştir. 1978 yılında kıyas su tüketim değerleri %90-%239 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Blaney-Criddle vermiştir. 1979 yılında ise, mevsimlik su tüketim miktarları, bütün yöntemlerde lizimetre sonuçlarına göre yüksek düzeydedir. Kıyas su tüketim değerleri %157-%297 arasında değişmiştir. En yüksek değeri Penman yöntemi vermiştir.

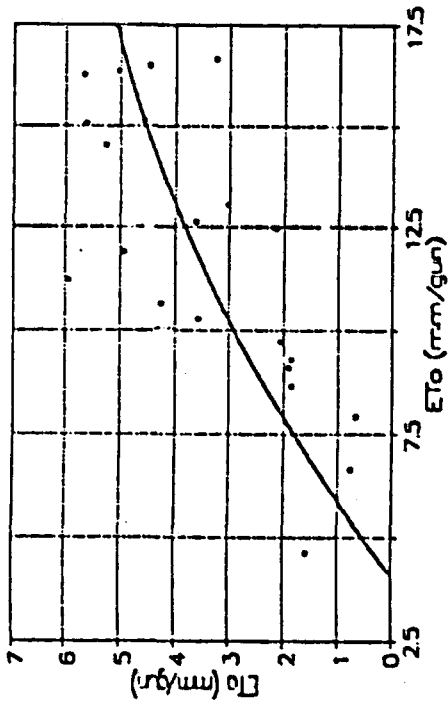
Amprik yöntemlere ilişkin RMS değerleri en yüksek Blaney-Criddle'da görülmüştür.

Lizimetre yöntemi ile diğer amprik eşitlikler arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bağdaşım elde edilmiştir.

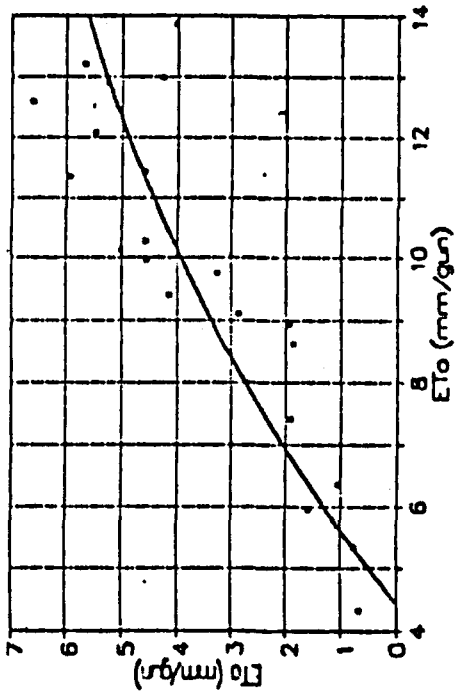
% Eto, RMS ve R değerleri birlikte incelendiğinde Yonca bitkisi için Ankara koşullarında en uyumlu yöntemin Pan Evaporasyon olduğu görülmüştür.



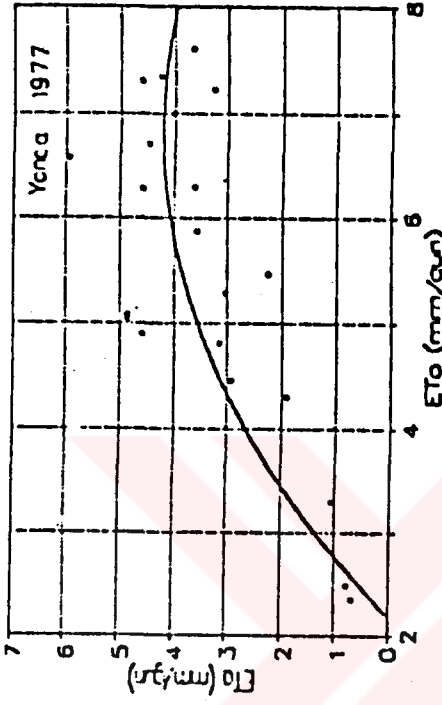
Şekil 4.22. Yonca bitkisine ilişkin onar günlük ortalamalar halinde gerçek ve kıyas su tüketim değerlerinin zamana bağlı değişimi



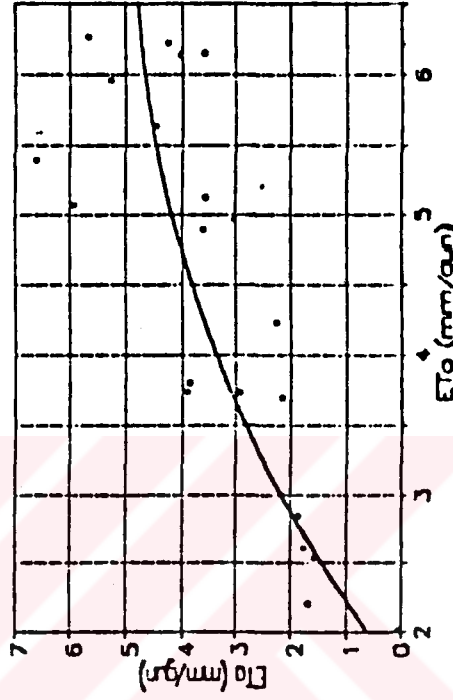
Blaney - Criddle  $y = -2.59 + 0.70x - 0.01 x^2$



Penman  $y = -4.43 + 1.13x - 0.03 x^2$

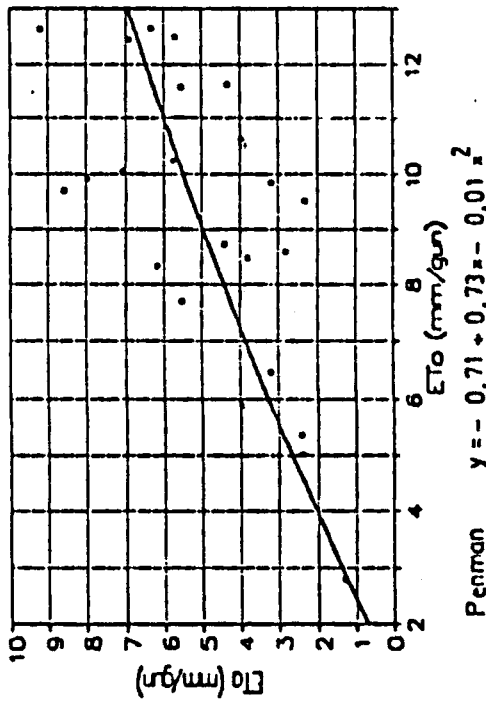
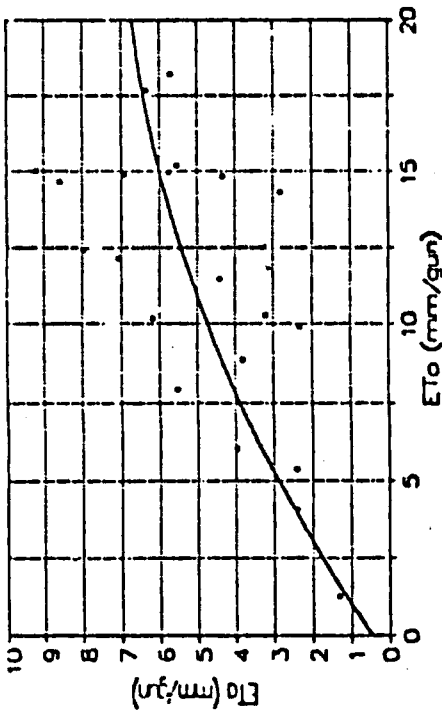
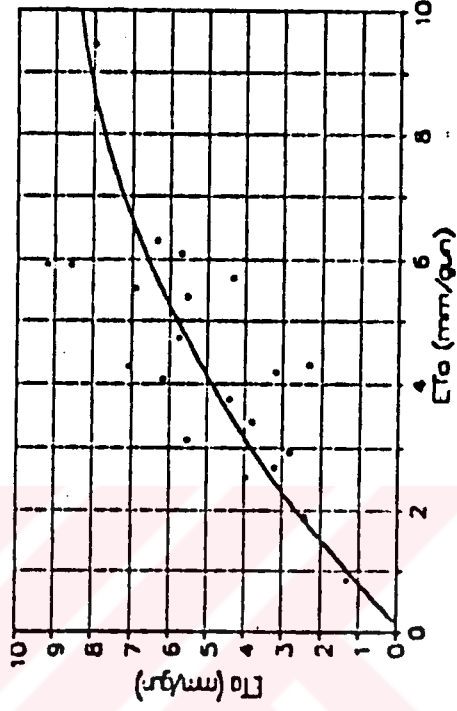
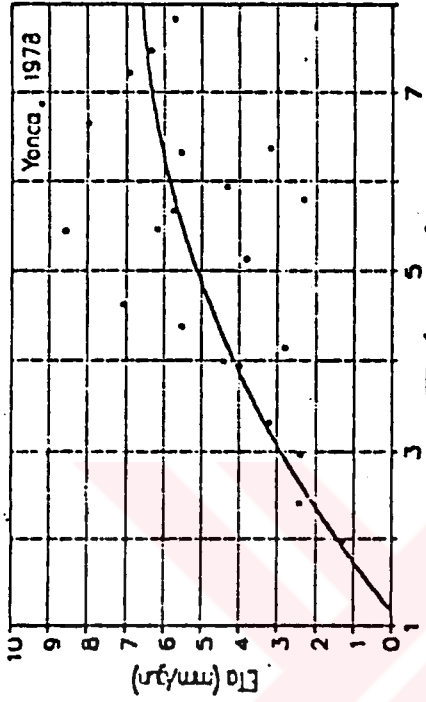


Radıyasıyon  $y = -4.86 + 2.66x - 0.19 x^2$

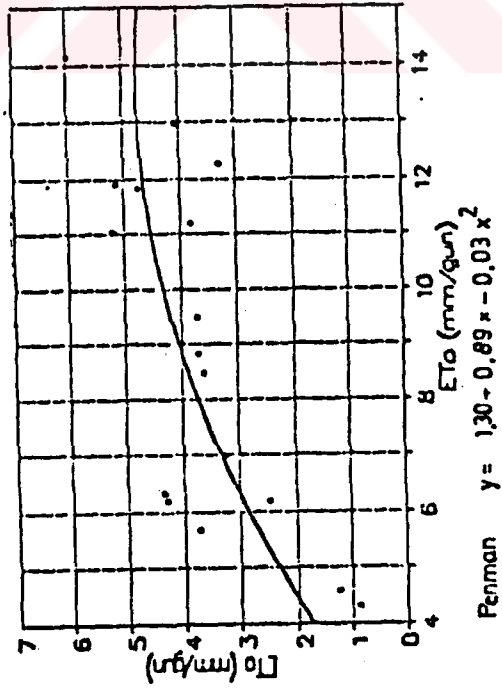
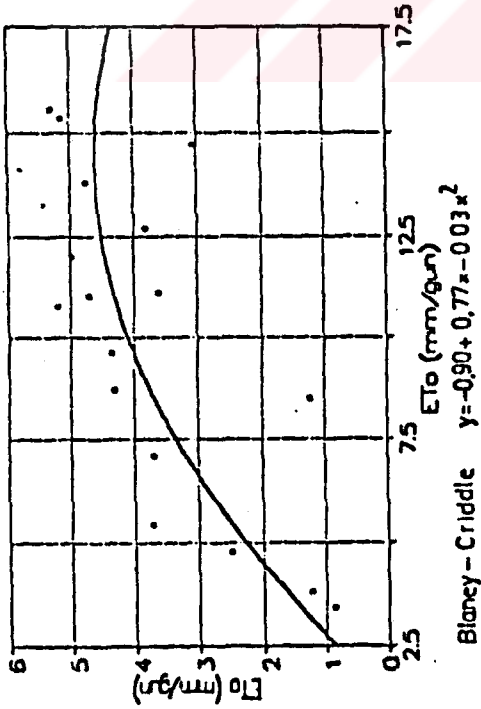
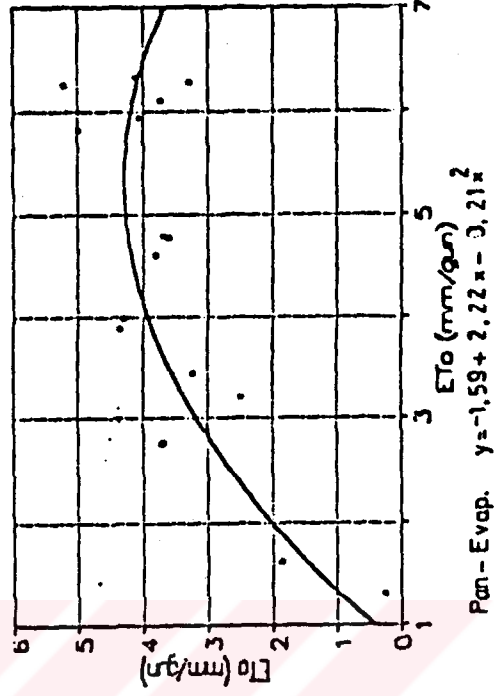
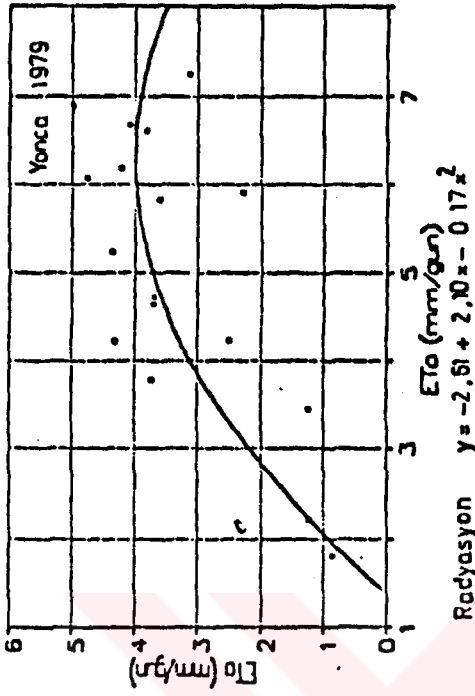


Pan - Evap.  $y = -3.54 + 2.44x - 0.18 x^2$

Şekil 4.23. Yonca bitkisine ilişkin gerçek ve kıyas su tüketim değerleri arasındaki ilişki



Şekil 4.23: ün devamı



Şekil 4.23' ün devamı.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Amirik modellerle hesaplanan kıyas bitki su tüketimi ile deneysel olarak elde edilmiş gerçek su tüketim değerlerinin karşılaştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve bunlara bağlı olarak yapılan öneriler özetlenerek aşağıda verilmiştir.

Ankara koşullarında araştırmada kullanılan bitkilere uygulanan sulama programları, gerçek ve kıyas bitki su tüketim değerleri şöyledir:

Buğday bitkisine herhangi bir sulama yapılmamış olup, gerçek su tüketimi 260.4 mm, amirik modellerle hesaplanan kıyas bitki su tüketim değeri en uygun yöntem olarak seçilen FAO-Pan'da 339.04 mm bulunmuştur.

Pancar bitkisine 8 kez sulama yapılmış ve her sulamada 50 mm su verilmiştir. Gerçek su tüketimi 820.10 mm, en uygun yöntem olarak seçilen FAO-Pan yönteminde bitki su tüketimi 777.65 mm bulunmuştur.

Ayçiçeği bitkisinde, ekimden hasada kadar 0-90 cm'deki toprak rutubeti elverişli kapasitenin %5'ine düştüğü zaman tarla kapasitesine getirecek kadar su verilmiştir. Gerçek su tüketimi 725.33 mm, amirik modellerle hesaplanan kıyas bitki su tüketim değeri en uygun yöntem olarak seçilen FAO-Pan'da 884.48 mm bulunmuştur.

Patates bitkisinde toplam 407.9 mm sulama suyu uygulanmış, bunun 67.9 mm'si lizimetre tankı altında çıktığı için etken yağış ve sulama suyu toplam 432.9 mm olup, gerçek su tüketimi 481.66 mm, amprik modellerle hesaplanan kıyas bitki su tüketim değeri en uygun yöntem olarak seçilen FAO-Pan'da 535.49 mm bulunmuştur.

Mısır bitkisine 9 kez sulama yapılmış ve toplam 819.3 mm su uygulanmıştır. Gerçek su tüketimi 478.37 mm, amprik modellerle hesaplanan kıyas bitki su tüketim değeri en uygun yöntem olarak seçilen FAO-Pan'da 593.55 mm bulunmuştur.

Yonca bitkisine ise 7 kez su verilmiş, her uygulamada 100 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Ankara koşullarında yetisen buğday, pancar, ayçiçeği, patates, yonca, mısır, fasulye ve çilek bitkilerinin evapotranspirasyonlarının FAO-Pan yöntemiyle kestirilebileceği anlaşılmıştır.

Sonuç olarak ele alınan modellerden elde edilen kıyas bitki su tüketim değerlerinin Orta Anadolu Bölgesi için genelde gerçek bitki su tüketim değerleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle uygulaması kolay ve pratik bir yöntem olduğu için FAO-Pan yöntemi öncelikle önerilebilir.

## ÖZET

Bu çalışmada Ankara iklim koşullarında deneysel olarak gerçek su tüketim değerleri bulunmuş, bitkilere ilişkin gerçek su tüketimi tahmin eden bazı amprik modellerden elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

Ankara koşullarında buğday, pancar, ayçiçeği, patates, yonca, mısır, fasulye ve çilek bitkilerinin elde edilmiş gerçek su tüketim değerleri söz konusu bölgedeki Ankara'daki Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsünden alınmıştır.

Yine ilgili bitkilerin iklim öğeleri Ankara Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsünden alınmıştır.

Elde olunan gerçek su tüketim değerleri ile iklim verileri günlük bazda değerlendirilmiştir.

Kıyas bitki su tüketim değerleri FAO modifikasyonu olan Blaney-Cridde, Radyasyon, Penman ve Pan Evaporasyon yöntemlerine göre ayrı ayrı elde edilmiş ve gerçek su tüketim değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Gerçek ve kıyas bitki su tüketim değerleri arasında egrisel ve doğrusal ilişkiler araştırılmış ve Kc katsayıları belirlenmiştir.

Kıyas bitki su tüketimi değerlerinden gerçek su tüketimi değerleri ile en iyi ilişkileri veren yöntemler

saptanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre öncelikle;

Buğday bitkisi için Pan Evaporasyon ve Radyasyon yöntemleri,

- Pancar bitkisi için Pan Evaporasyon ve Radyasyon yöntemleri,
- Aycıceği bitkisi için Pan Evaporasyon yöntemi,
- Patates bitkisi için Pan Evaporasyon yöntemi,
- Mısır bitkisi için Pan Evaporasyon ve Radyasyon yöntemleri,
- Fasulye bitkisi için Pan Evaporasyon ve Radyasyon yöntemleri,
- Çilek bitkisi için Pan Evaporasyon ve Radyasyon yöntemleri,
- Yonca bitkisi için Pan Evaporasyon ve Radyasyon ve Blaney-Criddle yöntemlerin, yeterli sonuçlar verdiği saptanmıştır.

## SUMMARY

In this study, actual crop water consumption values are calculated in Ankara climatic conditions and these values are compared with assumed values of some empirical models.

For Ankara conditions, wheat, sugar beets, sunflower, potatoes, legumes, corn, beans and strawberry real crop water use values are obtained from Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü. Meteorological data is also obtained from this centre.

Obtained information is evaluated in daily bases. Assumed crop water use values are calculated by four different FAO modification methods, Blaney-Criddle, Radiation, Penman and Pan-Evaporation and compared with actual crop water use.

Linear and non-linear equations are formed between actual and assumed crop water use values and Kc values are determined.

According to the obtained results of the study, methods for each crop are listed in order of preference:

- For wheat, Pan-Evaporation and Radiation methods,
- For sugar beets, Pan-Evaporation and Radiation methods,
- For sunflower, Pan-Evaporation method.

- For potatoes.Pan-Evaporations method,
  - For corn.Pan-Evaporation and Radiation methods,
  - For beans.Pan-Evaporation and Radiation methods,
  - For strawberry.Pan-Evaporation and Radiation methods,
  - For legumes.Pan-Evaporation and Radiation methods,
- has given the nearest values to actual crop water use.



## KAYNAKLAR

- AYLA.C., 1978. Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Araştırma Raporları. Genel Yayın No:71. Araştırma Raporları No:23.
- AYOADE,JD., 1976. Evaporation and Evapotranspiration in Nigeria. Journal of Tropical Geography. Vol:43:9-19.
- BELAN.F., 1980. Determination of Evapotranspiration Using Geographical Methods. Acta Univertitatis Agriculturae. B.no. A. Vol:26(2): 27-36.
- BENLİ,E., 1980. Bitki Su Tüketimi Tahminlerinin Yöresel Olarak Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Basımevi,16, Ankara.
- BENLİ,E., KODAL,S., 1984. İç Anadolu'da Bitki Su Tüketiminin Saptanması İçin Uygun Yöntemin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. A.T. Ziraat Fakültesi Ofset Ünitesi. Ankara, 16 s. (Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: K.T.4).
- CHANG,JA., 1968. "Some Remarks on Penman's Equations for the Evapotranspiration".Netherlands J.Agr.Sci.Vol:4:77-80.
- DEMİRÖREN,T., KANBER,R., 1973. Amprik Denklemlerle Bitki Su Tüketiminin Hesaplanması (Çukurova Üniversitesi).

DOORENBOS,J., PRUITT,WD., 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. No:24. Food and Agriculture Organization of the United Nation. S:144. ROME.

EL-HAFEEZ,AAA., 1981. Comperative Et Studies on Berseem Clover Grown at Different Water Table Depths. I. Under Rainfall Conditions. Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae. Vol:30(3/4):415-24.

HARGREAVES,GH.,1968.Consumptive Use Derived from Evaporation Pan Data. J Irrig.Dain. Div. of ASCE. V:94(1):97-105.

HASHEMI,F., HABIBIAN,MT., 1979. Limitations of Temperature-Based Methods in Estimating Crop Evapotranspiration in Arid-Zone Agricultural Development Projects Agricultural Meteorology. Vol:20(3):237-47.

HILLEL,D., 1980. Applications of Soil Physics. Academic Press. 337 s.

HISARLI,S., 1988. Ankara Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

HYLCKAMA,TE., Van,TURNER,RM., GRASZ,OM., 1979. How to Select Evapotranspiration Models. Hydrology and Water Resources in Arizone and the Southwest. Vol:9:57.

IRISIS,1987.Irrigation Engineering Kul. Irrigation Scheduling Information System. Based on the FAO Irrigation Management Model. Developed at the Katholieke Universiteit Leuven (Belgium), with Financial Support of the EC and in Cooperation with the FAO.

JENSEN,M.E., 1974. Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements. Journal of Irrigation and Drainage Division of the American Society of Civil Engineers. New York. 215 s.

KANBER,R., 1977. Çukurova Koşullarında Bazı Toprak Serilerinin Değişik Kullanılabilir Nem Düzeylerinde Yapılan Sulamaların Pamuğun Verim ve Su Tüketimine Etkileri Üzerinde Bir Lizimetre Araştırması. Topraksu Kartografya Müd. Basımevi. Ankara. 169 s.

KANBER,R., KIRDA,C., 1984. Çukurova İklim Koşullarında Pamuk Su Tüketiminin Sezinlenmesinde Kullanılabilecek Çeşitli Amprik İlişkilerin İrdelenmesi. Doğa Bilim Dergisi, Seri:D2. Cilt:8(2):213-25.

KANBER,R., GÜNGÖR,H., 1986. Açık Su Yüzeyi (Class A Pan) Buharlaşmasının Sulama Programlarının Olusturulmasında Kullanılması, Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi (Bitki Su Tüketiminin Saptanması Ana Projesi No.433) 5 Numaralı Ek Talimat, ESKİŞEHİR. (Teksir)

KANBER,R., EYLEN,M., TOK,A., 1986. Çukurova Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemleri ile Sulanan Çileğin Verim ve Su Tüketimi. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Tarsus Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları, G.Y.N. 135, R.S.N. 77. S:39. TARSUS.

KANEMASU,ET.,STONE,LR.,POWERS,WL., 1976. Evapotranspiration Model Tested for Soybean and Sorghum. Agronomy J. Vol:68(4):569-72.

KODAL,S., 1988. Çeltik Bitkisi Su Tüketimi ve Sulama Suyu İhtiyacının Hesaplanması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, Ankara.

L'HOMME,JP.,MONTENY,B.,HUMBERT,J., 1982. Evapotranspiration and Aerodynamic Characteristics of A Sward and A Rice Crop in an Intertropical Humid Region. Agronomie. Vol:2(2):181-86.

REICOSKY,DC., SHARRATT,BS., LJUNGKULL,TE., BAKER,DG.,1983. Comparison of Alfalfa Evapotranspiration Measured by A Weighing Lysimeter and A Portable Chamber. Agricultural Meteorology. Vol:22(3):205-11.

SLABBERS,PJ., 1980. Practical Prediction of Actual Evapotranspiration. Irrigation Sci. Vol:1(3):185-96.

SOER,GJR., 1980. Estimation of Reginal Evapotranspiration and Soil Moisture Conditions Using Remotely Sensed Crop Surface Temperature. Remote Sensing of Environment. Vol:9(1):27-45.

TAN,CS., FULTON,JM., 1981. Estimating Evapotranspiration from Irrigated Crops in Southwestern Ontario. Canadian Journal of Plant Science. Vol:61(2):425-35.

TANKUT,Y., 1986. Çukurova Bölgesinde Kıyas Bitki Su Tüketimini Veren Bazı Amprik Eşitliklerin Kalibrasyonu Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. Journal of Science and Engineering. C:2(1):71-85.

TEKİNEL.O., KANBER,R., 1981. Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemlerin Kıyaslanması Üzerinde Bir Araştırma. Topraksu Dergisi. Vol:56:1-13.

THOM, AS., THONY. JL., VAUCLIN. M., 1981. On the Proper Employment of Evaporation Pons and Atmometers in Estimating Potential Transpiration. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. Vol:107(492):711-36.

USDA.SCS., 1967. Irrigation water Requirements. Technical Release 21. Washington, D.C.

Van Der PLOEG,RR., BEESE,F., STREBEL,O., RENGER,M., 1978. The Water Balance of a Sugar Beet Crop: A Model and Some Experimental Evidence. Z. Pflanzenerna ehr. Bodenkol. Vol:141:313-328.

WILLIAMS. RJ.,BROERSMA.K.,Van RYSLUYK.AL., 1978. Equilibrium and Actual Evapotranspiration from a Verydry Vegetated Surface. Journal of Applied Meteorology. Vol:17(12): 1827-32.

**TESEKKUR**

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında yapmış olduğum bu çalışmanın gerçekleştirilmesini sağlayan ve çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını sürdüren Prof.Dr. Rıza KANBER'e, denemeyi yürüten Zir.Yük.Müh. Çiğdem Ayla'ya, çalışmamın çeşitli aşamalarında yardımlarını gördüğüm tüm bölüm öğretim üyelerine, araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve Yüksek Lisans dönemim boyunca bana destek olan D.S.I. VI. Bölge Müdürlüğü'ne en derin saygılarımı sunar, teşekkür ederim.

**ÖZGEÇMİŞ**

1969 yılında Adana'da doğdum. İlk, orta ve Lise öğrenimimi Adana'da tamamladım. 1987 yılında Adana Anadolu Lisesinden mezun olduktan sonra, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünü kazandım. 1991 yılı Haziran döneminde mezun oldum. Aynı yıl Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans öğrenimine başladım ve D.S.İ. 6. Bölge Müdürlüğünde işe başladım. Halen aynı kurulusta görev yapmaktayım ve Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimimi devam ettirmekteyim.

**EK 1. İc Anadolu Koşullarında Buğday Bitkisine (1973) İlişkin Ölçülen ve Amprik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri İle Bitki Katsayıları.**

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>c1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c4</sub>	
MART	I									
	II									
	III	2.92	0.42	3.75	0.40	4.39	0.27	2.14	0.54	1.16
NISAN	I	4.37	0.54	8.99	0.30	6.52	0.35	2.55	1.08	2.24
	II	3.87	0.66	6.46	0.49	5.51	0.46	3.06	0.96	2.68
	III	4.25	0.74	6.26	0.79	6.61	0.48	2.14	1.64	2.93
MAYIS	I	6.09	0.87	11.82	0.56	9.07	0.57	3.76	1.40	4.86
	II	6.00	0.66	9.81	0.46	9.25	0.45	4.27	1.11	4.28
	III	6.14	0.54	11.51	0.29	10.18	0.33	4.66	0.80	3.50
HAZİRAN	I	7.06	0.34	13.98	0.19	10.74	0.21	4.58	0.54	2.08
	II	5.61	0.34	9.18	0.25	9.62	0.20	4.44	0.49	1.92
	III	7.20	0.40	13.76	0.22	11.31	0.25	6.55	0.60	2.83
TEMMUZ	I	7.99	0.15	16.78	0.07	12.04	0.10	5.20	0.23	1.21
	II	7.60	0.11	17.90	0.05	11.61	0.07	5.53	0.16	0.86







**EK 5. İc Anadolu Koşullarında Mısır Bitkisine (1980) İlişkin Ölçülen ve Ampirik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri İle Bitki Katsayıları.**

YGİTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	Kc <sub>1</sub>	ET <sub>o</sub>	Kc <sub>2</sub>	ET <sub>o</sub>	Kc <sub>3</sub>	ET <sub>o</sub>	Kc <sub>4</sub>	
NİSAN	I									
	II									
	III	4.37	0.25	6.96	0.16	7.10	0.15	2.83	0.39	1.10
MAYIS	I	4.95	0.38	8.12	0.26	8.67	0.22	2.97	0.84	1.85
	II	4.85	0.34	7.33	0.24	8.70	0.19	3.33	0.53	1.65
	III	5.40	0.29	7.77	0.25	9.11	0.17	3.64	0.41	1.47
HAZİRAN	I	5.11	0.57	7.50	0.60	8.81	0.35	3.74	0.85	3.43
	II	6.49	0.55	12.38	0.39	11.61	0.32	5.28	0.68	3.51
	III	7.37	0.95	16.13	0.44	13.59	0.54	5.12	1.45	7.06
TEMMUZ	I	7.30	0.73	16.47	0.32	13.73	0.40	5.94	0.91	5.35
	II	7.69	0.73	18.25	0.31	15.05	0.38	6.77	0.86	5.73
	III	6.46	0.79	13.89	0.40	13.16	0.39	5.76	0.88	5.03
AĞUSTOS	I	6.51	0.78	14.71	0.35	11.62	0.44	5.10	1.05	5.17
	II	5.97	0.87	13.91	0.39	11.89	0.44	5.69	0.93	5.19
	III	6.02	0.59	16.26	0.22	12.01	0.30	5.18	0.70	3.53
EYLÜL	I	3.84	0.41	8.29	0.25	8.63	0.18	3.98	0.40	1.55
	II	4.30	0.22	11.36	0.08	8.60	0.11	4.50	0.23	0.95
	III	4.21	0.14	12.94	0.04	8.60	0.07	3.75	0.16	0.58

**EK 6. İç Anadolu Koşullarında Fasulye Bitkisine (1981) İlişkin Ölçülen ve Anprık Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri ile Bitki Katsayıları.**

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>c1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c4</sub>	
NİSAN	I									
	II									
	III	4.62	0.42	8.20	0.23	7.41	0.26	4.36	0.62	2.12
MAYIS	I	3.92	0.47	4.26	0.65	6.21	0.30	3.37	0.76	1.81
	II	4.42	0.34	5.78	0.29	6.77	0.22	2.29	0.87	1.45
	III	6.12	0.33	11.53	0.18	9.88	0.20	1.00	2.23	2.02
HAZİRAN	I	6.29	0.57	11.60	0.55	10.23	0.35	5.30	0.61	3.28
	II	6.05	0.62	10.82	0.85	10.68	0.36	4.00	0.94	3.64
	III	7.31	4.63	7.31	0.63	15.28	0.30	14.15	0.33	6.27
TEMMUZ	I	5.87	0.75	10.33	0.55	11.82	0.38	4.52	0.99	4.26
	II	7.15	0.44	16.05	0.20	14.51	0.21	6.12	0.52	3.08
	III	7.34	0.71	18.27	0.28	15.15	0.35	7.58	0.71	5.24
AĞUSTOS	I	6.41	0.38	11.12	0.29	12.79	0.19	6.29	0.39	2.42
	II	5.95	0.42	12.37	0.44	12.79	0.23	5.95	0.42	2.50
	III	5.94	0.32	11.97	0.30	11.06	0.17	5.56	0.36	1.90

**EK 7. İç Anadolu Koşullarında Çilek Bitkisine (1982) İlişkin Ölçülen ve Anaprik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri İle Bitki Katsayıları.**

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>c1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c4</sub>	
NİSAN	I									
	II	3.92	0.76	5.96	0.83	6.41	0.45	2.93	0.90	2.71
	III	3.35	0.41	4.54	0.41	5.05	0.27	2.47	0.57	1.30
MAYIS	I	5.57	0.36	10.69	0.19	8.46	0.23	3.50	0.64	2.02
	II	5.17	0.53	7.62	0.47	9.02	0.31	4.44	0.71	2.80
	III	5.67	0.35	10.13	0.22	10.68	0.19	3.59	0.62	1.96
HAZİRAN	I	5.07	0.47	6.57	0.46	8.58	0.28	3.31	0.76	2.35
	II	7.09	0.32	13.91	0.17	13.05	0.17	4.50	0.53	2.25
	III	7.10	0.54	14.13	0.28	12.13	0.31	5.05	0.71	3.71
TEMMUZ	I	6.15	0.42	10.22	0.28	9.78	0.26	4.46	0.56	2.63
	II	6.53	0.52	13.43	0.26	12.09	0.27	5.37	0.63	3.27
	III	6.46	0.51	13.51	0.26	11.71	0.28	6.10	0.55	3.18
AĞUSTOS	I	6.44	0.38	13.77	0.18	11.57	0.21	5.21	0.51	2.42
	II	7.01	0.52	16.95	0.22	11.82	0.32	5.99	0.61	3.68
	III	5.67	0.44	14.07	0.20	13.04	0.19	5.28	0.51	2.41
EYLÜL	I	5.18	0.59	13.63	0.24	11.96	0.26	4.43	0.71	3.08
	II	5.13	0.61	14.50	0.22	10.04	0.31	4.38	0.72	3.16
	III	4.09	0.59	12.15	0.21	9.45	0.25	3.33	0.73	2.32
EKİM	I	3.27	0.71	8.84	0.46	6.83	0.35	2.98	0.83	2.32
	II	2.68	0.86	7.22	0.35	6.52	0.35	2.47	1.04	2.28
	III	2.62	0.53	10.06	0.14	5.06	0.28	1.83	0.79	1.39

**EK B. İç Anadolu Koşullarında Çilek Bitkisine (1983) İlişkin Ölçülen ve Amirik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri ile Bitki Katsayıları.**

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>c1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c4</sub>	
NİSAN	I	2.75	0.34	3.04	0.65	7.96	0.41	4.51	1.12	2.22
	II	3.38	0.96	5.92	0.42	8.30	0.39	5.32	1.27	2.51
	III	5.10	0.45	10.02	0.26	8.34	0.29	3.20	0.95	2.34
MAYIS	I	5.39	0.60	9.35	0.39	10.09	0.40	3.49	1.07	3.11
	II	4.97	0.66	7.47	0.72	10.22	0.39	3.52	1.04	3.29
	III	5.76	0.57	9.24	0.40	11.36	0.33	3.69	0.95	3.36
HAZİRAN	I	5.88	0.64	8.18	0.59	11.42	0.38	3.42	1.43	3.70
	II	6.59	0.69	11.40	0.42	12.08	0.40	4.45	1.08	4.53
	III	6.95	0.57	12.55	0.35	15.43	0.35	4.94	0.80	3.88
TEMMUZ	I	6.47	0.38	11.46	0.25	10.08	0.20	4.92	0.51	2.37
	II	7.11	0.42	13.54	0.23	13.08	0.20	6.10	0.51	2.99
	III	5.42	0.65	8.81	0.69	12.30	0.36	4.58	0.74	3.14
AĞUSTOS	I	6.60	0.53	12.79	0.29	11.13	0.27	5.29	0.71	3.49
	II	6.50	0.36	11.92	0.21	10.28	0.19	5.04	0.48	2.38
	III	6.28	0.34	13.78	0.16	8.32	0.19	5.05	0.43	2.15
EYLÜL	I	5.23	0.38	12.01	0.16	7.27	0.20	4.41	0.46	2.02
	II	5.45	0.63	15.56	0.22	7.23	0.42	4.71	0.78	3.44
	III	4.10	0.60	10.02	0.24	4.63	0.34	3.72	0.66	2.33
EKİM	I	3.71	0.41	10.89	0.15	3.82	0.21	2.48	0.80	1.47
	II	2.33	0.48	5.15	0.70	6.46	0.26	2.36	0.51	1.03
	III	1.85	0.37	3.31	0.97	5.38	0.19	1.14	0.66	0.67

EK 9. İç Anadolu Koşullarında Çilek Bitkisine (1984) İlişkin Ölçülen ve Ampirik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri İle Bitki Katsayıları.

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>c1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c4</sub>	
NİSAN	I									
	II									
	III	3.31	0.33	2.90	0.29	4.35	0.80	1.16	0.99	2.38
MAYIS	I	6.72	0.67	11.13	1.11	9.50	0.34	3.33	1.08	3.57
	II	6.74	0.67	9.86	0.98	10.71	1.33	3.91	1.07	4.27
	III	6.98	0.69	9.86	0.98	10.96	0.57	4.67	0.98	4.33
HAZİRAN	I	7.65	0.76	12.68	1.26	12.64	0.24	4.96	0.73	3.58
	II	7.07	0.70	11.45	1.14	10.86	0.52	4.40	0.99	4.04
	III	7.12	0.71	10.93	1.09	12.38	0.21	4.62	0.50	2.38
TEMMUZ	I	7.14	0.71	12.01	1.20	11.45	0.67	5.61	1.15	5.47
	II	6.30	0.64	12.19	1.25	11.49	1.28	5.37	0.89	3.27
	III	6.88	0.68	12.55	1.25	12.79	0.46	5.97	0.71	3.59
AGUSTOS	I	6.28	0.62	12.40	1.22	11.15	0.28	4.24	0.81	3.34
	II	6.22	0.62	12.58	1.25	10.78	0.39	4.42	0.89	3.56
	III	5.24	0.52	10.68	1.06	10.90	0.35	4.09	0.84	3.25
EYLÜL	I	6.15	0.61	15.12	0.51	12.84	0.26	4.65	0.77	3.56
	II	5.88	0.48	14.77	0.34	12.73	0.21	4.61	0.71	3.37
	III	4.97	0.49	14.26	0.42	11.31	0.25	4.58	0.90	3.36
EKİM	I	4.10	0.41	13.44	1.34	10.74	0.37	3.53	1.18	3.46
	II	3.00	0.26	8.86	0.66	6.70	0.40	2.30	0.75	3.22
	III	2.69	0.30	9.82	0.11	5.73	0.56	2.08	0.20	3.07

**EK 10.** İç Anadolu Koşullarında Çilek Bitkisine (1985) İlişkin Güçülen ve Ampirik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri ile Bitki Katsayıları.

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>C1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>C2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>C3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>C4</sub>	
NİSAN	I	4.24	0.31	7.82	0.23	7.35	0.18	2.81	0.47	1.28
	II	5.00	0.56	7.81	0.48	7.63	0.37	4.71	0.76	2.72
	III	3.80	0.59	4.76	0.58	6.28	0.36	2.01	1.18	2.24
MAYIS	I	6.33	0.45	10.67	0.27	10.43	0.28	3.88	0.80	2.85
	II	5.84	0.54	7.78	0.44	10.17	0.31	4.52	0.87	3.26
	III	6.28	0.74	9.39	0.99	11.10	0.46	4.54	0.99	4.30
HAZİRAN	I	7.50	0.64	12.64	0.40	13.26	0.37	3.95	1.24	4.84
	II	7.74	0.59	12.95	0.36	13.58	0.34	4.94	0.93	4.56
	III	7.90	0.53	13.94	0.31	13.59	0.31	4.82	0.91	4.18
TEMMUZ	I	7.17	0.48	12.78	0.29	12.23	0.28	4.29	0.99	3.42
	II	7.48	0.45	14.01	0.25	14.05	0.24	5.82	0.57	3.29
	III	7.43	0.45	14.98	0.22	14.06	0.24	6.07	0.57	3.37
AGUSTOS	I	7.21	0.64	16.39	0.28	16.14	0.29	6.63	0.70	4.60
	II	7.18	0.66	17.21	0.28	17.01	0.28	6.18	0.78	4.76
	III	6.84	0.61	16.78	0.25	14.15	0.30	6.09	0.72	4.25
EYLÜL	I	5.91	0.53	14.90	0.21	13.27	0.24	4.73	0.68	3.12
	II	5.12	0.53	11.22	0.35	9.19	0.30	4.26	0.64	2.63
	III	4.89	0.30	12.47	0.12	8.22	0.17	3.66	0.39	1.43

EK 11. İç Anadolu Koşullarında Yonca Bitkisine (1977) İlişkin Ölçülen ve Aaprik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri ile Bitki Katsayıları.

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>c1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c4</sub>	
NİSAN	I	4.30	0.46	9.11	0.25	7.41	0.27	3.74	0.51	1.90
	II	4.90	0.37	4.61	0.33	5.95	0.27	2.54	0.92	1.57
	III	5.04	0.39	9.29	0.51	9.11	0.25	2.85	0.71	1.85
MAYIS	I	5.08	0.40	8.65	0.37	8.63	0.24	3.80	0.59	1.85
	II	5.46	0.39	10.62	0.21	9.75	0.22	4.23	0.54	2.24
	III	6.28	0.57	12.62	0.29	11.42	0.31	4.89	0.78	3.59
HAZİRAN	I	5.87	0.60	10.27	0.41	9.95	0.35	5.12	0.73	3.55
	II	6.57	0.90	11.18	0.61	11.34	0.53	5.07	1.20	5.92
	III	7.22	0.73	14.52	0.37	12.89	0.41	5.96	0.90	5.25
TEMMUZ	I	7.30	1.19	15.04	0.60	12.58	0.69	5.39	1.62	8.60
	II	7.60	0.87	16.26	0.41	13.19	0.51	6.27	1.13	6.65
	III	7.33	0.58	16.66	0.25	12.98	0.33	6.22	0.69	4.23
AĞUSTOS	I	6.99	0.87	16.35	0.38	13.87	0.44	6.14	1.01	6.02
	II	6.71	0.66	16.48	0.27	12.07	0.37	5.63	0.84	4.46
	III	6.27	0.73	15.11	0.32	10.26	0.46	6.15	0.77	4.57
EYLÜL	I	5.27	0.57	13.05	0.25	10.11	0.31	4.96	0.62	3.01
	II	4.81	0.45	12.46	0.18	9.40	0.23	3.69	0.71	2.13
	III	4.46	0.45	11.86	0.20	8.93	0.23	3.73	0.74	1.92
EKİM	I	3.30	0.33	9.74	0.20	6.35	0.17	2.01	0.79	1.04
	II	2.48	0.35	6.64	0.27	5.33	0.18	2.61	0.29	0.76
	III	2.34	0.27	7.92	0.09	4.32	0.16	2.20	0.35	0.66

EK 12. İ Anadolu Koşullarında Yonca Bitkisine (1978) İlişkin Ölçülen ve Anprık Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri İle Bitki Katsayıları.

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>c1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c4</sub>	
MART	I									
	II									
	III	1.97	0.66	1.27	1.03	2.80	0.46	0.86	1.58	1.30
NİSAN	I	2.97	0.80	4.07	1.38	5.02	0.48	1.86	1.69	2.38
	II	3.94	1.02	6.08	0.95	5.90	0.68	2.54	1.68	3.94
	III	4.37	1.29	7.93	0.73	7.70	0.72	3.13	1.82	5.52
MAYIS	I	5.47	1.14	10.15	0.64	8.33	0.75	4.08	1.59	6.16
	II	5.13	0.81	8.87	0.99	8.46	0.48	3.41	1.39	3.79
	III	5.79	0.41	9.91	0.36	9.52	0.27	4.30	0.56	2.31
HAZİRAN	I	6.36	0.48	12.51	0.26	9.85	0.32	4.19	0.78	3.17
	II	7.22	0.96	14.89	0.48	12.44	0.55	5.53	1.22	6.90
	III	6.66	1.19	12.41	0.79	9.92	0.81	9.46	1.27	7.96
TEMMUZ	I	7.83	0.73	18.22	0.32	12.48	0.45	6.09	0.95	5.69
	II	7.47	0.85	17.68	0.36	12.65	0.50	6.29	1.04	6.33
	III	6.87	1.34	15.02	0.62	12.64	0.73	5.92	1.61	9.18
AĞUSTOS	I	6.32	0.90	15.19	0.39	11.58	0.48	5.39	1.03	5.53
	II	5.93	0.74	14.83	0.29	11.63	0.40	5.70	0.80	4.31
	III	5.67	1.01	14.98	0.38	10.25	0.57	4.72	1.21	5.75
EYLÜL	I	5.45	1.57	14.64	0.59	9.69	0.88	5.92	1.52	8.55
	II	4.62	1.52	12.12	0.62	10.06	0.70	4.28	1.67	7.05
	III	3.99	1.10	11.45	0.40	8.74	0.50	3.75	1.21	4.39
EKİM	I	4.14	0.67	14.32	0.19	8.60	0.33	2.94	1.01	2.79
	II	3.31	0.95	10.28	0.40	6.46	0.49	2.69	1.21	3.19
	III	2.42	0.92	5.39	0.52	5.38	0.41	1.91	1.15	2.41

**DOĞU ANADOLU BÖLGE MÜHÜRÜ**

**EK 13. İç Anadolu Koşullarında Yonca Bitkisine (1979) İlişkin Ölçülen ve Ampirik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerleri İle Bitki Katsayıları.**

YÖNTEMLER		RADYASYON		BLANEY CRIDDLE		PENMAN		PAN EVAPORASYON		GERÇEK SU TÜKETİMİ
AYLAR		ET <sub>o</sub>	K <sub>c1</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c2</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c3</sub>	ET <sub>o</sub>	K <sub>c4</sub>	
NİSAN	I	4.23	1.07	8.69	0.53	6.19	0.71	3.99	1.11	4.30
	II	3.77	1.03	5.43	1.03	5.68	0.69	2.75	1.59	3.73
	III	5.24	0.84	9.62	0.74	6.33	0.70	3.89	1.27	4.36
MAYIS	I	5.84	0.62	11.11	0.38	8.47	0.43	4.78	0.79	3.61
	II	4.23	0.58	4.78	0.69	6.18	0.40	3.20	0.99	2.49
	III	4.73	0.80	7.09	1.01	8.82	0.46	2.77	1.47	3.70
HAZİRAN	I	6.61	0.64	12.69	0.61	11.20	0.38	4.61	1.01	3.81
	II	7.24	0.69	15.33	0.33	11.91	0.43	6.33	0.81	5.12
	III	6.18	1.17	10.78	0.74	11.05	0.67	6.26	1.27	7.20
TEMMUZ	I	10.90	1.02	12.01	0.66	14.15	0.62	5.82	1.22	6.98
	II	6.67	0.62	14.71	0.29	12.96	0.32	5.94	0.72	4.07
	III	6.56	0.24	13.98	0.13	12.26	0.13	7.13	0.22	1.57
AĞUSTOS	I									
	II	5.78	0.32	13.72	0.14	11.60	0.16	5.52	0.35	1.84
	III	5.91	0.39	15.54	0.15	12.27	0.19	6.28	0.38	2.29
EYLÜL	I	4.64	0.37	11.03	0.17	9.49	0.18	4.80	0.38	1.70
	II	5.01	0.38	15.01	0.13	10.41	0.19	4.43	0.44	1.93
	III									
EKİM	I	2.14	0.47	3.06	0.66	4.18	0.25	2.51	0.54	0.93
	II	2.71	0.27	6.51	0.11	6.00	0.12	0.85	0.86	0.73
	III	1.82	0.51	3.41	0.34	4.30	0.21	1.64	0.71	0.86