

T.C  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA YÖRESİNDE ÇİM BİTKİSİ KIYAS BİTKİ SU TÜKETİMİNİ VEREN  
BAZI AMPİRİK EŞİTLİKLERİN TARLA VE MİNİ LİZİMETRE KOŞULLARINDA  
KALİBRASYONU ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Köksal AYDINŞAKİR

T 404

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

2001

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
Merkez Kütüphanesi

T404

**ANTALYA YÖRESİNDE ÇİM BİTKİSİ KIYAS BİTKİ SU TÜKETİMİNİ VEREN  
BAZI AMPRİK EŞİTLİKLERİN TARLA VE MİNİ LİZİMETRE KOŞULLARINDA  
KALİBRASYONU ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA**

**Köksal AYDINŞAKİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

**2001**

T.C  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA YÖRESİNDE ÇİM BİTKİSİ KIYAS BİTKİ SU TÜKETİMİNİ VEREN  
BAZI AMPİRİK EŞİTLİKLERİN TARLA VE MİNİ LİZİMETRE KOŞULLARINDA  
KALİBRASYONU ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

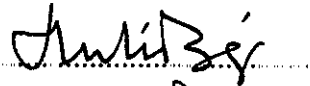
Köksal AYDINŞAKİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

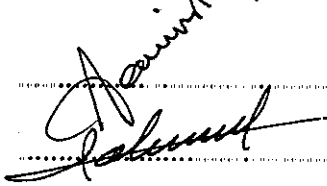
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 02/10/2001 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (95) not takdir edilerek Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ  
(Danışman)



Prof. Dr. Feridun HAKGÖREN



Doç. Dr. Sadık ÇAKMAKCI

## ÖZET

### ANTALYA YÖRESİNDE ÇİM BİTKİSİ KIYAS BİTKİ SU TÜKETİMİNİ VEREN BAZI AMPRİK EŞİTLİKLERİN TARLA VE MİNİ LİZİMETRE KOŞULLARINDA KALİBRASYONU ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

Köksal AYDINŞAKİR

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Haziran 2001, 96 sayfa

Antalya yöresinde çim bitkisi kıyas bitki su tüketimini veren bazı amprik eşitliklerin tarla ve mini lizimetre koşullarında kalibrasyonunun amaçlandığı bu çalışmada; deneme süresince elde edilen gerçek su tüketim değerleri kıyas bitki su tüketimi eşitlikleriyle hesaplanan değerlerle karşılaştırılarak en iyi tahmin yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, iklimsel verilerden yararlanılarak çim bitkisi kıyas bitki su tüketimi hesaplanmasında Blaney-Criddle, Radyasyon, A Sınıfı Buharlaşma Kabı ve Penman yöntemlerinin FAO (Birleşmiş Milletler Gıda Örgütü) uyarlaması ile Penman-Monteith yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma, tarla koşullarında 18x60 m boyutlu bir parselde, mini lizimetre koşullarında ise 20 cm çaplı ve 40 cm yüksekliğindeki üç lizimetre saksısında yürütülmüştür. Kıyas bitki su tüketimini hesaplamada kullanılan iklimsel veriler deneme alanında oluşturulan gözlem parkından ve Antalya Meteoroloji İstasyonundan elde edilmiştir.

Deneme parseli yağmurlama sulama yöntemi ile, lizimetre saksıları ise süzgeçli sulama kabıyla ölçülü olarak sulanmıştır. Deneme süresince tarla koşullarında topraktaki nem değişimi gravimetrik yöntem ve tansiyometrelerle üç tekerrürlü olarak, mini lizimetre koşullarında ise Tensior 5 tansiyometre ile sadece bir saksıda izlenmiştir. Deneme süresince hem tarla hem de lizimetre koşullarında toprak nemi, tarla kapasitesi civarında tutulmuştur.

Araştırma süresince toplam 9 kez biçim işlemi yapılmıştır. Tarla ve lizimetre koşullarında çim bitkisinin boyu 10-12 cm'ye ulaştığında tarla koşullarında çim biçme makinesi, lizimetre koşullarında ise çim biçme makası ile biçim işlemi yapılmıştır. Biçim işleminden sonra çim bitkisinin boyu 4-5 cm'ye getirilmiştir.

Deneme parselinde, deneme süresince aylara göre değişmekle birlikte ortalama 3 gün aralıklarla 53 sulama yapılmış ve toplam 1405 mm sulama suyu uygulanmıştır. Lizimetre saksılarına ise ortalama 4-5 gün ara ile toplam 30 sulama yapılarak 1635.6 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Tarla ve lizimetre koşullarında deneme süresince toplam, aylık, 10 günlük ve günlük gerçek su tüketimleri ile iklimsel verilerden yararlanılarak hesaplanan kıyas bitki su tüketim değerleri farklılıklar göstermiştir. Tarla koşullarında 10 günlük periyotlar için günlük ortalama su tüketimleri 8.5-12.0 mm/gün arasında, lizimetre koşullarında 9.2-14.4 mm/gün arasında değişmiştir. Farklı yöntemlerle hesaplanan kıyas bitki su tüketimleri ise 4.4-11.4 mm/gün arasında değişmiştir.

Deneme süresince tarla ve lizimetre koşullarında elde edilen gerçek su tüketimleri ile farklı yöntemlerle hesaplanan kıyas bitki su tüketimleri arasındaki ilişki istatistiksel bir yaklaşımla incelenmiş ve regresyon denklemleri elde edilmiştir. Tarla ve lizimetre koşullarındaki gerçek su tüketimini en iyi temsil eden çim kıyas bitki su tüketimi hesaplama yönteminin seçiminde hata kareler ortalaması (RMS) en düşük, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) en yüksek ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 100'e en yakın olan yöntemin en uygun olduğu kabul edilmiştir. Buna göre tarla koşullarını en iyi temsil eden eşitliğin A Sınıfı Buharlaştırma Kabı yöntemi olduğu belirlenmiştir. Söz konusu eşitliğin hata kareler ortalaması (RMS) 1.96, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) 0.679 ve mevsimlik su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 86.35 olarak hesaplanmıştır. Bu analizlerin sonucunda Antalya koşullarında kullanılabilecek en uygun ilişki denklemi  $ET = 0.001ETo^2 + 0.41ETo + 6.28$  olarak belirlenmiştir. Araştırmada tarla koşullarında elde edilen gerçek su tüketim değerlerine ikinci en yakın değeri Penman yönteminin verdiği saptanmıştır (RMS=1.97,  $r^2= 0.446$ , %Et= 84.32). Tarla koşullarında bu

yöntemleri sırasıyla Blaney-Criddle, Radyasyon ve Penman-Monteith yöntemleri izlemiştir.

Lizimetre koşullarında elde edilen gerçek su tüketim değerleri ile ampirik eşitliklerle elde edilen su tüketim değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel analizleri sonucunda tarla koşullarında olduğu gibi en güvenilir yöntemin A Sınıfı Buharlaşma Kabı yöntemi olduğu belirlenmiştir. Söz konusu yöntemde hata kareler ortalaması (RMS) 2.1, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) 0.707 ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 84.79 olarak hesaplanmıştır. Kullanılması önerilen eşitlik ise  $ET = 0.0775ET_o^2 - 0.69ET_o + 10.2$  olarak belirlenmiştir. Ampirik eşitlikler içerisinde en iyi sonucu veren ikinci eşitlik Penman yöntemi olmuştur (RMS=2.2,  $r^2 = 0.366$ , %Et=82.78). Bu yöntemleri sırasıyla Blaney-Criddle, Radyasyon ve Penman-Monteith yöntemleri izlemiştir.

Ayrıca çalışmada tarla ve lizimetre koşullarında elde edilen çim bitkisi su tüketimi değerleri arasındaki ilişki istatistiksel açıdan incelenmiş, oldukça düşük (0.33) korelasyon katsayısı nedeniyle mini lizimetrelerin tarla koşullarını çok iyi temsil etmediği sonucuna varılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, Antalya koşullarında çim kıyas bitki su tüketimini veren ampirik eşitlikler içerisinde A Sınıfı Buharlaşma Kabı yöntemi yöre için en uygun yöntem olarak önerilebilir. Bu yöntemi sırasıyla Penman, Blaney-Criddle, Radyasyon ve Penman-Monteith yöntemleri izlemektedir. Öte yandan mini lizimetrelerin tarla koşullarını temsil etmediği de söylenebilir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Çim, mini lizimetre, bitki su tüketimi, kıyas bitki su tüketim eşitlikleri.

**JÜRİ:** Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Prof. Dr. Feridun HAKGÖREN

Doç. Dr. Sadık ÇAKMAKCI

## ABSTRACT

### **A RESEARCH ON CALIBRATION OF SOME AMPRICAL EQUATIONS FOR GRASS REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION UNDER FIELD AND SMALL LYSIMETER CONDITIONS IN ANTALYA REGION**

**Köksal AYDINŞAKİR**

**M. Sc. Farm Structures and Irrigation Department**

**Supervisor: Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ**

**June 2001, 96 Pages**

In this study, it was aimed at calibrating some amprical equations of grass reference evapotranspiration under field and lysimeter conditions in Antalya region. To achieve the purpose, actual evapotranspiration values have been measured and compared to calculated reference evapotranspiration values to find the best method for estimating evapotranspiration. In the study, Penman-Monteith and FAO versions of Blaney-Criddle, Radiation, Class A Pan and Penman equations were used in order to compute grass reference evapotranspiration utilizing climatic data.

The study was carried out an experimental plot size of 18 x 60 m has been set up to measure actual grass reference evapotranspiration under field conditions and in three containers, as lysimeter, having 20 cm of diameter and 40 cm of height. The climatic data used to compute reference evapotranspiration were obtained from climatic station which was located near the experimental plot and Antalya Meteorology Agency.

The experimental plot was irrigated by sprinkler irrigation, while the containers were irrigated by a measured cup. During the study, the water content in the soil profile was monitored gravimetrically and by tensiometers in three replications, while it was only

monitored in one container by Tensiometer 5 tensiometer in lysimeter. The soil water content was kept around field capacity both field and lysimeters.

During the experiment, the grass was cut 9 times in total by a mower under field condition and by scissors in lysimeter when its height reached 10-12 cm. The height of grass was 4-5 cm after the cut.

Seasonally, 1405 mm irrigation water has been applied with 53 irrigation events. The irrigation interval was approximately 3 days, although it changed from month to month. Seasonal irrigation water that has been applied to the containers were 1635.6 mm. The irrigation interval in the containers were 3-4 days. The number of irrigations for lysimeter were 30.

Seasonal, monthly, 10-day and daily actual evapotranspiration under field and lysimeter conditions were differed from based on climatic data. The daily average evapotranspiration in 10 day period ranged between 8.5 and 12.0 mm/day under field conditions, while it ranged between 9.2 and 14.4 mm/day under lysimeter conditions. The reference evapotranspiration calculated by the equations based on climatic data ranged between 4.4 and 11.4 mm/day.

The actual evapotranspiration under field and lysimeter conditions during the study and the reference evapotranspiration obtained from the different equations were evaluated by a statistical approach and regression equations were obtained. The equation which had the lowest root mean squares, the highest correlation coefficient and the highest ratio of reference evapotranspiration to actual evapotranspiration was considered the best equation for representing actual evapotranspiration under field and lysimeter conditions. According to the above mentioned criteria, Class A Pan was chosen the best equation for representing field conditions. The values for above mentioned statistics for Class A Pan were found as follows: Root Mean Square Error (RMS) 1.96; correlation coefficient ( $r^2$ ) 0.679 and the ratio of evapotranspiration for Class A Pan to actual evapotranspiration (%Et) % 86. After the statistical analysis, the functional dependency of actual evapotranspiration on evapotranspiration measured by



Class A Pan for Antalya region was found to be as  $ET = 0.001ET_o^2 + 0.41ET_o + 6.28$ . Penman method also gave similar results (RMS=1.97,  $r^2=0.446$  and %Et=84). This is followed by Blaney-Criddle, Radiation and Penman-Monteith under field conditions.

The most reliable method found as a result of statistical analysis under lysimeter condition for representing actual evapotranspiration was Class A Pan, as in the case of field conditions. In this method, the RMS,  $r^2$  and %Et were found to be 2.1, 0.709 and %84.79, respectively. The equation suggested to use was as  $ET = 0.0775ET_o^2 - 0.69ET_o + 10.2$ . The second equation which gave good results was the Penman method (RMS=2.2,  $r^2=0.366$  and %Et=87.78). This is followed by Blaney-Criddle, Radiation and Penman-Monteith.

Additionally, the actual evapotranspiration values obtained from lysimeters and field were plotted in the same graph and analyzed statistically. It was concluded that, based on t-test results, small lysimeters were not able to represent field conditions.

According to the results, Class A Pan method can be suggested for calculating grass reference evapotranspiration in Antalya region. This is followed by Penman, Blaney-Criddle, Radiation and Penman-Monteith. Also, it can be suggested that, small lysimeters should not be used under field conditions.

**KEYWORDS:** Grass, small lysimeter, evapotranspiration, reference evapotranspiration equations.

**COMMITTEE:** Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Prof. Dr. Feridun HAKGÖREN

Assoc.Prof. Dr. Sadık ÇAKMAKCI

## ÖNSÖZ

Bitkisel üretimde suyun büyük bir önemi vardır. Dünya üzerindeki kullanılabilir su potansiyeli kısıtlıdır ve çoğu bölgelerde bitki gelişme dönemi içerisinde uygun bir biçimde dağılım göstermemektedir. Hızla artan dünya nüfusu nedeniyle gıda maddeleri gereksinimindeki artış, su kaynaklarını bir çok yerde en değerli kaynak haline getirmektedir.

Sulama suyundan en yüksek faydanın sağlanabilmesi ve sulama projelerinin koşullara uygun bir biçimde hazırlanabilmesi için yetiştirilen bitkilerin bir yetiştirme devresinde gereksinim duydukları su miktarı, yani su tüketimleri önceden bilinmelidir.

Ülkemizin Antalya yöresi, toprak ve iklim özellikleriyle tarımsal potansiyeli en yüksek yörelerin başında gelmektedir. Öte yandan Antalya aynı zamanda ülkemizin en önemli turistik merkezlerinden biri olup, söz konusu işletmelere ait yeşil alanların, çim alanların ve golf sahalarının sulanması ve bakımı işletmelerin önemli bir harcama unsurunu oluşturmaktadır. Dolayısıyla, sulama suyunda tasarruf sağlayıcı uygulamalara temel olacak bitki su tüketimi çalışmaları karar vericiler, işletmeciler ve üreticilerce oldukça önemsenmektedir.

Bu çalışmada, Antalya yöresinde çim bitkisi kıyas bitki su tüketimi tarla ve lizimetre koşullarında ölçülmüş, elde edilen değerler Blaney-Cridde, Radyasyon, A Sınıfı Buharlaşma Kabı ve Penman yöntemlerinin FAO uyarlaması ile Penman-Monteith yöntemiyle elde edilen değerlerle karşılaştırılarak yöre için en uygun kıyas bitki su tüketim eşitliği belirlenmiştir.

Yüksek Lisans çalışmam sırasında gerek konu seçiminde gerekse araştırmanın her aşamasında her türlü ilgisini esirgemeyen, derin bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ'a, değerli görüşlerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Feridun HAKGÖREN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca araştırma sırasında her türlü ilgi ve desteğini esirgemeyen eşim Zir. Müh. Neslihan AYDINŞAKİR'e içten teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iv
ÖNSÖZ .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xiv
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMASI .....	4
2.1. Bitki Su Tüketimi .....	4
2.2. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler .....	9
2.3. Çim Su Tüketimi İle İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar .....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Araştırma yeri .....	23
3.1.2. Toprak özellikleri ve topoğrafya .....	23
3.1.3. İklim özellikleri .....	24
3.1.4. Sulama suyunun sağlanması .....	28
3.1.5. Meteorolojik araçlar .....	28
3.1.6. Mini lizimetre sistemi .....	28
3.1.7. Kullanılan çim çeşidinin özellikleri.....	31
3.2. Yöntem .....	31
3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analizi .....	31
3.2.2. Sulama suyu örneklerinin alınması ve analizi .....	33
3.2.3. Toprak hazırlığı, ekim ve gübreleme .....	34
3.2.4. Deneme düzeni .....	34
3.2.5. Mini lizimetre sisteminin kalibrasyonu .....	35
3.2.6. Toprakta nem değişiminin izlenmesi .....	36
3.2.7. Biçim .....	37
3.2.8. Sulama .....	37

3.3. Çim Bitkisinin Gerçek Su Tüketiminin Tarla ve Lizimetre Sisteminde Sisteminde Belirlenmesi	39
3.4. Çim Bitkisinin Kıyas Bitki Su Tüketimini Hesaplamada Kullanılan Yöntemler	39
3.4.1. Blaney-Criddle yöntemi	39
3.4.2. Radyasyon yöntemi	40
3.4.3. A sınıfı kap buharlaşması yöntemi	41
3.4.4. Penman yöntemi	41
3.4.5. Penman-Monteith yöntemi	42
3.5. Değerlendirme Yöntemi	44
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	45
4.1. Deneme Alanı Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri	45
4.1.1. Toprak özellikleri	45
4.1.2. Sulama suyu kalitesi	47
4.2. Mevsim Boyunca Toprak Neminin Değişimi	47
4.2.1. Tarla ve lizimetre koşullarında toprak neminin değişimi	47
4.2.2. Tarla ve lizimetre koşullarında uygulanan sulama suyu miktarları	51
4.3. Tarla ve Lizimetre Koşullarında Elde Edilen Çim Su Tüketim Değerleri İle Amirik Eşitliklerle Elde Edilen Değerlerin Karşılaştırılması	58
4.4. Tarla ve Lizimetre Koşullarında Elde Edilen Gerçek Bitki Su Tüketim Değerlerinin Karşılaştırılması	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
5.1. Sonuçlar	64
5.2. Öneriler	66
6. KAYNAKLAR	68
7. EKLER	77
EK-1. Deneme Süresince Ölçülen Bazı İklimsel Veriler	77
EK-2. Farklı Enlemlere Ait Yıllık Gündüz Saatlerinin Ortalama Günlük Yüzdeleri	82
EK-3. Blaney-Criddle Yöntemi FAO Modifikasyonunda Kıyas Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılan Grafikler	83
EK-4. Atmosferin Dış Yüzeyine Ulaşan Radyasyon (Ra) Değerleri	84

EK-5. Gün Boyunca Olası Maksimum Güneşli Saatler .....	85
EK-6. Ağırlık Faktörü (W) Değerleri .....	85
EK-7. Radyasyon Yönteminde Referens Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılan Grafikler .....	86
EK-8. A Sınıfı Buharlaşma Kabı İçin kp Katsayıları .....	87
EK-9. Penman Yöntemine İlişkin c Düzeltme Faktörü Değerleri .....	88
EK-10. Sıcaklık Fonksiyonu f(t) Değerleri .....	88
EK-11. Buhar Basıncı Fonksiyonu f(ed) Değerleri .....	88
EK-12. Güneşlenme Oranı Fonksiyonu f(n/N) Değerleri .....	88
EK-13. Ortalama Hava Sıcaklığındaki Doygun Buhar Basıncı Değerleri .....	89
EK-14. Atmosferin Dış Yüzeyine Ulaşan Radyasyon (Ra) Değerleri .....	89
EK-15. Deneme Parselinde 30 cm'lik Toprak Derinliğindeki Nem Değişimi .....	90
EK-16. Tarla Koşullarında Çim Bitkisinin ETa Hesaplama Çizelgesi .....	91
EK-17. Lizimetre Saksılarında Ölçülen Bitki Su Tüketim Değerleri .....	92
ÖZGEÇMİŞ	

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

- $\lambda$  = Buharlaşma latent ısısı
- $\frac{n}{N}$  = Gerçek güneşlenme süresinin maksimum olası güneşlenme süresine oranı
- $\gamma$  = Psikrometrik sabit
- $\varepsilon$  = Su buharı/kuru havanın moleküler ağırlık oranı
- $\Delta$  = Buhar basıncı eğrisinin eğimi
- atm = Atmosfer
- c = Düzeltme faktörü
- cb = Santibar
- Cp = Sabit basınç altındaki spesifik ısı
- Dp = Derine süzülme
- $e_a$  = Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı
- $e_d$  = Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı
- Epan = A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarı
- $e_s - e_a$  = Doymuş buhar basıncı açığı
- $e_s$  = Doymuş buhar basıncı
- ET = Bitki su tüketimi
- ETa = Gerçek su tüketimi
- ETo = Kıyas (referans) bitki su tüketimi
- ETp = Potansiyel bitki su tüketimi
- f = İklim faktörü
- f(u) = Rüzgar fonksiyonu
- G = Topraktaki ısı akımı
- I = Sulama suyu
- Kp = Buharlaşma kabı katsayısı
- kc = Bitki katsayısı
- P = Atmosferik basınç
- P = Yağış
- p = Yıllık güneşlenme süresi yüzdesi
- Ra = Atmosferin dış yüzeyine gelen solar radyasyon

- $R_n$  = Bitki yüzeyindeki net radyasyon  
 $R_n$  = Eşdeğer buharlaşma olarak net radyasyon  
 $R_{nl}$  = Uzun dalga boylu net radyasyon  
 $R_{ns}$  = Solar radyasyon  
 $R_s$  = Eşdeğer buharlaşma olarak solar radyasyon  
 $\Delta S$  = Toprak suyundaki değişmeler  
 $T$  = Günlük ortalama hava sıcaklığı  
 $u_2$  = 2 m yükseklikteki rüzgar hızı  
 $W$  = Sıcaklık ve yüksekliğe bağlı bir ağırlık faktörü

- $R_n$  = Bitki yüzeyindeki net radyasyon  
 $R_n$  = Eşdeğer buharlaşma olarak net radyasyon  
 $R_{nl}$  = Uzun dalga boylu net radyasyon  
 $R_{ns}$  = Solar radyasyon  
 $R_s$  = Eşdeğer buharlaşma olarak solar radyasyon  
 $\Delta S$  = Toprak suyundaki değişmeler  
 $T$  = Günlük ortalama hava sıcaklığı  
 $u_2$  = 2 m yükseklikteki rüzgar hızı  
 $W$  = Sıcaklık ve yüksekliğe bağlı bir ağırlık faktörü



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Antalya ilinin coğrafi konumu ve tarım alanlarının il içerisindeki dağılımı (Anonim 1998).....	23
Şekil 3.2. A sınıfı buharlaşma kabı.....	29
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan mini lizimetre sistemi.....	30
Şekil 3.4. Araştırma alanının planı.....	35
Şekil 3.5. Lizimetre saksılarında kullanılan Tensior 5 Dijital tansiyometre.....	36
Şekil 3.6. Deneme parselinde kullanılan yağmurlama sulama sistemi.....	38
Şekil 4.1. Deneme alanı topraklarının su alma eğrileri.....	46
Şekil 4.2. Deneme parselinde 30 cm'lik toprak profilindeki nem değişimi.....	48
Şekil 4.3. Tarla koşullarında çim bitkisinin yığışımli su tüketim eğrisi.....	52
Şekil 4.4. Tarla koşullarında çim bitkisinde aylık su tüketim miktarlarının değişimi.....	53
Şekil 4.5. Lizimetre koşullarında çim bitkisinin yığışımli su tüketim eğrisi.....	56
Şekil 4.6. Lizimetre koşullarında çim bitkisinde aylık su tüketim miktarlarının değişimi.....	57
Şekil 4.7. Deneme süresince onar günlük periyotlarda ölçülen ve ampririk eşitliklerle hesaplanan su tüketim değerlerinin değişimi.....	59
Şekil 4.8. Tarla ve lizimetre koşullarında ölçülen gerçek bitki su tüketim değerlerinin değişimi.....	63

ARDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
Merkez Kütüphanesi

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1a. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri.....	25
Çizelge 3.1b. Araştırma alanı topraklarının kimyasal özellikleri.....	25
Çizelge 3.2. Deneme alanına ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel veriler.....	26
Çizelge 3.3. Araştırmanın yürütüldüğü aylara ilişkin on günlük ortalama iklimsel değerler.....	27
Çizelge 3.4. Denemede kullanılan sulama suyuna ilişkin analiz sonuçları.....	28
Çizelge 3.5. Deneme parseli ve lizimetrelerdeki biçim tarihleri.....	37
Çizelge 4.1. Deneme süresince deneme parselinde 30 ve 60 cm derinliklerdeki Tensor 5 Dijital tansiyometre okumaları.....	49
Çizelge 4.2. Deneme süresince toprak neminin izlendiği lizimetre saksılarındaki tansiyometre okumaları.....	50
Çizelge 4.3. Deneme parseline uygulanan sulama suyu miktarları.....	51
Çizelge 4.4. Tarla koşullarında deneme süresince çimin su tüketimi.....	52
Çizelge 4.5. Tarla koşullarında çim bitkisinin aylık ve on günlük dönemlerdeki su tüketim miktarları.....	54
Çizelge 4.6. Deneme süresince lizimetre saksılarına uygulanan sulama suyu miktarları.....	55
Çizelge 4.7. Mini lizimetre koşullarında deneme süresince çimin su tüketimi.....	56
Çizelge 4.8. Mini lizimetre koşullarında çim bitkisinin aylık ve on günlük dönemlerdeki su tüketim miktarları.....	58
Çizelge 4.9. Tarla ve lizimetre koşullarında ölçülen ve amprik eşitliklerle hesaplanan onar günlük periyotlar için ortalama günlük bitki su tüketim değerleri.....	59
Çizelge 4.10. Tarla koşullarında uygun bitki su tüketimi tahmin yönteminin belirlenmesinde göz önüne alınan kriterler.....	60
Çizelge 4.11. Lizimetre koşullarında uygun bitki su tüketimi tahmin yönteminin belirlenmesinde göz önüne alınan kriterler.....	61

## 1. GİRİŞ

Toprak ve su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve toplum yararına en iyi biçimde değerlendirilmesi çağımızda hemen tüm ülkelerin önde gelen sorunları arasında yer almaktadır (Baştuğ 1987).

Toprak-su-bitki sisteminin doğada ve insan hayatındaki önemi, insanın çevresine ilgi duyması ve medeniyetin doğuşu ile başlamıştır. Eski medeniyetler, doğayı oluşturan dört temel unsurdan ikisinin toprak ve su olduğunu belirtmektedirler. Bugün de eskiden olduğu gibi, insanın toprak-su sistemine ve onun desteklediği bitki hayatına olan gereksinimi artan ölçülerde devam etmektedir (Hakgören 1996).

Tarımın temel amaçlarından biri, insanoğlunun gereksinim duyduğu besinlerin üretilmesidir. Dünya nüfusunun 3/4'ünü oluşturan gelişmekte olan ülkelerde önümüzdeki 20 yıllık dönemde nüfus artış hızının yılda %2 olması ve 2050 yılında ise nüfusun 11.3 milyara ulaşması beklenmektedir. Nüfustaki bu artış hızı, önümüzdeki 30-40 yıllık süre içerisinde günümüzdeki besin tüketim düzeyini sürdürebilmemiz için tarımsal üretimde yaklaşık olarak % 30-40 oranında bir artışı zorunlu kılmaktadır (Aschmann 1996).

Doğal kaynakların her geçen gün biraz daha azalması ve tarım alanlarının giderek tarım dışı amaçlarla kullanıma kayması, üreticileri ellerinde bulunan su ve toprak kaynaklarını daha ekonomik ve verimli kullanmaya zorlamaktadır. Bu durum, üreticileri bir yandan en yüksek verimi sağlayacak sulama yönteminin arayışına iterken, diğer yandan en etkin sisteme yönelmelerini sağlamaktadır (Yavuz 1993).

Bitkisel üretimde suyun büyük bir önemi bulunmaktadır. Dünyadaki kullanılabilir su potansiyelinin, her bölgede yeterli düzeyde olmaması, çoğu yerde ise gelişme dönemi içerisinde uygun bir dağılım göstermemesi nedeniyle dünyanın büyük bölümünde bitkisel üretimde sulama en etkin etmen olmaktadır. Sulama, kurak bölgelerde olduğu ölçüde yağışlı bölgelerde de tarımsal üretimde kararlılığı sağlayan ve diğer üretim girdilerinin etkinliğini artıran çok önemli bir üretim etmenidir (Hamdy ve Lacirignola 1992).

Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde su eksikliğinden kaynaklanan ürün ve kalite kaybını en aza indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için optimum su uygulama programlarının geliştirilmesinde yarar vardır. Ülkemizin yarı kurak iklim kuşağında yer alması nedeniyle tarımsal üretimde sulamanın önemi büyüktür. Sudan devamlı ve yüksek düzeyde yarar sağlanabilmesi için bölge koşullarına uygun sulama programlarının hazırlanması, bunun içinde bitkilerin tükettikleri su miktarının bilinmesi gerekir (Baştuğ 1987).

Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon), en genel anlamda bitki ile örtülü bir alandan transpirasyon (terleme) ve evaporasyonun (buharlaşıma) toplamı olarak ifade edilir.

Bitki su tüketimi değerleri, bitkilerin sulama suyu gereksinimlerinin belirlenmesinde, sulama programlarının hazırlanmasında, tamamlayıcı sulamanın gerekli olup olmadığına karar vermede, sulama sistemlerinin planlama, projelendirme, yapım, işletme ve bakımında, yağışın yer altı suyuna karışma miktarının saptanmasında, yer altı ve yerüstü havza veriminin tahmininde, enerji ve taşkın denetimi ile kamu ve endüstri kullanımlarını içeren çok amaçlı projelerin planlanması, yapımı, işletilmesi ve bakımında kullanılabilir (Güngör 1990).

Bitki su tüketiminin deneysel olarak ölçülmesi ve çeşitli iklimsel verilerden yararlanılarak hesaplanması yoluyla belirlenmesine ilişkin bir çok yöntem geliştirilmiştir. Sulama projelerinin planlanmasında kullanılan bitki su tüketimine ilişkin verilerin tarla koşullarında birkaç yıl süren denemelerden elde edilmesi arzu edilir. Ancak bu tür çalışmaların uzun zaman, fazla emek ve maliyet gerektirmesi nedeniyle dolaylı yöntemlerle bitki su tüketiminin belirlenmesi yoluna gidilir. Dolaylı yöntemlerde, söz konusu bölgenin meteorolojik verilerinden yararlanılarak potansiyel evapotranspirasyonun çeşitli ampirik eşitliklerle hesaplanma zorunluluğu vardır. Bitki su tüketimine etki eden meteorolojik verilerin ilişkisini tam olarak belirlemek olanaksızdır. Çünkü bitki canlı bir varlıktır. Dolayısıyla bitki gelişmesi sadece meteorolojik olayların etkisinde değildir. Bu meteorolojik verilerden üretilen ampirik eşitliklerin bölgesel olarak deneysel verilerle kalibrasyonlarının yapılması gerekmektedir (Ayla 1985).

Bitki su tüketimini hesaplamak için kullanılan tüm yöntemler genellikle ya potansiyel ya da kıyas (referens) bitki su tüketimlerinin belirlenmesine dayanır. Hesaplanan potansiyel ya da kıyas evapotranspirasyon, ilgili bitki katsayısı ile çarpılarak söz konusu bitkiye ilişkin gerçek su tüketimi belirlenir (Kanber 1997).

Ülkemizin Antalya yöresi, toprak ve iklim özellikleriyle tarımsal potansiyeli en yüksek yörelerin başında gelmektedir. Öte yandan Antalya aynı zamanda ülkemizin en önemli turistik merkezlerinden biri olup, turistik işletmelere ait yeşil alanların, çim alanların ve golf sahalarının sulanması ve bakımı işletmelerin önemli bir harcama unsurunu oluşturmaktadır. Dolayısıyla, sulama suyunda tasarruf sağlayıcı uygulamalara temel olacak bitki su tüketimi çalışmaları karar vericiler, işletmeciler ve üreticilerce oldukça önemsenmektedir.

Bu çalışmada, Antalya yöresi için kıyas bitki su tüketiminin tarla ve mini lizimetre koşullarında belirlenmesi, çim bitkisi kıyas bitki su tüketiminin hesaplanmasında kullanılabilecek bazı amprik eşitliklerin kalibrasyonu ile tarla ve mini lizimetre koşullarında kıyas bitki su tüketimleri arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMASI

Bitkisel üretimde suyun büyük bir önemi vardır. Dünya üzerindeki kullanılabilir su potansiyeli kısıtlıdır ve bitki gelişme dönemi içerisinde uygun bir biçimde dağılım göstermemektedir. Hızla artan dünya nüfusu nedeniyle gıda maddeleri gereksinimindeki artış, su kaynaklarını birçok yerde en değerli kaynak haline getirmektedir.

Tarımsal üretimin istenilen düzeye çıkartılabilmesi; toprak, su, emek, sermaye ve teknoloji gibi üretim etmenlerinin birlikte değerlendirilmesi ile mümkün olmaktadır. Türkiye koşullarında toprak ve sermayede önemli bir artış beklenemeyeceğinden su, emek ve teknoloji üzerinde durulması gerekmektedir. Sulama, kurak bölgelerde olduğu ölçüde yağışlı bölgelerde de tarımsal üretimde kararlılığı sağlayan ve diğer üretim girdilerinin etkenliğini artıran çok önemli bir üretim etmenidir (Hamdy ve Lacirignola 1992).

Diğer canlı varlıklarda olduğu gibi bitkiler de yaşamlarını ve gelişimlerini devam ettirmek için suya gereksinim duymaktadırlar. Bitkilerin yetişme periyotları içerisinde gereksinim duydukları suyun yağışlarla karşılanmadığı durumlarda iyi bir verim sağlayabilmek için eksik suyun, sulama ile karşılanması gerekmektedir.

Sulama suyundan en yüksek faydanın sağlanabilmesi ve sulama projelerinin koşullara uygun bir biçimde hazırlanabilmesi için yetiştirilen bitkilerin bir yetiştirme devresinde gereksinim duydukları su miktarı, yani su tüketimleri önceden belirlenmelidir.

### 2.1. Bitki Su Tüketimi

Su, toprak içerisinde bitki kök bölgesinde çeşitli yollarla birikir veya buradan eksilir. Suyun bu birikmesi (sulama veya yağmur sularının infiltrasyonu, taban suyunun kapilarik yükselişi) veya eksilmesi (buharlaşma, terleme, derine sızma) yolları, maddenin sakınımı kuralından dolayı birbirleriyle göreceli olarak ilişkilidir.

Sulama suyu gereksinimlerinin belirlenmesi ve sulama sistemlerinin planlanması için sulama mühendisinin bitkilerin su tüketimini bilmesi zorunludur.

Bitkilerin evapotranspirasyon (su tüketimi veya kısaca ET) değerlerinden, toprakta kalan nem ve yağışlarla eklenen miktarlar çıkarılmak ve pik devrelerdeki ET değerleri dikkate alınmak yoluyla sulama suyu gereksinimi saptanmaktadır (Jensen vd 1990).

Sulanan birim alandan mevsimlik su kaybı olarak tanımlanan su tüketimi veya geniş anlamıyla evapotranspirasyon; toprak yüzeyinden oluşan buharlaşma (evaporasyon) ve bitki yapraklarından oluşan terleme (transpirasyon) ile atmosfere verilen toplam su miktarıdır. Uygulamada terleme ile buharlaşmayı birbirinden ayırmak güç olduğundan iki terimin toplamı evapotranspirasyon olarak belirtilir.

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 yağıştan oluşan buharlaşmanın toplamı olarak ifade edilebilmektedir (Kanber 1977).

Bitki yetişen herhangi bir alanda evapotranspirasyonla kaybolan su miktarına iklim etmenleri ile birlikte bitki ve toprağa ilişkin özellikler de etki etmektedir. Bundan dolayı, genel bir kavram olan evapotranspirasyon içerisinde potansiyel ve gerçek evapotranspirasyon deyimleri ortaya çıkmaktadır (Jensen vd 1990).

Kanber (1977)'in bildirdiğine göre, potansiyel evapotranspirasyon (ET<sub>p</sub>) deyimini ilk kez 1948 yılında Penman tarafından kullanılmıştır. Potansiyel evapotranspirasyon farklı biçimlerde tanımlanmasına rağmen en kapsamlı tanımlama 1948 yılında Penman tarafından yapılan tanımlamadır. Penman'a göre potansiyel evapotranspirasyon; geçerli iklim ve toprak nemi koşullarında istekle büyüyen ve toprağı tamamen örten hemen hemen aynı boydaki kısa yeşil bitki örtüsünden meydana gelen su tüketimi miktarıdır. Rijtema (1966) potansiyel evapotranspirasyonu, geniş bir alanda eşdeş olarak yetişen, toprağı tamamen örten ve optimum nem koşullarında sağlıklı olarak gelişen kısa ve yeşil bitki örtüsünden iklim koşullarına bağımlı olarak oluşan evapotranspirasyon miktarı olarak tanımlamıştır. Jensen vd (1990) ET<sub>p</sub>'yi, yüzeydeki buhar basıncının doyma noktasında bulunduğu, bitkinin büyüme dönemi veya herhangi bir gelişme düzeyi ile bir buharlaşma yüzeyi söz konusu olmadığı koşullarda meydana gelen su

tüketimi olarak tanımlamışlardır. Kanber (1997) ise potansiyel evapotranspirasyonu, su eksikliğinin olmadığı koşullarda ıslak toprak ve bitki yüzeylerinden meydana gelen buharlaşma ve terleme aracılığı ile atmosfere aktarılan maksimum su buharı miktarı olarak tanımlayarak birim alan için eşdeğer su derinliği veya gizli ısı olarak gösterilebileceğini bildirmiştir. Bu tanımlamadan anlaşılacağı gibi ETp tamamen iklim etmenlerinin etkisiyle meydana gelmektedir.

Gerçek evapotranspirasyon (ETa) ise; sadece iklimsel koşulların etkisiyle değil, aynı zamanda atmosferin nem isteğini karşılamak için toprakta kullanılabilir suyun varlığına, bitki söz konusu olduğunda ise bitkinin topraktan nem çekme gücüne bağlı olarak atmosfere geçen su buharı miktarı olarak tanımlanmaktadır (Doorenbos ve Kassam 1979).

Gerçek evapotranspirasyon, buhar halindeki suyun ıslak bir yüzeyden atmosfere geçişi, türbülent değişimleri ile meydana gelir. Islak yüzey, su veya yapraklardaki stoma benzeri oluşumlar olabilir. Stoma sayısı ve genişliği, bitki türüne göre değişmekle birlikte hemen tüm kültür bitkileri turgor durumuna bağlı olarak stoma genişliğini düzenleyebilme yeteneğine sahiptirler. Bu nedenle evapotranspirasyon olayında bitki etmeninin önemli bir yeri vardır. Bitki söz konusu olduğu zaman elverişli suyun varlığına, bitkinin türü, yaprak özelliği ve kök yapısına bağlı olarak meydana gelen su tüketimine gerçek evapotranspirasyon denir (Jensen vd 1990).

Tanımlamalardan da anlaşılacağı üzere, gerçek evapotranspirasyon, bitki ve toprak tipine bağlı olarak değişmesine rağmen potansiyel evapotranspirasyon için böyle bir durum söz konusu değildir.

Uygulamada belirli bir bitki için öncelikle potansiyel (ETp) ya da kıyas bitki su tüketimi (ETo) hesaplanır ve daha sonra bu değer uygun bir bitki katsayısı ile (kc) çarpılarak bitki su tüketimi belirlenir (Jensen vd 1990).

Kıyas (referens) evapotranspirasyon (ETo), suyun sınırlı olmadığı koşullarda sağlıklı büyüyen, toprağı tamamen gölgeleyen, türdeş boylu (8-15 cm), yoğun bir



yüzeye sahip, yeşil çayır otu örtüsünden oluşan bitki su tüketimi olarak tanımlanır (Jensen vd 1990). Kanber (1997)'in bildirdiğine göre Wright (1982) kıyas evapotranspirasyonu, toprağı tam olarak örten, etkin büyüyen, dik duran, yeterli ölçüde sulanarak su eksikliğinin tüketimi etkilemesine izin verilmeyen koşullarda ve en azından 20 cm boyundaki yonca ile kaplı bir alandan meydana gelen günlük evapotranspirasyon olarak tanımlamıştır. Smith vd (1996) kıyas evapotranspirasyonu, belli iklimsel koşullarda altında yetişen ve yeterli düzeyde sulanan, sağlıklı büyüyen ve toprağı tamamen gölgeleyen, 12 cm yüksekliğinde, taç aerodinamik direncinin 70 s/m, yüzey yansıtma katsayısının 0.23 olduğu çayır otları yüzeyinden meydana gelen su tüketimi olarak tanımlamışlardır.

Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon), suyun yağış biçiminde yeryüzüne düşmesinden başlayarak okyanuslara ulaşmasına ve atmosfere geri dönmeye kadar geçen sürede hidrolojik çevrimin önemli bir ögesini oluşturmaktadır. Bu öge, sulama projelerinin temel verisi ve sulama uygulamalarının en önemli elemanlarından biridir. Sulama sistemlerinin uygun bir biçimde projelenmesi ve işletilebilmesi için, proje alanındaki bitkilerin su tüketimleri konusunda güvenilir verilere gereksinim duyulmaktadır.

Bitki su tüketimi; iklim faktörleri, bitkiye ilişkin faktörler, toprak ve tarımsal uygulamalar gibi çok sayıda etmenin birlikte etkisi altında oluşan oldukça karmaşık bir olaydır (Doorenbos ve Pruitt 1977).

Bitki su tüketimini etkileyen iklim etmenleri; sıcaklık, solar radyasyon, nem, rüzgar, güneşlenme süresi ve gündüz saatleri olarak sıralanabilir. Solar radyasyon arttıkça, gerek bitki yüzeyinden gerekse toprak yüzeyinden emilen radyasyon miktarı artmaktadır. Bu olay da terleme ve buharlaşmanın artmasına neden olmaktadır (Doorenbos ve Pruitt 1977).

Yıldan yıla sıcaklıklarda görülen değişimler bitki su tüketiminde değişmelere neden olabilmektedir (Benli ve Kodal 1983). Havanın bağıl (oransal) nemi arttıkça terleme ve buharlaşma azalacağından buna bağılı olarak evapotranspirasyon da

azalmaktadır. Bitki büyüme mevsiminde düşük bağıl neme sahip bölgelerde evapotranspirasyon genellikle yüksektir.

Bitki örtüsü üzerinde rüzgar hızının fazla olması ya da gün içerisinde rüzgarın esme süresinin uzun olması, terleme ve buharlaşmayı arttırmaktadır. Yetiştirme mevsimindeki kuru sıcak rüzgarlar bitki su tüketimini artırır (Güngör 1990).

Güneşlenme süresi ve gündüz saatlerinin uzun olması güneş enerjisinin daha uzun bir zaman etkili olmasına neden olduğundan bitki su tüketimini arttırmaktadır (Allen vd 1998).

Topraktaki nem durumu, üst toprak katmanının işlenmesi ve toprağın bitki ile örtülü olması bitki su tüketimini etkileyen toprak faktörleri arasında yer almaktadır. Topraktaki nem miktarı doyma noktasına yaklaştıkça toprak yüzeyinden olan buharlaşma serbest su yüzeyinden olan buharlaşmaya yaklaşmaktadır (Tekinel ve Kanber 1981).

Üst toprak katmanının işlenmiş olması toprak yüzeyinden olan buharlaşmayı arttırdığından dolayı bitki su tüketiminin de artmasına neden olmaktadır. Bunun yanında toprak yüzeyinin bitki ile örtülme oranı arttıkça, toprak yüzeyinde gölgeleme oranı artacağından, buharlaşma miktarı az olmakta ve dolayısıyla da bitki su tüketiminin evaporasyon unsuru azalmakta, ancak vejetatif gelişmenin artmasıyla transpirasyon unsuru artmaktadır (Ayla 1985). Kanber vd (1990) üç farklı toprak serisinde yaptıkları araştırmada, çıplak toprak yüzeyinden oluşan evaporasyon kayıplarının işlenen topraklarda, işlenmeyenlere oranla daha az olduğunu belirlemişlerdir. Tekinel ve Kanber (1981) ampirik yöntemlerle evapotranspirasyon hesaplanırken bitki ve toprağa ilişkin bazı özelliklerin (bünye, renk vb.) kullanılan eşitliğin içerisine katılmasının yararlı olabileceğini saptamışlardır. O'Neil ve Carrow (1983) İngiliz çiminde toprak sıkışmasının oksijen difüzyonunu azaltarak sürgün ve kök gelişimini olumsuz etkilediğini, bitkinin su kullanımını azalttığını belirlemişlerdir. Carrow vd (1990) sıkışmış topraklarda, toprağı derin işlemenin köklenme derinliğini artırarak su kullanımını artıracığını saptamışlardır.

Bitki su tüketimine etki eden bitki etmenleri; bitki cinsi, gelişme devresi ve bitki büyüme mevsiminin uzunluğu olarak sıralanabilir. Bitkilerin terleme organları olan yaprakların büyüklüğü ve birim alandaki gözenek sayıları değişik bitkilerde önemli düzeyde farklılık gösterdiğinden bitki su tüketimi de bitkiler arasında önemli düzeyde farklılık göstermektedir (Benli ve Kodal 1983).

Bitki su tüketimi, belirli bir bitkinin değişik gelişme devrelerinde de farklılık göstermektedir. Ekimden sonra ilk gelişme devresinde, kök gelişmesi ve vejetatif gelişme başlangıç aşamasında olduğundan bitkinin kullandığı su miktarı oldukça azdır. Bitki su tüketimi değerleri, gelişmenin tamamlandığı çiçeklenme devresine kadar gittikçe artar ve genellikle çiçeklenme devresinde maksimum değerine ulaşır. Bu devreden sonra hasada kadar bitki su tüketiminde tekrar belirli oranda azalma meydana gelir (Ayla 1993).

Doorenbos ve Kassam (1979) bitki su tüketimi üzerinde etkili olan diğer etmenleri; su sağlama düzeni, fiziksel etmenler ve çiftlik idaresi şeklinde belirtmişlerdir.

## 2.2. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

ET miktarının hesaplanması veya ölçülmesine ilişkin geniş bir literatür söz konusudur (Jensen 1973, Doorenbos ve Pruitt 1977, Teare 1984, Jensen vd 1990).

Jensen (1973) bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan yöntemleri; doğrudan ölçüm yöntemleri (tank ve lizimetreler, tarla deneme parselleri, nem azalmasının denetimi ve havzaya giren ve çıkan akışın ölçülmesi) ve iklim verilerinden kestirim yöntemleri (mikrometeorolojik yöntemler, ampirik yöntemler ve kıyas bitki su tüketim yöntemleri) şeklinde sınıflandırmıştır.

Doğrudan ölçüm yöntemlerinde, bitki su tüketimi doğrudan tarla veya lizimetre koşullarında ölçülmektedir. Bu yöntemlerin sağlıklı sonuçlar vermesine karşın, pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle daha çok iklim verilerinden kestirim eşitliklerinin kalibrasyonu ve yöresel katsayıların bulunması amacıyla kullanımı söz konusudur. Tank ve lizimetreler, bitki su tüketimini belirleme yöntemleri içerisinde denetlemesi

yapılamayan su kayıpları söz konusu olmadığından, gerçeğe daha yakın değerlerin elde edilmesine olanak sağlayan sistemlerdir. Birçok araştırmacı lizimetreleri, su dengesi eşitliğindeki parametrelerin tam olarak belirlenmesinde kullanılan, bir hidrolojik deneme yöntemi diye tanımlamışlardır. Fakat lizimetreler sadece toprak yüzeyinden meydana gelen evaporasyon (buharlaşma) veya bitkilerden meydana gelen evapotranspirasyona (buharlaşma+terleme) ilişkin bilgilerin toplanmasında değil, aynı zamanda mikrometeorolojik yöntemlerin uygunluğunun saptanması ve evapotranspirasyon (ET) tahmininde kullanılan ampirik eşitliklerin kalibrasyonunda başlı başına bir denetim yöntemi olarak oldukça büyük bir önem taşımaktadırlar (Aboukhaled vd 1982).

Balcı (1973) tank ve lizimetreler daha güvenilir sonuçlar verdiği için ülkemizde de yaygın olarak kullanıldığını belirtmiştir.

Kültür bitkilerinin su tüketiminin saptanmasında tarla deneme parsellerinin kullanılmasına Widstoe tarafından 1902 yılında Utah Eyalet Üniversitesinde başlanmıştır (Israelsen ve Hansen 1962).

Topraktan nem azalmasının denetimi yönteminde; toprak nemindeki değişimler, gravimetrik örnekler alınarak veya arazide alçı blokları, tansiyometre ve nötronmetrelerle belirlenebilmektedir. Beyce vd (1972) topraktan nem azalma yöntemini kullanarak Türkiye'de sulanan bazı bitkilerin su tüketimlerini incelemişlerdir.

Havzaya giren ve çıkan akışın ölçülmesi yönteminde, hesaplama yapılacak alana giren ve çıkan yıllık akış, yıllık yağış ile toprakta yılın başlangıcında ve sonunda yer altı su düzeyindeki değişmelerin bilinmesi gerekir. Bu yöntemle bitki su tüketimi saptanırken, yılın başlangıcında ve sonunda toprakta kapilarite ile tutulan suyun farkı hesaplama dışında tutulur (Güngör 1990).

İklim verilerinden kestirim yöntemlerinde ise birçok iklim etmeninin dikkate alındığı eşitlikler kullanılmaktadır. Bu eşitliklerin tamamı geliştirildikleri bölgenin iklim koşullarına benzer iklim koşullarına sahip bölgelere uygulandıklarında güvenilir

sonuçlar verirler. Yapılan çalışmalar, iklim verilerinden yararlanan mevcut yöntemlerden hiç birinin bütün iklim bölgelerinde özellikle tropik alanlarda ve denizden yüksek bölgelerde bölgesel kalibrasyonları yapılmadan yeterli sonuçlar vermediklerini ortaya koymuştur (Jensen 1973, Allen vd 1998).

İklim verilerinden kestirim yöntemleri içerisinde yer alan mikrometeorolojik yöntemler (Duncan, Swinbank, Enerji Bütçesi Yöntemi, Kombinasyon ve Eddy Korelasyon Yöntemi) atmosferin sınır tabakasındaki su buharı akış yoğunluğunun bir ölçümüne dayanmaktadır. Mikrometeorolojik yöntemlerle, birkaç dakika içerisinde evapotranspirasyonun belirlenmesi olanaklı olmasına rağmen, ölçümdeki zorluklardan dolayı kullanımları sınırlıdır. Mikrometeorolojik yöntemler içerisinde Eddy korelasyon yöntemi daha çok kullanılmakta ve tercih edilmektedir. Çünkü bu yöntem, mikrometeorolojik yöntemler içerisinde yüzey koşullarına en az bağımlı olan yöntemdir (Hagan vd 1967).

Amirik yöntemler (Radyasyon Yöntemleri, Sıcaklık Yöntemleri, Sıcaklık ve Buhar Basıncı Yöntemleri, Rutubet Yöntemleri ve Pan ve Atmometre Yöntemleri) belirli bir bölge, bitki, bitki gelişim dönemi ve sezonu için uygulanmaktadır. Amirik eşitliklerin güvenilirliği bölgesel kalibrasyonları yapıldığı takdirde artmaktadır. Amirik yöntemler içerisinde yer alan radyasyon yöntemleri geniş kullanıma sahip en güvenilir yöntemlerdir. Pan ve atmometreler, bakım ve yerleştirilme problemlerinden dolayı kullanışlı değildirler (Hagan vd 1967).

Günümüzde bitki su tüketiminin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan yaklaşım, önce kıyas (referens) bir bitki (çim veya yonca gibi) için su tüketimini tahmin etmek, sonrada bu değeri bitki katsayısı ile düzeltmek yoluyla bitki su tüketimini elde etmektir.

Söz konusu yaklaşımda bitki su tüketimi aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Doorenbos ve Pruitt 1977).

$$ET = kc \cdot ET_0$$

### Eşitlikte;

- ET = Bitki su tüketimi  
kc = Bitki katsayısı  
ET<sub>0</sub> = Kıyas (referens) bitki su tüketimi

Çim bitkisi temel alınarak geliştirilen iklim verilerine dayalı kıyas bitki su tüketimi tahmininde en yaygın olarak kullanılan yöntemler; Blaney-Criddle, Penman, Solar Radyasyon, A Sınıfı Buharlaşma Kabı ve Penman-Monteith yöntemleridir.

Doorenbos ve Pruitt (1977) Blaney-Criddle, Penman, Net Radyasyon ve A Sınıfı Buharlaşma Kabı olmak üzere dört yöntemle çim benzeri bir kıyas bitkiden evapotranspirasyonu (ET<sub>0</sub>) hesaplamada kullanılacak bir rehber hazırlamışlardır.

Güngör (1990)'ün bildirildiğine göre, birçok araştırmacı hangi bölgelerde hangi tahmin yönteminin kullanılabileceğini saptamak amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Örneğin; Güney Florida'da U.S Weather Bureau yönteminin (Stephens ve Stewart 1963), Kuzey Tayland'da çeltik bitkisi için Penman yönteminin (Christiansen 1968), Nevada'da Oliver yönteminin (Behnke ve Maxey 1969), İsrail'de yonca bitkisi için Kap buharlaşma yönteminin (Lomas ve Schlesinger 1970), Ohio'da mısır bitkisi için radyasyon ölçümlerine dayalı yöntemlerin (Parmele ve McGuinness 1974) daha sağlıklı sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Ülkemizde de bitki su tüketiminin belirlenmesiyle ilgili bir çok çalışma yapılmıştır. Tekinel ve Kanber (1981) Çukurova koşullarında pamuk bitkisinin lizimetrelerde elde edilen su tüketimleri ile Blaney-Criddle, Penman, Turc, Hargreaves ve Thornthwaite yöntemleriyle elde edilen su tüketimleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir ilişki bulmuşlar ve pamuk bitkisinin su tüketiminin tahmin edilmesinde sırasıyla Blaney-Criddle, Hargreaves ve Penman yöntemlerinin kullanılabilceğini belirlemişlerdir. Ankara koşullarında ise şekerpancarı bitkisi için Jensen-Haise, Penman (FAO) ve Kap buharlaşması (FAO) yöntemlerinin, taze fasulye bitkisi için Kap buharlaşması (FAO) yönteminin (Yıldırım 1994), ayçiçeği, patates, yonca, mısır, fasulye ve çilek bitkisi için

Penman (FAO) ve Kap buharlaşması (FAO) yöntemlerinin (Ayla 1985), biber bitkisi için Penman (FAO) yönteminin (Orta 1997) ve ayçiçeği bitkisi için Christiansen-Hargreaves ve Jensen-Haise yöntemlerinin daha sağlıklı sonuç verdiği saptanmıştır (Kadayıfçı 1996).

Oylukan (1967) lizimetre yöntemi ile yer fasulyesinin su tüketimini mevsimlik 500, günlük 5.2 mm, yoncanın su tüketimini ise mevsimlik 1100-1200, günlük 7 mm olarak saptamıştır.

Kanber (1977) Çukurova'da lizimetre koşullarında üç farklı toprak serisinde gerçekleştirdiği çalışmada, pamuk bitkisinin gerçek su tüketimini arıklı, incirlik ve arpacı serilerinde sırasıyla 630.25, 798.32 ve 787.62 mm olarak belirlerken; Blaney-Criddle, Penman, Thornthwaite, Turc ve Hargreaves yöntemine göre sırasıyla 692.2, 711.86, 825.54, 968.22 ve 694.87 mm olarak saptamıştır.

Wright ve Jensen (1978) Kimberly, İdoha'da, yonca bitkisinin gerçek su tüketimini tartılı lizimetrelerde 128 günlük bir periyotta ortalama olarak 7.23 mm/gün, bu devrede Penman'ın geliştirilmiş denkleminde hesaplanan evapotranspirasyonu ise 7.15 mm/gün olarak belirlemişlerdir. Gerçek evapotranspirasyon ile hesaplanan evapotranspirasyon arasındaki farkın standart sapması 0.84 mm/gün olmuştur.

Benli ve Kodal (1979) özellikle sahil bölgelerimiz için önerilebilecek bitki su tüketimi hesaplama yöntemlerini A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşma değerleriyle kıyaslamak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, İzmir'de yıllık toplam evaporasyon değerleri bakımından Christiansen yönteminin, Antalya'da ise Penman yönteminin deneysel sonuçlara en yakın değerleri verdiğini saptamışlardır. Meyer yöntemi genel olarak bütün yöreler için gerçeğe en yakın tahminleri sağlamıştır.

Kanber ve Kırdı (1984) lizimetreleri kullanarak Çukurova iklim koşullarında en fazla verimin elde olduğu sulama programına ilişkin su tüketim değerleri ile 13 ayrı ampirik yöntemle sezilen tüketim miktarlarını karşılaştırarak bir aylık devreler için

pamuk su tüketiminin belirlenmesinde Penman, Christiansen-Hargreaves, Makking, Blaney-Cridde, Hargreaves ve Hamon eşitliklerinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Oğuzer vd (1984) Class A Pan, Piche , Livingstone, Wild tank ve evaporimetre yöntemleriyle ölçülen evaporasyon değerleri ile yonca, pamuk, pırasa, mısır ve fiğ bitkilerinin lizimetrelerde saptanan evapotranspirasyon miktarlarını karşılaştırdıkları araştırmada, Class A Pan değerlerinin bir aylık periyotlardaki evapotranspirasyonun kestiriminde kullanılabilceğini saptamışlardır.

Ayla (1985) Ankara koşullarında ayçiçeği, patates, yonca ve mısır bitkilerinin tartılı lizimetrelerle belirlenen gerçek bitki su tüketimleri ile ampirik modellerle (Christiansen, Pan buharlaşması, Turc, Penman, Jensen-Haise ve USDAHL-70) hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerlerini karşılaştırmıştır. Çalışmada her bitki için önem kazanan ortak modelin USDAHL-70 olduğu saptanmıştır. Aynı araştırmacı diğer bir çalışmasında Ankara koşullarında fasulye, çilek, buğday ve şekerpancarı bitkileri için de benzer sonuçlara ulaşmıştır (Ayla 1993).

Sammis vd (1985) New Mexico'da mısır, sorgum, yonca ve pamukta aylık evapotranspirasyonu tartılı olmayan lizimetrelerde ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, Penman denklemi ile potansiyel evapotranspirasyonu hesaplayarak, aylık bitki katsayısını (ET/ETp) anılan bitkiler için sırasıyla 0.71, 0.65, 0.91 ve 0.69 olarak saptamışlardır.

Dugas ve Ainsworth (1985) Penman ve Priestley-Taylor potansiyel evapotranspirasyon denklemlerini karşılaştırmışlar ve Priestley-Taylor eşitliğinin mısır, buğday ve sorgum bitkilerinde modelden elde edilen verimleri Penman eşitliğine kıyasla sırasıyla %42, %71 ve %41 daha az saptadığını belirlemişlerdir.

Kodal ve Güler (1988) Orta Anadolu'daki tarım işletmelerinde yetiştirilen bitkiler için Blaney-Cridde yöntemine göre hesaplanan aylık bitki su tüketimlerinin sulama sistemlerinin projelenmesinde kullanılabilceğini, ancak, sulama zamanının planlaması çalışmalarında 10 gün veya daha kısa dönemlere ilişkin su tüketimleri kullanılması



gerektiğini saptamışlardır. Kodal (1988) ise meyve ağaçlarının su tüketimi tahmini için Blaney-Criddle yönteminin, sulama zamanının planlanması çalışmalarında ise Penman yönteminin kullanılmasını önermiştir.

Jensen vd (1990) Penman yöntemlerinde kullanılan rüzgar fonksiyonunun ve sıcaklık yöntemlerinin bölgesel kalibrasyon gerektirdiğini, radyasyon yöntemlerinin aerodinamik dönemin kısa olduğu nemli bölgelerde iyi sonuçlar verdiğini, pan evapotranspirasyon yöntemlerinin açık su yüzeyi buharlaşmasından tahmin edilen bitki su tüketimini yansıttığını ve Penman-Monteith yaklaşımının ise hem kuru ve hem de nemli iklimlerde daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Yıldırım (1994) Ankara koşullarında mısır bitkisinin on günlük dönemlerde su tüketiminin tahmininde Penman (FAO) ve Radyasyon (FAO) yöntemlerinin Doorenbos ve Pruitt'de (1977) verilen bitki katsayıları ile kullanılması durumunda sağlıklı bitki su tüketimi tahminleri verdiğini saptamıştır.

Tantawy vd (1993) Mısır'da, domates bitkisinin su tüketimini belirlemek için bir dizi araştırma gerçekleştirmişler ve 1 m<sup>2</sup> yüzey alanlı drenaj tipi lizimetrelerden elde olunan bitki su tüketim değerleri ile Class A Pan buharlaşma kabı değerlerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre her iki yöntemle belirlenen su tüketimleri arasında herhangi bir farkın olmadığı belirlenmiştir.

Khan vd (1993) 2.4x1.9x3 m ebatlarında mercimek ekili lizimetrelerde 14 hafta boyunca ölçülen bitki su tüketim değerleri ile A sınıfı buharlaşma kabı yöntemiyle belirlenen bitki su tüketimi değerlerini sırasıyla 1.93 ve 2.44 mm/gün olarak saptamışlardır.

Şaylan ve Çepniler (1995) potansiyel bitki su tüketimini Blaney-Criddle ve Penman-Monteith eşitliğinin bir uyarlaması ile gerçek bitki su tüketimini ise Bowen oranı enerji dengesi sistemiyle belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, Bowen oranı enerji dengesi sistemi ile ölçülen evapotranspirasyon %17 daha az belirlenirken, buna karşılık Blaney-Criddle eşitliği evapotranspirasyonu %47 daha fazla hesaplamıştır.

Howell vd (1995) tartılı lizimetrelerde yaptıkları araştırmada, kışlık buğdayın mevsimlik evapotranspirasyonunun 791 - 951 mm arasında, bitki katsayılarının ise 0.83 ile 0.94 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Abteu ve Obeysekera (1995) kofa (*Typha dimongensis*) bitkisinin lizimetreden elde ettikleri bitki su tüketim değerlerini Penman-Monteith, Priestley-Taylor ve Penman modelleri ile karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, Penman eşitliği 0.57, Priestley-Taylor eşitliği 0.53, Penman-Monteith eşitliği ise 0.39 mm/gün hatayla evapotranspirasyonu vermiştir.

Steele vd (1996) lizimetreden ölçülen mısır bitkisinin su tüketimini Jensen-Haise ve Penman-Allen eşitliklerinden hesaplanan bitki su tüketimi değerleriyle kıyaslamışlardır.

Ibrahim (1996) Mısır'da soya fasulyesinin bitki su tüketimi değerlerini Blaney-Criddle, Radyasyon, Modifiye Penman, Rijtema, Thornthwaite, Jensen-Haise, Turc ve Pan Buharlaşması eşitliklerini kullanarak hesaplamıştır. Araştırmacı, potansiyel evapotranspirasyonun hesaplanması için  $ET_p = 0.1642 + 0.8E_p$  ( $E_p$ : pan buharlaşması, cm/gün) eşitliğini önermiştir.

Mokabel ve Fahmy (1996) sera ve tarla koşullarında domates bitkisinin potansiyel evapotranspirasyonunu Blaney-Criddle, Penman ve El-Shafei eşitlikleri yardımıyla belirlemeye çalışmışlardır. Shawky ve Sallam (1996) ise Mısır'da 8 ayrı bölgede 15 farklı eşitliği kullanarak potansiyel evapotranspirasyonu belirlemişler, söz konusu bölgeler için birbirinden farklı eşitliklerin kullanılabileceğini saptamışlardır.

McGlinchey ve Inman-Bamber (1996) şekerkamışında Penman-Monteith eşitliği ile elde edilen potansiyel bitki su tüketim değerleri ile lizimetreden elde edilen gerçek su tüketim değerlerinin istatistiksel anlamda %95 oranında benzerlik gösterdiğini bulmuşlardır.

Rana vd (1996) soya fasulyesi, sorgum ve ayçiçeği bitkilerinin Bowen oranı yöntemiyle ölçülen su tüketim değerlerinin Penman-Monteith eşitliği ile hesaplanan

değerlerle %95-%98 arasında benzerlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Benzer şekilde Saravi vd (1996), Arizona'da yonca bitkisinin su tüketim değerlerini Bowen oranı ve Penman-Monteith yöntemiyle hesaplayarak benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Steduto vd (1996) 7 Akdeniz ülkesinde yaklaşık 3000 günlük tartılı lizimetre ve 750 günlük drenaj tipi lizimetre değerlerinden hesaplanan evapotranspirasyon değerlerini karşılaştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre FAO Penman-Monteith eşitliğinin her ülkede sağlıklı sonuçlar verdiği, ancak bazı iklim koşullarında bu eşitliğin evapotranspirasyonu düşük tahmin ettiği ortaya konmuştur.

Martin (1996) Penman-Monteith, FAO Penman ve Blaney-Criddle bitki su tüketim eşitliklerini kıyaslamışlar, ölçülen ve eşitliklerden hesaplanan değerler arasında en yakın ilişkiyi Penman-Monteith eşitliğinden elde etmişlerdir.

Yüksel ve Erdem (1997) Kırklareli yöresinde buğday bitkisi için bitki su tüketim tahminlerinde Penman FAO yönteminin, şekerpancarı ve ayçiçeği bitkileri için Blaney-Criddle yönteminin kullanılabilceği sonucuna ulaşmışlardır.

Howell ve Steiner (1997) mısır, sorgum ve kışlık buğday bitkilerinde lizimetreleri kullanarak elde edilen bitki su tüketimi değerlerini, Penman-Monteith, Penman 1948, Priestly-Taylor, Jensen-Haise ve Pan buharlaşması eşitliklerinden elde edilen değerlerle karşılaştırarak, bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilcek en güvenilir eşitliğin Penman-Monteith eşitliği olduğunu saptamışlardır.

Tekirdağ koşullarında mısır bitkisinin su tüketiminin tarla koşullarında toprak nemi azalmasının denetimi yoluyla belirlendiği bir çalışmada, Blaney-Criddle, Penman-Monteith, Penman (FAO), Jensen-Haise, Kap buharlaşması ve Christiansen-Hargreaves yöntemleri ile hesaplanan potansiyel su tüketim değerleri içinde en sağlıklı tahminin Jensen-Haise yöntemi ile elde edilebileceği saptanmış ve bu yöntemle ilişkin kc bitki katsayısı eğrileri hazırlamıştır (Orta vd 1997).

Selenay ve Kadayıfçı (1999) Ankara koşullarında tartılı lizimetre ile elde edilen yoncanın bitki su tüketim değerlerini bazı kısa periyotlu bitki su tüketimi yöntemleriyle karşılaştırmışlar, deneme koşulları için en sağlıklı yöntemin Jensen-Haise yöntemi olduğunu belirlemişlerdir.

### 2.3. Çim Su Tüketimi İle İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar

Çim alanlar, genellikle toprak yüzeyini örten, sık bir halde gelişen, homojen bir görünüşe sahip ve devamlı biçilerek kısa tutulan, çoğunlukla Gramineae familyasına dahil olan bitki topluluklarının bulunduğu kültürel yolla oluşturulmuş yeşil yüzeylerdir (Orçun 1969). Çim alanlarının toz ve toprak zerrecilerinin havaya karışmasını önlemek, toz bulutlarını ve güneş ışınlarını absorbe etmek, çeşitli oyun ve spor etkinlikleriyle rekreasyon alanları için gerekli zeminleri oluşturmak, toprağı tutmak, canlı ve engin bir görünüş sağlamak, dinlendirici etki yaratmak, kitle ile yüzey arasında canlı ve uyumlu geçişi sağlamak gibi çok sayıda ve çok yönlü işlevleri bulunmaktadır (Küçükbaş vd 1997).

Çim bitki su tüketimi ile ilgili günümüze kadar çok sayıda araştırma yapılmıştır. Van Bavel ve Harris (1962) Nort Carolina'da lizimetre çalışmalarında Bermudagrass (*Cynodon spp.*) çiminin gerçek evapotranspirasyon değerlerini Penman,  $0.8xH$  ( $H$ : Gelen net radyasyon) ve Penman nomogramı yardımıyla hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerleriyle karşılaştırmışlar, maksimum evapotranspirasyon değerlerini söz konusu yöntemler için sırasıyla 420.9, 474.2, 396.8 ve 369.9 mm olarak saptamışlardır.

Biran vd (1981), Kneebone ve Pepper (1982) serin iklim çimlerinin sıcak iklim çimlerinden daha yüksek ET düzeyine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Çim alan yöneticilerinin su tasarrufuna ilgisi büyüktür. Kneebone ve Pepper (1982) Bermuda çiminin farklı iki çeşidinde ET düzeylerinin farklı olmadığını bulmuşlardır. Buna karşın Biran vd (1981), Kneebone ve Pepper (1982), Shearman (1986), Aronson vd (1987), Kopec vd (1988), Kim ve Beard (1988) gibi araştırmacılar ET miktarlarında türler arası farklar bildirmişlerdir. Elde edilen veriler çim alan oluşturulurken ET düzeyi

düşük çeşitlerin seçilmesinin ıslah ve seleksiyon programlarında ET düzeyi düşük çeşitlerin geliştirilmesinin su muhafazası açısından kuvvetli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Meyer ve Gibeault (1986) sıcak iklim çimlerinin, su muhafazası açısından serin iklim çimlerinden daha büyük bir potansiyele sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

O'Neil ve Carrow (1983) üç farklı toprak tipinde (sıkıştırılmamış, orta derecede sıkıştırılmış ve ağır derecede sıkıştırılmış) İngiliz çiminin (*Lolium perenne* L.) günlük su tüketimini sırasıyla 10.1, 6.3 ve 3.2 mm/gün olarak hesaplamışlardır.

Kneebone ve Pepper (1984) aşırı (364 mm/hafta) sulanması durumunda Bermuda çiminin yıl boyunca 8 mm/gün su kullandığını belirlemişlerdir. Kneebone vd (1992) ise çimin tipik su kullanımının 2.5-7.5 mm/gün arasında değiştiğini, en fazla 12 mm/gün olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada maksimum günlük su kullanımı 25 mm olarak saptanmış, ancak bunun yüksek advektif ısı ve toprak yüzünün nemli kalmasından ileri gelen aşırı bir kayıp olduğu açıklanmıştır.

Howell vd (1985) çim ekili lizimetrelerden elde edilen bitki su tüketimi değerlerini Doorenbos ve Pruitt (1977)'de verilen potansiyel evapotranspirasyon değerleriyle karşılaştırmışlar, Mayıs ayının son dört gününde hesaplanan bitki su tüketimi değerleri lizimetre değerlerinden %5 daha fazla olarak belirlenmiştir.

Tankut (1986) Çukurova koşullarında çim ve yonca kıyas bitki su tüketimlerini tahmin edilmesinde kullanılan bazı ampirik eşitliklerin kalibrasyonu üzerindeki çalışmada, çim bitkisi kıyas bitki su tüketiminin tahmininde Blaney-Criddle ve Radyasyon, yonca bitkisi kıyas bitki su tüketiminin hesaplanmasında ise Hargreaves eşitliklerinin kullanılabileceğini önermiştir. Anılan araştırmacı, yonca ve çim için gerçek su tüketimini sırasıyla 2.3-8.0 mm/gün ve 1.4-6.8 mm/gün arasında saptamıştır.

Shearman (1986) sulanan 20 çayır salkım otu çeşidinde ET'nin çeşitlere bağlı olarak 3.86-6.43 mm/gün arasında değiştiğini, yeşil görünümün ET ile önemli bir

korelasyon gösterdiğini, sıcaklığın 25°C'den 35°C'ye yükselmesiyle ET'nin 1.1'den 1.7 kata kadar arttığını saptamışlardır.

Allen (1986) Kimberly, Idaho ve Coshocton, Ohio'da, çim ve yonca ekili lizimetrelerdeki bitki su tüketim değerlerini Penman kombinasyon evapotranspirasyon eşitlikleriyle kıyaslamıştır. Monteith ve Thom-Oliver eşitlikleri her üç bölgede en iyi sonuçları verirken, Orijinal Penman ve Priestely-Taylor versiyonlu eşitlikler Kimberly'de bitki su tüketimini düşük olarak hesaplamıştır.

Fry ve Butler (1989a) serin iklim türleri olan kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) ve sert yumak (*Festuca longifolia* Thuill.) çimleriyle lizimetrelerde yaptıkları çalışmada en iyi sonuçları 2 ve 4 gün aralıklarla ETp'nin (potansiyel ET'nin) %75 veya %100'ü düzeyinde sulamalardan almışlardır. Aynı araştırmacılar başka çalışmalarında bataklık tavus otu (*Agrostis palustris* Huds.) ve yıllık salkım otu (*Poa annua* L.)'nun Et düzeylerinde küçük farklılıklar belirlemişlerdir.

Fry ve Butler (1989b) Fort Collins, Colorado'da, 1985-1986 yıllarında tek yıllık salkım otu (*Poa annua* L.) ve tavus otunun (*Agrostis palustris* Huds.) bitki su tüketimlerini, Feldhake vd (1983) tarafından belirtilen lizimetreleri kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Biçim yüksekliği 6 mm olan tek yıllık salkım otunun 1985 ve 1986 yıllarındaki ortalama günlük su tüketimi sırasıyla 4.1 ve 4.6 mm/gün olarak hesaplanırken, biçim yüksekliği 12 mm olan tavus otunun günlük su tüketimi 4.4 ve 4.9 mm/gün olarak hesaplanmıştır.

Allen ve Fisher (1990) çim ekili 1m<sup>2</sup> alanlı lizimetrelerden elde ettikleri bitki su tüketim değerlerinin Penman-Monteith eşitliğinden elde edilen değerlerle yakın bir ilişki gösterdiğini saptamışlardır.

Çimin su gereksinimine ilişkin değerlerin değişim aralığının geniş olması nedeniyle mm/gün veya mm/hafta terimleriyle önerilerde bulunmak güçtür. İklimsel ve yerel farklılıkların genelleştirilmesiyle, çimin tipik su gereksiniminin A sınıfı buharlaşma

kabından olan buharlaşmanın sıcak iklim çimlerinde %55-65'i, serin iklim çimlerinde %65-80'i kadar olduğu bulunur (Kneebone vd 1992).

Casilli vd (1992) 1981-1989 yılları arasında çim bitkisinin su tüketimi üzerine yaptıkları araştırmada, lizimetreden elde edilen bitki su tüketim değerleriyle Penman-Monteith eşitliğinden elde edilen değerlerin hemen hemen aynı olduğunu belirlemişlerdir.

Birçok çalışma, biçim yüksekliğinin artmasıyla çimin su kullanımının arttığını ortaya koymuştur (Madison ve Hagan 1962, Biran vd 1981, Fry ve Butler 1989b, Feldhake vd 1993 ve 1994). Biçim sıklığının artması da su kullanımını artırıcı etki yapar. Öte yandan kör bıçaklarla yapılan biçim, parçalama, yırtılma ve ezilmeler nedeniyle geçici olarak yapraklardan olan su kaybını artırır. Su kullanımının çok küçük bir oranını kapsayan etki golf sahaları gibi sık biçilen alanlarda önemli bir düzeye ulaşabilir (Kneebone vd 1992).

Ayla'nın (1993) bildirdiğine göre Brutseart (1965), değişik yöntemlerle elde edilen aylık evapotranspirasyon verilerini gerçek evapotranspirasyon verileri ile mukayese etmiştir. Bahiagrass (*Paspallum notatum*) ekili drenaj tipi lizimetrelerde saptanan aylık evapotranspirasyon değerleri Thornthwaite, Blaney-Criddle, Blaney-Morin, Penman ve Pan buharlaşması verileri karşılaştırılmıştır. Thornthwaite yöntemi bitki su tüketimini %10-40 arasında fazla tahmin etmiş, Blaney-Criddle yöntemine göre korelasyon katsayısı %1 seviyesinde önemsiz, pan buharlaşmasındaki ilişkinin korelasyon katsayısı ise  $r=0.977$  olarak saptanmıştır.

Garrot ve Mancino (1994) kurak koşullarda yıllık 834-930 mm su uygulanması durumunda Bermuda çiminin genel çim kalitesi, dayanım, renk ve toprağı örtme yönünden kayba uğramadan kalabileceğini göstermişlerdir.

Phene vd (1996) çim bitkisinin su tüketimini lizimetreleri kullanarak 9.3 mm/gün olarak belirlerken, A sınıfı buharlaşma kabından elde edilen değeri 8.9 mm/gün olarak belirlemişlerdir.

Ahmadi (1996) Mazandaran, İran'da 21 ayı bölgede çim kıyas bitki su tüketimini Blaney-Criddle, Thornthwaite, Penman-Monteith ve Hargreaves eşitliklerini kullanarak belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, en düşük ve en yüksek evapotranspirasyon değerleri sırasıyla Aralık ayında (0.74 mm/gün), Haziran ayında (6.26 mm/gün) olarak belirlenmiştir.

Wright (1996) Idoha, Kimberly'de iklim verileri ve lizimetreleri kullanarak yonca ve çimin kıyas evapotranspirasyonunu belirlemişlerdir. Araştırma sonucuna göre yoncanın günlük su tüketimi birkaç günden dışında 10 mm/günü geçerken, çimin günlük su tüketimi 8 mm/gün olarak belirlenmiştir. Çim bitkisinin 569 gün boyunca toplam su tüketimi Penman eşitliği ile 3.038 mm bulunurken, lizimetreden elde edilen değer 3.015 mm olarak hesaplanmıştır. Araştırmacı, eşitlikle hesaplanan değerle lizimetreden hesaplanan değer arasında %0.4'lük küçük bir fark bulunduğunu saptamıştır.

Mecham (1996) Colorado'da 1993-1995 yılları arasında Kentucky Bluegrass (çayır salkım otu)'ın lizimetrelerle elde edilen gerçek bitki su tüketim değerini Penman-Monteith, 1982 Kimberly-Penman, Penman 1963, Hargreaves 1985, FAO Blaney-Criddle ve FAO Penman eşitlikleriyle karşılaştırmış, Colorado için önerilebilecek eşitliğin Penman-Monteith eşitliği olduğunu saptamıştır.

Schneider vd (1996) Bushland, U.S.A ve Mısır'da çim ve yonca ekili lizimetrelerden elde edilen su tüketimlerini eşitliklerden belirlenen su tüketimleri ile karşılaştırmışlar, Penman-Monteith eşitliği bitki su tüketimini lizimetrelerden ölçülen gerçek su tüketiminden az, Kimberly-Penman eşitliği gerçek su tüketimi değerinden daha fazla hesaplarken Penman 1963 eşitliği ile belirlenen bitki su tüketiminin lizimetrelerden elde edilen değerlere çok yakın olduğunu belirlemişlerdir.

Henggeler vd (1996) Texas ve New Mexico'da çim bitkisinin lizimetrelerden elde edilen kıyas bitki su tüketim değerlerini Penman-Monteith, 1982 Kimberly-Penman, FAO-24 Penman, 1963 Penman, 1985 Hargreaves-Samani, FAO-24 Radyasyon, FAO-24 Blaney-Criddle ve FAO-24 Pan buharlaşması eşitlikleri ile karşılaştırmışlar, Penman-Monteith eşitliğinin en güvenilir yaklaşım olduğunu belirlemişlerdir.



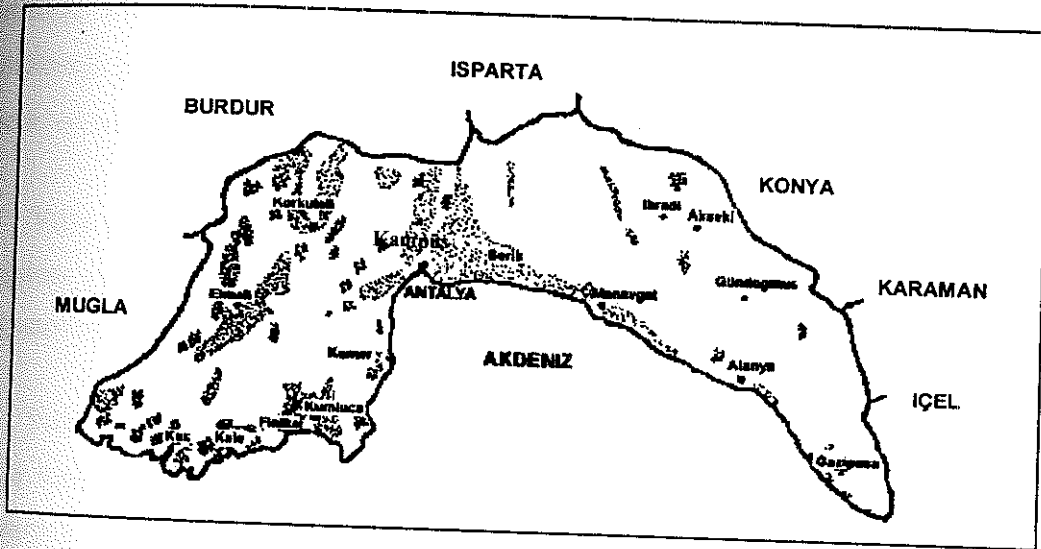
### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma yeri

Çalışma, Antalya’da, Akdeniz Üniversitesi, Kampüs sahası içinde bulunan Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında yürütülmüştür. Araştırma alanı  $30^{\circ} 38' 30''$ - $30^{\circ} 39' 45''$  Doğu boylamları ve  $36^{\circ} 53' 15''$ - $36^{\circ} 54' 15''$  Kuzey enlemleri arasında yer almakta olup denizden yüksekliği 54 m’dir (Anonim 1998).

Antalya İli, doğuda İçel ve Karaman, batıda Muğla, kuzeyde Burdur, Isparta ve Konya, güneyde ise Akdeniz ile çevrilmiştir. Antalya ilinin coğrafi konumu ve tarım alanlarının il içerisindeki dağılımı Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Antalya İlinin Coğrafi Konumu ve Tarım Alanlarının İl İçerisindeki Dağılımı (Anonim 1998).

##### 3.1.2. Toprak özellikleri ve topoğrafya

Deneme alanında bulunan topraklar Gölbaşı serisine girmektedir. Masif travertenler üzerinde gelişmiş bulunan Gölbaşı serisi toprakları fazla profil gelişimi göstermeyen ve genç topraklar olmaları nedeniyle Entisol ordosuna dahil edilmiştir. Çeşitli yan dere ve yüzey akışlarla yarılmış bulunan Gölbaşı serisi toprakları sıg ve çok sıg toprak profillerine sahiptir. İyi korunabilmiş, erozyona uğramamış alanlarda dahi toprak derinliği 30-40 cm’yi geçmemektedir. AC horizonlu ve çok genç olan bu seri

topraklarının bütün profilleri killi-tın tekstüre sahiptir. Kireç bakımından oldukça zengindir. Hemen hemen düz veya düze yakın topografyalarda yer alırlar. Solumda kırmızımsı kahverengi, ana materyalde ise portakal ve sarımsı portakal rengini alırlar (Sarı vd 1993).

Deneme yeri topraklarında taban suyuna rastlanılmamıştır. Deneme alanı topraklarına ilişkin belirlenen kimi temel fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

### 3.1.3. İklim özellikleri

Akdeniz iklim kuşağı içerisinde bulunan Antalya ilinde, kışlar ılık ve yağışlı, yazlar kurak ve sıcak geçmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü aylara ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel veriler Çizelge 3.2'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, Antalya'da yıllık ortalama sıcaklık  $18.5^{\circ}\text{C}$ 'dir. En soğuk ay  $9.9^{\circ}\text{C}$  ile Ocak, en sıcak ay ise  $28.1^{\circ}\text{C}$  ile Temmuz ayıdır.

Yıllık ortalama yağış toplamı  $1052.3$  mm olmasına karşın yağışların yıl içerisindeki dağılımı eşdeğer değildir. Yağışlar en çok  $256.0$  mm ile Aralık ayında, en az  $2.1$  mm ile Ağustos ayında oluşmaktadır.

Yıllık ortalama oransal nem, %64 dolaylarındadır. Oransal nemin en yüksek olduğu aylar %68 ile Ocak, Şubat, Mayıs ve Kasım ayları, en düşük olduğu aylar ise %58 ile Temmuz ve Eylül aylarıdır. Yıllık ortalama güneşlenme şiddeti  $412.21$  cal/cm<sup>2</sup>/dak'dır.

Açık su yüzeyinden olan yıllık toplam buharlaşma miktarı  $1796.8$  mm'dir. Buharlaşma  $276.5$  mm ile Temmuz ayında en yüksek,  $72.7$  mm ile Ocak ayında en düşük değerlerde olmaktadır. Yıllık ortalama rüzgar hızı  $3.1$  m/sn'dir. Rüzgar hızı en çok  $3.5$  m/sn ile Şubat ayında, en az ise  $2.7$  m/sn ile Mayıs ayında gerçekleşmektedir.

Araştırma süresince tarla deneme parselinin yanında oluşturulan meteorolojik gözlem parkından elde edilen değerler Ek-1'de verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü aylara ilişkin bazı iklim elemanlarının 10 günlük ortalama değerleri Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.1a. Araştırma Alanı Topraklarının Fiziksel Özellikleri

Derinlik (cm)	Bünye Analizi			Saturasyon (%)	pH	Tuzluluk EC <sub>25</sub> x 10 <sup>3</sup>	T.K. (%)	S.N. (%)	Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )
	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)						
0-30	44.89	33.04	22.07	52.78	8.17	0.17	17.03	11.10	1.81
30-60	58.55	14.24	27.21	37.16	8.23	0.18	10.83	5.21	1.76

Çizelge 3.1b. Araştırma Alanı Topraklarının Kimyasal Özellikleri

Derinlik (cm)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Toplam Azot (%N)	Na <sup>+</sup> (ppm)	Ca <sup>++</sup> (ppm)	Mg <sup>++</sup> (ppm)	K <sub>2</sub> O (ppm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)
0-30	48.28	1.80	0.09	87	4400	230	268	254
30-60	81.31	0.52	0.03	53	3560	196	107	96

Çizelge 3.2. Deneme Alanına İlişkin Uzun Yıllık Ortalama İklimsel Veriler\*

Meteorolojik Elemanlar	Aylar												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	9.9	10.5	12.6	16.2	20.4	25.0	28.1	27.9	24.7	19.9	15.1	11.5	18.5
Maksimum Sıcaklık (°C)	23.9	25.9	27.2	32.8	38.7	41.5	44.7	44.6	42.5	39.6	32.7	23.6	44.7
Minimum Sıcaklık	-4.3	-4.6	-1.6	3.3	5.0	11.3	14.6	13.6	10.3	2.9	0.0	-1.9	-4.6
Yağış (mm)	247.5	170.9	94.1	43.3	28.5	9.7	2.4	2.1	11.5	62.6	123.7	256.0	1052.3
Buharlaştırma (mm)	72.7	70.3	101.1	128.0	169.8	227.1	276.5	246.5	202.9	142.8	86.2	72.9	1796.8
Oransal Nem (%)	68	68	66	67	68	61	58	59	58	62	68	67	64
Rüzgar Hızı (m/sn)	3.4	3.5	3.4	3.0	2.7	2.9	2.9	2.8	3.0	2.9	3.0	3.3	3.1
Ortalama Basınç (hPa)	1010.6	1009.8	1008.5	1007.1	1006.3	1003.9	1000.8	1001.4	1005.5	1009.4	1005.7	1011.4	1006.7
Güneşlenme Süresi (saat/dakika)	05:09	06:00	06:55	08:11	10:04	11:42	12:16	11:48	10:18	08:12	06:34	04:58	08:30
Güneşlenme Şiddeti (cal/cm <sup>2</sup> /dak.)	214.02	277.43	395.94	483.81	563.17	620.55	601.44	549.52	476.76	348.86	229.69	185.34	412.21

\* Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kayıtlarından alınmıştır.

ANDRÖMİZ DENEYLERİ  
Mühür Kurumları

Çizelge 3.3. Araştırmanın Yürütüldüğü Aylara İlişkin 10 Günlük Ortalama İklimsel Değerler

Ayılar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Bağıl Nem (%)	Maksimum Bağıl Nem (%)	Minimum Bağıl Nem (%)	Rüzgar Hızı 2 m (m/sn)	Güneşlenme Süresi (h)	Yağış (mm)	Buharlaşma Miktarı (mm/gün)
Mayıs	18.4	26.8	16.8	66.8	88.5	43.9	2.6	8.1	5.8	6.3
	22.8	29.6	18.4	72.0	92.7	48.0	2.1	10.2	11.4	5.6
	24.6	29.7	19.4	66.5	89.5	49.3	2.6	11.0	13.6	7.2
Haziran	27.7	32.9	23.7	57.2	79.6	40.0	3.5	12.4	0.1	10.5
	31.3	36.9	25.6	36.0	58.2	23.0	4.2	13.4	-	16.3
	29.3	35.6	21.2	56.7	81.0	37.0	2.3	13.2	-	11.2
Temmuz	32.9	40.6	25.5	57.8	84.3	26.0	2.5	13.0	-	14.0
	31.0	37.0	24.5	66.0	94.3	48.0	1.9	12.1	-	11.9
	29.9	35.8	23.4	61.6	86.6	39.0	1.8	12.5	-	11.1
Ağustos	29.9	35.7	23.9	59.2	77.3	39.9	3.6	12.2	5.6	12.0
	30.6	36.4	24.6	66.7	92.6	45.2	2.0	11.2	-	12.5
	30.0	36.9	24.7	47.4	75.5	23.6	3.2	11.4	2.9	12.1
Eylül	28.1	33.8	20.9	62.5	86.5	42.6	2.2	10.9	-	11.8
	27.3	32.8	21.4	64.5	95.1	45.1	2.2	10.1	-	9.15
	25.9	33.1	19.5	50.3	74.4	31.0	2.7	10.0	-	10.8

Ek-1'deki, sıcaklık, nem, rüzgar hızı, yağış ve A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma değerleri deneme alanındaki gözlem parkında ölçülmüş, güneşlenme süresi ve basınç değerleri Antalya Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmıştır.

### 3.1.4. Sulama suyunun sağlanması

Sulama suyu, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında bulunan pompa sisteminden alınmıştır. Sulama suyunun sulamaya uygunluk yönünden kimi özellikleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Denemede Kullanılan Sulama Suyuna İlişkin Analiz Sonuçları

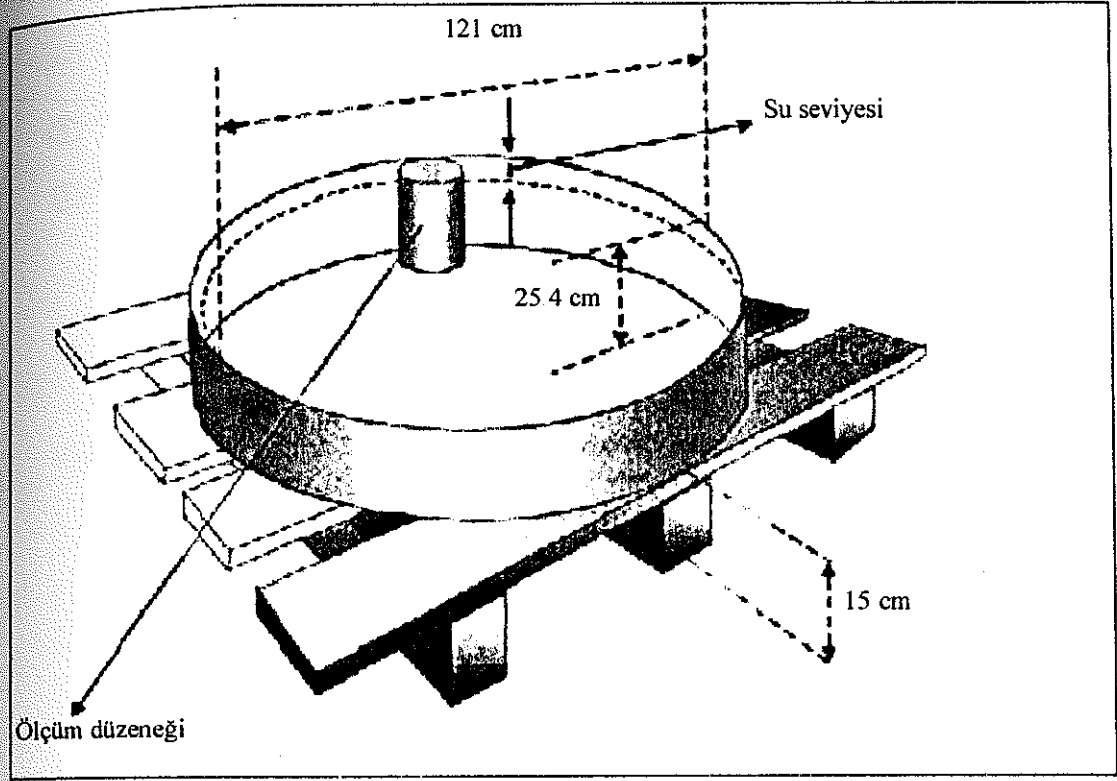
EC ds/m	pH	Katyonlar				Anyonlar				SAR	Kalite Sınıfı
		Na	K	Ca	Mg	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>		
0.480	7.81	0.73	0.04	2.57	1.30	-	1.35	3.20	0.09	0.52	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

### 3.1.5. Meteorolojik araçlar

Araştırma alanında günlük yağış miktarlarının ölçülmesinde yayvan tabanlı bir plüviyometreden yararlanılmıştır. Günlük sıcaklık değerlerinin ölçülmesinde bir termograf, günlük nem miktarlarının ölçülmesinde ise bir higrograf aleti kullanılmıştır. Söz konusu iki alet, bir alet siperi içerisine yerleştirilmiştir. Günlük buharlaşma değerlerinin ölçümünde A Sınıfı Buharlaşma Kabından yararlanılmıştır. Anılan kap, 121 cm çapında, 25.4 cm yüksekliğinde olup 2 mm kalınlığındaki galvanizli saçtan yapılmış üstü açık bir silindirden oluşmaktadır. Kap yerden 15 cm yükseklikteki bir tahta ızgara üzerine oturtulmuş ve üzerine tel bir kafes yerleştirilmiştir (Şekil 3.2).

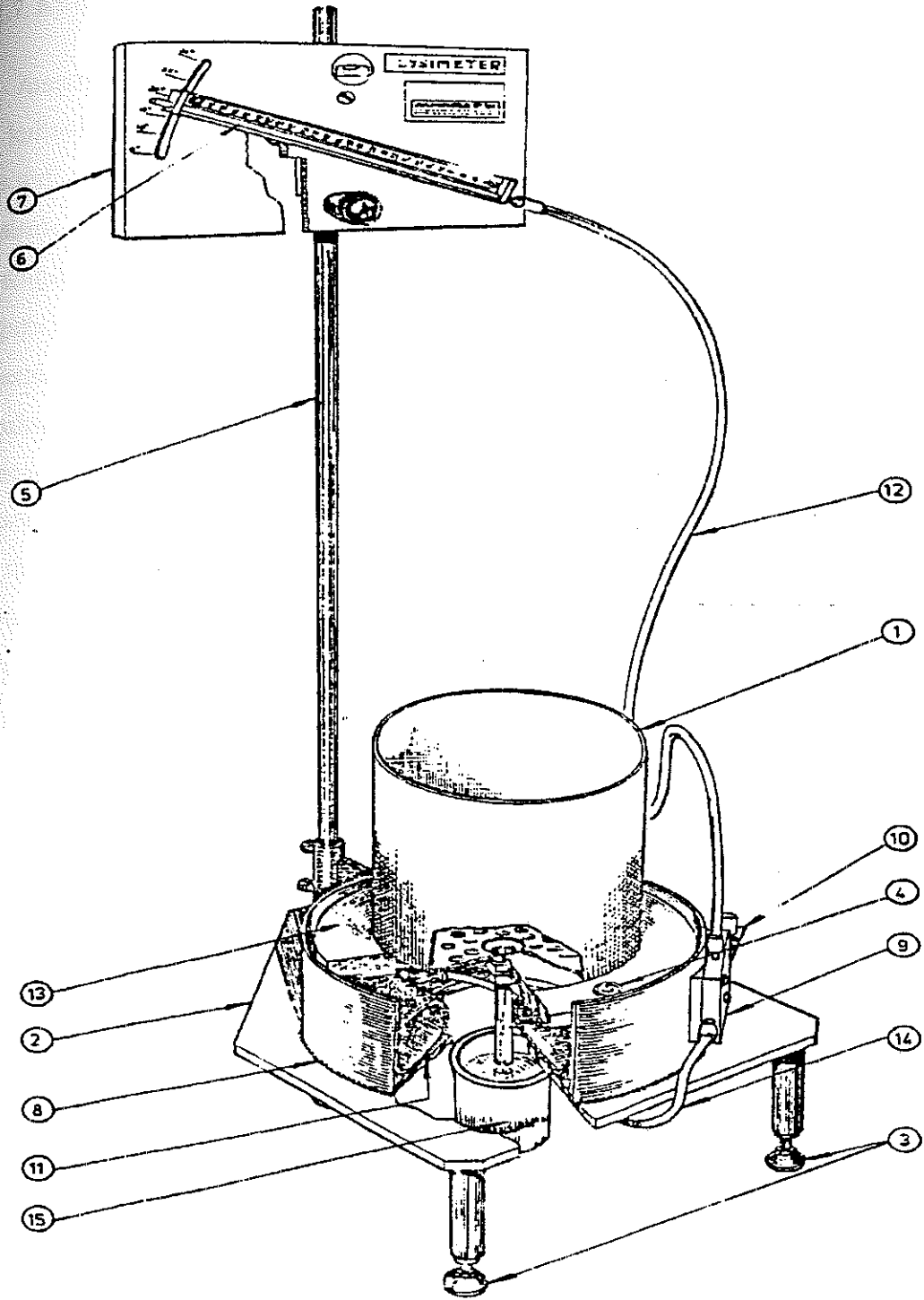
### 3.1.6. Mini lizimetre sistemi

Araştırmada, 20 cm çaplı, 40 cm yüksekliğindeki lizimetre saksılarına sahip taşınabilir bir mini lizimetre sistemi (Armfield laboratuvar lizimetresi) kullanılmıştır (Şekil 3.3). Söz konusu mini lizimetre, bitki-toprak sistemi içerisindeki su içeriği değişimlerini basit bir ölçüm yöntemi ile göstermektedir.



Şekil 3.2. A Sınıfı Buharlaşma Kabı

Donanım, üzerine periyodik veya sürekli izleme amacıyla standart kaplar yerleştirilebilen bir hidrolik tartım terazisinden oluşmaktadır. Taban çerçevesi, ayarlanabilir üç ayak üzerine monte edilmiş ve yüzen bir tartım plakası üzerine sabitleştirilmiş bir küresel düzeç kullanılarak tesviye edilmektedir. Dikey direk, taban çerçevesi üzerine monte edilerek üzerinde derecelenmiş bir skala ile ucu açık, eğim açısı ayarlanabilir bir manometreyi taşıma olanağını sağlamaktadır. Silindirin iç tarafında bulunan kauçuk tüp su ile doldurulmaktadır. Lizimetre saksılarında meydana gelen ağırlık değişimleri kauçuk tüp üzerinde bir basınç ortaya çıkarmakta ve söz konusu basınç, aygıtta esnek bir boru ile bağlı manometredeki su seviyesinin yükselip alçalmasına neden olmaktadır. Sistemde ayrıca lizimetre saksılardan drene olan su miktarı da kauçuk tüpün altına yerleştirilen bir drenaj borusu yardımıyla bir kapta toplanarak ölçülebilmektedir.



- |                 |                    |                           |                     |                  |
|-----------------|--------------------|---------------------------|---------------------|------------------|
| 1. Standart kap | 2. Taban çerçevesi | 3. Ayarlanabilir ayaklar  | 4. Küresel düzeç    | 5. Dikey direk   |
| 6. Manometre    | 7. Fon tahtası     | 8. Alçak duvarlı silindir | 9. Bağlantı noktası | 10. Akış noktası |
| 11. Kauçuk tüp  | 12. Esnek boru     | 13. Yüzen tartım plakası  | 14. Drenaj borusu   | 15. Toplama kabı |

Şekil 3.3. Çalışmada Kullanılan Mini Lizimetre Sistemi



### 3.1.7. Kullanılan çim çeşidinin özellikleri

Araştırmada, yurdumuzda Bermuda çimi olarak bilinen ve çim alanlarında oldukça sık kullanılan bir çim türü *Cynodon dactylon* L. Pers. kullanılmıştır. Uzun ömürlü bir çim türü olan Bermuda çimi kurağa ve sıcağa oldukça dayanıklıdır. En iyi gelişimini ortalama sıcaklığın 25°C üzerinde olduğu alanlarda yapar. İlbaharda toprak sıcaklığının 10-12°C'nin üzerine çıkması ile birlikte yeşil sürgünler görülmeye başlar. Soğuğa karşı dayanıklılığı zayıf olan Bermuda çimi kışın, korunma sistemi gereği uyku dönemine girer ve sararır. Bu durum, toprak ısı 15°C'nin altına indiğinde başlayıp ilkbaharda tekrar söz konusu sıcaklığın üzerine çıktığında sona erer. Basılmaya ve çiğnenmeye dayanımı çok yüksek olan Bermuda çiminin kendini yenileme yeteneği yüksek, gölgeye dayanımı zayıftır. Çok değişik toprak koşullarında gelişebilir. Ancak iyi drenajlı, ince yapılı ve verimli topraklarda hızla yayılır. Toprak reaksiyonuna toleransı geniş olup pH'sı 5.5-7.5 arasında değişen topraklarda yetişebilir. Su göllenmesine oldukça dayanıklıdır. Tuzlu topraklarda diğer bitkilerden daha iyi gelişebilir (Açıkgöz 1994).

Uygun koşullarda çok sık, üniform ve yüksek kaliteli bir yeşil örtü oluşturan Bermuda çimi; ılıman iklimlerde hızla yeniden büyüme özelliği nedeniyle, parklar, spor alanları, atletizm pistleri, mezarlıklar, bina çevreleri, yol şevleri, golf ve polo alanlarında başarıyla kullanılmaktadır (Avcıoğlu 1997).

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analizi

Araştırma alanı topraklarının kimi temel fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamak amacıyla bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır.

Bozulmuş toprak örnekleri Kacar (1995) tarafından verilen sistematik örnek alma esasına göre işaretlenen örnekleme noktalarının 0-30 ve 30-60 cm derinliklerindeki katmanlarından Hollanda tipi toprak burgusu kullanılarak alınmıştır.

Bozulmamış toprak örnekleri, tarlanın farklı noktalarında açılan profil çıkarılardan USSLS (1954)'de verilen esaslara göre, 100 cm<sup>3</sup>'lük bozulmamış örnek alma silindirleri kullanılarak alınmıştır. Toprak örneklerinin kimi fiziksel ve kimyasal özelliklerinin saptanmasında ise aşağıda verilen yöntemlerden yararlanılmıştır.

**Toprak Bünyesi:** Bouyoucus (1951) tarafından esasları verilen Hidrometre Yöntemi ile saptanmıştır.

**Hacim Ağırlığı:** Bozulmamış toprak örneklerinde USSLS (1954)'de verilen esaslara göre belirlenmiştir.

**Tarla Kapasitesi ve Solma Noktası:** Basınçlı plaka aleti kullanılarak, bozulmuş toprak örneklerinin sırasıyla 1/3 ve 15 atmosferde tuttukları nem miktarlarının saptanmasıyla bulunmuştur (Tüzüner 1990).

**Doyma Yüzdesi:** USSLS (1954)'de verilen esaslara göre belirlenmiştir.

**Toprak Katmanları İçin pF Eğrilerinin Çıkarılması:** Bozulmuş toprak örneklerinin, 0.0-15.0 bar arasındaki değişik basınç değerlerinin cmss cinsinden karşılıklarının logaritmaları ile anılan basınçlarda toprağın tutabildiği nem içerikleri karşılıklı noktalanarak her katman için pF eğrileri elde edilmiştir (Özbek 1990).

**Toprağın Su Alma Hızı:** Korukçu ve Yıldırım (1981) tarafından belirtilen esaslara uygun olarak çift silindir infiltrometre yöntemiyle saptanmıştır.

**pH:** Analize hazır hale getirilmiş topraklarda 1/2.5 oranında toprak su karışımında cam elektrotlu pH-metre kullanılarak belirlenmiştir (Kacar 1995).

**Tuz İçeriği:** Saturasyon çamurunda Standart Wheatstone Köprüsü Yöntemi ile saptanmıştır (USSLS 1954).

**Kireç:** Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiş, sonuçlar % CaCO<sub>3</sub> olarak ifade edilmiştir (Anonim 1988).

**Organik Madde:** Modifiye edilmiş Walkley-Black metoduna göre tayin edilmiş ve sonuçlar % Organik Madde olarak hesaplanmıştır (Anonim 1988).

**Toplam Azot:** Toprak örneklerinde toplam azot belirlenmesi için, 350-800 ml kapasiteli Kjeldahl yakma balonlarında toprak örnekleri yakılmış ve elde edilen toprak çözeltisinin tamamı makro Kjeldahl destilasyon cihazında destilasyona tabi tutulmuştur (Kacar 1995).

**Kullanılabilir Potasyum:** USSLS (1954)'de açıklanan amonyum ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiştir.

**Kullanılabilir Fosfor:** Harwood vd (1969) tarafından belirtilen esaslara göre hesaplanmıştır (Kacar 1995).

**Sodyum, Kalsiyum ve Magnezyumun Belirlenmesi:** Sodyum, Atomik Absorpsiyon Spektrofotometrik Yöntemle, Kalsiyum ve Magnezyum ise Titrimetrik Yöntemle belirlenmiştir (Kacar 1995).

### **3.2.2. Sulama suyu örneklerinin alınması ve analizi**

**Elektriksel İletkenlik:** Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre su örneğinin elektriksel iletkenliği doğrudan elektriksel iletkenlik aleti ile belirlenerek A.B.D. Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (USSLS 1954) sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılmıştır.

**Suyun Reaksiyonu (pH):** Cam elektrodlu pH metre ile doğrudan su örneğinde ölçülmüştür (Ayyıldız 1976).

**Kalsiyum ( $Ca^{++}$ ), Magnezyum ( $Mg^{++}$ ), Sodyum ( $Na^+$ ) ve Potasyum ( $K^+$ ):** Fresenius vd (1988) tarafından belirtilen esaslara göre, atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle ölçülmüştür.

Karbonat ( $\text{CO}_3^-$ ) ve Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ): Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre, sülfürik asit titrasyonu ile belirlenmiştir.

Klor (Cl): Gümüş nitrat titrasyonu ile belirlenmiştir (Ayyıldız 1976).

Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ): Baryum sülfat biçiminde çökeltme yöntemine göre saptanmıştır (Anonim 1988).

Sodyum Absorbsiyon Oranı (SAR): Ayyıldız (1976) tarafından belirtilen esaslara göre, değişebilir sodyum, kalsiyum ve magnezyum analizlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Toprak hazırlığı, ekim ve gübreleme

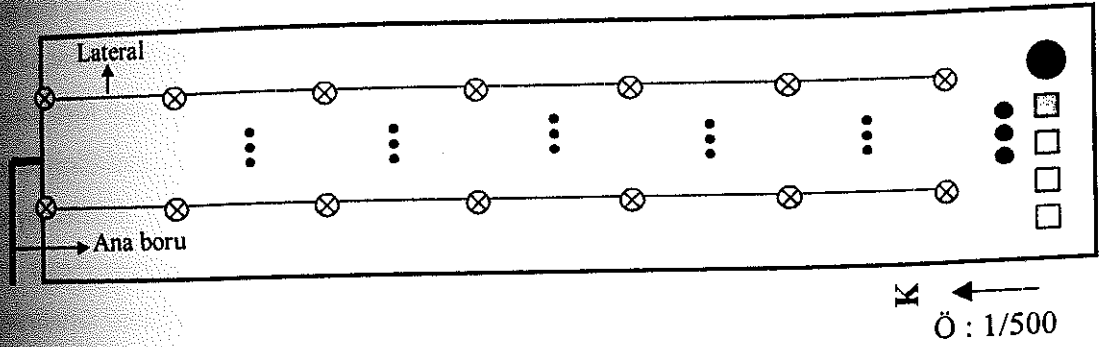
Deneme alanı ekim tarihinden bir hafta önce pullukla 15-20 cm derinlikte sürülmüştür. Daha sonra deneme alanı, tesviye küreği yardımıyla tesviye edilmiştir. Ekim, 15.04.2000 tarihinde çim tohumu  $\text{m}^2$ 'ye 35-40 gr olacak şekilde elle serpilerek yapılmıştır. Tohum serpmesi işlemi bittikten sonra tohumların üzerine 0.5-1 cm kalınlığında hayvan gübresi atılmış, silindir yardımıyla tohum ve hayvan gübresi bastırılmıştır. Aynı işlem lizimetre saksıları için de yapılmıştır. Toprakla doldurulan 3 adet lizimetre saksına tohum ve gübre atıldıktan sonra saksı çapına eşit bir tahta ile bastırılmıştır (Açıkgöz 1994).

Deneme alanına ve lizimetre saksılarına ekimle birlikte dekara 45 kg NPK gübresi uygulanmıştır. Deneme süresince 03.06.2000 ve 01.07.2000 tarihlerinde aynı miktarlarda iki kez daha gübre uygulaması yapılmıştır (Uzun 1999).

### 3.2.4. Deneme düzeni

Araştırma alanında 18x60 m uzunluğunda tek bir parsel oluşturulmuştur. Deneme parselinin hemen yanında meteorolojik gözlemler için bir alan ayrılmış, araştırmada kullanılan mini lizimetre saksıları bu alan içerisine yerleştirilmiştir. Söz konusu alan da deneme süresince aynı çimle örtülü bulundurulmuş ve deneme parseline uygulanan

kültürel işlemler bu bölüme de uygulanmıştır. Deneme parseli üzerinde toprak nemi ölçümleri üç farklı yerde yapılarak yineleme sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan üç adet lizimetre saksısı tarla parseli çevresinden ve mümkün olduğunca doğal katman aralamasına dikkat edilerek alınan toprak ile doldurulmuştur. Araştırma alanının planı Şekil 3.4'de verilmiştir.



- ⊗ : Yağmurlama başlığı    • : Tansiyometreler    ● : Lizimetre saksıları    ● : A sınıfı buharlaşma kabı  
 □ : Plüviyometre    □ : Termograf    □ : Higrograf    □ : Mini lizimetre

Şekil 3.4. Araştırma Alanının Planı

Meteorolojik gözlem alanına yakın bulunan lateral sonundaki yağmurlama başlıkları  $180^\circ$  açıyla çalıştırılmıştır. Böylece, meteorolojik gözlem alanında bulunan meteorolojik aletler ve lizimetre sisteminin sulama suyundan etkilenmesi önlenmiştir.

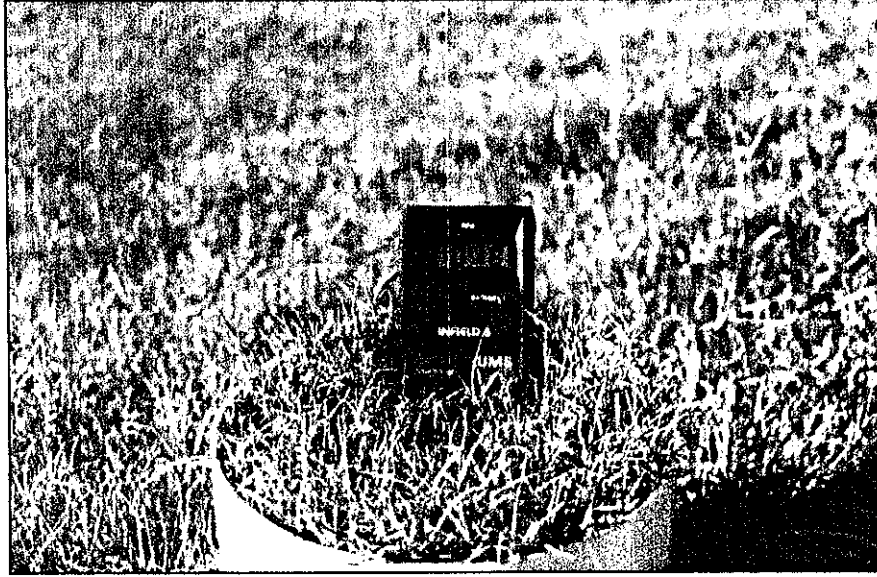
### 3.2.5. Mini lizimetre sisteminin kalibrasyonu

Denemeye başlanmazdan önce, çalışmada kullanılan lizimetrenin kalibrasyonu yapılmıştır. Farklı manometre açılarında lizimetre saksılarında meydana gelen ağırlık değişiminin kaç mm su kaybı ya da kazancına karşılık olduğu saptanarak ağırlık değişim sınırları için uygun manometre açısı ( $20^\circ$ ) belirlenmiştir. Mini lizimetre sistemindeki su kaybı veya kazanımı, belirlenen açığa göre konumlandırılmış manometredeki su seviyesinin izlenmesi ile elde edilmiştir. Kalibrasyon sonucunda  $47.5$  gr'lık ağırlık değişiminin  $1$  mm suya (manometrede  $1$  mm'lik oynamaya) neden olduğu saptanmıştır.

### 3.2.6. Toprakta nem değişiminin izlenmesi ve sulama suyu miktarının belirlenmesi

Deneme süresince tarla koşullarında topraktaki nem değişimleri hem gravimetrik yöntemle ve hem de tansiyometre okumalarıyla izlenmiştir. Bu amaçla tarla deneme parselinde sulamadan önce üç yinelemeli olarak toprağın 0-30 ve 30-60 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınmış ve söz konusu toprak örneklerinin nem içerikleri ortalaması gravimetrik yöntemle belirlenerek toprağın 30 cm profil derinliğini tarla kapasitesine getirmek için uygulanması gerekli su miktarları hesaplanmıştır. Arazi koşullarında topraktaki nem durumunu izlemek amacıyla üç yinelemeli olarak 30 ve 60 cm derinliklere, iki yağmurlama başlığının ortak ıslattığı alana gelecek biçimde tansiyometreler (Soil moisture, standart tip) yerleştirilmiştir. Denemeye başlanmazdan önce tansiyometrelerin kalibrasyonu yapılmıştır. Bu amaçla, oluşturulan bir parsel doyurularak tansiyometrelerin yerleştirildiği derinliklerden gravimetrik yöntemle alınan toprak örneklerinin nem miktarları belirlenmiş ve bu değerlere karşılık gelen tansiyometre değerleri (cb) okunmuş ve grafiklenmiştir.

Lizimetre saksılarından birinde topraktaki nem değişimi Tensior 5 Dijital Tansiyometre ile izlenmiştir. Söz konusu tansiyometrenin ucu lizimetre saksısının yüzeyinden itibaren 10 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Araştırma süresince her sabah tansiyometre okunarak (hPa) kaydedilmiş ve bu değerler cb'a çevrilmiştir. Lizimetre saksılarında kullanılan Tensior 5 Dijital tansiyometre Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Lizimetre Saksılarında Kullanılan Tensior 5 Dijital Tansiyometre

Tarla ve mini lizimetre koşullarında çim bitkisinin su eksikliği çekmemesi için profildeki nem sürekli olarak tarla kapasitesinde tutulmuştur.

### 3.2.7. Biçim

Deneme alanındaki ve lizimetre saksılarındaki çimler, boyları 10-12 cm'ye ulaştığında boyları 4-5 cm kalacak şekilde biçilmiştir (Uzun 1999). Biçim işlemi, deneme alanında çim biçme makinasıyla, lizimetre saksılarında ise çim biçme makasıyla yapılmıştır. Deneme parseli ve lizimetre saksılarında aynı günlerde biçim yapılmış ve biçim tarihleri Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme Parseli ve Lizimetre Saksılarında Biçim Tarihleri

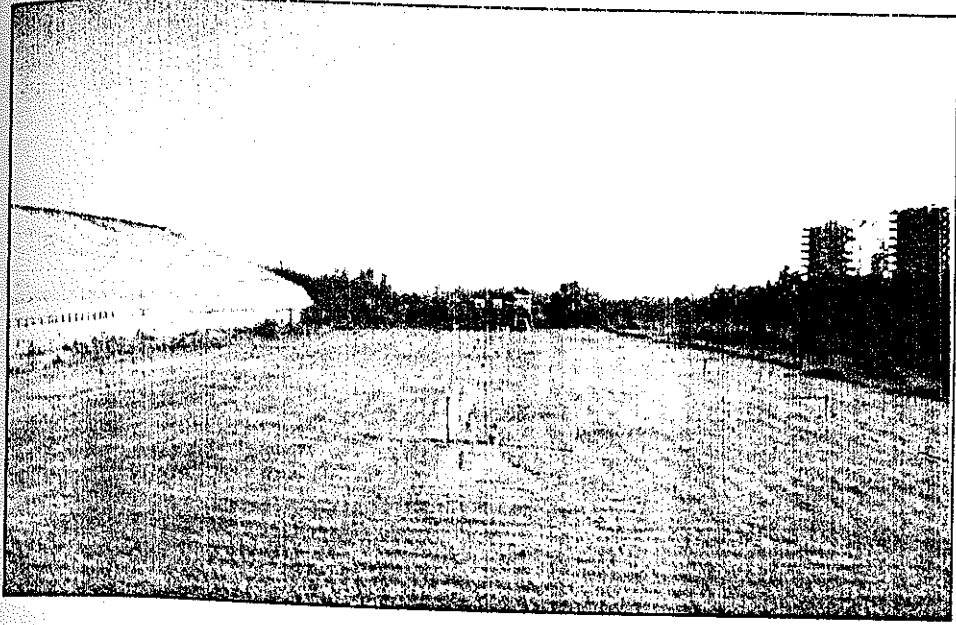
Biçim No.	Biçim Tarihleri
1	15.06.2000
2	30.06.2000
3	10.07.2000
4	18.07.2000
5	28.07.2000
6	11.08.2000
7	25.08.2000
8	11.09.2000
9	25.09.2000

Çizelgeden de görüleceği üzere deneme süresi boyunca deneme parseli ve lizimetre saksılarında toplam 9 kez biçim yapılmıştır. İklim ve bitki gelişme dönemine bağlı olarak biçim aralığı 8-15 gün aralığında değişmiştir.

### 3.2.8. Sulama

Araştırma alanında pompaj sisteminden alınan sulama suyu, su sayacından geçirildikten sonra çim ekili alana yağmurlama sulama sistemi ile uygulanmıştır. Yağmurlama sisteminde meme çapı 4 mm, ıslatma çapı 22 m, 2.5 atm işletme basıncında debisi 880 l/h olan yağmurlama başlıkları (Lego Mod 55) kullanılmıştır.

Yağmurlama başlıkları 25 cm boyundaki yükselticilerle laterallere bağlanarak 10x10m tertip aralıklarıyla yerleştirilmiş ve 2.5 atm işletme basıncında çalıştırılmışlardır (Şekil 3.6). Sulamalar saat 17<sup>00</sup>'den sonra yapılmıştır.



Şekil 3.6. Deneme Parselinde Kullanılan Yağmurlama Sulama Sisteminin Görünümü

Üniform bir su dağılımının olup olmadığını belirlemek amacıyla denemeden önce tekil başlık testi yapılmıştır. Testin uygulandığı başlık çevresinde 2 m aralıklarla kareler ağı oluşturulmuştur. Her bir köşeye aynı yatay düzlemde olacak şekilde çapı 10 cm, yüksekliği 12 cm olan su toplama kapları yerleştirilmiştir. Yağmurlama sistemi, sulamalar sırasında kullanılacak 2.5 atm işletme basıncında 4 saat süreyle çalıştırılmıştır. Test sonucunda bulunan değerler Christiansen Yeknesaklık Katsayısı (Cu) eşitliğinde yerine konulmuştur (Yıldırım 1996).

Test sonucunda, 10x10 m tertip aralıkları ve 2.5 atm işletme basıncında çalıştırılması durumunda başlıkların Christiansen eş su dağılımı katsayısının % 87 (Cu ≤ 84) olduğu diğer bir deyişle başlıklarda su dağılımının uygun olduğu belirlenmiştir (Kanber 1997).

Lizimetre saksılarına sulama suyu, deneme parselinin yakınında bulunan bir musluktan sulama hortumu yardımıyla alınıp bir süzgeçli sulama kabıyla ölçülü olarak uygulanmıştır.



### 3.3. Çim Bitkisinin Gerçek Su Tüketiminin Tarla ve Mini Lizimetre Sisteminde Belirlenmesi

Çalışmada, tarla koşullarında ve mini lizimetre saksılarında çim bitkisi gerçek su tüketim miktarı aşağıdaki su dengesi eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır (Beyce vd 1972).

$$ET = P + I - D_p \pm \Delta S \quad (1)$$

Eşitlikte;

ET = Bitki su tüketimi (mm/gün)

P = Yağış (mm)

I = Sulama suyu (mm)

D<sub>p</sub> = Derine süzülme veya drenaj (mm)

ΔS = Toprak suyundaki değişme (mm)

Tarla koşullarında derine süzülme veya drenaj (D<sub>p</sub>) miktarı ihmal edilmiştir. Lizimetre saksılarında ise meydana gelen derine süzülme veya drenaj, mini lizimetre sistemi içerisinde bulunan drenaj borusu yardımıyla drenaj toplama kabında biriktirilerek ölçülmüştür. Çalışma boyunca kullanılan üç lizimetre saksısından drene olan toplam su miktarı sırasıyla 44.7, 48.6 ve 50.1 mm olarak saptanmıştır.

Tarla koşullarında toprak suyunda meydana gelen değişme (ΔS), deneme başında ve deneme sonunda alınan gravimetrik örneklemelerle, lizimetre saksılarında ise manometre skalasından okunan değerden bir gün önceki değer çıkartılarak belirlenmiştir.

### 3.4. Çim Bitkisinin Kıyas (Referens) Bitki Su Tüketimini Hesaplamada Kullanılan Yöntemler

#### 3.4.1. Blaney-Criddle yöntemi

Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından verilen aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$ET_o = c \times f \quad (2)$$

$$f = p (0.46 t + 8) \quad (3)$$

Eşitliklerde;

- $ET_o$  = Kıyas bitki su tüketimi (mm/gün)  
 $p$  = Yıllık ortalama güneşlenme süresi yüzdesi (%)  
 $f$  = İklim faktörü  
 $t$  = Ortalama sıcaklık (°C)  
 $c$  = Minimum oransal nem, güneşlenme süresi ve rüzgar tahminlerine bağlı bir düzeltme faktörü.

Eşitliğin çözümü için gerekli olan sıcaklık ( $t$ ), gündüz rüzgarı ( $u_2$ ) ve minimum oransal nem ( $RH_{min}$ ) değerleri deneme alanına kurulan rasat parkından, gerçek güneşlenme süresi ( $n$ ) değerleri ise Antalya Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmıştır. Yıllık ortalama güneşlenme süresi yüzdesi ( $p$ ) ve olası güneşlenme süresi ( $N$ ) değerleri Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınmıştır (Ek-2 ve Ek-3).

#### 3.4.2. Radyasyon yöntemi

Çalışmada, Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından verilen aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$ET_o = c (W \times R_s) \quad (4)$$

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{n}{N}) R_a \quad (5)$$

Eşitliklerde,

- $ET_o$  = Kıyas bitki su tüketimi (mm/gün)  
 $R_s$  = Eşdeğer buharlaşma olarak solar radyasyon (mm/gün)  
 $R_a$  = Atmosferin dış yüzeyine gelen solar radyasyon (mm/gün)

- $W$  = Sıcaklık ve yüksekliğe bağlı bir ağırlık faktörü  
 $c$  = Ortalama nem ve gündüz rüzgarına bağlı bir düzeltme faktörü  
 $\frac{n}{N}$  = Gerçek güneşlenme süresinin maksimum olası güneşlenme süresine oranı

Eşitlikteki  $R_a$ ,  $N$  ve  $W$  değerleri (Ek-4, 5, 6) Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınmıştır.  $R_{Hort}$  ve  $u_2$  değerleri deneme alanındaki rasat parkından ve  $n$  değeri ise Antalya Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmıştır. Eşitlikteki  $W \times R_s$  bulunduktan sonra Doorenbos ve Pruitt (1977)'de verilen grafiklerden (Ek-7) yararlanılarak bitki su tüketimi hesaplanmıştır.

#### 3.4.3. A sınıfı kap buharlaşması yöntemi

Araştırmada Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$E_{To} = K_p \times E_{pan} \quad (6)$$

Eşitlikte;

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

$K_p$  = Buharlaşma kabı katsayısı

$E_{pan}$  = A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşma miktarı (mm/gün)

Eşitlikte kullanılan buharlaşma kabı katsayıları Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınmıştır (Ek-8). A Sınıfı Buharlaşma Kabı'nın yerleştirildiği çevre koşulları Doorenbos ve Pruitt (1977)'de verilen A koşulunu yansıtmaktadır.

#### 3.4.4. Penman yöntemi

Araştırmada, Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$ET_o = c [ W \times R_n + ( 1 - W ) \times f(u) \times (e_a - e_d)] \quad (7)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (8)$$

$$R_{ns} = 0.75 \times R_s \quad (9)$$

$$R_{nl} = f(t) \times f(e_a) \times f\left(\frac{n}{N}\right) \quad (10)$$

$$f(u) = 0.27 \left( 1 + \frac{u_2}{100} \right) \quad (11)$$

$$e_d = e_a \times \left( \frac{RH_{ort}}{100} \right) \quad (12)$$

Eşitliklerde;

$ET_o$  = Kıyas bitki su tüketimi (mm/gün)

$W$  = Sıcaklığa bağlı ağırlık faktörü

$R_n$  = Eşdeğer buharlaşma olarak net radyasyon (mm/gün)

$f(u)$  = Rüzgar fonksiyonu

$e_a$  = Ortalama hava sıcaklığındaki doymun buhar basıncı (mb)

$e_d$  = Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı (mb)

$c$  = Gündüz ve gece hava koşullarının etkisini dengelemek için kullanılan düzeltme katsayısı

Çalışmada  $c$ ,  $f(t)$ ,  $f(e_a)$ ,  $f\left(\frac{n}{N}\right)$  ve  $e_a$  değerleri Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınmıştır (Ek-9, 10, 11, 12, 13).

### 3.4.5. Penman-Monteith yöntemi

Araştırmada Penman-Monteith yöntemi ile referens bitki su tüketimini hesaplamak için Allen vd (1998)'de verilen eşitlikler kullanılmıştır.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (13)$$

$$\Delta = \frac{4098[0.6108 \exp(\frac{17.27T}{T + 237.3})]}{(T + 237.3)^2} \quad (14)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (15)$$

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s \quad (16)$$

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{n}{N}) R_a \quad (17)$$

$$R_{nl} = \sigma \left[ \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \right] (0.34 - 0.14 \sqrt{e_a}) \left( 1.35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0.35 \right) \quad (18)$$

$$\gamma = \frac{C_p \times P}{\epsilon \lambda} = 0.665 \times 10^{-3} \quad (19)$$

Eşitliklerde;

- ET<sub>o</sub> = Kıyas bitki su tüketimi (mm/gün)
- R<sub>n</sub> = Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)
- G = Topraktaki ısı akımı (MJ/m<sup>2</sup>/gün)
- T = Günlük ortalama hava sıcaklığı (°C)
- u<sub>2</sub> = 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m/sn)
- e<sub>s</sub> = Doygun buhar basıncı (kpa)
- e<sub>a</sub> = Gerçek buhar basıncı (kPa)
- e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub> = Doygun buhar basıncı açığı (kPa)
- Δ = Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa/°C)
- γ = Psikrometrik sabit (kPa/°C)
- R<sub>ns</sub> = Solar radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)
- R<sub>nl</sub> = Uzun dalga boylu net radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)
- R<sub>s</sub> = Gelen solar radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)

- $R_a$  = Gelen radyasyon (MJ/m<sup>2</sup>/gün)  
 $C_p$  = Sabit basınç altındaki spesifik ısı,  $1.013 \times 10^{-3}$  (MJ/kg/°C)  
 $P$  = Atmosferik basınç (kPa)  
 $\epsilon$  = Su buharı/kuru havanın moleküler ağırlık oranı, 0.622  
 $\lambda$  = Buharlaşma latent ısısı, 2.45 (MJ/kg)

Eşitlikteki  $R_a$  değeri Allen vd 1998'den alınmıştır (Ek-14).

### 3.5. Değerlendirme Yöntemi

Araştırmada çim bitkisinin su tüketimi belirlemeleri ve kıyas bitki su tüketimi hesaplamaları, ölçülü olarak sulamaya başlanılan tarih (01.05.2000) ile denemenin sona erdirildiği tarih (30.10.2000) arasındaki 153 günlük periyot için yapılmıştır.

Tarla ve lizimetre koşullarında elde edilen gerçek su tüketim değerleri aylık ve aylık değerlerin aydaki gün sayısına bölünerek günlük ortalama biçiminde belirlenmiştir. Kıyas bitki su tüketimi ile gerçek bitki su tüketimi arasındaki ilişki ise 10 günlük periyotlar için istatistiksel analizle belirlenmiştir. Çalışmada hata kareler ortalaması (RMS) en düşük, korelasyon katsayısı en yüksek ( $r$ ) ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 100'e en yakın olan kıyas bitki su tüketimi tahmin yöntemi veya yöntemlerinin daha sağlıklı sonuçlar verdiği varsayılmıştır (Bek ve Efe 1995).

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ  
Mühür Bölümü

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Deneme Alanı Toprak ve Sulama Suyu Özellikleri

#### 4.1.1. Toprak özellikleri

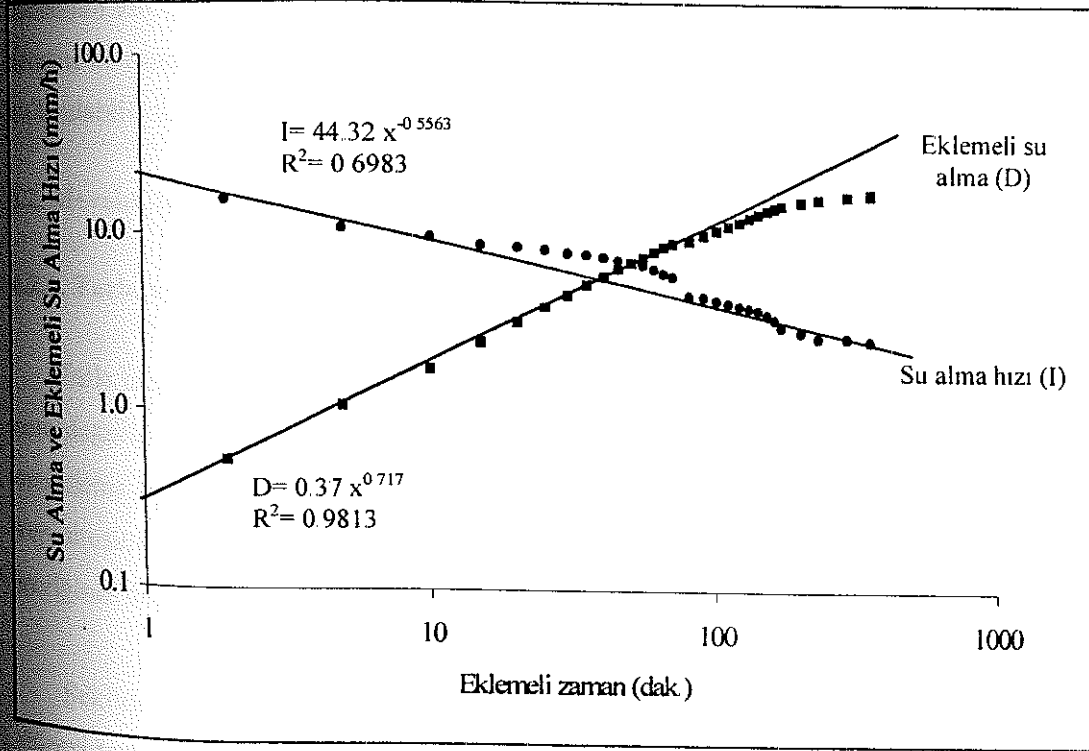
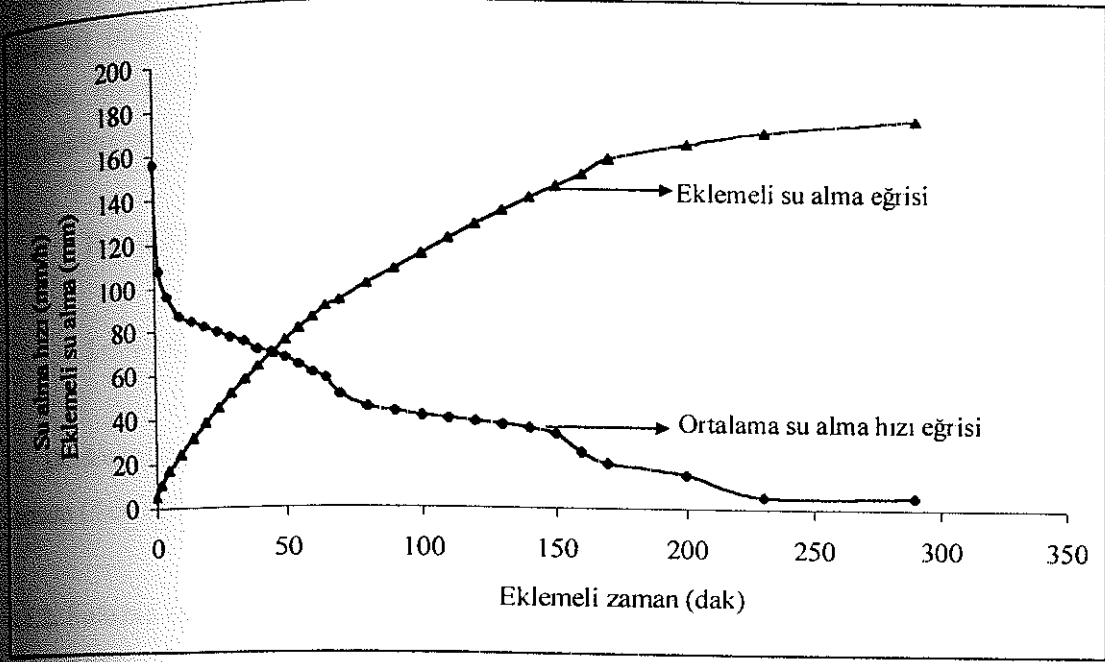
Çizelge 3.1.a ve 3.1.b'de verilen deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin değerlerin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, toprak katmanlarının 0-30 cm'si killi-tın ve 30-60 cm'si kumlu-tın bünyeye sahiptir. Toprak katmanlarında tarla kapasitesi %10-17, solma noktası %5-11 arasında değişmiştir. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri Israelsen ve Hansen (1962)'de killi tın ve kumlu tın bünyeye sahip topraklar için verilen değişim sınırları içerisinde yer almaktadır.

Toprak katmanlarının 0-30 ve 30-60 cm'lik katmanlarında hacim ağırlığı sırasıyla 1.80 ve 1.76-gr/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiş olup Israelsen ve Hansen (1962)'de verilen değerlerle karşılaştırıldığında biraz yüksek oldukları görülmektedir. Bu durum, toprak katmanlarında meydana gelen sıkışmanın bir sonucu olarak açıklanabilir.

Deneme alanı topraklarında pH hafif alkali özellik göstermekle birlikte pH ve tuzluluk yönünden bir sorun bulunmadığı görülmektedir (Saatçı 1975). Toprakların CaCO<sub>3</sub> içeriği toprak yüzeyinden alt katmanlara doğru inildikçe artmaktadır. Alt toprak katmanlarında kireç miktarının yüksek çıkması üst toprak katmanlarındaki kirecin yıkandığını göstermektedir (Özbek 1990).

Araştırma alanı topraklarında organik madde miktarı üst ve alt 30 cm'lik katmanlarda sırasıyla % 1.80 ve % 0.52 arasında belirlenmiştir (Çizelge 3.1b). Organik madde miktarının üst katmanda daha yüksek olması üst toprak katmanına yapılan kültürel işlemlerden kaynaklanabilir (Özbek 1990).

Toprağın su alma hızının saptanması amacıyla deneme alanında yapılan infiltrasyon testi sonucunda elde edilen eğriler Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Deneme Alanı Topraklarının Su Alma Eğrileri



Anılan şekillerden yararlanılarak, toprağın gerçek su alma hızının 5.5 mm/h olduğu saptanmış olup bu değer kumlu-tın bünyeli topraklar için verilen değişim sınırları arasında bulunmaktadır (Israelsen ve Hansen 1962). Elde edilen su alma hızı denklemleri ise aşağıda verilmiştir.

$$D = 0.37 T^{0.717}$$

$$I = 44.32 T^{-0.546}$$

Denklemlerde I:su alma hızı (mm/h), D: eklemeli su alma (mm) ve T ise eklemeli zamanı (dak.) göstermektedir.

#### 4.1.2. Sulama suyu kalitesi

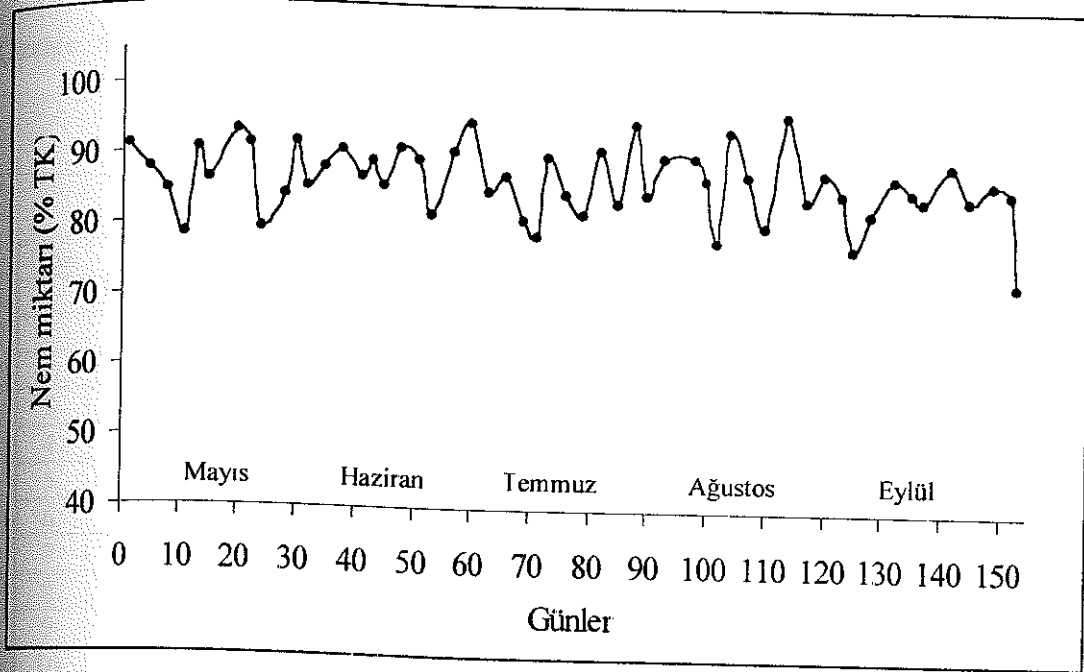
Çizelge 3.4'de görüldüğü gibi, kullanılan sulama suyunun sulamaya uygunluk yönünden kalitesi C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak belirlenmiştir (USSLS 1954). Söz konusu sulama suyu deneme alanındaki çim türü gibi tuza orta düzeyde dayanıklı olan bitkiler için rahatlıkla kullanılabilir özelliktedir, sodyum zararı ise söz konusu değildir (Kanber vd 1992).

### 4.2. Mevsim Boyunca Toprak Neminin Değişimi

#### 4.2.1. Tarla ve lizimetre koşullarında toprak neminin değişimi

Tarla koşullarında 30 cm'lik toprak derinliğinde mevsim boyunca belirlenen toprak nem değerleri (mm) Ek-15'de verilmiştir. Anılan çizelgede ayrıca deneme parselinde örnekleme günlerindeki 30 cm'lik toprak derinliğindeki ortalama nem miktarları tarla kapasitesinin yüzdesi olarak ifade edilmiş ve zamana karşı grafiklenerek toprak nem içeriğinin değişimi Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Şekilden de görüldüğü gibi çim parselinde toprağın 30 cm derinliğindeki nem düzeyi tarla kapasitesinin %72-%95'i arasında değişiklik göstermiştir. Elde edilen nem düzeyleri arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek için t testi yapılmış ve bulunan nem düzeyleri arasında önemli bir farkın olmadığı görülmüştür (Bek ve Efe 1995).



Şekil 4.2. Deneme Parselinde 30 cm'lik Toprak Profilineki Nem İçeriğinin Değişimi

Öte yandan deneme süresince deneme parselinin üç farklı yerinde 30 ve 60 cm derinlikteki tansiyometrelerden okunan tansiyon değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1'den görüleceği üzere deneme süresince 30 cm derinlikteki tansiyometre okumaları 7.60-10.20 cb arasında, 60 cm derinlikteki tansiyometre okumaları ise 15.61-19.13 cb arasında değişmiştir. Buna göre toprakta genel olarak düşük bir toprak suyu tansiyonunun sürdürüldüğü görülmektedir. Turgeon (1980), toprağa bağlı olarak 10-30 cb'lık tansiyometre okumasının tarla kapasitesini gösterdiğini, Kırdı ve Tekinel (1981) ise çim bitkisi için sulamanın yapılması gerektiği toprak suyu tansiyonunun 30 cb olduğunu bildirmişlerdir.

Lizimetre saksılarından birinde topraktaki nem değişimini izlemek için Tensor 5 Dijital Tansiyometre kullanımına 28 Temmuzdan sonra başlanılmıştır. Deneme süresince anılan lizimetre saksısında ölçülen tansiyometre değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme Süresince Deneme Parselinde 30 ve 60 cm Derinliklerdeki Tansiyometre Okumaları (cb)

Gün	Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül	
	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm
1	8	16	10	20	14	22	4	10	2	12
2	8	16	8	20	8	16	8	16	6	16
3	8	18	10	18	8	16	10	20	8	18
4	10	20	12	20	10	18	12	20	10	18
5	10	20	10	20	12	20	4	10	4	12
6	8	16	12	20	14	22	4	10	4	12
7	8	16	12	18	8	14	8	18	8	16
8	8	18	14	22	12	20	10	22	8	20
9	10	18	10	18	10	18	10	22	8	20
10	8	16	12	20	10	18	12	24	10	22
11	8	16	10	18	8	16	12	24	10	22
12	8	18	10	18	10	18	4	10	4	12
13	6	16	12	20	8	14	6	12	6	12
14	8	20	8	19	10	12	6	14	8	12
15	8	16	8	20	12	14	8	16	8	16
16	8	17	10	18	12	12	8	18	8	16
17	6	15	10	20	8	12	10	20	10	18
18	8	18	10	18	12	16	12	20	10	18
19	10	16	4	16	14	18	14	22	12	22
20	8	18	8	19	6	20	14	22	12	24
21	6	16	6	16	10	16	4	10	12	14
22	8	18	8	18	6	18	4	10	4	16
23	6	16	10	20	10	18	6	12	6	14
24	6	18	12	22	12	20	6	12	6	14
25	8	18	8	18	12	18	8	16	10	18
26	10	20	10	20	14	18	10	16	6	18
27	8	18	12	22	16	20	6	10	6	12
28	10	20	8	18	6	20	6	10	6	12
29	6	18	12	20	8	22	8	12	8	14
30	8	18	12	18	10	18	10	12	8	14
31	8	20	-	-	6	20	12	14	-	-
Ort.	8.00	17.55	9.93	19.13	10.20	17.55	8.25	15.61	7.60	16.13

Çizelge 4.2. Deneme Süresince Toprak Neminin İzlendiği Lizimetre Saksısındaki Tensior 5 Tansiyometre Okumaları (cb)

Gün	Temmuz	Ağustos	Eylül
1	-	1.7	9.6
2	-	3.4	1.2
3	-	7.9	2.4
4	-	8.5	4.6
5	-	1.9	5.3
6	-	4.5	8.4
7	-	8.5	9.2
8	-	9.6	1.3
9	-	9.8	3.0
10	-	10.2	4.4
11	-	1.4	8.0
12	-	3.0	9.2
13	-	5.2	1.0
14	-	8.6	4.0
15	-	9.6	8.4
16	-	1.6	9.3
17	-	1.9	1.2
18	-	4.9	2.0
19	-	7.6	3.4
20	-	8.2	5.1
21	-	8.7	7.5
22	-	1.0	8.6
23	-	1.9	9.6
24	-	2.7	1.2
25	-	5.3	1.4
26	-	6.2	2.3
27	-	2.4	2.8
28	2.4	2.6	3.0
29	3.9	4.8	4.8
30	3.6	7.5	6.8
31	6.1	8.7	-
Ort.	4.0	5.48	4.96

Çizelge 4.2'den görüleceği üzere deneme süresince toprak neminin izlendiği lizimetre saksısındaki Tensior 5 Dijital tansiyometre okumaları 4.96-5.48 cb arasında değişmiştir. Buradan, lizimetre saksılarındaki toprakta da düşük bir toprak suyu tansiyonunun sürdürüldüğü görülmektedir.

Elde edilen bulgulardan, çim bitkisi kıyas bitki su tüketiminde kullanılabilecek deneysel bitki su tüketimi değerine ulaşabilmek için topraktaki nem içeriğinin deneme süresince hem tarla ve hem de lizimetre koşullarında sürekli olarak tarla kapasitesinde bulunduğu, bitkinin herhangi bir su stresi ile karşı karşıya kalmadığı sonucuna ulaşılır.

## 4.2.2. Tarla ve lizimetre koşullarında uygulanan sulama suyu miktarları

Araştırma süresince deneme parseline uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Deneme Parseline Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm)

Tarih	Uygulanan Su (mm)	Tarih	Uygulanan Su (mm)
01.05.2000	40	14.07.2000	30
04.05.2000	10	17.07.2000	40
07.05.2000	20	19.07.2000	25
10.05.2000	10	23.07.2000	40
12.05.2000	10	26.07.2000	20
14.05.2000	10	28.07.2000	35
19.05.2000	10	31.07.2000	20
21.05.2000	10	05.08.2000	35
23.05.2000	20	07.08.2000	30
27.05.2000	20	09.08.2000	35
29.05.2000	20	11.08.2000	45
31.05.2000	20	14.08.2000	30
03.06.2000	25	17.08.2000	45
06.06.2000	30	21.08.2000	20
09.06.2000	30	24.08.2000	25
11.06.2000	20	27.08.2000	20
13.06.2000	25	30.08.2000	30
16.06.2000	20	01.09.2000	30
19.06.2000	30	04.09.2000	35
21.06.2000	40	08.09.2000	35
25.06.2000	25	11.09.2000	35
28.06.2000	20	13.09.2000	25
01.07.2000	30	18.09.2000	30
04.07.2000	20	21.09.2000	30
07.07.2000	30	25.09.2000	35
09.07.2000	30	28.09.2000	25
11.07.2000	25	-	-
Toplam: 1405.0 mm			

Çizelgeden de görüldüğü gibi deneme parseli mevsim boyu 53 kez sulanmıştır. Toplam olarak deneme parseline 1405 mm sulama suyu uygulanmıştır. Çalışma süresince aylara ve haftalara göre çim bitkisine uygulanan sulama suyu miktarları farklılık göstermiştir. İklim etmenleri ve bitki gelişmesine bağlı olarak yaz aylarında özellikle Temmuz ayında daha fazla sulama suyu uygulanmıştır. Ortalama sulama aralığı 2-3 gün olarak belirlenmiştir. Deneme süresince tarla parselinde çim bitkisinin gerçek su tüketimi (ETa) hesaplama çizelgesi Ek-16'da verilmiştir. Anılan çizelgeden

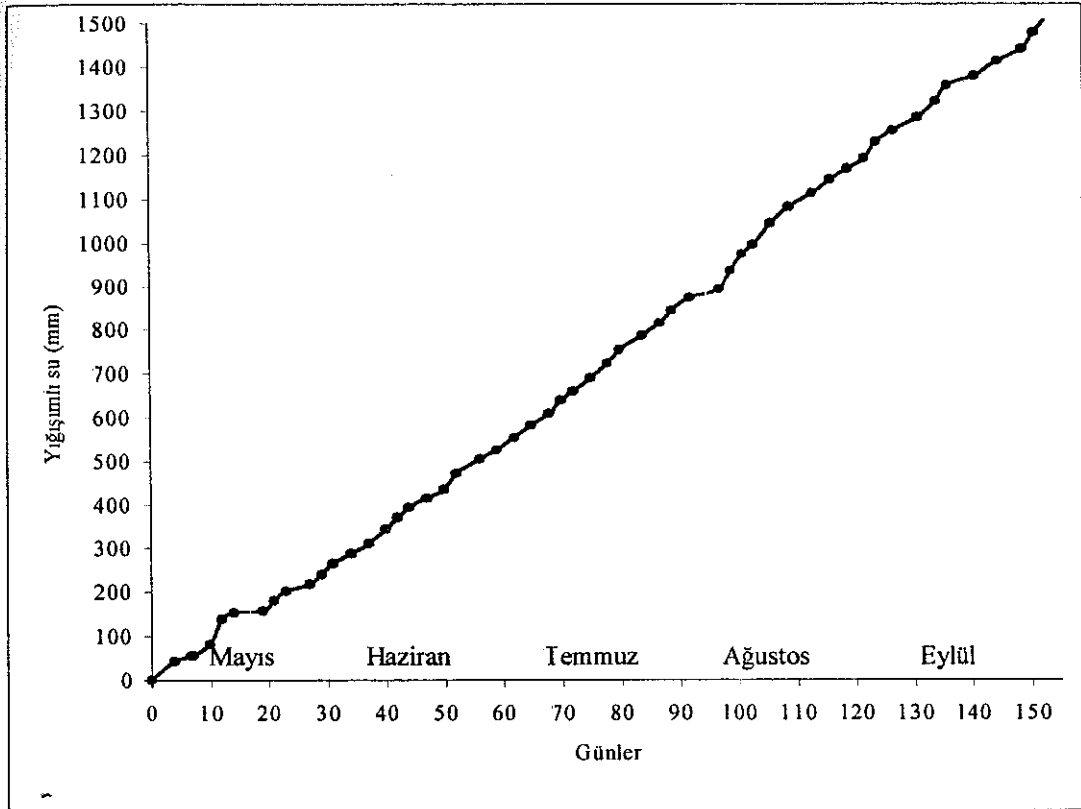
de görüleceği gibi, deneme süresince 92.6 mm yağış meydana gelmiş ve toprak suyundan 17.4 mm'lik bir kullanım söz konusu olmuştur. Buna göre deneme süresi boyunca tarla koşullarında çim bitkisinin su tüketimi Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Tarla Koşullarında Deneme Süresince Çimin Su tüketimi

Sulama sayısı	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Toprak suyu (mm)	Toplam
53	1405	92.6	17.4	1515

Çizelge 4.4'den görüleceği gibi tarla koşullarında çim bitkisinin toplam su tüketimi 1515 mm olarak hesaplanmıştır.

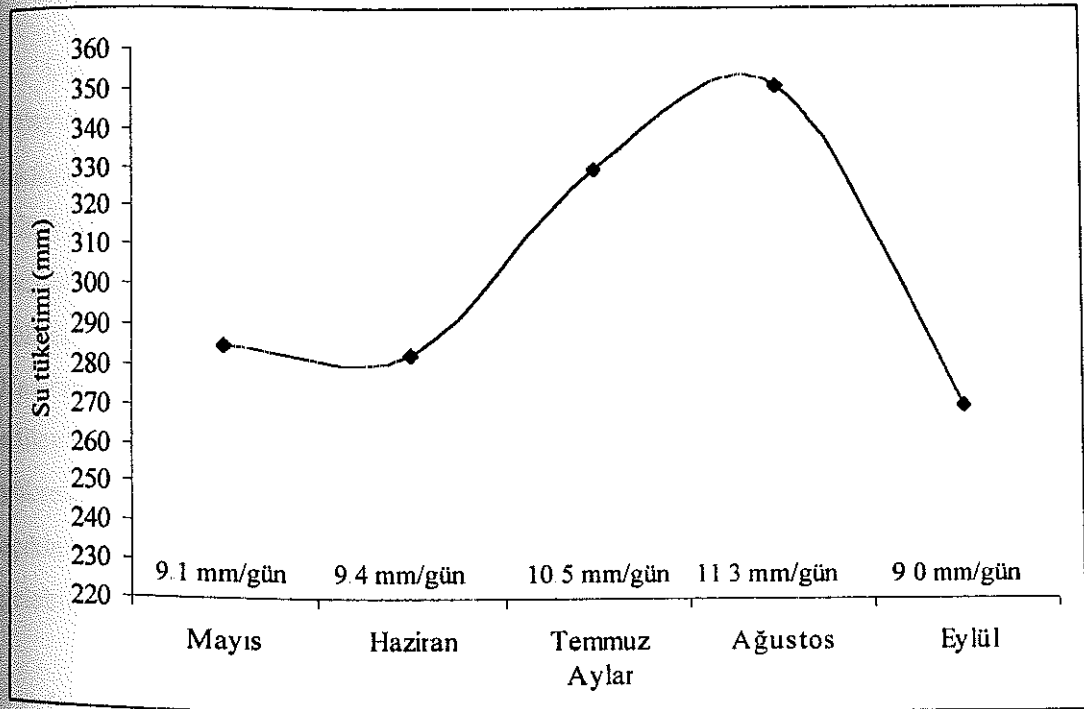
Ek-16'dan yararlanarak tarla koşullarında elde edilen çim bitkisinin yığışimli su tüketimi Şekil 4.3'de verilmiştir. Yığışimli su tüketim eğrisi, denemenin Eylül ayında sona erdirilmesi nedeniyle hemen hemen doğrusal bir artış göstermiştir.



Şekil 4.3. Tarla Koşullarında Çim Bitkisinin Yığışimli Su Tüketim Eğrisi

Yığılımlı su tüketim eğrisinden yararlanılarak çim bitkisinin aylık ve on günlük periyotlar için su tüketim miktarları bulunmuştur. Her aydaki günlük ortalama su tüketim değerlerinin değişimi Şekil 4.4'de verilmiştir.

Şekil 4.4'den görüleceği gibi çim bitkisinin su tüketimi, bitki gelişim ve iklimsel etkenlere bağlı olarak Ağustos ayında yüksek (350 mm), Eylül ayında ise düşüktür (270 mm).



Şekil 4.4. Tarla Koşullarında Çim Bitkisinde Aylık Su Tüketim Miktarlarının Değişimi

Yine anılan şekilden görüleceği gibi deneme süresince tarla koşullarında çim bitkisinin ortalama günlük su tüketimi 9.0-11.3 mm/gün arasında değişmiş ve en yüksek ortalama su tüketimi Ağustos ayında (11.3 mm/gün), en düşük ortalama su tüketimi ise Mayıs ve Eylül aylarında (sırasıyla 9.1 ve 9.4 mm/gün) meydana gelmiştir.

Öte yandan çim su tüketim miktarı aydan aya farklılıklar gösterdiği gibi 10 günlük dönemlere göre de farklılıklar göstermektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Tarla Koşullarında Çim Bitkisinin Aylık ve On Günlük Dönemlerdeki Su Tüketim Miktarları (mm)

Araştırma dönemindeki ayların ve on günlük dönemlerin su tüketim miktarları															
Aylar	Mayıs			Haziran			Temmuz			Ağustos			Eylül		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	86	89	110	92	94	97	103	106	118	115	120	115	85	95	90
Toplam	285			283			327			350			270		

Çizelge 4.5'den görüleceği gibi su tüketim miktarları on günlük dönemlere ve dolayısı ile aydan aya farklılıklar göstermektedir. Bitki gelişimine ve meteorolojik faktörlere bağlı olarak çim bitkisinin su tüketimi en yüksek 120 mm ile Ağustos ayının ikinci döneminde, en düşük su tüketimi ise 85 mm ile Eylül ayının ilk döneminde meydana gelmiştir. Tankut (1986) aynı periyotlar için çim bitkisinin su tüketimini en yüksek Temmuz ayının ikinci on günlük döneminde (75 mm) en düşük su tüketimini ise Haziran ayının ilk on günlük döneminde (43 mm) saptamıştır. Deneme süresince elde edilen on günlük bitki su tüketim değerleri karşılaştırıldığında su tüketim miktarlarının yüksek olduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni, bölgeler arası iklimsel farklılıklar olarak açıklanabileceği gibi uygulanan sulama yöntemleri arasındaki farklılıktan da meydana gelebilir.

Lizimetre saksılarında sulama ve su tüketimi ölçümleri 10 Mayısta başlatılmıştır. Lizimetre saksılarına deneme süresince uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Anılan çizelgeden görüldüğü gibi, çalışma süresince aylara ve haftalara göre çim bitkisine uygulanan sulama suyu miktarları farklılık göstermiştir. İklim etmenleri ve bitki gelişmesine bağlı olarak yaz aylarında özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında daha fazla sulama suyu uygulanmıştır.

Lizimetre saksıları mevsim boyu 30 kez sulanmıştır. Ortalama olarak lizimetre saksılarına 1635.6 mm sulama suyu uygulanmıştır.



Çizelge 4.6. Deneme Süresince Lizimetre Saksılarına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm)

Aylar	Lizimetre Saksıları		
	1. Saksı	2. Saksı	3. Saksı
Mayıs	94.8	106.5	107.6
	8.2	8.2	15.2
	52.7	49.1	53.8
	8.2	9.4	5.9
	42.1	55.0	51.5
	11.7	9.4	11.7
Haziran	35.1	42.1	44.5
	25.7	33.9	32.8
	58.5	60.8	58.5
	33.9	39.8	38.6
	56.2	59.7	53.8
	41.0	45.6	38.6
	51.5	52.7	58.5
Temmuz	35.1	39.8	41.0
	45.6	46.8	48.0
	74.9	67.9	64.4
	48.0	58.5	55.0
	70.2	83.1	80.7
	64.4	58.5	50.3
Ağustos	52.7	58.5	45.6
	72.5	67.9	65.5
	63.2	63.2	66.7
	76.1	76.1	70.2
	74.9	72.5	76.1
	67.9	66.7	63.2
Eylül	78.4	79.6	76.1
	60.8	71.4	73.7
	59.7	81.9	77.2
	51.5	49.1	52.7
	67.9	73.7	59.7
Toplam	1583.0	1687.1	1636.8
Ortalama	1635.6		

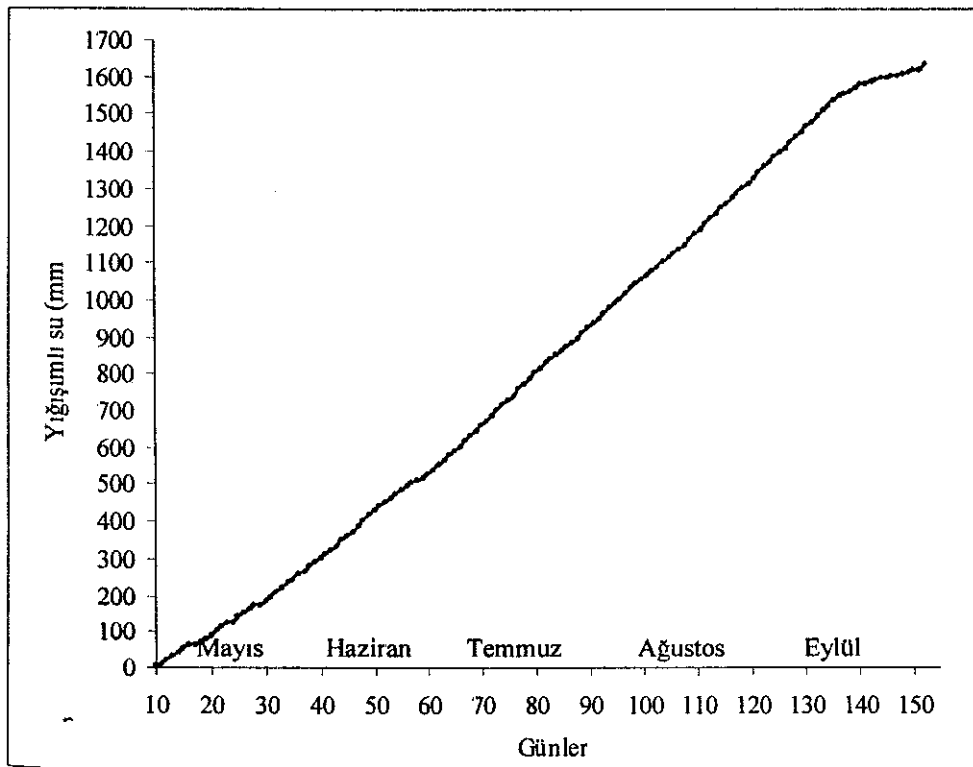
Lizimetre saksılarında deneme süresince çim bitkisinin ortalama su tüketimi Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Mini Lizimetre Koşullarında Deneme Süresince Çimin Su Tüketimi

Sulama Sayısı	Sulama suyu (mm)	Yağış (mm)	Drenaj (mm)	Toprak suyu (mm)	Toplam
30	1635.6	92.6	47.8	9.6	1690.0

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi, deneme süresince lizimetre koşullarında toprak suyundan kullanım 9.6 mm olmuş ve çim bitkisinin su tüketimi 1690.0 mm olarak hesaplanmıştır. Lizimetre saksılarından drene olan ortalama sulama suyu miktarı ise 47.8 mm olarak ölçülmüştür. Lizimetre saksılarında meydana gelen bitki su tüketim değerleri Ek-17’de verilmiştir.

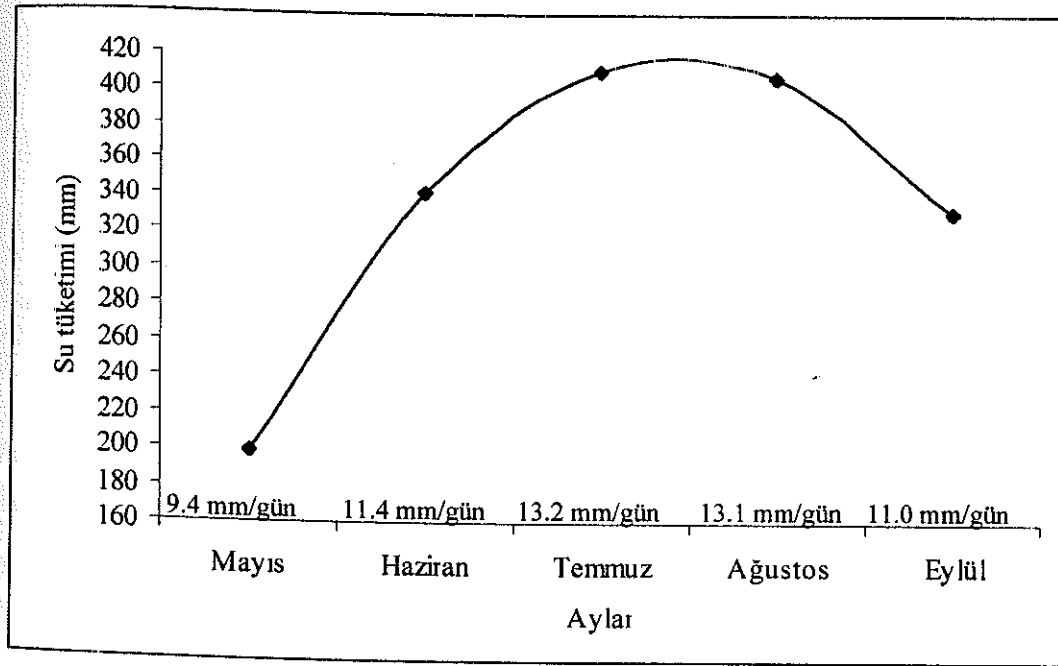
Deneme süresince lizimetre koşullarında elde edilen çim bitkisinin yığışimli su tüketimi Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Lizimetre Koşullarında Çim Bitkisinin Yığışimli Su Tüketim Eğrisi

Şekil 4.5'den görüldüğü gibi, lizimetre koşullarında çim bitkisinin su tüketim hızı tarla koşullarındakine benzer bir gelişme göstermiş olup mevsim başında oldukça düşüktür. Gelişme ile birlikte, özellikle iklimsel etmenlere bağlı olarak Temmuz ayından itibaren su tüketiminin arttığı gözlenmiştir.

Yığışimli su tüketim eğrisinden yararlanılarak çim bitkisinin aylık ve on günlük periyotlar için su tüketim miktarları bulunmuştur. Her aydaki günlük ortalama su tüketim değerlerinin değişimi Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Lizimetre Koşullarında Çim Bitkisinde Aylık Su Tüketim Miktarlarının Değişimi

Şekil 4.6'dan görüleceği gibi çim bitkisinin su tüketimi, bitki gelişim ve iklimsel etkenlere bağlı olarak, Mayıs ayının son 20 gününde 198 mm, Haziran ayında 342 mm, Temmuz ayında 411 mm, Ağustos ayında 408 mm ve Eylül ayında ise 331 mm olarak hesaplanmıştır.

Deneme süresince lizimetre koşullarında çim bitkisinin günlük su tüketimi 9.4-13.2 mm/gün arasında değişmiş ve en yüksek ortalama su tüketimi Temmuz ayında (13.2 mm/gün) gerçekleşmiştir. Deneme süresince Mayıs ve Eylül aylarında ise en

düşük (sırasıyla 9.4 ve 11.0 mm/gün) su tüketimi meydana gelmiştir. Phene vd (1996) lizimetre koşullarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında çim bitkisinin gerçek su tüketimini 9.3 mm/gün olarak belirleyerek benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Araştırma süresi içindeki aylara ait 10 günlük su tüketim miktarları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Mini Lizimetre Koşullarında Çim Bitkisinin Aylık ve On Günlük Dönemlerdeki Su Tüketim Miktarları (mm)

Araştırma dönemindeki ayların ve on günlük dönemlerin su tüketim miktarları															
Aylar	Mayıs			Haziran			Temmuz			Ağustos			Eylül		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	-	92	106	116	128	98	135	144	132	128	129	151	120	110	101
Toplam	198			342			411			408			331		

Çizelgeden de görüleceği gibi su tüketim miktarları aydan aya ve on günlük dönemlere göre de farklılıklar göstermektedir. Bitki gelişimine ve meteorolojik faktörlere bağlı olarak çim bitkisinin su tüketimi en yüksek Ağustos ayının üçüncü döneminde 151 mm ile meydana gelirken, en düşük su tüketimi ise 92 mm ile Mayıs ayının ikinci döneminde meydana gelmiştir.

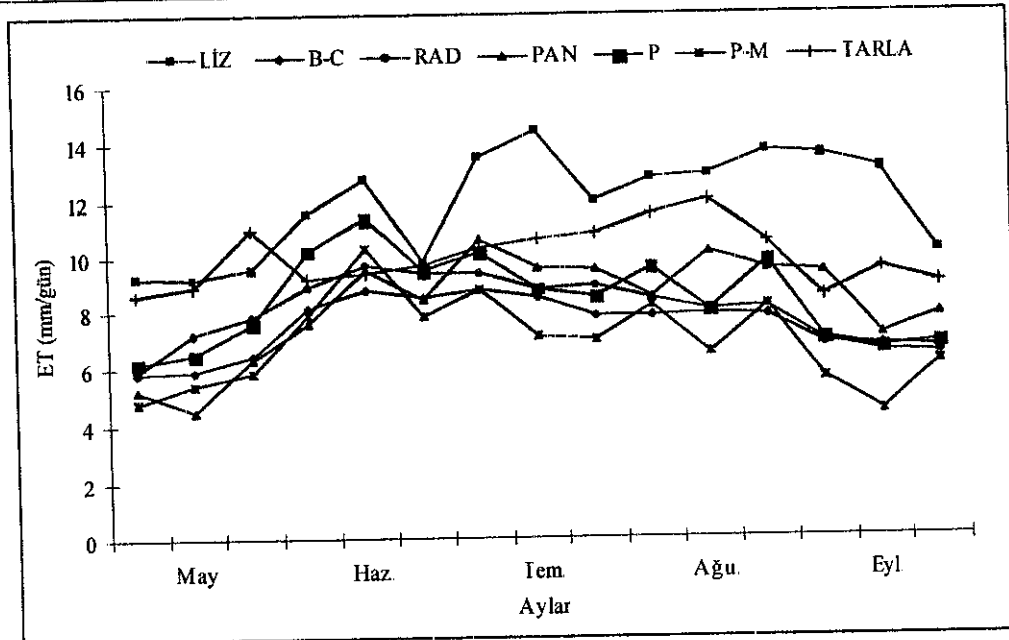
#### 4.3. Tarla ve Lizimetre Koşullarında Elde Edilen Çim Su Tüketim Değerleri İle Ampirik Eşitliklerle Elde Edilen Değerlerin Karşılaştırılması

Araştırma boyunca elde edilen iklim verilerinden yararlanılarak kısa periyotlu tahmin yöntemleri ile hesaplanan bitki su tüketimleri değerleri ile tarla ve lizimetre koşullarında elde edilen gerçek su tüketim değerleri onar günlük periyotlarda günlük ortalama değerler olarak Çizelge 4.9'da, grafikleri ise Şekil 4.7'de verilmiştir.

Anılan çizelge ve şekilden izleneceği gibi, en yüksek gerçek bitki su tüketimi tarla koşullarında 12.0 mm/gün ile Ağustos ayının ikinci on günlük periyodunda hesaplanırken, lizimetre koşullarında en yüksek su tüketimi 14.4 mm/gün ile Temmuz ayının ikinci on günlük periyodunda hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Tarla ve Lizimetre Koşullarında Ölçülen ve Amprik Eşitliklerle Hesaplanan Onar Günlük Periyotlar İçin Ortalama Günlük Bitki Su Tüketim Değerleri (mm/gün)

Aylar	Ölçülen Bitki Su Tüketimi		Referans Bitki Su Tüketimi Tahmin Yöntemleri				
			B-C Yöntemi	Radyasyon Yöntemi	Class A Pan Yöntemi	Penman Yöntemi	P-M Yöntemi
	Tarla	Lizimetre					
Mayıs	8.6	-	5.8	5.9	5.2	6.2	4.8
	8.9	9.2	5.9	7.2	4.5	6.5	5.4
	11.0	9.6	6.4	7.8	6.3	7.6	5.8
Haziran	9.2	11.6	8.1	8.9	7.6	8.2	7.9
	9.4	12.8	8.8	9.7	9.5	9.4	10.3
	9.7	9.8	8.5	9.4	8.4	9.5	7.8
Temmuz	10.3	13.5	8.8	9.4	10.6	10.1	8.8
	10.6	14.4	8.5	8.8	9.6	8.8	7.1
	10.8	12.0	7.8	8.9	9.5	8.5	7.0
Ağustos	11.5	12.8	7.8	8.4	8.5	9.6	8.2
	12.0	12.9	7.9	8.0	10.1	8.0	6.5
	10.5	13.7	7.8	8.1	9.5	9.8	8.2
Eylül	8.5	12.0	6.8	6.9	9.4	7.0	5.6
	9.5	11.0	6.7	6.5	7.1	6.6	4.4
	9.0	9.2	6.6	6.4	7.8	6.8	6.1
Ortalama	10.0	11.8	7.4	8.0	8.3	8.2	6.9



Şekil 4.7. Deneme Süresince Onar Günlük Periyotlarda Ölçülen ve Amprik Eşitliklerle Hesaplanan Su Tüketim Değerlerinin Değişimi

Ayrıca Çizelge 4.9'dan görüleceği üzere, solar radyasyon ve sıcaklığa dayanan amprik eşitlikler (Blaney-Criddle ve Radyasyon) deneme süresince bitki su tüketimini düşük (7.4 ve 8.0 mm/gün) hesaplamışlardır. Diğer yöntemlerde ise bitki su tüketimi 6.9-8.3 mm/gün arasında değişmiştir. Sanchez vd (1996), çim kıyas bitki su tüketimini belirlemek için gerçekleştirdikleri çalışmalarında, benzer sonuçlara ulaşarak sıcaklık ve radyasyona dayanan amprik eşitliklerin bölgesel kalibrasyonları yapıldığı takdirde kullanılabileceğini saptamışlardır. Onar günlük periyotlar dikkate alındığında tarla ve lizimetre koşullarında ölçülen gerçek bitki su tüketim değerleri, amprik eşitliklerle belirlenen bitki su tüketim değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Ölçülen gerçek bitki su tüketimi ile amprik eşitliklerle hesaplanan bitki su tüketim değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için tarla koşullarında elde edilen gerçek bitki su tüketim değerleri Blaney-Criddle, Radyasyon, A sınıfı buharlaşma kabı, Penman ve Penman-Monteith yöntemleriyle hesaplanan bitki su tüketim değerleri arasında regresyon denklemi ile hesaplanan hata kareler ortalaması (RMS), korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) ve mevsimlik su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir

Çizelge 4.10. Tarla Koşullarında Uygun Bitki Su Tüketimi Tahmin Yönteminin Belirlenmesinde Göz Önüne Alınan Kriterler

Tahmin yöntemi	(RMS)	Regresyon denklemi	Korelasyon katsayısı ( $r^2$ )	(%Et)
Blaney-Criddle	2.47	$ET = -0.61ET_o^2 + 9.63ET_o - 27.6$	0.615	76.54
Radyasyon	2.09	$ET = -0.381ET_o^2 + 6.43ET_o - 16.8$	0.492	82.10
A Sınıfı Buh. Kabı	1.96	$ET = 0.0011ET_o^2 + 0.41ET_o + 6.28$	0.679	86.35
Penman	1.97	$ET = -0.307ET_o^2 + 5.56ET_o - 14.6$	0.446	84.32
Penman-Monteith	3.40	$ET = -0.161ET_o^2 + 2.59ET_o - 0.08$	0.417	70.87

Çizelgeden 4.10'dan izleneceği gibi, hata kareler ortalaması (RMS) en düşük, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) en yüksek ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 100'e yakın olan tahmin yöntemi A sınıfı buharlaşma kabı yöntemidir. Söz konusu yöntemin hata kareler ortalaması (RMS) 1.96, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) 0.679, bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 86.35 ve söz konusu yöntem denklemi ise

$ET=0.001 ETo^2 + 0.41 ETo + 6.28$  olarak saptanmıştır. Tarla koşullarında çimin gerçek su tüketimi deneme süresince 8.5-12.0 mm/gün arasında değişerek ortalama 10.0 mm/gün olarak hesaplanmıştır. Kneebone ve Pepper (1984) Bermuda çiminin su tüketimini 8 mm/gün bulmuşlardır. Tankut (1986) tarla koşullarında aynı aylardaki gerçek bitki su tüketimini 6.64 mm/gün olarak hesaplamıştır. Çalışmadan elde edilen günlük su tüketim değerleri Tankut (1986)'daki değerlerle karşılaştırıldığında çimin günlük su kullanımının fazla olduğu görülmektedir. Shearman (1986) çimin su kullanımındaki bu farklılığı bölgelerin iklimsel yapısına bağlayarak sıcaklığın 25°C'den 35°C'ye yükselmesiyle evapotranspirasyonun 1.1-1.7 kat kadar arttığını saptamıştır. Bu sonuçlara göre tarla koşullarında elde edilen çim bitki su tüketiminin tahmininde ve sulama zamanı planlamasında A Sınıfı Buharlaşma Kabı yönteminin kullanılması önerilebilir. Bu yöntemi sırasıyla Penman, Radyasyon, Blaney-Cridle ve Penman-Monteith yöntemleri izlemiştir.

Öte yandan, lizimetre koşullarında ölçülen gerçek bitki su tüketimi ile amprik eşitliklerle hesaplanan bitki su tüketim değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için lizimetre koşullarında elde edilen gerçek bitki su tüketim değerleri Blaney-Cridle, Radyasyon, A sınıfı buharlaşma kabı, Penman ve Penman-Monteith yöntemleriyle hesaplanan bitki su tüketim değerleri arasında regresyon denklemi ile hesaplanan hata kareler ortalaması (RMS), korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) ve mevsimlik su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Lizimetre Koşullarında Uygun Bitki Su Tüketimi Tahmin Yönteminin Belirlenmesinde Göz Önüne Alınan Kriterler

Tahmin yöntemi	(RMS)	Regresyon denklemi	Korelasyon katsayısı ( $r^2$ )	(%Et)
Blaney-Cridle	2.70	$ET=-0.387ETo^2 + 6.28ETo - 15.0$	0.503	75.15
Radyasyon	2.41	$ET=-0.182ETo^2 + 3.11ETo - 3.1$	0.255	80.57
A Sınıfı Buh. Kabı	2.10	$ET=0.0775ETo^2 - 0.69ETo + 10.2$	0.707	84.79
Penman	2.20	$ET=-0.103ETo^2 + 2.04ETo + 0.3$	0.366	82.78
Penman-Monteith	3.44	$ET=+0.005ETo^2 + 0.17ETo + 8.52$	0.314	69.59

Çizelgeden 4.11'den izleneceği gibi, hata kareler ortalaması (RMS) en düşük, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) en yüksek ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 100'e a yakın olan tahmin yöntemi A sınıfı buharlaşma kabı yöntemidir. Söz konusu yöntemin hata kareler ortalaması (RMS) 2.1, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) 0.707, bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 84.79 ve söz konusu yöntem denklemini ise  $ET=0.0775 ETo^2 - 0.69 ETo + 10.2$  olarak saptanmıştır. Anılan yöntemde çim bitkisi kıyas bitki su tüketimi deneme süresince 4.5-10.6 mm/gün arasında değişerek ortalama 8.3 mm/gün olarak hesaplanırken, lizimetre koşullarında gerçek bitki su tüketim değeri 9.2-14.4 mm/gün arasında değişerek ortalama 11.8 mm/gün olarak hesaplanmıştır.

Kneebone vd (1992) çimin su kullanımının 2.5-7.5 mm/gün arasında değiştiğini en fazla 12 mm/gün olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada maksimum günlük su tüketimi 25 mm hesaplanmış, ancak bu değer yüksek advectif ısı ve toprak yüzeyinin nemli kalmasından ileri gelen aşırı bir kayıp olduğu açıklanmıştır.

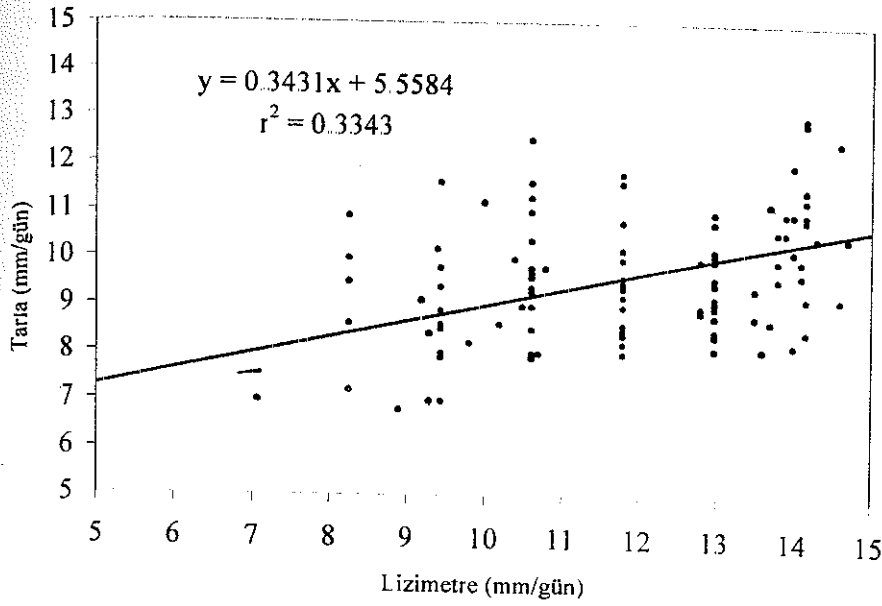
Tovey vd (1969) lizimetrelerden elde edilen su tüketim değerlerini A sınıfı buharlaşma kabı, Radyasyon, Olivier ve Penman yöntemleriyle karşılaştırmışlar, A sınıfı buharlaşma kabı yönteminin sağlıklı sonuç verdiğini saptamışlardır. Qian vd (1996) tartılı lizimetrelerle ölçtükleri gerçek bitki su tüketim değerleri ile A sınıfı buharlaşma kabı ve Penman-Monteith eşitlikleriyle hesaplanan bitki su tüketim değerlerini karşılaştırmışlar, lizimetre koşullarına yakın değerlerin A sınıfı buharlaşma kabı değerleri olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Sanchez (1996), lizimetre ile aylık ve on günlük dönemler için ölçülen çim kıyas bitki su tüketimini Blaney-Criddle, Radyasyon, A sınıfı buharlaşma kabı, Penman ve Penman-Monteith eşitliklerinden elde edilen değerlerle karşılaştırmışlar, A sınıfı buharlaşma kabının kullanılabileceğini saptamışlardır.

Bu sonuçlara göre tarla koşullarında elde edilen çim bitki su tüketiminin tahmininde ve sulama zamanı planlamasında A Sınıfı Buharlaşma Kabı yönteminin kullanılması önerilebilir. Bu yöntemi sırasıyla Penman, Radyasyon, Blaney-Criddle ve Penman-Monteith yöntemleri izlemiştir.



#### 4. Tarla ve Lizimetre Koşullarında Elde Edilen Gerçek Bitki Su Tüketim Değerlerinin Karşılaştırılması

Araştırmada kullanılan mini lizimetre sistemiyle belirlenen gerçek bitki su tüketim değerleri ile tarla koşullarında elde edilen gerçek bitki su tüketim değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Tarla ve lizimetre koşullarındaki bitki su tüketim değerleri arasında t testi yapılmış ve % 5 düzeyinde önemli farklar bulunmuştur.



Şekil 4.8. Tarla ve Lizimetre Koşullarında Ölçülen Gerçek Bitki Su Tüketim Değerlerinin Değişimi

Şekil 4.8'den görüleceği gibi, araştırmada kullanılan mini lizimetre sistemi ile elde edilen gerçek bitki su tüketimi ile tarla koşullarında ölçülen bitki su tüketimi arasındaki ilişkiye ilişkin korelasyon katsayısı oldukça düşüktür ( $r^2=0.3343$ ). Lizimetre koşullarında belirlenen su tüketiminin daha fazla olmasının nedeni, söz konusu lizimetre saksılarının sınırlı miktarda toprak içermesi ve tarla deneme parseline kıyasla daha fazla güneş enerjisi alması olarak açıklanabilir. Öte yandan çalışmada kullanılan mini lizimetre sisteminin laboratuvar koşulları için geliştirilmesi nedeniyle, içi su dolu kauçuk tüpün esnekliğinin zamanla değişmesinin de bu sonuca yol açtığı söylenebilir.

Elde edilen bulgulara dayanarak, mini lizimetre sisteminin tarla koşullarında kullanımının uygun olmayacağı ancak laboratuvar koşullarında kullanılabileceği sonucuna varılabilir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Antalya yöresinde çim bitkisi kıyas bitki su tüketimini veren bazı amprik çeşitliklerin tarla ve mini lizimetre koşullarında kalibrasyonu amacıyla 2000 yılı Mayıs-Eylül ayları arasında gerçekleştirilen çalışma, tarla koşullarında 18x60 m boyutlu bir parselde, mini lizimetre koşullarında ise 20 cm çaplı ve 40 cm yüksekliğindeki üç lizimetre saksısında yürütülmüştür. Kıyas bitki su tüketimini hesaplamada kullanılan iklimsel veriler deneme alanında oluşturulan gözlem parkından ve Antalya Meteoroloji İstasyonundan elde edilmiştir. Çalışmada iklimsel verilerden yararlanılarak çim bitkisi kıyas bitki su tüketimini hesaplamada Blaney-Criddle, Radyasyon, A Sınıfı Buharlaşma Kabı ve Penman yöntemlerinin FAO uyarlaması ile Penman-Monteith yöntemleri kullanılmıştır.

Deneme parseli yağmurlama yöntemi ile, lizimetre saksıları süzgeçli sulama kabıyla ölçülü olarak sulanmış, deneme süresince tarla koşullarında topraktaki nem değişimi gravimetrik yöntem ve tansiyometrelerle üç tekerrürlü olarak, mini lizimetre koşullarında ise Tensior 5 tansiyometre ile sadece bir saksıda izlenmiştir. Deneme süresince hem tarla hem de lizimetre koşullarında toprak nemi, tarla kapasitesi civarında tutulmuştur.

Araştırma süresince toplam 9 kez biçim işlemi yapılmıştır. Tarla ve lizimetre koşullarında çim bitkisinin boyu 10-12 cm'ye ulaştığında tarla koşullarında çim biçme makinesi, lizimetre koşullarında ise çim biçme makası ile biçim işlemi yapılmıştır. Biçim işleminden sonra çim bitkisinin boyu 4-5 cm'ye getirilmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlardan yararlanılarak yapılabilecek öneriler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

### 5.1. Sonuçlar

Deneme parselinde, deneme süresince aylara göre değişmekle birlikte ortalama 3 gün aralıklarla 53 sulama yapılmış ve toplam 1405 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Lizimetre saksılarına ise ortalama 4-5 gün ara ile toplam 30 sulama yapılarak 1635.6 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Tarla ve lizimetre koşullarında deneme süresince toplam, aylık, 10 günlük ve günlük gerçek su tüketimleri ile iklimsel verilerden yararlanılarak Blaney-Criddle, Radyasyon, A Sınıfı Buharlaşma Kabı ve Penman yöntemlerinin FAO uyarlaması ile Penman-Monteith yöntemleri kullanılarak hesaplanan kıyas bitki su tüketim değerleri farklılıklar göstermiştir. Tarla koşullarında 10 günlük periyotlar için günlük ortalama gerçek su tüketimleri 8.5-12.0 mm/gün arasında, lizimetre koşullarında 9.2-14.4 mm/gün arasında değişmiştir. Farklı yöntemlerle hesaplanan kıyas bitki su tüketimleri ise 4.4-11.4 mm/gün arasında değişmiştir.

Deneme süresince tarla ve lizimetre koşullarında elde edilen gerçek su tüketimleri ile farklı yöntemlerle hesaplanan kıyas bitki su tüketimleri arasındaki ilişki istatistiksel bir yaklaşımla incelenmiş ve regresyon denklemleri elde edilmiştir. Tarla ve lizimetre koşullarındaki gerçek su tüketimini en iyi temsil eden çim kıyas bitki su tüketimi hesaplama yönteminin seçiminde hata kareler ortalaması (RMS) en düşük, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) en yüksek ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 100'e en yakın olan yöntemin en uygun olduğu kabul edilmiştir. Buna göre tarla koşullarında elde edilen gerçek su tüketim değerleri ile iklim verilerine dayanan ampirik eşitliklerle elde edilen su tüketim değerleri karşılaştırıldığında hata kareler ortalaması (RMS) en düşük, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) en yüksek ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 100'e en yakın olan ampirik eşitlik A Sınıfı Buharlaşma Kabı yönteminde kullanılan eşitlik olmuştur. Söz konusu eşitliğin hata kareler ortalaması (RMS) 1.96, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) 0.679 ve mevsimlik su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 86.35 olarak hesaplanmıştır. Bu analizlerin sonucunda Antalya koşullarında kullanılacak en uygun ilişki denklemi  $ET = 0.001ET_o^2 + 0.41ET_o + 6.28$  olarak belirlenmiştir. Araştırmada ele alınan eşitlikler içerisinde Penman yönteminde kullanılan eşitliğin de gerçek su tüketimine yakın değerler verdiği saptanmıştır (RMS=1.97,  $r^2= 0.446$ , %Et= 84.32). Tarla koşullarında bu yöntemleri sırasıyla Blaney-Criddle, Radyasyon ve Penman-Monteith yöntemleri takip etmiştir.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
Merkez Kütüphanesi

Lizimetre koşullarında elde edilen gerçek su tüketim değerleri ile ampirik eşitliklerle elde edilen su tüketim değerleri arasında yapılan istatistiksel analizlerin sonucunda tarla koşullarında olduğu gibi en güvenilir yöntemin A Sınıfı Buharlaşma Kabı yöntemi olduğu belirlenmiştir. Söz konusu yöntemde hata kareler ortalaması (RMS) 2.1, korelasyon katsayısı ( $r^2$ ) 0.707 ve mevsimlik bitki su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) 84.79 olarak hesaplanmıştır. Kullanılması önerilen eşitlik ise  $ET = 0.0775ET_o^2 - 0.69ET_o + 10.2$  olarak belirlenmiştir. Ampirik eşitlikler içerisinde en iyi sonucu veren ikinci eşitlik Penman yöntemi olmuştur (RMS=2.2,  $r^2 = 0.366$ , %Et=82.78). Bu yöntemleri sırasıyla Blaney-Criddle, Radyasyon ve Penman-Monteith yöntemleri izlemiştir.

Ayrıca çalışmada tarla koşullarında elde edilen bitki su tüketimi değerleri ile lizimetre koşullarında elde edilen çim bitkisi su tüketim değerleri arasındaki ilişki de incelenmiş, oldukça düşük (0.33) korelasyon katsayısı nedeniyle mini lizimetrelerin tarla koşullarını çok iyi temsil etmediği sonucuna varılmıştır.

## 5.2. Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre, araştırma alanına benzer alanlarda çim kıyas bitki su tüketimi hesaplamaları yapılırken aşağıdaki öneriler verilebilir

Bitki su tüketim çalışmaları değişik iklim özelliklerine sahip alanlarda yapıldığından çalışmanın amacı ve eldeki verilere uygun yöntemin seçimi doğru sonuçlara ulaşmanın temel koşulu olmalıdır. Bitki su tüketimi hesaplama yöntemleri çok sayıda iklim verisine ihtiyaç duyduğundan çalışmanın yapılacağı yörede bulunan iklim gözlem istasyonlarından alınan verilerin elde edilip edilmediği dikkatle incelenmelidir.

Ampirik eşitlikler seçilirken, gerçek su tüketimi ile yüksek bir korelasyon katsayısı ( $r^2$ ), 100'e yakın bir mevsimlik su tüketimini karşılama yüzdesi (%Et) ve düşük hata kareler ortalaması (RMS) değerlerine sahip olması istenir.

Antalya koşullarında çim kıyas bitki su tüketimini veren ampirik eşitlikler içerisinde A Sınıfı Buharlaşma Kabı yöntemi yöre için en uygun yöntem olarak önerilebilir. Bu yöntemi sırasıyla Penman, Blaney-Criddle, Radyasyon ve Penman-Monteith yöntemleri izlemektedir. Öte yandan mini lizimetrelerin tarla koşullarında kullanılmaması da önerilebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- ABOUKHALED, A., ALFARO, A. and SMITH, M., 1982. Lysimeters. Food and Agr. Org. of The United Nations, FAO Irr. and Drain. Paper No:39, Rome, 68 pp.
- ABTEW, W. and OBEYSEKERA, J., 1995. Lysimeter Study of Evapotranspiration of Cattails and Comparison of Three estimation Methods. Transactions of The ASAE, Vol.38(1):121-129.
- AÇIKGÖZ, E., 1994. Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği. Çevre Peyzaj Mimarlığı Yayınları, Bursa, 193 ss.
- AHMADI, M.Z., 1996. Reference Evapotranspiration Estimation of Mazandaran Province of Iran. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.376-380, San Antonio, Texas.
- ALLEN, R.G., 1986. A Penman For All Seasons. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol:12(4):348-367.
- ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S. and RAES, D., 1998. Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements- FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, 280 pp.
- ALLEN, R.G. and FISHER, D.K., 1990. Low-Cost Electronic Weighing Lysimeters Transactions of The ASAE. Vol:33(6):1823-1833.
- ANONİM, 1988. Yaprak ve Toprak Analiz Metodları II. TC. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bitki Besleme Bölümü, İzmir, 26 ss.
- ANONİM, 1998. 1997 Yılı Çalışma Raporu. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya, 71 ss.
- ARONSON, L.J., GOLD, A.J., HULL, R.J. and CISAR, J.L., 1987. Evapotranspiration of Cool-Season Turfgrasses in the Humid Northeast. Agron. J. 79:901-905.
- ASCHMANN, E.L., 1996. 2050 Will There Be Enough Water? Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.560-565, San Antonio, Texas.
- AVCIOĞLU, R., 1997. Çim Tekniği, Yeşil Alanların Ekimi Dikimi ve Bakımı. Ege Üniv. Matbaası, İzmir, 267 ss.
- ÖZLA, Ç., 1985. Ankara Koşullarında Ayçiçeği, Patates, Yonca ve Mısır Bitkilerinde Tartılı Lizimetre İle Saptanan Gerçek Su Tüketiminin Potansiyel Evapotranspirasyon Değerleri İle Karşılaştırılması. Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:126, Rapor Yayın No:55, Ankara, 69 ss.

- AYLA, Ç., 1993. Ankara Koşullarında Fasulye, Çilek, Buğday ve Şekerpancarı Bitkilerinin tartılı Lizimetrede Saptanan Gerçek Su Tüketimleri İle Potansiyel Evapotranspirasyon Değerlerinin Karşılaştırılması. Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:181, Rapor Serisi No:88, Ankara, 86 ss.
- AYILDIZ, M., 1976. Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:636, Ders Kitabı No:199, Ankara, 145 ss.
- BALCI, A., 1973. Bornova İklim Şartlarında Kış Yağışlarının Toprağın Su Dengesine Etkileri Üzerinde Bir Lizimetre Araştırması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:252, İzmir, 19 ss.
- BAŞTUĞ, 1987. Çukurova Koşullarında Pamuk Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonunun Belirlenmesi Üzerinde Bir Çalışma. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 120 ss.
- BEK, Y. ve EFE, E., 1995. Araştırma ve Deneme Metodları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:71, Adana, 395 ss.
- BENLİ, E. ve KODAL, S., 1979. Evapotranspirasyon Tahminlerinin Yöresel Olarak Karşılaştırılması. TC. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, Hidroloji Semineri, Antalya, 10 ss.
- BENLİ, E. ve KODAL, S., 1983. İklim Faktörlerinin Evapotranspirasyon Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Ülkemiz Su Kaynaklarının Geliştirilmesinde Hidrolojinin Yeri ve Önemi Panel Toplantısı, Bolu, 144 ss.
- BEYCE, Ö., MADANOĞLU, K. ve AYLA, Ç., 1972. Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Sulanır Mahsüllerin Su İstihlakleri. Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:15, Teknik Yayın No:12, Ankara, 213 ss.
- BIRAN, I., BRAVDO, B., BUSHKIN-HARAV, I., and RAWITZ, E., 1981. Water Consumption and Growth Rate of 11 Turfgrasses as Effected by Mowing Heigth, Irrigation Frequency, and Soil Moisture. Agron. J. 73:85-90.
- BOUYOUCOS, G.J., 1951. A Recalibration of The Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron. J., 67:97-99.
- CARROW, R.N., SHEARMAN, R.C. and WATSON, J.R., 1990. Turfgrass. Inf. Irrigation of Agricultural Crops (B.A. Steawert and D.R. Nielsen, co-editors) Madison, Wisconsin USA, pp.889-919.
- CASILLI, M.A., CASTIGRANO, A. and RUBINO, P., 1992. Verification of The Penman-Monteith Equation in Southern Italy. Rivista di Agronomia, Vol:26(2):139-144.

- DOORENBOS, J. and PRUITT, W.O., 1977. Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No:24, Food and Agriculture organization of The United Nations, Rome, 144 pp.
- DOORENBOS, J. and KASSAM, A.H., 1979. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper No:33, FAO, Rome, 193 pp.
- DUGAS, W.A. and AINSWORTH, C.G., 1985. Effect of Potential Evapotranspiration Estimates on Crop Model Simulations. Transactions of The ASAE. Vol:33:471-475.
- FELDHAKÉ, C.M., DANIELSON, R.E. and BUTLER, J.D., 1983. Turfgrass Evapotranspiration. I. Factors Influencing Rate in Urban Environments. Agron. J. 75:824-830.
- FELDHAKÉ, C.M., DANIELSON, R.E. and BUTLER, J.D., 1984. Turfgrass Evapotranspiration II. Responses to Deficit Irrigation. Agron. J. 76:85-89.
- FRESENIUS, W., QENTIN, K. and SCHNEIDLER, W., 1988. Water Analysis a Practical Guide to Physico-chemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance, ISBN 3:540-17723-Springer-Varley, Berlin Heidelberg, New York.
- FRY, J.D. and BUTLER, J.D., 1989a. Responses of Tall and Hard Fescue to Deficit Irrigation. Crop Sci., 29:1536-1541.
- FRY, J.D. and BUTLER, J.D., 1989b. Annual Bluegrass and Creeping Bentgrass Evapotranspiration Rates. HortScience, Vol:24(2):269-271.
- GARROT, JR., D.J. and MANCINO, C.F., 1994. Consumptive Water Use of Three Intensively Managed Bermudagrasses Growing under Arid Conditions. Crop Sci. 24:215-221.
- GÜNGÖR, H., 1990. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Amprik Bir Yöntem Üzerinde Araştırma. Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:223, Teknik Yayın No:23, Eskişehir, 73 ss.
- HAGAN, R.M., HAISE, H.R. and EDMINSTER, I.W., 1967. Irrigation of Agricultural Lands. American Society of Agronomy, Publisher Madison, Wisconsin, USA.
- HAKGÖREN, F., 1996. Bahçe Bitkileri sulama Tekniği. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:8, Antalya, 169 ss.
- HAMDY, A. and LACIRIGNOLA, C., 1992. An Overview of The Water Resources in The Mediterranean Countries. Workshop on Water Resources: Development and Management in Mediterranean Countries. 3-9 September 1992, 1:1-32, Adana.



- HENGGELER, J.C., SAMANI, Z., FLYNN, M.S. and ZEITLER, J.W., 1996. Evaluation of Various Evapotranspiration Equations for Texas and New Mexico. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.962-967, San Antonio, Texas.
- HOWELL, T.A., McCORMICK, R.L. and PHENE, C.J., 1985. Design and Installation of Large Weighing Lysimeters. Transactions of The ASAE, Paper No:83-2060, 106-1117.
- HOWELL, T.A., STEINER, J.L., SCHNEIDER, A.D. and EVETT, S.R., 1995. Evapotranspiration of irrigated Winter Wheat Southern High Plains. Transactions of The ASAE, Vol.38(3):745-759.
- HOWELL, T.A. and STEINER, J.L., 1997. Seasonal and Maximum Daily ET of Irrigated Winter Wheat, Sorghum and Corn -Southern High Plains. Transactions of The ASAE. Vol.40:623-634.
- IBRAHIM, M.A.M., 1996. Assessment of Different Potential Evapotranspiration (ETp) Methods in The Nile Delta. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.387-393, San Antonio, Texas.
- ISRAELSEN, O.W. and HANSEN, V.E., 1962. Irrigation Principles and Practices Third Edition. Utah State Univ, Logan.
- JENSEN, M.E., 1973. Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements. ASCE, Irrig. Drain. Div. New York, 215 pp.
- JENSEN, M.E., BURMAN, R.D. and ALLEN, R.G., 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No:70, ASCE, New York, 332 pp.
- KACAR, 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:43. Ankara, 705 ss.
- KADAYIFÇI, A., 1996. Ayçiçeğinin Su-Verim İlişkileri. Ank. Üniv., Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 117 ss.
- KANBER, R., 1977. Çukurova Koşullarında Bazı Toprak Serilerinin Değişik Kullanılabilir Nem Düzeylerinde Yapılan Sulamaların Pamuğun Verim ve Su Tüketimine Etkileri Üzerinde Bir Lizimetre Araştırması. Tarsus Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:78, Rapor Yayın No:33, Tarsus, 169 ss.
- KANBER, R. ve KIRDA, C., 1984. Çukurova İklim Koşullarında Pamuk su Tüketiminin Sezinlemede Kullanılabilecek Çeşitli Amprik İlişkilerin İncelenmesi. Doğa Bilim Dergisi, D2:213-226.

- KANBER, R., EYLEN, M. ve BAŞTUĞ, R., 1990. Çukurova Koşullarında Yağış Etkinliğinin Lizimetrelerde Belirlenmesi. Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:162, Rapor Serisi No:97, Tarsus, 113 ss.
- KANBER, R., KIRDA, C. ve TEKİNEL, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Gn. Yay. No:21, Ders Kit. Yay. No:6, Adana, 341 ss.
- KANBER, R., 1997. Sulama. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın No:174, Ders Kitapları Yayın No:52, Adana, 530 ss.
- KHAN, B.R., MAINUDDIN, M. and MOLLA, M.N., 1993. Design, Construction and Testing of A Lysimeter for A Study of Evapotranspiration of Different Crops. Agricultural Water Management, Vol:23:183-197.
- KIM, K.S. and BEARD, J.B., 1988. Comparative Turfgrass Evapotranspiration Rates and Associated Plant Morphological Characteristics. Crop Sci. 28:328-331.
- KIRDA, C. ve TEKİNEL, O., 1981. Tansiyometreler ve Sulama Uygulamalarında Kullanılabilme Olanakları, DSİ Teknik Bülteni, Sayı:48, ss.23-33, Ankara.
- KNEEBONE, W.R. and PEPPER, I.L., 1982. Consumptive Water Use by Sub-Irrigated Turfgrass Under Desert Conditions. Agronomy Journal 74:419-423.
- KNEEBONE, W.R. and PEPPER, I.L., 1984. Luxury Water Use by Bermudagrass Turf. Agronomy Journal No:76, 999-1002.
- KNEEBONE, W.R., KOPEC, D.M. and MANCINO, C.F., 1992. Water Requirement and Irrigation In:Turfgrass (D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman, co-editors). Agronomy Journal No:32, pp:441-473, ASA-CSSA-SSSA, Madison Wisconsin, USA.
- KODAL, S., 1988. Ülkemizde Meyve Ağaçlarının Su Tüketimlerinin Tahmininde Kullanılabilecek Yöntemler. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Vol:39, Fasikül 1-2, ss.121-131, Ankara.
- KODAL, S. ve GÜLER, F., 1988. Orta Anadolu'daki Tarım İşletmelerinde Yetiştirilen Bitkilerin Su Tüketimleri. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Yıl:3, Sayı:14, ss.8-14, Ankara.
- KOPEC, D.M., SHEARMAN, R.C. and RIORDAN, I.P., 1988. Evapotranspiration of Tall Fescue Turf. HortScience 23(2):300-301.
- KORUKÇU, A. ve YILDIRIM, O., 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Mayıs 1981, Ankara, 86 ss.

- KOÇUKERBAŞ, E., ÖZKAN, B., KAPLAN, A. ve ASLAN, N.B., 1997. Lipya Çimi (*Phyla nodiflora* L.) Greene Bitkisinin İzmir Koşullarında Optimum Su Gereksinimi İle Basılmaya Dayanımının Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Tr. J. of Agriculture and Forestry 21:469-474, Tübitak, Ankara.
- MADISON, J.H. and HAGAN, R.M., 1962. Extraction of Soil Moisture by Merion Bluegrass (*Poa pratensis* L. "Merion") Turf as Affected by Irrigation Frequency, Mowing Height and Other Cultural Operations. Agron. J. 54:157-160.
- MARTIN, M.M.D., 1996. A Method to Calculate Evapotranspiration Considering Soil Temperature. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.402-406, San Antonio, Texas.
- McGLINCHEY, M.G. and INMAN-BAMBER, N.G., 1996. Predicting Sugarcane Water Use with The Penman-Monteith Equation. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.592-597, San Antonio, Texas.
- MECHAM, B.Q., 1996. Scheduling Turfgrass Irrigation by Various ET Equations. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.245-249, San Antonio, Texas.
- MEYER, J.L. and GIBEAULT, V.A., 1986. Turfgrass Performance under Reduced Irrigation. Calif. Agriculture, July-August, pp.19-20.
- MOKABEL, M.A. and FAHMY, M.I., 1996. Use of PVC Columns and Plastic Mulch to Reduce Soil Evaporation of Tomato Crop in Greenhouse and Field Conditions. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.851-863, San Antonio, Texas.
- OĞUZER, V., KANBER, R. ve EYLEN, M., 1984. Çukurova Koşullarında Lizimetrelerde Ölçülen Evapotranspirasyon Miktarları İle Buharlaşma Değerleri Arasındaki İlişkiler Üzerinde Bir İnceleme. Doğa Bilim Dergisi, D2:346-361.
- O'NEIL, K.J. and CARROW, R.N., 1983. Perennial Ryegrass Growth, Water Use and Soil Aeration Status Under Soil Compaction. Agronomy Journal, Vol.75:177-180.
- ORÇUN, E., 1969. Özel Bahçe Mimarisi, Çim Sahaları Tesis ve Bakım Tekniği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:152, İzmir, 99 ss.
- ORTA, A.H., 1997. Ankara Koşullarında Biberin Su Tüketimi. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 21(1997) 513-517.
- ORTA, A.H., İSTANBULLUOĞLU, A. ve ALBUT, S., 1997. Tekirdağ Koşullarında Mısırın Su Tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2):38-43.

- OYLUKAN, Ş., 1967. Lizimetre Metodu İle Yer Fasulyesinin Su Sarfiyatını Tespit Denemesinin Sonuç Raporu. Eskişehir Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Rapor Serisi No:31, Eskişehir, 18 ss.
- ÖZBEK, 1990. Toprak Bilgisi. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:34. Adana, 128 ss.
- PHENE, C.J., CLARK, D.A. and CARDON, G.E., 1996. Real-Time Calculation of Crop Evapotranspiration Using an Automated Pan Evaporation System. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.189-194, San Antonio, Texas.
- QIAN, T.M., FRY, J.D., WIEST, S.C and UPHAM, W.S., 1969. Estimating Turfgrass Evapotranspiration Using Atmometers and Penman-Monteith Model. *Crop Science* 36:3:699-704.
- RANA, G., KATERJI, N. and MASTRORILLI, M., 1996. Evapotranspiration Measurement of Crops Under Water Stress. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.691-696, San Antonio, Texas.
- RIJTEMA, P.E., 1966. Evapotranspiration Inst. for Hand and Water Management Research Tech. Bull. 47, Netherlands.
- SAATÇI, F., 1975. Toprak İlimi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:214, Bornova, İzmir, 164 ss.
- SAMMIS, T.W., MAPEL, C.L., LUGG, D.G., LANSFORD, R.R. and MCGUCKIN, J.T., 1985. Evapotranspiration Crop Coefficients Predicted Using Growing-Degree-Days. *Transactions of The ASAE*, Vol 28(3):773-781.
- SANCHEZ, LOPEZ, B.F., DEL AMOR, F. and LEON, A., 1996. Assesment of Reference Evaportanspiration (Eto) in Semi-Arid Mediterranean Climate Conditions. *ICID Journal*, 1996, Vol.45 No 1.
- SARAVI, M.M., GAY, L.W. and BROWN, P.W., 1996. Aplications of Penman's Model in an Arid Environment. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.864-870, San Antonio, Texas.
- SARI, M., AKSOY, T., KÖSEOĞLU, T., KAPLAN, M., KILIÇ, Ş. ve PİLANALI, N., 1993. Akdeniz Üniversitesi Yerleşim Alanının Detaylı Toprak Etüdü ve İdeal Arazi Kullanım Planlaması, Akdeniz Üniv. Yayınları, Antalya, 245 ss.
- SCHNEIDER, A.D., HOWELL, T.A., MOUSTAFA, A.T.A., EVETT, S.R. and ABOU-ZEID, W., 1996. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.289-294, San Antonio, Texas.
- PLENAY, M.F. ve KADAYIFÇI, A., 1999. Ankara Koşullarında Yoncannın Su Tüketimi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(1):71-76.

- SHAWKY, M.E. and SALLAM, M.F., 1996. Potential Evapotranspiration Calculations Under Egyptian Conditions. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.407-411, San Antonio, Texas.
- SHEARMAN, R.C., 1986. Kentucky Bluegrass Cultivar Evaporation Rates. HortScience 21(3):455-457.
- SMITH, M., ALLEN, R. and PEREIRA, L., 1996. Revised FAO Methodology for Crop Water Requirements. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.116-123, San Antonio, Texas.
- STEDUTO, P., CALIANDRO, A., RUBINO, P., BEN MECHLIA, N., MASMOUDI, M., MARTINEZ-COB, A., JOSE FACI, M., RANA, G., MASTRORILLI, M., EL MOURID, M., KARROU, M., KANBER, R., KIRDA, C., EL QUOSY, D., EL-ASKARI, K., AIT ALI, M., ZAREB, D. and SNYDER, R.L., 1996. Penman-Monteith Reference Evapotranspiration Estimates in The Mediterranean Region. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.357-363, San Antonio, Texas.
- STEELE, D.D., SAJID, A.H. and PRUNTY, L.D., 1996. New Corn Evapotranspiration Crop Curves For Southeastern North Dakota. Transactions of The ASAE, Vol.39(3):931-936.
- ŞAYLAN, L. ve ÇEPNİLER, B., 1995. Farklı Ampirik Eşitliklerle Hesaplanan ve Bir Mikrometeorolojik Metod Kullanarak Ölçülen Evapotranspirasyon Değerlerinin Karşılaştırılması. V. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 30 Mart-2 Nisan 1995, ss 263-271, Antalya.
- TANKUT, 1986. Çukurova Bölgesinde Kıyas Bitki Su Tüketimini Veren Bazı Ampirik Eşitliklerin Kalibrasyonu Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 80 ss.
- TANTAWY, M.M., ABOU-HADID, A.F. and EL-BELTAGY, A.S., 1993. Lysimetric Studies on Water Consumption in Tomato. Acta Horticulture, Vol:323:191-196.
- TEARE, J.D., 1984. Crop-Water Relations. John Wileyand Sons, New York.
- TEKİNEL, O. ve KANBER, R., 1981. Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemlerin Kıyaslanması Üzerinde Bir Araştırma. Topraksu Teknik Dergisi, Yıl:1981, Sayı:56, ss.1-13, Ankara.
- TOVEY, R., SPENCER, J.S. and MUCKEL, D.C., 1969. Turfgrass Evapotranspiration. Agron. J. Vol. 61, pp.863-867.
- TURGEON, A.J., 1980. Turfgrasses Management. Reston Publishing Company. Inc., A Pretince-Hall Company Reston, Virginia.

- TÜZÜNER, A , 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 88 ss
- USSLS, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agriculture Handbook, No:60, USA, 160 pp.
- UZUN, G., 1999. Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor Alanları Yapımı. Ç.Ü. Üniv., Ziraat Fak., Ders Kitabı No:D-20, Adana, 170 ss.
- VAN BAVEL, C.H.M. and HARRIS, D.G., 1962. Evapotranspiration Rates from Bermudagrass and Corn at Raleigh, North Carolina. Agronomy Journal Paper No:1291, 319-322.
- WRIGHT, J.L. and JENSEN, M.E., 1978. Development and Evaluation of Evapotranspiration Models for Irrigation Scheduling. Transactions of The ASAE, Paper No:76-2063, 88-91.
- WRIGHT, J.L., 1996. Derivation of Alfalfa and Grass Reference Evapotranspiration. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.133-140, San Antonio, Texas.
- YAVUZ, M.Y., 1993. Farklı Sulama Yöntemlerinin Pamukta Verim ve Su Kullanımına Etkileri. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 196 ss.
- YILDIRIM, Y.E., 1994. Ankara Koşullarında Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 127 ss.
- YILDIRIM, O., 1996. Sulama Sistemleri II. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1449. Ankara, 167 ss.
- YÜKSEL, N. ve ERDEM, Y., 1997. Kırklareli Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitliklerinin Karşılaştırılması. VI. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 5-8 Haziran 1997, ss.236-241, Bursa.

## 7. EKLER

Ek-1. Deneme Süresince Mayıs Ayında Ölçülen Bazı İklimsel Veriler

GÜN	SICAKLIKLAR			ORTALAMA			TOPLAM YAĞIŞ (Kg/m <sup>2</sup> )	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat)	BUHARLAŞMA MİKTARI (mm/gün)
	MAKS. (°C)	MIN. (°C)	ORT. (°C)	BASINÇ (Mb.)	NEM (%)	RÜZGAR HIZI (m/sn)			
1	21.8	13.6	18.1	1007.0	82.3	1.8	-	10.5	-
2	22.0	14.0	18.2	1004.7	81.0	1.4	-	7.7	5.1
3	25.0	16.0	19.6	1001.8	62.0	2.4	0.3	6.7	3.1
4	25.3	16.1	19.3	998.2	55.3	3.5	0.0	4.5	1.0
5	20.0	12.8	15.4	1000.4	79.3	2.0	2.0	2.3	2.1
6	21.0	12.4	16.4	1005.7	59.7	1.9	56.7	4.5	6.1
7	20.4	11.0	15.6	1008.1	71.3	2.3	-	5.7	7.2
8	27.5	13.4	22.1	1009.2	22.7	4.1	0.1	13.0	13.2
9	27.4	16.0	20.1	1010.3	29.7	4.6	-	13.1	11.0
10	26.4	11.0	19.2	1010.3	47.7	1.6	-	13.4	8.7
11	30.8	18.4	22.4	1007.3	58.0	2.6	-	13.0	7.2
12	30.6	18.4	22.4	1005.7	69.3	2.0	-	10.4	6.4
13	30.8	18.2	23.3	1004.6	74.3	2.4	-	11.5	6.7
14	29.2	18.2	23.8	1004.3	80.7	2.0	-	10.3	5.6
15	32.0	18.0	24.0	1004.2	77.7	1.3	-	9.5	4.8
16	28.0	18.0	24.1	1004.0	82.3	1.2	-	5.7	5.4
17	28.0	18.0	23.1	1001.7	80.3	3.4	9.2	4.2	-
18	28.0	19.2	21.0	999.5	62.3	2.4	2.2	12.6	8.2
19	28.0	18.8	20.4	1000.5	62.3	2.3	-	12.4	6.2
20	31.0	18.4	23.5	1003.2	73.3	1.8	-	12.0	5.2
21	30.2	19.0	23.9	1006.3	75.7	1.4	-	12.1	9.3
22	27.6	19.0	23.7	1006.6	78.3	1.1	-	12.3	6.2
23	27.6	19.4	23.3	1004.5	78.3	1.5	-	9.8	5.0
24	27.4	18.2	21.4	1001.5	75.3	2.3	-	7.2	14.0
25	27.4	18.6	25.0	1000.6	80.7	5.5	8.6	13.3	-
26	30.8	21.0	26.4	1002.9	41.0	4.9	-	13.0	13.0
27	32.0	20.4	25.7	1003.6	47.3	3.4	-	13.2	8.2
28	32.0	20.0	25.9	1003.6	56.0	2.3	-	12.9	9.9
29	29.8	18.4	25.2	1003.4	70.7	2.1	-	10.2	2.2
30	29.8	19.8	23.5	1001.7	69.0	1.1	5.0	6.2	5.7
31	32.0	19.2	26.9	1001.8	59.7	2.8	-	12.9	5.2

Ek-1'in Devamı. Deneme Süresince Haziran Ayında Ölçülen Bazı İklimsel Veriler

GÜN	SICAKLIKLAR			ORTA LAMA			TOPLAM YAĞIŞ (Kg/m <sup>2</sup> )	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat)	BUHARLAŞMA MİKTARI (mm/gün)
	MAKS. (°C)	MİN. (°C)	ORT. (°C)	BASINÇ (Mb.)	NEM (%)	RÜZGAR HIZI (m/sn)			
1	30.2	18.2	25.7	1002.5	68.0	2.2	-	13.0	7.8
2	27.6	19.2	23.2	998.4	68.0	3.3	-	7.6	8.7
3	30.0	22.0	26.0	1000.0	38.0	6.9	0.1	12.7	7.5
4	30.6	22.2	26.2	1003.7	39.0	3.5	-	13.4	13.2
5	35.0	24.0	28.8	1003.3	46.3	3.9	-	13.4	10.6
6	31.2	26.0	27.8	999.9	78.0	1.7	-	12.4	10.3
7	30.6	26.0	27.3	1000.5	80.3	1.5	-	12.2	9.6
8	35.0	25.8	28.4	1002.6	76.7	3.1	-	12.9	11.0
9	38.5	25.6	31.3	1004.6	39.7	4.1	-	13.1	11.6
10	39.8	27.5	32.2	1003.3	38.0	4.3	-	13.0	14.4
11	37.4	28.3	33.0	1002.5	46.3	3.1	-	11.2	11.5
12	40.0	28.5	35.4	1005.4	20.3	3.9	-	13.6	19.3
13	40.0	29.2	33.8	1005.8	21.3	3.9	-	13.8	15.8
14	40.0	29.0	35.4	1003.3	24.7	3.1	-	13.9	16.4
15	40.0	30.5	35.2	1000.2	28.3	4.6	-	13.7	18.6
16	41.2	27.6	33.9	998.9	44.3	2.7	-	14.0	19.4
17	36.0	21.5	28.8	999.0	64.0	1.9	-	13.7	17.2
18	23.5	21.0	21.4	999.1	45.3	5.9	-	12.3	16.6
19	39.8	21.0	31.8	1003.0	28.3	8.5	-	13.9	1.54
20	31.4	19.6	24.1	1005.6	36.7	4.8	-	13.7	1.28
21	31.0	20.0	26.4	1005.0	46.3	3.5	-	14.0	10.7
22	36.4	18.0	28.3	1004.9	38.7	2.3	-	13.9	11.2
23	39.8	21.0	31.5	1002.6	36.7	2.9	-	13.2	14.8
24	40.2	24.1	34.7	1000.1	39.3	3.2	-	13.4	14.6
25	39.1	22.0	32.4	998.5	44.3	3.1	-	13.6	12.2
26	41.4	21.9	29.9	998.2	41.0	2.5	-	13.3	14.1
27	34.9	24.1	29.1	997.3	69.0	1.2	-	12.8	8.2
28	31.8	22.8	26.8	998.1	90.0	1.6	-	13.0	7.4
29	31.0	19.0	26.6	999.2	81.3	1.1	-	11.8	8.2
30	30.8	19.0	26.9	1001.0	80.3	1.8	-	12.6	10.3



Ek-1'in Devamı. Deneme Süresince Temmuz Ayında Ölçülen Bazı İklimsel Veriler

GÜN	SICAKLIKLAR			ORTA LAMA			TOPLAM YAĞIŞ (Kg/m <sup>2</sup> )	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat)	BUHARLAŞMA MİKTARI (mm/gün)
	MAKS. (°C)	MİN. (°C)	ORT. (°C)	BASINÇ (Mb.)	NEM (%)	RÜZGAR HIZI (m/sn)			
1	31.8	20.6	27.7	1001.5	81.0	1.5	-	12.9	9.8
2	38.2	21.8	31.1	1000.6	72.3	2.2	-	13.0	10.6
3	43.0	23.8	33.5	998.3	59.3	2.4	-	13.4	15.6
4	44.0	25.6	36.3	997.9	29.7	2.4	-	13.6	14.2
5	42.2	27.0	34.3	998.6	36.3	3.2	-	13.3	15.4
6	44.8	27.0	33.9	997.6	49.0	2.5	-	12.5	18.8
7	41.4	28.8	33.4	994.0	75.7	2.3	-	12.5	14.0
8	42.8	28.6	34.5	995.3	49.7	3.5	-	12.7	15.6
9	40.2	26.8	33.0	995.8	56.7	2.7	-	12.7	13.8
10	37.8	25.0	30.8	993.9	68.7	1.9	-	12.9	12.4
11	34.4	22.2	29.8	995.4	81.3	1.1	-	12.8	12.1
12	47.0	24.0	38.1	996.2	17.3	3.4	-	13.0	16.2
13	46.1	29.0	34.3	993.2	44.3	2.9	-	12.7	17.3
14	35.6	24.8	30.6	992.9	85.7	1.8	-	11.3	12.5
15	33.8	24.8	30.0	996.1	73.0	1.6	-	9.9	12.3
16	33.0	25.0	28.5	999.5	76.0	1.6	-	12.3	11.4
17	32.8	22.8	28.0	1000.4	76.3	1.3	-	13.1	9.9
18	40.0	23.0	31.0	995.9	64.0	2.0	-	13.0	9.1
19	34.0	24.0	29.9	992.6	78.7	1.8	-	13.0	8.9
20	33.0	25.0	29.4	995.1	63.7	1.6	-	9.5	8.9
21	33.8	25.0	29.7	999.5	70.7	1.9	-	10.2	9.4
22	31.8	23.2	28.1	1000.9	53.0	1.4	-	12.6	9.8
23	33.0	22.0	29.2	1001.1	71.3	2.2	-	12.8	11.5
24	40.0	25.2	30.8	1000.2	38.0	3.8	-	13.2	14.2
25	40.0	26.0	33.4	1000.3	38.3	2.6	-	13.3	12.6
26	40.4	26.0	32.0	1000.0	51.0	2.1	-	12.5	11.2
27	36.0	22.0	30.0	999.7	62.0	1.0	-	12.8	9.6
28	34.4	22.0	29.7	999.0	79.3	1.0	-	12.6	10.6
29	34.8	22.6	28.7	1000.0	76.3	1.3	-	12.6	9.8
30	34.8	21.8	29.3	1001.1	69.7	0.9	-	12.3	11.2
31	35.0	22.0	28.1	1001.1	68.0	1.5	-	12.4	12.1

Ek-1'in Devamı. Deneme Süresince Ağustos Ayında Ölçülen Bazı İklimsel Veriler

GÜN	SICAKLIKLAR			ORTA LAMA			TOPLAM YAĞIŞ (Kg/m <sup>2</sup> )	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat)	BUHARLAŞMA MİKTARI (mm/gün)
	MAKS. (°C)	MIN. (°C)	ORT. (°C)	BASINÇ (Mb.)	NEM (%)	RÜZGAR HIZI (m/sn)			
1	33.6	22.0	28.5	1000.1	82.0	4.1	-	10.9	5.6
2	33.4	25.6	27.6	1002.3	29.7	9.0	5.6	12.5	17.4
3	37.2	23.8	31.7	1003.2	27.7	5.4	-	13.3	16.6
4	38.2	25.8	32.7	1001.3	28.7	4.5	-	13.1	17.2
5	39.2	23.6	29.5	998.9	45.3	3.5	-	13.1	14.8
6	39.8	23.0	31.3	998.9	52.7	2.4	-	13.1	11.6
7	37.0	24.0	30.2	999.6	73.0	2.1	-	12.7	9.1
8	33.0	23.0	29.5	1001.2	82.3	1.5	-	12.4	7.5
9	33.0	24.0	28.9	1001.3	85.3	1.7	-	10.9	7.8
10	33.0	24.0	28.9	998.8	85.7	1.2	-	10.2	12.4
11	33.2	24.0	29.1	996.8	86.0	1.5	-	10.8	8.3
12	34.0	26.0	30.0	997.3	79.0	1.6	-	6.6	11.4
13	33.8	25.0	29.5	999.0	79.3	1.7	-	11.2	13.4
14	33.6	25.0	29.2	1000.5	81.0	1.3	-	11.5	11.6
15	36.0	24.4	30.6	999.1	73.3	1.9	-	12.1	12.3
16	40.2	25.6	32.6	997.7	46.7	2.3	-	11.9	13.1
17	38.8	24.2	30.2	998.7	63.3	1.8	-	12.2	12.2
18	35.8	22.0	30.0	1000.4	63.7	2.2	-	12.2	14.7
19	37.8	23.6	30.7	1001.0	45.7	2.9	-	11.4	13.2
20	41.0	25.8	33.8	999.5	48.7	2.4	-	12.2	14.3
21	41.0	26.0	32.6	999.4	48.0	2.9	-	12.0	13.5
22	40.2	24.8	31.6	999.8	50.0	1.7	-	12.0	10.8
23	36.0	25.0	29.6	1000.4	66.0	1.6	-	11.3	9.6
24	36.8	25.8	31.7	998.3	65.7	1.8	-	10.8	9.3
25	39.2	25.8	32.2	996.7	68.3	3.3	-	10.0	8.9
26	34.8	23.2	27.2	997.8	52.7	2.2	-	9.5	10.1
27	33.6	22.0	27.9	1001.0	25.7	3.7	2.9	11.5	14.2
28	35.0	25.8	30.3	1003.6	25.7	5.6	-	12.4	18.3
29	35.8	23.8	28.7	1001.7	52.7	3.5	-	11.9	12.2
30	37.2	24.0	29.0	999.2	36.3	3.8	-	11.8	13.4
31	36.2	25.0	29.1	1001.6	30.0	5.0	-	12.0	13.1

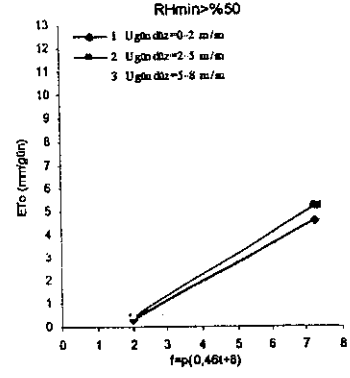
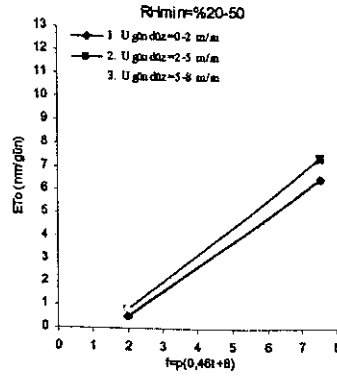
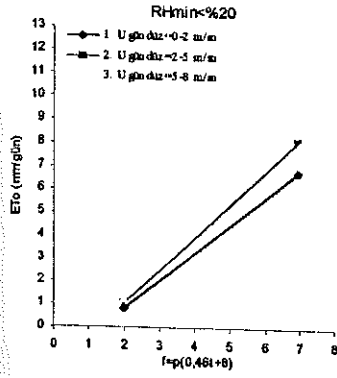
Ek-1'in Devamı. Deneme Süresince Eylül Ayında Ölçülen Bazı İklimsel Veriler

GÜN	SICAKLIKLAR			ORTA LAMA			TOPLAM YAĞIŞ (Kg/m <sup>2</sup> )	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat)	BUHARLAŞMA MİKTARI (mm/gün)
	MAKS. (°C)	MİN. (°C)	ORT. (°C)	BASINÇ (Mb.)	NEM (%)	RÜZGAR HIZI (m/sn)			
1	35.8	22.4	29.0	1001.4	39.0	3.3	-	11.3	14.2
2	34.6	20.0	28.5	998.8	55.3	1.6	-	10.3	13.6
3	33.6	20.6	28.5	998.0	71.3	1.5	-	10.6	9.8
4	33.4	22.0	28.6	1000.3	75.3	1.5	-	11.3	14.1
5	32.4	21.0	28.0	100.1	79.7	2.0	-	10.5	10.2
6	32.2	21.6	29.2	996.8	70.7	1.8	-	10.2	13.4
7	32.8	22.6	26.4	997.7	57.7	3.1	-	11.2	9.7
8	30.8	20.6	25.4	1005.7	72.3	1.7	-	10.2	10.1
9	32.2	18.6	25.8	1008.0	62.7	2.1	-	11.6	11.3
10	40.0	20.0	31.1	1004.3	40.7	3.4	-	11.5	11.6
11	35.6	24.0	28.3	999.9	52.7	2.6	-	11.5	10.2
12	33.0	20.2	28.5	997.7	79.3	2.5	-	8.9	8.4
13	32.4	22.0	27.8	999.9	50.0	1.5	-	8.3	8.0
14	33.2	24.0	28.1	1002.7	71.0	2.2	-	9.2	7.6
15	31.8	21.4	28.9	1003.2	79.0	2.2	-	10.1	7.5
16	31.8	21.6	26.0	1002.7	67.7	2.5	-	9.7	10.1
17	32.6	20.0	27.9	1003.5	61.3	1.7	-	11.0	8.7
18	31.4	20.2	26.0	1006.1	73.3	1.3	-	10.4	8.2
19	31.8	21.4	25.1	1005.5	77.7	2.0	-	10.9	10.4
20	34.0	19.0	26.9	1003.4	33.0	3.2	-	10.5	12.4
21	35.6	19.8	25.3	1003.1	25.0	3.0	-	10.3	12.6
22	39.4	19.6	29.9	1003.0	39.0	2.5	-	10.5	13.2
23	35.8	21.0	26.3	1002.4	68.7	1.9	-	10.5	12.1
24	33.4	19.0	26.0	1003.7	76.3	1.7	-	9.9	9.4
25	32.4	19.6	26.1	1003.7	57.7	1.8	-	10.4	10.2
26	31.8	21.4	26.1	1002.7	37.7	3.7	-	10.5	11.5
27	31.0	18.6	25.5	1001.3	39.7	2.8	-	8.7	7.6
28	30.4	22.0	25.9	1001.4	45.3	4.1	-	9.1	8.5
29	30.4	17.4	23.9	1003.9	50.7	3.6	-	10.6	11.6
30	30.4	16.4	24.3	1008.6	62.7	2.3	-	9.9	11.2

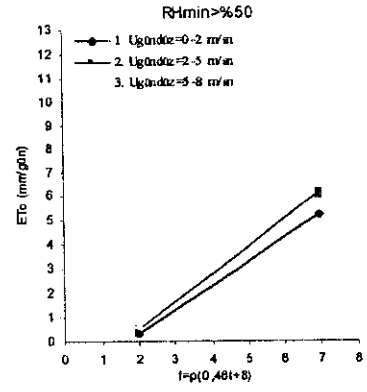
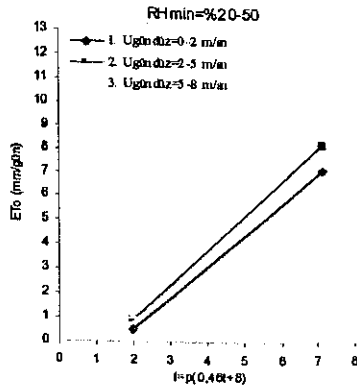
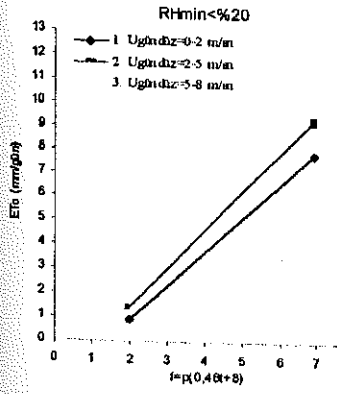
Ek-2. Farklı Enlemlere Ait Yıllık Gündüz Saatlerinin Ortalama Günlük Yüzdeleri (%P)

Enlem	Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		
	Güney	Kuzey	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Nisan	Mayıs	Ekim	Aralık	Ekim	Nisan	Mayıs	Ekim	Aralık	Ekim	Nisan
60	.15	.16	.20	.21	.26	.32	.38	.41	.40	.34	.40	.34	.28	.22	.22	.17	.13								
58	.16	.17	.21	.22	.26	.32	.37	.40	.39	.34	.39	.34	.28	.23	.23	.18	.15								
56	.17	.18	.21	.22	.26	.31	.36	.39	.38	.33	.38	.33	.28	.23	.23	.18	.16								
54	.18	.19	.22	.22	.26	.31	.36	.38	.37	.33	.37	.33	.28	.23	.23	.19	.17								
52	.19	.20	.22	.23	.27	.31	.35	.37	.36	.33	.36	.33	.28	.24	.24	.20	.17								
50	.19	.20	.23	.23	.27	.31	.34	.36	.35	.32	.35	.32	.28	.24	.24	.20	.18								
48	.20	.21	.23	.24	.27	.31	.34	.36	.35	.32	.35	.32	.28	.24	.24	.21	.19								
46	.20	.21	.23	.24	.27	.30	.34	.35	.34	.32	.34	.32	.28	.24	.24	.21	.20								
44	.21	.22	.24	.24	.27	.30	.33	.35	.34	.31	.34	.31	.28	.25	.25	.22	.20								
42	.21	.22	.24	.25	.27	.30	.33	.34	.33	.31	.34	.31	.28	.25	.25	.22	.21								
45	.22	.23	.24	.25	.27	.30	.32	.34	.33	.31	.34	.31	.28	.25	.25	.22	.21								
35	.23	.24	.25	.26	.27	.29	.31	.32	.32	.30	.32	.30	.28	.25	.25	.23	.22								
30	.24	.25	.25	.26	.27	.29	.31	.32	.31	.30	.32	.30	.28	.26	.26	.24	.23								
25	.24	.25	.26	.26	.27	.28	.30	.31	.31	.29	.31	.29	.28	.26	.26	.25	.24								
20	.25	.26	.26	.27	.27	.28	.29	.30	.30	.29	.30	.29	.28	.26	.26	.25	.25								
15	.26	.27	.26	.27	.27	.28	.29	.29	.29	.28	.29	.28	.28	.27	.27	.26	.25								
10	.26	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.29	.29	.28	.29	.28	.28	.27	.27	.26	.25								
5	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.27	.27	.26	.25								
0	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27								

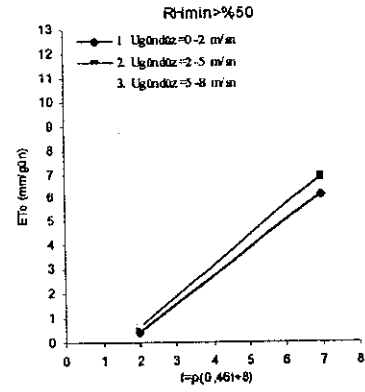
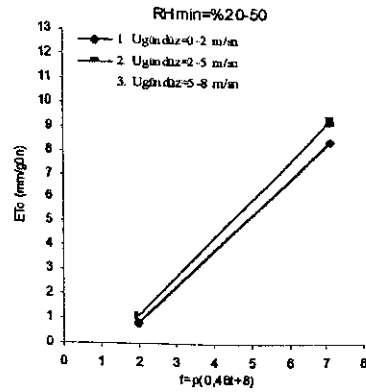
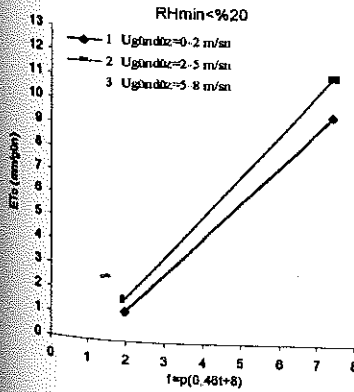
### 3. Blaney-Cridde Yöntemi FAO Modifikasyonunda Kıyas Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılan Grafikler



Güneşlenme Oranı n/N=0.45



Güneşlenme Oranı n/N=0.70



Güneşlenme Oranı n/N=0.90

Ek-4. Atmosferin Dış Yüzeyine Ulaşan Radyasyon (Ra) Değerleri (mm/gün)

Oc.	Kuzey Yarımküre										En.	Güney Yarımküre												
	Şub.	Ma.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağ.	Ey.	Ek.	Kas.		Ar.	Oc.	Şub.	Ma.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağ.	Ey.	Ek.	Kas.	Ar.
6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7,0	5,7	40	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3
6,9	9,0	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,8	10,0	7,5	6,1	38	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8,0	6,6	36	17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,3
7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,8	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2	34	17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
8,3	10,2	12,8	15,0	16,5	17,0	16,8	15,6	13,6	11,2	9,0	7,8	32	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3	30	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,8	28	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3	26	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7	24	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,1	10,2	22	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7	20	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12,0	11,1	18	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6	16	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0	14	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
12,8	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5	12	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9	10	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3	8	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15,0	14,2	13,7	6	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
14,3	15,0	15,5	15,5	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1	4	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4	2	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8	0	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8

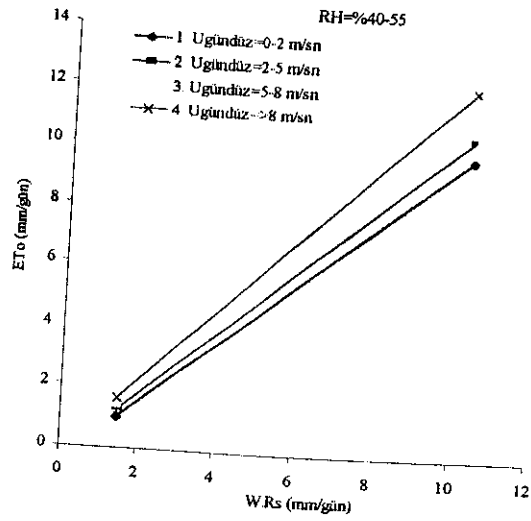
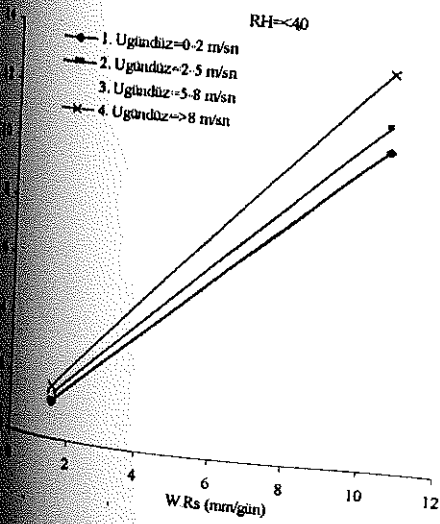
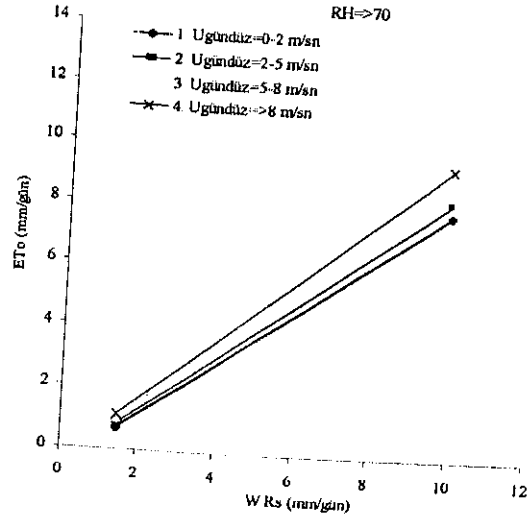
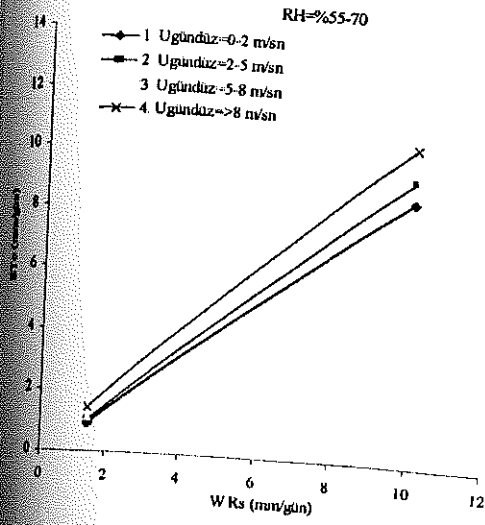
Ek-5. Gün Boyunca Olası Maksimum Güneşli Saatler N, (h/gün)

Kuzey	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Güney	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
50	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1
48	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16,0	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
46	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14,0	12,6	11,0	9,7	8,9
42	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,6	11,1	9,8	9,1
40	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,3
35	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30	10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
20	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15	11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13,0	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
5	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8
0	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Ek-6. Ağırlık Faktörü (W) Değerleri

Sıcaklık (°C)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Yükseklik (m)																				
0	0,43	0,46	0,46	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
500	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
1000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
2000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
3000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90
4000	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90

## Radyasyon Yönteminde Referens Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılan Grafikler





Ek-8. A Sınıfı Buharlaşma Kabı İçin İp Katsayıları

Rüzgar Hızı, $u_2$ (km/gün)	A KOŞULU				B KOŞULU						
	(Kap çevresinde kısa boylu yeşil bitki örtüsü var)		(Kap çevresinde çıplak arazi var)		Çıplak arazinin rüzgar tarafındaki uzunluğu, m		Ortalama bağıl nem RH (%)				
	Bitki örtüsünün rüzgar tarafındaki uzunluğu, m	Ortalama bağıl nem RH (%)	Ortalama bağıl nem RH (%)	Ortalama bağıl nem RH (%)	<40	40-70	>70	<40	40-70	>70	
Hafif <175	1	0,55	0,65	0,75	1	0,70	0,80	0,85	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,70	0,80	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	100	0,55	0,65	0,75	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,50	0,60	0,70	0,50	0,60	0,70
Orta 175-425	1	0,50	0,60	0,65	1	0,65	0,75	0,80	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	10	0,55	0,65	0,70	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	100	0,50	0,60	0,65	0,50	0,60	0,65
	1000	0,7	0,80	0,80	1000	0,45	0,55	0,60	0,45	0,55	0,60
Kuvvetli 425-700	1	0,45	0,50	0,60	1	0,60	0,65	0,70	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	10	0,50	0,55	0,60	0,50	0,55	0,60
	100	0,60	0,65	0,70	100	0,45	0,50	0,55	0,45	0,50	0,55
	1000	0,65	0,70	0,75	1000	0,40	0,45	0,50	0,40	0,45	0,50
Çok kuvvetli >700	1	0,40	0,45	0,50	1	0,50	0,60	0,65	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,50	0,55	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	100	0,40	0,45	0,50	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	1000	0,35	0,40	0,45	0,35	0,40	0,45

Ek-9. Penman Yöntemine İlişkin c Düzeltme Faktörü Değerleri

Rs (mm/gün) U gün (m/sn)	RHmax=%30				RHmax=%60				RHmax=%90			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.79	0.84	0.92	0.97	0.92	1.00	1.11	1.19	0.99	1.10	1.27	1.32
6	0.68	0.77	0.87	0.93	0.85	0.96	1.11	1.19	0.94	1.10	1.26	1.33
9	0.55	0.65	0.78	0.90	0.76	0.88	1.02	1.14	0.88	1.01	1.16	1.27
Ugün/Ugece=4.0												
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.76	0.81	0.88	0.94	0.87	0.96	1.06	1.12	0.94	1.04	1.18	1.28
6	0.61	0.68	0.81	0.88	0.77	0.88	1.02	1.10	0.86	1.01	1.15	1.22
9	0.46	0.56	0.72	0.82	0.67	0.79	0.88	1.05	0.78	0.92	1.06	1.18
Ugün/Ugece=3.0												
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.69	0.76	0.85	0.92	0.83	0.91	0.99	1.05	0.89	0.98	1.10	1.14
6	0.53	0.61	0.74	0.84	0.70	0.80	0.94	1.02	0.79	0.92	1.05	1.12
9	0.37	0.48	0.65	0.76	0.59	0.70	0.84	0.95	0.71	0.81	0.96	1.06
Ugün/Ugece=2.0												
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.64	0.71	0.82	0.89	0.78	0.86	0.94	0.99	0.85	0.92	1.01	1.05
6	0.43	0.53	0.68	0.79	0.62	0.70	0.84	0.93	0.72	0.82	0.95	1.00
9	0.27	0.41	0.59	0.70	0.50	0.60	0.75	0.87	0.62	0.72	0.87	0.96
Ugün/Ugece=1.0												
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.64	0.71	0.82	0.89	0.78	0.86	0.94	0.99	0.85	0.92	1.01	1.05
6	0.43	0.53	0.68	0.79	0.62	0.70	0.84	0.93	0.72	0.82	0.95	1.00
9	0.27	0.41	0.59	0.70	0.50	0.60	0.75	0.87	0.62	0.72	0.87	0.96

Ek-10. Sıcaklık Fonksiyonu f(t) Değerleri

Sıcaklık (°C) f(t)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
	11.0	11.4	11.7	12.0	12.4	12.7	13.1	13.5	13.8	14.2	14.6	15.0	15.4	15.9	16.3	16.7	17.2	17.7	18.1

Ek-11. Ruhar Basıncı Fonksiyonu f(ed) Değerleri

Ek-13. Ortalama Hava Sıcaklığındaki Doygun Buhar Basıncı (ea) Değerleri

Sıcaklık (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ea (mbar)	6.1	6.6	7.1	7.6	8.1	8.7	9.3	10.0	10.7	11.5	12.3	13.1	14.0	15.0	16.1	17.0	18.2	19.4	20.6	22.0
Sıcaklık (°C)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
ea (mbar)	23.4	24.9	26.4	28.1	29.8	31.7	33.6	35.7	37.8	40.1	42.4	44.9	47.6	50.3	53.2	56.2	59.4	62.8	66.3	69.9

Ek-14. Atmosferin Dış Yüzeyine Ulaşan Radyasyon (Ra) Değerleri (MJ/m<sup>2</sup>/gün)

Oc.	Kuzey Yarımküre										En.	Güney Yarımküre												
	Şub.	Ma.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağ.	Ey.	Ek.	Kas.		Ar.	Oc.	Şub.	Ma.	Nis.	May.	Haz.	Tem.	Ağ.	Ey.	Ek.	Kas.	Ar.
15.7	21.1	27.9	35.0	40.2	42.4	40.9	37.2	30.6	23.5	17.2	14.0	40	43.9	38.5	30.6	22.5	16.2	13.0	14.5	19.4	27.0	34.8	41.4	44.8
16.9	22.1	28.9	35.5	40.2	42.1	40.9	37.5	31.4	24.5	18.4	14.9	38	43.9	38.7	31.4	23.5	17.4	14.2	15.4	20.3	27.9	35.3	41.7	44.8
18.1	23.0	29.6	36.0	40.2	42.1	40.9	37.7	32.1	26.0	19.6	16.2	36	43.9	39.2	32.3	24.7	18.4	15.4	16.7	21.6	28.7	35.8	41.7	44.6
19.4	24.0	30.4	36.3	40.4	41.9	41.2	38.0	32.8	26.5	20.8	17.6	34	43.6	39.4	33.1	25.7	19.6	16.7	17.6	22.5	29.4	36.5	41.9	44.6
20.3	25.0	31.4	36.8	40.4	41.7	41.2	38.2	33.3	27.4	22.1	19.1	32	43.6	39.7	33.8	26.7	20.8	17.9	18.9	23.5	30.4	37.0	42.1	44.3
21.6	26.2	32.1	37.2	40.4	41.2	40.9	38.5	34.1	28.4	23.3	20.3	30	43.6	40.2	34.3	27.7	21.8	19.1	19.8	24.7	31.1	37.5	42.4	44.3
22.8	27.2	32.8	37.5	40.4	41.2	40.9	38.5	34.5	29.4	24.3	21.6	28	43.4	40.2	35.0	28.4	22.8	20.1	21.1	25.5	31.9	37.7	42.1	43.9
24.0	28.2	33.6	37.5	40.2	40.9	40.7	38.5	35.0	30.1	25.2	22.8	26	43.1	40.2	35.3	29.4	23.8	21.3	22.3	26.7	32.3	38.0	42.1	43.6
25.0	29.2	34.1	37.7	40.2	40.7	40.4	38.7	35.5	30.9	26.2	23.8	24	42.9	40.4	35.8	30.1	25.0	22.3	23.3	27.4	32.8	38.2	41.9	43.4
26.2	30.1	34.8	38.0	39.9	40.2	40.2	38.7	35.8	31.9	27.2	25.0	22	42.6	40.4	36.3	30.9	26.0	23.5	24.5	28.4	33.6	38.5	41.7	42.9
27.4	31.1	35.3	38.2	39.9	40.2	39.9	39.0	36.3	32.6	28.4	26.2	20	42.4	40.4	36.8	31.9	27.0	24.5	25.5	29.4	34.1	38.7	41.7	42.6
28.4	31.9	35.8	38.2	39.4	39.4	39.4	38.7	36.5	33.3	29.4	27.2	18	41.9	40.4	37.0	32.3	27.9	25.5	26.5	30.1	34.5	38.7	41.2	41.9
29.4	32.6	36.0	38.2	39.2	39.0	39.0	38.5	36.8	34.1	30.4	28.4	16	41.4	40.2	37.2	33.1	28.7	26.5	27.4	30.9	35.0	38.7	40.9	41.2
30.4	33.3	36.5	38.5	38.7	38.5	38.5	38.5	37.0	34.5	31.4	29.4	14	40.9	40.2	37.5	33.6	29.6	27.4	28.4	31.6	35.5	38.7	40.4	40.7
31.4	34.1	37.0	38.5	38.5	38.0	38.0	38.2	37.2	35.3	32.6	30.6	12	40.7	39.9	37.7	34.3	30.6	28.4	29.4	32.3	36.0	38.7	40.2	40.4
32.3	34.8	37.5	38.5	38.0	37.5	37.5	38.0	37.5	36.0	33.3	31.6	10	40.2	39.9	38.0	34.8	31.4	29.4	30.4	33.1	36.3	39.0	39.7	39.7
33.3	35.5	37.5	38.2	37.5	36.8	37.0	37.7	37.5	36.3	34.1	32.6	8	39.4	39.4	38.0	35.3	32.1	30.4	31.1	33.6	36.5	38.7	39.2	39.2
34.1	36.3	37.7	37.7	37.0	36.0	36.5	37.2	37.5	36.8	34.8	33.6	6	38.7	39.2	38.2	36.0	32.8	31.4	32.1	34.3	36.8	38.5	38.7	38.5
35.0	36.8	38.0	38.0	36.5	35.3	35.8	37.0	37.5	37.0	35.5	34.5	4	38.0	38.7	38.2	36.5	33.8	32.3	32.8	35.0	37.0	38.2	38.0	37.7
36.0	37.5	38.2	37.5	35.8	34.8	35.0	36.5	37.5	37.5	36.3	35.3	2	37.5	38.5	38.5	37.0	34.5	33.1	33.6	35.5	37.2	38.0	37.5	37.0
36.8	38.0	38.5	37.5	35.3	34.1	34.5	36.3	37.5	37.7	37.0	36.3	0	36.8	38.0	38.5	37.5	35.3	34.1	34.5	36.3	37.5	37.7	37.0	36.3

Ek-15. Deneme Parselinde Mevsim Boyunca 30 cm'lik Toprak Derinliğindeki Nem Değişimi (mm)

Tarih	Nem (mm)	Tarla Kapasitesinin %'si	Tarih	Nem (mm)	Tarla Kapasitesinin %'si
01.05.2000	84.0	91.3	14.07.2000	78.1	84.9
04.05.2000	81.0	88.0	17.07.2000	75.5	82.1
07.05.2000	78.1	84.9	20.07.2000	83.6	90.9
10.05.2000	72.3	78.6	23.07.2000	76.9	83.6
12.05.2000	83.5	90.8	26.07.2000	87.3	94.9
14.05.2000	79.5	86.4	28.07.2000	78.1	84.9
19.05.2000	85.6	93.0	31.07.2000	83.0	90.2
21.05.2000	84.1	91.4	05.08.2000	82.9	90.1
23.05.2000	73.2	79.6	07.08.2000	80.1	87.1
27.05.2000	77.5	84.2	09.08.2000	72.0	78.3
29.05.2000	84.2	91.5	11.08.2000	86.3	93.8
31.05.2000	78.5	85.3	14.08.2000	80.6	87.6
03.06.2000	81.1	88.2	17.08.2000	74.1	80.5
06.06.2000	83.4	90.7	21.08.2000	88.4	96.1
09.06.2000	80.0	87.0	24.08.2000	77.4	84.1
11.06.2000	82.0	89.1	27.08.2000	81.0	88.0
13.06.2000	78.8	85.7	30.08.2000	78.2	85.0
16.06.2000	83.7	91.0	01.09.2000	71.1	77.3
19.06.2000	82.4	89.6	04.09.2000	75.6	82.2
21.06.2000	75.2	81.7	08.09.2000	80.2	87.2
25.06.2000	83.3	90.5	11.09.2000	78.6	85.4
28.06.2000	87.3	94.9	13.09.2000	77.5	84.2
01.07.2000	78.2	85.0	18.09.2000	82.0	89.1
04.07.2000	80.4	87.4	21.09.2000	77.6	84.3
07.07.2000	74.6	81.1	25.09.2000	79.6	86.5
09.07.2000	72.7	79.0	28.09.2000	78.5	85.3
11.07.2000	82.9	90.1	30.09.2000	66.5	72.3

Ek-16. Tarla Koşullarında Çim Bitkisinin ETa Hesaplama Çizelgesi

Tarih	Başlangıç Nemi (mm)	Sulama Suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam Nem (mm)	Periyot Sonu Nem (mm)	Periyodik ETa (mm)	Birikmiş ETa (mm)
01.05.2000	84.0	40	-	124.0	81.0	43.0	0.0
04.05.2000	81.0	10	0.3	91.3	78.1	13.2	43.0
07.05.2000	78.1	20	-	98.1	72.3	25.8	56.2
10.05.2000	72.3	10	58.8	141.1	83.5	57.6	82.0
12.05.2000	83.5	10	-	93.5	79.5	14.0	139.6
14.05.2000	79.5	10	-	89.5	85.6	3.9	153.6
19.05.2000	85.6	10	11.4	107.0	84.1	22.9	157.5
21.05.2000	84.1	10	-	94.1	73.2	20.9	180.4
23.05.2000	73.2	20	-	93.2	77.5	15.7	201.3
27.05.2000	77.5	20	8.6	106.1	84.2	21.9	217.0
29.05.2000	84.2	20	-	104.2	78.5	25.7	238.9
31.05.2000	78.5	20	5	103.5	81.1	22.4	264.6
03.06.2000	81.1	25	-	106.2	83.4	22.8	287.0
06.06.2000	83.4	30	-	113.4	80.0	33.4	309.8
09.06.2000	80.0	30	-	110.0	82.0	28.0	343.2
11.06.2000	82.0	20	-	102.0	78.8	23.2	371.2
13.06.2000	78.8	25	-	103.8	83.7	20.1	394.4
16.06.2000	83.7	20	-	103.7	82.4	21.3	414.5
19.06.2000	82.4	30	-	112.4	75.2	37.2	435.8
21.06.2000	75.2	40	-	115.2	83.3	31.9	473.0
25.06.2000	83.3	25	-	108.3	87.3	21.0	504.9
28.06.2000	87.3	20	-	107.3	78.2	29.1	525.9
01.07.2000	78.2	30	-	108.2	80.4	27.8	555.0
04.07.2000	80.4	20	-	100.4	74.6	25.8	582.8
07.07.2000	74.6	30	-	104.6	72.7	31.9	608.6
09.07.2000	72.7	30	-	102.7	82.9	19.8	640.5
11.07.2000	82.9	25	-	107.9	78.1	29.8	660.3
14.07.2000	78.1	30	-	108.1	75.5	32.6	690.1
17.07.2000	75.5	40	-	115.5	83.6	31.9	722.7
20.07.2000	83.6	25	-	108.6	76.9	31.7	754.6
23.07.2000	76.9	40	-	116.9	87.3	29.6	786.3
26.07.2000	87.3	20	-	107.3	78.1	29.2	815.9
28.07.2000	78.1	35	-	113.1	83.0	30.1	845.1
31.07.2000	83.0	20	-	103.0	82.9	20.1	875.2
05.08.2000	82.9	35	5.6	123.5	80.1	43.4	895.3
07.08.2000	80.1	30	-	110.1	72.0	38.1	938.7
09.08.2000	72.0	35	-	107.0	86.3	20.7	976.8
11.08.2000	86.3	45	-	131.3	80.6	50.7	997.5
14.08.2000	80.6	30	-	110.6	74.1	36.5	1048.2
17.08.2000	74.1	45	-	119.1	88.4	30.8	1084.7

Ek-16'nın Devamı. Tarla Koşullarında Çim Bitkisinin ETa Hesaplama Çizelgesi

Tarih	Başlangıç Nemi (mm)	Sulama Suyu (mm)	Yağış (mm)	Toplam Nem (mm)	Periyot Sonu Nem (mm)	Periyodik ETa (mm)	Birikmiş ETa (mm)
21.08.2000	88.4	20	-	108.4	77.4	30.9	1115.5
24.08.2000	77.4	25	2.9	105.3	81.0	24.3	1146.4
27.08.2000	81.0	20	-	101.0	78.2	22.8	1170.7
30.08.2000	78.2	30	-	108.2	71.1	37.1	1193.5
01.09.2000	71.1	30	-	101.1	75.6	25.5	1230.6
04.09.2000	75.6	35	-	110.6	80.2	30.4	1256.1
08.09.2000	80.2	35	-	115.2	78.6	36.6	1286.5
11.09.2000	78.6	35	-	113.6	77.5	36.1	1323.1
13.09.2000	77.5	25	-	102.5	82.0	20.5	1359.2
18.09.2000	82.0	30	-	112.0	77.6	34.4	1379.7
21.09.2000	77.6	30	-	107.6	79.6	28.0	1414.1
25.09.2000	79.6	35	-	114.6	78.5	36.1	1442.1
28.09.2000	78.5	25	-	103.5	66.6	37.0	1478.2
30.09.2000	66.6	-	-	-	-	-	1515.0

Ek-17. Lizimetre Saksılarında Mayıs Ayında Ölçülen Bitki Su Tüketim Değerleri (mm)

Günler	Lizimetre Saksıları		
	1. Saksı	2. Saksı	3. Saksı
11	8.3	11.8	13.0
12	10.6	10.6	13.0
13	9.4	10.6	11.8
14	15.3	10.6	11.8
15	14.2	9.4	13.0
16	10.6	10.6	10.6
17	9.2	9.2	9.2
18	11.8	7.1	8.3
19	8.3	11.8	13.0
20	14.2	9.4	5.9
21	8.3	15.3	11.8
22	10.6	8.3	4.7
23	11.8	11.8	13.0
24	8.6	8.6	8.6
25	8.3	15.3	15.3
26	10.6	10.6	15.3
27	9.4	11.8	14.2
28	9.4	9.4	14.2
29	0.0	0.0	0.0
30	10.6	10.6	11.8
31	14.2	13.0	13.0
Toplam	204.2	206.5	221.9

Ek-17'nin Devamı. Lizimetre Saksılarında Haziran Ayında Ölçülen Bitki Su Tüketim Değerleri (mm)

Günler	Lizimetre Saksıları		
	1. Saksı	2. Saksı	3. Saksı
1	10.6	15.3	14.2
2	13.0	10.6	10.6
3	11.8	14.2	9.4
4	10.6	9.4	10.6
5	10.6	11.8	11.8
6	11.8	9.4	10.6
7	10.6	13.0	11.8
8	10.6	11.8	13.0
9	9.4	10.6	10.6
10	9.4	10.6	11.8
11	7.1	9.4	9.4
12	13.0	13.0	11.8
13	9.4	13.0	10.6
14	10.6	10.6	10.6
15	15.3	15.3	13.0
16	13.0	14.2	10.6
17	13.0	14.2	13.0
18	14.2	15.3	15.3
19	7.1	10.6	14.2
20	10.6	13.0	13.0
21	13.0	10.6	15.3
22	13.0	11.8	10.6
23	8.3	8.3	9.4
24	9.4	10.6	7.1
25	10.6	13.0	9.4
26	8.3	8.3	10.6
27	2.4	4.7	10.6
28	10.6	8.3	9.4
29	11.8	10.6	9.4
30	10.6	10.6	11.8
Toplam	319.8	342.2	339.8

Ek-17'nin Devamı. Lizimetre Saksılarında Temmuz Ayında Ölçülen Bitki Su Tüketim Değerleri (mm)

Günler	Lizimetre Saksıları		
	1. Saksı	2. Saksı	3. Saksı
1	8.3	13.0	11.8
2	14.2	11.8	13.0
3	13.0	15.3	10.6
4	10.6	13.0	11.8
5	10.6	11.8	10.6
6	14.2	14.2	14.2
7	15.3	15.3	15.3
8	18.9	14.2	15.3
9	11.8	13.0	11.8
10	13.0	14.2	15.3
11	16.5	15.3	10.6
12	11.8	14.2	14.2
13	13.0	14.2	11.8
14	13.0	13.0	11.8
15	9.4	11.8	11.8
16	16.5	17.7	14.2
17	10.6	14.2	17.7
18	9.4	14.2	17.7
19	10.6	15.3	11.8
20	11.8	14.2	13.0
21	11.8	14.2	10.6
22	13.0	11.8	11.8
23	11.8	11.8	10.6
24	9.4	8.3	9.4
25	10.6	10.6	9.4
26	8.3	9.4	9.4
27	13.0	11.8	11.8
28	15.3	15.3	9.4
29	13.0	15.3	10.6
30	14.2	11.8	14.2
31	9.4	11.8	10.6
Toplam	382.3	411.8	382.3



Ek-17'nin Devamı. Lizimetre Saksılarında Eylül Ayında Ölçülen Bitki Su Tüketim Değerleri (mm)

Günler	Lizimetre Saksıları		
	1. Saksı	2. Saksı	3. Saksı
1	11.8	14.2	15.3
2	11.8	13.0	14.2
3	11.8	10.6	11.8
4	15.3	14.2	14.2
5	13.0	15.3	14.2
6	9.4	13.0	13.0
7	9.4	13.0	11.8
8	10.6	15.3	13.0
9	9.4	14.2	11.8
10	9.4	14.2	15.3
11	10.6	15.3	14.2
12	13.0	11.8	10.6
13	10.6	14.2	13.0
14	14.2	13.0	14.2
15	13.0	10.6	13.0
16	13.0	11.8	11.8
17	14.2	13.0	13.0
18	9.4	14.2	11.8
19	10.6	14.2	10.6
20	13.0	13.0	10.6
21	10.6	10.6	10.6
22	11.8	9.4	9.4
23	10.6	11.8	9.4
24	10.6	13.0	10.6
25	11.8	13.0	11.8
26	4.7	9.4	9.4
27	7.1	7.1	8.3
28	8.3	7.1	7.1
29	9.4	9.4	8.3
30	8.3	9.4	7.1
Toplam	326.9	368.2	349.3

## ÖZGEÇMİŞ

Köksal AYDINŞAKİR, 01.04.1974 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı ilde tamamladıktan sonra 1992 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesine girdi. Aynı fakültenin Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nden 1996 yılında Ziraat Mühendisi ünvanı ile mezun oldu.

Eylül 1997 tarihinde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. Ekim 1998 tarihinde Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen aynı bölümde görev yapmaktadır.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
Araştırma Görevlisi