

**YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ İLE  
SULANAN SERİN VE SICAK İKLİM ÇİMLERİNDE  
SULAMA ZAMANI PLANLAMASI**

**Süleyman BEZİRGAN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. A. Halim ORTA**

**2018**

**T. C.**  
**TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ İLE SULANAN SERİN VE  
SICAK İKLİM ÇİMLERİNDE SULAMA ZAMANI PLANLAMASI**

**Süleyman BEZİRGAN**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: PROF. DR. A. HALİM ORTA**

**TEKİRDAĞ-2018**

**Her hakkı saklıdır**

Prof. Dr. A. Halim ORTA danışmanlığında, Süleyman BEZİRGAN tarafından hazırlanan “YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ İLE SULANAN SERİN VE SICAK İKLİM ÇİMLERİNDE SULAMA ZAMANI PLANLAMASI” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. A. Halim ORTA (Danışman) *İmza :*

Üye : Prof. Dr. Yeşim AHİ *İmza :*

Üye : Dr. Öğr. Üye. Hüseyin T. GÜLTAŞ *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YAĞMURLAMA SULAMA YÖNTEMİ İLE SULANAN SERİN VE SICAK İKLİM ÇİMLERİNDE SULAMA ZAMANI PLANLAMASI

**Süleyman BEZİRGAN**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Halim ORTA

Bu çalışma, Trakya yöresinde yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinde sulama zamanının planlanması amacıyla, Tekirdağ-İstanbul il sınırında Gümüşyaka Mahallesi'nde yer alan Silivri Belediyesi'ne ait Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi (TÜRAME) deneme alanında, 2017 yılı yaz döneminde yürütülmüştür. Araştırmada, iki farklı çim çeşidi için üç farklı sulama başlangıcı, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak denenmiştir. İki farklı çim çeşidinde sulama suyu uygulama zamanları, toprak neminin izlenmesi esasına dayalı olarak, etkili kök derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u, %50'si ve %70'i tüketildiğinde sulamalara başlanması ve eksik nemin tarla kapasitesine tamamlanması şeklinde oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda, sulama konularının serin ve sıcak iklim çim çeşitleri arasında bitki su tüketiminden çim kalitesine kadar istatistiksel açıdan önemli farklar oluşturduğu belirlenmiştir. Serin iklim çim çeşitleri karışımında farklı sulama konularında uygulanan sulama suyu miktarları 502 mm – 239 mm, toplam bitki su tüketimi değerleri 611 mm – 318 mm, günlük bitki su tüketimleri değerleri 10,0 mm/gün – 3,4 mm/gün, sıcak iklim çiminde ise aynı değerler 417 mm – 141 mm, 489 mm – 211 mm, 9,0 mm/gün - 2,4 mm/gün arasında değişmiştir. Başka bir deyişle sıcak iklim çimine serin iklim çim çeşitlerine göre %17 – 41 oranında daha az sulama suyu uygulanmış, %20 - 34 oranında daha düşük su tüketimi ölçülmüştür. Yöre koşullarında sulama suyu miktarı, biçim sıklığı ve kalite unsurları birlikte değerlendirildiğinde, serin iklim çimlerinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde sıcak iklim çiminde ise kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanması önerilmiştir. Deneme koşullarında en uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin serin iklim çim karışımları için A sınıfı buharlaşma kabının FAO modifikasyonu, sıcak iklim çim çeşidi için ise Blaney-Criddle yöntemi olduğu saptanmış ve bu yöntemlere ilişkin bitki katsayısı ( $k_c$ ) eğrileri hazırlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Çim sulaması, sulama yöntemi, bitki su tüketimi, çim kalite parametreleri

2018, 79 sayfa



## ABSTRACT

MSc. Thesis

### IRRIGATION SCHEDULING OF COOL AND WARM SEASON TURFGRASS IRRIGATED WITH SPRINKLER IRRIGATION METHOD

**Süleyman BEZİRGAN**

Namık Kemal University in Tekirdağ  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biosystem Engineering

Supervisor: Prof. Dr. A.Halim ORTA

This study was conducted in the experimental field of TÜRAME (Agricultural Production and Research Center of Silivri Municipality) in Gümüşyaka district located between boundaries of Tekirdağ and Istanbul cities (Turkey) for determining irrigation scheduling of irrigated cool-season and warm-season turfgrass species by sprinkler irrigation during the summer period of the 2017. In the research, three different irrigation strategies for two different turfgrass species were treated in split-plots in randomized blocks design with three replications. As irrigation treatments; for both turfgrass species different depletion levels of available soil moisture in effective root zone of 30 cm were monitored in each day and when %30, %50, %70, of total available soil moisture were consumed irrigation water was applied up to field capacity. At the end of the study, it has been determined significant differences between cool-season and warm-season turfgrass species at the aspect of actual evapotranspiration values, turfgrass quality etc. For cool-season turfgrass species; amount of irrigation water applied in different irrigation treatments are between 502 mm – 239 mm, total actual evapotranspiration are 611 mm – 318 mm, daily evapotranspiration values are 10,0 mm/day – 3,4 mm/day, same values for warm-season turfgrass species are between 417 mm – 141 mm, 489 mm – 211 mm, 9,0 mm/day – 2,4 mm/day, respectively. In other words, the amount of irrigation water applied, and actual evapotranspiration are %17 – 41 and %20 – 34, respectively less than in warm season turfgrass than cool season turfgrass. Finally, it is suggested that when all parameters such as the amount of irrigation water, irrigation and mowing frequency, grass quality parameters are together evaluated irrigation should be applied when %50 and %70 of available soil moisture is consumed for cool season turfgrass and warm season turfgrass species respectively. Besides, the most suitable reference evapotranspiration estimation method under the experimental condition is FAO modification of Class A Pan and Blaney-Criddle method for cool season and warm-season turfgrass species, respectively, and crop coefficient ( $k_c$ ) curves are prepared for both turfgrass species.

**Keywords:** Turfgrass irrigation, irrigation method, evapotranspiration, quality characteristics of turfgrass

2018, 79 pages

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>16</b>
3.1. Materyal .....	16
3.1.1. Araştırma alanının yeri.....	16
3.1.2. İklim özellikleri.....	17
3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya.....	19
3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması.....	19
3.1.5. Sulama sisteminin unsurları.....	20
3.1.6. Toprak nem takibi.....	22
3.1.7. A sınıfı buharlaşma kabı.....	24
3.1.8. Çim bitkisine ait özellikler.....	25
3.1.8.1. Cynodon spp (Bermudagrass).....	25
3.1.8.2. Festuca arundinacea (Kamışsı Yumak).....	27
3.1.8.3. Festuca rubra rubra (Kırmızı Yumak).....	27
3.1.8.4. Lolium perenne (İngiliz Çimi).....	27
3.1.8.5. Poa pratensis (Çayır Salkım Otu).....	28
3.1.9. Kullanılan bilgisayar paket programları.....	28
3.2. Yöntem .....	29
3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler .....	29
3.2.1.1. Toprak ve su örneklerinin alınması .....	29
3.2.1.2. Toprağın su alma hızının belirlenmesi.....	29
3.2.1.3. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi .....	30
3.2.1.4. Deneme düzeni ve araştırma konuları.....	30
3.2.1.5. Sulama suyunun uygulanması.....	32
3.2.1.6. Tarım tekniği.....	33

3.2.2. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler.....	34
3.2.2.1. Topraktaki nem miktarının takibi.....	34
3.2.2.2. Sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama süresinin saptanması...	35
3.2.2.3. Bitki su tüketiminin saptanması .....	35
3.2.2.4. Uygun bitki su tüketim tahmin eşitliklerinde ve bitki katsayısı eğrilerinin eldesinde kullanılan yöntemler.....	36
3.2.2.5. Bitki gelişim ve kalite öğelerinin belirlenmesi.....	41
3.2.2.6. Çimlenme süresi .....	41
3.2.2.7. Vejetasyon yüksekliği.....	41
3.2.2.8. Kalite.....	42
3.2.2.9. Yüzey kaplama.....	42
3.2.2.10. Renk.....	42
3.2.2.11. İstatistiksel analizler .....	42
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA .....</b>	<b>43</b>
4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları.....	43
4.1.1. Toprağın fiziksel özellikleri.....	43
4.1.2. Sulama suyu analizi.....	43
4.1.3. Toprağın su alma hızı sonuçları.....	44
4.2. A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarı sonuçları .....	44
4.3. Uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi sonuçları.....	45
4.4. Çim çeşitlerinin fenolojik gözlemlerine ilişkin sonuçlar .....	56
4.4.1. Çimlenme ve kaplama süresi.....	56
4.4.2. Vejetasyon yüksekliği.....	58
4.4.3. Yüzey kaplama.....	59
4.4.4. Renk.....	61
4.4.5. Kalite .....	62
4.5. Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliği ve bitki katsayısı eğrileri.....	64
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>68</b>
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>70</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>79</b>

## ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Araştırma alanının uydu görüntüleri .....	16
Şekil 3.2. Deneme alanında kullanılan otomatik meteoroloji istasyonu.....	17
Şekil 3.3. Bir parselin ayrıntısı .....	20
Şekil 3.4. Sulama sistem unsurları.....	21
Şekil 3.5. Toprak nem ölçüm aracı.....	22
Şekil 3.6. Nem takip aracı kalibrasyon havuzu .....	23
Şekil 3.7. Kalibrasyon eğrisi ve eşitliği .....	24
Şekil 3.8. A sınıfı buharlaşma kabı.....	25
Şekil 3.9. Bermudagrass ( <i>Cynodon spp.</i> ) fide hazırlığından bir görüntü.....	26
Şekil 3.10. Çift silindirli infiltrometre .....	29
Şekil 3.11. Deneme Düzeni ve Araştırma Konuları .....	31
Şekil 3.12. Sulama sisteminin çalıştığı parsel görüntüsü.....	32
Şekil 3.13. Yağmurlama başlığı basınç – debi ilişkisi grafiği.....	33
Şekil 3.14. Deneme parsellerinin ekim-dikim işlemlerinin ardından görüntüleri.....	34
Şekil 4.1. Su alma hızı ve eklemeli su alma eğrileri.....	44
Şekil 4.2. C <sub>1</sub> S <sub>0-30</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	47
Şekil 4.3. C <sub>1</sub> S <sub>0-50</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	48
Şekil 4.4. C <sub>1</sub> S <sub>0-70</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	48
Şekil 4.5. C <sub>2</sub> S <sub>0-30</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	49
Şekil 4.6. C <sub>2</sub> S <sub>0-50</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	50
Şekil 4.7. C <sub>2</sub> S <sub>0-70</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar ...	50
Şekil 4.8. Deneme süresince konulara uygulanan net sulama suyu miktarları .....	51
Şekil 4.9. Deneme konularına göre ortalama günlük bitki su tüketimlerinin deneme boyunca değişimleri .....	54
Şekil 4.10. Deneme konuları arasındaki görsel farklar (22.08.2017).....	57
Şekil 4.11. A sınıfı kap buharlaşma yönteminin FAO (A-FAO) modifikasyonu için serin iklim çim karışım türünde k <sub>c</sub> kat sayısı eğrisi .....	66
Şekil 4.12. Blaney-Criddle (B-C) yöntemi için sıcak iklim çim türünde k <sub>c</sub> kat sayısı eğrisi ..	66

## ÇİZELGE DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Araştırma alanına ilişkin bazı iklim verilerinin ortalamaları.....	18
Çizelge 3.2. Araştırma alanında deneme süresince ölçülen bazı iklim verileri .....	19
Çizelge 4.1. Deneme alanı toprağının fiziksel özellikleri.....	43
Çizelge 4.2. Sulama suyu analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.3. A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarları (mm) .....	44
Çizelge 4.4. Sulama tarihlerine göre uygulanan net sulama suyu miktarları (mm) .....	46
Çizelge 4.5. Deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri.....	52
Çizelge 4.6. Çim çeşitlerinin çimlenme süreleri.....	56
Çizelge 4.7. Deneme konularına ilişkin vejetasyon yükseklikleri (cm) .....	58
Çizelge 4.8. Vejetasyon yüksekliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları .....	59
Çizelge 4.9. Vejetasyon yüksekliklerine ait LSD testi sonuçları .....	59
Çizelge 4.10. Deneme konularına ilişkin yüzey kaplama değerleri .....	60
Çizelge 4.11. Yüzey kaplama değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 4.12. Yüzey kaplama değerlerine ilişkin ortalama değerler ve önemlilik grupları.....	60
Çizelge 4.13. Deneme konularına ilişkin renk değerleri.....	61
Çizelge 4.14. Renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.15. Renk değerlerine ait ortalama değerler ve önemlilik grupları .....	62
Çizelge 4.16. Deneme konularına ilişkin kalite değerleri .....	63
Çizelge 4.17. Kalite değerlerine ait varyans analizi sonuçları .....	63
Çizelge 4.18. Kalite değerlerine ait ortalama değerler ve önemlilik grupları .....	63
Çizelge 4.19. Ölçülen bitki su tüketimi ve bazı yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimi değerleri .....	64
Çizelge 4.20. Ölçülen bitki su tüketimi ile referans bitki su tüketimi arasındaki farkların kareler toplamı ve korelasyon katsayısı.....	65
Çizelge 4.21. Bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri için elde edilen kc bitki katsayıları ve en yüksek korelasyon katsayısına sahip bitki katsayısı eşitlikleri.....	67

## SİMGELER DİZİNİ

%	: Yüzde
Atm	: Basınç
cm	: Santimetre
$C_p$	: Kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı, mm
D	: Etkili kök derinliği, mm
$D_p$	: Sulama ve yağıştan sonra meydana gelen derine sızma kayıpları, mm
$d_n$	: Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm
$d_t$	: Her sulamada uygulanacak toplam sulama suyu miktarı, mm
ET	: Bitki su tüketimi, mm
g	: Gram
h	: Saat
$I$	: Toprağın su alma hızı, mm/h
I	: Uygulanan sulama suyu miktarı, mm
KSTK	: Kullanılabilir su tutma kapasitesi
L	: Litre
MN	: Mevcut nem, %
m	: Metre
$m^3$	: Metreküp
mm	: Milimetre
P	: Deneme süresince düşen yağış miktarı, mm
T	: Toplam sulama süresi, h
TK	: Tarla Kapasitesi, %
$\gamma_t$	: Toprağın hacim ağırlığı, $g/cm^3$
$\Delta S$	: Ölçülen dönem için toprak nem içeriğinde oluşan değişim, mm
$R_f$	: Deneme parsellerine giren veya çıkan yüzey akış miktarı, mm
ET	: Bitki su tüketimi, mm/gün,
$k_c$	: Bitki katsayısı
$ET_p$	: Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün
T	: Ortalama sıcaklık, °C,
H	: Yükseklik, m,
$e_2$	: Yörede yılın en sıcak ayında ortalama maksimum sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı, mb

c	: Yörede yılın en sıcak ayında ortalama minimum sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı, mb,
$R_s$	: Solar radyasyon, mm/gün
c	: Düzeltme faktörü,
W	: Ağırlık faktörü,
$R_n$	: Eş değer buharlaşma cinsinden net radyasyon, mm/gün,
$f_{(u)}$	: Rüzgar fonksiyonu,
$e_a$	: Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, mb,
$e_d$	: Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, mb,
RH	: Ortalama bağıl nem, %,
$u_2$	: 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı, km/gün,
$R_{ns}$	: Kısa dalgalı net radyasyon, mm/gün,
$R_{nl}$	: Uzun dalgalı net radyasyon, mm/gün,
n	: Gün boyunca ölçülen güneşli saatler, h/gün,
N	: Gün boyunca olası maksimum güneşli saatler, h/gün,
$R_a$	: Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon, mm/gün,
$\alpha$	: Yeryüzüne ulaşan radyasyonun atmosfere yansım oranı, %,
$f_{(t)}$	: Sıcaklık fonksiyonu,
$f_{(ed)}$	: Buhar basıncı fonksiyonu,
$f_{(n/N)}$	: Güneşlenme oranı fonksiyonu
Ú	: Buhar basıncı eğrisinin eğimi, kPa/°C
$\gamma^*$	: Modifiye psikometrik sabite, kPa/°C,
$\gamma$	: Psikometrik sabite, kPa/°C,
P	: Atmosfer basıncı, kPa,
$R_n$	: Bitki yüzeyindeki net radyasyon, MJ/m <sup>2</sup> /gün,
$R_a$	: Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon, MJ/m <sup>2</sup> /gün,
$R_s$	: Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon, MJ/m <sup>2</sup> /gün,
$R_{ns}$	: Kısa dalgalı net radyasyon, MJ/m <sup>2</sup> /gün,
$R_{nl}$	: Uzun dalgalı net radyasyon, MJ/m <sup>2</sup> /gün,
G	: Toprak ısı akışı, MJ/m <sup>2</sup> /gün,
$\lambda$	: Buharlaşma gizli ısısı, MJ/kg,
Z	: Rüzgâr hızının ölçüldüğü yükseklik, m,
$E_p$	: Kaptan ölçülen buharlaşma miktarı, mm/gün,
$k_p$	: Buharlaşma kabı katsayısı
p	: Yıllık ortalama güneşlenme süresi yüzdesi, %,
f	: İklim faktörü
c	: Minimum oransal nem, güneşlenme süresi ve rüzgar tahminlerine bağlı bir düzeltme faktörü

## ÖNSÖZ

Tez çalışmamın planlanmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Prof. Dr. A. Halim ORTA'ya ve her zaman desteğini esirgemeyen değerli Prof. Dr. Yeşim AHİ hocama, çalışmamda bilgi ve tecrübelerini paylaşan Prof. Dr. Metin TUNA, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Tevfik GÜLTAŞ ve Prof. Dr. Abdullah KADAYIFCI hocalarıma, deneme alanı tahsisi ve yardımları için Silivri Belediye Başkanı Özcan IŞIKLAR'a, Silivri Belediyesi Tarım Şube Müdürü Zir. Müh. Gözde GÖÇMEN ve tüm TÜRAME personeline, çim tohumu malzeme temininde yardımlarından dolayı Çim – Art Tohumculuk Onur Tekin Bilgen'e, sulama malzemeleri temininde verdikleri destek için Rain Bird Otomatik Sulama Ürünleri firmasına, staj döneminde gösterdiği özveriden dolayı Hasan BURSA'ya, çalışmamda verdikleri destek ve motivasyonlar için yüksek lisans öğrencilerinden Seray KUYUMCU ve Büşra TÜRK'e, çalışmam boyunca maddî manevî desteğini esirgemeyen hayatımın her anında desteklerini hep yanımda hissettiğim babam Basri BEZİRGAN ve annem Saniye Bezirgan'a, dönem arkadaşım Ziraat Mühendisi Havva ÇİFTÇİOĞLU'na, göstermiş olduğu destek, inanç ve sabrından dolayı kıymetli eşim Olcay BEZİRGAN'a ve kızım Güneş BEZİRGAN'a teşekkürlerimi borç bilirim.



## 1.GİRİŞ

Yeşil alanlar insanlığın ilk zamanlarından beri sadece besin ihtiyacını karşılamakla kalmamış, aynı zamanda insanların farklı seviyede refah ve esenlik ihtiyaçlarını da karşılamıştır (Thompson 2011).

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte, özellikle şehirlerde kişi başına düşen açık doğal alanlar azalmaktadır. Şehir yaşamının yoğun stresiyle yeşile daha fazla özlem duyan insanoğlu, bu ihtiyacını giderebilmek için her geçen gün daha fazla ve daha kaliteli yeşil alanlar yaratmanın yollarını aramaktadır. Rekreasyon alanlarının yeşil tutulmasında en önemli rol ise sulamaya düşmektedir. Yüksek yatırım giderleriyle oluşturulan yeşil alanların hedeflenen kalitede olması ancak etkili bir bakım ve tekniğe uygun olarak yapılacak sulamalar ile olasıdır.

Birkaç yıl öncesine kadar yeşili korumakla sorumlu saha mühendisleri sadece ortamı yeşil tutmak için çalışırken şimdi bu işi çok fazla su kullanmadan yapmanın yollarını aramaktadır. Su kaynaklarının kantitatif ve kalitatif özelliklerinin günden güne azalması, dolayısıyla sulama suyu maliyetlerinin artması, sulama yönetiminin daha hassas yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi ise ancak, iyi planlama ve projelendirme, iyi uygulama ve iyi bir işletme ile olasıdır. Bu üç aşamanın herhangi birinde yapılacak hata/hatalar işin ekonomik bir şekilde yapılamamasına veya yeşilin kaybolmasına neden olmaktadır.

Rekreasyon alanlarında kullanılan en yaygın bitki olan çimin, 1200'ün üzerinde tür ve çeşidi mevcuttur. Her çim çeşidinin kendine has özellikleri bulunmaktadır ve bu özellikler çeşidin tercihinde etkin rol oynamaktadır. Bir çim çeşidinin tercih edilmesinde kuraklığa olan toleransı, cinsi, büyüme mevsimi uzunluğu, rengi ve bitkinin toprağı örtme derecesi gibi özellikleri göz önünde bulundurulmaktadır (Orta 2017).

Genel olarak çim bitkisi, serin iklim ve sıcak iklim çimleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Serin iklim çimlerinin su ihtiyaçları, sıcak iklim çimlerine göre daha fazladır. Ülkemizde peyzaj alanlarında yaygın olarak kullanılan tür genellikle serin iklim çimleridir. Ancak serin iklim çimlerinin kuraklığa olan toleransı sulama aralığını kısaltmaktadır. Kısıtlı sulama suyu kaynaklarının doğru yönetimi ve sulama ihtiyacını karşılayabilmek adına serin iklim çimlerinin yerine sıcak iklim çimlerinin tercih edilmesi doğaldır. Yaz dönemi boyunca daha az su tüketmelerine karşın yeşil renklerini koruyabilmeleri, kısıtlı su kaynağı koşullarında sıcak iklim çimlerinin tercih edilmesini sağlamaktadır (Avcıoğlu 1997).

Dünya Bankası (2017) verilerine göre 1960 yılında dünyada nüfusun %33,6'sı, Türkiye'de ise %32'si kentlerde yaşarken 2016 yılına gelindiğinde aynı oran dünya genelinde

%54,3'e, Türkiye'de ise %74'e yükselmiştir. Ayrıca Birleşmiş Milletler tahminine göre, 2050 yılına kadar küresel nüfusunun yaklaşık %66'sının kentlerde yaşayacağı öngörülmektedir (Anonim 2018).

Yeşil alanların insan ruh ve beden sağlığı üzerindeki etkisi küçümsenmemelidir. Yeşil alanların miktarının gün geçtikçe kalabalıklaşan şehirlerde artırılması uzun vadede sağlık harcamalarının azaltılmasına katkı sağlayabilir. Bu sebeple yeşil alanlar lüks ya da basit bir yeşil alan olarak görülmemelidir (Akpınar ve Cankurt 2015).

Dönümünde binlerce lira harcanarak tesis edilen yeşil alanların sürdürülebilirliği öncelikle; doğru biçimde planlanmış ve kurulmuş, sonra da etkili olarak işletilen sulama sistemiyle olasıdır. Yağmurlama sulama, bitkilerin doğal su alma yolu olan yağışa en yakın sulama yöntemi olması nedeniyle çim bitkisi için önerilen sulama yöntemidir (Carrow vd. 1990).

Nüfusu ve dolayısıyla insan eliyle üretilen yeşil alanları günden güne artan bölge koşullarında, rekreasyon alanlarının tesisinde kullanılacak çim çeşidinin belirlenmesi ve yetiştirilmesinde sulama suyu ihtiyacı çok önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle bölge koşullarında yetiştirilebilecek serin ve sıcak iklim çimlerinin su tüketimlerinin belirlenmesi ardından sulama zamanlarının planlanması, hem insan duyularını tatmin edecek yeşilin eldesi hem de su kaynaklarının doğru biçimde kullanılarak işletmeciliğin sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir.

Trakya yöresindeki şehirlerin nüfusu dolayısıyla ihtiyaç duyulan rekreasyon alanlarının miktarı da her geçen yıl artmaktadır. Ancak yeşil alanların tamamında serin iklim çimleri kullanılmakta, bu da yüksek su ihtiyaçları nedeniyle su kaynakları üzerinde olumsuz bir baskı yaratmaktadır.

Araştırmada, yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin sulama zamanı planlaması yapılmış, bitki su tüketimleri belirlenmiş ve karşılaştırılmış. Ayrıca, dikkate alınan çim çeşitleri için yöre koşullarında kullanılacak en uygun su tüketim tahmin eşitliği saptanmıştır. Böylece, bölgede birçok gerçek ve tüzel kişi ile kurumların ilgi alanına giren yeşil alanlarda kullanılacak çim çeşitleri ve sulama uygulamaları ile ilgili veriler elde edilmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünyada ve ülkemizde uzun yıllardan beri çim alanlar ve sulama istekleri üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları bu bölümde özetlenmiştir.

Altan (1989) 'a göre çimler, yaygın olarak kullanılan yer örtücü bitkilerdir. Çim bitkisi genel olarak çayır bitkilerinden oluşmaktadır ve uygun gelişme koşulları sağlandığında çayır çimleri çok iyi yer örtücülerdir. Çim bitkileri renk ve yapıda tek düzedirler, yumuşak ve uyumludur, biçilmeye ve basılmaya dayanıklı, ayrıca bakımları da kolaydır. Çim bitkileri arasında bazı yapısal farklılıklar bulunduğunu aktarmıştır. Bazılarının toprak altı ve toprak üstü sürgünleri ile alanı çok iyi kapladığı ve bazılarının öbekler ve yuvalar oluşturduğunu belirtmiştir.

Orçun (1969)'a göre çim bitkileri ile kaplı alanlar; toprak yüzeyini örten, sık yapıda gelişim gösteren, düzenli aralıklarla biçilmeye karşı dayanıklı, homojen bir görünüme sahip yeşil renkteki bitki topluluklarının bulunduğu alanlar olarak tanımlamaktadır. Ayrıca çim bitkileri dokularında azotun; karbon, hidrojen ve oksijenden sonra en çok bulunan element olduğunu bildirmiştir. Bu yüzden çim bitkilerinin gübrenmesinde kullanılan besin maddelerinin birinci sırasını, azot almaktadır. Çim bitkileri ile kaplanan alanların iyi bir örtü oluşturması için bol yaprak oluşturması gerekir. Ekim işlemlerinin küçük taneli çim tohumları (*Poa ve Agrostis*) ile yapılması durumunda, m<sup>2</sup>'ye 20 - 25g tohum yeterli olmaktadır, karışımlarda iri tohumlu çim bitkilerinin bulunması durumunda ise m<sup>2</sup>'ye atılacak tohum miktarı 40g kadar artırılabilir. Ancak m<sup>2</sup>'ye atılacak tohum miktarı 50g'dan fazla olmamalıdır. Aynı araştırmacıya göre; *Lolium perenne*'nin hızlı bir gelişim gösterdiği, *Festuca rubra ve Festuca ovina*'nın yavaş bir gelişim gösterdiği ifade edilmiştir.

Gold vd. (1987)'e göre, çim bitkisi su yetersizliğine karşı, çeşitli biçimlerde tepki verir. Sulamalarda; bitkilerde kuraklık belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olan gecikmelerin çim bitkisinin su tüketiminde azalmalara yol açtığı, görsel kalite ve büyüme hızını düşürdüğü belirtilmiştir.

Brede ve Duich (1984), yaptıkları bir çalışmada, *Lolium perenne ve Poa pratensis* türlerinin karışımları ile hazırlanan çim alanlarında *Lolium perenne*'nin fide gelişiminin yüksek olması nedeniyle ilk yıl çim alanda ön plana çıktığını sonraki yıllarda *Poa pratensis*'in fide gelişimini arttırdığını ifade etmiştir.

Beard (1985), serin iklim çim türlerinin bitki su tüketimi miktarlarının sıcak iklim çim türlerine göre çok yüksek olmadığını ifade etmiştir.

Beard (1973), yaptığı çalışmalarda çim bitkisinde kuraklık stresi, görsel kaliteyi (sürgün yoğunluğu, yaprak yapısı, çim rengi), büyüme oranını, bitki su tüketimini doğrudan etkilediğini belirtmiştir.

Gibeault vd. (1989)' nın yaptıkları çalışmada, Amerika'da sıcak ve serin iklim çeşitlerinde farklı sulama suyu uygulamalarında (bitki su tüketiminin %100'ü, %80'i ve %60'ının geri verilmesi) bitki su tüketimini, görsel kaliteyi, kök gelişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar, görsel kalitenin değerlendirilmesinde 1 - 9 skalasını kullanmışlardır.

Carrow vd. (1990), yaptıkları çalışmada çim bitkisinin en fazla su tüketen bitki olduğunu belirtmişlerdir. Çim bitkisinde sulamanın, yarı kurak ve kurak bölgelerde daha yaygın olmasına rağmen; özellikle peyzaj alanlarının yıl boyunca yeşil kalması istendiğinden nemli iklim bölgelerinde de yaygın olarak yapıldığını ifade etmişlerdir.

Carrow vd. (1990)'a göre yağmurlama sulama, çim bitkisi için önerilen sulama yöntemidir. Bunun nedeni ise bitkilerin doğal su alma yolu olan yağışa en yakın sulama yöntemi olmasıdır.

Hubbard (1992)'a göre çok yıllık çim (*Lolium perenne*) dünyada en çok ve en yaygın olarak kullanılan çok yıllık bir çim türüdür. Bu çim türü; orta dokulu, sık kardeşli (yumak formu) üniform ve saçak köklü bir yapıya sahip olup sığağa karşı da dayanıksızdır. Tohum sayısı esas alındığında ise, sıcak iklim karışımlara %20 - 25 oranından fazla katılmamalıdır. Aksi halde hızla çimlenerek diğer türlere baskınlık sağladığı ve dengeyi bozabildiğini belirtilmiştir.

Kneebone vd. (1992), bitkilerin su gereksinimini, bitkiden belirli bir verimi sağlayabilmek için gerek duyulan yağış ve sulama suyunun toplamı olarak tanımlamışlardır. Ancak çim alanlarda su gereksinimini, verimden çok, kalite ve performans standartlarını karşılamak için gerekli olan suyu ifade ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çim alanlarda sulamanın önceliği, kurak iklimlerde çimin canlılığını sürdürebilmesi için zorunlu olan düzeyden, nemli iklimlerde istenilen yeşil rengin sürdürülmesi için gerekli düzeye kadar değişebildiğini belirtmişlerdir.

Avcıoğlu vd. (1996), Türkiye'de serin iklim bölgelerde yeşil alan tesis ederken serin iklim çim bitkisinin başarıyla kullanılabildiğini belirtmişlerdir. Sıcak iklimlerde *Cynodon spp* türleri sağlıklı bir şekilde yaşayabilmektedir. *Cynodon spp* türleri ile oluşturulan yeşil alanlarda kış mevsiminde sararmaları önlemek için, sonbaharda serin iklim çim bitkisi olan *Lolium perenne L. veya Lolium italicum* ile üstten tohumlama yapılması gerektiğini önermişlerdir.

Yıldırım, (1996); Yüksel ve Erdem, (2002); Yıldırım, (2003)'a göre peyzaj alanlarının korunması ve bitki türlerinin yaşamlarını devam ettirebilmeleri için en önemli faktörlerden biri

ihtiyaç duydukları suyun karşılanmasıdır. Yağmurlama sulama yönteminin; kullanılabilir su tutma kapasitesi düşük, su alma hızı yüksek, hafif bünyeli topraklarda; özellikle ekonomik değeri yüksek ve topraktaki nem eksikliğine duyarlı bitkilerin sulanmasında kullanılabilecek en uygun sulama yöntemlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir.

Avcıoğlu (1997)'na göre; serin iklim buğdaygilleri çimlenebilmek için toprakta en az 5 °C sıcaklığa gereksinim duymaktadır. Çimlenme sonrasında toprak üstü büyüme ve gelişmenin optimum düzeyde gerçekleşmesi için serin iklim çim bitkilerinde ortam sıcaklığının 15 – 25 °C olması yeterlidir. Bitkilerde kök büyümesi açısından sıcaklık isteği serin iklim çim bitkilerinde 10 – 18 °C arasındadır. Çim bitkilerinin sağlıklı büyümeleri ve gelişebilmeleri için gerekli olan bazı bitki besin elementlerinin toprakta uygun miktarda ve birbiriyle uygun oranda bulunması gerektiğini ifade etmiştir.

Beard (1973); Altan (1989); Uzun (1989); Açıkgöz (1994); Avcıoğlu ve Soya (1994); Avcıoğlu (1997), birçok çalışmalarında, yeşil alan kalitesinin iki ayrı şekilde belirlendiğini ifade etmişlerdir. Bunlardan birincisi, çim dokusunu oluşturan ve esas olarak buğdaygillerden oluşan bitkilerin; renk, büyüme ve gelişme hızı, büyüme formu, kök gelişmesi, yoğun ve dipten biçimlere, ezilmeye, sık biçim ve basılmaya, kuraklık ve sıcaklığa, hastalık ve zararlılara dayanıklılık göstermeleri gibi bireysel kalite özellikleridir. İkincisi ise bu bitkilerin bir arada büyüüp gelişerek meydana getirdikleri yeşil alan vejetasyonlarının; üniformite, doku, düzlük, sıklık (bitki ile kaplı alan) ve kuru ot verimi gibi genel özellikleridir.

Zorer vd. (2004)'na göre dış mekanların önemli bir bölümünü oluşturan yeşil alan bitkileri, gerek mimari gerek estetik açıdan kullanılmakta ve insanların dinlenme ortamını oluşturmaktadır. Yapı çevrelerinde olduğu kadar park, bahçe ve spor alanlarında da çim bitkisi önemli bir yere sahiptir.

Avcıoğlu (1997)'na göre yeşil alanların tam bir bilimsel disipline ulaşması ve yeşil alan kültürünün yerleşmesi 1946 yılında gerçekleşmiştir. 1950'li yıllardan itibaren dünyada bir endüstri haline gelmeye başlayan yeşil alan sektörünün; günümüzde ABD, İngiltere, Yeni Zelanda, Japonya, Avustralya ve birçok Avrupa ülkesinde gelişmesini en üst düzeye çıkarttığını belirtmiştir.

Çim alanlarda sulamanın önceliğinin kurak iklimlerde çimin canlılığını sürdürebilmesi için zorunlu olan düzeyden, nemli iklimlerde istenilen renk ve kalitenin sürdürülmesi için gereken düzeye kadar değişebildiği belirtilmiştir (Kneebone vd., 1992).

Sözü geçen tüm bu nedenlerle sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için; koşullara göre sulamanın yapılacağı zamanın, her sulamada uygulanması gereken su miktarının

ve suyun toprağa uygulanış şekli olan sulama yönteminin önceden doğru bir şekilde saptanması büyük önem taşımaktadır (Şahin 1997).

Şahinler (1997) İstanbul’da adaptasyonu en yüksek çim karışımının saptanması için çim türlerini farklı oranlarda karıştırarak bir çalışma yapmıştır. Karışımlarda yoğunluğu yüksek olan türün, baskın özelliklerini yansıttığını gözlemlemiştir. *Lolium perenne*, çim alanlarda alanı kapladığı ve aynı zamanda alanın dokusuna etki ettiğini gözlemlemiştir. *Lolium perenne*’nin, karışımlarda olmadığı durumlarda çim alanların yüzey kaplamalarının iyi olmadığını belirtmiştir. *Lolium perenne*’nin karışım içinde oranı yükseldikçe çim dokusu daha kaba bir durum almaktadır. Ayrıca *Poa pratensis*’in yüksek olduğu karışımlarda çim dokusunun sık ve ince olduğunu gözlemlemiştir.

Tabak ve Avcıoğlu, (1993); Avcıoğlu ve Soya, (1994); Espitkar ve Avcıoğlu, (1994); Yelken ve Avcıoğlu, (1995); Avcıoğlu, (1997); Karakoç (1996)’un yaptıkları yeşil alan çalışmalarında birçok araştırmacı gibi görsel kalite değerlendirmelerinde 1 – 5 skalasını kullanmışlardır. Ülkemizde yapılan en son çalışmalarda ise 1 – 9 skalası kullanıldığı belirtilmiştir (Oral 1998).

Bursa yöresinde yapılan bir çalışmada, tesis edilecek çim alanlar için tohum karışımları, ekim oranları ve azotlu gübre uygulama zamanlarının etkisi incelenmiştir. Araştırmacılar, azot dozları ve uygulama zamanlarının; renk, çim kalitesi, yeşil ot verimi ve sürgün sıklığına olumlu etki yaptığını belirlemişlerdir. Aylık palmorganik gübresinden 5 g/m<sup>2</sup> (N-P-K) azotlu gübre uygulamalarının uygun olduğunu ifade etmişlerdir (Oral 1998).

Bonos ve Murphy (1999) yaz sıcaklığına bağlı olarak çim bitkisinde meydana gelen stresin görsel kaliteyi etkilediğini bildirmişlerdir. Buradan, hava sıcaklığının en yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında deneme konularında meydana gelen renk kalitesindeki azalmanın, bitki için karakteristik olan yaz sıcaklığına bağlı stresten meydana gelmiş olabileceği; Eylül ayında ise sıcaklığın düşmesi sonucu anılan durumun ortadan kalkmasıyla renk kalitesinin tekrar yükseldiği söylenebilir (Reginato 1983).

Çim bitkisinin su tüketimi; çeşide, yöresel iklim koşullarına, uygulanan sulama programına ve kültürel işlemlere (biçim, gübreleme ve sulama) bağlı olarak değişmektedir (Carrow vd., 1990; Richie vd. 2002).

Ahmad vd. (2003)’ı yaptıkları çalışmada iki farklı çim çeşidinde (*Bermudagrass* ve *Zoysiagrass*) farklı azot uygulamalarının (0, 10, 20 ve 30 gr N/m<sup>2</sup>/ay) bitki boyuna, çim kalitesine, yaş ve kuru sürgün ağırlığına, kardeşlenme sayısına, yaprak alanına ve yaprak içerisindeki azot oranına etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, her iki çim çeşidinde de 30 gr N/m<sup>2</sup>/ay uygulamasında bitki boyu, yaprak alanı, yaş sürgün ağırlığı, çim görsel kalitesi en

yüksek çıkmasına rağmen 20 g N/m<sup>2</sup>/ay uygulamasında yaş sürgün ve kuru ağırlık oranının daha yüksek çıktığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, azot uygulamaları ile kullandıkları çim çeşitleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Sandal (2002) Diyarbakır koşullarında yaptığı bir çalışmada, çim türleri arasında *Festuca sp.* çeşidinin sıcağa ve kurağa dayanıklı olduğunu ve sulamanın sık yapıldığında boylanmanın arttığını gözlemlemiştir.

Baştuğ ve Büyüктаş (2003), çimde kalite parametrelerine etkileri üzerine yaptıkları bir çalışmada; Akdeniz iklim kuşağında yetiştirilen çim bitkisinde dört farklı sulama seviyesinin bitki su tüketimine olan etkisini araştırmış ve A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın %100'ü, %88'i, %75'i, %50'sini sulama suyu olarak uygulamışlardır. Sonuç olarak buharlaşmanın %75'nin sulama suyu olarak uygulanmasının çim bitkisi için yeterli olduğunu ifade etmişlerdir.

Volterrani ve Magni (2004) yaptıkları çalışmada, Akdeniz iklim kuşağında, yazın yaşanan kuraklık – yüksek sıcaklık ile kışın düşük sıcaklıklarda çim yetiştiricinin zorluklarını dile getirmişler ve çalışmalarda başarı elde edilebilmesi için bitki tür ve çeşit seçiminin çok önemli olduğunu vurgulamışlardır. İtalya'daki spor alanlarında serin iklim çimlerinden *Lolium perenne* ve *Poa pratensis*'in yaygın olarak kullanıldığını, fakat bu bitkilerin su gereksinimlerinin fazla olduğunu belirterek, *Festuca arundinacea*'nın bölge için çok daha uygun çim türü olduğunu vurgulamışlardır.

Zorer vd. (2004) yaptıkları çalışmada çim alanlarında 30 gr/m<sup>2</sup> gübre dozunun 6 farklı zamanda (6 ay süreyle, ilkbahar+yaz+sonbahar, ilkbahar+sonbahar, ilkbahar, sonbahar ve gübresiz) bitki boyu, yeşil ot verimi, renk ve çim kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. En iyi gelişimin aylık ve ilkbahar + yaz + sonbahar uygulama zamanlarında olduğunu belirtmişlerdir. Görsel kalite değerlendirmelerinde ise, 1-9 skalasını kullanmışlardır.

Güngör (2005) peyzaj uygulamalarında, bitkilerin ihtiyaçlarına göre sulama sistemlerinin farklı biçimlerde tasarlanabileceğini ifade etmiştir. Çünkü her bitkinin su ihtiyacı birbirinden farklıdır ve bitkilerin topraktan ihtiyacı olan miktarda su almaları gerekmektedir. Bitkilerin ihtiyacı olan suyun karşılanmadığı veya aşırı su uygulandığında bitki ile suyun dengesi bozulur ve gelişmesi yavaşlayabilir ya da tamamen durabilir.

Donatelli vd. (2006) bitki su tüketimini, bitkiden olan terleme ve toprak yüzeyinden olan buharlaşmayla meydana gelen su kaybının toplamı olarak ifade etmişlerdir. Çim kıyas bitki olarak esas alındığında referans bitki su tüketimi (ET<sub>0</sub>) olarak tanımlanmaktadır ve referans bu değer, sulama planlanması ve programlanması, havza hidroloji çalışmaları, bitki büyüme modelleri ve toprak – su bütçesi simülasyon modelleri için gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

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 1979). Çim alanlarının toz ve toprak zerreciklerinin 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 zengin 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).

Emekli ve Baştuğ (2007) yaptıkları bir çalışmada, tarla koşullarında farklı sulama uygulamalarının; *Bermudagrass* çim çeşidinin su tüketiminin tahmininde, bazı ampirik eşitliklerin geçerliliğini araştırmışlardır. Çalışmada, A sınıfı buharlaşma kabından iki gün arayla meydana gelen buharlaşmanın %100'ü, %75'i, %50'si ve %25'i oranında su uygulamışlardır. Sonuçta, sulama konuları arasında farkın önemli olduğunu ancak aylar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığını ve %75 sulama düzeyinde en iyi görsel kalitenin elde edildiğini belirtmişlerdir.

Uygun koşullarda; çok sık, üniform ve yüksek kaliteli bir yeşil örtü oluşturan *Bermudagrass* 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).

Sarıkoç (2007)'a göre bitki türünün en hızlı büyüme dönemindeki zorunlu su gereksiniminin bilinmesi gerekmektedir. Bitkinin su isteği evapotranspirasyon (bitkinin su tüketimi ve buharlaşma ile birlikte toplam su kaybı) oranıyla ilişkilidir. Evapotranspirasyon oranı; bitkinin normal evaporasyon ve transpirasyon aracılığıyla dışarıya verdiği suyun miktarını ifade etmektedir. Evapotranspirasyon iklimsel parametrelere göre bölgeden bölgeye farklılık gösterir. Örneğin; sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr ve güneşlenme faktörlerinin evapotranspirasyon üzerine önemli etkide bulunduğunu ifade etmiştir.

Kanapeckas vd. (2008), çim bitkisinin normal büyüme ve gelişimini devam ettirebilmesi için topraktaki neme ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir. Bazı çim çeşitleri sıcaklığa karşı daha dayanıklı olmalarına karşın, kurak ve yarı-kurak koşullar altında yetiştirilen çim çeşitlerinde yıllık düşen yağış yetersiz olduğu zamanlarda sulamanın yapılması zorunlu hale gelmektedir. Çim bitkisine uygulanacak olan sulama suyu miktarına iklim parametrelerinin (sıcaklık, bağıl nem, rüzgâr hızı, güneşlenme süresi) yanında toprak özellikleri (toprak tekstürü, organik madde miktarı) ve bitki özelliklerinin (çim çeşidi, kök derinliği) etkili olduğunu belirtmişlerdir.



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 yer üstü 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 birçok 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 (referans) 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).

Su, toprak içerisinde bitki kök bölgesinde çeşitli yollarla birikir veya buradan eksilir. Suyun bu birikmesi (sulama veya yağmur sularının infiltrasyonu, taban suyunun kapıllık yükselişi) veya eksilmesi (buharlaşma, terleme, derine sızma), 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 miktarların çıkarılmasıyla ve pik devrelerdeki ET değerleri dikkate alınmasıyla 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 içerisinden, potansiyel ve gerçek evapotranspirasyon deyimleri ortaya çıkmaktadır (Jensen vd 1990).

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

Kıyas (referens) evapotranspirasyon ( $ET_o$ ), 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 koşullar 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.

Allen vd. (1998)'nin yaptıkları bir çalışmada; Blaney – Criddle yönteminin kıyas bitki su tüketimini hesaplamada hassas olmadığını, rüzgâr hızı faktörünün düşük ve hava nemi bazı dönemlerde yüksek olduğu için kıyas bitki su tüketimini yüksek hesaplayabildiğini belirtmişlerdir.

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, rüzgâr, güneşlenme süresi ve gündüz saatleri olarak sıralanabilir. Solar radyasyon arttıkça gerek bitki yüzeyinden gerekse toprak yüzeyinden emilen radyasyon miktarı da 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 bağlı olarak evapotranspirasyon da azalmaktadır. Bitki büyüme mevsiminde düşük bağıl neme sahip bölgelerde evapotranspirasyon genellikle yüksektir.

Bitki örtüsü üzerinde rüzgâr hızının fazla olması ya da gün içerisinde rüzgârın 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 yüzeyinde gerçekleşen buharlaşmayı arttırdığından 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.

Evapotranspirasyona etki eden bitki özellikleri; 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).

Evapotranspirasyonun hesaplanması veya ölçülmesine ilişkin çok sayıda çalışma yürütülmüştür (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.

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 hiçbirinin bütün iklim bölgelerinde özellikle tropik alanlarda ve denizden yüksek bölgelerde bölgesel kalibrasyonları yapılmadan yeterli sonuçlar vermediklerini ortaya koymuştur (Jensen 1973, Allen vd 1998).

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.

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>o</sub>) hesaplamada kullanılabilecek bir rehber hazırlamışlardır.

Ülkemizde de bitki su tüketiminin belirlenmesiyle ilgili birçok 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 kullanılabilirliğini 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 vd 1997) ve ayçiçeği bitkisi için Christiansen-Hargreaves ve Jensen-Haise yöntemlerinin daha sağlıklı sonuç verdiği saptanmıştır (Kadayıfçı 1996).

Benli ve Kodal (1980) 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.

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

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 etmiştir.

Erdem (1996) Kırklareli yöresinde buğday bitkisi için bitki su tüketim tahminlerinde Penman FAO yönteminin, şekerpancarı ve ayçiçeği bitkileri için Blaney-Criddle yönteminin kullanılabilirliği sonucuna ulaşmıştır.

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 yönetime ilişkin kc bitki katsayısı eğrileri hazırlamıştır (Orta vd 1997).

Çim bitki su tüketimi ile ilgili günümüze kadar çok sayıda araştırma yapılmıştır. Van Bavel ve Harris (1962) North 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/mevsim 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), Bermudagrass 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.

Kneebone ve Pepper (1984), aşırı (364 mm/ay) sulanması durumunda Bermudagrass 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 advectif ısı ve toprak yüzünün nemli kalmasından ileri gelen aşırı bir kayıp olduğu açıklanmıştır.

Tankut (1986) Çukurova koşullarında çim ve yonca kıyas bitki su tüketimlerini tahmin edilmesinde kullanılan bazı ampirik eşitliklerin kalibrasyonu üzerindeki çalışmasında, 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 görüntünün ET ile önemli bir korelasyon

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

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 bulunmuştur (Kneebone vd 1992).

Birçok çalışma, biçim yüksekliğinin artmasıyla çimin su kullanımının arttığını ortaya koymuştur (Madison ve Hagan 1962, Biran vd 1981, Fry ve Butler 1989, Feldhake vd 1983 ve 1994). Biçim sıklığının artması da su kullanımına 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).

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

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmada kullanılan materyal ile arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma alanının yeri

Deneme, Trakya yöresinde, İstanbul – Tekirdağ sınırında yer alan Silivri ilçesine bağlı Gümüşyaka mahallesindeki Silivri Belediyesine ait Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi (TÜRAM) arazisinde gerçekleştirilmiştir. Deneme alanı, 41° 03' Kuzey enlemi ile 28° 00' Doğu boylamı üzerinde yer almaktadır. Alanın denizden olan ortalama yüksekliği 46 m'dir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma alanının uydu görüntüleri



### 3.1.2. İklim özellikleri

Araştırma alanı yarı kurak iklim özelliklerine sahiptir. Tekirdağ iline ait, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı'ndan sağlanan 1997-2016 yılları arasındaki iklim verilerinin ortalamaları ile 2017 yılına ait değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Uzun yıllık iklim verileri deneme alanına en yakın olan Tekirdağ Meteoroloji İstasyonundan 2017 yılı verileri ise alanda bulunan otomatik meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir (Şekil 3.2). Ayrıca, günlük buharlaşma değerleri deneme alanına yerleştirilen A sınıfı buharlaşma kabında ölçülmüştür (Çizelge 3.2).

Uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık ortalama sıcaklık değeri 14,0 °C'dir. En soğuk ay 4,7 °C ile Ocak, en sıcak aylar ise 23,8 °C ile Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 580,8 mm, yıllık ortalama bağıl nem %77,7'dir.



Şekil 3.2. Deneme alanında kullanılan otomatik meteoroloji istasyonu

**Çizelge 3.1.** Araştırma alanına ilişkin bazı iklim verilerinin ortalamaları

	İklim Verileri	Aylar												Yıllık
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
Uzun yıllar ortalamaları (1997-2016)	Ortalama Sıcaklık (°C)	4,70	5,40	7,30	11,80	16,80	21,30	23,80	23,80	20,00	15,40	11,00	7,10	14,00
	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat/gün)	2,40	3,20	4,10	5,40	7,40	9,60	9,50	9,00	7,20	4,50	3,20	2,30	67,68
	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,20	10,50	10,60	9,30	8,20	7,20	3,60	2,50	4,60	7,60	9,50	12,10	97,90
	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	68,30	54,30	54,70	40,70	36,90	37,90	22,50	13,20	33,90	61,70	75,30	81,40	580,80
	Ortalama Bağıl Nem (%)	84,00	81,60	80,80	77,80	75,00	72,50	69,00	70,10	74,60	80,40	83,90	83,10	77,70
	Buharlaşma (mm)	-	-	-	62,40	112,40	138,10	176,80	170,20	113,20	67,80	22,60	9,20	872,70
	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	3,00	3,10	2,80	2,30	2,20	2,20	2,60	2,70	2,60	2,70	2,70	3,10	2,66
2017	Ortalama Sıcaklık (°C)	1,71	5,86	8,70	10,75	16,20	21,14	23,36	23,86	21,01	14,34	10,21	6,14	13,60
	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	115,40	46,00	41,60	31,80	54,00	38,00	78,80	15,60	16,80	62,40	42,70	113,50	656,6
	Ortalama Bağıl Nem (%)	83,48	79,08	79,65	72,07	74,18	75,20	66,73	67,61	65,58	76,51	80,11	79,20	75,00
	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	2,90	2,40	2,10	1,70	1,90	1,30	1,90	1,90	1,60	1,30	3,40	3,20	2,13

**Çizelge 3.2.** Araştırma alanında deneme süresince ölçülen bazı iklim verileri

Yıl	Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Bağıl Nem (%)	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Buharlaşma Miktarı (mm)	Yağış (mm)
2017	Haziran					
	1-10	20,90	72,70	1,70	-	14,00
	10-20	20,08	69,50	1,67	-	20,20
	20-30	25,12	65,43	1,15	-	3,80
	Temmuz					
	1-10	23,73	62,57	1,62	44,5	4,60
	10-20	23,19	64,57	1,90	60,4	72,60
	20-31	24,13	64,89	1,28	66,8	1,60
	Ağustos					
	1-10	26,73	54,45	1,70	81,6	-
	10-20	25,43	52,24	1,63	43,4	-
	20-31	20,95	64,11	1,57	56,0	15,60
Eylül						
1-10	22,38	49,72	1,17	49,7	3,00	
10-20	24,29	57,34	1,64	71,4	-	
20-30	17,55	70,62	2,53	32,9	13,80	

### 3.1.3. Toprak özellikleri ve topoğrafya

Silivri Belediyesi Tarımsal Üretim ve Araştırma Merkezi (TÜRAM) toprakları genellikle killi bünye sınıfına dahildir. Ayrıca, araştırmanın yürütüldüğü alanda; taban suyu, tuzluluk ve sodyumluk gibi sorunlar bulunmamaktadır. Alanda eğim, %2 ile %7 arasında değişmektedir ve eğim yönü doğudan batıya doğrudur.

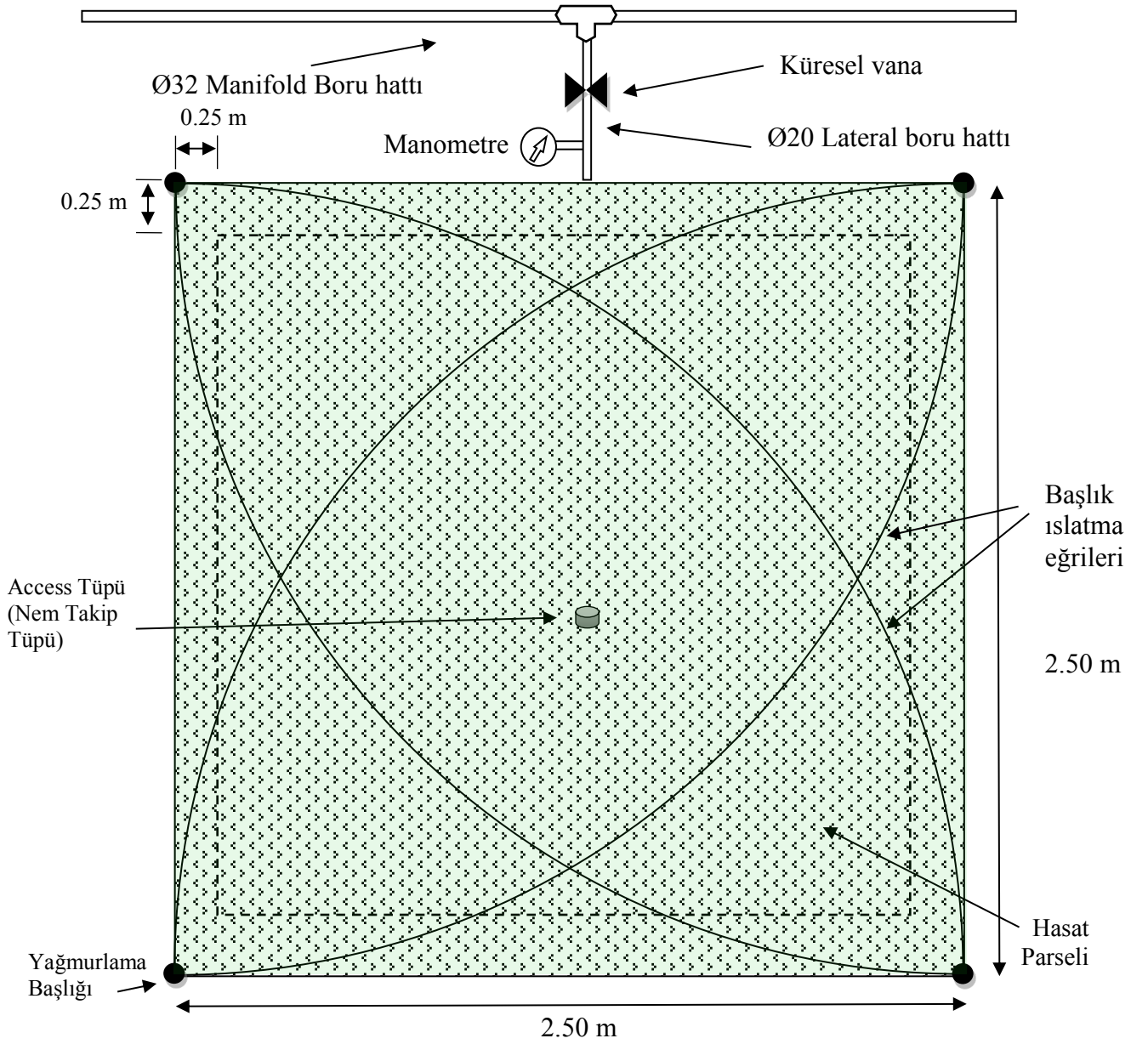
### 3.1.4. Su kaynağı ve sulama suyunun sağlanması

Denemede kullanılan sulama suyu, TÜRAM arazisinin yanında bulunan göletten alınarak, 186 m uzaklıkta 10 m<sup>3</sup>'lük 2 adet su deposuna basılmıştır. Depodan 7.5 HP'lik motopomp yardımıyla alınan su, 280 m'lik Ø63 PE boru hattı ile 6 atm basınç yaratacak biçimde deneme alanına iletilmiş, basınç regülatörü aracılığıyla istenen basınca düşürüldükten sonra parsellere verilmiştir.

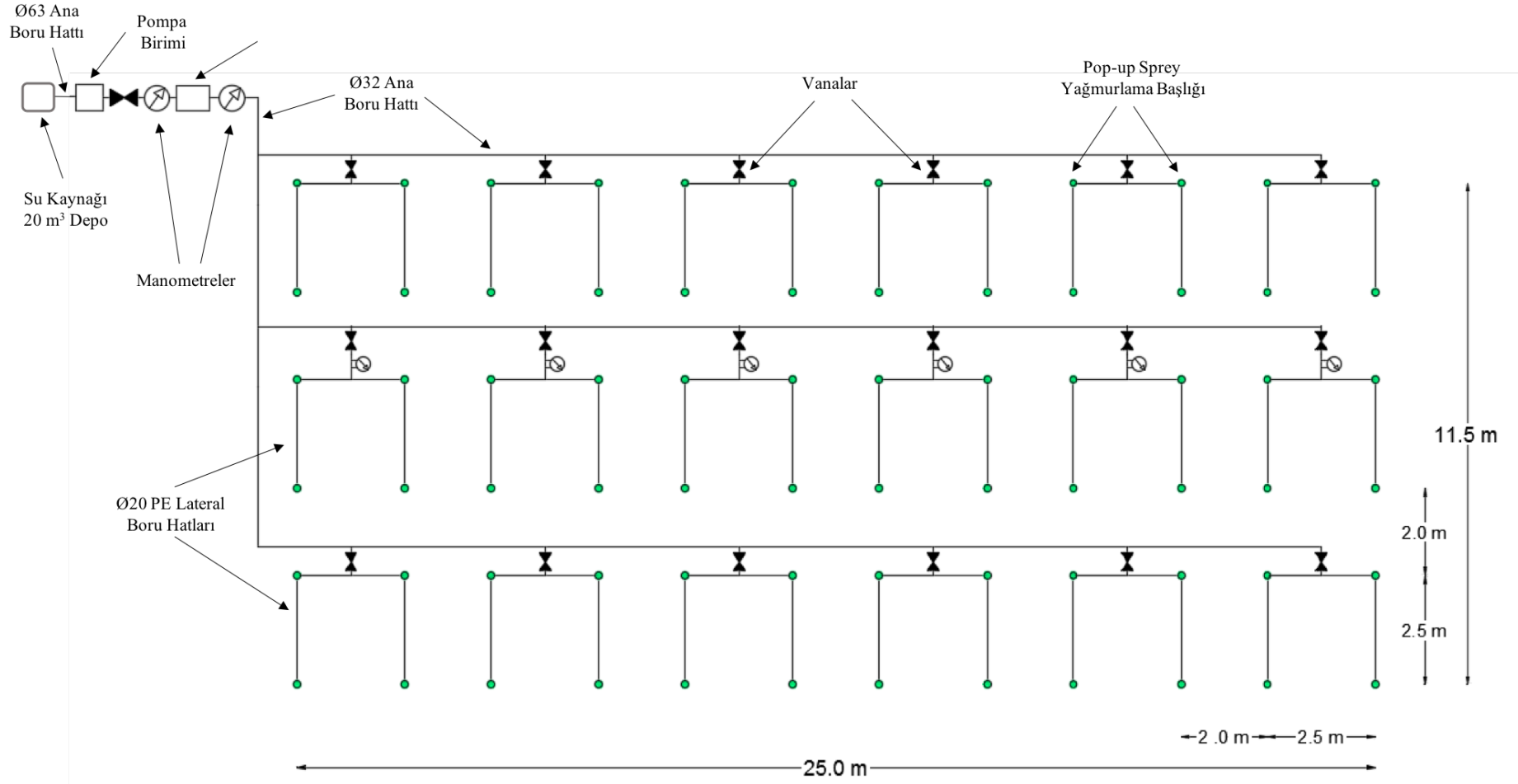
### 3.1.5. Sulama sisteminin unsurları

Sulama suyu parsele, her parselin köşelerine yerleştirilen, 90° ıslatma açılı 4 adet pop-up tipi sprej yağmurlama başlığı ile verilmiştir (Şekil 3.3). Başlıkların 2,1 atm işletme basıncında, ıslatma yarıçapı 2,50 m, debisi ise 349 L/h'tir.

Denemede kullanılan sulama sistemi sırasıyla, su kaynağı, pompa birimi, kontrol birimi, boru hatları ve yağmurlama başlıklarından (Şekil 3.4) oluşmaktadır.



Şekil 3.3. Bir parselin ayrıntısı



Şekil 3.4. Sulama sistem unsurları



Sistemde bulunan kontrol birimi; disk filtre, vanalar, çıkış basıncını kontrol etmek ve düzenlemek amacıyla basınç regülatörü ile kontrol birimi giriş ve çıkışlarına yerleştirilmiş manometrelerden oluşmaktadır; ana boru hattı 63 mm dış çaplı, manifold boru hatları ise 32 mm dış çaplı, 10 atm işletme basınçlı sert polietilen borulardan oluşturulmuştur. Lateral boru hatlarında ise 20 mm dış çaplı yumuşak polietilen borular kullanılmıştır.

### 3.1.6. Toprak nem takibi

Denemede toprak nemi Time Domain Reflectometer (TDR) esasına göre çalışan PR2 Probe ve HH2 Soil Moisture Meter aracı ile izlenmiştir. (Delta-T Devices Ltd., Cambridge, UK) (Şekil 3.5). Toprak nemini belirlemek amacıyla her parsele, 0-100 cm toprak derinliğinde access ölçüm tüpleri yerleştirilmiştir. Bu tüpler 25,4 mm çapında, 100 cm boyunda fiberglas malzemeden üretilmiştir. İçerisine su girişini önlemek amacıyla üstleri lastik tapa ile kapatılmıştır.



Şekil 3.5. Toprak nem ölçüm aracı

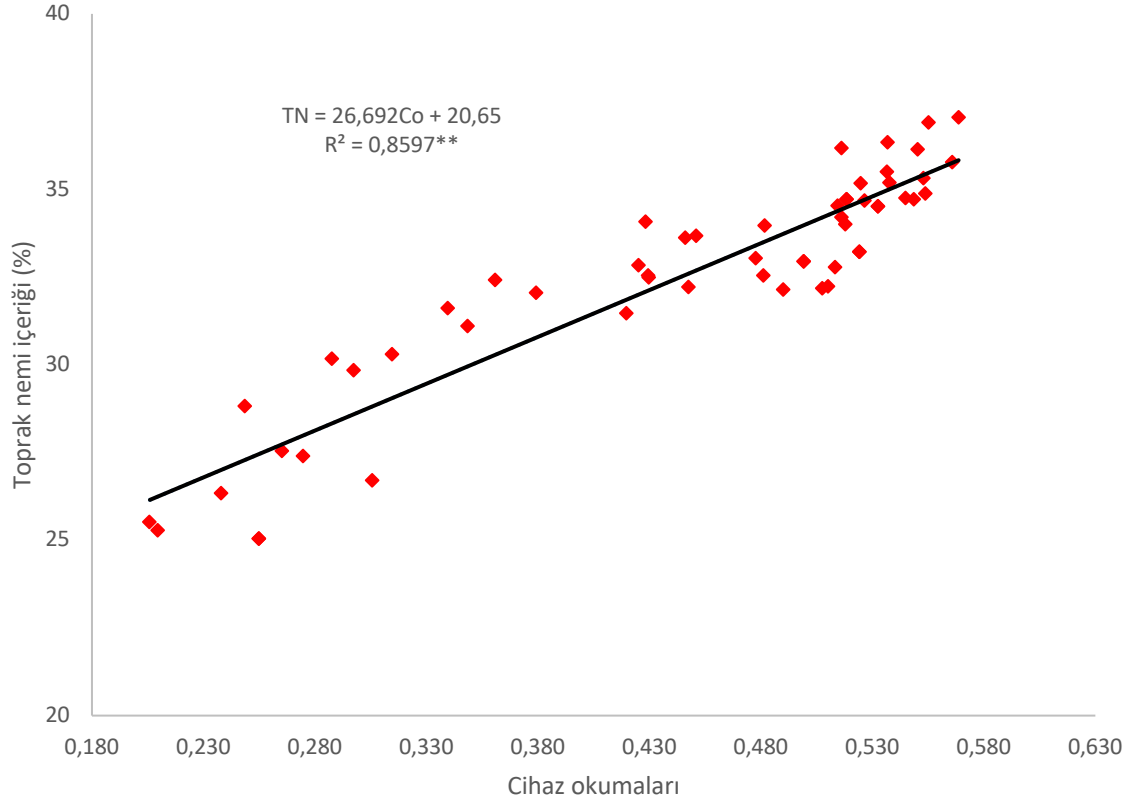


Denemelere başlamadan önce arazi koşullarında cihazın kalibrasyonu yapılmış ve her bir 30 cm'lik toprak katmanı için kalibrasyon denklemleri elde edilmiştir (Evettd vd. 1993). Bu amaçla oluşturulan kalibrasyon havuzunda, toprak doyma noktasına ulaştırılmış ve daha sonrasında kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.6). Yaklaşık bir ay süren bu süreçte alet okumaları yanı sıra gravimetrik yöntemle nem takibi yapılmış ve her bir 30 cm'lik toprak katmanı için kalibrasyon eğrileri hazırlanmıştır.

Değişik katmanlar için hazırlanan kalibrasyon eğrilerine ilişkin denklemler Yurtsever (1984) tarafından verilen esaslara göre test edilerek homojen oldukları belirlenmiş, bu nedenle tüm katmanlara ilişkin kalibrasyon eğrileri ve eşitlikleri yerine tüm profili temsil eden bir eğri ve eşitlik kullanılmıştır (Şekil 3.7).



**Şekil 3.6.** Nem takip aracı kalibrasyon havuzu



\*\*: $p < 0.01$  düzeyinde önemli

**Şekil 3.7.** Kalibrasyon eğrisi ve eşitliği

### 3.1.7. A sınıfı buharlaşma kabı

Araştırmada, günlük buharlaşma değerlerinin ölçülmesinde standart A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabı deneme alanına kurulmuştur. Araç; 121 cm çapında, 25,5 cm yüksekliğinde, 2 mm galvanizli saçtan yapılmış, üstü açık bir silindirden ibarettir (Şekil 3.8). Kabın yerleştirileceği yere; 5 cm dolgu yapılarak sıkıştırılmış, üzerine 10 cm yüksekliğinde ahşap platform konulmuş, daha sonra kap yerleştirilmiş ve tesviye sağlanmıştır. Kap içerisindeki suyun, hayvanlar tarafından içilmesini önlemek amacıyla kabın üzeri küçük delikli tel bir örtü ile kapatılmıştır. A sınıfı buharlaşma kabında gerçekleşen buharlaşma miktarı; 127,5 mm çapındaki ölçekli kap aracılığıyla ölçülmüştür (Yıldırım ve Madanoğlu 1985).





**Şekil 3.8.** A sınıfı buharlaşma kabı

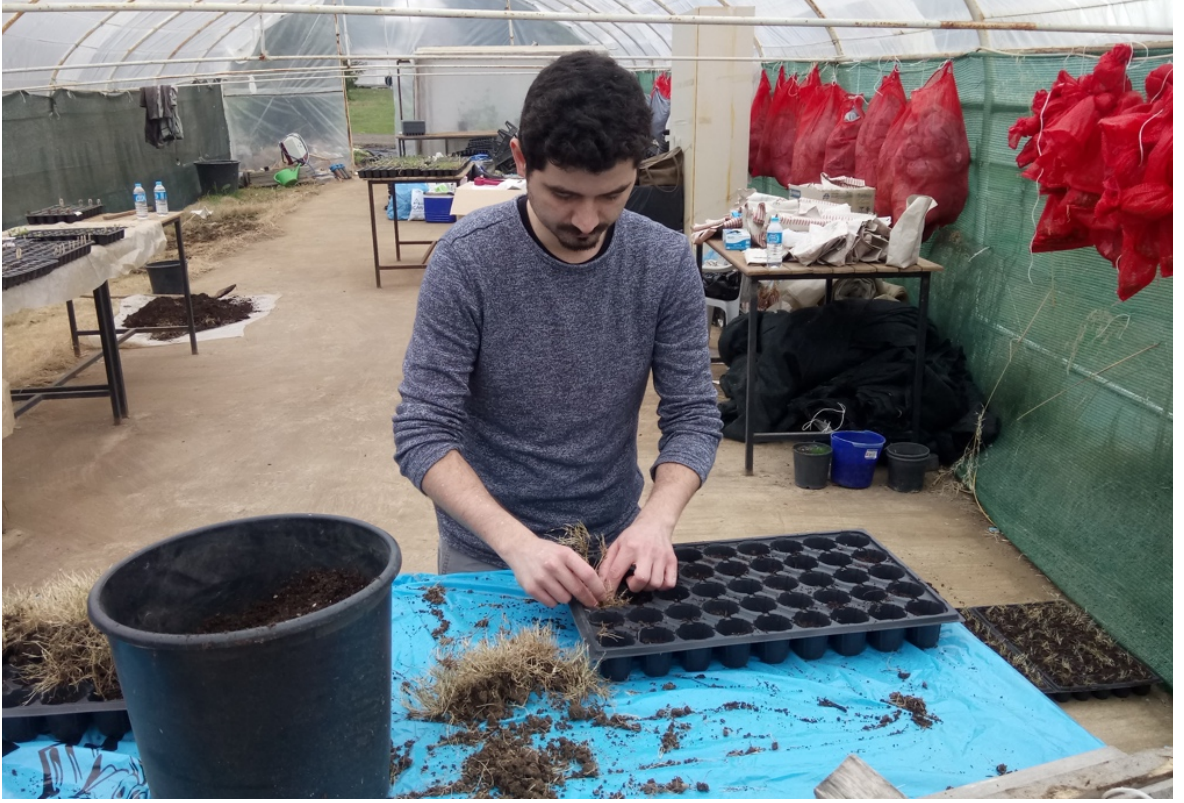
### **3.1.8. Çim bitkisine ait özellikler**

Araştırmada, sıcak iklim çim bitkisi olarak Bermudagrass (*Cynodon spp.*) ve soğuk iklim çimlerini temsilen 4'lü karışım kullanılmıştır. Karışımın içeriği; %30 *Lolium perenne*, %25 *Festuca rubra rubra*, %35 *Festuca arundinacea*, %10 *Poa pratensis* çeşitlerinden oluşmaktadır.

#### **3.1.8.1. *Cynodon spp* (Bermudagrass)**

Bermudagrass, akdeniz ikliminde olan bölgelerin ince yapraklı, fazla boylanmayan sık bir çim türüdür. Çok uzun rizom ve stolonları vardır. Erozyonu olan alanlarda da kullanılabilir. Serin iklim bölgelerinde kullanıldığında, sonbahar başından ilkbahara kadar sarı bir örtü oluşturur ve ilkbaharda havaların ısınmaya başlamasıyla yeni taze sürgünler verir. Uzun ömürlüdür, sıcağa ve kurağa çok dayanıklıdır. En iyi gelişmesini ortalama 25 °C'de yapar, toprak sıcaklığı 15 °C'nin altına düşünce dinlenme devresine girer ve yaprakları sararır. Toprak sıcaklığı 18 °C'nin üzerine çıkınca dinlenme dönemi biter ve taze sürgün vererek yapraklanır. Basılmaya ve çiğnenmeye karşı dayanıklıdır. Özellikle, sadece yaz aylarında kullanılan ve bakımı yapılan yazlık villalar, parklar ve oteller için ideal bir çim türüdür (Altan 1989).

Bermudagrass (*Cynodon spp.*) türleri, çok sık, yoğun ve güçlü yapılı bir çim tabakası meydana getirmektedir. Yaprak ayalarının eni dar olduğu için ince, çok ince veya orta dokulu bir yapı oluşturmaktadır. Renk kriterleri ise çok açık yeşilden koyu yeşile kadar değişirken, büyüme stolon ve rizomlarla tümüyle yatık bir formda gerçekleşmektedir. Tüm Bermudagrass tiplerinin üretimi; yolma veya biçme, çelikler ve köklü çeliklerle vejetatif olarak gerçekleştirilirken, sadece *Cynodon dactylon* tohumlarıyla da üretilebilmektedir (Açıkgöz, 1993; Avcıoğlu, 1997). Denemede, serada oluşturulan fideler belirli bir yapıya ulaştıktan sonra araziye aktarılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Bermudagrass (*Cynodon spp.*) fide hazırlığından bir görüntü

### 3.1.8.2. *Festuca arundinacea* (Kamışsı Yumak)

*Festuca arundinacea* çim türü, rizom oluşturarak gelişim gösterir ve hızlı bir gelişim evresinden sonra yavaşlayarak gelişmesini sürdürür. Çok yüksek sıcaklıkta çim dokusu tekdüzeliğini kaybeder. Çim kökleri 120 cm'e kadar derine erişebilir. Biçim yüksekliği ise 4 cm'den kısa olmamalıdır (Korkut 2007).

*Festuca arundinacea* uzun boylu, kaba yapılı, kalın ve sert yapraklı bir türdür. Yumak şeklinde gelişir ve derin köklüdür. Soğuğa ve gölge koşullarında orta derece dayanıklı olmasına karşın basılmaya ve çiğnenmeye karşı çok dayanıklıdır. Derin biçimden zarar görür (Oral 1998).

### 3.1.8.3. *Festuca rubra rubra* (Kırmızı Yumak)

*Festuca rubra rubra* çim türünün, çimlenme ve gelişme durumu *Poa* türlerinden hızlı, *Lolium* türlerinden daha yavaştır. Serin iklim koşullarına dayalıdır ve kışın rengi değişmez. Gölge alanlar için yapılan karışımlarda kısa sürede dominant hale geçer. Soğuğa karşı iyi dayanıklıyken, sıcağa, basılma ve çiğnenmeye karşı orta derecede dayanıklıdır. Rekreasyon ve geniş düzenleme alanlarında görsel olarak kullanılabilir uzun ömürlü bir çim türüdür (Altan 1989).

*Festuca rubra rubra*, yeşil alanlarda en çok kullanılan çim türüdür. İnce yapılı, sık sürgünlü, üniform ve kaliteli bir doku oluşturur, rizomlu kırmızı yumak koyu yeşil renkte ve güçlü kökler oluşturur. Serin-yağışlı iklimlere adapte olabilen bu tür, sıcak stresine dayanıksız olduğundan sıcak-nemli iklim bölgeleri için uygun değildir. Gölgeye çok dayanıklı olan rizomlu kırmızı yumak, kurağa da çok dayanıklı olan ve suyu ekonomik kullanan bir buğdaygildir. Tuzlu su ve aşırı sulamada ise başarılı sonuçlar alınmamaktadır. Bu çim türü; kurak, sıcak ve gölge koşullarda; parklar, mezarlıklar, bina çevreleri, yol kenarları ve havaalanları gibi çok değişik amaçlara yönelik ortamlarda kullanılabilir (Mutlu 2006).

### 3.1.8.4. *Lolium perenne* (İngiliz Çimi)

*Lolium perenne* (İngiliz çimi) genel olarak çok yıllık bir bitki olarak kabul edilir. Bazı çeşitler, yazları serin-nemli, kışları ılıman geçen bölgelerde daha uzun ömürlüdür. Çok yıllık çim; esas olarak serin-nemli iklimlere, kış ayları sert olmayan ve serin-nemli yazlara sahip bulunan yörelere adapte olmuştur (Avcıoğlu 1997).

Tohumla üretilen bu çim türünün yaprakları koyu yeşil renkte parlak ve tüysüzdür. Çok kardeşlenen bir bitki olduğu için, uygun koşullarda ekildiğinde ve bakımı yapıldığında üniform bitki örtüsü oluşturur. İngiliz çimi; park ve bahçeler, spor alanları, karayolları refüjlerinde ve değişik amaçlı çim alanların yapımında kullanılmaktadır. Oldukça iri olan tohumları kolayca çimlenir ve gelişir. Hızlı gelişmesiyle alanı kolayca kaplayarak karışımındaki *Poa sp.*, *Festuca sp.*, ve *Agrostis sp.* gibi çim türlerini kolayca bastırır. Çim alanları için özel olarak ıslah edilen, birim alanda bol kardeş geliştiren, ince yapraklı ve kısa boylu çeşitler; basılmaya ve çiğnenmeye karşı çok dayanıklıdır. Bu nedenle, futbol sahaları gibi aşırı kullanılan ve kolay yıpranabilen alanlar için ideal bir bitki olarak kabul edilmektedir (Açıkgöz 1993).

### **3.1.8.5. *Poa pratensis* (Çayır Salkım Otu)**

*Poa pratensis* (Çayır salkım otu) çim türünün, yaprakları tipik kayak şeklinde, tüysüz, mavi-yeşil renklidir. Çimlenme ve sürgün verme hızı yavaştır. Gölgeye çok dayanıklı olmadığı için tam güneş ışığı alan veya yarı gölge bölgelere ekilmelidir (Açıkgöz 1993). İnce, uzun ve kuvvetli rizomlara sahip olan *Poa pratensis* (çayır salkım otu) çim türünün yaprakları ince dokuludur. Sık biçilmeye ve basılmaya karşı dayanıklıdır (Korkut 2007). Genel amaçlı yeşil alanlarda başarıyla ve yaygın olarak kullanılabilen *Poa pratensis* (çayır salkımotu) yoğun rizom yapısıyla sık basma etkilerine karşı dayanıklıdır (Avcıoğlu vd.1999).

*Poa pratensis* (çayır salkım otu) çim türü, daha çok kısa kök boğazına yakın boğum rizomları ile tanınmaktadır. *Poa pratensis* çok yıllık ve uzun ömürlü bir çim türüdür. Yaprakları dar ve orta genişlikte (2-5 mm), ortalama 40-60 cm kadar boylanabilir. Kumlu, kil topraklar ve ılıman iklim en iyi yetiştirme ortamlarıdır. Soğuğa oldukça dayanıklı olup, yeşil rengini daima korur. Sürekli kurak zamanlarda direnme devresine girer ve ilk nemlerde yeniden canlılık gösterir. Bu yüzden kuraklığa dayanıklı çim türleri arasında yer alır. Kurak dönemlerde sulandığında yeşil görüntüsünü korur (Uluocak 1994).

### **3.1.9. Kullanılan bilgisayar paket programları**

Araştırmada, istatistiksel analizlerin yapılmasında, çeşitli denklemlerin elde edilmesinde, uydu görüntülerinin alınmasında, Microsoft Excel, Google Earth Pro, Tarist paket programları kullanılmıştır.



### 3.2. Yöntem

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri dikkate alınarak kullanılacak sulama yönteminin gerektirdiği sistem unsurlarının projelendirilmesi, deneme düzeni, bitki su tüketim fonksiyonlarının belirlenmesi için gerçekleştirilen analizler hakkında bilgi verilmiştir.

#### 3.2.1. Arazi çalışmalarında uygulanan yöntemler

##### 3.2.1.1. Toprak ve su örneklerinin alınması

Denemelere başlamadan önce, araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri ve verimlilik analizlerini belirlemek amacıyla alanda 90 cm derinliğine kadar toprak profilleri açılarak 0-30, 30-60 ve 60-90 toprak katmanlarından bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinden hacim ağırlığı ve tarla kapasitesi, bozulmuş toprak örneklerinden ise solma noktası ve bünye sınıfı değerleri Blake (1965) ile Benami ve Diskin (1965) tarafından verilen esaslara göre belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan sulama suyunun kalite sınıfını belirlemek amacıyla, Ayyıldız (1990)'ın belirttiği ilkelere göre örnekler alınmıştır.

##### 3.2.1.2. Toprağın su alma hızının belirlenmesi

Toprağın su alma hızının saptanmasında gerek uygulama kolaylığı gerekse kısa sürede sonuç vermesi nedeniyle çift silindirli infiltrometre yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin uygulanmasında Yıldırım (1993) tarafından belirtilen ilkelere uygun biçimde ölçümler yapılmış ve değerlendirilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Çift silindirli infiltrometre

### 3.2.1.3. Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesi

Günlük buharlaşma miktarının ölçülmesinde, A sınıfı buharlaşma kabından yararlanılmıştır. Bu amaçla, her gün saat 09:00'da buharlaşma kabındaki su düzeyi ölçülmüştür. Kabın üst seviyesinden itibaren 5 cm'lik kısım boş kalacak şekilde su ile doldurulan kaptan buharlaşan günlük su miktarı, kabın içerisindeki ölçüm çubuğunun üst seviyesine kadar su ilave edilerek belirlenmiştir. İlave edilen su miktarı mm birimi cinsinden günlük buharlaşma miktarını göstermektedir. Her hafta kap boşaltılarak temizlenmiştir. (Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım ve Madanoğlu 1985)

### 3.2.1.4. Deneme düzeni ve araştırma konuları

Araştırmada; iki farklı çim çeşidi için üç farklı sulama düzeyi tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde, 3 tekerrürlü olarak denenmiştir. Araştırma; her biri 6,25 m<sup>2</sup> olmak üzere 18 adet parselde, toplam 112,5 m<sup>2</sup> alanda yürütülmüştür (Şekil 3.11). Farklı sulama uygulamalarında, sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla blok ve parseller arasında ikişer metre boşluk bırakılmıştır. Dikkate alınan deneme konuları aşağıda açıklanmıştır;

Çim çeşitleri (Ana konular):

C<sub>1</sub> : Serin iklim çim çeşitleri karışımı (% 30 *Lolium perenne*, % 25 *Festuca rubra rubra*, % 35 *Festuca arundinacea*, % 10 *Poa pratensis*)

C<sub>2</sub> : Sıcak iklim çim çeşidi (Bermudagrass, *Cynodon spp*)

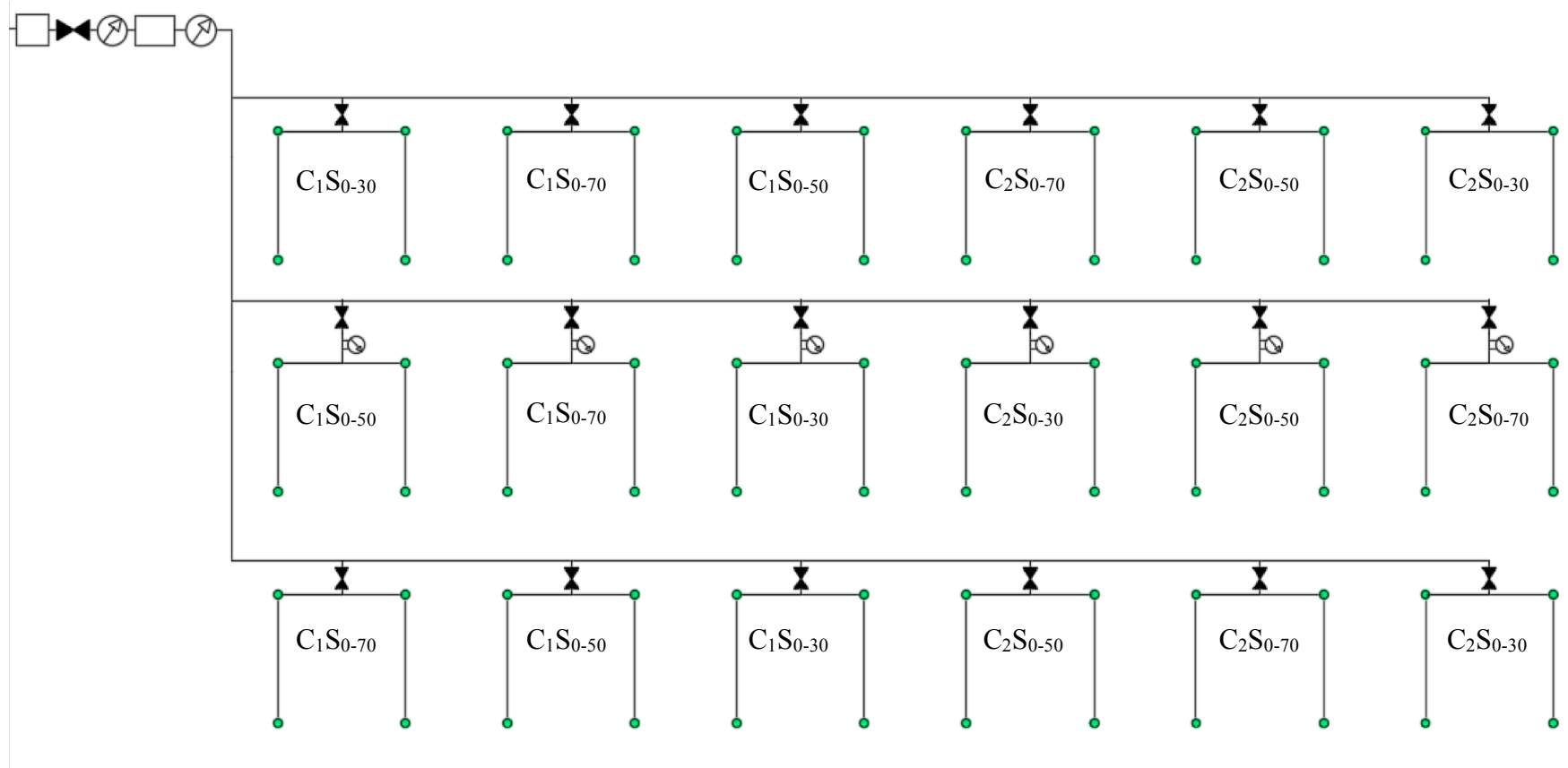
Sulama başlangıç düzeyleri (Alt konular):

S<sub>0.30</sub>: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlama

S<sub>0.50</sub>: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde sulamaya başlama

S<sub>0.70</sub>: Kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde sulamaya başlama

Toplam 287,5 m<sup>2</sup> olan alanda, deneme konuları parsellere rastgele dağıtılmıştır (Düzgüneş 1963, Yurtsever 1984). Her bir deneme parselinin boyutu 2,50 x 2,50 m; toplam alanı 6,25 m<sup>2</sup>'dir. Tüm kenarlardan 0,25 cm kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Böylece, hasat parseli boyutları 2,25 x 2,25 m olmak üzere alanı 5,06 m<sup>2</sup>'dir (Şekil 3.3).



Şekil 3.11. Deneme Düzeni ve Araştırma Konuları

### 3.2.1.5. Sulama suyunun uygulanması

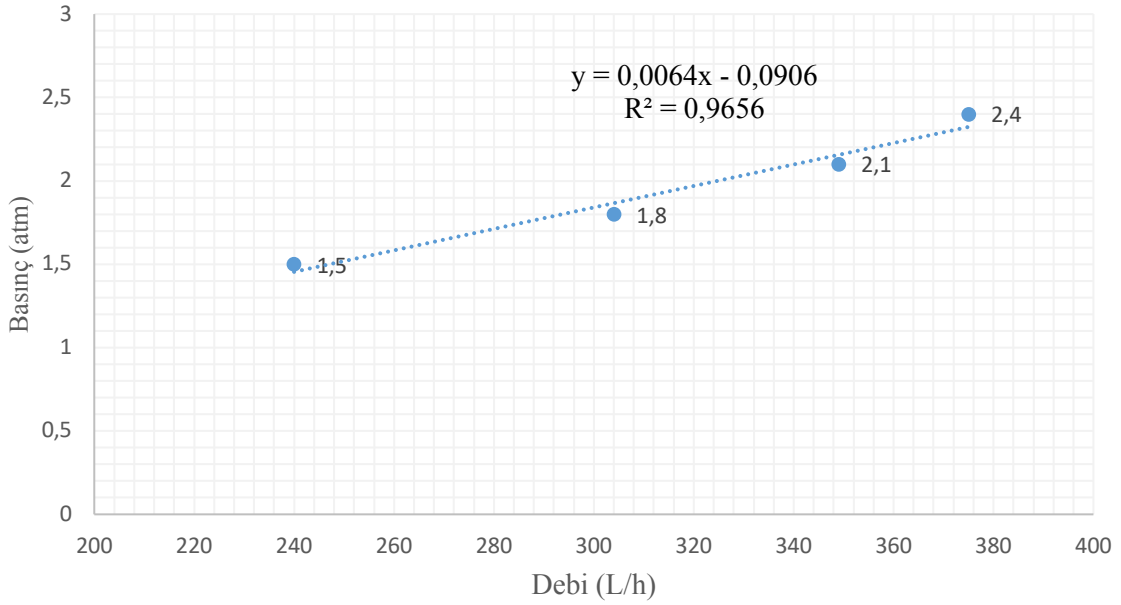
Sulama suyunun sağlanması amacıyla parsellerin kenarlarına lateral boru hatları döşenmiş ve her köşeye bir adet olmak üzere, toplam 4 adet pop-up sprej yağmurlama başlığı yerleştirilmiştir. Islatma açıları  $90^\circ$  olarak ayarlanan başlıkların; 2,1 atm işletme basıncındaki atış mesafeleri 2,5 m; debileri ise 349 L/h'tir. Sulama suyu miktarının sağlıklı uygulanabilmesi için, parsel girişlerine yerleştirilen manometreler yardımıyla işletme basıncı sürekli 2,1 atm olması sağlanmıştır (Şekil 3.12).

Sulama zamanı belirlenmesinde, topraktaki nem değerleri esas alınmıştır. Bu değişimler HH2 Soil Moisture Meter cihazı ile izlenmiştir. Sulamalarda uygulanacak sulama suyu miktarları, çimin etkili kök derinliği olan 30 cm'lik toprak katmanı dikkate alınarak belirlenmiştir (Doorenbos ve Kassam 1979).



Şekil 3.12. Sulama sisteminin çalıştığı parsel görüntüsü





**Şekil 3.13.** Yağmurlama başlığı basınç – debi ilişkisi grafiği

### 3.2.1.6. Tarım tekniği

Sıcak iklim çim çeşidi olan *Bermudagrass* araziye, 30 x 30 cm aralıklarla fide olarak 05.05.2017 tarihinde dikilmiştir. Serin iklim çim çeşitlerinin karışımı (%30 *Lolium perenne*, %25 *Festuca rubra rubra*, %35 *Festuca arundinacea*, %10 *Poa pratensis*) ise her bir parsel için 50 gr/m<sup>2</sup> tohum gelecek şekilde serpmeye yöntemi ile 07.05.2017 tarihinde ekimi gerçekleştirilmiştir. Mevcut parsellerde bulunan çim bitkilerinin gerek çıkışların tamamlanmasından sonra gerekse ileriki dönemlerde yabancı otlarla rekabete girerek gelişimlerinin yavaşlaması veya tamamen engellenmesini önlemek amacıyla sürekli olarak mekanik mücadele yapılmıştır. Bunun için istihdam edilen işçiler, çapa aletlerini kullanarak (kazma, çapa, çepin, tırmık vb.) yabancı otları temizlemiştir. Ayrıca, burada bulunan yabancı otlar ile herbisit (Tordon101, 451gr/l 2,4-D tri-isopropyl amin tuzu + 116.3 gr/l Picloram SL) uygulaması yöntemiyle de mücadele edilmiştir. Bunun için 18 litrelik bir sırt pompası kullanılmıştır. Kullanılan yabancı ot ilâcının etkili olması ve çim parsellerine sıçramasını önlemek amacıyla, ilaçlama sabah erken saatlerde ya da akşam geç saatlerde ve rüzgârsız havalarda yapılmıştır. Denemenin kurulduğu yaz sezonunda gerçekleşen ekstrem hava şartlarından dolayı bitkilerin belirli bölümlerinde pas hastalığı belirtileri görülmüş ve ilaçlama yapılarak (Amistar Trio, 125g *Propiconazole* + 100g *Azoxystrobin* + 30g *Cyproconazole*, EC) yayılması engellenmiştir.



**Şekil 3.14.** Deneme parsellerinin ekim-dikim işlemlerinin ardından görüntüleri

Denemelerde, bitkiler 10-15 cm yüksekliğe geldiğinde 5 cm yükseklikten biçilmiştir. Biçimler her üç sulama düzeyinde de başta vejetasyon yüksekliği olmak üzere, çevresel faktörler ve iklim koşulları dikkate alınarak belli aralıklarla ve bütün parsellerde aynı anda yapılmıştır. Biçimlerde Honda marka HLM 530 CS motora sahip; 5,5 HP gücünde, çelik gövdeli, döner bıçaklı 160 c.c.'lik ve 58 lt. sepet hacmine sahip benzinli çim biçme makinesi kullanılmıştır.

Biçim sonrasında parsel kenarlarında kalan bazı bitkilerin alınması ise çim kenar makası aracılığıyla yapılmıştır. Biçim uygulamaları parselin tamamını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.2. Laboratuvar çalışmalarında uygulanan yöntemler**

Toprağın, sulama uygulamalarında kullanılacak fiziksel özelliklerini saptamak amacıyla 0-30, 30-60, 60-90 cm toprak derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bozulmuş toprak örneklerinden, toprak bünyesi, hidrometre metodu ile toprak bünyesi sınıflandırma üçgeninden yararlanılarak belirlenmiştir (Bouyoucos 1951, Millard vd. 1966). Bozulmamış toprak örneklerinden ise toprağın hacim ağırlığı, tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri belirlenmiştir. (Sönmez ve Ayyıldız 1964). Ayrıca Ayyıldız (1990)'ın ayrıntıları ile anlattığı esaslar dikkate alınarak sulama suyu kalite analizleri yapılmıştır.

#### **3.2.2.1. Topraktaki nem miktarının takibi**

Deneme süresince, parsellerin ortasına gelecek şekilde 1 m derinliğe kadar yerleştirilen nem ölçüm tüplerinden yararlanarak 'PR2 probe ve HH2 Soil Moisture Meter' ile her gün aynı saatte (09:00) nem okumaları yapılmıştır. Elde edilen değerler daha önce hazırlanan kalibrasyon eğrisinden yararlanarak anlık toprak nem değerleri  $m^3/m^3$  olarak belirlenmiştir. Ayrıca her on günde bir; her parselden 0-30 ve 30-60 cm toprak derinliklerinden alınan toprak örneklerinden, gravimetrik olarak nem değerleri ölçülmüştür.

Elde edilen toprak nem değerlerinden 0-30 cm toprak derinliğindeki değerler uygulanacak sulama suyunun belirlenmesinde, 0-60 cm toprak derinliğindeki değerler ise bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılmıştır.

### **3.2.2.2. Sulama zamanı, uygulanacak sulama suyu miktarı ve sulama süresinin saptanması**

Sulama zamanının belirlenmesinde, topraktaki nem miktarı değişimleri esas alınmıştır. Sulamada ıslatılacak toprak derinliği olarak, çim bitkisinin etkili kök derinliği olan 30 cm, dikkate alınmıştır. Deneme konularına göre, etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30, %50 ve %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanmıştır (Orta 1994).

Toprak nemi ölçümlerine, ekim ve dikim işlemleri ile başlanmış ve yaz sezonunun sonuna kadar devam edilmiştir. Toprak nem değeri sulama başlangıcına düştüğünde uygulanacak sulama suyu miktarları, topraktaki mevcut nemi tarla kapasitesine çıkaracak biçimde aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

Sulama uygulamalarında mm cinsinden elde edilen sulama suyu miktarı, parsel alanı olan 6,25 m<sup>2</sup> ile çarpılarak litre cinsinden hesaplanmıştır. Hesaplanan miktardaki sulama suyu, başlıkların katalog verilerinden ve arazi koşullarında tespit edilen basınç-debi ilişkisinden yola çıkılarak çalışma süresi ile ölçülerek parsellere verilmiştir.

Topraktaki mevcut nemi, tarla kapasitesine çıkaracak sulama suyu miktarı;

$$dn = \frac{(TK - MN)}{100} \cdot \gamma \cdot D \quad (3.1)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

Eşitlikte;

$d_n$  : Her sulamada uygulanacak net sulama suyu miktarı, mm,

TK : Tarla kapasitesi, %,

MN : Mevcut nem, %,

$\gamma_t$  : Toprağın hacim ağırlığı, g/cm<sup>3</sup>,

D : Etkili kök derinliği, mm değerlerini göstermektedir.

### **3.2.2.3. Bitki su tüketiminin saptanması**

Bitki su tüketimi, 10 günlük periyotlar için 60 cm toprak derinliğindeki nem azalması yöntemine göre saptanmıştır. Bu amaçla, her ayın 10.; 20.; 30. yada 31. günleri alet ile yapılan nem ölçmelerine ilave olarak, her bir konudan burgu yardımı ile bozulmuş toprak örnekleri alınmış ve gravimetrik yöntem ile nem değerleri belirlenmiştir (Güngör ve Yıldırım 1989). Periyot başlangıcında 60 cm toprak katmanındaki nem miktarına, periyot

boyunca uygulanan sulama suyu ve varsa yağış miktarı eklenerek elde edilen toplamdan; periyot sonunda 60 cm toprak katmanında ölçülen nem değeri çıkartılarak bitki su tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler 10 ya da 11 güne bölünerek ortalama günlük bitki su tüketimi değerleri belirlenmiştir (Orta 1994).

Her bir deneme konusuna ilişkin gerçek bitki su tüketiminin (ET) hesaplanmasında Su Bütçesi Yaklaşımı (Kanber, 1997) kullanılmıştır.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

ET = Bitki su tüketimi, mm,

I = Uygulanan sulama suyu miktarı, mm,

P = Deneme süresince düşen yağış miktarı, mm,

C<sub>p</sub> = Kılcal yükselişe kök bölgesine giren su miktarı, mm,

D<sub>p</sub> = Sulama ve yağıştan sonra meydana gelen derine sızma kayıpları, mm,

R<sub>f</sub> = Deneme parsellerine giren veya çıkan yüzey akış miktarı, mm,

ΔS = Ölçülen dönem için toprak nem içeriğinde oluşan değişim, mm dir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığı, parsel içerisinde gerçekleşebilecek yüzey akışa müsaade edilmediği ve kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C<sub>p</sub> ve R<sub>f</sub> değerleri ihmal edilmiştir (Kanber 1997).

#### **3.2.2.4. Uygun bitki su tüketim tahmin eşitliklerinde ve bitki katsayısı eğrilerinin eldesinde kullanılan yöntemler**

Birçok araştırmacı tarafından geliştirilen kısa ve uzun periyotlu bitki su tüketimi eşitlikleri Jensen (1973) ve Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından özetlenmiştir. Son zamanlarda, bitki su tüketiminin tahmini için önce belirli koşulları yansıtan potansiyel bitki su tüketimi elde edilmekte ve daha sonra bu değer bitki katsayısı ile düzeltilmektedir.

$$ET = k_c \cdot ET_p \quad (3.3)$$

Bu eşitlikte;

ET: Bitki su tüketimi, mm/gün,

k<sub>c</sub>: Bitki katsayısı,

ET<sub>p</sub>: Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Potansiyel bitki su tüketiminin tanımlanmasında; gerek farklı ülkelerdeki araştırmacılar gerekse aynı ülkenin araştırmacıları arasında bile henüz fikir birliği sağlanamadığından potansiyel bitki su tüketimi yerine, referans bitki su tüketiminin kullanılması ağırlık kazanmıştır. Bu amaçla, belirli koşulları yansıtan yonca ya da çayır bitkileri referans olarak alınmakta, bu bitkilerin su tüketimi ampirik eşitliklerle tahmin edilmekte ve daha sonra bitki katsayısı ile düzeltilerek belirli bir bitkiye ilişkin su tüketim değerleri elde edilmektedir (Doorenbos ve Pruitt 1977).

$$ET = k_c \cdot ET_o \quad (3.4)$$

Bu eşitlikte;

ET: Bitki su tüketimi, mm/gün,

$k_c$ : Bitki katsayısı,

$ET_o$ : Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün'dür.

Kısa periyotlu potansiyel bitki su tüketiminin tahmininde Jensen-Haise yöntemi oldukça sağlıklı sonuçlar vermektedir. Bu yöntemle potansiyel bitki su tüketiminin tahmini aşağıdaki eşitliklerle yapılmaktadır (Jensen 1973).

$$ET_p = C_T(T - T_x)R_s \quad (3.5)$$

$$C_t = \frac{1}{C_1 + C_2 C_H} \quad (3.6)$$

$$C_1 = 38 - \left(\frac{2H}{305}\right) \quad (3.7)$$

$$C_H = \frac{50}{e_2 - e_1} \quad (3.8)$$

$$T_x = -2.5 - 0,14(e_2 - e_1) - \frac{H}{550} \quad (3.9)$$

Bu eşitliklerde;

$ET_p$ : Potansiyel bitki su tüketimi, mm/gün,

$C_T$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_H$ ,  $T_x$  Ampirik katsayılar ( $C_2 = 7.3$  °C sabit),

T: Ortalama sıcaklık, °C,

H: Yükseklik, m,

$e_2$ : Yörede yılın en sıcak ayında ortalama maksimum sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı, mb

$e_1$ : Yörede yılın en sıcak ayında ortalama minimum sıcaklıktaki doymuş buhar basıncı, mb,

$R_s$ : Solar radyasyon, mm/gün

değerlerini göstermektedir.

Kısa periyotlu bitki su tüketimi tahminlerinde sağlıklı sonuçlar veren Penman yöntemi, çayır bitkileri referans alınarak Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından modifiye edilmiştir

(FAO modifikasyonu). Penman yönteminin FAO modifikasyonu ile referens bitki su tüketimi aşağıdaki eşitliklerden yararlanarak tahmin edilmektedir.

$$ET_o = c[W.R_n + (1 - W).f_{(u)}. (e_a - e_d)] \quad (3.10)$$

$$e_d = e_a \frac{RH}{100} \quad (3.11)$$

$$f_{(u)} = 0.27 \left(1 + \frac{u_2}{100}\right) \quad (3.12)$$

$$R_n = R_{n_s} - R_{n_1} \quad (3.13)$$

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{n}{N})R_a \quad (3.14)$$

$$R_{n_s} = (1 - \alpha)R_s \quad (3.15)$$

Bu eşitliklerde;

$ET_o$ : Referans bitki su tüketimi, mm/gün,

$c$ : Düzeltme faktörü,

$W$ : Ağırlık faktörü,

$R_n$ : Eş değer buharlaşma cinsinden net radyasyon, mm/gün,

$f_{(u)}$ : Rüzgar fonksiyonu,

$e_a$ : Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, mb,

$e_d$ : Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, mb,

$RH$ : Ortalama bağıl nem, %,

$u_2$  : 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı, km/gün,

$R_{n_s}$  : Kısa dalgalı net radyasyon, mm/gün,

$R_{n_1}$ : Uzun dalgalı net radyasyon, mm/gün,

$n$ : Gün boyunca ölçülen güneşli saatler, h/gün,

$N$ : Gün boyunca olası maksimum güneşli saatler, h/gün,

$R_a$ : Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon, mm/gün,

$\alpha$  : Yeryüzüne ulaşan radyasyonun atmosfere yansım oranı, %,

$f_{(t)}$ : Sıcaklık fonksiyonu,

$f_{(ed)}$ : Buhar basıncı fonksiyonu,

$f_{(n/N)}$ : Güneşlenme oranı fonksiyonu

değerlerini göstermektedir.

Penman yönteminin FAO modifikasyonunda kullanılan ve yukarıda belirtilen eşitliklerdeki bazı parametreler, Doorenbos ve Pruitt (1977)'in verdiği çizelge ve grafiklerden doğrudan alınmaktadır.

Orijinal Penman yönteminin, özellikle FAO modifikasyonu da dikkate alınarak bir diğer modifikasyonu Penman ve Monteith tarafından yapılmıştır (Smith 1991). Penman-Monteith yönteminde kullanılan eşitlikler aşağıda sıralanmıştır:

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma^*} (R_n - G) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma^*} \frac{900}{T + 273.15} u_2 (u_a - u_d) \quad (3.16)$$

$$\delta = \frac{4098 e_a}{(T + 273.3)^2} \quad (3.17)$$

$$\lambda = 2.501 - (2.361 \times 10^{-3}) T \quad (3.18)$$

$$\gamma = 0.0016286 \frac{P}{\lambda} \quad (3.19)$$

$$\gamma^* = \gamma (1 + 0.34 u_2) \quad (3.20)$$

$$R_n = R_{n_s} - R_{n_1} \quad (3.21)$$

$$R_{n_s} = 0.75 R_s \quad (3.22)$$

$$R_{n_1} = 2.451 f_{(T)} f_{(e_a)} f_{\left(\frac{n}{N}\right)} \quad (3.23)$$

$$R_s = (0.25 + 0.50 \frac{n}{N}) R_s \quad (3.24)$$

$$e_d = e_a \frac{RH}{100} \quad (3.25)$$

$$u_2 = u_z \left(\frac{z}{z_0}\right)^{0.2} \quad (3.26)$$

Bu eşitliklerde;

$ET_o$ : Referens bitki su tüketimi, mm/gün,

$U$ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi, kPa/°C,

$\gamma^*$ : Modifiye psikometrik sabite, kPa/°C,

$\gamma$ : Psikometrik sabite, kPa/°C,

$P$ : Atmosfer basıncı, kPa,

$R_n$ : Bitki yüzeyindeki net radyasyon, MJ/m<sup>2</sup>/gün,

$R_a$ : Atmosferin dış yüzeyine ulaşan radyasyon, MJ/m<sup>2</sup>/gün,

$R_s$ : Yeryüzüne ulaşan kısa dalgalı radyasyon, MJ/m<sup>2</sup>/gün,

$R_{ns}$ : Kısa dalgalı net radyasyon, MJ/m<sup>2</sup>/gün,

$R_{n1}$ : Uzun dalgalı net radyasyon, MJ/m<sup>2</sup>/gün,

$f_{(T)}$ : Sıcaklık fonksiyonu,

$T$ : Sıcaklık, °C,

$f_{(ed)}$ : Buhar basıncı fonksiyonu,

$e_d$ : Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, kPa,

$e_a$ : Ortalama hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı, kPa,

$f_{(n/N)}$ : Güneşlenme oranı,

n: Güneşlenme süresi, h,  
N: Olası maksimum güneşlenme süresi, h,  
G: Topraktaki ısı akımı, MJ/m<sup>2</sup>/gün,  
 $\lambda$ : Buharlaşma gizli ısı, MJ/kg,  
 $u_2$ : 2 m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı, m/s,  
 $u_z$ : Z m yükseklikte ölçülmüş rüzgar hızı, m/s,  
Z: Rüzgâr hızının ölçüldüğü yükseklik, m,  
RH: Ortalama bağıl nem,

değerlerini göstermektedir. Bu eşitliklerde de bazı parametreler Smith (1991)'in verdiği çizelge ve grafiklerden doğrudan alınabilmektedir.

Bitki su tüketimi tahmin yöntemlerinden biride, tarım alanlarına yerleştirilen buharlaşma kaplarından ölçülen buharlaşma miktarları ile bitki su tüketimi arasında ilişki kurmaktır. Kapta gerçekleşen buharlaşmaya etkili olan iklim faktörlerinin tamamı, aynı zamanda bitki su tüketimine de benzer biçimde etkili olduğundan özellikle kısa periyotlar için bu yöntemle sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir (Goldberg vd. 1976, Doorenbos ve Pruitt 1977, Yıldırım 1993).

Buharlaşma kaplarından yararlanarak referans bitki su tüketimi;

$$ET_o = E_p \cdot k_p \quad (3.27)$$

eşitliği ile belirlenmektedir. Bu eşitlikte;

ET<sub>o</sub>: Referans bitki su tüketimi, mm/gün,

E<sub>p</sub>: Kaptan ölçülen buharlaşma miktarı, mm/gün,

k<sub>p</sub>: Buharlaşma kabı katsayısı

değerlerini göstermektedir.

Yukarıdaki eşitliklerdeki k<sub>p</sub> kap katsayıları, iki farklı çevre koşulu için Doorenbos ve Pruitt (1977) tarafından tanımlanmış ve bu katsayılarla ilişkin değerler bir çizelgede toplanmıştır. Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınmış Blaney -Criddle yönteminin eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$ET_o = c \cdot f \quad (3.28)$$

$$f = p(0.46t + 8) \quad (3.29)$$

ET<sub>o</sub>: Referans 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 rüzgârı ( $u_2$ ) ve minimum oransal nem (RH<sub>min</sub>) değerleri deneme alanına kurulan meteoroloji istasyonundan, gerçek güneşlenme süresi (n) değerleri ise Tekirdağ Meteoroloji İstasyonu'ndan alınmıştır. Yıllık ortalama güneşlenme süresi yüzdesi (p) ve olası güneşlenme süresi (N) değerleri Doorenbos ve Pruitt (1977)'den alınmıştır.

Araştırmada çim bitkisinin su tüketimi belirlemeleri ve referens bitki su tüketimi hesaplamaları, sulama konularına başlanması (21.07.2017) ile denemenin sona erdirildiği tarih (30.09.2017) arasındaki 72 günlük periyot için yapılmıştır.

Referens bitki su tüketimi ile gerçek bitki su tüketimi arasındaki ilişki 10 günlük periyotlar için 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 referens bitki su tüketimi tahmin yöntemi veya yöntemlerinin daha sağlıklı sonuçlar verdiği varsayılmıştır (Bek ve Efe 1995).

### **3.2.2.5. Bitki gelişim ve kalite öğelerinin belirlenmesi**

Farklı sulama uygulamalarının bitkinin gelişimi, kalitesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla çimlenme süresi, vejetasyon yüksekliği, kalite, yüzey kaplama ve renk değerleri gibi parametreler, aşağıda açıklandığı biçimde, gözlemler ve ölçümler ile belirlenmiştir.

### **3.2.2.6. Çimlenme süresi**

Ekim tarihinden sonra saf türlerin, çeşitlerin ve karışımların çimlenmeye başladıkları gün, %50 çimlenme ve tam çimlenmeye (%100) kadar geçen süre ile ifade edilir. Bu işlem bütün parsellerde uygulanmıştır (Brede ve Duich 1984 ve Avcıoğlu 1997).

### **3.2.2.7. Vejetasyon yüksekliği**

Biçimler öncesinde, her parselde gelişigüzel seçilen 10 ayrı bölgenin, toprak yüzeyinden bitki örtüsünün en uç noktasına kadar olan kısmı ölçülerek, ortalama bitki örtüsü yüksekliği, cm cinsinden, belirlenmiştir. Bu işlem bütün parsellerde belirli aralıklarla uygulanmış ve ortalama bitki boyu 15 cm'ye ulaştığında 5 cm olacak şekilde biçim yapılmıştır (Brede ve Duich 1984 ve Avcıoğlu 1997).

### **3.2.2.8. Kalite**

Her parselde biçim öncesi, kalite değerlerinin görsel olarak belirlenmesi için çimin tekdüzeliği, sıklığı ve yabancı otlardan temizliği dikkate alınarak 1-9 ölçeğine göre (1: En kötü, 9: En iyi) kalite değerleri saptanmıştır (Avcıoğlu 1997).

### **3.2.2.9. Yüzey kaplama**

Tam çimlenmenin tamamlanmasından hemen sonra sürme gücü ve kaplama hızları 1-9 ölçeğine göre (1: En kötü, 9: En iyi) değerlendirilmiştir. Değerlendirme, ilk biçime kadar belli aralıklarla yapılmıştır (Brede ve Duich 1984 ve Avcıoğlu 1997).

### **3.2.2.10. Renk**

Her parselde biçim sonrası, biçimin yapılmadığı dönemlerde ise belli aralıklarla parselin genel olarak renginin görsel olarak belirlenmesi amacıyla, 1-9 ölçeğine göre (1: Sarı, 9: koyu yeşil) çim rengi saptanmıştır (Brede ve Duich 1984 ve Avcıoğlu 1997).

### **3.2.2.11. İstatistiksel analizler**

Deneme konularından elde edilen varyans analizi, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemlilik kontrolü, incelenen karakterler arasındaki korelasyonlar, Yurtsever (1984) ile Düzgüneş vd. (1987)'da belirtilen esaslara göre değerlendirilmiştir. Deneme konularından elde edilen vejetasyon yüksekliği, yüzey kaplama, kalite ve renk değerleri arasındaki farklılıkları varyans analiziyle tespit edilmiş; konuların sınıflandırılması LSD testi ile yapılmıştır (Yurtsever 1984, Düzgüneş vd. 1987).

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma alanı topraklarının fiziksel özelliklerine ilişkin sonuçlar, sulama suyu kalite analizleri sonuçları, uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi sonuçları, deneme konularının bitkisel gelişim ve kalite üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

##### 4.1. Toprak ve Su Örnekleri Analiz Sonuçları

###### 4.1.1. Toprağın fiziksel özellikleri

Deneme, 2017 yılının yaz döneminde gerçekleştirilmiştir. Alandaki toprağın fiziksel özelliklerine ilişkin bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelgeden izleneceği gibi tüm katmanlarda toprak bünye sınıfı kildir. Kullanılabilir su tutma kapasitesi değeri 0-30 cm toprak katmanı için 55,74 mm, 0-60 cm toprak katmanı için ise 101,7 mm’dir.

###### 4.1.2. Sulama suyu analizi

Yapılan analizler sonucunda, elde edilen sulama suyu parametreleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi, su kalitesi açısından fizyolojik kuraklık oluşturabilecek düzeyde bir sorun bulunmamaktadır.

**Çizelge 4.1.** Deneme alanı toprağının fiziksel özellikleri

Toprak Katmanı (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Tarla Kapasitesi		Solma Noktası		KSTK	
			(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)
0-30	C	1,56	30,71	143,72	18,80	87,98	11,91	55,74
30-60	C	1,57	29,30	138,00	19,54	92,03	9,76	45,96
60-90	C	1,54	30,80	142,29	20,46	94,52	10,34	47,77

**Çizelge 4.2.** Sulama suyu analiz sonuçları

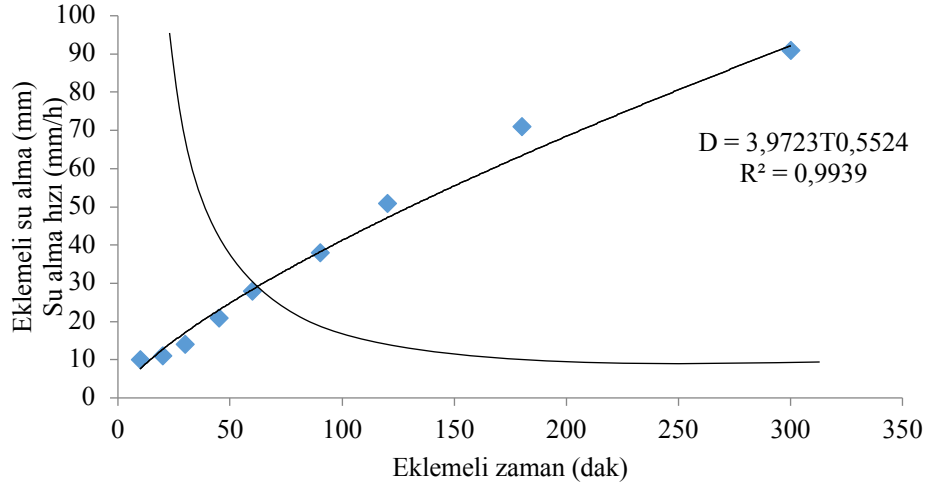
pH	ECx10 <sup>3</sup> 25°C	Kasyonlar (me/L)			Anyonlar (me/L)			Sınıfı
		Na <sup>+</sup>	Ka <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
7,48	555,70	2,54	0,16	4,34	2,98	0,33	3,74	T2A1

#### 4.1.3. Toprağın su alma hızı sonuçları

Çift silindir infiltrometre ölçümleri sonucunda elde edilen, toprağın su alma hızı grafiği Şekil 4.1’de verilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda, gerçek su alma hızı değeri 9,4 mm/h olarak belirlenmiştir.

#### 4.2. A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarı sonuçları

Deneme süresince, A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Çizelge 4.3’den izleneceği gibi 21 Temmuz 2017 ile 30 Eylül 2017 tarihleri arasında ölçülen toplam buharlaşma miktarı 450,7 mm’dir. En yüksek buharlaşma ortalaması 9,92 mm/gün ile 1-10 Ağustos tarihleri arasındaki periyotta meydana gelmiştir.



Şekil 4.1. Su alma hızı ve eklemeli su alma eğrileri

Çizelge 4.3. A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma miktarları (mm)

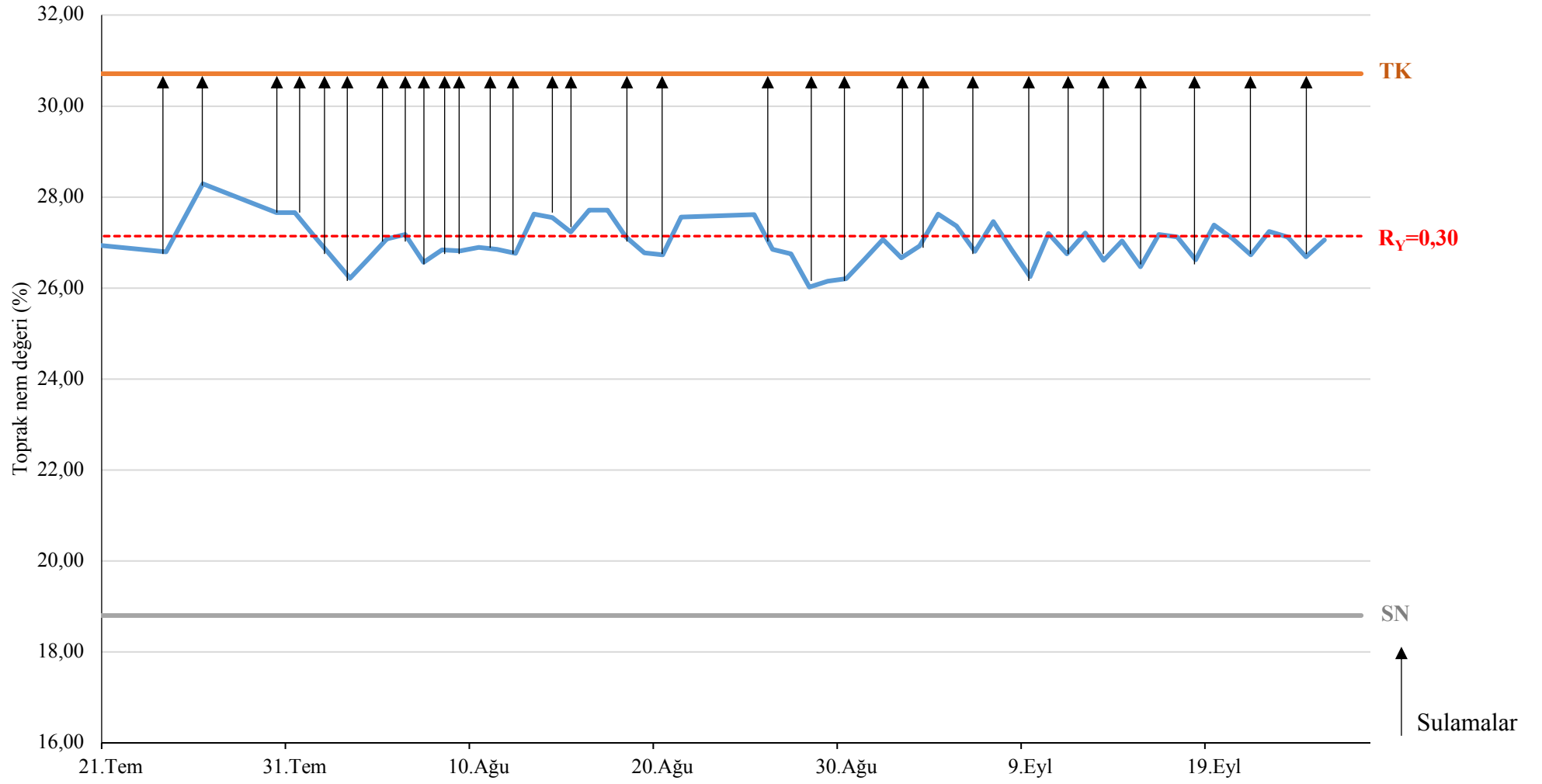
Aylar	Günler	Buharlaşma Miktarları (mm)
Temmuz	20-31	72,4
Ağustos	01-10	89,3
	11-20	50,1
	21-31	81,2
Eylül	01-10	63,7
	11-20	66,7
	21-30	27,3

### 4.3. Uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimi sonuçları

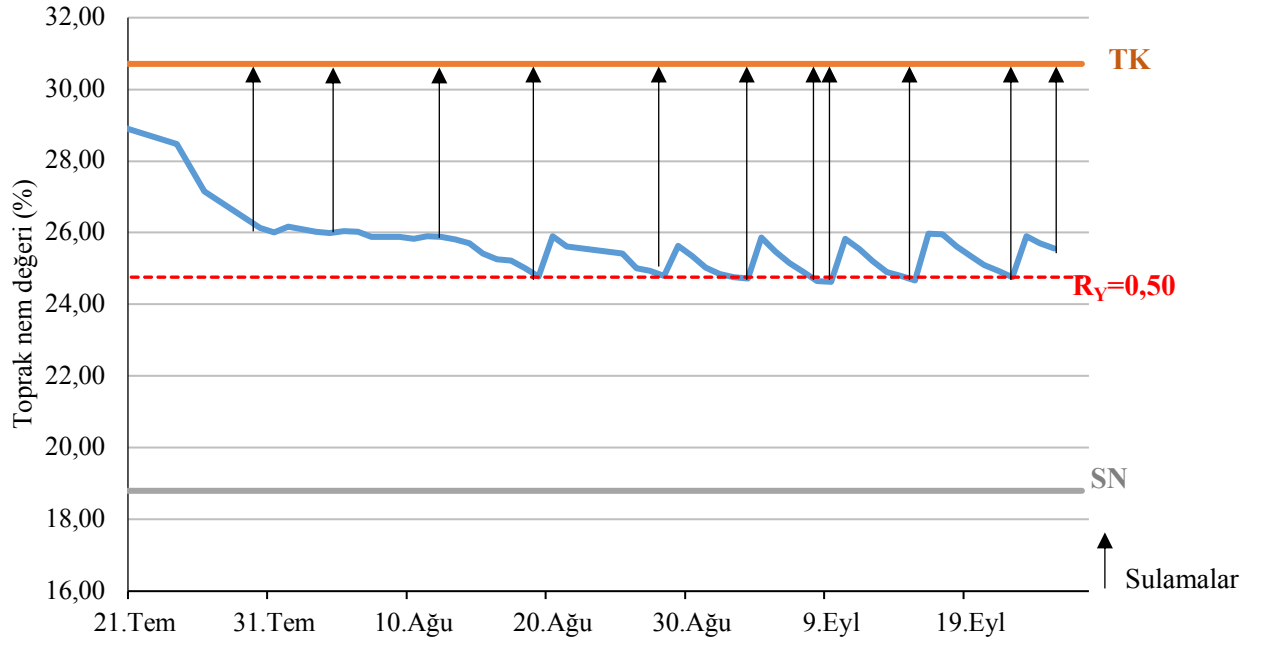
Deneme konularına uygulanacak sulama suyu miktarları, yöntem kısmında açıklandığı gibi, 30 cm etkili kök derinliğindeki toprak nem değerlerinin günlük ölçümlerinden yararlanılarak belirlenmiştir. Her gün aynı saatte (09:00) PR2 Probe-HH2 Soil Moisture Meter toprak nem ölçüm aracı ile ölçülen mevcut nemin, her bir deneme konusu için izin verilen değere düşüp düşmediği kontrol edilmiş ve sulama yapılması gereken parsellere tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu uygulanmış ve bu değerler Çizelge 4.4'te verilmiştir. Her bir konu için sulama tarihi, sulama başlangıcındaki nem düzeyi ve uygulanan sulama suyu miktarını gösteren grafikler de Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7'de görülmektedir. Bitkilerin ekim ve dikimleri 5-7 Mayıs tarihlerinde gerçekleştirilmesine karşın, gerek yağışlı iklim koşulları gerekse bitkinin toprak yüzeyini tamamen kaplaması için beklenmesi nedeniyle sulama konularına 21 Temmuz 2017 tarihinde başlanabilmektedir. Çizelge 4.4'ten izleneceği gibi serin iklim çimlerinin S<sub>0-30</sub> konusuna deneme süresince 30 sulamada toplam 501.6 mm, S<sub>0-50</sub> konusuna 11 sulamada toplam 295.8 mm, S<sub>0-70</sub> konusuna 7 sulamada toplam 238.5 mm sulama suyu uygulanmıştır. Anılan değerler sıcak iklim çiminde (*Bermudagrass*) S<sub>0-30</sub> konusunda 24 sulama ile toplam 416.7 mm, S<sub>0-50</sub> konusunda 8 sulama ile toplam 229.2 mm, S<sub>0-70</sub> konusunda 4 sulama ile toplam 140.7 mm olarak belirlenmiştir. Sonuçlardan görüldüğü gibi, sıcak iklim çimine uygulanan sulama suyu miktarları konulara göre, serin iklim çiminden %17-41 oranında daha düşüktür (Şekil 4.8). Ayrıca, her iki çim çeşidinde de S<sub>0-30</sub> konularına uygulanan sulama sayıları ve sulama suyu miktarları en yüksek, S<sub>0-70</sub> konularına uygulananlar ise en düşük olmuştur. Elde edilen bulgular topluca değerlendirildiğinde; sıcak iklim çiminin (*Bermudagrass*), serin iklim çimlerine göre daha seyrek sulandığı ve daha az sulama suyu uygulandığı, bunun yanında; tüm çeşitlerde S<sub>0-30</sub> konularında bitkinin su stresine girmemesinden dolayı daha çok su tükettiği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.4.** Sulama tarihlerine göre uygulanan net sulama suyu miktarları (mm)

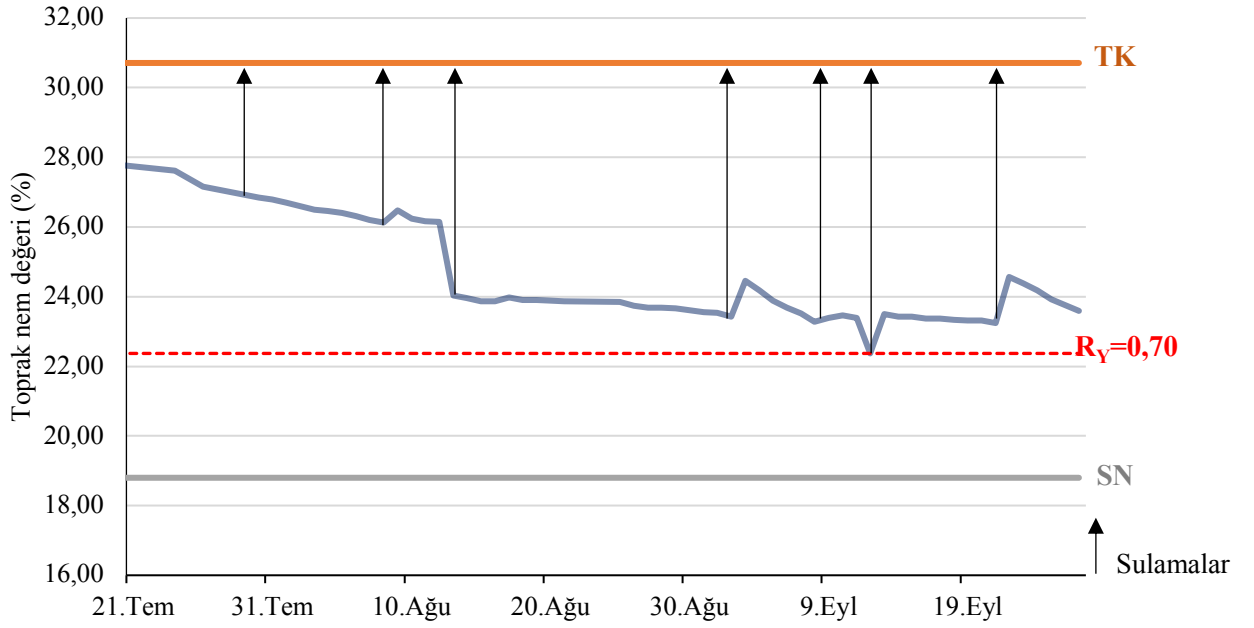
Tarih	Serin İklim (4'lü karışım)			Sıcak İklim (Bermudagrass)		
	C <sub>1</sub> S <sub>0-30</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>0-50</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>0-70</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>0-30</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>0-50</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>0-70</sub>
24.7	16,8	-	-	17,1	-	-
25.7	15,3	-	-	14,8	-	-
28.7	-	-	33,2	-	-	-
29.7	15,1	-	-	14,4	-	-
30.7	-	24,8	-	-	-	-
31.7	14,3	-	-	15,1	-	-
1.8	16,6	-	-	16,3	-	-
3.8	16,8	-	-	18,3	-	-
4.8	16,8	-	-	17,0	-	-
5.8	16,8	-	-	-	-	-
6.8	-	-	-	17,8	-	-
7.8	16,8	-	-	17,9	-	-
8.8	18,1	24,8	21,4	-	-	23,6
9.8	16,8	-	-	18,2	-	-
10.8	16,8	-	-	-	-	-
11.8	-	-	-	19,7	-	-
12.8	16,8	27,9	33,4	-	27,9	-
13.8	-	-	-	18,5	-	-
15.8	16,3	-	-	15,9	-	-
18.8	16,8	-	-	-	27,9	-
19.8	-	27,7	-	17,8	-	-
20.8	16,8	-	-	-	-	-
22.8	-	-	33,4	-	-	-
25.8	-	-	-	16,3	-	-
26.8	16,8	-	-	-	-	-
28.8	16,8	27,7	-	17,8	27,6	-
29.8	16,8	-	-	-	-	-
31.8	16,8	-	-	17,9	-	-
2.9	16,8	-	39,0	-	28,4	39,0
3.9	16,8	28,0	-	17,7	-	-
6.9	16,8	-	-	17,8	-	-
7.9	-	-	-	-	28,0	-
9.9	16,8	28,5	-	18,6	-	-
11.9	16,8	-	-	-	-	-
12.9	-	25,7	39,0	-	28,1	39,0
13.9	16,8	-	-	19,2	-	-
15.9	16,8	28,3	-	18,7	-	-
18.9	16,8	-	-	16,9	30,9	-
21.9	18,6	-	39,0	-	-	39,0
22.9	-	27,8	-	17,4	-	-
24.9	18,9	-	-	-	30,5	-
25.9	-	24,8	-	-	-	-
Toplam	501,6	295,8	238,5	416,7	229,2	140,7



Şekil 4.2. C<sub>1</sub>S<sub>0-30</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

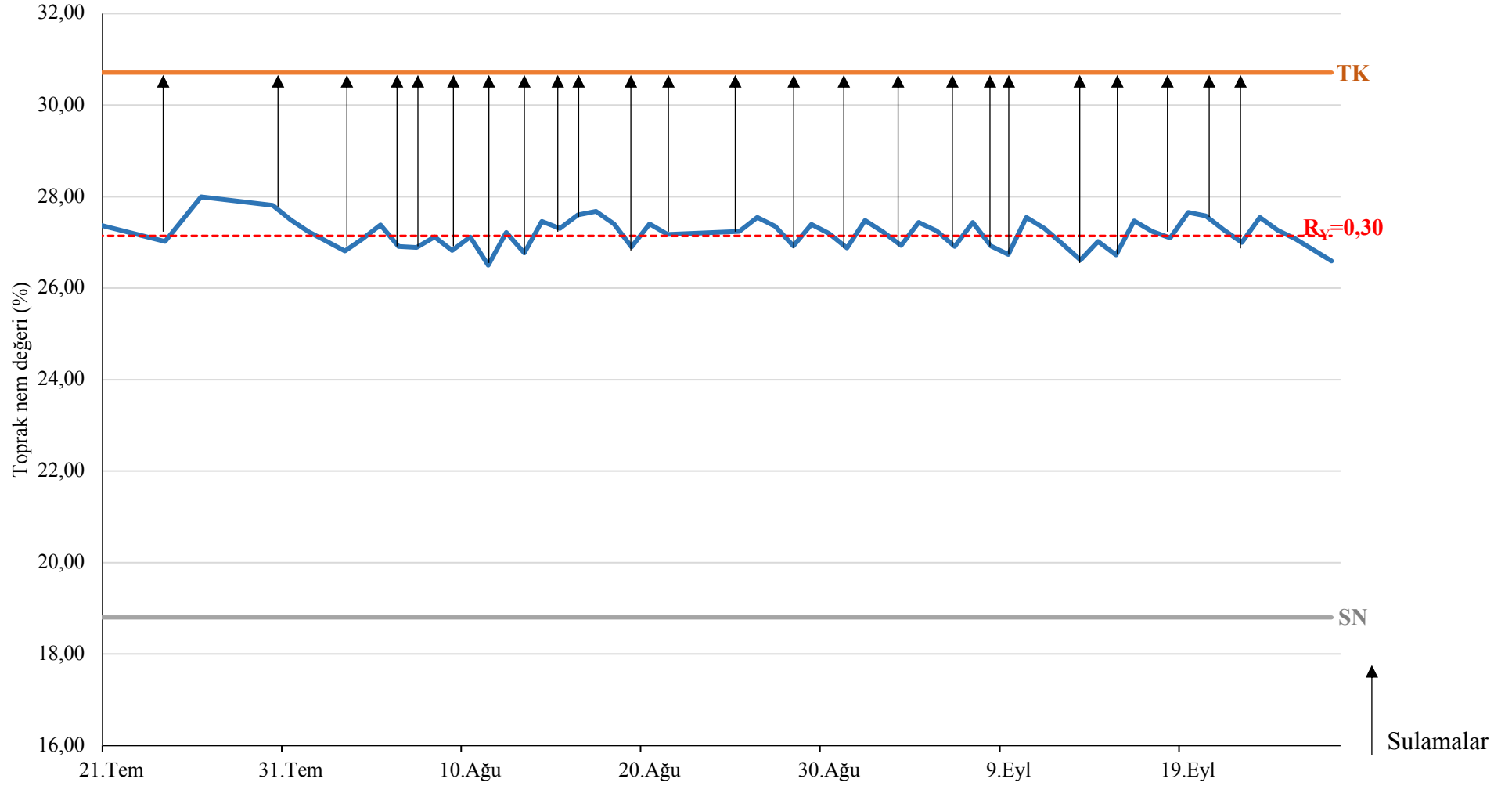


**Şekil 4.3.** C<sub>1</sub>S<sub>0-50</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

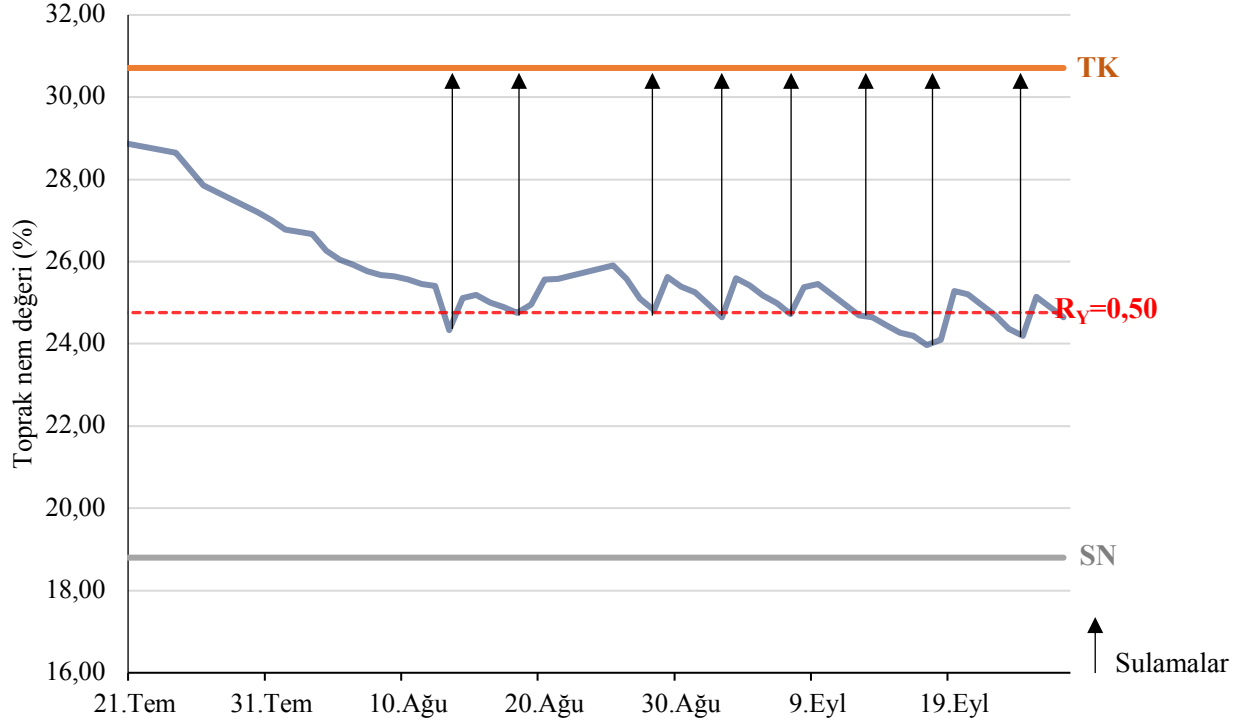


**Şekil 4.4.** C<sub>1</sub>S<sub>0-70</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar

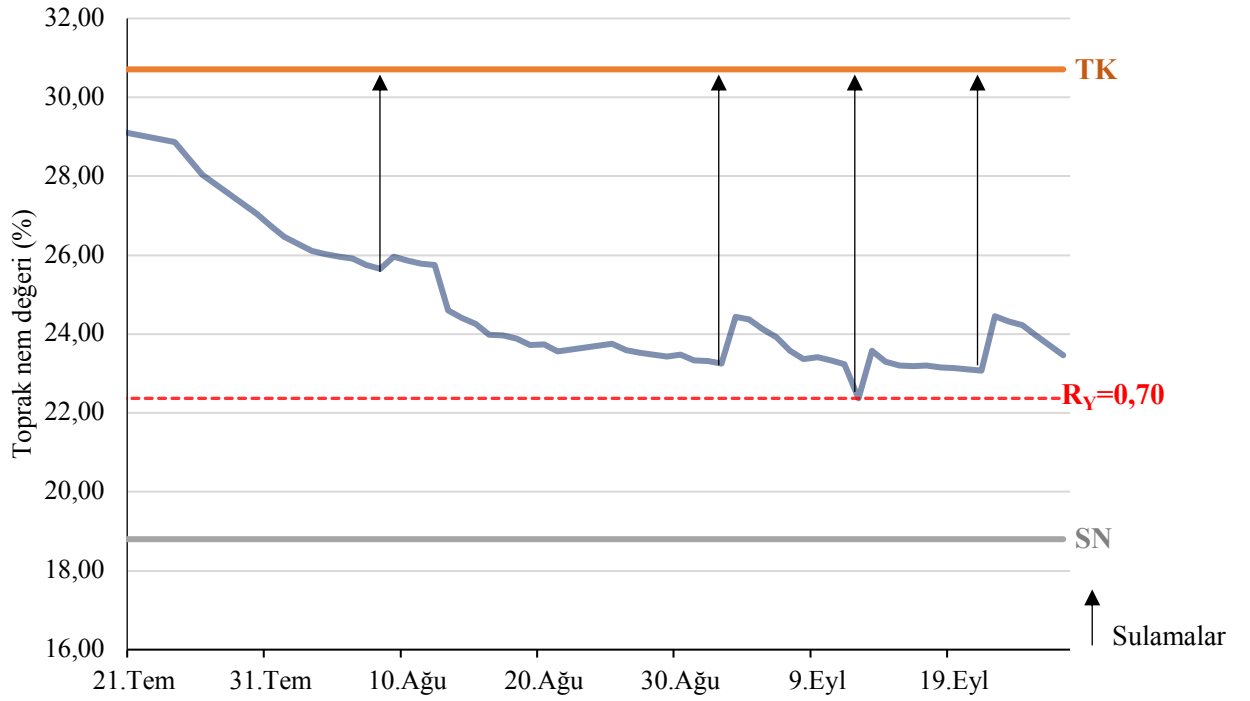




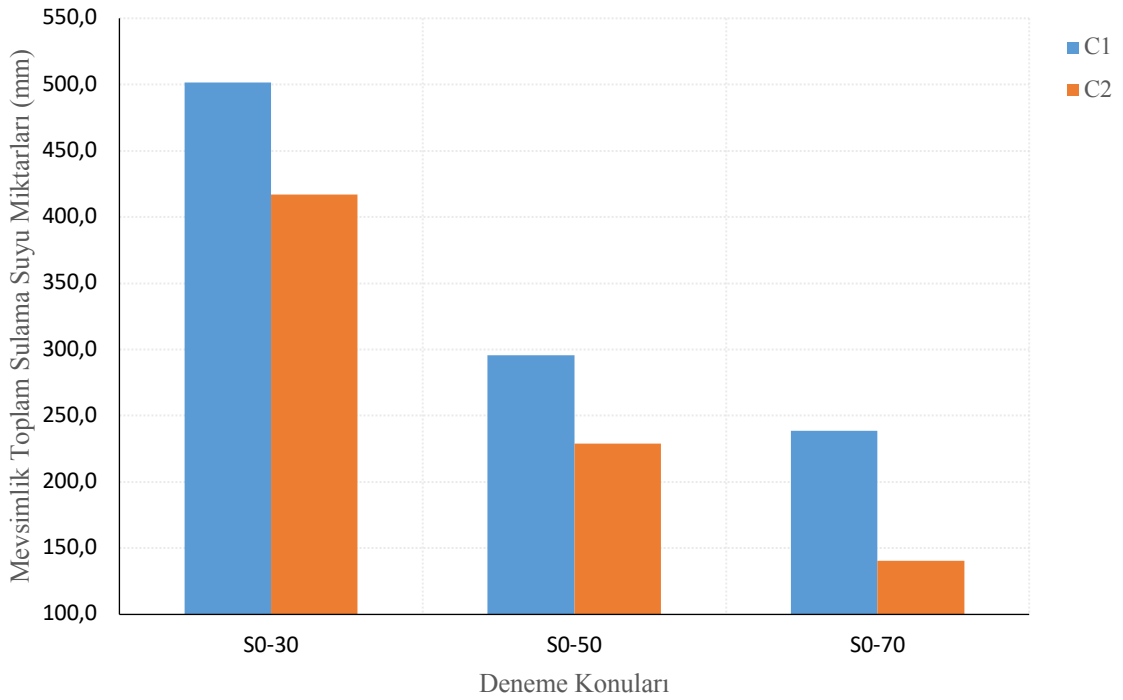
Şekil 4.5. C<sub>2</sub>S<sub>0-30</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



Şekil 4.6. C<sub>2</sub>S<sub>0-50</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



Şekil 4.7. C<sub>2</sub>S<sub>0-70</sub> konusunda sulama öncesi toprak nem değerleri ve uygulanan sulamalar



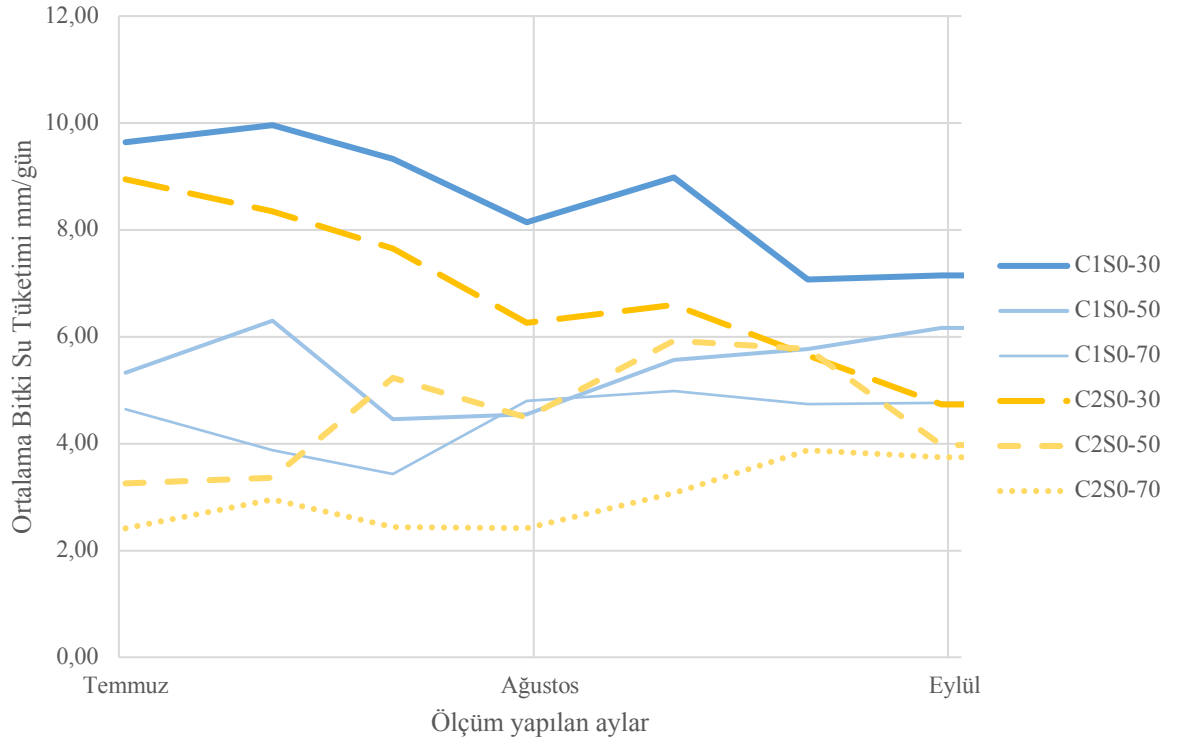
**Şekil 4.8.** Deneme süresince konulara uygulanan net sulama suyu miktarları

Deneme süresince 60 cm toprak katmanındaki nem değişimi, ölçülen yağış miktarı, uygulanan sulama suyu miktarları ve 10 günlük periyotlarda toprak nem değişimine göre hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Bitki su tüketimi hesaplarında çimin etkili kök derinliği 30 cm olmasına karşın, olası derine sızmaları belirleyebilmek amacıyla 60 cm toprak derinliğindeki nem değişimleri izlenmiştir. Bu izlemeler, alet okumalarının yanında gravimetrik yöntemle de yapılarak sonuçların daha sağlıklı olması sağlanmıştır. Bu şekilde bitki su tüketimi, önce 10 günlük periyotlar için hesaplanmış, daha sonra ortalaması alınarak günlük bitki su tüketimleri belirlenmiştir. Bitki su tüketimi hesaplarında 60 cm toprak derinliğinde ölçülen nem miktarına, periyot boyunca ölçülen yağış ve uygulanan sulama suyu miktarları da eklenmiş ve toplamdan periyot sonunda yine 60 cm derinlikten ölçülen nem miktarı çıkartılmıştır. Bitkilerin ekim-dikim tarihi olan 5 Mayıs’tan, yağışlı dönemin başlangıcı olan 25 Haziran’a kadar tüm konulara eşit bir biçimde, 2 günde bir 8 mm sulama suyu uygulanmış; böylece bitkilerin yeterli düzeyde gelişmesi sağlanmıştır. Ekim-dikim tarihinden başlayarak sulama başlangıcına kadar tüm konulara eşit olarak uygulanan yaklaşık 200 mm’lik sulama suyu çizelgelerde belirtilmemiştir.

**Çizelge 4.5.** Deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri

Konu	Tarih	Toprak Nemi (mm/60cm)	Yağış (mm)	Sulama Suyu (mm)	Toplam Bitki Su Tüketimi (mm)	Ortalama Bitki Su Tüketimi (mm/gün)
C <sub>1</sub> S <sub>0-30</sub>	21.7	293,44	21,6	61,4	105,9	9,64
	1.8	270,4	0,0	118,4	89,6	9,96
	10.8	299,2	0,0	66,6	93,3	9,33
	20.8	272,5	15,6	67,0	89,6	8,15
	31.8	265,5	3,0	83,8	89,8	8,98
	10.9	262,5	0,0	67,0	70,7	7,07
	20.9	258,8	13,1	37,5	71,5	7,15
	30.9	237,9				
	Toplam	55,5	53,3	501,6	610,5	
C <sub>1</sub> S <sub>0-50</sub>	21.7	302,8	21,6	24,8	58,6	5,33
	1.8	290,5	0,0	24,8	56,7	6,30
	10.8	258,6	0,0	55,6	44,6	4,46
	20.8	269,6	15,6	27,7	50,1	4,55
	31.8	262,8	3,0	56,4	55,6	5,56
	10.9	266,7	0,0	54,1	57,7	5,77
	20.9	262,9	13,1	52,6	61,6	6,16
	30.9	266,9				
	Toplam	35,8	53,3	295,8	384,9	
C <sub>1</sub> S <sub>0-70</sub>	21.7	281,0	21,6	33,2	51,0	4,64
	1.8	284,8	0,0	21,4	34,8	3,87
	10.8	271,4	0,0	33,4	34,3	3,43
	20.8	270,5	15,6	33,4	52,8	4,80
	31.8	266,7	3,0	39,1	49,8	4,98
	10.9	258,9	0,0	39,1	47,4	4,74
	20.9	250,5	13,1	39,1	47,6	4,76
	30.9	255,0				
	Toplam	26,0	53,3	238,5	317,8	

C <sub>2</sub> S <sub>0-30</sub>	21.7	274,4	21,6	61,3	98,4	8,95
	1.8	258,9	0,0	105,5	75,1	8,35
	10.8	289,3	0,0	71,9	76,5	7,65
	20.8	284,6	15,6	34,0	68,9	6,26
	31.8	265,3	3,0	71,9	65,9	6,60
	10.9	274,3	0,0	54,7	56,5	5,65
	20.9	272,5	13,1	17,4	47,3	4,73
	30.9	255,6				
	Toplam	18,8	53,3	416,7	488,8	
C <sub>2</sub> S <sub>0-50</sub>	21.7	311,6	21,6	0,0	35,8	3,25
	1.8	297,4	0,0	0,0	30,2	3,36
	10.8	267,2	0,0	55,7	52,3	5,23
	20.8	270,6	15,6	27,6	49,3	4,49
	31.8	264,5	3,0	56,3	59,3	5,92
	10.9	264,6	0,0	59,1	57,7	5,77
	20.9	265,9	13,1	30,5	39,8	3,98
	30.9	269,7				
	Toplam	41,9	53,3	229,2	324,4	
C <sub>2</sub> S <sub>0-70</sub>	21.7	296,3	21,6		26,6	2,42
	1.8	291,3	0,0	23,6	26,5	2,95
	10.8	288,4	0,0		24,4	2,44
	20.8	263,9	15,6		26,6	2,42
	31.8	253,0	3,0	39,0	30,8	3,08
	10.9	264,3	0,0	39,0	38,7	3,87
	20.9	264,6	13,1	39,0	37,4	3,74
	30.9	279,3				
	Toplam	16,9	53,3	140,7	211,0	



**Şekil 4.9.** Deneme konularına göre ortalama günlük bitki su tüketimlerinin deneme boyunca değişimleri

Çizelge 4.5'ten izlenebileceği gibi deneme konularının; yaklaşık 2,5 aylık yaz periyodunca olan toplam bitki su tüketimleri 610.5 mm ile 211.0 mm, günlük bitki su tüketimleri ise 9.96 mm/gün ile 2.42 mm/gün arasında değişmiştir. En yüksek günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi, serin iklim çimlerinde; bitkinin su stresine sokulmadığı, sık aralıklarla hafif sulamaların yapıldığı C<sub>1</sub>S<sub>0-30</sub> konusunda, en düşük günlük ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ise sıcak iklim çiminin; bitkinin strese sokularak seyrek aralıklarla sulamaların yapıldığı C<sub>2</sub>S<sub>0-70</sub> konusunda gözlemlenmiştir. Çim çeşitleri ayrı değerlendirildiğinde, serin iklim çimlerinde 610.5 mm ile 317.8 mm olan mevsimlik bitki su tüketimi, sıcak iklim çiminde 488.8 mm ile 211.0 mm arasında; günlük bitki su tüketimleri ise serin iklim çimlerinde 9.96 mm/gün ile 3.43 mm/gün, sıcak iklim çimlerinde ise 8.95 mm/gün ile 2.42 mm/gün arasında değiştiği belirlenmiştir. Başka bir söylemle, sıcak iklim çiminin mevsimlik su tüketimi, serin iklim çimlerine göre %20-34 oranında daha düşük olmuştur.

Sulama konuları dikkate alındığında ise her iki çim çeşidinde de doğal olarak kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanan deneme konularında en yüksek günlük ve mevsimlik bitki su tüketimleri, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanan deneme konularında ise en düşük su

tüketimi değerleri görülmüştür. Bu sonuç, toprak yüzeyinin nemliliği ve bitkinin strese girmeksizin transpirasyon yapması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.4'den izleneceği gibi deneme süresince, deneme konularına başladıktan sonra her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları 14,38–39,03 mm arasında değişmiştir. Bu değerler, doğal olarak, kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiği deneme konularında en düşük; %70'i tüketildiği deneme konularında en yüksek olmuştur. Bunun yanında, sulama sayıları ise kullanılan su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiği deneme konularında en yüksek; %70'i tüketildiği deneme konularında en düşük düzeydedir.

#### 4.4. Çim çeşitlerinin fenolojik gözlemlerine ilişkin sonuçlar

Serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin fenolojik gözlemlerine dayanarak (Şekil 4.10) çimlenme ve kaplama süresi, vejetasyon yüksekliği, kalite, yüzey kaplama ve renk parametrelerine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Denemenin ilk yılı nedeniyle bitkiler kök ve vejetatif gelişimlerini ancak tamamlamışlar bu nedenle ot verimleri belirlenmemiştir.

##### 4.4.1. Çimlenme ve kaplama süresi

Serin iklim çim çeşitlerinin (C<sub>1</sub>) ekimi 7 Mayıs 2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çimlenme 14 Mayıs 2017 tarihinde, ekim tarihinden 7 gün sonra başlamış; %50 çimlenmeye 21 Mayıs 2017 tarihinde ulaşmış ve %100 çimlenme 2 Haziran tarihinde yani ekim tarihinden 28 gün sonra gerçekleşmiştir (Çizelge 4.6).

Bermudagrass (C<sub>2</sub>) sıcak iklim çim çeşidi fide haline getirildikten sonra 5 Mayıs 2017 tarihinde parsellere dikilmiştir. Fidelerin %50 oranında parseli kaplaması dikim tarihinden 41 gün sonra, %100 kaplaması ise 51 gün sonrasında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.6).

**Çizelge 4.6.** Çim çeşitlerinin çimlenme süreleri

Çeşitler	Sulama Düzeyi	Ekim /Dikim Tarihleri	Çimlenme Başlangıcına olan gün sayısı	%50 Çimlenmeye olan gün sayısı	%100 Çimlenmeye olan gün sayısı	Toplam gün sayısı
C <sub>1</sub>	S <sub>0-30</sub>	07.05.2017	7	7	12	26
	S <sub>0-50</sub>	07.05.2017	7	7	12	26
	S <sub>0-70</sub>	07.05.2017	7	7	12	26
C <sub>2</sub>	S <sub>0-30</sub>	05.05.2017	-	41	10	51
	S <sub>0-50</sub>	05.05.2017	-	41	10	51
	S <sub>0-70</sub>	05.05.2017	-	41	10	51





Şekil 4.10. Deneme konuları arasındaki görsel farklar (22.08.2017)

#### 4.4.2. Vejetasyon yüksekliği

Serin ve sıcak iklim çim çeşitlerinin vejetasyon yüksekliklerine ait değerler Çizelge 4.7’de görölmektedir. Çizelgeden de izleneceği gibi gerek çim çeşitleri arasında gerekse sulama konuları arasında vejetasyon yüksekliği açısından farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. C<sub>1</sub> konularında vejetasyon yükseklikleri 15,35 cm ile 9,15 cm arasında değişirken C<sub>2</sub> konularında bu değerler 12,80 cm ile 10,77 cm arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise her iki çim çeşidinde de S<sub>0-30</sub> konularında en yüksek değerler, S<sub>0-70</sub> konularında en düşük değerler elde edilmiştir.

Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD (Least Significant Difference) testi sonuçları Çizelge 4.8 ve 4.9’de özetlenmiştir. Çizelge 4.8 incelendiğinde bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak çim çeşitleri, sulama konuları ile ÇeşitxSulama interaksyonu arasında P<0,01 düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Başka bir deyişle konular arasındaki farklar, çim çeşitleri ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden ileri gelmiştir. Bu sonuçlara göre yapılan LSD testinden elde edilen gruplara bakıldığında ilk grubu C<sub>1</sub>S<sub>0-30</sub>, ikinci grubu C<sub>2</sub>S<sub>0-30</sub> oluştururken C<sub>1</sub>S<sub>0-70</sub> konusu sonuncu grupta kalmıştır. Bu bulgular ışığında, serin iklim çimlerinin sıcak iklim çimine göre suyu bulduğunda daha hızlı büyüdüğu ve daha fazla ot ürettiği bunun sonucunda daha sık biçim gerektirdiği söylenebilir. Sulamaya başlanacak nem düzeylerine bakıldığında ise, doğal olarak, her iki çim çeşidinde de bitkinin strese girmediği S<sub>0-30</sub> konuları ilk iki grubunu oluşturmuş, su stresi yaşanan S<sub>0-70</sub> konuları ise son iki grupta kalmıştır. Sıcak iklim çiminin, bitkinin stres yaşadığı S<sub>0-70</sub> konusunda daha fazla vejetasyon yüksekliği oluşturması ise söz konusu çeşidin serin iklim çimlerine göre su stresinden daha az etkilendiği biçiminde yorumlanabilir. Madison ve Hagan (1962), Biran vd (1981), Fry ve Butler (1989), Feldhake vd (1983)-(1984)’de biçim yüksekliğinin artmasıyla çimin su kullanımının arttığını söylemişlerdir. Çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Deneme konularına ilişkin vejetasyon yükseklikleri (cm)

Çeşitler	Sulama düzeyi	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Ortalama
C <sub>1</sub>	S <sub>0-30</sub>	15,30	15,35	15,30	15,32
	S <sub>0-50</sub>	12,00	12,03	11,97	12,00
	S <sub>0-70</sub>	9,17	9,15	9,20	9,17
C <sub>2</sub>	S <sub>0-30</sub>	12,80	12,77	12,75	12,77
	S <sub>0-50</sub>	10,92	10,97	10,93	10,94
	S <sub>0-70</sub>	10,77	10,93	10,83	10,84

**Çizelge 4.8.** Vejetasyon yüksekliklerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değerleri	
					%5	%1
Tekrarlama	2	0.006	0.003	4.290	19.000	99.000
Çeşit (Ç)	1	1.869	1.869	2712.903**	18.510	98.500
Hata-1	2	0.001	0.001			
Sulama (S)	2	50.124	25.062	15214.567**	4.460	8.650
ÇxS	2	13.703	6.851	4159.329**	4.460	8.650
Hata	8	0.013	0.002			
Genel	17	65.716	3.866			

\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

**Çizelge 4.9.** Vejetasyon yüksekliklerine ait LSD testi sonuçları

Çeşit	Sulama düzeyleri			Ortalama
	S <sub>0-30</sub>	S <sub>0-50</sub>	S <sub>0-70</sub>	
C <sub>1</sub>	15.317 a	12.000 c	9.173 f	12.163
C <sub>2</sub>	12.773 b	10.940 d	10.843 e	11.519
Ortalama	14.045	11.470	10.008	11.841
LSD ( $P < 0.01$ )	Çeşit: 0.123 Sulama düzeyi: 0.079 ÇeşitxSulama düzeyi: 0.0866			

#### 4.4.3. Yüzey kaplama

Araştırmanın 3.2.2.9 bölümünde detaylarıyla açıklandığı üzere deneme konuları için belirlenen yüzey kaplama değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Değerlere bakıldığında C<sub>2</sub> çim çeşidinde sulama konularının bir farklılık oluşturmadığı, C<sub>1</sub> çeşidinde ise 6,00 ile 8,67 arasında değişen değerler olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10). C<sub>1</sub> çeşidinde en yüksek değer olan 8,67 S<sub>0-30</sub> konusunda, en düşük değer olan 6,00 ise S<sub>0-70</sub> konusundan elde edilmiştir.

Farklı konuların parsellerdeki yüzey kaplama üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.11 ve 4.12'de görülmektedir. Çizelge 4.11 incelendiğinde bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak çim çeşitleri, sulama konuları ile ÇeşitxSulama interaksiyonu arasında  $P < 0,01$  düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Çizelge 4.12'den de görüleceği gibi, üç farklı sulama konusu C<sub>2</sub> çim çeşidinde herhangi bir farklılık yaratmamış ve hepsi birinci grupta yer almıştır. C<sub>1</sub> çim çeşidinde ise S<sub>0-30</sub> konusu ikinci, S<sub>0-50</sub> konusu üçüncü, S<sub>0-70</sub> konusu da dördüncü grupta kalmıştır.

Bu bulgulardan yola çıkılarak sıcak iklim çiminde sulamaya başlanacak nem düzeylerinin yüzey kaplama düzeyini etkilemediği, C<sub>1</sub> çiminde ise aksine çok önemli düzeyde etkilediği görülmektedir. C<sub>2</sub> çeşidinin, sulama konularından etkilenmeksizin, C<sub>1</sub> çeşidine göre daha istenen bir yüzey kaplama oluşturduğu gözlemlenmiştir. C<sub>1</sub> çeşidinde ise

en iyi yüzey kaplamayı S<sub>0-30</sub> konusu sağlamıştır. Sonuç olarak yüzey kaplama açısından sıcak iklim çiminin serin iklim çimlerine göre çok daha fazla avantajlı olduğu ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden bağımsız olarak istenen düzeyde bir yüzey örtüsü oluşturduğu söylenebilir.

**Çizelge 4.10.** Deneme konularına ilişkin yüzey kaplama değerleri

Çeşitler	Sulama Düzeyi	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Ortalama
C <sub>1</sub>	S <sub>0-30</sub>	8,50	8,67	8,67	8,61
	S <sub>0-50</sub>	7,17	7,00	7,17	7,11
	S <sub>0-70</sub>	6,00	6,00	6,00	6,00
C <sub>2</sub>	S <sub>0-30</sub>	9,00	9,00	9,00	9,00
	S <sub>0-50</sub>	9,00	9,00	9,00	9,00
	S <sub>0-70</sub>	9,00	9,00	9,00	9,00

**Çizelge 4.11.** Yüzey kaplama değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değerleri	
					%5	%1
Tekrarlama	2	0.003	0.002	1.000	19.000	99.000
Çeşit (Ç)	1	13.904	13.904	8659.945**	18.510	98.500
Hata-1	2	0.003	0.002			
Sulama (S)	2	5.160	2.580	642.707**	4.460	8.650
ÇxS	2	5.160	2.580	642.707**	4.460	8.650
Hata	8	0.032	0.004			
Genel	17	24.262	1.427			

\*\* : p<0.01 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.12.** Yüzey kaplama değerlerine ilişkin ortalama değerler ve önemlilik grupları

Çeşit	Sulama düzeyleri			Ortalama
	S <sub>0-30</sub>	S <sub>0-50</sub>	S <sub>0-70</sub>	
C <sub>1</sub>	8,613 b	7,113 c	6,000 d	7,242
C <sub>2</sub>	9,000 a	9,000 a	9,000 a	9,000
<i>Ortalama</i>	<i>8,807</i>	<i>8,057</i>	<i>7,500</i>	<i>8,121</i>
<i>LSD (P≤0.01)</i>	Çeşit:0,187 Sulama düzeyi:0,123 ÇeşitxSulama düzeyi: 0,122			

#### 4.4.4. Renk

Araştırmanın 3.2.2.10 bölümünde detaylarıyla açıklandığı üzere deneme konuları için belirlenen renk değerleri Çizelge 4.13'te izlenmektedir. Çizelgeden de izleneceği gibi gerek çim çeşitleri arasında gerekse sulama konuları arasında renk açısından farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. C<sub>1</sub> konularında renk değerleri 9,00 ile 4,00 arasında değişirken C<sub>2</sub> konularında bu değerler 6,33 ile 5,83 arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise her iki çim çeşidinde de S<sub>0-30</sub> konularında en yüksek değerler, S<sub>0-70</sub> konularında en düşük değerler elde edilmiştir.

Bu farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.14 ve 4.15'te özetlenmiştir. Bloklar arasında önemli düzeyde fark bulunmamış ancak çim çeşitleri, sulama konuları ile ÇeşitxSulama interaksiyonu arasında istatistiksel açıdan P<0,01 düzeyinde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.14). Başka bir deyişle konular arasındaki farklar, çim çeşitleri ve sulamaya başlanacak nem düzeylerinden ileri gelmiştir. Bu sonuçlara göre yapılan LSD testinden elde edilen gruplara bakıldığında ilk grubu C<sub>1</sub>S<sub>0-30</sub>, ikinci grubu C<sub>1</sub>S<sub>0-50</sub>, üçüncü grubu C<sub>2</sub>S<sub>0-30</sub>, dördüncü grubu C<sub>2</sub>S<sub>0-50</sub> ve C<sub>2</sub>S<sub>0-70</sub> konuları birlikte oluştururken C<sub>1</sub>S<sub>0-70</sub> konusu sonuncu grupta kalmıştır. Bu bulgular ışığında serin iklim çimlerinin strese girmeksizin sulandığı S<sub>0-30</sub> konusunda en yoğun yeşil rengi sunduğu, S<sub>0-50</sub> konusunun bir alt grupta yer almasına karşın sıcak iklim çiminden daha etkin bir yeşile sahip olduğu, bitkinin su stresine girdiği S<sub>0-70</sub> konusunda ise yeşil rengin çok önemli düzeyde kaybolduğu söylenebilir.

Sıcak iklim çiminde ise S<sub>0-30</sub> konusu üst grupta yer alırken S<sub>0-50</sub> ve S<sub>0-70</sub> konularının ikisi birden bir alt grupta yer almış, başka bir deyişle bu çim çeşidinde renk parametresi sulama konularından C<sub>1</sub> çeşidinde olduğu kadar etkilenmemiştir. Kneebone vd. (1992)'de paralel sonuçlarla karşılaşmışlardır.

**Çizelge 4.13.** Deneme konularına ilişkin renk değerleri

Çeşitler	Sulama düzeyi	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Ortalama
C <sub>1</sub>	S <sub>0-30</sub>	9,00	9,00	9,00	9,00
	S <sub>0-50</sub>	6,67	6,67	6,50	6,61
	S <sub>0-70</sub>	4,00	4,00	4,17	4,06
C <sub>2</sub>	S <sub>0-30</sub>	6,33	6,17	6,17	6,22
	S <sub>0-50</sub>	6,00	6,00	6,00	6,00
	S <sub>0-70</sub>	6,00	6,00	5,83	5,94

**Çizelge 4.14.** Renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değerleri	
					%5	%1
Tekrarlama	2	0.009	0.005	1.000	19.000	99.000
Çeşit (Ç)	1	1.130	1.130	248.961**	18.510	98.500
Hata-1	2	0.009	0.005			
Sulama (S)	2	20.462	10.231	1443.274**	4.460	8.650
ÇxS	2	16.338	8.169	1152.391**	4.460	8.650
Hata	8	0.057	0.007			
Genel	17	38.006	2.236			

\*\* :  $p < 0.01$  düzeyinde önemli

**Çizelge 4.15.** Renk değerlerine ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Çeşit	Sulama düzeyleri			Ortalama
	S <sub>0-30</sub>	S <sub>0-50</sub>	S <sub>0-70</sub>	
C <sub>1</sub>	9,000 a	6,613 b	4,057 e	6,556
C <sub>2</sub>	6,223 c	6,000 d	5,943 d	6,055
Ortalama	7,612	6,307	5,000	6,306
LSD ( $P \leq 0.01$ )	Çeşit: 0,315 Sulama düzeyi: 0,163 ÇeşitxSulama düzeyi:0,1937			

#### 4.4.5. Kalite

Araştırmada 3.2.2.8 bölümünde detaylarıyla açıklandığı üzere deneme konuları için belirlenen kalite değerleri Çizelge 4.16'da görülmektedir. Çizelgeden de izleneceği gibi, gerek çim çeşitleri arasında gerekse sulama konuları arasında kalite açısından farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. C<sub>1</sub> konularında kalite 8,67 ile 4,50 değerleri arasında değişirken, C<sub>2</sub> konularında bu değerler 8,67 ile 8,17 arasında değişmiştir. Sulama konuları açısından bakıldığında ise serin iklim çeşitlerinde sulamaya başlanacak nem düzeyleri değiştikçe kalite değerleri geniş aralıklarda değişmesine karşın, sıcak iklim çiminde bu değişim daha dar aralıklarda gerçekleşmiştir.

Farklılıkların düzeyini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve LSD testi sonuçları Çizelge 4.17 ve 4.18'de özetlenmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde, bloklar arasında önemli düzeyde fark görülmezken, çim çeşitleri, sulama konuları ve ÇeşitxSulama interaksyonu arasında  $P < 0,01$  düzeyinde istatistiksel açıdan önemli farklar gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre sulamaya başlanacak nem düzeylerinin her iki çim çeşidinde de kaliteyi etkilediği, bu durumun C<sub>1</sub> konularında daha derin C<sub>2</sub> konularında ise daha sığ olduğu söylenebilir. Çizelge 4.18'den de açıkça görüldüğü gibi C<sub>1</sub>S<sub>0-30</sub> ve C<sub>2</sub>S<sub>0-50</sub> konuları birinci grupta yer alırken C<sub>2</sub>S<sub>0-30</sub> ve C<sub>2</sub>S<sub>0-70</sub> konuları ikinci grubu oluşturmaktadır. Tüm bu bulgular ışığında, daha kaliteli bir çim için serin iklim çeşitlerinde sulamalara kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sıcak iklim çiminde ise %50'si tüketildiğinde başlanması

önerilebilir. Emekli ve Baştuğ (2007) da A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın % 75'i düzeyinde sulama suyu uygulanmasının Bermuda çiminde kabul edilebilir bir görsel kalitenin sürdürülmesi için yeterli olacağını, A sınıfı buharlaşma kabından olan buharlaşmanın %75'inden %100'üne kadar olacak sulama suyu artışlarının çim bitkisinde görsel kalite üzerinde etkili olmadığını belirtmişler ve bu çalışmadaki değerlendirmelerle benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

**Çizelge 4.16.** Deneme konularına ilişkin kalite değerleri

Çeşitler	Sulama düzeyi	1.Blok	2.Blok	3.Blok	Ortalama
C <sub>1</sub>	S <sub>0-30</sub>	8,67	8,67	8,50	8,61
	S <sub>0-50</sub>	5,50	5,33	5,33	5,39
	S <sub>0-70</sub>	4,67	4,67	4,50	4,61
C <sub>2</sub>	S <sub>0-30</sub>	8,33	8,33	8,17	8,27
	S <sub>0-50</sub>	8,67	8,67	8,67	8,67
	S <sub>0-70</sub>	8,33	8,33	8,33	8,33

**Çizelge 4.17.** Kalite değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesaplanan F değeri	Tablo değerleri	
					%5	%1
Tekrarlama	2	0.040	0.020	3.960	19.000	99.000
Çeşit (Ç)	1	22.200	22.200	4348.206**	18.510	98.500
Hata-1	2	0.010	0.005			
Sulama (S)	2	12.422	6.211	2051.295**	4.460	8.650
ÇxS	2	14.861	7.430	2454.084**	4.460	8.650
Hata	8	0.024	0.003			
Genel	17	49.557	2.915			

\*\* : p<0.01 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.18.** Kalite değerlerine ait ortalama değerler ve önemlilik grupları

Çeşit	Sulama düzeyleri			Ortalama
	S <sub>0-30</sub>	S <sub>0-50</sub>	S <sub>0-70</sub>	
C <sub>1</sub>	8,613a	5,387c	4,613d	6,204
C <sub>2</sub>	8,277b	8,557a	8,277b	8,370
<i>Ortalama</i>	<i>8,445</i>	<i>6,972</i>	<i>6,445</i>	<i>7,287</i>
<i>LSD (P&lt;0.01)</i>	Çeşit: 0,221 Sulama düzeyi: 0,091 ÇeşitxSulama düzeyi:0,193			

#### 4.5. Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliği ve bitki katsayısı eğrileri

Deneme süresince iki farklı çim çeşidi için her bir sulama konusundan elde edilen günlük ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Ayrıca, on günlük periyotlar için deneme alanında yer alan otomatik meteoroloji istasyonundan alınan iklim elemanlarından yararlanılarak, Jensen-Haise yöntemi (J-H), Penman yönteminin FAO modifikasyonu (P-FAO), Penman-Monteith yöntemi (P-M), A sınıfı kap buharlaşması yönteminin FAO modifikasyonu (A-FAO) ve Blaney-Criddle yöntemi (B-C) ile hesaplanan referens bitki su tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.5'te iki çim çeşidi için her bir sulama konusundan elde edilen günlük bitki su tüketimi değerlerinin ortalaması alınarak belirlenen günlük bitki su tüketimi değerleri ( $ET_C$ ) ve farklı yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi ( $ET_0$ ) değerleri Çizelge 4.19'da derlenmiştir.

Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin belirlenmesinde ilk değerlendirme, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ile değinilen tahmin eşitlikleri kullanılarak hesaplanan referens bitki su tüketim değerleri arasındaki farkların kareler toplamı alınarak yapılmıştır. İkinci değerlendirmede ise ölçülen bitki su tüketimleri ile hesaplanan referens bitki su tüketimleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayısı dikkate alınmıştır. Üçüncü değerlendirmede mevsimlik bitki su tüketimi karşılama yüzdesi (%ET), 100'e en yakın olan değer dikkate alınmıştır. Hesaplanan değerler ve sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

**Çizelge 4.19.** Ölçülen bitki su tüketimi ve bazı yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi değerleri

Bitki Çeşidi	Periyot	Deneme konularından elde edilen ortalama bitki su tüketimleri (mm/gün)	Farklı yöntemlerle hesaplanan referens bitki su tüketimi $ET_0$ (mm/gün)				
			J-H	P-FAO	P-M	A-FAO	B-C
C <sub>1</sub>	21.7-31.7	6,53	3,77	5,48	5,05	6,44	5,20
	1.8-10.8	6,71	4,20	6,11	5,88	7,60	5,17
	11.8-20.8	5,74	3,61	6,16	5,52	5,20	5,00
	21.8-31.8	5,83	2,76	5,08	4,46	5,96	4,30
	1.9-10.9	6,51	3,06	4,24	4,81	5,60	4,50
	11.9-20.9	5,86	2,98	4,91	5,34	5,71	4,70
	21.9-30.9	6,02	1,19	4,18	2,98	4,48	4,90
C <sub>2</sub>	21.7-31.7	4,87	3,77	5,48	5,05	5,63	5,20
	1.8-10.8	4,89	4,20	6,11	5,88	6,65	5,17
	11.8-20.8	5,11	3,61	6,16	5,52	4,55	5,00
	21.8-31.8	4,39	2,76	5,08	4,46	5,21	4,30
	1.9-10.9	5,20	3,06	4,24	4,81	4,90	4,50
	11.9-20.9	5,10	2,98	4,91	5,34	5,00	4,70
	21.9-30.9	4,15	1,19	4,18	2,98	3,92	4,90

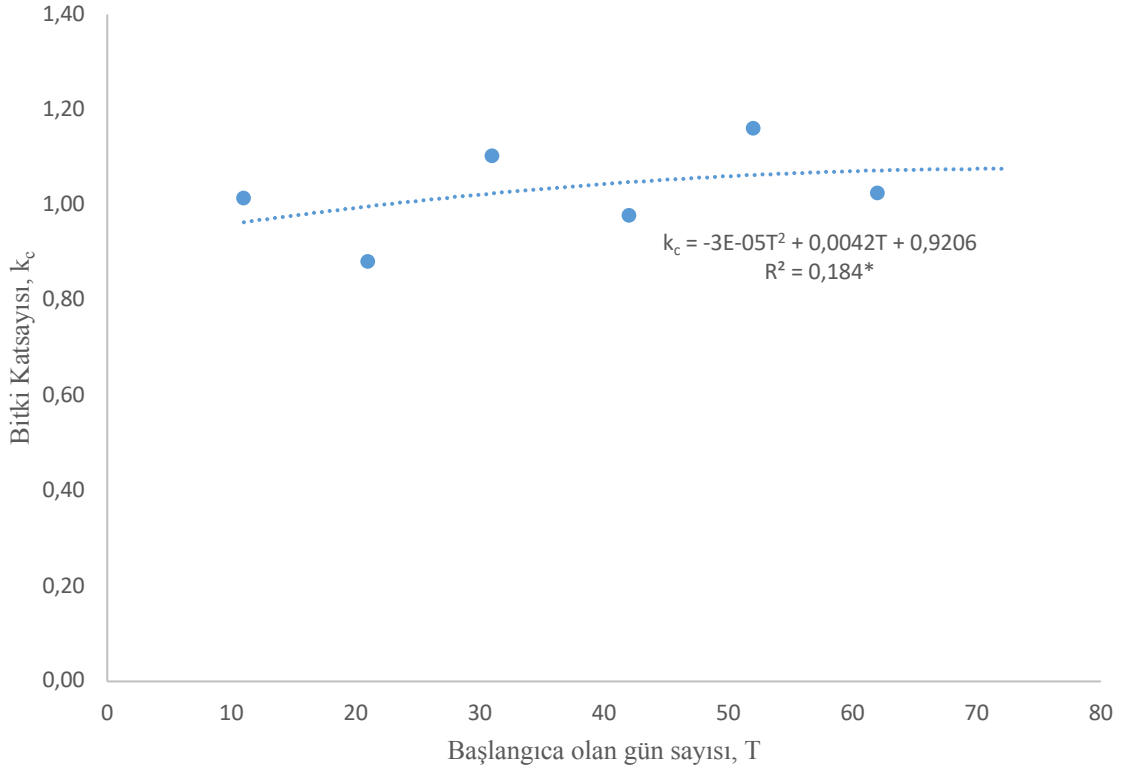


**Çizelge 4.20.** Ölçülen bitki su tüketimi ile referens bitki su tüketimi arasındaki farkların kareler toplamı ve korelasyon katsayısı

Konu	Tahmin Yöntemi	Farkların kareler toplamı	Korelasyon Katsayısı	Mevsimlik Bitki Su Tüketimini Karşılama yüzdesi (%ET)
C <sub>1</sub>	J-H	10,21	0,629	50
	P-FAO	1,67	0,602	84
	P-M	2,46	0,379	78
	A-FAO	0,62	0,736	95
	B-C	1,95	0,876	78
C <sub>2</sub>	J-H	24,40	0,782	104
	P-FAO	4,39	0,454	174
	P-M	2,78	0,908	164
	A-FAO	15,86	0,790	200
	B-C	1,42	0,790	104

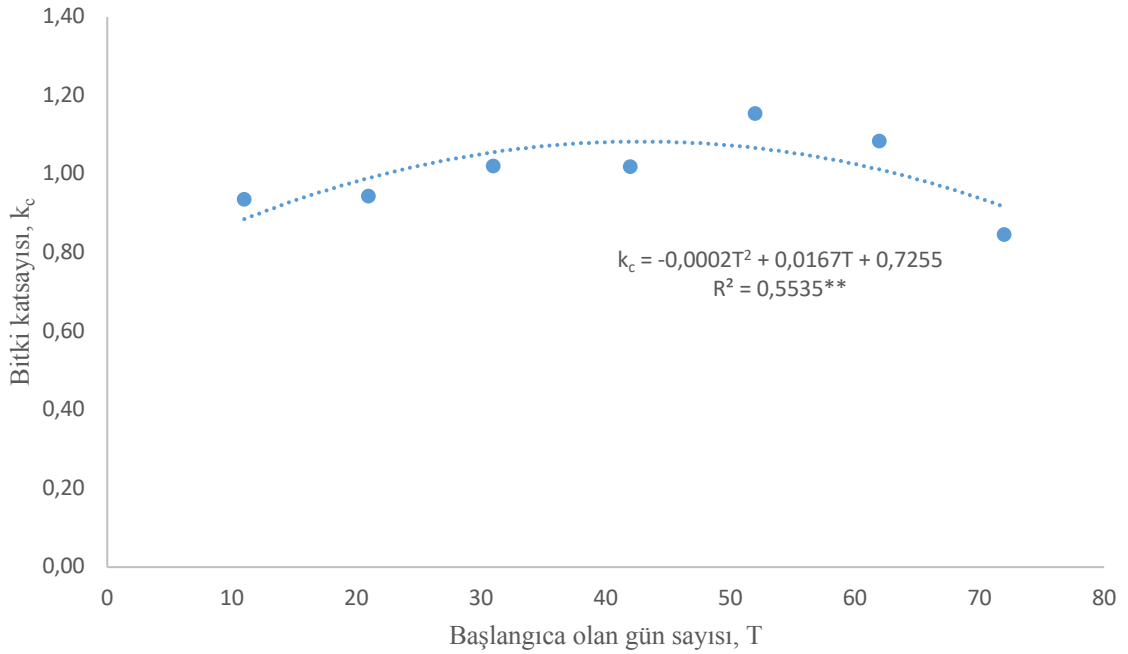
Uygun bitki su tüketimi tahmin eşitliğinin belirlenmesinde dördüncü değerlendirme, ölçülen bitki su tüketimlerinin referens bitki su tüketimlerine oranlanmasıyla bulunan  $k_c$  bitki katsayılarına ilişkin korelasyon katsayısının elde edilmesi ve beşinci değerlendirme mevsimlik ortalama  $k_c$  bitki katsayısına göre yapılmıştır. Bu amaçla,  $k_c$  bitki katsayısı değerlerine ait, bitki su tüketiminin elde edildiği periyodun başlangıca olan gün sayısının bir işlevi biçiminde eşitlikler elde edilmiş ve en yüksek korelasyon katsayısına sahip eşitliğe ait korelasyon katsayısı dikkate alınmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.21’de görülmektedir.

En düşük kareler toplamı ve 1’e en yakın mevsimlik ortalama bitki katsayısı ( $k_c$ ) serin iklim çimlerinde A sınıfı kap buharlaşma yönteminin FAO (A-FAO) modifikasyonunda, sıcak iklim çim türü için ise Blaney-Criddle yönteminde (B-C) elde edilmiştir. Korelasyon katsayıları açısından da bu yöntemler için yüksek değerler elde edilmiştir. Bu nedenlerle, yöre koşulları için sulama zamanı planlamasında serin iklim çimleri için A sınıfı kap buharlaşması yönteminin FAO (A-FAO) modifikasyonu, sıcak iklim çimi için ise Blaney-Criddle yönteminin (B-C) en sağlıklı sonucu vereceği söylenebilir. Bu yöntemler için kullanılacak bitki katsayısı eğrileri Şekil 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Allen vd. (1998), Blaney-Cridle yönteminin kıyas bitki su tüketimini hesaplamada hassas olmadığını, rüzgar hızının düşük ve hava neminin kısmen yüksek olduğu dönemler için kıyas bitki su tüketimini yüksek hesaplayabildiğini belirtmişlerdir. Belirtilenin aksine deneme koşullarında rüzgar hızının yüksek olması Blaney-Criddle yönteminin sağlıklı sonuçlar üretmesine sebep olmuştur. Penman-Monteith yönteminin her yöre ve iklim koşulunda kıyas bitki su tüketimi tahmini için başarıyla kullanılacağı birçok çalışmada ortaya konmuştur (Jensen vd., 1990; Allen vd., 1998; Ventura vd., 1999). Irmak vd. (2005)’nin yaptığı çalışmada da yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır.



\*\* : p<0.01 düzeyinde önemli

**Şekil 4.11.** A sınıfı kap buharlaşma yönteminin FAO (A-FAO) modifikasyonu için serin iklim çim karışım türünde k<sub>c</sub> kat sayısı eğrisi



\*\* : p<0.01 düzeyinde önemli

**Şekil 4.12.** Blaney-Criddle (B-C) yöntemi için sıcak iklim çim türünde k<sub>c</sub> kat sayısı eğrisi

**Çizelge 4.21.** Bitki su tüketimi tahmin eşitlikleri için elde edilen kc bitki katsayıları ve en yüksek korelasyon katsayısına sahip bitki katsayısı eşitlikleri

Konu	Başlangıca olan gün sayısı, T	Bitki katsayısı, kc				
		J-H	P-FAO	P-M	A-FAO	B-C
C <sub>1</sub>	11	1,73	1,19	1,29	1,02	1,26
	21	1,60	1,10	1,14	0,88	1,30
	31	1,59	0,93	1,04	1,10	1,15
	42	2,11	1,15	1,31	0,98	1,36
	52	2,13	1,53	1,35	1,16	1,45
C <sub>1</sub>	62	1,97	1,19	1,10	1,03	1,25
	72	5,06	1,44	2,02	1,34	1,23
	Mevsimlik ortalamalar	2,31	1,22	1,32	1,07	1,28
	Eşitlik	$kc = 0,0017T^2 - 0,0989T + 2,8506$	$kc = 0,0001T^2 - 0,006T + 1,1745$	$kc = 0,0005T^2 - 0,0315T + 1,5995$	$kc = 0,0001T^2 - 0,0059T + 1,0454$	$kc = -9E-05T^2 + 0,0079T + 1,1472$
C <sub>2</sub>	Korelasyon katsayısı, r	0,763	0,406	0,631	0,579	0,14
	11	1,29	0,89	0,96	0,87	0,94
	21	1,16	0,80	0,83	0,73	0,94
	31	1,41	0,83	0,92	1,12	1,02
C <sub>2</sub>	42	1,59	0,86	0,98	0,84	1,02
	52	1,70	1,23	1,08	1,06	1,16
	62	1,71	1,04	0,95	1,02	1,08
	72	3,49	0,99	1,39	1,06	0,85
	Mevsimlik ortalamalar	1,77	0,95	1,02	0,96	1,00
C <sub>2</sub>	Eşitlik	$kc = 0,001T^2 - 0,0512T + 1,8506$	$kc = -2E-05T^2 + 0,006T + 0,7462$	$kc = 0,0002T^2 - 0,0117T + 1,0506$	$kc = -3E-05T^2 + 0,0065T + 0,7574$	$kc = -0,0002T^2 + 0,0167T + 0,7255$
	Korelasyon katsayısı, r	0,822	0,381	0,722	0,346	0,553

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Trakya yöresinde yağmurlama sulama yöntemi ile sulanan serin ve sıcak iklim çimlerinde sulama zamanı planlaması ve çeşitlerin farklılıklarını ortaya koymak amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayanarak yapılan öneriler aşağıda özetlenmiştir.

Yöre koşullarında pop-up yağmurlama sulama altında sulamaya başlanacak nem düzeylerine karşı gösterdikleri tepkiler açısından denenen serin ve sıcak iklim çim çeşitleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklar elde edilmiştir. Serin iklim çimlerinde tüm kalite unsurları birlikte değerlendirildiğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde sulamaya başlanan deneme konusu en üst grubu oluşturmasına karşın, en yüksek su tüketimi ve en sık biçim aralığına sahip olmuştur. Rekreasyon alanlarında yüksek su tüketimi ve biçim sıklığı işletme giderlerini ciddi düzeyde arttırdığından yöre koşullarında yeterli görsel kaliteyi oluşturmasının yanında daha az su tüketimi ve sulama suyu ihtiyacı gösteren ve daha geniş aralıklarla biçilebilen S<sub>0-50</sub> konusu önerilebilir. Başka bir deyişle; serin iklim çimlerinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde sulamaya başlanması, ortalama 5 gün aralıklarla sulama yapılması, toprak nem izlemesi yapılamıyor ise A sınıfı kaptan olan toplam buharlaşma miktarının yaklaşık %70'nin uygulanması önerilebilir.

Benzer değerlendirme sıcak iklim çim çeşidinde yapıldığında, sulamaya başlanacak nem düzeylerinin kalite unsurlarını serin iklim çimlerinde olduğu kadar etkilemediği, bu nedenle S<sub>0-70</sub> konusunun görsel tatminin eldesini sağlayacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir. O nedenle yöre koşullarında sıcak iklim çiminde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde sulamaya başlanması, böylece uygulanacak sulama sayısı, sulama suyu miktarı, bitki su tüketimi ve biçim sıklığının azaltılması önerilebilir. Bu konunun uygulanması durumunda ortalama sulama aralığının 12 gün olduğu ve bu aralıkta A sınıfı buharlaşma kabından elde edilen toplam buharlaşma miktarının yaklaşık %40'ının sulama suyu olarak verilmesi gerektiği söylenebilir.

İki farklı çim çeşidinin önerilen konuları kıyaslandığında ise, serin iklim çimlerinde S<sub>0-50</sub> konusunda sulama sayısı 11 adet, sulama suyu miktarı 295,8 mm, bitki su tüketimi ise 384,9 mm; sıcak iklim çiminde ise bu değerler sırasıyla 4 adet, 140,7 mm, 211,0 mm olmuştur. Bu sonuçlara göre, sıcak iklim çimine serin iklim çimlerine göre %53 daha az sulama suyu uygulanmış ve bitki su tüketimi %45 daha az olmuştur. Kabaca; sıcak iklim çiminin, serin iklim çimlerine göre ihtiyaç duyduğu sulama suyu ve tükettiği su miktarı yarı yarıya düşük olmuştur. Bunun yanında biçim aralığı da serin iklim çimlerine göre çok daha

yüksektir. Ne var ki, sıcak iklim çimleri, ortam sıcaklığının 15-18°C ve altına düşmesi koşulunda sararması nedeniyle tüm yıl boyunca yeşil görüntüsünü koruyamamaktadır. Bu nedenle, yöre koşullarında 12 ay yeşilin hedeflendiği yeşil alan işletmeciliğinde serin iklim çimlerinin kullanılması ve sulamalara 30 cm etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'si tüketildiğinde başlanması; yeşil görüntünün sadece yaz aylarında istendiği yazlık siteler ve benzeri yaşam alanlarında ise sıcak iklim çimlerinin kullanılması ve sulamalara 30 cm etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde başlanması önerilebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz E (1993). Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği. Çevre Peyzaj Mimarlığı Yayınları, No:4, 203s, Bursa.
- Açıkgöz E, Başbuğ S (1994). Bazı Çim Bitkisi Tür ve Çeşitlerinin Bursa Koşullarına Uygunluklarının Saptanması Üzerine Araştırmalar. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Semp. A.Ü.Z.F. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:2, 105-113.
- Ahmad I, Khan MA, Qasim M (2003). Growth and Development of Different Turfgrasses as Influenced by Nitrogen Application and Leaf Nitrogen Contents. Int. J. Agric. Biol., 5: 175–178.
- Akpınar A, Cankurt M (2015). Türkiye’de Kişi Başına Düşen Yeşil alan Miktarı ile Ölüm Oranı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(2): 101-107.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998). Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage, No:56, 280pp Rome.
- Altan S (1989). Peyzaj Mimarlığı Yer Örtücüleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 131s, Adana.
- Anonim (2018). [www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/wpp2004.htm](http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/wpp2004.htm) Erişim Tarihi: 05.03.2018
- Aronson LJ, Gold AJ, Hull RJ, Cisar JL (1987). Evapotranspiration of Cool-Season Turfgrasses in The Humid Northeast. Agron. J. 79: 901-905.
- Aşılloğlu F (2005). Peyzaj Mimarlığı Açısından Rekreatif ve Sportif Amaçlı Yeşil Alanlarda Sulamanın Önemi ve Sulama Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, 150s, Ankara.
- Avcıoğlu R, Soya H (1994). Ege Bölgesinde İkinci Ürün Yembitkileri Yetiştiriciliği ve Hayvan Varlığı İle İlişkileri, Tarla Bitkileri 1.Kongresi, 25-29 Nisan 1994, Cilt:3, 40-142s, İzmir.
- Avcıoğlu R, Soya H, Birant M, Geren H (1996). Yeşil Alan Buğdaygillerinin Seçiminde Temel İlkeler ve Türkiye’deki Uygulamaları. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum.
- Avcıoğlu R (1997). Çim Tekniği -Yeşil Alanların Ekimi Dikimi ve Bakımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir.

- Avcioğlu R, Soya H, Geren H (1999). Bazı Yeşil (Çim) Alan Buğdaygillerinin Vejetatif Tohumlukla Üretimi Üzerinde Araştırmalar, Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 3:138-142.
- Aydınşakir K (2001). Antalya Yöresinde Çim Bitkisi Kıyas Bitki Su Tüketimini Veren Bazı Amprik Eşitliklerin Tarla ve Mini Lizimetre Koşullarında Kalibrasyonu Üzerinde Bir Araştırma. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Ayla Ç (1985). Ankara Koşullarında Ayçiçeği, Patates, Yonca ve Mısır Bitkilerinde Tartılı Lizimetre ile Saptanan Gerçek Su Tüketiminin Potansiyel Evapotranspirasyon Değerleri ile Karşılaştırılması. Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:126, Rapor Yayın No:55, 69s, Ankara.
- Ayla Ç (1993). Ankara koşullarında Fasülye, Çilek, Buğday ve Şekerpancarı Bitkilerinin tartılı lizimetrede Saptanan Gerçek Su tüketimleri ile Potansiyel Evapotranspirasyon Değerlerinin Karşılaştırılması. Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:181, Rapor Serisi No:88, 86s, Ankara.
- Ayyıldız M (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, 1196, Ankara.
- Baştuğ R, Büyüктаş D (2003). The Effects of Different Irrigation Levels Applied in Golf Courses on Some Quality Characteristics of Turfgrass. Irrig. Sci., 23: 87-93.
- Beard JB (1973). Turfgrass: Science and Culture. Prentice-Hall, 658pp, USA.
- Beard JB, (1985). An Assessment of Water Use by Turfgrasses. In Gibeault, V.B. and Cockerham, S.T., Eds. Turfgrass Water Conservation. Univ. of Calif. Riverside Div. Agr. Nat. Resour. Publ., 21405, 45-60.
- Bek Y, Efe E (1995). Araştırma ve Deneme Metodları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:71, Adana.
- Benami A, Diskin MH (1965). Design of Sprinkling Irrigation. Lowdermilk Faculty of Agricultural Engineering Publication 23. Technicon, Israel Institute of Tecnology, 1-165, Haifa, Israel.
- Benli E, Kodal S (1980). Evaporasyon Tahminlerinin Yöresel Olarak Karşılaştırılması. III. DSİ Hidroloji Semineri, Cilt II, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Benli E, Kodal S. (1983). İklim Faktörlerinin Evapotranspirasyon Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Ülkemiz Su Kaynaklarının Geliştirilmesinde Hidrolojinin Yeri ve Önemi Panel Toplantısı, UNESCO Uluslararası Hidroloji Programı Türkiye Hidroloji Komitesi, E.İ.E. İdaresi Matbaası, Ankara.

- Biran I, Bravdo B, Bushkin-Harav I, Rawitz E (1981). Water Consumption and Growth Rate of 11 Turfgrasses as Effected by Mowing Height, Irrigation Frequency and Soil Moisture. *Agron. J.* 73:85-90.
- Blake GR, (1965). Bulk Density. *Methods of Soil Analysis. Agron 9. Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 374-90.*
- Bonos SA, Murphy JA (1999). Growth Responses and Performance of Kentucky Bluegrass Under Summer Stress. *Crop Science, 39: 770-774.*
- Bouyoucouc WS (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mecanical Analysis of Soils. *Argon. J. Vol. 43, 434-448pp.*
- Brede AD, Duich JM (1984). Establishment Characteristics of Kentucky Bluegrass-Perennial Ryegrass Turf Mixtures Affected by Seeding Rate and Ratio. *Argonomy Journal, 76: 875-879.*
- Carrow RN, Shearman RC, Watsoni JR (1990). Turfgrass in:Irrigation of Agricultural Crops (B.A. Stewart and D.R. Neilsen. Co-editors). Madison, Wisconsin, 889- 919, USA.
- Donatelli M, Bellocchi G, Carlini L (2006). Sharing Knowledge Via Software Components:Models on Reference Evapotranspiration. *European Journal of Agronomy, 24:186-192.*
- Doorenbos J, Pruitt W (1977). Guidelines for Predicting Crop Water Requirements. *Irrigation and Dranaige, No:24, Food and Agriculture organization of the United Nations, 144pp, Rome.*
- Doorenbos J, Kassam AH (1979). Yield Response to Water. *Fao Irrigation And Drainage Paper No: 33, Rome, Italy.*
- Düzgüneş O (1963). İstatistik Prensipleri ve Metotları. *Ege Üniversitesi Matbaası, 375s, İzmir.*
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 1021, Ankara.*
- Emekli Y, Baştuğ R (2007). Antalya’da Tarla Koşullarında Bermuda Çiminin Su Tüketimi ve Bazı Kıyas Bitki Su Tüketimi Eşitliklerinin Geçerliliğinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 20 (1): 45-57.*
- Erakın A (2000). Peyzaj Planlama Çalışmalarında Kullanılan Sulama Sistemleri. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.*
- Erdem Y (1996). Kırklareli Koşullarında Bitki Su Tüketimi Tahmin Eşitliklerinin Karşılaştırılması. *Trakya. Üniv. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, 61s, Edirne.*



- Erdem Y (2002). Karpuz Bitkisinin (*Citrullus vulgaris*) Su-Verim İlişkileri. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Espitkar Z, Avcıoğlu R (1994). Ege Sahil Kuşağında Yeşil Alana Uygun Olabilecek Bazı Buğdaygiller Üzerinde Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Evett S, Howell AT, Steiner JL, Cresap LL (1993). Management of Irrigation and Drainage, Div/ASCE, Utah.
- Feldhake CM, Danielson RE, Butler JD (1983). Turfgrass Evapotranspiration. I. Factors Influencing Rate in Urban Environments. *Agron J.* 75:824-830.
- Feldhake CM, Danielson RE, Butler JD (1984). Turfgrass Evapotranspiration. II. Responses to Deficit Irrigation. *Agron. J.* 76:85-89.
- Fry JD, Butler JD (1989). Response of Tall and Hard Fescue to Deficit Irrigation. *Crop Sci.* 29:1536-1541.
- Garrot D J, Mancino CF (1994). Consumptive Water Use of Three Intensively Managed Bermudagrass Growing Under Arid Conditions. *Crop Sci.* 24:215-221.
- Gibeault VA, Meyer JL, Autio R, Strohman R (1989). Turfgrass Alternatives with Low Water Needs, *California Agriculture*, Vol:43, No:6, 111-115p.
- Gold AJ, Aranson LJ, Hull RJ (1987). Cool Season Turfgrass Responses to Drought Stres. *Crop. Sci.* 27: 1261-1266.
- Goldberg D, Gornat B, Rimon D (1976). Drip İrrigation. *Drip irr. sci. publ.*, 295p, Kfar Sharyahu - Israel.
- Güngör Y, Yıldırım O (1989). Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları 1155, 371s, Ankara.
- 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, 73s, Eskişehir.
- Güngör Y (2005). Otomatik Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1443, Ders Kitabı: 424s, Ankara.
- Hubbard CE (1992). Grasses. Penguin Books, London, 450pp, England.
- Irmak S, Payero JO, Derrel Martin LM (2005). Using modified Atmometers for Irrigation Management. Extension Water Resources/Irrigation Engineers, University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. IANR Nep Guide, G1579. 4p

- Jensen M (1973). *Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements*. ASCE, Irrig. Drain. Div. 215pp, New York.
- Jensen M, Burman R, Allen R (1990). *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements*. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No:70, ASCE, 332pp, New York.
- Kadayıfçı A (1996). *Ayçiçek Su-Verim İlişkileri*. Ank. Üniv., Fen Bilimleri Enst., Doktora Tezi, 117s.
- Kanapeckas J, Lemeziene N, Stukonis V, Tarakanovas P, (2008). *Drought Tolerance of Turfgrass Genetic Resources*. *Biologija*, 54: 121-124.
- 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, 169 ss, Tarsus.
- Kanber R, Yazar A, Eylen M, (1990). *Çukurova Koşullarında Buğdaydan Sonra Yetiştirilen İkinci Ürün Mısırın Su-Verim İlişkisi*. Tarsus Bölge Topraksu Arş. Ens. Md. Genel Yayın No:173/108, Tarsus.
- Kanber R (1997). *Sulama*. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın No:174, Ders Kitapları Yayın No:52, 530ss Adana.
- Karakoç A (1996). *Ege Sahil Kuşağında Bazı Buğdaygillerin Yeşil Alana Uygunlukları ve Verim Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Kim KS, Beard JB (1988). *Comparative Turfgrass Evapotranspiration Rates and Associated Plant Morphological Characteristics*. *Crop Sci* 28: 328-331.
- Kneebone WR, Pepper IL (1982). *Consumptive Water Use by Sub-Irrigated Turfgrasses Under Desert Conditions*. *Agronomy Journal*, 74:419-423.
- Kneebone WR, Pepper IL (1984). *Luxury Water Use by Bermudagrass Turf*. *Agronomy Journal*, 76: 999-1002.
- Kneebone WR, Kopec DM, Mancino CF (1992). *Water Requirement and Irrigation in: Turfgrass* (D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman, co-editors). *Agronomy No:32, ASA-CSSA-SSSA, Madison, 441-473pp, Wisconsin USA*.
- Kopec DS, Shearman RC, Riordan TP (1988). *Evapotranspiration of Tall Fescue Turf*. *HortScience* 23(2): 300-301.

- Korkut BA (2007). Çim Bitkileri ve Genel Özellikleri. Ders notları. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Küçükerbaş EÖ (1997). Lipyra 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, Hagan R (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 (1996). A Method to Calculate Evapotranspiration Considering Soil Temperature. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, 402-406pp, San Antonio, Texas.
- Meyer J, Gibeault V (1986). Turfgrass Performance under Reduced Irrigation. Calif. Agriculture, July-August, 19-20pp.
- Millard CE, Turk LM, Foth HD, (1966). Fundamental of Soil Science, Fourt Edition, John Wiley and Sons Inc., 491p, New York.
- Mutlu A (2006). Konya'da Yeşil Alan Tesisinde Kullanılan Bazı Tohumların Tohumluk Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Y.Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- O'neil K, Carrow R (1983). Perennial Ryegrass Growth, Water Use and Soil Aeration Status Under Soil Compaction. Agronomy Journal, Vol. 75: 177-180.
- Oral N (1998). Bursa Bölgesinde Tesis Edilecek Çim Alanları için Tohum Karışımları Ekim Oranları ve Azotlu Gübre Uygulaması Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 216s, Bursa.
- Orçun E (1969). Özel Bahçe Mimarisi, Çim Sahaları Tesis ve BakımTekniği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:152, 99ss, İzmir.
- Orçun E (1979). Özel Bahçe Mimarisi (Çim Sahaları Tesis ve Bakım Tekniği), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:152, 106s, İzmir.
- Orta AH (1994). Farklı Sulama Yöntemlerinin Biber (*Capsicum annuum* L.) Verimine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Orta AH, İstanbulluoğlu A, Albut S (1997). Tekirdağ Koşullarında Mısırın Su Tüketimi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2): 38-43.

- Orta AH (2017). *Rekreasyon Alanlarında Sulama Kitabı*. ISBN:978-605-320-764-1: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Reginato RJ (1983). *Field Quantification of Crop Water Stress*. *Trans. of the ASAE*, 26: 772-775.
- Richie WE, Green RL, Klein GJ, Hartin JS, (2002). *Tall Fescue Performance Influenced by Irrigation Scheduling, Cultivar, and Moving Height*. *Crop Science*, 42: 2011-2017.
- Sandal G (2002). *Diyarbakır Koşullarında Yeşil Alanlara Uygun Çim Tür ve Çeşitlerinin Saptanması*. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Sarıkoç E (2007). *Peyzaj Alanlarında Kullanılan Sulama Yöntemleri ve Bitki Su Tüketim Modellerinin Türkiye'nin Üç Farklı İklim Bölgesinde Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Shearman RC (1986) *Kentucky Bluegrass Cultivar Evaporation Rates*. *Hort Science* 21:455-457
- Smith M (1991). *Manual and Guidelines for Cropwat* FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 46, Rome, 193p, Italy.
- Smith MR (1996). *Revised FAO Methodology for Crop Water Requirements*. *Evapotranspiration and Irrigation Scheduling*, 116-123pp, San Antonio, Texas.
- Smith WS (1997). *Landscape Irrigation Design and Management*. John Wiley & Sons, Inc, 229p, New York.
- Sönmez N, Ayyıldız M (1964). *Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahı*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 229, Ankara.
- Şahin B (1997). *İstanbul İli ve Çevresinde Tesis Edilecek Çim Alanlar İçin En Uygun Çim Karışımlarının Saptanması*. Y.Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Şahinler Ç (1997) *Peyzaj Sulama Tasarımı ve Bursa Büyükşehir Belediyesi Soğanlı Kent Parkı Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 34s, Bursa.
- Tabak, Ö., Avcıoğlu, R., 1993, *Nazilli şartlarında Yeşil Alan Oluşturmada Yararlanılabilecek Bazı Buğdaygiller Üzerinde Bir Araştırma*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 41s, Bornova-İzmir.
- Tankut (1986). *Çukurova Bölgesinde Kıyas Bitki Su Tüketimini Veren Bazı Amprik Eşitliklerin Kalibrasyonu Üzerinde Bir Araştırma*. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, 80s, Adana.

- Tanrıverdi F (1987) Peyzaj Mimarlığı Bahçe Sanatının Temel İlkeleri ve Uygulama Metodları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 643, 367 s, Erzurum.
- Teare J (1984). Crop-Water Relations. John Wileyand Sons, New York.
- Tekinel O, Kanber R (1981). Çukurova Koşullarında Pamuk Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Yöntemlerin Kıyaslanması Üzerinde Bir Araştırma. Topraksu Teknik Dergisi, Sayı: 56: 1-13.
- Uluocak N (1994). Yerörtücü Bitkiler. İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi Müdürlüğü, 975s.
- Uzun G (1989). Peyzaj Mimarlığında Çim ve Spor Alanları Yapımı. Çukurova Üni. Zir. Fak. Yardımcı Ders Kitabı No:20, Adana.
- Van Bavel C, Harris D (1962). Evapotranspiration Rates from Bermudagrass and Corn at Raleigh, North Carolina. . Agronomy Journal Paper No:1291, 319-322.
- Ventura MR, Flores MP, Castanon JIR (1999). Nutritive Value of Forage Shrubs: Bituminaria Bituminosa. Acacia Salicina and Medicago Arborea. Cashiers Options Mediterranean, 39: 171–173.
- Volterrani M, Magni S 2004. Species and Growing Media for Sports Turfs in Mediterranean Area, I. International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields, Acta Horticulturae 661pp.
- Thompson WC (2011). Linking landscape and health: The recurring theme. Landscape and Urban Planning, 99: 187-195.
- Wright JL (1982). New Evapotranspiration Crop Coefficients. J. Irrig. Drain. Div. 108: 57–64.
- Yelken MG, Avcıoğlu R (1995). Akdeniz Bölgesinden Toplanan Bazı Doğal Buğdaygil Türlerini Değerlendirme Olanakları Üzerinde Bir Araştırma, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 23s, İzmir.
- Yıldırım O., Madanoğlu K (1985). A-sınıfı Buharlaştırma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi No:433, Ankara.
- Yıldırım Y. (1993). Ankara Koşullarında Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Ankara.
- Yıldırım Y. (1994). Ankara Koşullarında Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 127 ss.
- Yıldırım O (1996). Sulama Sistemleri 2 Kitabı. A.Ü. Ziraat fakültesi Yayınları, No:1449, Ankara.

Yıldırım M (2003). Rekreasyon Alanı Sulama Sistemlerinde Uyulması Gerekli Kurallar. 2. Ulusal Sulama Kongresi, Bildiriler Kitabı, 16–19 Ekim 2003. Pine Bay Holiday Resort, Kuşadası-Aydın, Kültürteknik Derneği, 134–142s.

Yurtsever N (1984) Denyesel İstatistik Metodlar. TOKB. Köy Hiz. Genel Müd. Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd. Yay. (Gn. Yayın No: 121; Tek. Yayın No: 56), Ankara.

Yüksel AN ve Erdem Y (2002). Sulama ve Gübreleme. Hasad Yayıncılık, İstanbul.

Zorer Ő, Hosaflıoğlu İ, Yılmaz Hİ (2004).  im Alanlarında Uygun Azotlu Gübre Uygulama Zamanlarının Belirlenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (1): 27-34.

## ÖZGEÇMİŞ

Bulgaristan'ın Kırcali ilinde 3 Eylül 1989 tarihinde doğdu. Ailesiyle birlikte 1990 yılının Haziran ayında Türkiye'ye göç etti. İstanbul'da başladığı eğitim hayatına Barbaros Hayrettin Paşa İlkokulunda, Ortaöğrenimini Şakire Sadi Obdan Ortaokulunda, lise öğrenimini ise Otakçılar Lisesinde tamamladı. 2008 yılında girdiği Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği Programı, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümünden 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl İtalya'nın Bari şehrindeki Akdeniz Tarımsal Yüksek Teknoloji Enstitüsüne girmeye hak kazandı ve 2013 yılında Arazi ve Su kaynakları yönetimi bölümünden uzmanlığını alarak Türkiye'ye geri döndü. 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2014-2017 yılları arasında Alman Tarım Birliğinde (DLG) Yurtdışı Fuarlar Sorumlusu olarak çalıştı. 2017 yılında GBS Teknoloji Sulama Sistemleri ve GBS Terra Consultancy şirketlerini kurdu. Halen uluslararası bir şirkette Yurtdışı Fuarlar Müdürü olarak çalışmakta ve birçok şirkete danışmanlık yapmaktadır. Evli ve bir kız çocuğu babasıdır.